

## BAB III

### METODOLOGI

#### 3.1. Waktu dan Tempat Penelitian

Penelitian dilaksanakan di lokasi pembangunan gedung utama Fakultas Ekonomi dan Bisnis dengan kondisi belum ada tahap pembangunan struktur yang telah dilakukan. Waktu pelaksanaan penelitian dimulai pada bulan Maret 2012 sampai dengan Juni 2012.

#### 3.2. Metode Pengumpulan Data

Metode pengumpulan data dalam penelitian ini dilakukan dengan cara mengumpulkan data primer, data sekunder dan studi literatur. Data primer yang dibutuhkan dalam penelitian ini adalah data resistansi pbumian pada lokasi pembangunan gedung. Data sekunder yang dibutuhkan berupa gambar perencanaan gedung dan jumlah hari guruh per tahun (*isokeraunic level*) wilayah Kota Malang. Studi pustaka dilakukan dengan cara mempelajari seluruh aspek teoritis dari berbagai referensi untuk memperoleh rumusan dan standar-standar yang digunakan dalam perancangan sistem proteksi eksternal pada gedung tersebut.

##### 3.2.1. Data Primer

Data primer adalah data yang didapatkan dari hasil pengamatan dan survei. Data primer yang diperoleh adalah data resistansi pbumian pada lokasi pembangunan gedung utama Fakultas Ekonomi dan Bisnis Universitas Brawijaya. Pengukuran nilai resistansi pbumian dilakukan menggunakan metode tiga titik dengan menggunakan alat ukur *Analogue Earth Tester* tipe 4102.

##### a) Peralatan yang Dibutuhkan

Untuk mendapatkan data primer yang diperlukan di dalam melakukan penelitian ini, maka dibutuhkan:

##### 1. Alat Ukur

Untuk mengetahui nilai resistansi pbumian diperlukan alat pengukur tahanan pbumian, yaitu:

- Pengukur Tahanan Pembumian Analog (*Analogue Earth Tester*) Model 4102, dengan data teknis seperti terlihat pada Tabel 3.1 dan 3.2, serta melalui Gambar 3.1 dan 3.2.
- Model 4102 digunakan untuk saluran distribusi daya dalam sistem pengawatan rumah dan aplikasi-aplikasi listrik lainnya.
- Dirancang dengan standar keamanan IEC 61557.
- Konstruksi tahan debu sesuai standar IEC 60529 (IP54).
- Memiliki probe pengukuran sederhana menggunakan penjepit buaya.
- Dimensi:
  - Panjang : 105 mm
  - Lebar : 158 mm
  - Tinggi : 70 mm
  - Berat : 600 gram

