**REDESAIN SISTEM INSTALASI LISTRIK GEDUNG FARMASI 1**

**PT. KONIMEX SOLO**

Sri Dewi Utami\*), Karnoto, Susatyo Handoko

Program Studi Sarjana Departemen Teknik Elektro, Universitas Diponegoro

Jl. Prof. Sudharto, SH, Kampus UNDIP Tembalang, Semarang 50275, Indonesia

*\*)E-mail: sduutami@gmail.com*

**Abstrak**

Gedung Farmasi 1 PT. Konimex Solo dibangun pada tahun 1982, perlu dilakukan evaluasi instalasi listrik berdasarkan undang-undang nomor 30 tahun 2009. Hal ini bertujuan untuk mengetahui kondisi kelistrikan sebuah gedung sesuai persyaratan teknik dan keselamatan berdasar standar PUIL (Persyaratan Umum Instalasi Listrik) 2011. Kondisi eksisting pada gedung ini didapatkan jatuh tegangan terbesar pada penghantar SMDP O sebesar 4,23%. Selain itu pencahayaan ruangan gedung yang tidak sesuai dengan standar BPOM. Berdasarkan kondisi tersebut, penulis melakukan perancangan ulang instalasi listrik gedung dengan perangkat bantu ETAP 12.6 yang disesuaikan dengan standar. Hasil dari simulasi dan perhitungan, menunjukkan bahwa ukuran penghantar yang direkomendasikan minimal 4 mm2 dan maksimal 400 mm2. Jatuh tegangan terkecil berada pada penghantar LP-OA sebesar 0,11% dan jatuh tegangan terbesar berada pada penghantar SMDP O sebesar 2,78%. Kapasitor bank yang diperlukan sebesar 200 kVAR pada SMDP O serta 150 kVAR pada SMDP OE.

*Kata Kunci: ETAP 12.6, Perancangan Ulang, PUIL 2011.*

**Abstract**

Pharmacy Building 1 PT. Konimex Solo was built in 1982, it is necessary to evaluate the electrical installation based on law number 30 of 2009. This aims to determine the electrical condition of a building according to the technical and safety requirements based on the PUIL standard (General Requirements for Electrical Installation) 2011. Existing conditions in the building this is the biggest voltage drop in the delivery of SMDP O of 4,23%. In addition, the lighting of building rooms is not in accordance with BPOM standards. Based on these conditions, the author redesigned the building's electrical installations with ETAP 12.6 assistive devices that were adjusted to the standard. The results of the simulations and calculations show that the recommended conductor size is at least 4 mm2 and a maximum of 400 mm2. The smallest voltage drop is in the conductor of LP-OA of 0,11% and the largest voltage drop is in the conductor of SMDP O of 2,78%. The required capacitor bank is 200 kVAR on SMDP O and 150 kVAR on SMDP OE.

*Keywords: ETAP 12.6, Redesign, PUIL 2011.*

**1. Pendahuluan**

Konimex selalu mengupayakan agar setiap produknya mampu memenuhi kebutuhan para konsumennya. Untuk itu Konimex melakukan riset pasar untuk memahami kebutuhan dan keinginan konsumen. Hal inilah yang mendorong lahirnya berbagai inovasi di setiap produk yang dihasilkannya, mulai dari kemasan yang lebih ekonomis, penggunaan bahan yang lebih baik, hingga teknologi proses produksi yang lebih modern.

Untuk mewujudkan proses produksi yang lebih modern, maka harus diimbangi dengan sistem kelistrikan yang memadai dan handal. Dibangun pada tahun 1982, pabrik baru yang ada di Sanggrahan Sukoharjo ini telah berumur lebih dari 36 tahun sehingga perlu diadakannya evaluasi instalasi listrik. Hal ini bertujuan untuk mengetahui kondisi kelistrikan gedung saat ini apakah masih memenuhi persyaratan teknik dan keselamatan atau tidak, baik berupa perubahan kualitas maupun kuantitas. Perubahan tersebut berpengaruh terhadap kelayakan instalasi dan keselamatan pemakainya.

