PEMROGRAMAN DESAIN SISTEM PENANGKAL PETIR EKSTERNAL PADA GEDUNG BERTINGKAT BERBASIS JAVA

(Skripsi)

Oleh
Dewi Rani

FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS LAMPUNG
BANDAR LAMPUNG
2019

ABSTRACT

PROGRAMMING OF EXTERNAL LIGHTNING PROTECTION SYSTEM DESIGN ON MULTI-STOREY BUILDING BASED ON JAVA

By

DEWI RANI

This research proposes a software to design an external lightning protection system based on Java programming language. This software used NFPA 870 standard to determine risk assessment. IEC standard 1024-1-1 and SNI 03-7015-2004 were used to determine the location of lightning rod. Rolling Sphere Method was used to determine lightning protection zone. This software required input data as follows: types, building-structure, location, topography, usages and contents of the building, isokeraunic level, thunder days per year, length, width, high and wide of the building. The output of the software are risk assessment, level of protection, number of lightning rods, radius of rolling sphere and protection angle. Zone protection area was drawn using AutoCad. Two buildings, i.e. Gedung Rektorat Universitas Lampung and Opi Mall Jakabaring were used to study the usability of the software. Output program and hand calculation have shown those parameters, i.e., risk assessment, level of protection, number of lightning rods, radius of rolling sphere and protection angle have a similar result. Zone protection shows that two buildings are perfectly protected from lightning strike.

Keywords: external lightning protection, risk assessment, rolling sphere method, lightning protection zone, protection angle

ABSTRAK

PEMROGRAMAN DESAIN SISTEM PENANGKAL PETIR EKSTERNAL PADA GEDUNG BERTINGKAT BERBASIS JAVA

Oleh

DEWI RANI

Penelitian ini mengusulkan aplikasi untuk mendesain sistem proteksi petir eksternal berbasis bahasa pemrograman java. Aplikasi ini menggunakan standar NFPA 870 untuk mengetahui taksiran resiko petir . Standar IEC 1024-1-1 dan SNI 03-7015-2004 digunakan untuk menentukan lokasi penangkal petir. Metode bola bergulir digunakan untuk mengetahui zona proteksi petir. Data input pada aplikasi ini berupa jenis gedung, struktur gedung, lokasi gedung, topografi, penggunaan dan isi bangunan, isokeraunik level, hari guruh pertahun, panjang, lebar, tinggi dan luas gedung. Keluaran dari aplikasi ini adalah taksiran resiko, tingkat proteksi, jumlah penangkal petir, jari-jari bola bergulir dan sudut proteksi. Daerah zona proteksi petir dengan metode bola bergulir digambarkan menggunakan aplikasi AutoCad. Studi kasus yang diambil adalah gedung OPI Mall Jakabaring dan gedung Rektorat Universitas Lampung. Hasil perhitungan manual dan output program, yaitu : taksiran resiko, tingkat proteksi, jumlah penangkal petir, jari-jari bola bergulir dan sudut proteksi menunjukkan hasil yang sama. Area zona proteksi yang digambar menggunakan AutoCad menunjukkan bahwa kedua gedung terlindungi dari sambaran petir.

Kata Kunci: proteksi petir eksternal, taksiran resiko, metode bola bergulir, zona proteksi petir, sudut proteksi

PEMROGRAMAN DESAIN SISTEM PENANGKAL PETIR EKSTERNAL PADA GEDUNG BERTINGKAT BERBASIS JAVA

Oleh

DEWI RANI

Skripsi

Sebagai Salah Satu Syarat untuk Mencapai Gelar
SARJANA TEKNIK

Pada

Jurusan Teknik Elektro
Fakultas Teknik Universitas Lampung

FAKULTAS TEKNIK

UNIVERSITAS LAMPUNG

BANDAR LAMPUNG

2019

Judul Skripsi : **PEMROGRAMAN DESAIN SISTEM PENANGKAL PETIR EKSTERNAL PADA GEDUNG BERTINGKAT BERBASIS JAVA**

Nama Mahasiswa : Dewi Rani

Nomor Pokok Mahasiswa : 1415031042

Jurusan : Teknik Elektro

Fakultas : Teknik

MENYETUJUI

1. Komisi Pembimbing

Dr. Eng. Diah Permata, S.T., M.T.	**Dr. Henry B.H Sitorus, S.T., M.T.**
NIP 19700528 199803 2 003	NIP 19721219 199903 1 002

2. Ketua Jurusan Teknik Elektro

Dr. Herman Halomoan S, S.T., M.T.
NIP 19711130 199903 1 003

MENGESAHKAN

1. Tim Penguji

Ketua : **Dr. Eng. Diah Permata, S.T., M.T.** .....

Sekretaris : **Dr. Henry B.H Sitorus, S.T., M.T.** .....

Penguji
Bukan Pembimbing : **Dr. Eng. Yul Martin, S.T., M.T.** .....

2. Dekan Fakultas Teknik

Prof. Drs. Suharno, M.Sc., Ph.D.
NIP 19620717 198703 1 002

Tanggal Lulus Ujian Skripsi : **21 Maret 2019**

SURAT PERNYATAAN

Dengan ini saya menyatakan bahwa dalam skripsi ini tidak terdapat karya yang pernah dilakukan orang lain dan sepanjang pengetahuan saya tidak terdapat atau pendapat yang saya ditulis atau diterbitkan oleh orang lain, kecuali secara tertulis diacu dalam naskah ini sebagaimana yang disebutkan di dalam daftar pustaka. Selain itu saya menyatakan pula bahwa skripsi ini dibuat oleh saya sendiri.

Apabila pernyataan saya tidak benar maka saya bersedia dikenai sangsi sesuai dengan hukum yang berlaku.

Bandar Lampung,21Maret 2019

METERAI TEMPEL
FFB3FAFF799288678
6000
ENAM RIBU RUPIAH

Dewi Rani

NPM : 1415031042

RIWAYAT HIDUP

Penulis dilahirkan di Suka Menanti Kecamatan Bukit Kemuning Kabupaten Lampung Utara , pada tanggal 21 Juni 1997 sebagai anak keempat dari Bapak Sumarto dan Ibu Karmini (almh) dari 4 bersaudara. Pendidikan penulis dimulai dari SDN 2 Suka Menanti 2002—2008. Pendidikan selanjutnya di SMPN 3 Bukit Kemuning 2008—2011. Kemudian melanjutkan ke SMAN 3 Kota Bumi pada tahun 2011 dan lulus pada tahun 2014. Pada tahun 2014 penulis terdaftar sebagai mahasiswa Jurusan Teknik Elektro Fakultas Teknik Universitas Lampung melalui jalur UMPTN. Selama menjadi mahasiswa, penulis mengalami banyak pengalaman baru, pertemuan baru, ilmu baru yang semuanya membuat penulis terus berproses. Penulis merupakan salah satu mahasiswa yang terdaftar sebagai Asisten di Laboratorium Teknik Tegangan Tinggi Universitas Lampung dari tahun 2017 dan menjadi asisten mata kuliah Praktikum Teknik Tegangan Tinggi pada tahun 2018. Penulis aktif di Himpunan Mahasiswa Elektro (HIMATRO) sebagai anggota dari tahun 2015—2017. Penulis menjadi anggota Departemen Pengembangan dan Keteknikan selama dua periode kepengurusan yaitu pada tahun 2015-2017. Penulis juga melaksanakan Kerja Praktek di PLTU Keban Agung, Lahat pada tahun 2017 selama 1 bulan dengan mengangkat judul “Penggunaan Gas Sf_6 Sebagai Media Isolasi Pada Gas Insulated Switchgear 150 Kv Pltu Keban Agung Lahat”.

Motto Hidup

Berjuanglah untuk kedua orang tuamu, keluargamu dan orang-orang yang kamu sayangi.

Dewi Rani

Ku Persembahkan Karya Terbaikku ini kepada

Kedua Orang tuaku Tercinta Bapak Sumarto dan Ibu Karmini

Yang senantiasa berdoa, berjuang dan berkorban tanpa pamrih

demi

Melihat kesuksesan anak-anaknya

Dan juga teruntuk kakak-kakakku Sungatno, Tulus dan Marini

yang selalu mendukung dan memberikan memotivasi.

Terimakasih banyak atas semua dukungannya.

SANWACANA

Bismillahirrahmaannirrahiim..

Alhamdulillah, dengan segala puji dan syukur hanya kepada Allah SWT atas segala nikmat, dan karunia-Nya. Shalawat teriring salam semoga tetap tercurahkan kepada Rasulullah Muhammad SAW yang menjadi suri teladan bagi setiap umat islam yang ada diseluruh dunia sepanjang masa .

Skripsi berjudul "Pemrograman Desain Sistem Penangkal Petir Eksternal Pada Gedung Bertingkat Berbasis Java" telah berhasil penulis selesaikan yang merupakan salah satu syarat untuk mendapatkan gelar Sarjana Teknik di Jurusan Teknik Elektro Universitas Lampung. Tentu dalam melalui proses untuk sampai pada tahap ini, penulis menemui banyak bantuan dari berbagai pihak, termasuk dalam menyelesaikan skripsi ini, sehingga pada kesempatan ini penulis ingin mengucapkan banyak terima kasih kepada:

1. Bapak Prof. Dr. Suharno, M.Sc. selaku Dekan Fakultas Teknik Universitas Lampung;
2. Bapak Dr. Herman Halomoan S, S.T., M.T. selaku Ketua Jurusan Teknik Elektro Universitas Lampung;
3. Sekretaris Jurusan Teknik Elektro Universitas Lampung;
4. Bapak Agus Trisanto, Ph.D. selaku Pembimbing Akademik;
5. Ibu Dr.Eng. Diah Permata, S.T., M.T. dan Bapak Dr. Henry B.H Sitorus, S.T., M.T. selaku dosen pembimbing yang telah memberikan bimbingan, pelajaran,

kritik dan saran, serta berbagai dukungan selama penulis mengerjakan tugas akhir ini;

6. Bapak Dr.Eng. Yul Martin, S.T., M.T. selaku dosen penguji tugas akhir ini yang telah memberikan banyak pelajaran, kritik dan saran serta nasihat dalam penyelesaian tugas akhir ini.
7. Seluruh Dosen dan Staf Jurusan Teknik Elektro atas bimbingan dan bantuan yang penulis peroleh selama perkuliahan.
8. Teman-teman seperjuangan ELITE 2014 yang tak bisa saya sebutkan satu-persatu namanya, terima kasih atas semua dukungan yang telah diberikan.
9. Seluruh penghuni Laboratorium Terpadu Teknik Elektro khususnya Laboratorium Teknik Tegangan Tinggi.
10. Bunga Nurmala, Komala Sari dan Jenni Legita yang menjadi sahabat sekaligus rekan seperjuangan.
11. Teman-teman KKN di Komering Putih yaitu Pria Estu Prayogi, Agung Satria Utama, Fesya Salma Putri, Jery Wandro Utama, Nuria Annisa dan Tutut Wury Hastuti.

Semoga Allah SWT membalas semua yang telah dilakukan dan diberikan dengan kebaikan dan keberkahan, semoga dengan terselesaikannya tugas akhir ini kita semua selalu diberikan petunjuk untuk senantiasa berkarya dan memberi manfaat kepada orang lain dan senantiasa menjadi orang yang berguna. Aamiin

Penulis banyak menyadari kekurangan dan ketidaksempurnaan pada penyusunan tugas akhir ini. Kritik, masukan, dan saran yang membangun sangat penulis

harapkan untuk menyempurnakan karya yang telah dibuat ini agar kelak dapat bermanfaat di masa yang akan datang bagi diri sendiri dan orang banyak.