Tabel 3.1 Akurasi dan Range Pengukuran

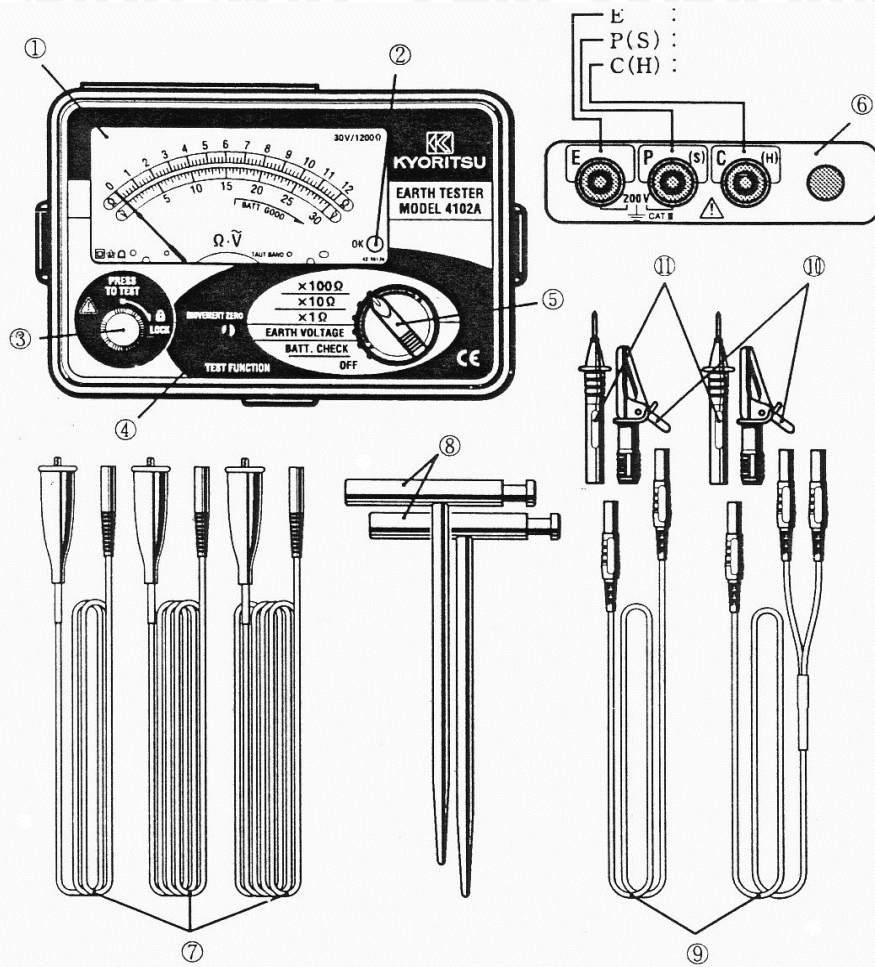
Range	Range Pengukuran	Akurasi
Tegangan Pembumian	0 – 30 V	$\pm 3\%$ pada skala penuh
Tahanan Pembumian	0 – 12 $\Omega$	$\pm 3\%$ pada skala penuh (tahanan pembumian elektroda bantu 100 $\Omega$ $\pm$ 5%) (tegangan pembumian 10 V atau kurang)
x 1 $\Omega$	0 – 120 $\Omega$	
x 10 $\Omega$	0 – 1200 $\Omega$	
x 100 $\Omega$		

Sumber: Instruction Manual “Analogue Earth Tester” Model 4102

Tabel 3.2 Pembacaan Skala Alat Ukur

Besaran	Batas Ukur	Skala		Faktor Pengali
Tegangan Pembumian	0 – 30 V	A	30	x 1
Tahanan Pembumian	0 – 12 $\Omega$	B	12	x 1
	0 – 120 $\Omega$	B	12	x 10
	0 – 1200 $\Omega$	B	12	x 100

Sumber : Instruction Manual “Analogue Earth Tester” Model 4102

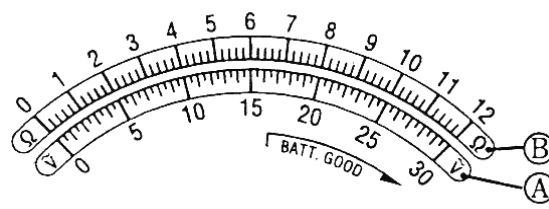


Gambar 3.1 Layout Alat Ukur *Analogue Earth Tester*

Sumber : Instruction Manual “Analogue Earth Tester” Model 4102

Keterangan :

- |                              |                                     |
|------------------------------|-------------------------------------|
| 1. Papan Skala               | 7. Kabel Penghantar                 |
| 2. Lampu OK                  | 8. Elektroda Bantu                  |
| 3. Tombol Uji                | 9. Probe untuk Pengukuran Sederhana |
| 4. Adjuster Kalibrasi        | 10. Penjepit Buaya                  |
| 5. Selektor Range Pengukuran | 11. Sekat Uji                       |
| 6. Terminal Pengukuran       |                                     |

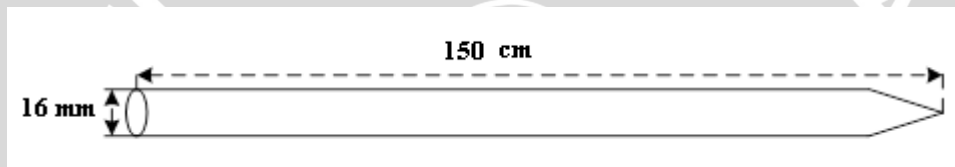


Gambar 3.2 Skala Alat Ukur

Sumber: Instruction Manual “Analogue Earth Tester” Model 4102

## 2. Batang Elektroda Pengukuran

Batang elektroda yang digunakan pada pengukuran pembumian ini ditunjukkan pada Gambar 3.3 :