Kawat penghantar pada sebuah instalasi listrik yang kerap dipakai akan mengalami penurunan kualitas tahanan kabel. Pemilihan ukuran penampang kabel yang tidak sesuai dengan kebutuhan beban juga dapat merusak tahanan kabel. Penambahan beban stop kontak yang tidak sesuai standar juga menyebabkan panas dan menurunkan kualitas isolasi.

Berdasarkan hal tersebut, penulis merancang sebuah desain perbaikan instalasi Gedung Farmasi 1 PT. Konimex Solo dengan menyesuaikan pergantian beban penerangan baru dan mengacu kepada standar Persyaratan Umum Instalasi Listrik (PUIL) 2011 dan *International Electrotechnical Commission* (IEC). Stadar ini bertujuan agar pengusahaan instalasi listrik terselenggara dengan baik, untuk menjamin keselamatan manusia dari bahaya kejut listrik, keamanan instalasi listrik beserta perlengkapannya, keamanan gedung serta isinya dari kebakaran akibat listrik, dan perlindungan lingkungan. Metode simulasi dan perhitungan digunakan sebagai pendekatan untuk menentukan spesifikasi luas penampang penghantar, besar jatuh tegangan, kebutuhan kapasitor bank dan kebutuhan generator set.

Perancangan ulang (redesain) sistem instalasi listrik gedung Farmasi 1 PT. Konimex Solo ini akan dirancang menggunakan *software* ETAP 12.6 untuk menggambarkan dan mensimulasikan *single line diagram* serta mengetahui besar jatuh tegangan dalam sistem.

**2. Metodologi Penelitian**

**2.1. Langkah Penelitian**

Tugas akhir ini dilaksanakan dalam beberapa tahap penelitian. Diagram alir penelitian ditunjukkan pada Gambar 1.



**Gambar 1. Diagram Alir Penelitian**

**2.2. Pengumpulan Data**

Pengumpulan data pada tugas akhir ini meliputi *single line diagram* kondisi eksisting, serta pengumpulan data beban lama dan beban baru. Pembuatan denah perencanaan instalasi digunakan untuk merancang kebutuhan beban saat ini. Kelistrikan Gedung Farmasi 1 PT. Konimex Solo disuplai oleh trafo dengan kapasitas 2 trafo sebesar 630 kVA dan 1 trafo sebesar 1000 kVA. Ketiga trafo ini menyuplai 2 *Sub Main Distribution Panel* (SMDP) yakni SMDP O dan OE dengan rincian sebagai berikut.

1. SMDP O terdiri dari:
2. Panel PP-1B (Farmasi 1)
3. Panel SDP-FM/1/B (Farmasi 1)
* LP-1C
* LP-1D
* LP-1E
1. Panel LP-1H (Farmasi 1)
2. Panel PP-1C (Farmasi 1)
3. Panel AHU ZONE 3/B
4. Panel Intake Fan
5. Panel SDP-B
6. Panel PP-05
7. Panel RO
8. Panel PP-06
9. Panel LP-OD
10. Panel LP-OA
11. Panel LP-OE
12. Panel PPO/SO-1
13. SMDP OE terdiri dari
14. Panel PP-1D (Farmasi 1)
15. Panel SDP-FM/1/C (Farmasi 1)
* LP-1F
* LP-1G
1. Panel PP-E7
2. Panel Chiller Collete
3. Panel SDP-EB
4. Panel LP-EC
5. Panel LP-ED
6. Panel LP-CL

**Tabel 1. Pembagian Beban Kondisi Redesain**

|  |  |
| --- | --- |
| **Sumber** | **Beban (Watt)** |
| TRAFO Ke LVMDP | 2833959 |
| **PANEL SMDP** |  |
| LVMDP Ke SMDP O | 534376 |
| LVMDP Ke SMDP OE | 318583 |
| **PANEL SMDP O** |  |
| PANEL PP-1B | 210836 |
| PANEL SDP-FM/1/B | 182008 |
| LP-1C | 12022 |
| LP-1D | 8821 |
| LP-1E | 10565 |
| PANEL LP-1H | 40337 |
| PANEL PP-1C | 18555 |
| **PANEL SMDP OE** |  |
| PANEL PP-1D | 52178 |
| PANEL SDP-FM/1/C | 184025 |
| LP-1F | 5709 |
| LP-1G | 11446 |



**Gambar 2. *Single Line Diagram* Gedung Farmasi 1 PT. Konimex Solo**

**3. Hasil dan Analisis**

**3.1 Hasil Simulasi ETAP 12.6**

Berdasarkan hasil perancangan beban, kemudian dibuat diagram garis tunggal pada ETAP 12.6. Diagram garis tunggal ditunjukkan pada Gambar 2 dengan hasil simulasi pada Tabel 2.

