

## REDESAIN SISTEM INSTALASI LISTRIK GEDUNG TEKNIK PWK DAN TEKNIK ARSITEKTUR UNIVERSITAS DIPONEGORO

Very V P Panjaitan<sup>\*)</sup>, Karnoto, dan Denis

Program Studi Sarjana Departemen Teknik Elektro, Universitas Diponegoro  
Jl. Prof. Sudharto, SH, Kampus UNDIP Tembalang, Semarang 50275, Indonesia

<sup>\*)</sup>E-mail: [verypanjaitan03@gmail.com](mailto:verypanjaitan03@gmail.com)

### Abstrak

Gedung Teknik Arsitektur dan Teknik PWK dibangun pada tahun 1962 dan 1992, untuk menciptakan keamanan dan kenyamanan perlu dilakukan evaluasi sistem instalasi listrik berdasarkan undang-undang nomor 30 tahun 2009 dan persyaratan teknik dan keselamatan berdasar standar PUIL (Persyaratan Umum Instalasi Listrik) 2011. Pada kondisi eksisting didapatkan jatuh tegangan terbesar pada penghantar Stop Kontak C303 sebesar 5,63%. Selain itu pencahayaan ruangan gedung yang tidak sesuai dengan standar SNI. Berdasarkan kondisi tersebut, maka pada tugas akhir ini dilakukan perancangan ulang instalasi listrik gedung dengan software ETAP 12.6 yang disesuaikan dengan standar. Hasil dari simulasi dan perhitungan, menunjukkan bahwa ukuran penghantar yang direkomendasikan minimal 1,5 mm<sup>2</sup> dan maksimal 240 mm<sup>2</sup>. Jatuh tegangan terkecil berada pada penghantar SDP B1 sebesar 0,01% dan jatuh tegangan terbesar berada pada penghantar AC Standing sebesar 2,28%. Kapasitor bank yang diperlukan sebesar 74 kVAR pada LVMDP.

*Kata Kunci: ETAP 12.6.0, Perancangan Ulang, PUIL 2011.*

### Abstract

*The Architecture and PWK Engineering Building was built in 1962 and 1992, 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 technical and safety requirements based on the PUIL standard (General Requirements for Electrical Installation) 2011. In the existing condition the largest voltage drop obtained on the conductor of the socket C303 of 5.63%. In addition, the illumination in the building is not in accordance with SNI standards. Based on these conditions, in this final project carried out a redesign of the building's electrical installation with the ETAP 12.6 software according to standards. The results of the simulation and calculations show that the recommended conductor size is at least 1.5 mm<sup>2</sup> and the maximum is 240 mm<sup>2</sup>. The smallest voltage drop is on the SDP B1 conductor by 0.01% and the largest voltage drop is on the AC Standing conductor by 2.28%. The required capacitor bank is 74 kVAR at LVMDP.*

*Keywords: ETAP 12.6.0, Redesign, PUIL 2011*

### 1. Pendahuluan

Sebagaimana diketahui, kehidupan modern seperti saat ini memiliki ketergantungan yang sangat tinggi terhadap ketersediaan energi listrik. Energi listrik, selain sebagai infrastruktur yang dibutuhkan dalam mendorong pertumbuhan ekonomi nasional maupun regional, juga sangat dibutuhkan oleh masyarakat untuk menunjang keberlangsungan kegiatan sehari-hari serta faktor penting dalam upaya peningkatan Perkembangan teknologi peralatan yang digunakan untuk berbagai kebutuhan, secara terus menerus mengarah kepada digitalisasi di mana peralatan-peralatan dahulu dioperasikan secara manual telah digantikan oleh peralatan-peralatan yang digerakkan energi listrik. Oleh karena itulah, permintaan terhadap energi listrik semakin hari akan semakin meningkat [1]. Perlu disadari selain bermanfaat bagi kehidupan, tenaga listrik juga memiliki potensi bahaya terhadap keselamatan,

kondisi rancangan dan instalasi listrik telah mengakibatkan banyak gedung menjadi rusak sebagai akibat dari kebakaran atau gangguan-gangguan listrik yang ditimbulkan oleh ulah manusia maupun makhluk hidup lainnya [2].

Fakultas Teknik Universitas Diponegoro sebagai pencetak sumber daya manusia yang berkualitas, terus mengembangkan diri dengan mendirikan jurusan yang dibutuhkan oleh masyarakat. Teknik Arsitektur telah dibuka pada tahun 1962 merupakan jurusan tertua kedua di fakultas teknik, dan Perencanaan Wilayah dan Kota dibuka pada tahun 1992 telah terakreditasi A oleh BAN PT, Untuk menciptakan bangunan yang nyaman dan aman bagi mahasiswa dan tenaga pendidik, maka harus diimbangi dengan sistem kelistrikan yang memadai dan handal. Bangunan yang telah berdiri dari tahun 1962 dan 1992 telah berumur 58 dan 28 tahun sehingga perlu dilakukan

evaluasi sistem instalasi kelistrikan bangunan. Hal ini untuk mengetahui kondisi kelistrikan gedung saat ini masih memenuhi persyaratan teknik dan keselamatan atau tidak. Perubahan kuantitas maupun kualitas sistem instalasi akan mempengaruhi kelayakan instalasi dan keselamatan pemakaian[3].

