

## PERENCANAAN SISTEM ELEKTRIKAL PADA APARTEMEN MENARA ONE SURAKARTA

Ulil Albab Al Faruq<sup>1</sup>, Budi Santoso<sup>1</sup>, Chico Hermanu B. Apribowo<sup>2</sup>

<sup>1</sup> Teknik Mesin – Universitas Sebelas Maret

<sup>2</sup> Teknik Elektro – Fakultas Teknik - Universitas Sebelas Maret

---

### Keywords :

*Menara One  
High rises building  
Apartments  
Electrical system  
Electric power*

---

### Abstract :

*This paper presents the design of electrical system in Menara One apartment. Electrical system calculation based on PUIL 2000 method. The conductor uses 1.25 times the nominal current as a safety factor. The calculation of voltage drop based on total load, length, and area of conductor. Total load is calculated from apartment room and apartment utility load. Total load results are used to determine generator capacity and transformer. The load capacities apartment rooms are 2.2 kVA for type 1 and 3.5 kVA for type 2-6. The total of utility load is 215.8 kVA. The maximum installed room for the apartment is 982.31 kVA with voltage drop from the farthest panel to the LVMDP is 1.89%.*

---

## 1. PENDAHULUAN

Kota Surakarta merupakan kota dengan perkembangan kepadatan penduduk cukup tinggi. Terbatasnya persediaan lahan di kota ini menjadi alasan utama untuk membangun gedung-gedung bertingkat untuk menunjang aktifitas masyarakat. Apartemen Menara One merupakan salah satu bangunan yang direncanakan untuk tujuan tersebut.

[8] menyatakan bahwa sistem elektrikal dalam suatu gedung meliputi pengubahan tegangan menengah PLN menjadi tegangan rendah, dan persediaan sarana distribusi listrik tegangan rendah hingga ke beban-beban peralatan listrik. Sistem elektrikal harus dapat melindungi gedung dari bahaya terjadinya kebakaran karena hubung singkat. Sistem kelistrikan mengikuti persyaratan umum instalasi listrik (PUIL).

[7] melakukan perencanaan elektrikal pada bangunan tempat tinggal maupun industri di Nigeria dengan menggunakan software *NEC Calculator*. Hasilnya adalah software ini mampu membantu designer elektrikal dalam menghitung jumlah penerangan, ukuran penghantar, susut tegangan dan kalkulasi beban listrik.

[5] mengusulkan panduan tentang aplikasi dari instalasi sistem MEP untuk integrasi antar muka pada konstruksi gedung. Delapan kriteria yang diperhatikan dalam sistem *MEP* adalah keamanan, fungsional, konstruksi, koordinasi dengan pekerja konstruksi sipil, ekonomi, efisiensi, mudah perawatan, dan kemudahan untuk dilakukan pembaharuan sistem.

[4] melakukan perancangan sistem *Mekanikal Elektrikal Plumbing (MEP)* STIKES Muhammadiyah Klaten. Perancangan menghasilkan daya total 99,85 kVA dan pengaman MCB pusat sebesar 200 A. AC yang digunakan adalah 1,5 PK, 2 PK dan 2,5 PK. Kebutuhan air bersih rata-rata adalah sebesar 8,89 m<sup>3</sup>/jam dengan head pompa 27,6 m dan volume tangki air bawah sebesar 7480 liter.

Artikel ini akan membahas perencanaan sistem elektrikal di Apartemen Menara One Surakarta yang meliputi daya listrik suplai PLN pada hunian apartemen, daya listrik peralatan utilitas, total daya apartemen dan susut tegangan.

## 2. DASAR TEORI

### 2.1 Perhitungan Instalasi Penerangan

Langkah-langkah perhitungan instalasi penerangan adalah sebagai berikut:

- Menentukan data ukuran ruangan
- Menentukan tingkat pencahayaan minimum yang direkomendasikan [2].
- Menentukan tingkat pencahayaan yang direncanakan ( $F_{total}$ ),

$$F_{total} = \frac{E \times A}{K_p \times K_d} \text{ (lumen)} \quad (1)$$

Dimana:

$E$  = Tingkat pencahayaan minimum (lux)

$A$  = Luas bidang kerja (m<sup>2</sup>)