Bandar Lampung, Maret 2019

Penulis

Dewi Rani

DAFTAR ISI

HALAMAN

ABSTRACT ii
ABSTRAK iii
HALAMAN JUDUL iv
LEMBAR PERSETUJUAN v
LEMBAR PENGESAHAN vi
PERNYATAAN vii
RIWAYAT HIDUP viii
PERSEMBAHAN ix
MOTTO x
SANWACANA xi
DAFTAR ISI xiv
DAFTAR GAMBAR xvii
DAFTAR TABEL xx
BAB I PENDAHULUAN
1.1. Latar Belakang 1
1.2. Tujuan Penelitian 3
1.3. Manfaat Penelitian 4
1.4. Rumusan Masalah 4
1.5. Batasan Masalah 4
1.6. Hipotesis 5
1.7. Sistematika Penulisan 5

BAB II TINJAUAN PUSTAKA
2.1. Kajian Pustaka 7
2.2. Sistem Proteksi Petir Eksternal 9
2.2.1 Bagian-bagian Sistem Proteksi Petir Eksternal 14
2.3. Taksiran Resiko 18
2.3.1 Standar Peraturan Umum Instalasi Penyalur Petir (PUIPP) 19
2.3.2 Standar NFPA 780 21

2.3.3 Standar IEC 124-1-1 24
2.4. Konsep Dasar Basis Data 27
2.5. Sistem Informasi 28
2.6. Netbeans 29

BAB III METODOLOGI PENELITIAN
3.1 Waktu dan Tempat Penelitian 31
3.2 Alat dan Bahan 31
3.3 Tahapan Penelitian 31
3.3.1 Studi Literatur 32
3.3.2 Konsep Perancangan Perangkat Lunak 33
3.3.3 Perancangan Perangkat Lunak 33
3.3.4 Pengujian Perangkat Lunak 36
3.3.5 Analisis Data dan Kesimpulan 36
3.3.6 Penulisan Laporan 36
3.4 Spesifikasi Perancangan Perangkat Lunak 36
3.4.1 Spesifikasi Teknis Perancangan 37
3.4.2 Perancangan Model Perangkat Lunak 39
3.4.3 Perancangan Kerja Perangkat Lunak 40
3.4.4 Perancangan Desain Metode Bola Bergulir dengan Autocad 40
3.5 Hasil yang Diharapkan 42

BAB IV Hasil Dan Pembahasan
4.1 Perangkat Lunak Penangkal Petir Eksternal 43
4.1.1 Input Perangkat Lunak 44
4.1.2 Komputasi Perhitungan Pada Perangkat Lunak 57
4.2 Penentuan Penempatan Lokasi Penangkal Petir Eksternal 60
4.3 Perbandingan Hasil Perhitungan Sistem Proteksi Petir Eksternal dengan Komputasi dan Manual 64
4.3.1 Studi Kasus Gedung Opi Mall Jakabaring 64
4.3.2 Studi Kasus Gedung Rektorat Universitas Lampung 69

BAB V Kesimpulan dan Saran

5.1 Kesimpulan..... 76

5.2 Saran..... 77

DAFTAR PUSTAKA

LAMPIRAN

DAFTAR GAMBAR

halaman

Gambar 2.1. Sistem Proteksi Eksternal Pada Gedung [6] 9
Gambar 2.2. Contoh Pemasangan Sistem *Franklin Rod* 11
Gambar 2.3. Area Proteksi Sistem *Franklin Rod* 11
Gambar 2.4. Contoh Pemasangan Sistem *Faraday Cage* 12
Gambar 2.5. Area Proteksi Sistem *Faraday Cage* 12
Gambar 2.6. Sistem Non Konvensional 13
Gambar 2.7. Metode Jala 15
Gambar 2.8. Daerah Perlindungan Berbentuk Kerucut 16
Gambar 2.9. Zona Proteksi Sistem Razeviq 17
Gambar 2.10. Metode Bola Bergulir 18
Gambar 2.11. Penerapan Metode Bola Bergulir 18
Gambar 2.12. Luas Sambaran Bangunan [9] 26
Gambar 2.13. Nilai Kritis Efisiensi Proteksi Petir [9] 27
Gambar 3.1. Diagram Alir Penelitian 32
Gambar 3.2. Diagram Alir Perancangan Perangkat Lunak 35
Gambar 3.3. Aplikasi Netbeans 38
Gambar 3.4. Aplikasi AutoCad 2016 39
Gambar 3.5. Desain Aplikasi 39
Gambar 3.6. Tampilan Menu *Draw* 41
Gambar 3.6. Tampilan Menu *Layers* 41
Gambar 3.6. Tampilan Menu *Annotation* 41
Gambar 4.1. Bagian Input Pada Tampilan Program 44
Gambar 4.2. *Source Code* untuk Jenis Bangunan 45
Gambar 4.3. *Source Code* untuk Nilai Jenis Bangunan 45
Gambar 4.4. Tampilan Program Jenis Bangunan 45
Gambar 4.5. *Source Code* untuk Jenis Kontruksi 46
Gambar 4.6. *Source Code* untuk Nilai Jenis Kontruksi 46
Gambar 4.7. Tampilan Program Jenis Kontruksi 46

Gambar 4.8. *Source Code* untuk Lokasi Bangunan..... 47
Gambar 4.9. *Source Code* untuk Nilai Lokasi Bangunan..... 47
Gambar 4.10. Tampilan Program Lokasi Bangunan 47
Gambar 4.11. *Source Code* untuk Topografi..... 48
Gambar 4.12. *Source Code* untuk Nilai Topografi..... 48
Gambar 4.13. Tampilan Program Lokasi Topografi 48
Gambar 4.14. *Source Code* untuk Penggunaan dan Isi Bangunan 49
Gambar 4.15. *Source Code* untuk Nilai Penggunaan dan Isi Bangunan 49
Gambar 4.16. Tampilan Program Lokasi Penggunaan dan Isi Bangunan..... 49
Gambar 4.17. *Source Code* untuk Isokeraunik Level..... 50
Gambar 4.18. *Source Code* untuk Nilai Isokeraunik Level..... 50
Gambar 4.19. Tampilan Program Isokeraunik Level 50
Gambar 4.20. *Source Code* untuk Hari Guruh Pertahun 53
Gambar 4.21. *Source Code* untuk Nilai Hari Guruh Pertahun 53
Gambar 4.22. Tampilan Program Hari Guruh Pertahun..... 54
Gambar 4.23. *Source Code* untuk Input Panjang Gedung..... 55
Gambar 4.24. *Source Code* untuk Input Lebar Gedung 55
Gambar 4.25. *Source Code* untuk Input Tinggi Gedung..... 56
Gambar 4.26. *Source Code* untuk Input Luas Gedung..... 56
Gambar 4.27. Tampilan Program Panjang, Lebar, Tinggi dan Luas Gedung .. 56
Gambar 4.28. Kode Program Untuk Menghitung Kebutuhan Sistem Proteksi Petir Suatu Gedung 57
Gambar 4.29. Kode Program Untuk Menentukan Tingkat Proteksi Dan Jari-Jari Bola Bergulir 58
Gambar 4.30. Kode Program Untuk Menghitung Sudut Lindung Dan Jumlah Penangkal Petir..... 59
Gambar 4.31. Metode Bola Bergulir Tahap Pertama 60
Gambar 4.32. Sudut Proteksi..... 61
Gambar 4.33. Metode Bola Bergulir Tahap Ketiga..... 62
Gambar 4.34. Zona Proteksi Metode Bola Bergulir..... 62

Gambar 4.35. Penempatan Penangkal Petir Pertama 63
Gambar 4.36. Penempatan Penangkal Petir Kedua 63
Gambar 4.37. Penempatan Penangkal Petir Ketiga dan Keempat..... 64
Gambar 4.38. Tampilan Aplikasi Berdasarkan Data Pada Gedung OPI Mall Jakabaring Palembang..... 67
Gambar 4.39. Zona Proteksi Dengan Menggunakan Bola Bergulir Pada Gedung OPI Mall Jakabaring Tampak Samping 68
Gambar 4.40. Zona Proteksi Dengan Menggunakan Bola Bergulir Pada Gedung OPI Mall Jakabaring Tampak Atas 69
Gambar 4.41. Denah Gedung Rektorat Tampak Samping 70
Gambar 4.42. Tampilan Aplikasi Berdasarkan Data Pada Gedung Rektorat Universitas Lampung 73
Gambar 4.43. Zona Proteksi Dengan Menggunakan Bola Bergulir Pada Gedung Rektorat Universitas Lampung Tampak Samping 74
Gambar 4.44. Zona Proteksi Dengan Menggunakan Bola Bergulir Pada Gedung Rektorat Universitas Lampung Tampak Atas 74

DAFTAR TABEL

halaman

Tabel 2.1. Jarak rata-rata konduktor penyalur menurut level proteksi 15
Tabel 2.2. Bahaya berdasarkan penggunaan dan isi gedung [7] 19
Tabel 2.3. Bahaya berdasarkan konstruksi bangunan [7]..... 20
Tabel 2.4. Bahaya berdasarkan tinggi bangunan [7] 20
Tabel 2.5. Bahaya berdasarkan tinggi bangunan [7] 20
Tabel 2.6. Bahaya berdasarkan kilat / hari guruh [7] 20
Tabel 2.7. Perkiraan bahaya sambaran petir menurut puipp [7]..... 21
Tabel 2.8. Jenis struktur [8]..... 22
Tabel 2.9. Jenis kontruksi [8] 22
Tabel 2.10. Lokasi bangunan [8]..... 23
Tabel 2.11. Topografi [8] 23
Tabel 2.12. Penggunaan dan isi bangunan [8]..... 23
Tabel 2.13. Isokeuranik level [8]..... 24
Tabel 2.14. Perkiraan bahaya petir menurut nfpa 780 [8]..... 24
Tabel 2.15. Tingkat proteksi menurut efisiensi [9] 26
Tabel 2.16. Penempatan terminasi udara berdasarkan tingkat proteksi [9]..... 27
Tabel 4.1. Data hari guruh pertahun [6] 51
Tabel 4.2. Karakteristik bangunan gedung OPI [5]..... 64
Tabel 4.3. Sistem proteksi petir eksternal gedung OPI Mall Jakabaring, Palembang [5] 67
Tabel 4.4. Karakteristik bangunan Gedung Rektorat 69
Tabel 4.5. Sistem proteksi petir eksternal Gedung Rektorat Universitas Lampung 72

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Pembangunan gedung-gedung di Indonesia semakin meningkat sesuai dengan kebutuhan masyarakat Indonesia. Namun dengan semakin banyaknya gedung-gedung bertingkat, beberapa permasalahan mengenai keamanan suatu bangunan harus diperhatikan, karena bangunan bertingkat lebih memungkinkan untuk terjadinya gangguan alam. Salah satu gangguan alam yang sering terjadi adalah sambaran petir. Hal ini dikarenakan Indonesia merupakan daerah tropis yang memiliki hari guruh cukup tinggi pertahunnya.

Berdasarkan data Badan Meteorologi dan Geofisika (BMKG) terjadinya hari guruh yang sangat tinggi di Indonesia yaitu 100-200 hari guruh pertahunnya jika dibandingkan negara lainnya seperti Eropa sebanyak 30 hari guruh dan Jepang 80 hari guruh, serta besar kerapatan sambaran petir ketanah (N_g) di Indonesia mencapai 5 sampai dengan 15 sambaran petir per km^2 pertahun lebih tinggi jika dibandingkan dengan Eropa dan Jepang yang hanya berkisar antara 1 sampai dengan 3 sambaran petir per km^2 pertahun.

Sambaran petir yang terjadi dapat mengakibatkan kerusakan pada objek yang menjadi sambarannya sehingga dapat merusak gedung. Selain itu peralatan yang berada di dalam gedung juga dapat mengalami kerusakan karena sambaran petir

yang menyambar hantaran udara atau induksi dari petir pada hantaran udara sehingga menimbulkan tegangan lebih petir yang menuju ke peralatan, jika tegangan lebih petir ini lebih besar daripada tegangan tembus isolator peralatan maka peralatan tersebut akan rusak.

Perlindungan terhadap sambaran petir pada bangunan-bangunan bertingkat perlu dilakukan yaitu dengan memasang sistem proteksi pada gedung bertingkat. Sistem proteksi gedung ini terdiri dari sistem proteksi internal dan eksternal. Sistem proteksi internal adalah suatu sistem yang memproteksi suatu bangunan untuk menghindari terjadinya beda potensial pada semua titik di instalasi atau peralatan yang terdapat di dalam bangunan. Sedangkan sistem proteksi eksternal adalah sistem proteksi yang terletak di luar kontruksi gedung yang berfungsi sebagai titik sambar petir yang menerima arus petir secara langsung dan mengalirkannya ke sistem grounding melalui kawat penghantar (*down conductor*).