Gambar 3.3 Batang Elektroda yang Digunakan

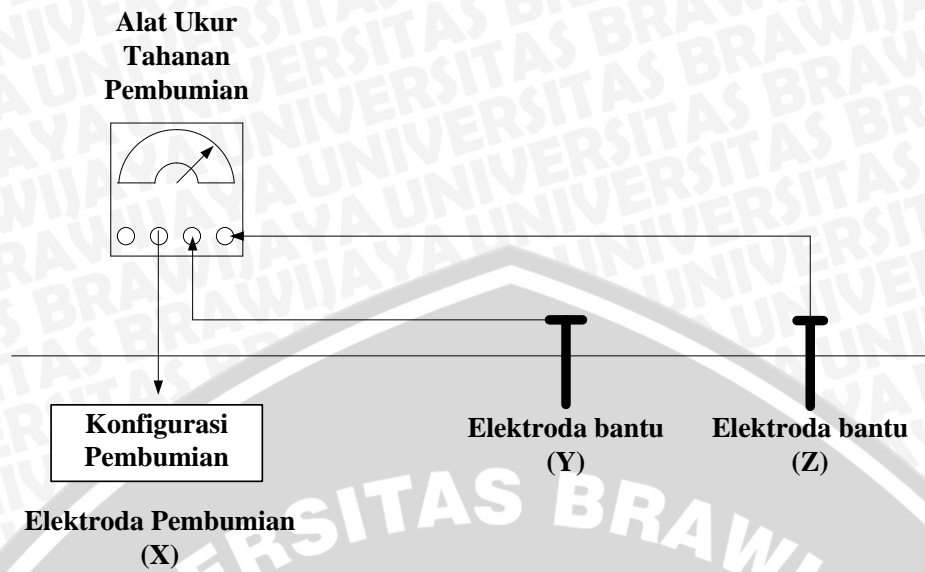
Sumber: Penulis

Spesifikasi :

- Bahan : Batang besi yang disepuh tembaga
- Panjang : 150 cm
- Diameter : 16 mm
- Jumlah : 2 batang

### b) Rangkaian Pengukuran

Pengukuran menggunakan metode tiga titik dengan menginjeksikan arus AC konstan sebesar  $I$  di antara elektroda uji ( $x$ ) dan elektroda arus ( $z$ ) yang menimbulkan beda potensial sebesar  $V$  di antara elektroda uji ( $x$ ) dan elektroda tegangan ( $y$ ). Sehingga didapatkan nilai tahanan pembumian sebesar  $R$ . Gambar 3.4 di bawah menunjukkan gambar rangkaian pengukuran yang digunakan dalam pengambilan data.



Gambar 3.4 Rangkaian Pengukuran Tahanan Pembumian

Sumber : Instruction Manual “Analogue Earth Tester” Model 4102

### c) Pengukuran Resistansi Pebumian

Pengukuran nilai resitansi pembumian ini dilakukan menggunakan 1 batang elektroda dengan variasi kedalaman dari 10 cm sampai 100 cm. Selain itu juga dilakukan pengukuran menggunakan 2 batang elektroda yang dipasang paralel dengan variasi kedalaman dari 10 cm sampai 100 cm. Pengukuran ini dilakukan pada satu lokasi karena lokasi pembangunan gedung yang tidak terlalu luas.

#### 3.2.2. Data Sekunder

Data-data yang diperlukan dalam kajian ini terdiri dari data sekunder yang bersumber dari buku referensi, jurnal, skripsi, dan internet. Data sekunder yang digunakan dalam pembahasan skripsi ini antara lain sebagai berikut :

##### a) Data Hari Guruh di Wilayah Kota Malang

Data hari guruh (*thunderstormday*) di Wilayah Kota Malang didapatkan dari Stasiun Geofisika Karangates, Balai Besar Wilayah III Denpasar, Jl.Raya Bendungan Lahor No. 40, Karangates, Kec. Sumber Pucung, Malang, Jawa Timur, Telp. 0341-385667 / 0341-386261. Adapaun hari guruh yang teramati pada tahun 2011 ditunjukkan pada Tabel 3.3.