$K_p$  = Koefisien penggunaan

$K_d$  = Koefisien penyusutan

- d. Menentukan jenis lampu yang akan digunakan. Jenis lampu yang dapat dipilih adalah lampu LED, lampu Fluoresen, lampu pijar dan lampu HID.
- e. Menentukan jumlah armatur ( $N_{total}$ ),

$$N_{total} = \frac{F_{total}}{F_1 \times n} \quad (2)$$

Dimana:

- $F_1$  = Fluks satu buah lampu (lux)  
 $n$  = Jumlah lampu dalam satu armatur  
 $F_{total}$  = Tingkat pencahayaan yang direncanakan

### 2.2 Kemampuan Hantar Arus

Luas penghantar berdasarkan arus yang melewati penghantar. Arus nominal yang melewati suatu penghantar dapat ditentukan dengan menggunakan persamaan berikut:

Untuk arus bolak-balik satu fasa

$$I = \frac{P}{v \times \cos\phi} (A) \quad (3)$$

Untuk arus bolak-balik tiga fasa

$$I = \frac{P}{\sqrt{3} \times v \times \cos\phi} (A) \quad (4)$$

Dimana:

- $I$  = Arus nominal (A)  
 $P$  = Daya aktif (W)  
 $V$  = Tegangan (V)  
 $\cos \phi$  = Faktor daya

Luas penghantar kabel dilihat dari katalog yang dikeluarkan oleh Yunitomo (2016) yang berdasarkan Kemampuan Hantar Arus (KHA). KHA yang dipakai dalam pemilihan luas penghantar kabel adalah 1,25 kali dari arus nominal yang melewati penghantar tersebut [1].

### 2.3 Pengaman

MCB (*Mini Circuit Breaker*) dan MCCB (*Molded Case Circuit Breaker*) berfungsi sebagai pengaman arus hubung singkat dan beban lebih. Kapasitas MCB dan MCCB dipilih dengan mengetahui kemampuan hantar arus pemutus daya yang besarnya 2,5 kali dari arus nominal. Arus nominal diketahui dengan Persamaan (3) dan (4).

### 2.4 Susut Tegangan

Susut tegangan adalah rugi yang diakibatkan resistansi dan reaktansi pada penghantar. Susut tegangan berbanding lurus dengan panjang saluran dan beban, serta berbanding terbalik dengan luas penampang saluran. Persamaan susut tegangan adalah,

$$\Delta V = \sqrt{3} \times I \times l (R \cos\phi + X \sin\phi) \quad (5)$$

Dimana:

- $I$  = Arus (A)  
 $(R \cos\phi + X \sin\phi)$  = Resistansi dan reaktansi penghantar ( $\Omega/\text{km}$ )  
 $l$  = Panjang penghantar (km)

Susut tegangan dinyatakan dalam persen % dan tidak boleh lebih dari 5% dari tegangan PHB (Panel Hubung Bagi) utama yaitu:

$$\Delta V(\%) = \frac{\Delta V \times 100\%}{V} \quad (6)$$

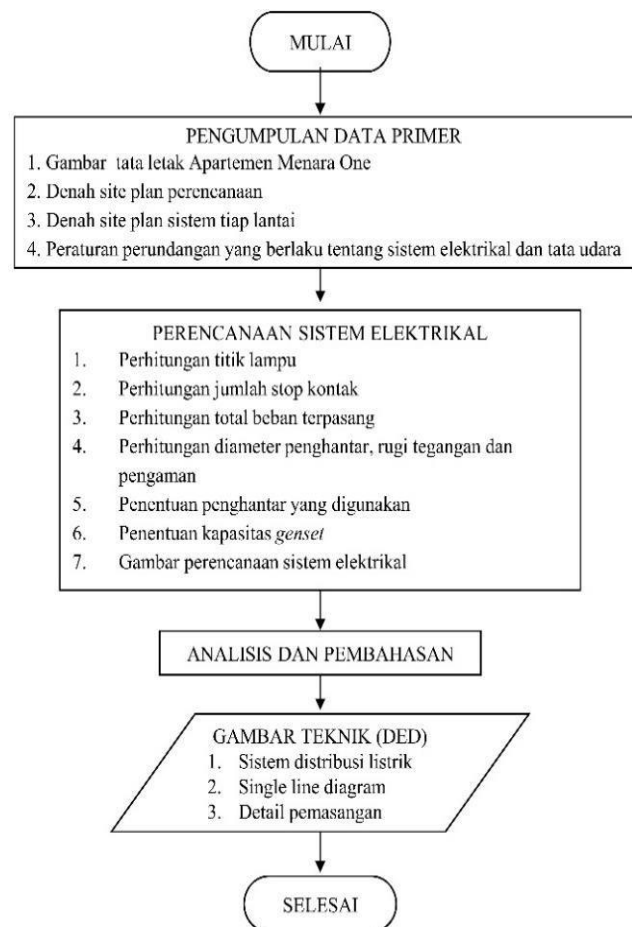
Dimana:

- $\Delta V$  = Susut tegangan (V)  
 $V$  = Tegangan (V)

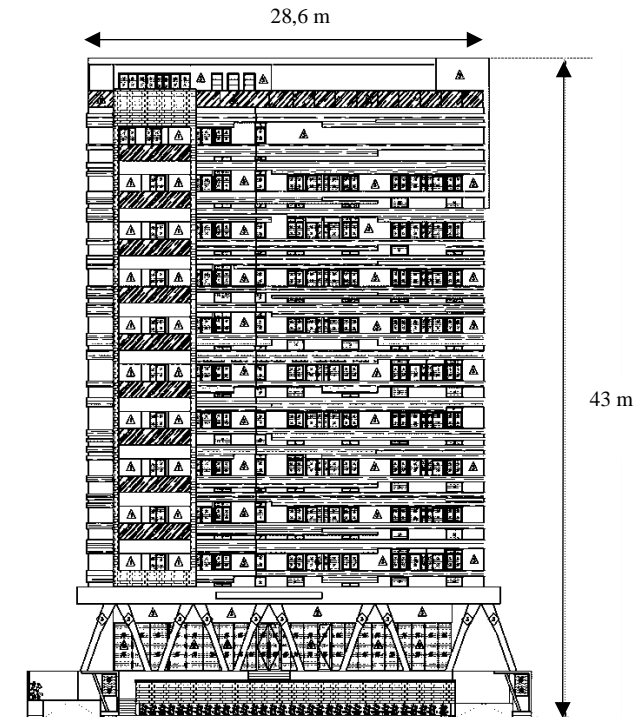
## 3. METODE PENELITIAN

Tahapan perencanaan sistem elektrikal gedung dapat dilihat pada Gambar 1. Gedung Apartemen Menara One terletak di Jl. Permata Raya, Pabelan, Kartasura, Kabupaten Sukoharjo, Jawa tengah. Tampak Apartemen Menara One dapat dilihat pada Gambar 2. Apartemen Menara One terdiri dari 12 lantai. Unit apartemen terletak pada Lantai 2 sampai dengan Lantai 11. Retail dan *foodcourt* terletak pada Lantai 1 dan resto terletak pada Lantai 12. Apartemen ini dibangun diatas tanah seluas 2000 m<sup>2</sup> dengan tinggi 43 m (Menara Santoso, 2016). Secara rinci ruang dan luas dapat dilihat pada Tabel 1.

Data-data arsitek dan hasil survey digunakan untuk menentukan daya listrik penerangan, daya listrik utilitas gedung, daya masing-masing apartemen sehingga didapat kapasitas transformator dan genset.



Gambar 1. Diagram alir perencanaan



Gambar 2. Tampak gedung Apartemen Menara One

Tabel 1. Ruang dan luas lantai Apartemen Menara One

Lantai	Ruang	Luas (m <sup>2</sup> )
Dasar	R. Genset	24,87
	R. BBM	19,00
	R. Panel	43,00
	R. Pompa	38,23
	R. Panel PLN	2,00
	R. TPS	1,47
	R. MEP	62,21
	R. Shaft Plumbing	2,00
1	R. Fitnees Centre	97,50
	R. Ganti	20,24
	R. Retail 1	14,40
	R. Retail 2	11,30
	R. Retail 3	11,30
	R. Retail 4	11,30
	R. Retail 5	11,30
	R. Retail 6	164,10
	R. Retail 7 Food Court	115,20
	R. Toilet Pria	5,60
R. Toilet Wanita	5,60	

