

BAB IV

ANALISIS DAN SIMULASI DATA

1.1 Tujuan Perencanaan

Tujuan perencanaan adalah untuk menyiapkan segala sesuatu yang diperlukan dalam merealisasikan ide atau gagasan yang akan dicapai berdasarkan teori pendukung, dengan memperhatikan semua aspek yang berkaitan dengan perencanaan tersebut.

Tahapan dari perancangan instalasi listrik ialah :

1. Membuat Lay out instalasi Rumah Susun
2. Menentukan jumlah armature lampu penerangan yang diperlukan
3. Menentukan besarnya luas penampang penghantar dan setting pengaman
4. Membuat Single Line Diagram
5. Membuat Diagram rekapitulasi daya
6. Menganalisa besarnya drop tegangan pada penghantar
7. Menentukan besar genset yang digunakan
8. Menganalisa sistem pentanahan

1.2 Spesifikasi Bangunan

Bangunan yang dijadikan objek instalasi listrik ini adalah Rumah Susun yang berlokasi di Tanah Merah V Kelurahan Tanah Kali Kedinding Kecamatan Kenjeran Surabaya.. Luas keseluruhan bangunan ini berada di areal tanah sekitar 2,5 Ha.



Gambar 4.1 perencanaan rumah susun

Bangunan ini memakai daya yang cukup besar, sehingga menggunakan sistem listrik AC 3 Phasa. Oleh karena itu, perlu diperhatikan tentang pembagian daya supaya antara phasa R, S, dan T dapat seimbang. Untuk mempermudah, kita dapat membuat rekapitulasi daya untuk seluruh beban yang dipakai pada bangunan tersebut.

Rusunawa Tanah Merah II terdiri dari 2 blok dengan konstruksi sama yang masing – masing terdiri dari lima lantai, dimana lantai 1 terdiri dari beberapa ruangan yaitu 3 rumah, perpustakaan, ruang serba guna, hall, ruang pompa air, musholah, dan tempat parkir. Sedangkan lantai 2, 3, 4, dan 5 memiliki konstruksi yang sama masing - masing terdiri dari 24 rumah. Jadi untuk 1 blok terdapat 99 rumah.

Masing – masing rumah memiliki kWh meter sendiri – sendiri untuk mensuplay daya yang ada pada rumah tersebut. Semua rumah dipasang kWh meter dengan kapasitas 900 VA yang keluarannya dibagi menjadi 2 group beban, yaitu beban penerangan dan stop kontak.

Pada lantai 2 terdapat 24 rumah dengan kWh berkapasitas 900 VA dan 1 buah kWh yang mensupply daya untuk penerangan lampu teras dan lampu tangga. Total daya yang tersambung pada fasa R sebesar 7500 VA, fasa S sebesar 7500 VA, dan fasa T sebesar 7500 VA. Jadi total daya tersambung yang dibutuhkan untuk lantai 2 sebesar 22500 VA (daya yang tersambung untuk lantai 3, 4, dan 5 sama dengan lantai 2).

1.3 Instalasi Penerangan

Tipe ruangan pada rumah susun ini berbentuk persegi. Tiap satu bangunan rumah terdiri dari ruang tamu, kamar tidur, kamar mandi, tempat jemuran. Banyaknya jumlah lampu dan armature untuk masing – masing ruangan bergantung dari fungsi dan luas ruangnya. Perhitungan jumlah lampu dan armature pada sebuah ruangan, dimaksudkan untuk mendapatkan tingkat pencahayaan yang baik. Untuk referensi penggunaan armatur dan lampu, penulis menggunakan katalog produk phillips.

Berdasarkan data yang didapat, perhitungan untuk menentukan jumlah armature pada sebuah ruangan, dapat kita lakukan seperti di bawah ini, selebihnya untuk ruangan lain akan diuraikan dalam tabel.

Perhitungan armature untuk Ruang Hall

Berdasarkan Tabel 2.2. intensitas cahaya yang dibutuhkan sebesar 200 Lux.

Data ruangan :

Panjang ruangan (p) = 22,5 m

Lebar ruangan (l) = 6,5 m

Tinggi ruangan (h) = 3 m

Warna dinding kuning dan warna langit – langit putih

Indeks ruangan (k) :

Mengacu pada rumus 2.2, maka didapatkan :

$$K = \frac{22,5 \times 6,5}{2,2 (22,5+6,5)} = 1,68$$

Dari perhitungan index ruang di atas, maka didapatkan faktor utility (kp) dengan mengacu pada tabel 2.4 :

Faktor refleksi langit – langit (r_w) = 0,8

Faktor refleksi dinding (r_p) = 0,8

Faktor refleksi lantai (r_m) = 0,3

Dari tabel (lampiran 3) didapatkan :

$$k_1 = 1 \qquad \qquad \qquad kp_1 = 0,76$$

$$k_2 = 1,25 \qquad \qquad \qquad kp_2 = 0,87$$

Dengan menggunakan Rumus (2.4), maka faktor utility, adalah :

$$kp = kp_1 + \frac{k-k_1}{k_2-k_1} (kp_2 - kp_1)$$

$$kp = 0,76 + \frac{1,68-1}{1,25-1} (0,87 - 0,76)$$

$$kp = 1,06$$

Penentuan jumlah armature :

1. Diasumsikan jenis lampu yang akan digunakan ialah lampu TL 36 Watt
2. Fluks cahaya lampu (F) 3250 lumen
3. Kuat penerangan (E) sebesar 100 Lux (Tabel 2.2)
4. Dari katalog didapatkan $\eta_{arm} = 0,7$
5. Faktor depresiasi (kd) = 0,8

Dari data – data di atas dan menggunakan rumus 2.7, maka jumlah lampu yang dibutuhkan ruangan ini adalah :

$$n = \frac{100 \times 22,5 \times 6,5}{3250 \times 1,06 \times 0,7 \times 0,8}$$

$$n = 7,58 \approx 8 \text{ armatur}$$

Jadi jumlah armature / lampu yang dibutuhkan pada ruangan ini ialah sebanyak 8 armatur / lampu 36 Watt.

Perhitungan daya terpakai (St)

$$St = \frac{n \times P}{\cos \varphi} = \frac{8 \times 36}{0,9} = 320 \text{ VA}$$

(diasumsikan $\cos \varphi = 0,9$)

Daya pencahayaan per meter persegi

$$(P/A) = \frac{St \times \cos \varphi}{A} = \frac{320 \times 0,9}{172,5} = 1,67 \text{ Watt / m}^2$$

Perhitungan armature untuk kamar tidur

Berdasarkan Tabel 2.2. intensitas cahaya yang dibutuhkan sebesar 50 Lux.