Sistem proteksi petir yang menjadi objek pada penelitian ini adalah sistem proteksi petir eksternal. Pemasangan sistem tersebut didasarkan pada standar-standar yang telah diterapkan di Indonesia yaitu standar NFPA 780, standar IEC 1024-1-1 dan standar SNI 03-7015-2004. Perhitungan ini digunakan untuk mengetahui kebutuhan pemasangan sistem proteksi petir pada bangunan bertingkat tersebut. Kemudian selanjutnya menghitung jari-jari bola bergulir, sudut lindung dan jumlah penangkal petir. Sehingga dapat menampilkan zona proteksi penangkal petir menggunakan metode bola bergulir. Sehingga dapat diperoleh sistem proteksi petir eksternal yang sesuai dan dapat melindungi keseluruhan gedung dari sambaran petir.

Penelitian mengenai kebutuhan proteksi petir eksternal pada gedung bertingkat telah banyak dilakukan, namun masih terbatas pada perhitungan satu gedung dan dilakukan secara manual. Sehingga penelitian ini diharapkan dapat membantu untuk lebih efektif dalam menghitung kebutuhan proteksi petir eksternal karena menggunakan program. Penelitian ini bertujuan untuk memudahkan pengguna memperoleh sistem proteksi petir eksternal yang tepat untuk suatu gedung bertingkat. Program ini dibuat dengan Netbeans yang menggunakan bahasa pemrograman Java dan AutoCad 2016. Netbeans merupakan contoh IDE (*Integrated Development Environment*) yang dapat digunakan untuk membuat hingga menguji program Java.

1.2 Tujuan Penelitian

Adapun tujuan dari penelitian ini adalah sebagai berikut:

1 Mendesain program sistem proteksi petir eksternal gedung bertingkat dengan pemrograman Java.

2 Menghitung kebutuhan proteksi petir eksternal suatu gedung berdasarkan *input* dari pengguna.

3 Menampilkan zona proteksi dan penempatan titik penangkal petir suatu gedung berdasarkan kebutuhan proteksi petir eksternal dengan AutoCad 2016.

4 Mengevaluasi sistem proteksi petir eksternal yang telah dibuat dengan AutoCad 2016.

1.3 Manfaat Penelitian

Adapun manfaat yang akan didapat dari penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Memahami sistem proteksi petir eksternal pada gedung bertingkat sesuai dengan kebutuhan gedung.
2. Mendesain program sistem proteksi petir eksternal pada gedung bertingkat sesuai dengan kebutuhan gedung.
3. Mengetahui kebutuhan proteksi petir eksternal suatu gedung berdasarkan *input* dari pengguna.
4. Menampilkan zona proteksi dan penempatan titik penangkal petir suatu gedung dengan AutoCad 2016.
5. Mengevaluasi sistem proteksi petir eksternal dengan AutoCad 2016 tersebut.

1.4 Rumusan Masalah

Adapun rumusan masalah pada penelitian tugas akhir ini adalah sebagai berikut :

1. Bagaimana membuat program desain penangkal petir eksternal dengan bahasa pemrograman Java.
2. Bagaimana menghitung kebutuhan proteksi petir eksternal suatu gedung.
3. Bagaimana menampilkan zona proteksi dan penangkal petir suatu gedung berdasarkan kebutuhkan proteksi petir eksternal dengan AutoCad.

1.5 Batasan Masalah

Adapun batasan masalah dalam penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Sistem proteksi petir yang digunakan pada program ini hanya sistem proteksi petir eksternal.

2. Desain sistem proteksi eksternal tidak mencakup pentanahannya.
3. Program ini hanya dapat digunakan pada bangunan gedung bertingkat yang memiliki atap datar.
4. Perancangan sistem proteksi petir eksternal yang dibuat didasarkan pada standar internasional (NFPA 780 dan IEC 1024-1-1) dan nasional (SNI 03-7015-2004).
5. Evaluasi zona proteksi penangkal petir menggunakan metode bola bergulir.

1.6 Hipotesis

Perangkat lunak sistem proteksi petir eksternal pada penelitian ini didasarkan pada standar internasional (NFPA 780 dan IEC 1024-1-1) dan nasional (SNI 03-7015-2004) serta dapat menampilkan zona proteksi penangkal petir dengan metode bola bergulir.

1.7 Sistematika Penulisan

Adapun sistematika penulisan yang digunakan pada penelitian ini adalah sebagai berikut :

BAB I. PENDAHULUAN

Bab ini berisikan tentang latar belakang masalah, tujuan penelitian, perumusan masalah, batasan masalah, manfaat penelitian, hipotesis serta sistematika penulisan.

BAB II. TINJAUAN PUSTAKA

Bab ini berisikan tentang teori pendukung yang diambil dari berbagai sumber ilmiah yang digunakan dalam penulisan penelitian tugas akhir ini.

BAB III. METODOLOGI PENELITIAN

Bab ini berisikan tentang waktu dan tempat penelitian, alat dan bahan, metode yang digunakan dan diagram penelitian yang digunakan dalam menyelesaikan penelitian tugas akhir ini.

BAB IV. HASIL DAN PEMBAHASAN

Bab ini membahas tentang hasil dari penelitian berupa data hasil yang telah didapatkan dan menghasilkan program sistem proteksi eksternal yang tepat untuk gedung bertingkat.

BAB V. KESIMPULAN DAN SARAN

Bab terakhir ini berisi kesimpulan dan saran setelah melakukan penelitian dan berdasarkan dari hasil dan pembahasan yang telah dianalisis.

DAFTAR PUSTAKA

LAMPIRAN

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Kajian Pustaka

Penelitian mengenai kebutuhan proteksi petir eksternal pada gedung bertingkat telah banyak dilakukan, namun masih terbatas pada perhitungan satu gedung dan dilakukan secara manual. Penelitian-penelitian sebelumnya yang telah dilakukan berdasarkan jurnal dan skripsi sebagai berikut :

Penelitian mengenai evaluasi sistem proteksi petir eksternal pada gedung Widya Puraya, kampus Undip Tembalang pada jurnal "*Sistem Proteksi Penangkal Petir Pada Gedung Widya Puraya*", dimana gedung ini berada pada lokasi dengan tingkat hari guruh 128 hari guruh tiap tahun [1].

Setelah dihitung berdasarkan standar IEC 1024-1-1 diperolah bahwa gedung tersebut membutuhkan sistem proteksi dengan efisiensi 0,872 atau level proteksi 4, karena memiliki level proteksi 4 maka sudut proteksi yang didapat sebesar 45°. Sehingga penangkal petir eksternal di gedung Perpustakaan UNDIP belum dapat melindungi gedung Widya Puraya yang berjarak puncak tertingginya 50,5 meter (lebar jalan 8 meter) dari gedung perpustakaan [1].

Penelitian selanjutnya pada jurnal "*Design Technology for an External Lightning Protection System for a Telecommunications Building"* menjelaskan mengenai kebutuhan suatu gedung terhadap sistem proteksi petir dan bahaya dari sambaran

petir itu sendiri. Selain itu jurnal ini juga menjelaskan mengenai perancangan sistem proteksi petir eksternal [2].

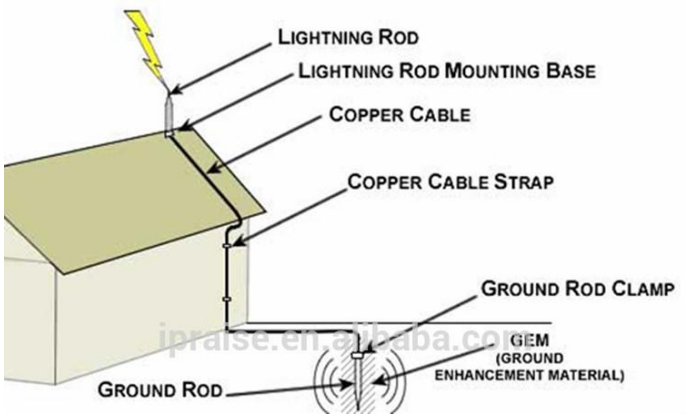
Kemudian penelitian pada jurnal "*Perancangan instalasi penangkal petir eksternal gedung bertingkat (Aplikasi Balai Kota Pariaman)* berhasil merancang sistem proteksi petir eksternal gedung bertingkat. Untuk menghitung perencanaan penangkal petir eksternal hal pertama yang harus dilakukan adalah menentukan tingkat proteksi berdasarkan Persamaan 2.3 dengan menggunakan standar PUIP. Selanjutnya menentukan penangkal petir. Proses pemilihan penangkal petir berdasarkan sistem franklin dengan menetapkan terlebih dahulu tinggi finial sebesar 30 cm. Sehingga diperoleh luas daerah proteksi sebesar 32,15 m^2 [3].

Kemudian penelitian pada jurnal "*External Lightning Protection System for Main Office Building in the Area with High Lightning Density"* berhasil mendesain sistem proteksi petir eksternal pada gedung yang berada pada daerah Subang, Jawa Barat. Perancangan sistem proteksi ini didasarkan pada standar IEC 1024-1-1 kemudian setelah itu akan digambarkan area proteksinya dengan menggunakan metode bola bergulir [4].

Kemudian penelitian pada jurnal "*Analisa Pemasangan Penangkal Petir Pada Gedung OPI Mall Jakabaring Palembang*". Penelitian ini berhasil membuat taksiran resiko dengan menggunakan standard PUIP, berdasarkan PUIPP diperoleh bahwa gedung OPI Mall sangat membutuhkan sistem proteksi petir. Selain mengitung taksiran resiko sambaran petir, pada penelitian ini juga menghitung jumlah penangkal petir yang dibutuhkan dan penempatan penangkal petir dengan menggunakan 4 metode yaitu sudut proteksi, bola bergulir, zona proteksi razevig, dan metode ESE (*Early Streamer Emission*) [5].

2.2. Sistem Proteksi Petir Eksternal

Sistem proteksi eksternal adalah sistem proteksi yang terletak di luar kontruksi gedung yang berfungsi sebagai titik sambar petir yang menerima arus petir secara langsung dan mengalirkannya ke sistem *grounding* melalui kawat penghantar (*down conductor*) [6].



Gambar 2.1 Sistem Proteksi Eksternal Pada Gedung [6]

Sistem proteksi petir eksternal terbagi menjadi beberapa jenis menurut terminal udaranya, yaitu proteksi petir aktif dan pasif.

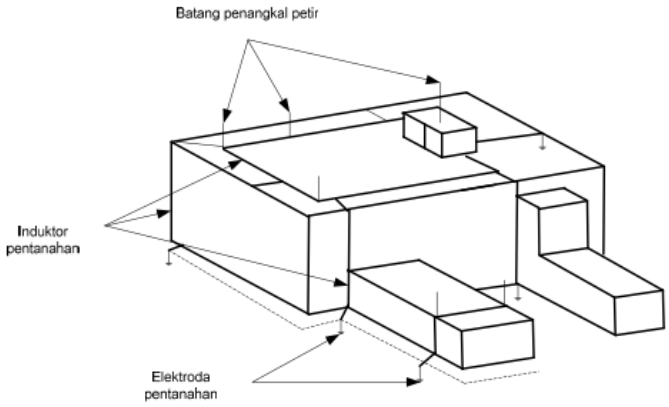
1. Proteksi Petir Pasif

   Jenis proteksi petir pasif memiliki terminal udara yang menunggu datangnya sambaran petir kemudian diteruskan ke sistem pentanahan. Sistem proteksi petir pasif diklasifikasikan menjadi 2, yaitu konvensional dan non konvensional. Sistem proteksi konvensional merupakan teknik proteksi petir pertama kali dan sederhana, yaitu menggunakan semacam tameng atau perisai konduktor sebagai objek sambaran petir. Sistem konvensinoal terdapat beberapa metode pemasangan finialnya yaitu metode *Franklin rod* dan *Faraday cage.*

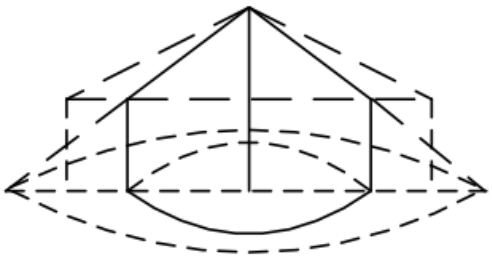
Penelitian mengenai sudut perlindungan sistem proteksi petir dimulai tahun 1777, menurut SNI proteksi petir sudut perlindungan sistem konvensional maksimal 112^0. Sudut perlindungan mempengaruhi level proteksi finial sehingga semakin jauh jarak sambaran petir dari finial maka kemampuan untuk melindungi objek yang disambar akan semakin melemah.

a) *Franklin Rod*

Franklin rod merupakan sistem proteksi tertua dan masih optimal untuk proteksi petir, ujung finial sistem dibuat runcing sehingga induksi muatan pada ujing finial relatif lebih besar dari bagian bangunan lainnya. Kondisi ujung finial yang runcing mengakibatkan probabilitas petir akan menyambar lebih baik. Pada sistem *franklin rod* digunakan batang finial vertikal, daerah perlindungannya finial seperti sistem kerucut yang wilayahnya membentuk sudut perlindungan (*protection angle*). Sudut perlindungan finial berupa kerucut dengan daerah perlindungan kerucut imajiner sudut puncak 112° seperti pada Gambar 2.4. Finial sistem *Franklin rod* dipasang pada pipa besi sehingga semakin tinggi tiang maka semakin luas daerah perlindungannya, sedangkan jarak semakin jauh dari tiang maka semakin lemah perlindungannya. Sistem *Franklin rod* sangat baik pada bangunan yang memiliki permukaan atap tidak terlalu luas terutama pada bangunan beratap runcing.