Lantai	Ruang		Luas (m <sup>2</sup> )	
	Hunian apartemen			
	Type hunian	Jumlah hunian		
2-10	Type 1	135	23,49	
	Type 2	18	31,59	
	Type 3	9	34,01	
	Type 4	9	44,95	
	Type 5	27	31,59	
	Type 6	9	58,68	
	11	Hunian apartemen		Luas (m <sup>2</sup> )
Type hunian		Jumlah hunian		
Type 1		5	23,49	
Type 2		3	31,59	
Type 3		2	34,01	
Type 4		1	44,95	
Type 5		3	31,59	
Type 6		1	58,68	
12	R. Resto		272,12	
	R. Dapur		41,30	
	R. Toilet Resto		19,35	
	Kolam Renang		52,50	
	Terrace		80,64	

**4. HASIL DAN PEMBAHASAN**

**4.1 Instalasi Penerangan**

Bentuk ruangan pada unit apartemen sebagian besar berbentuk persegi. Jumlah lampu dan armatur untuk masing-masing ruangan bergantung dari fungsi dan luas ruangnya. Perhitungan jumlah lampu dan armatur pada sebuah ruangan, bertujuan untuk mendapatkan tingkat pencahayaan yang baik. Perencanaan menggunakan katalog lampu merek Philips [10]. Sebagai contoh perhitungan penerangan yang berdasarkan [2] untuk kamar tidur unit apartemen tipe 1 adalah,

Data ruangan kamar tidur:

- Panjang ( $p$ ) = 3,7 m
- Lebar ruangan = 3,2 m
- Tinggi dari bidang kerja = 2,3 m
- $K_p$  (bangunan baru) = 0,9
- $K_d$  (bangunan baru) = 0,8
- $E$  (kamar tidur) = 125 lux

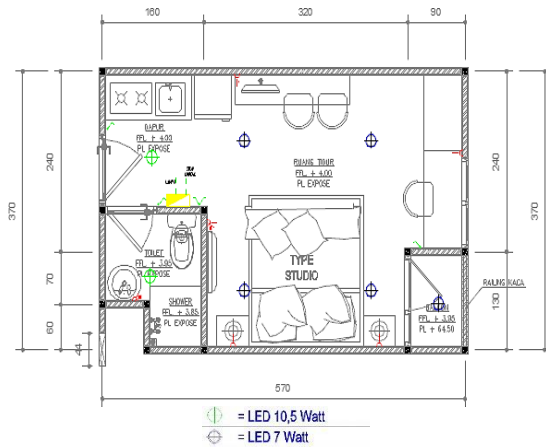
Dengan Persamaan (1) didapat fluks total sebesar,

$$F_{total} = \frac{125 \times (3,7 \times 3,2)}{0,9 \times 0,8} = 2055,6 \text{ lumen}$$

Asumsi lampu memakai merek philips LED 7 W ( $F_1 = 470$  lumen) dan dengan Persamaan (2) didapat jumlah armatur/lampu sebesar,

$$N_{armatur} = \frac{2055,6}{470 \times 1} = 3,9 \rightarrow 4 \text{ lampu}$$

Jumlah armatur/lampu pada kamar tidur adalah 4 lampu dengan daya per lampu 7 watt. Peletakan lampu penerangan kamar tidur apartemen tipe 1 dilihat pada Gambar 3.



Gambar 3. Instalasi penerangan apartemen tipe 1

Dengan cara yang sama didapat jumlah lampu balkon 1 buah dengan daya 7 W, jumlah lampu kamar mandi 1 buah dengan daya 10,5 W dan jumlah lampu dapur 1 buah dengan daya 10,5 W.

**4.2 Penentuan Daya Listrik**

Hasil perhitungan daya listrik masing-masing tipe apartemen dapat dilihat pada Tabel 2. Daya listrik untuk peralatan utilitas bangunan ditunjukkan pada Tabel 3.

Daya listrik tiap lantai ditunjukkan pada Tabel 4. Jumlah total daya listrik Apartemen Menara One Surakarta adalah 854,07 kVA. Dengan asumsi penambahan 15% dari daya total untuk SDP (*Sub Distribution Panel*) cadangan didapat daya listrik total Apartemen Menara One sebesar 982,31 kVA

Berdasarkan perhitungan daya total, transformator yang dipilih adalah yang berkapasitas 1000kVA *step down* [3] dan genset dengan kapasitas 1000 kVA tipe *open type* [6].