Data ruangan :

Panjang ruangan (p) = 3 m

Lebar ruangan (l) = 3 m

Tinggi ruangan (h) = 3 m

Warna dinding kuning dan warna langit – langit putih

Berdasarkan rumus 2.2, Indeks ruangan (k) :

$$K = \frac{3 \times 3}{2,2 (3+3)} = 0,68$$

Dari perhitungan index ruang di atas, maka didapatkan faktor utility (kp) dengan mengacu pada tabel (2.4).

Faktor refleksi langit – langit (r_w) = 0,8

Faktor refleksi dinding (r_p) = 0,65

Faktor refleksi lantai (r_m) = 0,3

Dari tabel (lampiran 3) didapatkan :

$$k_1 = 0,8 \qquad \qquad \qquad kp_1 = 0,65$$

$$k_2 = 1 \qquad \qquad \qquad kp_2 = 0,76$$

Dengan menggunakan Rumus (2.4), maka faktor utility, adalah :

$$kp = 0,65 + \frac{0,68-0,8}{1-0,8} (0,76 - 0,56)$$

$$kp = 0,584$$

Penentuan jumlah armature :

1. Diasumsikan jenis lampu yang akan digunakan ialah lampu 11 Watt
2. Fluks cahaya lampu (F) 1200 lumen
3. Kuat penerangan (E) sebesar 50 Lux (Tabel 2.2)
4. Dari katalog didapatkan $\eta_{arm} = 0,7$
5. Faktor depresiasi (kd) = 0,8

Dari data – data di atas dan dengan menggunakan rumus 2.7, maka jumlah lampu yang dibutuhkan ruangan ini adalah

$$n = \frac{50 \times 9}{1200 \times 0,72 \times 0,7 \times 0,8}$$

$$n = 0,93 \approx 1 \text{ armatur}$$

Jadi jumlah armature / lampu yang dibutuhkan pada ruangan ini ialah sebanyak 1 armatur / lampu 11 Watt.

Perhitungan daya terpakai (St)

$$St = \frac{n \times P}{\cos \varphi} = \frac{1 \times 11}{0,9} = 12,22 \text{ VA}$$

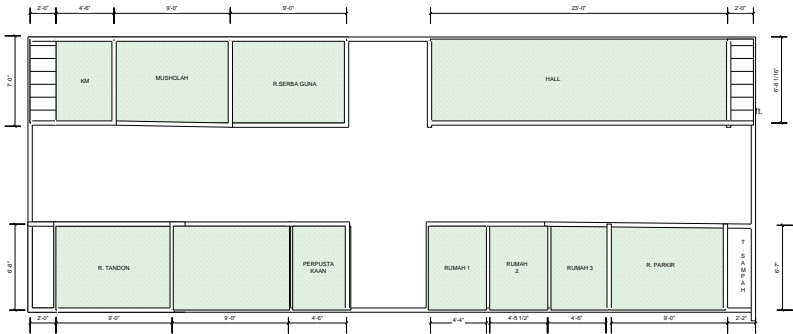
(diasumsikan $\cos \varphi = 0,9$)

Daya pencahayaan per meter persegi

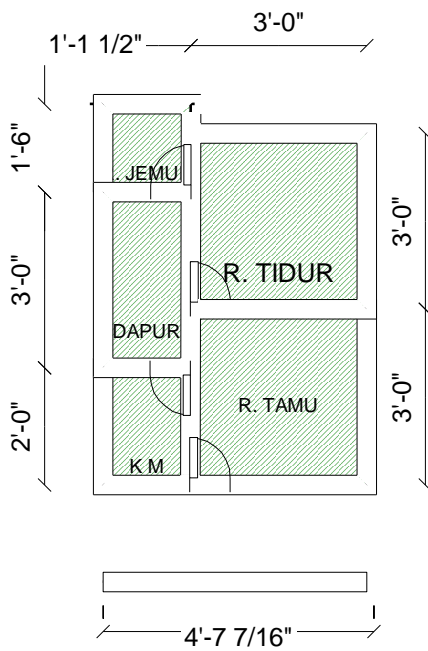
$$(P/A) = \frac{St \times \cos \varphi}{A} = \frac{12,22 \times 0,9}{9} = 1,22 \text{ Watt/m}^2$$

1.3.1 Spesifikasi Bangunan dan Daya Setiap Rumah

Spesifikasi Rumah dimaksudkan untuk mengetahui spesifikasi beban yang akan dilayani dari setiap ruang yang terdapat dalam sebuah gedung. Dengan membuat tabel spesifikasi gedung ini, sehingga dapat diketahui pula jumlah beban (daya) yang dilayani dari sebuah gedung, yang merupakan penjumlahan dari total beban yang dilayani dari setiap rumah dalam gedung tersebut. Pembuatan tabel spesifikasi Rumah susun dapat membantu dalam proses perancangan instalasi listrik dari gedung tersebut. Berikut ini merupakan denah masing – masing rumah dan tabel spesifikasi Rumah Susun.



Gb.4.1. Denah lantai 1



Gb 4.2. Denah ruangan lantai 1

Lantai 1 terdiri atas beberapa ruangan, yang dibagi menjadi 7 group pengaman atau menggunakan 7 MCB