Gambar 2.2 Contoh Pemasangan Sistem *Franklin Rod*

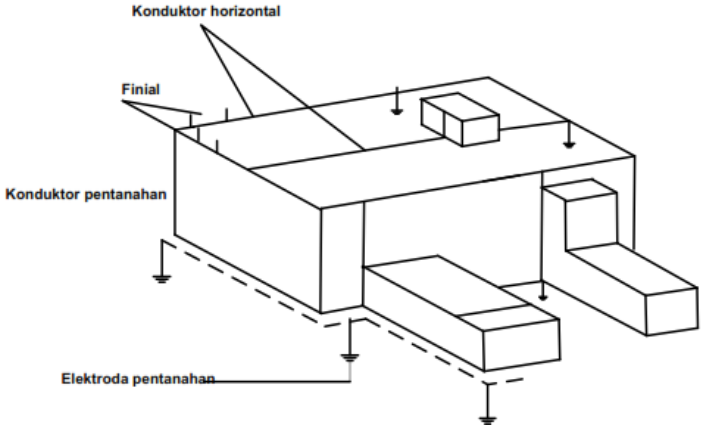


(b)

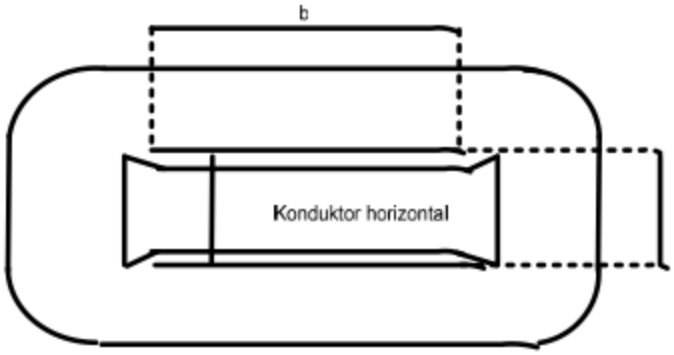
Gambar 2.3 Area Proteksi Sistem *Franklin Rod*

b) Faraday cage

Sistem pengamanan *Farady cage* merupakan sistem pengembangan sistem *franklin rod*, jika pada *franklin rod* digunakan finial yang tinggi maka pada *faraday cage* digunakan finial yang lebih rendah. Finial *Farady cage* terhubung secara horizontal menggunakan konduktor seperti pada Gambar 2.4 dan Gambar 2.5. Konduktor terpasang horizontal dan terhubung secara listrik dengan yang lainnya pada bagian tertinggi atas atap sehingga terbentuk seperti sangkar pelindung. Pada ujung ujung sisi atap ditambahkan finial yang pendek, finial yang terhubung dengan finial lain menggunakan konduktor digunakan sebagai objek sambaran petir sehingga atap bangunan terlindungi.



Gambar 2.4 Contoh Pemasangan Sistem *Faraday Cage*



(b)

Gambar 2.5 Area Proteksi Sistem *Faraday Cage*

c) ESE (*Early Streamer Emision*)

Sistem proteksi ESE merupakan proteksi petir elektrostatis yang pembuatan finialnya menggunakan sistem *franklin rod* dengan menambahkan bahan radio aktif untuk meningkatkan sambaran petir pada ujung finialnya. Metode ESE, pada finialnya terdapat bahan radioaktif *radium* atau *thorium* seabgai penghasil ion untuk dihubungkan kepentanahan. Prinsip kerja ESE adalah finialnya memancarkan muatan listrik statis yang dapat menarik ion-ion positif untuk menangkap muatan negatif surja sehingga diteruskan ke sistem pentanahan.

Gambar 2.6 Sistem Non Konvensional

2. Proteksi Petir Aktif

   Sistem ini dinamakan aktif karna finial bekerja secara aktif dengan cara melepaskan ion–ion ke udara sehingga menarik petir agar selalu menyambar finialnya.

a. Ionization Corona

   Sistem Ionization Corona menggunakan ion–ion yang dipancarkan oleh finial untuk menarik petir sehingga menyambar ujung finial. Kerapatan ion yang dipancarkan akan semakin besar saat lebih dekat dengan ujung finial. Finial akan memancarkan ion dengan sumber menggunakan generator atau baterai cadangan. Luas area perlindungan finial berupa bola dengan radius perlindungan mencapai 120 m, radius perlindungan akan semakin berkurang dengan bertambahnya umur finial. Sistem ini dikenali dengan kepalanya yang dikelilingi 3 bilah pembangkit beda tegangan dan dipasang pada tiang yang tinggi.

b. Radioaktif

Sistem radioaktif merupakan sistem yang menarik petir dengan cara memancarkan radiasi. Sistem ini cocok pada bangunan yang tinggi dan besar, karna radius perlindungannya sangat besar. Penggunaan sistem ini telah dilarang karna radioaktif yang terpasang pada atas gedung dapat mengganggu kesehatan, sampai sekarang dilarang oleh BATAN (Badan Tenaga Atom Nasional).

2.2.1 Bagian-bagian Sistem Proteksi Petir Eksternal

Sistem proteksi eksternal terdiri dari :

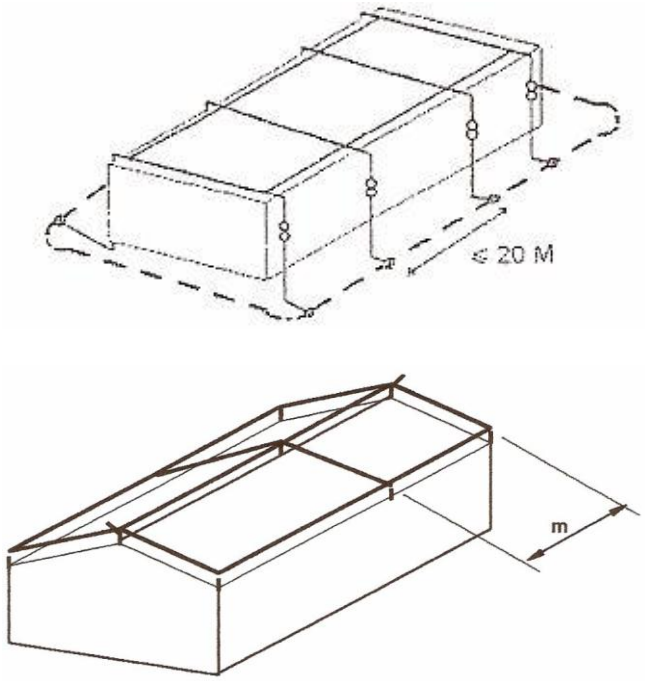
1. Finial Penangkal Petir

Finial sebagai titik sambar petir ke bumi yang diletakkan ditempat yang mudah tersambar petir. Letaknya di tempat yang terbuka dan ditempatkan pada tempat yang tinggi dan tidak dihalangi oleh benda lain.

Ada tiga metode yang digunakan untuk menentukan penempatan finial dan untuk mengetahui daerah proteksi. Adapun metode tersebut adalah :

1. Metode Jala (Mesh)

   Metode jala juga dikenal dengan metode sangkar faraday. Metode ini digunakan untuk kebutuhan perlindungan pada permukaan yang datar karena bisa melindungi seluruh permukaan bangunan. Daerah yang diproteksi adalah keseluruhan daerah yang ada di dalam jala-jala. Ukuran jala sesuai tingkat proteksi yang dipilih dapat dilihat pada Tabel 2.1.



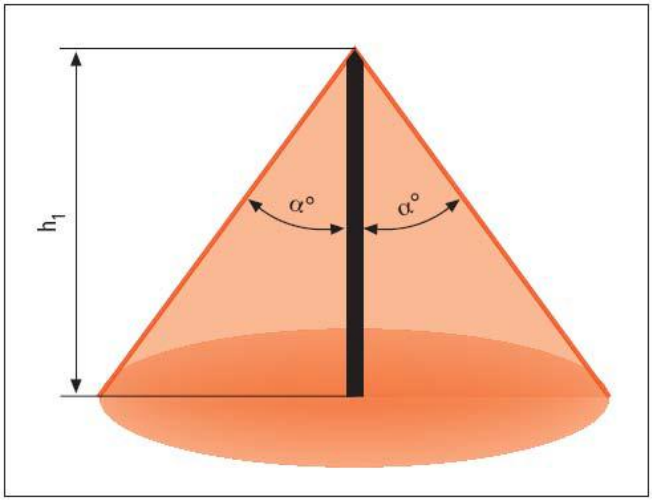
Gambar 2.7 Metode Jala

Tabel 2.1 Jarak rata-rata konduktor penyalur menurut level proteksi.

Level Proteksi	**Jarak rata-rata konduktor penyalur (m)**
I	10
II	15
III	20
IV	25

2. Metode Sudut Proteksi

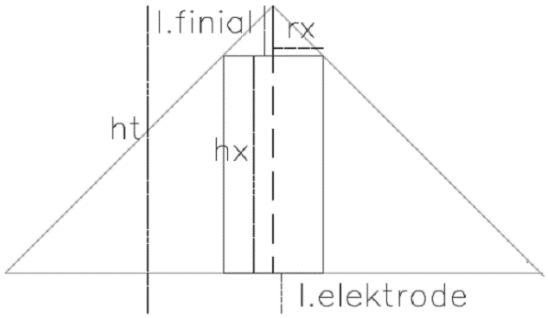
   Metode sudut proteksi tidak dapat digunakan pada bangunan gedung yang lebih tinggi dari radius bola bergulir. Daerah yang diproteksi adalah daerah yang berada di dalam kerucut dengan sudut proteksi sesuai dengan Gambar 2.8.



Gambar 2.8 Daerah Perlindungan Berbentuk Kerucut

Sudut perlindungan dengan cara yaitu mula-mula menggelindingkan suatu bola ke sebuah penghilang udara vertikal (*vertical air termination*), misalnya sebuah tiang udara (AB). Kemudian sebuah garis ditarik dari titik dimana bola menyentuh tiang (titik A) menuju ke bidang acuan D, pada titik C. Garis ini harus memotong bola tersebut sedemikian sehingga daerah yang lebih (*overestimated*) dan kurang (*underestimated*) terlindungi bila dibandingkan dengan metode *Rolling Sphere* (diarsir) sama besar. Sudut yang tercipta antara tiang AB dan garis AC dinamakan sudut perlindungan (*Protective Angle*). Prosedur diatas diaplikasikan terhadap semua kelas, menggunakan jari-jari *Rolling Sphere*-nya masing-masing.

3. Metode Zona Proteksi Razevig



Gambar 2.9 Zona Proteksi Sistem Razevig

Pada Gambar 2.9 dapat terlihat zona proteksi Razevig dapat dinyatakan dengan Persamaan 2.1. Kemudian luas area proteksi metode razeviq dapat dihitung dengan Persamaan 2.2.