Tabel 2. Daya Listrik Apartemen

Tipe Apartemen	Daya Peralatan (VA)							Total Daya Peralatan (VA)	Daya Langganan PLN (VA)
	Lampu	Kulkas	TV	AC	Exhaust Fan	Elektrik Water Heater	Socket outlet		
1	70,63	88,24	94,12	600,00	223,53	437,50	600,00	2131,18	2200
2	161,88	88,24	94,12	1270,59	223,53	437,50	1000,00	3240,59	3500
3	219,38	88,24	94,12	1494,12	335,29	437,50	500,00	3475,88	3500
4	142,50	88,24	188,24	1588,24	223,53	437,50	600,00	3176,47	3500
5	128,75	88,24	94,12	1164,71	223,53	437,50	600,00	2703,53	3500
6	201,88	88,24	94,12	1670,59	141,18	411,76	800,00	3346,47	3500

Tabel 3. Daya Peralatan Utilitas Apartemen

No	Peralatan Utilitas bangunan	Lokasi	Jumlah	Daya (VA)	Total Daya (VA)
1	Mesin Lift	Lantai atap	2	10000	20000
2	Pompa Transfer	Lantai dasar	1	5500	5500
3	Pompa Filter	Lantai dasar	1	1100	1100
4	Pompa Deepwell	Lantai dasar	1	7500	7500
5	Elektrik Hydrant pump	Lantai dasar	1	150000	150000
6	Jockey pump	Lantai dasar	1	7500	7500
7	Booster pump	Lantai atap	1	2200	2200
8	Pressure fan	Lantai atap	2	11000	22000
TOTAL					215800

**4.3 Perhitungan luas penampang penghantar**

Sebagai contoh luas penampang penghantar adalah penghantar utama LVMDP (*Low Voltage Main Distribution Panel*) ke PP (*Power Panel*) lantai 1. Dengan menggunakan Persamaan (4), arus nominal penghantar dari LVMDP ke PP Lantai 1 adalah,

$$I = \frac{43195,48}{\sqrt{3} \times 380} = 65,45 \text{ A}$$

Berdasarkan arus nominal diperoleh KHA sebesar,

$$KHA = 1,25 \times 65,45 = 81,81 \text{ A}$$

KHA sebesar 81,81 A didapat luas penghantar NYY  $4 \times 25 \text{ mm}^2$  [11]. Dengan cara yang sama didapat luas penghantar kabel untuk seluruh instalasi. Jenis penghantar yang digunakan pada Apartemen Menara One adalah NYM, NYY, FRC, NA2XSY dan NYFGbY.

**4.4 Pembagian Kelompok Beban**

Suplai energi listrik apartemen Menara One menggunakan sistem 3 fasa dengan tegangan suplai 220/380 V, sehingga perlu dilakukan pembagian kelompok beban. Hal ini bertujuan untuk menjaga keseimbangan beban pada tiap fasa, melokalisir gangguan yang timbul agar tidak mempengaruhi kerja sistem secara keseluruhan, mempermudah dalam pemasangan, pemeriksaan, pengoperasian dan perbaikan. Alur pendistribusian daya listrik dari Panel LVMDP (*Low Voltage Main Distribution Panel*) ke panel beban ditunjukkan pada Gambar 4.

Secara keseluruhan terdapat 17 panel beban. Pada setiap lantai terdapat satu buah panel beban, kecuali lantai dasar memiliki tiga buah panel yang terdiri dari satu panel pompa, satu panel *hydrant* dan satu panel dasar.

**4.5 Perhitungan Susut Tegangan**

Perhitungan susut tegangan terbesar pada Apartemen Menara One adalah dari jarak terjauh LVMDP ke PP lantai 12. Dengan menggunakan Persamaan (3) didapat arus nominal dari LVMDP ke PP lantai 12 sebesar,

$$I = \frac{24394}{380\sqrt{3}} = 37,06 \text{ A}$$

Asumsi yang digunakan adalah,  $\cos \phi = 0,8$  kabel NYY  $4 \times 6 \text{ mm}^2$