Tabel 3.3 Data Hari Guruh Tahun 2011

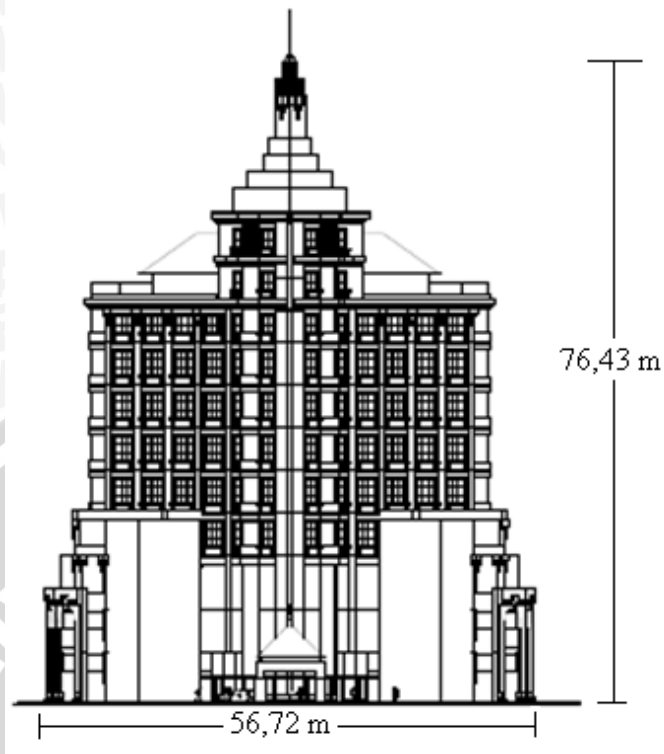
Bulan	Jumlah Hari Guruh
Januari	9
Februari	7
Maret	15
April	14
Mei	10
Juni	0
Juli	0
Agustus	0
September	0
Oktober	10
November	17
Desember	11
<b>TOTAL</b>	<b>93</b>

Sumber : Stasiun Geofisika Karangates – Malang

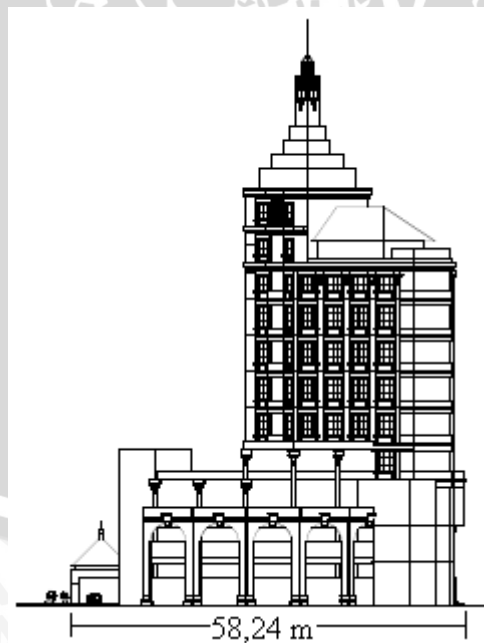
**b) Denah Gedung Utama Fakultas Ekonomi dan Bisnis Universitas Brawijaya**

Denah gedung utama Fakultas Ekonomi dan Bisnis Universitas Brawijaya meliputi : tampak depan, tampak samping kanan, tampak samping kiri, dan tampak belakang. Denah tampak depan dari gedung utama Fakultas Ekonomi dan Bisnis dapat dilihat pada Gambar 3.5.

Pada Gambar 3.5 di bawah, gedung utama Fakultas Ekonomi dan Bisnis memiliki panjang bangunan 56,72 m dan tinggi bangunan 76,43 m. Sedangkan pada Gambar 3.6 merupakan gambar tampak samping dari gedung utama Fakultas Ekonomi dan Bisnis. Dari gambar tersebut tampak bahwa gedung memiliki lebar bangunan sebesar 58,24 m.