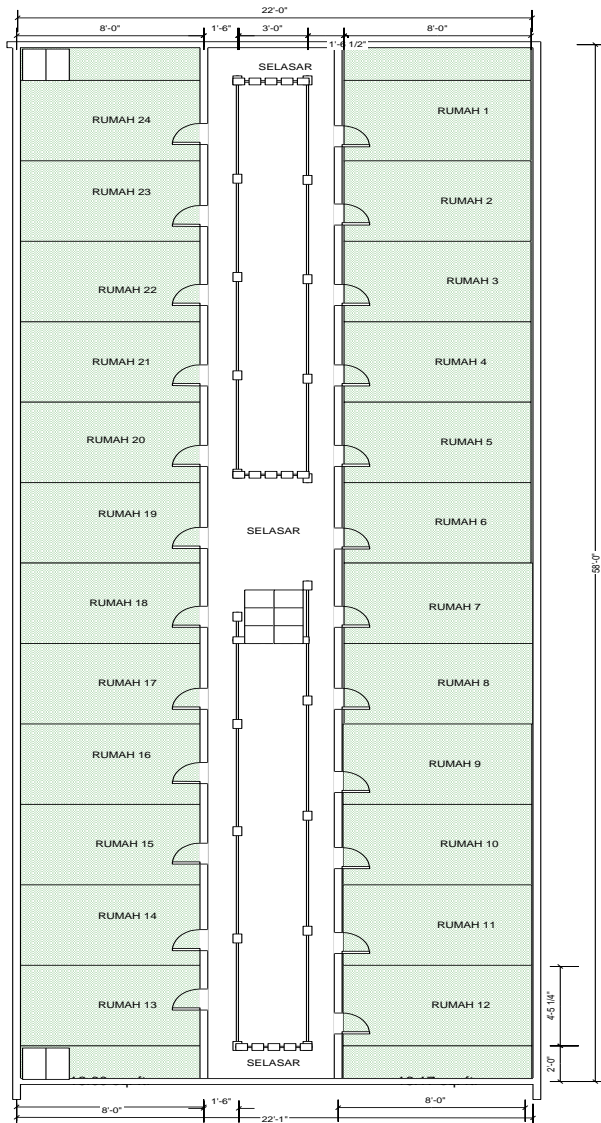
1. Rumah 1 yang terdiri dari ruang tamu, ruang tidur, kamar mandi, dapur, dan ruang jemuran
2. Rumah 2
3. Rumah 3
4. Ruang perpustakaan + Ruang serba guna + Hall
5. Musholah + kamar mandi 1 + kamar mandi 2
6. Ruang pompa air
7. Tempat parkir + Teras + Selasar

Tabel 4.1. Spesifikasi beban tiap rumah lantai 1

| No. | Ruangan | Beban (Watt) | | | | Stop kontak 200 | Total Daya (Watt) |
|----------------------------|-------------|------------------|---|---|----|--------------------|----------------------|
| | | Lampu penerangan | | | | | |
| | | 3 | 5 | 8 | 11 | | |
| 1 | R. Tamu | | | | 1 | 1 | 211 |
| 2 | R. Kamar | | | | 1 | 1 | 211 |
| 3 | Kamar mandi | 1 | | | | | 3 |
| 4 | Dapur | | 1 | | | 1 | 205 |
| 5 | R. Jemuran | 1 | | | | | 3 |
| | | | | | | | |
| Total Daya (Watt) | | | | | | | 633 |

Tabel 4.2. Spesifikasi beban lantai 1

| No. | Ruangan | Beban (Watt) | | | | | | | | | Total Daya (Watt) |
|----------------------------|----------------|------------------|---|---|----|----|----|-------------------------|-----------------------|----|-------------------------|
| | | Lampu penerangan | | | | | | Pompa air (20 PK) | Stop kontak 200 | | |
| | | 3 | 5 | 8 | 11 | 14 | 20 | | | 36 | |
| 1 | Rumah 1 | 2 | 1 | | 2 | | | | | 3 | 633 |
| 2 | Rumah 2 | 2 | 1 | | 2 | | | | | 3 | 633 |
| 3 | Rumah 3 | 2 | 1 | | 2 | | | | | 3 | 633 |
| 4 | R.Perpustakaan | | | | | | | 4 | | 2 | 544 |
| 5 | R. Serba guna | | | | | | | 8 | | 4 | 1088 |
| 6 | Hall | | | | | | | 10 | | 4 | 1160 |
| 7 | Musholah | | | | | | 8 | | | 4 | 960 |
| 8 | R.Pompa air | | | | | | 8 | | 2 | 2 | 2052 |
| 9 | Tempat parkir | | | | | | 6 | | | 2 | 520 |
| 10 | Tangga | | | | | 3 | | | | | 42 |
| 11 | Teras | | | 8 | | | | | | | 64 |
| 12 | Selasar | | | | | | 8 | | | | 160 |
| 13 | Kamar mandi 1 | 4 | | | | | | | | | 12 |
| 14 | Kamar mandi 2 | 4 | | | | | | | | | 12 |
| Total Daya (Watt) | | | | | | | | | | | 8513 |



Gb. 4.3. Denah lantai 2

Lantai 2, 3, 4, dan 5 memiliki konstruksi yang sama, terdiri dari 24 rumah, yang dibagi menjadi 25 group pengaman atau menggunakan 25 MCB.

1. Rumah sebanyak 24 buah yang terdiri dari teras, ruang tamu, ruang tidur, kamar mandi, Dapur, dan ruang jemuran
2. Tangga, teras, dan selasar

Tabel 4.3. Spesifikasi beban lantai 2

| No. | Ruangan | Beban (Watt) | | | | | | | | Total Daya (Watt) |
|-----|----------|------------------|---|---|----|----|----|-------------------|-----------------|-------------------|
| | | Lampu penerangan | | | | | | Pompa air (20 PK) | Stop kontak 200 | |
| | | 3 | 5 | 8 | 11 | 14 | 20 | | | |
| 1 | Rumah 1 | 2 | 1 | | 2 | | | | 3 | 633 |
| 2 | Rumah 2 | 2 | 1 | | 2 | | | | 3 | 633 |
| 3 | Rumah 3 | 2 | 1 | | 2 | | | | 3 | 633 |
| 4 | Rumah 4 | 2 | 1 | | 2 | | | | 3 | 633 |
| 5 | Rumah 5 | 2 | 1 | | 2 | | | | 3 | 633 |
| 6 | Rumah 6 | 2 | 1 | | 2 | | | | 3 | 633 |
| 7 | Rumah 7 | 2 | 1 | | 2 | | | | 3 | 633 |
| 8 | Rumah 8 | 2 | 1 | | 2 | | | | 3 | 633 |
| 9 | Rumah 9 | 2 | 1 | | 2 | | | | 3 | 633 |
| 10 | Rumah 10 | 2 | 1 | | 2 | | | | 3 | 633 |
| 11 | Rumah 11 | 2 | 1 | | 2 | | | | 3 | 633 |
| 12 | Rumah 12 | 2 | 1 | | 2 | | | | 3 | 633 |
| 13 | Rumah 13 | 2 | 1 | | 2 | | | | 3 | 633 |
| 14 | Rumah 14 | 2 | 1 | | 2 | | | | 3 | 633 |
| 15 | Rumah 15 | 2 | 1 | | 2 | | | | 3 | 633 |
| 16 | Rumah 16 | 2 | 1 | | 2 | | | | 3 | 633 |