$r_x = \frac{1.6}{1+\frac{hx}{h}}\ (h - hx)$ …….…….…….(2.1)

A =πrx^2 …….…….....…….(2.2)

Dimana :

rx = radius proteksi

hx = tinggi bangunan

h = tinggi total penyalur petir (l finial + l penyalur + l elektroda)

l finial = tinggi terminal udara

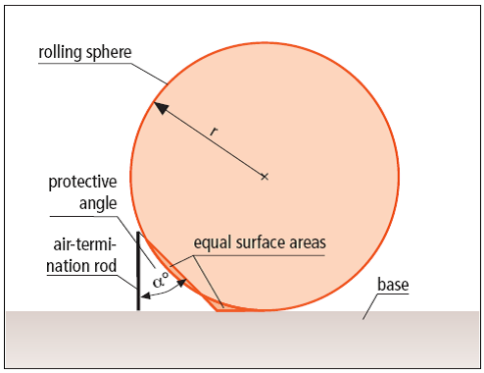
l penyalur = panjang konduktor

l elektroda = kedalaman elektroda pembumian

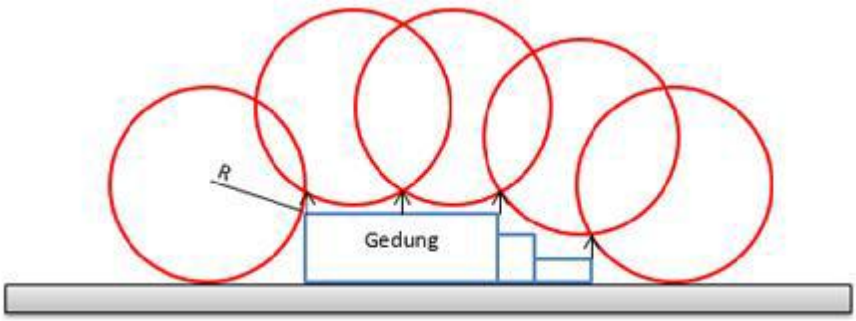
Dari Persamaan 2.1 berdasarkan metode proteksi razeviq, nilai radius proteksi dapat berubah sesuai dengan tinggi bangunan dan panjang keseluruhan sistem proteksi petir.

4. Metode Bola Bergulir

Metode bola bergulir baik digunakan pada bangunan yang bentuknya rumit. Metode ini seperti ada suatu bola dengan radius R yang bergulir kesegala arah hingga bertemu tanah atau struktur yang berhubungan dengan permukaan bumi yang mampu bekerja sebagai penghantar. Titik sentuh bola bergulir pada struktur adalah titik yang dapat disambar petir dan pada titik tersebut harus diproteksi oleh konduktor finial.



Gambar 2.10 Metode Bola Bergulir



Gambar 2.11 Penerapan Metode Bola Bergulir

2.3 Taksiran Resiko (*Risk Assessment*)

Taksiran resiko merupakan suatu metode yang digunakan untuk memperhitungkan kebutuhan untuk memproteksi bangunan terhadap bahaya dan akibat sambaran petir. Perhitungan tersebut menjadi dasar untuk mempersiapkan sistem proteksi suatu bangunan. Perhitungan kebutuhan bangunan terhadap sistem proteksi dapat

menggunakan Standar Peraturan Umum Instalasi Penyalur Petir (PUIPP), NFPA 780, dan IEC 1024-1-1 [7,8,9].

2.3.1 Standar Peraturan Umum Instalasi Penyalur Petir (PUIPP)

Berdasarkan PUIPP besarnya kebutuhan bangunan terhadap sistem proteksi ditentukan dari penjumlahan indeks-indeks tertentu yang mewakili kondisi bangunan di suatu lokasi dan dituliskan sebagai berikut :

$R = A + B + C + D + E$……..(2.3)

Dimana :

R = Perkiraan Bahaya Petir

A = Penggunaan dan isi bangunan

B = Konstruksi Bangunan

C = Tinggi Bangunan

D = Situasi Bangunan

E = Pengaruh kilat

Tabel 2.2 Bahaya berdasarkan penggunaan dan isi gedung [7].

Penggunaan dan isi	**Indeks A**
Bangunan biasa dan tidak perlu diamankan beserta isinya	-15
Bangunan dan isinya jarang digunakan (gubuk ditengah sawah, menara dari metal)	0
Bangunan tempat kegiatan sehari hari (Rumah, Stasiun)	1
Bangunan isinya cukup penting (Menara air, gedung pemerintah)	2
Bangunan yang berisi banyak orang (tempat ibadah dan gedung rekrasi)	3
Instalasi yang berbahaya dan dibituhkan (rumah sakit, Gardu induk, Instalasi gas dan minyak)	5
Bangunan yang mudah meledak (Instalsi nuklir)	15

Tabel 2.3 Bahaya berdasarkan konstruksi bangunan [7].

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

Tabel 2.4 Bahaya berdasarkan tinggi bangunan [7].

Tinggi bangunan (m)	Indeks C
6	0
12	2
17	3
25	4
35	5
50	6
70	7
100	8
140	9
200	10

Tabel 2.5 Bahaya berdasarkan situasi bangunan [7].

Situasi bangunan	Indeks D
Di tanah datar pada semua ketinggian	0
Dikaki bukit sampai % tinggi bukit sampai 1000 m	1
Dipuncak pegunungan atau lebih 1000 m	2

Tabel 2.6 Bahaya berdasarkan kilat / hari guruh [7].

Hari guruh pertahun	Indeks E
2	0
4	1
6	2
8	3
16	4
31	5

64	6
124	7
256	8

Setelah dihitung nilai perkiraan bahaya petir dapat disimpulkan bahaya yang ditanggung dan seberapa besar kebutuhan suatu gedung terhadap sistem proteksi petir. Nilai kebutuhan proteksi petir standar PUIPP sesuai dengan Tabel 2.7 [7].

Tabel 2.7 Perkiraan bahaya sambaran petir menurut PUIPP [7].

R	**Perkiraan Bahaya**	**Pengamanan**
Dibawah 11	Di abaikan	Tidak Perlu
Sama dengan 11	Kecil	Tidak Perlu
12	Sedang	Dianjurkan
13	Agak Besar	Dianjurkan
14	Besar	Sangat dianjurkan
Lebih dari 14	Sangat Besar	Sangat perlu

2.3.2 Standar NFPA 780

Berdasarkan NFPA 780 besarnya kebutuhan bangunan terhadap sistem proteksi ditentukan dari penjumlahan indeks-indeks tertentu yang mewakili kondisi bangunan di suatu lokasi kemudian dibagi dengan indeks yang mewakili isokeraunik level [8]. Hal ini dapat dituliskan sebagai berikut :

$$R = \frac{A+B+C+D+E}{F} \quad \text{.....(2.4)}$$

Dimana :

R = Perkiraan bahaya petir

A = Jenis struktur

B = Jenis konstruksi

C = Lokasi Bangunan

D = Topografi

E = Penggunaan dan isi bangunan

F = Isokeraunik level

Tabel 2.8 Jenis struktur [8].

Jenis Struktur	**Indeks A**
Rumah kediaman kurang dari 465 m^2	1
Rumah kediaman lebih dari 465 m^2	2
Perumahan, kantor, atau pabrik tinggi kurang 15 m^2 Melingkupi area kurang dari 2323 m Melingkupi area lebih dari 2323 m	 3 5
Perumahan, kantor, pabrik tinggi 15 -23 m	4
Perumahan, kantor, pabrik tinggi 23 -46 m	5
Perumahan, kantor, pabrik tinggi lebih dari 46 m	8
Kantor pelayanan pemerintah (pemadam kebakaran, kantor polisi) dan hangar pesawat	7
Pembangkit listrik, central telpon, menara air, cooling water, perpustakaan, dan bangunan bersejarah	8
Bangunan pertanian, tempat bernaung rekreasi, bangunan berisi banyak orang (sekolah dan tempat ibadah)	9
Struktur ramping dan tinggi (menara), Rumah sakit , dan penyimpanan bahan kimia berbahaya	10

Tabel 2.9 Jenis Konstruksi [8].

Kerangka Struktur	**Jenis Atap**	**Indeks B**
Bukan logam	Kayu	5
	Campuran Asphalt, ter/genteng	3
	Logam yang tidak terhubung	4
	Logam terhubung secara elektrik	1
Kayu	Kayu	5
	Campuran Asphalt, ter/genteng	3
	Logam yang tidak terhubung	4
	Logam terhubung secara elektrik	2
Beton Bertulang	Kayu	5
	Campuran Asphalt, ter/genteng	3
	Logam yang tidak terhubung	4
	Logam terhubung secara elektrik	2
Kerangka Baja	Kayu	4
	Campuran Asphalt, ter/genteng	3
	Logam yang tidak terhubung	3
	Logam terhubung secara elektrik	1

Tabel 2.10 Lokasi bangunan [8].

Lokasi Bangunan		**Indeks C**
Bangunan dalam area bangunan yang lebih tinggi :	Bangunan kecil (area kurang dari 929 m^2)	1
	Bangunan besar (area lebih dari 929 m^2)	2
Bangunan dalam area yang lebih rendah :	Bangunan kecil (area kurang dari 929 m^2)	4
	Bangunan besar (area lebih dari 929 m^2)	5
Struktur diperpanjang sampai 15,2 m diatas permukaan tanah		7
Struktur diperpanjang lebih diatas 15,2 m diatas permukaan tanah		10

Tabel 2.11 Topografi [8].

Topografi	**Indeks D**
Pada tanah datar	1
Pada sisi bukit	2
Diatas puncak bukit	4
Diatas puncak	5

Tabel 2.12 Penggunaan dan isi bangunan [8].

Penggunaan dan isi bangunan	**Indeks E**
Bahan tidak mudah terbakar	1
Perabotan rumah tangga	2
Perlengkapan dan perabotan biasa	2
Tempat peliharaan	3
Bangunan berisi sedikit orang (kurang dari 50)	4
Bahan yang mudah terbakar	5
Bangunan berisi banyak orang (lebih dari 50)	6
Peralatan atau barang berharga	7
Pelayan umum (damkar dan kantor polisi)	8
Gas atau cairan mudah meledak	8
Peralatan operasi sensitif	9
Benda Bersejarah	10
Peledak dan bahan pembuatnya	10

Tabel 2.13 Isokeuranik level [8].

Isokeuranik level	Indeks F
0 – 5	9
6 – 10	8
11 – 20	7
21 – 30	6
31 – 40	5
41 – 50	4
51 – 60	3
61 – 70	2
Lebih dari 70	1

Tabel 2.14 Perkiraan bahaya petir menurut NFPA 780 [8].

R	Pengamanan
0 – 2	Tidak perlu
2 – 3	Dianjurkan
3 – 4	Dianjurkan
4 – 7	Sangat dianjurkan
Lebih dari 7	Sangat perlu

2.3.3 Standar IEC 124-1-1

Pada IEC terdapat standar yang membahas tentang pemilihan tingkat proteksi yang memadai untuk suatu sistem proteksi yaitu standar 1024-1-1. Standar IEC 1024-1-1 memproritaskan sistem proteksi sesuai dari frekuensi sambaran petir secara langsung setiap tahunnya. Nilai tersebut dapat dihitung dengan Persamaan , dengan daerah proteksi adalah sekitar 3h (h = tinggi bangunan) [9].

Frekuensi sambaran petir adalah banyaknya potensi petir yang terjadi pada suatu luas area. Jumlah rata rata frekuensi sambaran petir langsung pertahun (Nd) dapat dihitung dengan Persamaan 2.5.

$N_d = N_g \,.\, A_e \,.\, 10^{-6}$……...(2.5)

Kerapatan sambaran petir ke tanah dipengaruhi oleh hari guruh rata rata pertahun di suatu wilayah yang dapat dihitung menggunakan Persamaan 2.6.

$N_g = 4 \,.\, 10^{-2} \,.\, T^{1.25}$……..…(2..6)

Nilai Ae dapat dihitung dengan Persamaan 2.7.

$$A_e = ab + 2\,(3h \,.\, a) + 2\,(3h \,.\, b) + 4\pi \frac{1}{4}(3h)^2$$

$A_e = ab + 6h\,(a + b) + 9\pi h^2$ ……...……(2.7)

Sehingga nilai Nd dapat dihitung dengan mensubstitusikan Persamaan 2.6 dan Persamaan 2.7 ke Persamaan 2.5.