**Tabel 2. Hasil simulasi**

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| **Sumber** | **Luas Penampang Penghantar (mm2)** | ***Voltage Drop* (%)** |
| **Fasa** | **Netral** | **PE** | **Simulasi** |
| Trafo 1 - PLN 2 Ke LVMDP | 400 | 400 | 185 | 0,82 |
| Trafo 2 - PLN 4 Ke LVMDP | 400 | 400 | 185 | 0,82 |
| Trafo 3 - PLN 5 Ke LVMDP | 500 | 500 | 240 | 1,09 |
| **LVMDP** |  |  |  |  |
| LVMDP Ke SMDP O | 300 | 300 | 150 | 2,99 |
| LVMDP Ke SMDP OE | 300 | 300 | 150 | 1,69 |
| LVMDP Ke Gudang Promosi  | 6 | 6 | 6 | 0,66 |
| LVMDP Ke LP Areal Jalan | 6 | 6 | 6 | 0,67 |
| LVMDP Ke SMDP C | 300 | 300 | 150 | 0,72 |
| LVMDP Ke PP WS | 185 | 185 | 95 | 0,88 |
| LVMDP Ke PP 1E | 50 | 50 | 25 | 0,80 |
| LVMDP Ke PP Lab | 16 | 16 | 16 | 0,60 |
| LVMDP Ke LP A | 6 | 6 | 6 | 0,67 |
| LVMDP Ke LP Areal Jalan | 6 | 6 | 6 | 0,67 |
| LVMDP Ke SMDP A | 300 | 300 | 150 | 0,87 |
| LVMDP Ke SMDP B1&B2 | 300 | 300 | 150 | 0,80 |
| **SMDP O** |  |  |  |  |
| Panel PP-1B | 300 | 300 | 150 | 1,07 |
| **Sumber** | **Luas Penampang Penghantar (mm2)** | ***Voltage Drop* (%)** |
| **Fasa** | **Netral** | **PE** | **Simulasi** |
| Panel SDP-FM/1/B | 300 | 300 | 150 | 0,91 |
| LP-1C | 16 | 16 | 10 | 0,28 |
| LP-1D | 16 | 16 | 10 | 0,17 |
| LP-1E | 16 | 16 | 10 | 0,24 |
| Panel LP-1H | 25 | 25 | 16 | 0,76 |
| Panel PP-1C | 16 | 16 | 16 | 0,62 |
| Panel AHU ZONE 3/B | 10 | 10 | 10 | 0,55 |
| Panel INTAKE FAN | 4 | 4 | 4 | 0,19 |
| Panel SDP B | 10 | 10 | 10 | 0,96 |
| Panel PP 05 | 35 | 35 | 16 | 0,81 |
| Panel PP RO | 16 | 16 | 16 | 0,61 |
| Panel PP 06 | 4 | 4 | 4 | 1,06 |
| Panel LP OD | 6 | 6 | 6 | 0,81 |
| Panel LP OA | 4 | 4 | 4 | 0,13 |
| Panel LP OE | 10 | 10 | 10 | 0,64 |
| Panel PPO/SO-1 | 16 | 16 | 16 | 0,10 |
| **SMDP OE** |  |  |  |  |
| Panel PP-1D | 50 | 50 | 25 | 0,75 |
| Panel SDP-FM/1/C | 300 | 300 | 150 | 0,72 |
| LP-1F | 16 | 16 | 10 | 0,24 |
| LP-1G | 16 | 16 | 10 | 0,20 |
| Panel PP E7 | 95 | 95 | 50 | 0,86 |
| Panel CHILLER COLLETE | 10 | 10 | 10 | 0,87 |
| Panel SDP EB | 16 | 16 | 16 | 0,70 |
| Panel LP EC | 4 | 4 | 4 | 0,26 |
| Panel LP ED | 4 | 4 | 4 | 0,80 |
| Panel LP CL | 4 | 4 | 4 | 0,80 |