| | | | | | | | | | | | |
|----------------------------|----------|---|---|----|---|---|--|--|--|---|--------------|
| 17 | Rumah 17 | 2 | 1 | | 2 | | | | | 3 | 633 |
| 18 | Rumah 18 | 2 | 1 | | 2 | | | | | 3 | 633 |
| 19 | Rumah 19 | 2 | 1 | | 2 | | | | | 3 | 633 |
| 20 | Rumah 20 | 2 | 1 | | 2 | | | | | 3 | 633 |
| 21 | Rumah 21 | 2 | 1 | | 2 | | | | | 3 | 633 |
| 22 | Rumah 22 | 2 | 1 | | 2 | | | | | 3 | 633 |
| 23 | Rumah 23 | 2 | 1 | | 2 | | | | | 3 | 633 |
| 24 | Rumah 24 | 2 | 1 | | 2 | | | | | 3 | 633 |
| 25 | Tangga | | | | | 3 | | | | | 42 |
| 26 | Teras 1 | | | 14 | | | | | | | 112 |
| 27 | Teras 1 | | | 14 | | | | | | | 112 |
| Total Daya (Watt) | | | | | | | | | | | 15458 |

1.3.2 Penempatan Titik Lampu

Penempatan titik lampu dapat dilihat pada layout instalasi listrik pada lampiran 1, lampiran 2, lampiran 3.

1.3.3 Tata Letak Saklar Lampu Penerangan

Penghitungan untuk menentukan rating saklar. Diambil yang melayani lampu penerangan dengan daya terbesar pada lantai 2 yang melayani 14 buah lampu teras dengan daya 8 W dan 3 buah lampu tangga dengan daya 14 W, dengan daya total sebesar 154 W.

Rating saklar berdasarkan rumus 2.19 :

$$I = \frac{154}{220 \times 0,9} = 0.78 \text{ A}$$

Spesifikasi teknis dari saklar yang digunakan adalah sebagai berikut :

1. Rating tegangan 100 V
2. Rating arus minimal 3 A
3. Tipe pemasangan, dipasang pada dinding (recessed) dan menggunakan doss dengan ketinggian 120 cm di atas permukaan lantai yang sudah jadi.

Pemasangan tata letak saklar dapat dilihat pada layout instalasi listrik pada lampiran 1, lampiran 2, lampiran 3.

1.3.4 Tata Letak Stop Kontak

Pemasangan tata letak stop kontak harus sesuai dengan gambar pada perancangan. Untuk tata letak kotak kontak dapat dilihat pada Layout instalasi Listrik pada lampiran 1, lampiran 2, lampiran 3.

1.4 Pemilihan Penghantar

Spesifikasi kabel yang akan digunakan untuk instalasi listrik Rumah Susun ini dapat dilihat pada lampiran.

1.4.1 Perhitungan Luas Penampang Penghantar

Perhitungan untuk penghantar pada panel Lantai 1 (Hall).
Berdasarkan rumus 2.13, beban yang dipakai 10 lampu 36 Watt, 4 stop kontak. Total beban 1160 Watt, maka :

$$I = \frac{1160}{220 \times 0,9} = 5,86 \text{ A}$$

Arus nominal ini diperoleh KHA penghantar sebesar :

$$\text{KHA} = 1,25 \times I_n$$

$$\text{KHA} = 1,25 \times 5,86 = 7,33 \text{ Ampere}$$

Maka diperoleh ukuran penghantar ialah NYM 1,5 mm². Sedangkan ukuran penghantar yang dipilih ialah NYM 3 X 2,5 mm². Hal ini berdasarkan pertimbangan, supaya drop tegangan pada penghantar tersebut kecil, dan untuk spare jika ada penambahan daya di masa yang akan datang.

Perhitungan ukuran penghantar utama (Panel Lantai 1)

Dengan menggunakan rumus 2.13, diperoleh :

$$I = \frac{2052}{220 \times 0,9} = 10,36 \text{ A}$$

Maka

$$\text{KHA} = 1,25 \times 10,36 = 12,95 \text{ A}$$

Tabel 4.4. Penentuan KHA Panel Lantai 1

| No. | Ruangan | S (W) | V (V) | cos φ | $\frac{V}{\text{Cos } \phi}$ | In (A) | KHA | Penghantar (mm ²) |
|-----|----------------|----------|----------|----------|------------------------------|-----------|-------|----------------------------------|
| 1 | Rumah 1 | 633 | 220 | 0.9 | 198 | 3.20 | 4.00 | 2.5 |
| 2 | Rumah 2 | 633 | 220 | 0.9 | 198 | 3.20 | 4.00 | 2.5 |
| 3 | Rumah 3 | 633 | 220 | 0.9 | 198 | 3.20 | 4.00 | 2.5 |
| 4 | R.Perpustakaan | 544 | 220 | 0.9 | 198 | 2.75 | 3.43 | 2.5 |
| 5 | R. Serba guna | 1088 | 220 | 0.9 | 198 | 5.49 | 6.87 | 2.5 |
| 6 | Hall | 1160 | 220 | 0.9 | 198 | 5.86 | 7.32 | 2.5 |
| 7 | Musholah | 960 | 220 | 0.9 | 198 | 4.85 | 6.06 | 2.5 |
| 8 | R.Pompa air | 2052 | 220 | 0.9 | 198 | 10.36 | 12.95 | 2.5 |
| 9 | Tempat parkir | 520 | 220 | 0.9 | 198 | 2.63 | 3.28 | 2.5 |
| 10 | Tangga | 42 | 220 | 0.9 | 198 | 0.21 | 0.27 | 2.5 |
| 11 | Teras | 64 | 220 | 0.9 | 198 | 0.32 | 0.40 | 2.5 |
| 12 | Selasar | 160 | 220 | 0.9 | 198 | 0.81 | 1.01 | 2.5 |

| | | | | | | | | |
|----|---------------|----|-----|-----|-----|------|------|-----|
| 13 | Kamar mandi 1 | 12 | 220 | 0.9 | 198 | 0.06 | 0.08 | 2.5 |
| 14 | Kamar mandi 2 | 12 | 220 | 0.9 | 198 | 0.06 | 0.08 | 2.5 |

$$\begin{aligned}
 \text{KHA utama} &= \text{KHA terbesar} + \text{ arus nominal yang lainnya} \\
 &= 12,95 + 42,99 \\
 &= 55,94 \text{ A}
 \end{aligned}$$

Perhitungan untuk penghantar pada panel Utama

Untuk menentukan penghantar utama, maka terlebih dahulu kita harus mencari :

1. KHA terbesar pada kelima lantai
2. In pada panel lainnya

Dari data, maka KHA terbesar ada pada panel lantai 1 (beban total lebih besar), yaitu :

$$I_n = \frac{15442}{3 \times 380 \times 0,9} = 26,07 \text{ A}$$

Arus nominal dari panel lantai 1 ialah 14,37 A. Dari arus nominal ini diperoleh KHA, sebesar :

$$\text{KHA} = 1,25 \times 26,07 = 32,59 \text{ A}$$

Maka penghantar yang digunakan NYM 5 x 4 mm².