Gambar 3.5 Gedung Utama Fakultas Ekonomi dan Bisnis Tampak Depan  
 Sumber : Gambar Perencanaan Gedung Utama Fakultas Ekonomi dan Bisnis  
 Universitas Brawijaya



Gambar 3.6 Gedung Utama Fakultas Ekonomi dan Bisnis Tampak Samping  
 Sumber : Gambar Perencanaan Gedung Utama Fakultas Ekonomi dan Bisnis  
 Universitas Brawijaya

c) **Tabel Indeks menurut Peraturan Umum Instalasi Penangkal Petir (PUIPP)**

Besarnya kebutuhan akan sistem proteksi petir ditentukan oleh penjumlahan indeks-indeks tertentu yang mewakili keadaan bangunan di suatu lokasi. Pada Peraturan Umum Instalasi Penangkal Petir (PUIPP) telah dicantumkan lima tabel yang memuat indeks A sampai indeks E. Setiap indeks memiliki poin-poin tertentu yang disesuaikan dengan kondisi bangunan.

Indeks A mengklasifikasikan bahaya berdasarkan jenis bangunan, indeks B mengklasifikasikan bahaya berdasarkan konstruksi bangunan, indeks C mengklasifikasikan bahaya berdasarkan tinggi bangunan, indeks D mengklasifikasikan bahaya berdasarkan situasi bangunan, dan indeks E mengklasifikasikan bahaya berdasarkan hari guruh per tahun setempat. Penjelasan lebih lanjut mengenai indeks A sampai indeks E yang ditentukan oleh PUIPP dapat dilihat pada lampiran 1.

Dari kelima indeks tersebut maka dapat ditentukan tingkat kebutuhan suatu bangunan akan adanya sistem proteksi petir. Hubungan antara hasil penjumlahan dari indeks-indeks tersebut dengan kebutuhan sistem proteksi petir ditunjukkan pada Tabel 3.4.

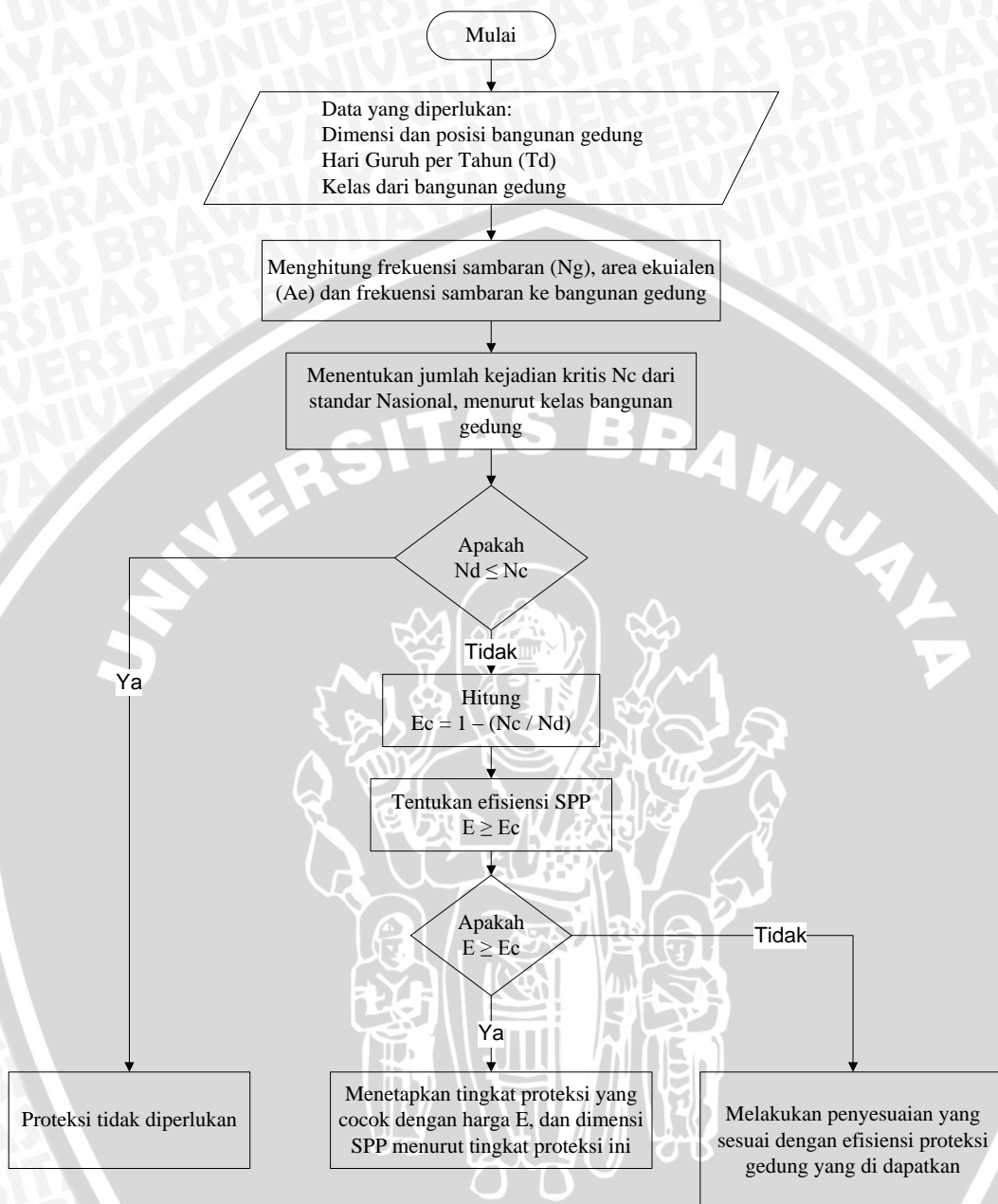
Tabel 3.4 Perkiraan Bahaya Sambaran Petir Berdasarkan PUIPP