**3.2 Perhitungan Manual**

*3.2.1 Penentuan Kabel*

**1. Menentukan Ukuran Kabel Fasa**

Pemilihan kabel fasa panel PP-1B menggunakan perhitungan dengan pembebanan 100% sebagai berikut.

$$I=\frac{P}{\sqrt{3}x V x Cos Phi}$$

$$I=\frac{210836}{\sqrt{3}x 400 x 0,80}$$

$$I=380,4 Ampere$$

Dengan faktor koreksi

$$I'= \frac{I}{k1 x k2}$$

$$I^{'}= \frac{380,4}{0.94 x 1}$$

$$I'=404,7 Ampere$$

Maka dapat didapatkan kuat hantar arus sebagai berikut

$$KHA=125\%×I$$

$$KHA=125\%×404,7=505,8 Ampere$$

Sesuai dengan tabel KHA terus menerus untuk kabel tanah inti tunggal, berkonduktor tembaga, dan berselubung PVC maka didapatkan ukuran kabel fasa NYY 300 mm2. Pemilihan kabel ini juga mempertimbangkan kesesuaian sistem pada simulasi ETAP 12.6.

**2. Menentuan Ukuran Kabel Netral**

Pemilihan ukuran kabel netral berdasarkan IEC yang dipakai pada standar Cenelec, untuk besaran kabel netral 1:1 dengan luas penghantar kabel fasanya. Sehingga didapatkan hasil sesuai persamaan (2.4) sebagai berikut.

$$N=1×300 mm^{2}$$

$$N=300 mm^{2}$$

**3. Menetukan Ukuran Kabel PE (*Protection Earth*)**

Pemilihan kabel PE disesuaikan dengan standar PUIL 2011, dimana apabila penghantar fasa memiliki luas penampang lebih dari 35 mm2 ($S>35$) maka luas penampang minimum proteksi terakait adalah sebesar $\frac{S}{2}$. Sehingga didapatkan hasil sebagai berikut.

$$Sp=\frac{300}{2}=150 mm^{2}$$

* + 1. *Perhitungan Jatuh Tegangan*

Luas penampang penghantar pada tabel diatas dapat berubah menyesuaikan dengan nilai jatuh tegangannya, dimana jatuh tegangan yang diperbolehkan oleh PUIL 2011 adalah kurang dari 4%.

***Outgoing* Trafo**

Berdasarkan standar IEC 60288 didapatkan resistansi dan reaktansi kabel dengan luas penghantar 400 mm2 isolasi XLPE adalah sebagai berikut

$R=0,064 Ω/km$

$X=0,089 Ω/km$

Sesuai dengan persamaan (2.8), maka didapatkan jatuh tegangan sebagai berikut.

$$∆V=\frac{\sqrt{3}×\left(R\_{c1ph}\cos(φ)+ X\_{c1ph}\sin(φ)\right)×I×L×10^{-3}}{V}×100\%$$

$$∆V=\frac{\sqrt{3}×\left(0,064×0,99+0,089×0,15\right)×825×30×10^{-3}}{400}×100\%$$

$$∆V=0,83\%$$

**Panel SMDP O**

Berdasarkan standar IEC 60288 didapatkan resistansi dan reaktansi kabel dengan luas penghantar 300 mm2 isolasi PVC adalah sebagai berikut

$R=0,0601 Ω/km$

$X=0,22 Ω/km$

Sesuai dengan persamaan (2.8), maka didapatkan jatuh tegangan sebagai berikut

$$∆V=\frac{\sqrt{3}×\left(R\_{c1ph}\cos(φ)+ X\_{c1ph}\sin(φ)\right)×I×L×10^{-3}}{V}×100\%$$

$$∆V=\frac{\sqrt{3}×\left(0,0601×0,95+0,22×0,32\right)×530×284×10^{-3}}{400×3}×100\%$$

$$∆V=2,78\%$$

**Panel PP-1B**

Berdasarkan standar IEC 60288 didapatkan resistansi dan reaktansi kabel dengan luas penghantar 300 mm2 isolasi PVC adalah sebagai berikut