In pada lantai 2, yaitu :

$$I_n = \frac{8513}{3 \times 380 \times 0,9} = 14,37 \text{ A}$$

Perhitungan ukuran penghantar utama (panel utama),

KHA penghantar utama

$$= \text{KHA terbesar} + \text{ arus nominal lainnya}$$

$$= 32,59 + (14,37 + 26,07 + 26,07 + 26,07)$$

$$= 125,17 \text{ A}$$

Maka penghantar yang digunakan ialah NYM 5 x 25 mm².

1.4.2 Pemasangan Penghantar

Penempatan penghantar yang digunakan untuk instalasi penerangan Rumah Susun, terdiri dari dua jenis, yaitu melalui pipa PVC dan melalui Tray kabel (khusus untuk panel). Penempatan penghantar harus sesuai dengan ketentuan yang tercantum dalam PUIL 2000, mengenai pemasangan penghantar dalam pipa.

- Hanya kabel rumah yang tidak rusak boleh dipasang di dalam pipa instalasi.
- Di dalam instalasi tidak boleh ada sambungan penghantar, penyambungan penghantar ini harus dilaksanakan dalam kotak sambung atau kotak cabang yang diperuntukkan bagi maksud itu¹³.
- Kabel rumah dan kabel instalasi tidak boleh dimasukkan / ditarik ke dalam pipa instalasi sebelum pekerjaan kasar, Antara lain pembetonan dan pelesteran, diselesaikan.

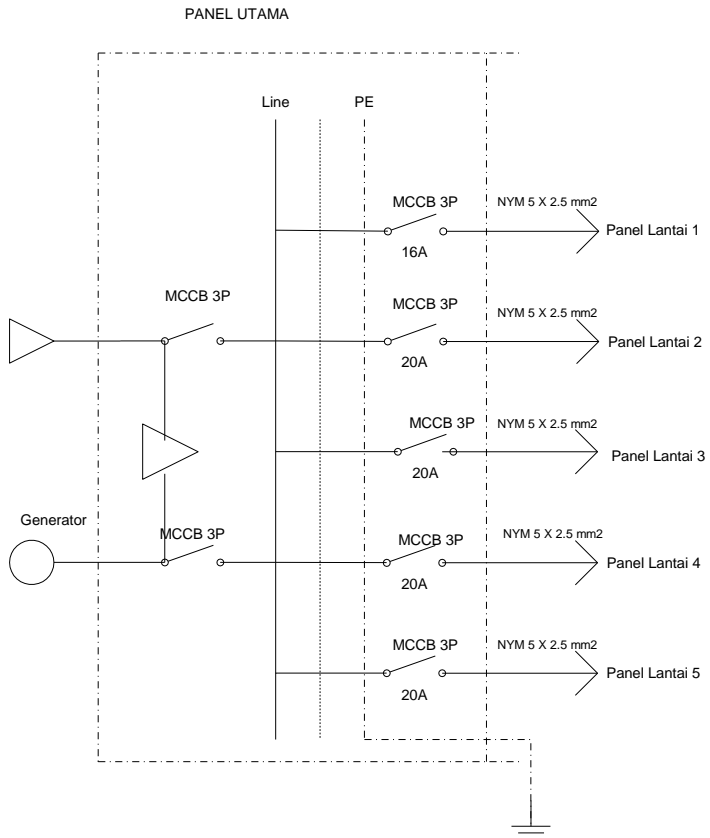
1.5 Pembagian Kelompok Beban

Suplay energi listrik untuk Rumah Susun ini menggunakan sistem 3 fasa dengan tegangan suplai 220 / 380 V, sehingga perlu dilakukan pembagian kelompok beban, hal ini bertujuan untuk :

1. Menjaga keseimbangan beban pada tiap fasa
2. Melokalisir gangguan yang timbul dengan tidak mempengaruhi kerja sistem secara keseluruhan
3. Mempermudah dalam pemasangan, pemeriksaan, pengoperasian dan perbaikan.
4. Jika ada gangguan pada satu kelompok, maka kelompok lain tetap tidak akan terpengaruh gangguan tersebut.

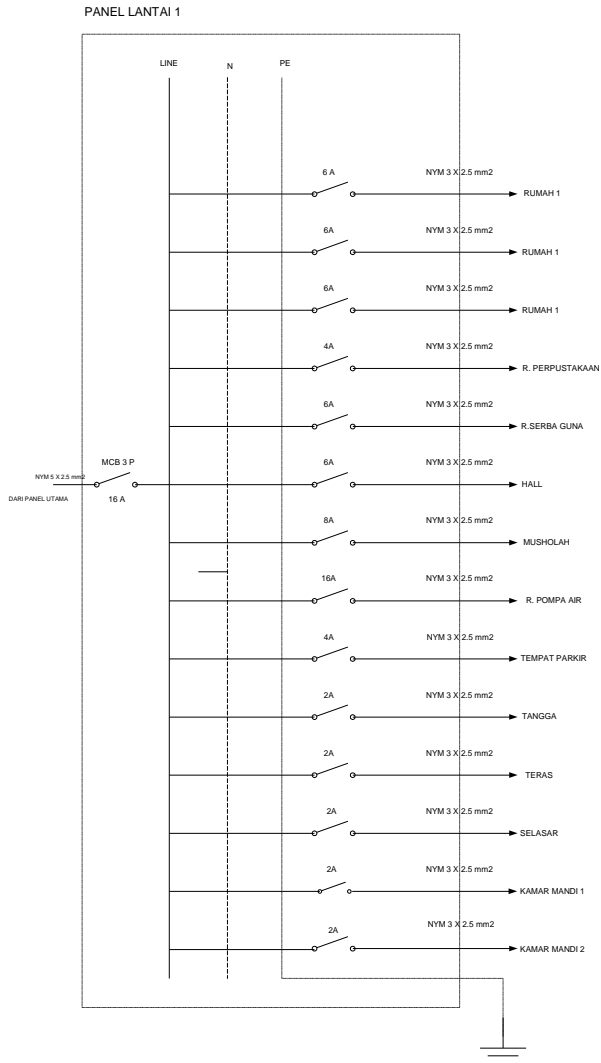
Untuk lebih jelasnya, uraian pembagian kelompok beban untuk Rumah Susun ini dapat dilihat pada gambar ... Diagram Rekapitulasi Daya.