R	Perkiraan bahaya	Pengamanan
Di bawah 11	Diabaikan	Tidak Perlu
11	Kecil	Tidak Perlu
Sama dengan	12 Sedang	Dianjurkan
	13 Agak Besar	Dianjurkan
	14 Besar	Sangat Dianjurkan
Lebih dari 14	Sangat Besar	Sangat Perlu

Sumber : Direktorat Penyelidikan Masalah Bangunan, 1983.

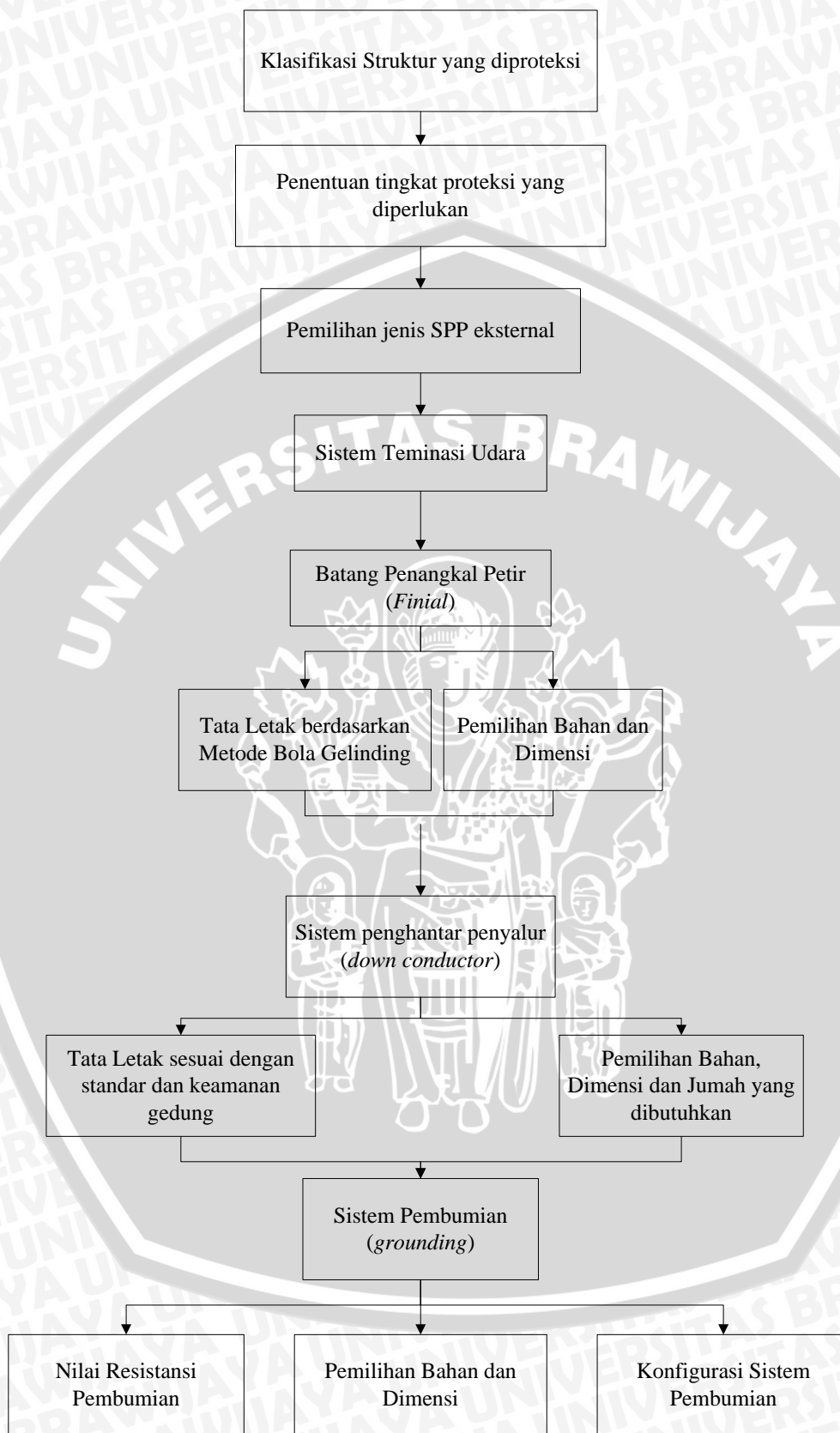


### 3.3. Diagram Alir Penelitian



Gambar 3.7 Diagram Alir Tingkat Proteksi yang Dibutuhkan Gedung

Sumber : Penulis



Gambar 3.8 Diagram Alir Perancangan Sistem Proteksi Petir Eksternal

Sumber : Penulis

### 3.4. Perhitungan dan Analisis Data

Langkah awal dari penelitian ini yakni dimulai dengan pengumpulan data. Pengumpulan data dalam penelitian ini dilakukan dengan cara mengumpulkan data primer, data sekunder dan studi literatur. Data primer yang dibutuhkan dalam penelitian ini adalah data resistansi pbumian pada lokasi pembangunan gedung. Nilai resistansi pbumian ini digunakan untuk keperluan perancangan sistem pbumian gedung. Resistansi yang didapatkan harus sekecil mungkin, diusahakan dapat lebih kecil dari  $1 \Omega$ . Semakin kecil nilai resistansi pbumian yang didapat maka akan semakin besar arus petir yang dapat dibumikan, sehingga memberikan proteksi yang lebih baik terhadap bangunan dan peralatan-peralatan elektronik, yang terkait dengan sistem proteksi internal.