$N_d = 4 \,.\, 10^{-2} \,.\, T^{1.26} .\, (ab + 6h\,(a + b) + 9\pi h^2) \,.\, 10^{-6}$.....……..……..(2.8)

Dimana :

a = panjang atap gedung (m)

b = lebar atap gedung (m)

h = tinggi atap gedung (m)

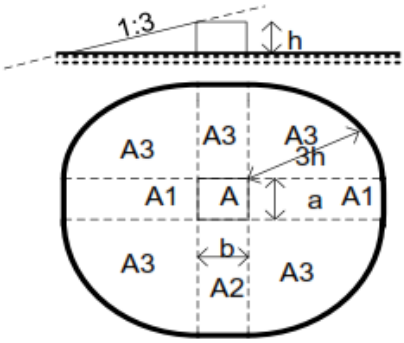
T_d = Hari guruh pertahun

N_g = Kerapatan sambaran petir ketanah (sambaran / km^2 / tahun)

A_e = luas daerah yang memiliki angka sambarann petir sebesar Nd (km^2)

d = jarak antar bangunan (m)

N_d = frekuensi sambaran petir langsung pertahun



Gambar 2.12 Luas Sambaran Bangunan [9]

Jika terdapat gedung lain disekitar gedung yang akan diproteksi , apabila jarak antar bangunan lebih kecil dari 3 ($h+h_s$), maka nilai Ae harus dikurangi dengan Persamaaan 2.9.

$$Xs = \frac{d+3\,(hs-h)}{2} \quad \text{.....(2.9)}$$

Keputusan untuk memasang sistem proteksi berdasarakan perhitungan Nc sebesar 0,1 dan Nd adalah sebagai berikut :

a) Jika Nd $\leq$ Nc tidak perlu sistem proteksi

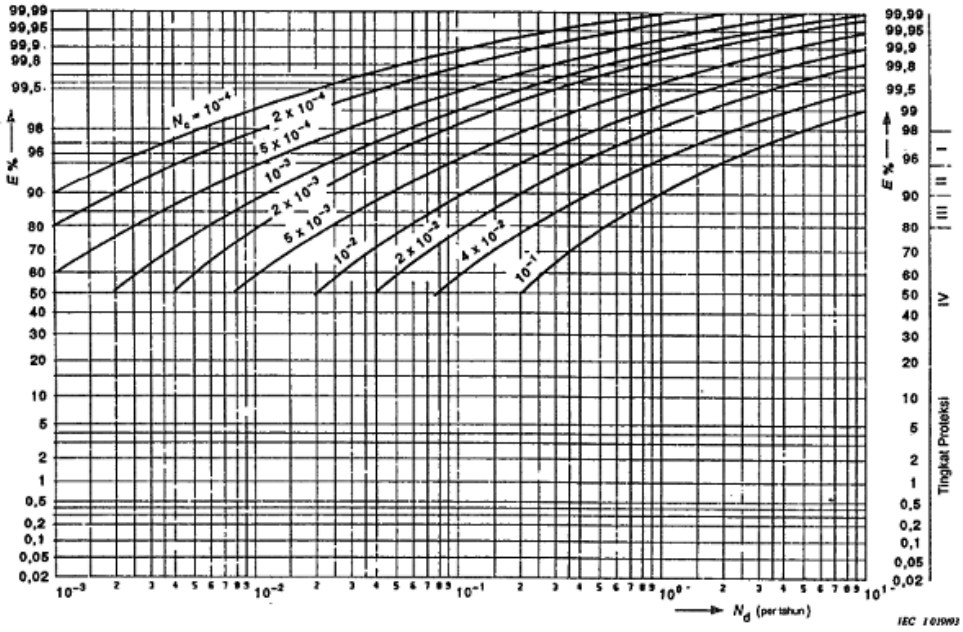
b) Jika Nd > Nc diperlukan sistem proteksi dengan Efisiensi

$$E \geq 1 - \frac{N_c}{N_d} \quad \text{.....(2.10)}$$

Dengan menghitung nilai efisiensi sesuai Persamaan 2.10 maka dapat diketahui tingkat proteksi bangunan sesuai dengan Tabel 2.15.

Tabel 2.15 Tingkat proteksi menurut efisiensi [9].

Tingkat Proteksi	**Efisiensi (E)**
I	0.98
II	0.95
III	0.9
IV	0.8



Gambar 2.13 Nilai Kritis Efisiensi Proteksi Petir [9]

Tabel 2.16 Penempatan terminasi udara berdasarkan tingkat proteksi [9].

Tingkat proteksi	h (m) / R (m)	20 α^o	30 α^o	45 α^o	60 α^o	mesh (m)
I	20	25	-	-	-	5
II	30	35	25	-	-	10
III	45	45	35	25	-	10
IV	60	55	45	35	25	20

*hanya digunakan pada metode *rolling sphere* dan mesh

Keterangan

h = tinggi terminal udara dari tanah

R = radius bola bergilir

α = sudut lindung

2.4 Konsep Dasar Basis Data

Data adalah fakta aktual atau informasi yang belum diolah sedangkan informasi adalah data yang sudah diolah dan dapat diterima oleh penerima. Tahapan pengolahan data menjadi informasi sebagai berikut :

a. Pengumpulan data

Pengumpulan data dilakukan dengan proses pengumpulan data asli dengan metode tertentu.

b. Input

Input merupakan proses pemasukan data ke dalam komputer melalui alat input seperti *keyboard*.

c. Pengolahan data

Pengolahan data adalah tahap dimana data diolah sesuai dengan prosedur yang telah dimasukkan. Prosedur pengolahan data adalah urutan langkah untuk mengolah data yang ditulis dalam suatu bahasa pemrograman yang disebut program.

d. Output

Output adalah hasil pengolahan data yang ditampilkan pada alat output seperti monitor [10].

2.5 Sistem Informasi

Sistem informasi adalah suatu kesatuan dari berbagai komponen data yang sudah diolah dan saling terhubung sehingga memudahkan penerima memperoleh informasi. Sistem ini menyimpan, mengambil, mengubah, mengolah dan mengkomunikasikan informasi yang diterima dengan menggunakan sistem informasi atau peralatan sistem lainnya.

Bagian-bagian sistem informasi sebagai berikut :

a. Orang (*user*)

b. Prosedur

Ada 3 jenis prosedur yang dibutuhkan yaitu instruksi untuk pengguna, instruksi untuk penyiapan masukan dan instruksi untuk pengoperasian.

c. Perangkat keras

Perangkat keras terdiri dari komputer sebagai pusat pengolah dan unit masukan atau keluaran, peralatan penyiapan data, dan terminal masukan/keluaran.

d. Perangkat lunak

Perangkat lunak berupa sistem pengoperasian dan sistem manajemen data yang memungkinkan pengoperasian sistem komputer.

e. Basis data

Basis data adalah file yang berisi program dan data yang dibuktikan dengan adaya media penyimpanan baik secara fisik maupun non fisik.

f. Komunikasi data

Komunikasi data adalah proses pemindahan dan penerimaan data dan informasi diantara komputer-komputer dan perangkat-perangkat yang lain dalam bentuk digital yang dikirimkan melalui media komunikasi data [10].

2.6 Netbeans

NetBeans adalah sebuah IDE (*Integrate Development Envirotment*) *open source* yang sering disosialisasikan dengan Java. NetBeans merupakan salah satu proyek opensource yang disponsori oleh Sun Microsystem. Proyek ini berdiri pada tahun 2000 dan telah menghasilkan 2 produk, yaitu IDE dan NetBeans Platform.

Program Java ditulis dengan menggunakan editor teks. Pada pengguna Windows umumnya menggunakan notepad. Namun mengingat dalam pemrograman seringkali terjadi kesalahana maka sebaiknya menggunakan editor teks yang

dilengkapi dengan nomor baris. Sebenarnya terdapat perangkat pengembang Java yang terintegrasi atau biasa disebut IDE (*Integrated Development Environment)* [11].

BAB III

METODOLOGI PENELITIAN

3.1 Waktu dan Tempat Penelitian

Penelitian ini dilaksanakan pada bulan November 2017–Desember 2018 di Laboratorium Terpadu Teknik Elektro, Jurusan Teknik Elektro, Universitas Lampung.

3.2 Alat dan Bahan

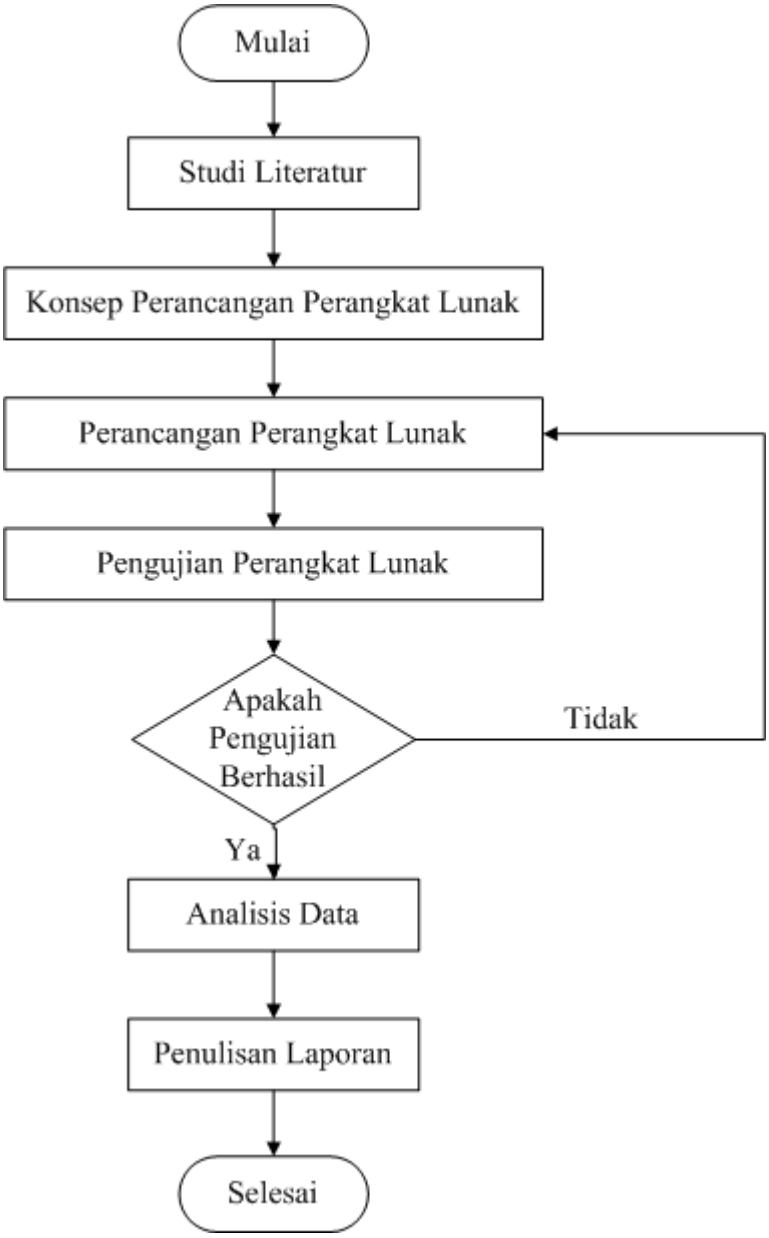
Alat dan bahan yang digunakan dalam penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Satu unit laptop dengan spesifikasi Intel Core I3, processor 1.7 Ghz, RAM 6 GB, dan sistem operasi Windows 7 Pro 64 bit sebagai media perancangan program dan antarmuka.
2. Perangkat lunak Neatbeans 8.0.2 sebagai program yang menjalankan dan menguji bahasa pemrograman Java.
3. Bahasa Pemrograman Java.
4. Xampp *Control Panel.*
5. AutoCad 2016

3.3 Tahapan Penelitian

Adapun langkah kerja yang dilakukan untuk menyelesaikan penelitian tugas akhir ini digambarkan dalam diagram alir pada Gambar 3.1. Hal ini dilakukan untuk

memudahkan dalam proses penelitian sehingga dapat dikerjakan secara sistematis dan terperinci.



Gambar 3.1. Diagram Alir Penelitian

3.3.1 Studi Literatur

Pada tahapan ini dilakukan pengumpulan dan pencarian literatur dari berbagai sumber baik skripsi, buku, jurnal dan makalah ilmiah serta, dilakukan kajian yang

berkaitan tentang perancangan sistem penangkal petir eksternal pada gedung bertingkat dan hal-hal yang berkaitan dengan program secara umum. Kajian yang dikhususkan merupakan desain penangkal petir eksternal berbasis Java dengan Neatbeans.