4.5.1 Single Line Diagram Panel Utama



Gb. 4.6. Single Line Diagram Panel Utama

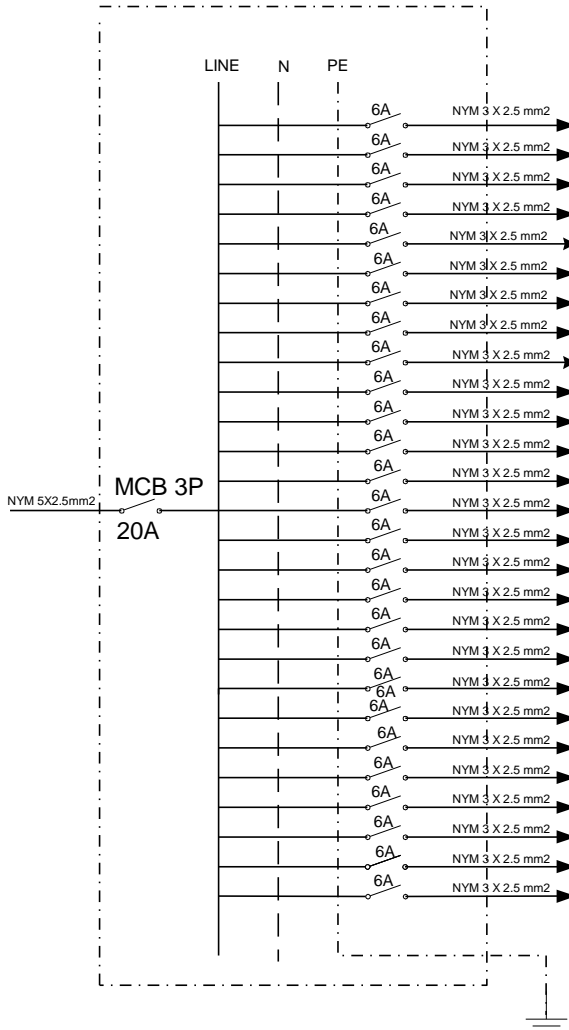
4.5.2 Single Line Diagram Panel Lantai 1



Gb. 4.7. Single Line Diagram Panel Lantai 1

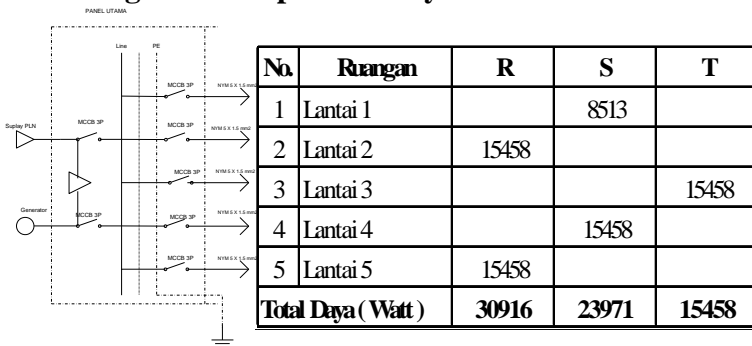
4.5.3 Single Line Diagram Panel Lantai 2

PANEL LANTAI 2



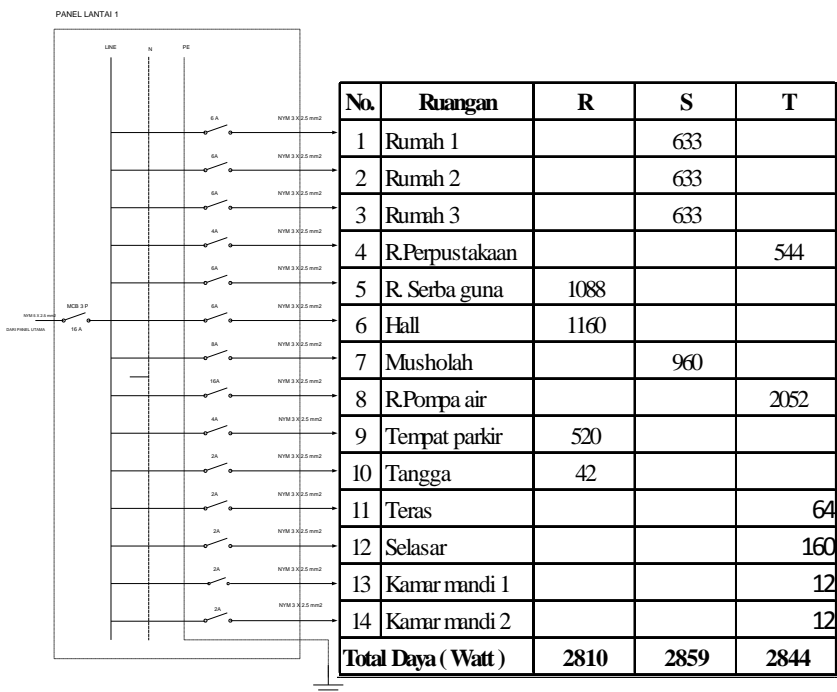
Gb. 4.8. Single Line Diagram Panel Lantai 2