$R=0,0601 Ω/km$

$X=0,22 Ω/km$

Sesuai dengan persamaan (2.8), maka didapatkan jatuh tegangan sebagai berikut

$$∆V=\frac{\sqrt{3}×\left(R\_{c1ph}\cos(φ)+ X\_{c1ph}\sin(φ)\right)×I×L×10^{-3}}{V}×100\%$$

$$∆V=\frac{\sqrt{3}×\left(0,0601×0,80+0,22×0,60\right)×247×102×10^{-3}}{400×2}×100\%$$

$$∆V=0,98\%$$

*3.2.3 Perhitungan Kapasitor*

Untuk memperbaiki faktor daya pada panel SMDP O dan SMDP OE maka perlu dipasang kapasitor bank, dengan cos θ awal sebesar 0,76 pada SMDP O dan 0,78 pada SMDP OE dengan perbaikan faktor daya menjadi 0,9. Sesuai dengan persamaan (2.9), maka akan diperoleh hasil sebagai berikut.

1. Panel SMDP O

$$P\_{1}=534376 W$$

$$S\_{1}=\frac{P}{Cos θ}=\frac{534376}{0,76}=702202 VA$$

$$Q\_{1}=\sqrt{S^{2}-P^{2}}=\sqrt{702202^{2}-534376^{2}}=455555 VAR$$

$$P\_{2}=534376 W$$

$$S\_{2}=\frac{P}{Cos θ}=\frac{534376}{0,9}=593751 VA$$

$$Q\_{2}=\sqrt{S^{2}-P^{2}}=\sqrt{593751^{2}-534376^{2}}=258810 VAR$$

Kapasitor bank yang dibutuhkan

$$Q=Q\_{1}-Q\_{2}=455555-258810=196745 VAR $$

1. Panel SMDP OE

$$P\_{1}=318583 W$$

$$S\_{1}=\frac{P}{Cos θ}=\frac{318583}{0,78}=408440 VA$$

$$Q\_{1}=\sqrt{S^{2}-P^{2}}=\sqrt{408440^{2}-318583^{2}}$$

$=255593$ VAR

$$P\_{2}=318583 W$$

$$S\_{2}=\frac{P}{Cos θ}=\frac{318583}{0,9}=353981 VA$$

$$Q\_{2}=\sqrt{S^{2}-P^{2}}=\sqrt{353981^{2}-318583^{2}}=154296 VAR$$

Kapasitor bank yang dibutuhkan

$$Q=Q\_{1}-Q\_{2}=255593-154296=101297 VAR$$

Dari perhitungan diatas didapatkan perbaikan faktor daya menjadi 0,9 dengan penambahan kapasitor bank untuk panel SMDP O sebesar 200 kVAR dan untuk panel SMDP OE sebesar 150 kVAR.

* + 1. *Perhitungan Kebutuhan Genset*

Genset dibutuhkan untuk mensuplai Gedung Farmasi 1 PT. Konimex Solo ketika terjadi pemadaman. Perhitungan ini untuk mempertimbangkan kebutuhan genset itu sendiri untuk operasional pabrik dan mengetahui besar genset yang diperlukan. Untuk mencari kapasitas genset terlebih dahulu mencari *Demand Factor*, selanjutnya menentukan kapasitas daya dengan perhitungan sebagai berikut.