$$L = 63 \text{ m} = 0,063 \text{ km}$$

$$(R\cos\phi + X\sin\phi) = 1,78 \Omega/\text{km}$$

Dengan menggunakan Persamaan (5) dan (6) didapat susut tegangan sebesar,

$$\Delta V = \sqrt{3} \times 37,06 \times 0,063 \times 1,78 = 7,19 \text{ V}$$

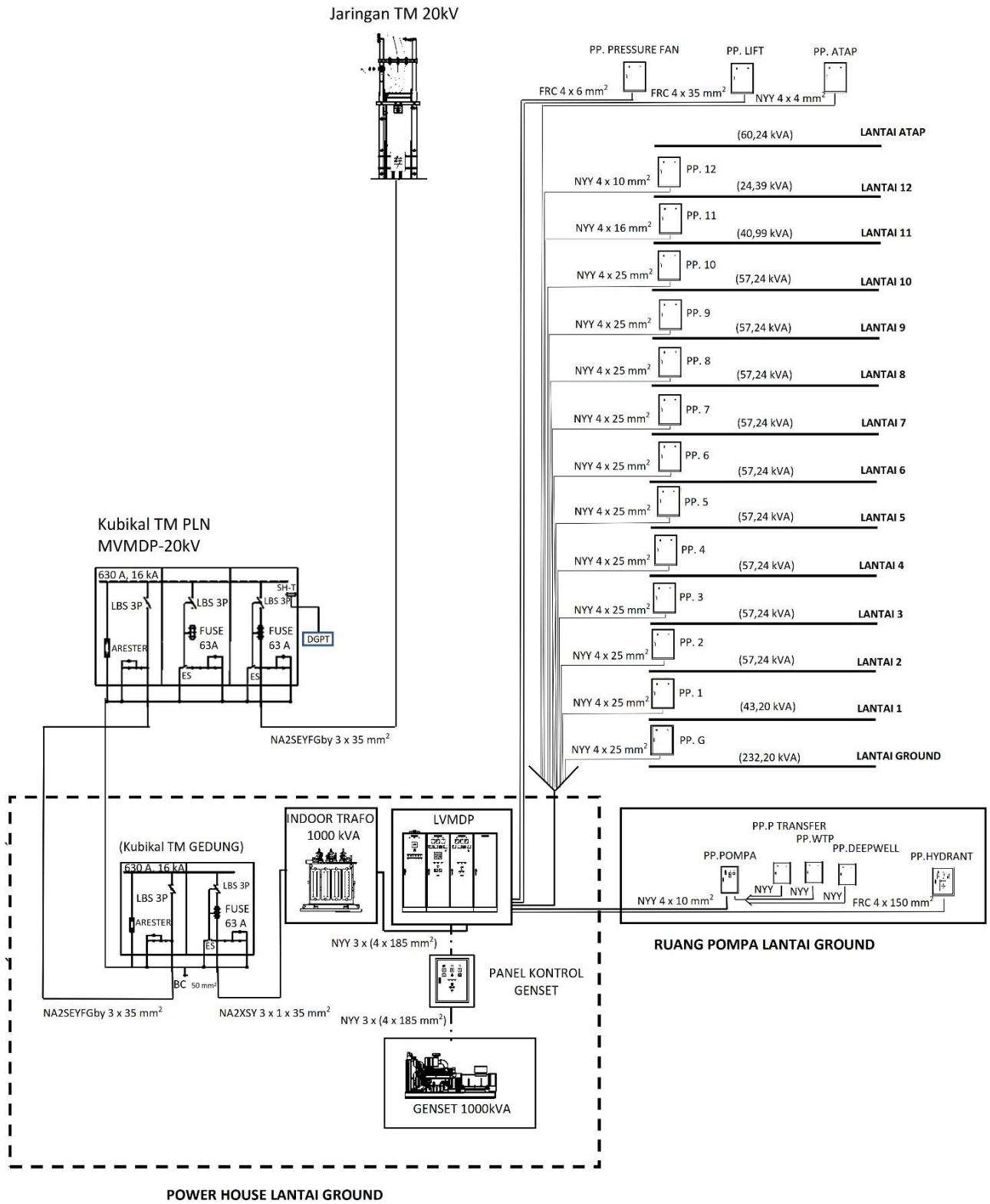
Jadi persentase susut tegangannya sebesar:

$$\Delta V(\%) = \frac{7,19}{380} \times 100\% = 1,89 \%$$

Nilai susut tegangan yang diperoleh tidak melebihi dari yang disyaratkan [1] yaitu 5%, hal ini berarti telah memenuhi ketentuan yang berlaku.