Dalam pengumpulan data primer, hanya dilakukan variasi kedalaman penanaman elektroda batang dari kedalaman 10 cm sampai 100 cm. Dilakukan dua kali pengukuran yakni menggunakan 1 batang elektroda dan pengukuran menggunakan 2 batang elektroda yang dihubungkan secara paralel. Dari hasil pengukuran, maka akan didapatkan grafik hasil pengukuran yang selanjutnya dapat digunakan untuk menentukan penanaman elektroda pbumian yang sesuai dengan jenis tanah dan bentuk gedung.

Data sekunder yang dibutuhkan berupa gambar perencanaan gedung dan jumlah hari guruh per tahun (*isokeraunic level*) wilayah Kota Malang. Gambar perencanaan gedung digunakan untuk menghitung luas daerah ekuivalen yang berhubungan erat dengan frekuensi sambaran petir. Selain itu juga digunakan untuk mengetahui lebih jelas rancangan tata letak sistem proteksi eksternal meliputi sistem terminasi udara, sistem penghantar penyalur dan sistem pbumian pada gedung utama Fakultas Ekonomi dan Bisnis. Sedangkan data hari guruh pertahun wilayah Kota Malang digunakan sebagai variable di dalam perhitungan efisiensi sistem proteksi petir yang berhubungan dengan penentu tingkat proteksi petir pada gedung tersebut.