4.5.4 Diagram Rekapitulasi Daya Panel Utama



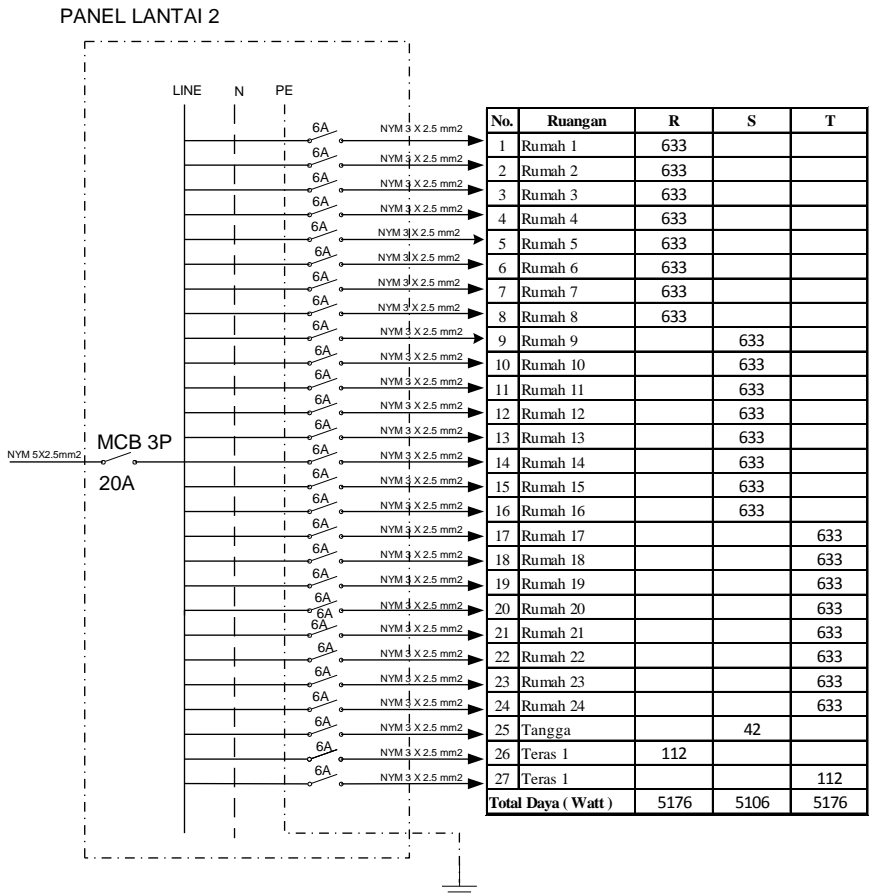
Gb. 4.9. Diagram Rekapitulasi Daya Panel Utama

4.5.5 Diagram Rekapitulasi Daya Panel Lantai 1



Gb. 4.10. Diagram Rekapitulasi Daya Panel Lantai 1

4.5.6 Diagram Rekapitulasi Daya Panel Lantai 2



Gb. 4.11. Diagram Rekapitulasi Daya Panel Lantai 2

1.6 Perhitungan Drop Tegangan

Dalam penyaluran tenaga listrik dari suatu sumber ke beban pada suatu instalasi, akan terjadi suatu perbedaan tegangan antara tegangan di sisi sumber dan tegangan di sisi beban. Hal ini disebabkan oleh adanya drop tegangan di dalam sistem instalasinya. Susut tegangan Antara terminal konsumen dan sembarang titik dari instalasi tidak boleh melebihi 5% dari tegangan pengenal pada terminal konsumen¹⁵.

Presentasi susut tegangan ialah 5 %, maka :

$$\text{Untuk sistem 3 fasa: } \Delta U = \frac{\Delta U}{100\%} U_n = \frac{5\%}{100\%} 380 = 19 \text{ V}$$

$$\text{Untuk sistem 1 fasa: } \Delta U = \frac{\Delta U}{100\%} U_n = \frac{5\%}{100\%} 220 = 11 \text{ V}$$

Rugi tegangan berdasarkan luas penampang untuk arus , bolak balik tiga fasa (penampang minimum), yaitu :

$$\Delta U = \sqrt{3} \times I \times l (RL \cos \varphi + XL \sin \varphi)$$

Perhitungan untuk jarak beban terjauh dari panel utama, yaitu panel utama ke beban yang terhubung dengan panel lantai 5.

Perhitungan drop tegangan dari panel utama ke panel lantai Dengan asumsi $\cos \varphi = 0,9$ Kabel NYY 4 x 2,5 mm².

$$l = 15 \text{ m} = 0,015 \text{ (dari poanel utama ke panel lantai 5)}$$

$$I = \frac{15442}{380 \sqrt{3} \times 0,9} = 26,07 \text{ A}$$

$$RL \cos \varphi + XL \sin \varphi = 7,89 \text{ } \Omega/\text{km}$$

$$\begin{aligned}\Delta U &= \sqrt{3} \times I \times l (R_L \cos \phi + X_L \sin \phi) \\ &= \sqrt{3} \times 26,07 \times 0,015 \times 7,89 \\ &= 5,34 \text{ V}\end{aligned}$$

$$\Delta U = \frac{\Delta U}{U_n} 100\% = \frac{5,34}{380} 100\% = 1,41\%$$

Jadi drop tegangan dari panel utama ke panel Lantai 5 masih sesuai dengan ketentuan PUIL 2000, yaitu sebesar 5,34 V atau 1,41 %.

1.7 Rating Arus Pengaman

Untuk dapat menentukan rating arus pengaman, kita harus terlebih dulu menghitung arus nominal yang mengalir pada rangkaian. Rating arus pengaman, untuk instalasi penerangan adalah lebih besar atau sama dengan arus nominal.

Syarat – syarat pengaturan pengaman :

1. Tidak ada elemen pengaman yang memutuskan hubungan selama rangkaian dalam keadaan normal.
2. Jika terjadi gangguan pengaman yang harus bekerja adalah pengaman yang terdekat dengan titik gangguan, sedangkan rangkaian tidak mendapat gangguan harus tetap dapat beroperasi
3. Apabila pengaman terdekat dari titik gangguan tidak dapat bekerja, maka pengaman pelindung yang harus bekerja.

Mencari setting pengaman, terlebih dahulu kita harus menentukan In yang mengalir pada beban tersebut :

In untuk beban pada hall di panel lantai 2, dengan menggunakan rumus 2.19 :

$$I_n = \frac{1160}{\sqrt{3} \times 380 \times 0,9} = 1,96 \text{ A}$$

Maka dipilih setting pengaman (MCB) = 4 A

Untuk menentukan setting pengaman utama masing – masing panel;

Total beban lantai 1 sebesar 8513 Watt

Maka beban yang terpasang = total beban x faktor keserempakan (0,8)

Beban yang terpasang = 8513 x 0,8 = 6810,4 VA

Sesuai tabel 4.5 Standard Daya PLN, maka dipilih setting Pengaman (MCB) utama panel lantai 1 = 3 phasa 16 A

Pengaman (MCB) utama panel lantai 2,3,4,5 = 3 phasa 20 A

Untuk menentukan setting pengaman panel utama

Berdasarkan tabel standard daya PLN, maka daya yang diajukan ke PLN untuk penyambungan sebesar 66.000 VA. hal ini dikarenakan hasil perhitungan total beban terpasang pada Rumah Susun ini sebesar 56.225 VA.