3.3.2 Konsep Perancangan Perangkat Lunak

Pada tahapan ini dilakukan perencanaan atau konsep mengenai perancangan perangkat lunak yang akan dibuat dengan melakukan beberapa hal sebagai berikut:

1. Penentuan sistem proteksi yang akan digunakan dalam simulasi .
2. Referensi untuk pembuatan program Java pada Netbeans.

3.3.3 Perancangan Perangkat Lunak

Pada tahapan ini dilakukan perancangan perangkat lunak yang akan digunakuan. Tahapan-tahapan yang dilakukan untuk membuat perangkat lunak sistem proteksi eksternal ditunjukan dengan diagram alir perancangan sistem pada Gambar 3.2. Selain itu juga menggunakan algoritma pemrograman untuk merancang perangkat lunak tersebut. Hal ini dilakukan untuk memudahkan dalam perancangan perangkat lunak sehingga dapat diselesaikan secara sistematis.

Berikut ini adalah algoritma pemrograman untuk merancang perangkat lunak ini :

Step 1 : *Start*

Step 2 : *Declare variables A, B, C, D, E, and F*

Step 3 : *Calculate for Risk Assessment*

$$R \leftarrow (A + B + C + D + E)/F$$

Display R as Risk Assessment

Step 4 : *Declare variables a, b, h, T, and* N_c = 0,1

Step 5 : *Calculate for* N_d

$$N_d \leftarrow 4(10)^{-2}T^{1,26}(ab + 6h(a + b) + 9\pi h^2)10^{-6}$$

Step 6 : *If* (N_d > Nc)

$$E \geq 1 - \frac{Nc}{Nd}$$

Step 7 : *If* (E = 0.98)

Draw r = 20 m

Else if (E = 0.95)

Draw r = 30 m

Else if (E = 0.9)

Draw r = 45 m

Else if (E = 0.8)

Draw r = 60 m

Step 8 : *Declare variables r, h, s, a, b and Ap*

Step 9 : Calculate for α

$$\alpha \leftarrow \sin^{-1}(1 - \frac{h}{r})$$

Display α as sudut lindung

Step 11 : *Calculate for Ap and n*

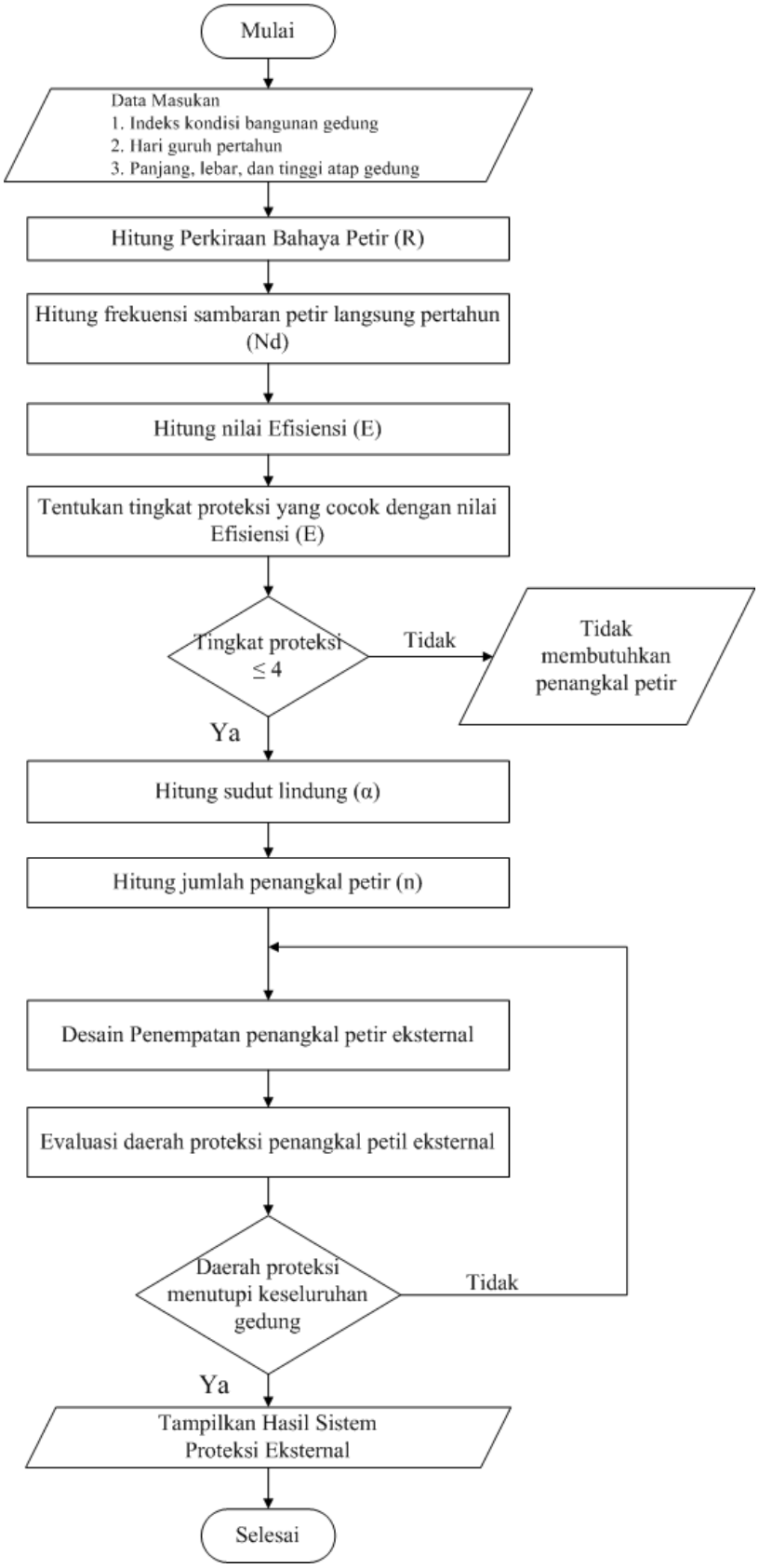
$$A_p \leftarrow \pi . r^2$$

$$n = \left(\frac{a . b}{A_p}\right)$$

Display n as Jumlah Penangkal Petir

Step 12 : *Display external lightning protection*

Step 13 : *Stop*



Gambar 3.2. Diagram Alir Perancangan Perangkat Lunak

3.3.4 Pengujian Perangkat Lunak

Pengujian perangkat lunak dilakukan berdasarkan perancangan yang telah dibuat. Pengujian bertujuan untuk menguji rancangan perangkat lunak yang telah dibuat, apakah telah sesuai dengan yang diharapkan atau belum, sehingga dapat mengetahui kemampuan dari kerja perangkat lunak yang dibuat. Pengujian dilakukan dengan membandingkan data yang sudah ada.

3.3.5 Analisis Data dan Kesimpulan

Setelah pembuatan perangkat lunak selesai, langkah selanjutnya merupakan pengambilan data dan melakukan analisis data yang didapatkan dari perangkat lunak. Proses analisa yang dilakukan agar mengetahui kemampuan perangkat lunak untuk merancang dan mengevaluasi sistem proteksi petir eksternal sehingga didapatkan kesimpulan.

3.3.6 Penulisan Laporan

Dalam tahap ini dilakukan penulisan laporan dari data yang diperoleh dan telah didapatkan analisa data serta kesimpulan. Berdasarkan data yang telah dianalisa dan disimpulkan maka didapatkan saran yang berguna untuk penelitian selanjutnya.

3.4 Spesifikasi Perancangan Perangkat Lunak

Spesifikasi perancangan perangkat lunak berdasarkan diagram alir Gambar 3.2. Dalam hal ini diperjelas dengan bagian-bagian yang menjadi penyusun penting dari perangkat lunak yang akan dibuat yang terdiri dari, spesifikasi teknis perancangan, perancangan model perangkat lunak, dan perancangan kerja perangkat lunak.

3.4.1 Spesifikasi Teknis Perancangan

Perancangan sistem proteksi eksternal gedung bertingkat yang akan dibuat berdasarkan spesifikasi alat sebagai berikut :

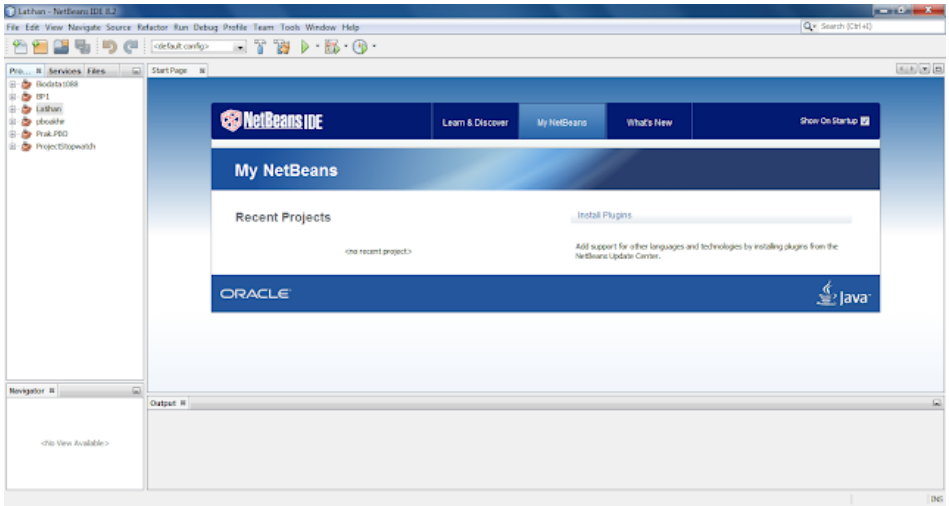
1. Bahasa Pemrograman Java

   Program adalah kumpulan instruksi-instruksi yang diberikan kepada komputer untuk melaksanakan suatu tugas atau pekerjaan. Program ditulis dalam suatu bahasa yang disebut bahasa pemrograman. Salah satu bahasa pemrograman yang paling banyak digunakan adalah Bahasa C, C++ dan Java. Bahasa yang digunakan pada penelitian ini adalah bahasa Java. Java dikembangkan oleh Sun Microsystems pada Agustus 1991. Java disebut juga merupakan hasil perpaduan sifat dari sejumlah bahasa pemrograman, yaitu C dan C++. Pemrograman Java bersifat tidak bergantung pada platform, yang artinya, java dapt dijalankan pada sembarang komputer dan bahkan pada sembarang sistem operasi. Sebagaimana halnya C++, salah satu bahasa yang mengilhami Java, Java juga merupakan bahasa pemrograman berorientasi objek. Sebagai bahasa pemrograman berorientasi objek, Java menggunakan kelas untuk membentuk suatu objek. Karakteristik Java antara lain adalah berorientasi objek (*object-oriented*), terdistribusi (*distributed*), sederhana (*simple*), aman (*secure*), *interpreted*, *robust*, *multithreaded*, dan dinamis..

2. Netbeans

   Program Java ditulis dengan menggunakan editor teks. Pada pengguna Windows umumnya menggunakan notepad. Namun mengingat dalam pemrograman seringkali terjadi kesalahana maka sebaiknya menggunakan editor teks yang dilengkapi dengan nomor baris. Sebenarnya terdapat perangkat pengembang

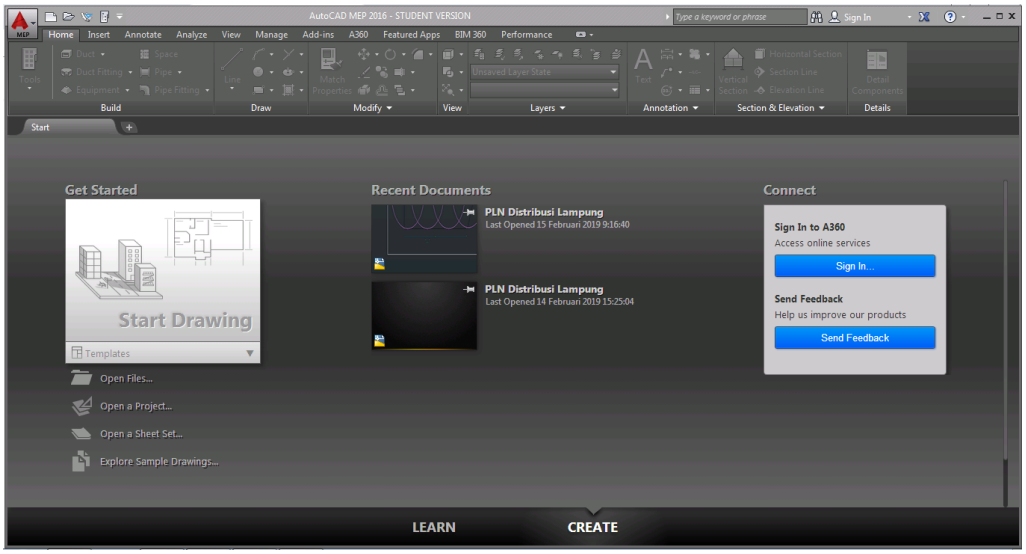
Java yang terintegrasi atau biasa disebut IDE (*Integrated Development Environment).* NetBeans adalah sebuah IDE (*Integrate Development Envirotment*) *open source* yang sering disosialisasikan dengan Java. NetBeans merupakan salah satu proyek *opensource* yang disponsori oleh Sun Microsystem. Proyek ini berdiri pada tahun 2000 dan telah menghasilkan 2 produk, yaitu IDE dan NetBeans Platform.