Data-data yang sudah terkumpul tersebut selanjutnya diolah melalui perhitungan dan analisis sehingga diperoleh perancangan sistem proteksi eksternal yang diharapkan. Data-data yang sudah ada, termasuk metode perhitungan

diterapkan pada langkah ini lebih detail dan sesuai dengan keadaan yang sesungguhnya di lapangan.

Perhitungan akan tingkat proteksi yang dibutuhkan oleh gedung dapat ditunjukkan melalui diagram alir pada Gambar 3.7. Perhitungan ini dimulai dari pemilihan sistem proteksi petir sesuai dengan standar yang ada. Sebagai data masukan pertama dibutuhkan data dimensi dan posisi gedung utama Fakultas Ekonomi dan Bisnis Universitas Brawijaya yang akan diproteksi, hari guruh dalam satu tahun untuk wilayah Kota Malang yang dinotasikan dengan  $T_d$ , dan kelas dari gedung menurut Peraturan Umum Instalasi Penangkal Petir (PUIPP). Selanjutnya dilakukan perhitungan kerapatan sambaran petir ( $N_g$ ) sesuai persamaan (2-2). Kemudian dilakukan perhitungan frekuensi sambaran petir ke gedung dan luas daerah ekuivalen sesuai dengan persamaan (2-12) dan (2-13). Selanjutnya menentukan kejadian kritis ( $N_c$ ) menurut kelas gedung sesuai dengan PUIPP.

Dari perhitungan di atas maka akan didapatkan besarnya nilai  $N_d$  dan  $N_c$ . Jika nilai kejadian kritis sambaran petir kurang dari atau sama dengan frekuensi sambarannya ( $N_c \leq N_d$ ) maka sistem proteksi pada gedung tidak diperlukan. Sedangkan, jika nilai  $N_d$  lebih dari nilai  $N_c$  maka langkah selanjutnya adalah perhitungan  $E_c$  sesuai dengan persamaan (2-14). Setelah didapatkan nilai  $E_c$  maka dapat dipilih efisiensi sistem proteksi petir sesuai dengan yang ditunjukkan pada Tabel 2.5. Pada IEC 62305-1 dijelaskan bahwa untuk nilai  $E_c$  yang melebihi nilai efisiensi yang ditentukan oleh IEC, maka harus dilakukan penyesuaian yang tidak tercantum dalam standar. Tetapi kemungkinan terjadinya nilai  $E_c > E$  sangat kecil, yaitu kurang dari 2%.

Selanjutnya setelah dilakukan pemilihan tingkat proteksi maka dilakukan analisis perancangan sistem proteksi petir eksternal yang diawali dengan perancangan sistem terminasi udara yang terdiri dari penentuan lokasi penempatan terminasi udara dan pemilihan material sesuai dengan besarnya energi pelelehan material. Perancangan terminasi udara menggunakan pendekatan metode bola gelinding.

Perancangan sistem penghantar penyalur yang terdiri dari perancangan dimensi dan jumlah penghantar serta lokasi penempatan sistem penghantar

penyalur. Kemudian dilanjutkan dengan perancangan sistem pembumian yang terdiri dari pemilihan sistem elektroda pembumian. Keseluruhan perancangan sistem proteksi eksternal dapat dilihat melalui diagram alir pada Gambar 3.8.

### 3.5. Penarikan Kesimpulan

Pada tahapan ini dilakukan penarikan kesimpulan berdasarkan teori, hasil perhitungan serta analisis. Tidak hanya itu, akan dicantumkan juga saran-saran terkait pelaksanaannya, misalnya peletakan batang terminasi udara yang tepat, pemilihan jumlah konduktor penyalur, maupun sistem pembumian yang seharusnya digunakan. Dan juga dilakukan pemberian saran kepada pembaca yang akan melakukan studi terkait dengan skripsi ini. Meliputi hal-hal yang menjadi kendala dalam penelitian ataupun hal-hal yang masih memerlukan kajian lebih dalam lagi.