Total beban terpasang Gedung Farmasi 1 :

$$P=P\_{SMDP 0}+P\_{SMDP OE}=534376+31858$$

$$=852959 W$$

Total beban maksimum terukur Gedung Farmasi 1 :

$$P=P\_{SMDP 0}+P\_{SMDP OE}=347344+20707$$

$$=554423 W$$

$$DF=\frac{554423}{852959}=0,6499≈0,65$$

Kapasitas Daya

$$P=DF×Beban Total Terpasan×Faktor Keamanan Trafo$$

$$P=0,65×554423×125\%$$

$$P=450468,6875 W$$

$$P=450,469 kW$$

Menentukan rating kinerja daya genset

Dalam perancangan ini, penulis menggunakan genset dengan merk genset yang diproduksi oleh perusahaan Caterpillar dengan rating kinerja genset sebagai berikut.

$$S=\frac{450,469}{0,85}=529,964 kVA$$

Sehingga genset yang digunakan sesuai dengan spesifikasi perusahaan Caterpillar adalah genset dengan rating 550 kVA.

**3.3 Analisis**

*3.3.1 Perbandingan Luas Penampang Kabel*

**Tabel 3. Perbandingan Luas Penghantar Perhitungan dan Simulasi**

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| **Sumber** | **Luas Penampang Penghantar (mm2)** | **Luas Penampang Penghantar (mm2)** |
| **Fasa** | **Netral** | **PE** | **Fasa** | **Netral** | **PE** |
| Trafo 1 - PLN 2 Ke LVMDP | 400 | 400 | 185 | 400 | 400 | 185 |
| Trafo 2 - PLN 4 Ke LVMDP | 400 | 400 | 185 | 400 | 400 | 185 |
| Trafo 3 - PLN 5 Ke LVMDP | 500 | 500 | 240 | 500 | 500 | 240 |
| **LVMDP** |  |  |  |  |  |  |
| LVMDP Ke SMDP O | 300 | 300 | 150 | 300 | 300 | 150 |
| LVMDP Ke SMDP OE | 300 | 300 | 150 | 300 | 300 | 150 |
| LVMDP Ke Gudang Promosi  | 6 | 6 | 6 | 6 | 6 | 6 |
| LVMDP Ke LP Areal Jalan | 6 | 6 | 6 | 6 | 6 | 6 |
| LVMDP Ke SMDP C | 300 | 300 | 150 | 300 | 300 | 150 |
| LVMDP Ke PP WS | 185 | 185 | 95 | 185 | 185 | 95 |
| LVMDP Ke PP 1E | 50 | 50 | 25 | 50 | 50 | 25 |
| LVMDP Ke PP Lab | 16 | 16 | 16 | 16 | 16 | 16 |
| LVMDP Ke LP A | 6 | 6 | 6 | 6 | 6 | 6 |
| LVMDP Ke LP Areal Jalan | 6 | 6 | 6 | 6 | 6 | 6 |
| LVMDP Ke SMDP A | 300 | 300 | 150 | 300 | 300 | 150 |
| LVMDP Ke SMDP B1&B2 | 300 | 300 | 150 | 300 | 300 | 150 |
| **SMDP O** |  |  |  |  |  |  |
| Panel PP-1B | 300 | 300 | 150 | 300 | 300 | 150 |
| Panel SDP-FM/1/B | 300 | 300 | 150 | 300 | 300 | 150 |
| LP-1C | 16 | 16 | 10 | 16 | 16 | 10 |
| LP-1D | 16 | 16 | 10 | 16 | 16 | 10 |
| LP-1E | 16 | 16 | 10 | 16 | 16 | 10 |
| Panel LP-1H | 25 | 25 | 16 | 25 | 25 | 16 |
| Panel PP-1C | 16 | 16 | 16 | 16 | 16 | 16 |
| Panel AHU ZONE 3/B | 10 | 10 | 10 | 10 | 10 | 10 |
| Panel INTAKE FAN | 4 | 4 | 4 | 4 | 4 | 4 |
| Panel SDP B | 10 | 10 | 10 | 10 | 10 | 10 |
| **Sumber** | **Luas Penampang Penghantar (mm2)** | **Luas Penampang Penghantar (mm2)** |
| **Fasa** | **Netral** | **PE** | **Fasa** | **Netral** | **PE** |
| Panel PP 05 | 35 | 35 | 16 | 35 | 35 | 16 |
| Panel PP RO | 16 | 16 | 16 | 16 | 16 | 16 |
| Panel PP 06 | 4 | 4 | 4 | 4 | 4 | 4 |
| Panel LP OD | 6 | 6 | 6 | 6 | 6 | 6 |
| Panel LP OA | 4 | 4 | 4 | 4 | 4 | 4 |
| Panel LP OE | 10 | 10 | 10 | 10 | 10 | 10 |
| Panel PPO/SO-1 | 16 | 16 | 16 | 16 | 16 | 16 |
| **SMDP OE** |  |  |  |  |  |  |
| Panel PP-1D | 50 | 50 | 25 | 50 | 50 | 25 |
| Panel SDP-FM/1/C | 300 | 300 | 150 | 300 | 300 | 150 |
| LP-1F | 16 | 16 | 10 | 16 | 16 | 10 |
| LP-1G | 16 | 16 | 10 | 16 | 16 | 10 |
| Panel PP E7 | 95 | 95 | 50 | 95 | 95 | 50 |
| Panel CHILLER COLLETE | 10 | 10 | 10 | 10 | 10 | 10 |
| Panel SDP EB | 16 | 16 | 16 | 16 | 16 | 16 |
| Panel LP EC | 4 | 4 | 4 | 4 | 4 | 4 |
| Panel LP ED | 4 | 4 | 4 | 4 | 4 | 4 |
| Panel LP CL | 4 | 4 | 4 | 4 | 4 | 4 |