Gambar 3.3 Aplikasi Netbeans

3. AutoCad

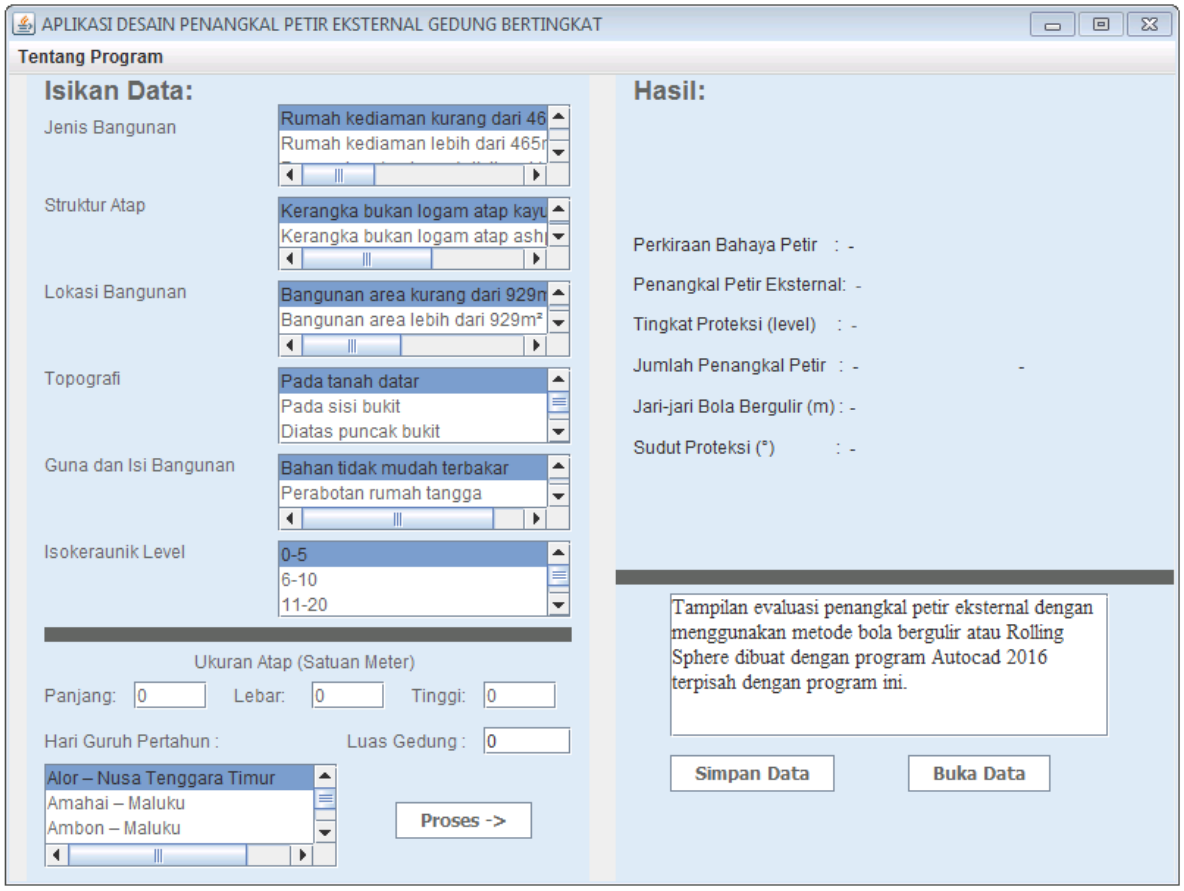
AutoCad merupakan aplikasi desain dengan bantuan komputer (CAD/*Computer Aided Design*) untuk mendesain atau menyusun model gambar dalam bentuk 2D dan 3D secara presisi. AutoCad dikembangkan oleh Autodesk pada tahun 1982. AutoCad menyediakan banyak *tool* atau alat perintah yang lengkap dan dapat menyesuaikan dengan desain yang akan dibuat.



Gambar 3.4 Aplikasi AutoCad 2016

3.4.2 Perancangan Model Perangkat Lunak

Adapun desain perangkat lunak yang akan dibuat ditunjukkan pada Gambar 3.5.



Gambar 3.5 Desain aplikasi

3.4.3 Perancangan Kerja Perangkat Lunak

Adapun alur kerja dari perangkat lunak ini sebagai berikut :

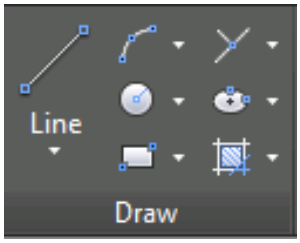
1. Pertama kali *user* menjalankan aplikasi Netbeans, kemudian melalui menu [*File*]>[*Open Project*] pilih PenangkalPetir 2. Selain itu *user* juga harus menjalankan aplikasi Xampp *Control Panel*.
2. Kemudian memilih *Main.Java* pada [*source packages*]>[*default packages*].
3. Setelah itu menjalankan *script Main.Java*.
4. Setelah itu akan muncul tampilan seperti Gambar 3.5.
5. Setelah itu *user* dapat mengoperasikan aplikasi tersebut. Operasi yang dimaksud meliputi memilih data (*select*), menambahkan data (*insert*), menampilkan data (*view*) dan menyimpan data (*save*).
6. Demi keamanan data, apabila aplikasi tidak digunakan *user* harus keluar melalui menu [x].

3.4.4 Perancangan Desain Metode Bola Bergulir dengan AutoCad

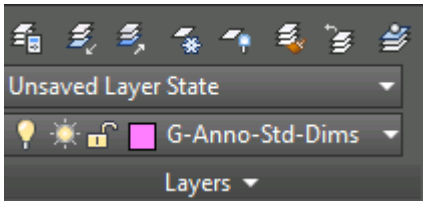
Adapun langkah-langkah membuat desain metode bola bergulir dengan AutoCad sebagai berikut :

1. Membuat file baru pada AutoCad 2016 dengan memilih ikon *new* pada AutoCad.

2. Membuat desain bangunan gedung dengan cara memilih ikon *line* pada menu *Draw* seperti pada Gambar 3.6 dan mengatur warna pada menu *Layers* seperti pada Gambar 3.7.



Gambar 3.6 Tampilan Menu *draw*



Gambar 3.7 Tampilan menu *layers*

3. Membuat gambar bola dengan cara memilih ikon *circle* pada menu *Draw* seperti pada Gambar 3.6 dan mengatur warna pada menu *Layers* seperti pada Gambar 3.7.

4. Membuat gambar penangkal petir dengan memilih ikon *line* pada menu *Draw* seperti pada Gambar 3.6 dan mengatur warna pada menu *Layers* seperti pada Gambar 3.7.

5. Mendesain bola bergulir disesuaikan dengan metode bola bola bergulir seperti pada Gambar 2.9 dan Gambar 2.10 pada BAB II.

6. Membuat keterangan gambar dengan cara memilih ikon *text* pada menu *Annotation* seperti pada Gambar 3.8.

Gambar 3.8 Tampilan menu *Annotation*

6. Menyimpan desain yang telah dibuat dengan memilih ikon save di AutoCad.

3.5 Hasil Yang Diharapkan

Hasil akhir yang diharapkan dari penelitian ini yaitu perangkat lunak untuk sistem proteksi eksternal yang sesuai dengan kebutuhan bangunan gedung bertingkat dan dapat menampilkan zona proteksi dan penempatan titik penangkal petir suatu gedung .

BAB V

KESIMPULAN DAN SARAN

5.1 Kesimpulan

Berdasarkan hasil komutasi desain sistem proteksi penangkal petir eksternal, maka dapat disimpulkan bahwa :

1. Desain sistem proteksi penangkal petir eksternal dengan bahasa pemrograman java dapat menghitung dan menampilkan kebutuhan proteksi petir eksternal suatu gedung.
2. Perbandingan hasil perhitungan manual dan keluaran program pada gedung OPI Mall Jakabaring dan Rektorat Universitas Lampung menunjukkan hasil yang sama.
3. Desain zona proteksi dan penempatan titik penangkal petir gedung OPI Mall Jakabaring dan Rektorat Universitas Lampung di AutoCad dapat melindungi keseluruhan gedung dari sambaran petir.

5.2 Saran

Setelah melakukan penelitian, berikut ini adalah saran yang dapat dianjurkan adalah pada penelitian selanjutnya dapat membuat aplikasi dengan bahasa pemrograman Java dengan menggunakan Javascript untuk website sehingga memudahkan pengguna untuk memperoleh aplikasi penangkal petir eksternal secara *online*.

DAFTAR PUSTAKA

[1] Abdul Syakur dan Yuningtyastuti. Januari 2006. *Sistem Proteksi Penangkal Petir Pada Gedung Widya Puraya*. Jurnal Teknik Elektro UNDIP, Transmisi, Vol. 11, No. 1.

[2] Hajime Kitano, Kenji Sakai, Hidetaka Sato, Hiroyuki Matsumura, Tetsuro Murao, and Hiroshi Suzuki. Desember 2007. *Design Technology for an External Lightning Protection System for a Telecommunications Building*. Jurnal NTT *Technical Review* Vol. 5 No. 12.

[3] Supannur Bandri. Juli 2012. *Perancangan instalasi penangkal petir eksternal gedung bertingkat (Aplikasi Balai Kota Pariaman)*. Jurnal Teknik Elektro ITP, Volume 1, No. 2.

[4] Reynaldo Zoro. 2013. *External Lightning Protection System for Main Office Building in the Area with High Lightning Density*. *Journal Procedia Technology* 11 (2013) 1238 – 1243.

[5] Heni kurniasari, Yusro Hakimah, and Ishak Effendi. Juli 2015. *Analisa Pemasangan Penangkal Petir Pada Gedung OPI Mall Jakabaring Palembang*. Jurnal Desiminasi Teknologi Vol. 3 No. 2.

[6] Badan Standardisasi Nasional. 2004. *Sistem Proteksi Petir pada Bangunan Gedung*. [Online]. Available:

(https://henrikusgalih.files.wordpress.com/2012/10/sni-03-7015-2004-proteksi-petir.pdf).

[7] PUIP. 1983. *Peraturan Umum Instalasi Penangkal Petir untuk Bangunan di Indonesia*. Jakarta: Direktorat Penyelidikan Masalah Bangunan. [Online]. Available: (http://lib.unika.ac.id/index.php?p=fstreampdf&fid=2353&bid=10115).

[8] NFPA 780. 1992. *Lightning Protection Code*. National Fire Protection Association. [Online]. Available: (http://hamyarenergy.com/static/fckimages/files/NFPA/Hamyar%20Energy%20NFPA%20780%20-%202004.pdf).

[9] IEC 1024-1-1. 1993. *Protection of Structures Against Lightning*. International Electrotechnical Commision 81. [Online]. Available: (https://www.scribd.com/doc/298668168/IEC-1024-1-1-1993-08-Protection-of-Structure-Against-Lightning).

[10]. Daniel Irsan Jannadi. 2012. *Aplikasi Penjualan Barang di Mini Market Sederhana*. Bandar Lampung : Universitas Lampung

[11]. R.H. Sianipar. 2015. *Pemrograman Java untuk Programmer*. Yogyakarta : ANDI.

[12]. Maula Sukmawidjaja. Februari 2015. *Analisis Perancangan Sistem Proteksi Bangunan The Bellagio Residence Terhadap Sambaran Petir*. Jurnal JETri Vol. 12 No. 2,