Tabel 4. Daya listrik tiap lantai

No	Lantai	Daya (VA)					Total Daya (VA)
		Penerangan	Apartemen	AC	Utilitas	Socket Outlet	
1	Lantai dasar	7064,71	-	-	213750,30	2000,00	232200,00
2	Lantai 1	3787,06	-	34114,91	447,06	4400,00	43200,00
3	Lantai 2	905,00	55300,00	-	-	400,00	57240,00
4	Lantai 3	905,00	55300,00	-	-	400,00	57240,00
5	Lantai 4	905,00	55300,00	-	-	400,00	57240,00
6	Lantai 5	905,00	55300,00	-	-	400,00	57240,00
7	Lantai 6	905,00	55300,00	-	-	400,00	57240,00
8	Lantai 7	905,00	55300,00	-	-	400,00	57240,00
9	Lantai 8	905,00	55300,00	-	-	400,00	57240,00
10	Lantai 9	905,00	55300,00	-	-	400,00	57240,00
11	Lantai 10	905,00	55300,00	-	-	400,00	57240,00
12	Lantai 11	1272,00	39000,00	-	320,00	400,00	40992,00
13	Lantai 12	2419,41	-	18960,00	1214,12	2000,00	24394,00
14	Lantai atap	2614,12	-	-	55330,00	2000,00	60240,00
Total							854074,00



Gambar 4. Diagram distribusi listrik Apartemen Menara One

## 5. KESIMPULAN

Dari perhitungan sistem elektrikal yang telah dilakukan dapat disimpulkan bahwa:

1. Daya listrik pada hunian apartemen tipe 1 adalah 2200 VA dan daya listrik pada hunian apartemen tipe 2 sampai 6 adalah 3500 VA.
2. Kapasitas Transformator *stepdown* dan genset adalah 1000 kVA.
3. Susut tegangan maksimum yang terjadi adalah 1,89 % atau 7,19 V.

## 6. DAFTAR PUSTAKA

- [1] BSN, "SNI 04-0225-2000: Persyaratan Umum Instalasi Listrik 2000," *PUIL 2000*, Jakarta, 2000.
- [2] BSN, "SNI 03-6575-2001: Tata Cara Perancangan Sistem Pencahayaan Buatan Pada Bangunan Gedung," Jakarta, 2001.
- [3] Centrado, "Centrado Distribution & Power Transformers Catalog," Centrado, 2017. [pdf]. Tersedia: <http://centrado.co.id/images/stories/.../bro-surtrafotm-en.pdf>, [Diakses: 12 Februari 2017].
- [4] D. I. Fawzi, "Perancangan Sistem Mekanikal Elektrikal Plumbing ( MEP ) pada Gedung Perawat Stikes," *Skripsi, Teknik Elektro Universitas Muhammadiyah Surakarta*. 2015.
- [5] S. J. Guo, C. S. Tai, and H. C. Chen, "The Application of MEP Systems Installation for Interface Integration in Building Construction," *J. Marine Sci. Tech.*, vol. 21, pp. 15–23. doi:10.6119/JMST-011-0708-1, 2013.
- [6] Komatsu, "Full Line-Up of EGS-Series Generator Set Catalog," Komatsu, 2017. [pdf] Tersedia: [http://komatsu.com/generator/shared/pdf/line\\_up\\_of\\_egs\\_series\\_generator.pdf](http://komatsu.com/generator/shared/pdf/line_up_of_egs_series_generator.pdf), [diakses: 24 Februari 2017].
- [7] J. Lanre and C. Akinyemi, "Design and Development of Calculator Software for Residential Electrical Services Design," *Int. J. Eng. Tech.*, vol. 2, pp. 371–378. 2012.
- [8] A. Lukmantara, "Sistem Elektrikal Gedung," Lukmantara, 2014. [Online] Tersedia: <http://aloekmantara.blogspot.co.id/2014/5/sistem-elektrikal-gedung>, [Diakses: 14 November 2016].
- [9] Menara Santosa, "Menara One Soho Apartments," Menara Santosa, 2016. [Online]. Tersedia: <http://menarasantosa.com>, [Diakses: 21 November 2016].
- [10] Philips, "Philips Lighting Catalogue," Philips, 2017. [pdf]. Tersedia: <http://philips-lighting-catalogue-2017-final-interactive1-europe.pdf>, [Diakses: 16 Februari 2017]
- [11] Yunitomo, "Yunitomo Electrical Cable Catalog," Yunitomo, 2017. [pdf]. Tersedia: <http://www.yunitomo.com/files/katalog%20yunitomo%202017.pdf>, [Diakses: 12 Februari 2017].