Berdasarkan Tabel 3. menunjukan luas penampang penghantar sudah melalui penyesuaian terhadap jatuh tegangan agar tidak lebih dari 4% pada ujung beban. Perancangan instalasi yang dibuat menggunakan penghantar dengan ukuran minimal 4 mm2 dan maksimal ukuran penghantar 400 mm2. Hal ini telah memenuhi syarat PUIL 2011.

*3.3.2 Perbandingan Jatuh Tegangan*

**Tabel 4. Perbandingan Jatuh Tegangan Perhitungan dan Simulasi**

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| **Sumber** | ***Voltage Drop* (%)** | ***Voltage Drop* (%)** |
| **Manual** | **Simulasi** |
| Trafo 1 - PLN 2 Ke LVMDP | 0,83 | 0,82 |
| Trafo 2 - PLN 4 Ke LVMDP | 0,83 | 0,82 |
| Trafo 3 - PLN 5 Ke LVMDP | 1,19 | 1,09 |
| **LVMDP** |  |  |
| LVMDP Ke SMDP O | 2,78 | 2,99 |
| LVMDP Ke SMDP OE | 1,56 | 1,69 |
| LVMDP Ke Gudang Promosi  | 0,55 | 0,66 |
| LVMDP Ke LP Areal Jalan | 0,55 | 0,67 |
| LVMDP Ke SMDP C | 0,68 | 0,72 |
| LVMDP Ke PP WS | 0,81 | 0,88 |
| LVMDP Ke PP 1E | 0,69 | 0,80 |
| LVMDP Ke PP Lab | 0,50 | 0,60 |
| LVMDP Ke LP A | 0,55 | 0,67 |
| LVMDP Ke LP Areal Jalan | 0,55 | 0,67 |
| LVMDP Ke SMDP A | 0,82 | 0,87 |
| LVMDP Ke SMDP B1&B2 | 0,75 | 0,80 |
| **SMDP O** |  |  |
| Panel PP-1B | 0,98 | 1,07 |
| **Sumber** | ***Voltage Drop* (%)** | ***Voltage Drop* (%)** |
| **Manual** | **Simulasi** |
| Panel SDP-FM/1/B | 0,85 | 0,91 |
| LP-1C | 0,36 | 0,28 |
| LP-1D | 0,22 | 0,17 |
| LP-1E | 0,32 | 0,24 |
| Panel LP-1H | 0,67 | 0,76 |
| Panel PP-1C | 0,52 | 0,62 |
| Panel AHU ZONE 3/B | 0,45 | 0,55 |
| Panel INTAKE FAN | 0,15 | 0,19 |
| Panel SDP B | 0,77 | 0,96 |
| Panel PP 05 | 0,68 | 0,81 |
| Panel PP RO | 0,49 | 0,61 |
| Panel PP 06 | 0,86 | 1,06 |
| Panel LP OD | 0,69 | 0,81 |
| Panel LP OA | 0,11 | 0,13 |
| Panel LP OE | 0,54 | 0,64 |
| Panel PPO/SO-1 | 0,08 | 0,10 |
| **SMDP OE** |  |  |
| Panel PP-1D | 0,66 | 0,75 |
| Panel SDP-FM/1/C | 0,67 | 0,72 |
| LP-1F | 0,30 | 0,24 |
| LP-1G | 0,26 | 0,20 |
| Panel PP E7 | 0,78 | 0,86 |
| Panel CHILLER COLLETE | 0,71 | 0,87 |
| Panel SDP EB | 0,57 | 0,70 |
| Panel LP EC | 0,21 | 0,26 |
| Panel LP ED | 0,67 | 0,80 |
| Panel LP CL | 0,67 | 0,80 |