Beban yang terpasang = total beban x faktor keserempakan (0,8)

Beban yang terpasang = 70281 x 0,8 = 56.225 VA

$$I_n = \frac{70281}{\sqrt{3} \times 380 \times 0,9} = 118,65 \text{ A}$$

Arus nominal dari panel lantai 1 ialah 118,65 A. maka dipilih setting pengaman panel utama = 3 phasa 100 A.

Tabel 4.5. Standard Daya PLN

| DAYA (VA) | PEMBATAS(A) | DAYA (VA) | PEMBATAS(A) |
|-----------|-------------|-----------|-------------|
| 450 | 1 X 2 | 53000 | 3 X 80 |
| 900 | 1 X 4 | 66000 | 3 X 100 |
| 1300 | 1 X 6 | 82500 | 3 X 125 |
| 2200 | 1 X 10 | 105000 | 3 X 160 |
| 3500 | 1 X 16 | 131000 | 3 X 200 |
| 4400 | 1 X 20 | 147000 | 3 X 225 |
| 3900 | 3 X 6 | 164000 | 3 X 250 |
| 6600 | 3 X 10 | 197000 | 3 X 300 |
| 10600 | 3 X 16 | 233000 | 3 X 355 |
| 13200 | 3 X 20 | 279000 | 3 X 425 |
| 165000 | 3 X 25 | 329000 | 3 X 500 |
| 23000 | 3 X 35 | 414000 | 3 X 630 |
| 33000 | 3 X 50 | 526000 | 3 X 800 |
| 41500 | 3 X 63 | 630000 | 3 X 1000 |

1.8 Catu Daya Cadangan (Genset)

Dewasa ini kebutuhan akan sumber energi yang berkesinambungan tidak dapat dihindarkan. Kondisi beban pemakaian yang menuntut selalu aktif dalam segala kondisi termasuk ketika PLN atau sumber utama daya listrik mengalami pemadaman. Saat terjadi gangguan pada suplai dari PLN, maka Rumah Susun ini akan mendapat suplai cadangan dari generator set (GENSET).



Gb.4.12. Genset Yanmar 80 kVA

Menurut prioritas pembagian beban pada Rumah Susun ini, maka saya memilih kapasitas genset yang terpasang yaitu 80 KVA akan mensuplai yaitu sebesar 70,3 KVA. Maka,

$$\begin{aligned} \text{daya terpasang} &= \text{total beban} \times \text{faktor keserempakan (0,8)} \\ &= 70281 \times 0,8 \\ &= 56,22 \text{ KVA} \end{aligned}$$

Didapat daya yang terpasang yaitu 56,22 KVA

Spesifikasi Genset sebagai berikut :

YANMAR 4TN112T

| | |
|------------|----------------|
| Engine | : Yanmar Japan |
| Model | : 4TN112T |
| Speed | : 1500 RPM |
| Alternator | : Stamford |
| Standby | : 80 KVA |

Voltage : 380/ 220 V
 Phase : 3
 Frekuensi : 50 Hz

1.9 Analisis Pentanahan

Besarnya tahanan pentanahan maksimum $2 \Omega^{16}$.

Tahanan pentanahan ini dipengaruhi oleh :

1. Jenis tanah, dimana tahanan pentanahan untuk elektroda bumi tergantung dari jenis dan keadaan tanah
2. Metode pemasangan, pemasangan pentanahan dengan menggunakan elektroda batang.

Berdasarkan PUIL 2000, nilai tahanan jenis tanah sangat berbeda – beda bergantung pada jenis tanahnya. Jenis tanah diasumsikan jenis tanah liat dengan tahanan jenis tanah 100Ω . Penanaman elektroda batang ditanam sedalam 6 m, dengan tahanan pentanahan sebesar 20Ω .

Tabel 4.6. Resistansi jenis tanah

| Jenis Tanah | Tanah rawa | Tanah liat dan tanah ladang | Pasir basah | Kerikil basah | Pasir dan kerikil kering | Tanah berbatu |
|---------------------------------|------------|-----------------------------|-------------|---------------|--------------------------|---------------|
| Resistansi jenis (Ω -m) | 30 | 100 | 200 | 500 | 1000 | 3000 |

Tabel 4.7. Resistansi pembumian pada resistans jenis
 $Q_1 = 100$

| Jenis elektroda | Batang atau pipa panjang (m) | | | |
|----------------------------------|------------------------------|----|----|----|
| | 1 | 2 | 3 | 5 |
| Resistans pembumian (Ω) | 70 | 40 | 30 | 20 |

Untuk tahanan jenis lain (Q), maka besar resistansi pembumian ialah :

$$\frac{Q}{Q_1} = \frac{Q}{100}$$

$$\frac{100}{Q_1} = \frac{20}{100}$$

$$Q_1 = 20 \Omega$$

Untuk pemasangannya diparalel dengan tiga buah elektroda batang :

$$\frac{1}{R_c} = \frac{1}{20} + \frac{1}{20} + \frac{1}{20}$$

$$\frac{1}{R_c} = 1,5$$

$$R_c = 6,67 \Omega$$

Dari perhitungan di atas supaya didapat harga tahanan $< 20 \Omega$ maka dipasang 4 titik pentanahandengan masing – masing titik diparalel 3 buah elektroda batang dan elektroda ditanam sedalam 5 m. Jarak antara masing – masing elektroda ditentukan berdasarkan PUIL 2000.

Dimana jarak antara elektroda tersebut minimum harus dua kali panjang elektroda batang yang dipasang secara parallel agar didapat harga tahanan tidak lebih besar dari 2Ω .

Untuk menentukan diameter (d) elektroda pentanahan dapat dihitung :

$$\rho = R \times \frac{2 \times \pi \times l}{\ln [4 \times \frac{l}{d}]}$$

Dimana :

ρ : tahanan jenis tanah (Ω)

R : tahanan pentanahan (Ω)

π : konstanta

l : panjang elektroda yang ditanam (m)

d : diameter batang elektroda pentanahan (m)

diameter elektroda batang, dapat dihitung sebagai berikut :

$$100 = 20 \times \frac{2 \times 3,14 \times 6}{\ln [4 \times \frac{1}{d}]} d = \frac{4}{\frac{20 \times 2 \times 3,14 \times 6}{100}}$$

$$d = 0,022 \text{ m} \approx 22 \text{ mm (tersedia di pasaran 25 mm)}$$

Jadi sistem pentanahan yang dipakai untuk Rumah Susun ini menggunakan elektroda batang dengan diameter 25 mm dengan panjang masing – masing elektroda 6 m, dan dipasang sebanyak 4 titik pentanahan dan tiap titik terdiri dari tiga batang elektroda.