Tabel 4. merupakan perbandingan jatuh tegangan pada ETAP 12.6 dibandingkan perhitungan. Berdasarkan perancangan instalasi yang dilakukan, jatuh tegangan terkecil berada pada penghantar panel LP-OA sebesar 0,11 %, dan jatuh tegangan terbesar berada pada penghantar panel SMDP O sebesar 2,78 %. Hal ini sudah memenuhi standar PUIL 2011 yaitu kurang dari 4 %.

**4. Kesimpulan**

Hasil simulasi dan perhitungan kondisi eksisting pada gedung farmasi 1 didapatkan terdapat drop tegangan pada kabel SMDP O sebesar 4,27 pada fasa R, 4,14 pada fasa S, dan 4,27 pada fasa T. Selain itu penerangan yang ada di gedung ini belum sesuai dengan standar BPOM, sehingga perlu dilakukan redesain sistem instalasi listrik. Berdasarkan perancangan yang dilakukan menunjukan luas penampang penghantar sudah melalui penyesuaian terhadap jatuh tegangan agar tidak lebih dari 4%. Menggunakan penghantar dengan ukuran minimal 4 mm2 dan maksimal ukuran penghantar 400 mm2. Jatuh tegangan terkecil berada pada penghantar panel LP-OA sebesar 0,11%, dan jatuh tegangan terbesar berada pada penghantar panel SMDP O sebesar 2,78%. Hal ini sudah memenuhi standar PUIL 2011 yaitu kurang dari 4%. Kebutuhan kapasitor bank yang diperlukan adalah 200 kVAR pada SMDP O serta 150 kVAR pada SMDP OE. Generator set yang dibutuhkan untuk menunjang kinerja listrik pada gedung farmasi 1 sebesar 550 kVA.

**Referensi**

[1] Undang-Undang Republik Indonesia, nomor 30 Tahun 2009 tentang Ketenagalistrikan.

[2] Persyaratan Umum Instalasi Listrik 2011. Jakarta: Badan Standarisasi Nasional, 2011.

[3] Persyaratan Umum Instalasi Listrik 2000. Jakarta: Badan Standarisasi Nasional, 2000.

[4] Laras, Djoko. “Materi instalasi listrik”, 2018.

[5] Katalog Kabel Sutrado, Bogor, 2018.

[6] CENELEC 2011. Brussels: European Committee for Electrotechnical Standardization.

[7] *International Standard: Conductor of insulated cables*, IEC Standard 60228, 2004.

[8] Cekdin, Cekmas dan Taufik Barlian. 2013. *Transmisi Daya Listrik*. Yogyakarta: ANDI.

[9] Buku Pedoman Pemeliharaan Peralatan Primer Gardu Induk SKDIR 05202.K/DIR/2014 *Kapasitor* No. Dokumen: PDM/PGI/04:2014). Jakarta. PT. PLN (Persero).

[10] D. I. Gedung and H. Glodok, “Program Studi Teknik Elektro Fakultas Teknik Universitas Pakuan Bogor 1,” pp. 1–10.

[11] Suswanto, Daman. 2009. Sistem Distribusi Tenaga Listrik. Padang.

[12] Harten, P. Van, Ir. E. Setiawan. 1981. *Instalasi Listrik Arus Kuat 1*. Indonesia: Binacipta.