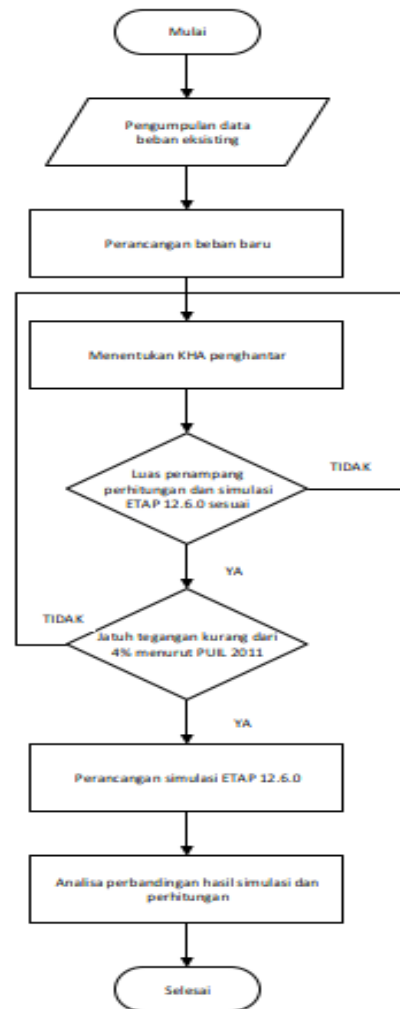
Besar beban akan mempengaruhi kualitas kawat penghantar, seiring waktu akan mempengaruhi kemampuan daya hantar listrik semakin menurun. Pemilihan ukuran penampang kabel yang tidak sesuai akan merusak tahanan isolasi kabel dan penggantian jenis lampu biasa dengan lampu hemat energi akan menghemat konsumsi daya listrik[4].

Dengan demikian untuk meningkatkan kenyamanan dan keamanan perlu dilakukan evaluasi sistem instalasi listrik, maka pada tugas akhir ini dilakukan perancangan desain perbaikan instalasi listrik gedung Teknik Arsitektur dan Perencanaan Wilayah dan Kota yang disesuaikan persyaratan Umum Instalasi Listrik (PUIL) menggunakan *software* bantu ETAP 12.6.0. metode simulasi dan perhitungan digunakan sebagai penentuan spesifikasi penampang penghantar, besar jatuh tegangan, kebutuhan kapasitor bank dan kebutuhan generator set yang mengacu kepada PUIL dan *international electrotechnical commision* (IEC) [5].

## 2. Metode

### 2.1. Langkah Penelitian

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



Gambar 1. Diagram Alir Penelitian

### 2.2. Pengumpulan Data

Pada tahap ini dilakukan pengumpulan data yaitu pengumpulan data secara langsung dari lokasi, dan pengukuran langsung sehingga bisa didapatkan gambar denah Gedung Teknik Arsitektur dan Teknik Perancangan Wilayah dan Kota Universitas Diponegoro serta dapat dirancang pula kebutuhan beban dan *single line diagram* yang diinputkan ke dalam *software* ETAP 12.6.0. Kelistrikan Gedung Teknik Arsitektur dan Teknik Perancangan Wilayah dan Kota Universitas Diponegoro di suplai trafo dengan kapasitas 400 kVA. Trafo ini menyuplai 2 *Sub Main Distribution Panel* (SMDP) Teknik Perencanaan Wilayah dan Kota yakni SMDP A dan SMDP B serta mensuplai 4 *Sub Main Distribution Panel* (SMDP) Teknik Arsitektur yakni SMDP A, SMDP B, SMDP C dan SMDP D dengan rincian sebagai berikut.

- A. SMDP PWK A terdiri dari:
1. Panel SDP A1
  2. Panel SDP Teater
  3. Panel SDP A2
  4. Panel SDP Lab. PK A2
  5. Panel SDP A3
  6. Panel SDP Lab.Perc.F
- B. SMDP PWK B terdiri dari:
1. Panel SDP B1
  2. Panel SDP B2
  3. Panel SDP Seminar B2
  4. Panel SDP B3
  5. Panel SDP Lab.Wilayah
- A. SMDP ARSI A terdiri dari:
1. Panel SDP A1
  2. Panel SDP A2
  3. Panel SDP Lab.DG A2
  4. Panel SDP A3
- B. SMDP ARSI B terdiri dari:
1. Panel SDP B1
  2. Panel SDP B2
  3. Panel SDP B3
- C. SMDP ARSI C terdiri dari:
1. Panel SDP C1
  2. Panel SDP C2
  3. Panel SDP Lab.Urban C2
  4. Panel SDP Lab.Desain C2
  5. Panel SDP C3
  6. Panel SDP Lab.Komputer C3
- D. SMDP ARSI D terdiri dari:
1. Panel SDP D1
  2. Panel SDP Admin D1
  3. Panel SDP D2
  4. Panel SDP Lab.D2
  5. Panel SDP Adm.D2
  6. Panel SDP D3
  7. Panel SDP R.D3

**Tabel 1. Pembagian Beban Kondisi Redesain**

Sumber	Beban (kW)
Trafo ke LVMDP	473,92075
<b>LVMDP</b>	
Panel SMDP PWK A	102,2695
Panel SMDP PWK B	107,626
Panel SMDP ARSI A	60,3435
Panel SMDP ARSI B	31,223
Panel SMDP ARSI C	93,38875
Panel SMDP ARSI D	79,07
<b>Panel SMDP PWK A</b>	
Panel SDP TTR 1	12,642
Panel SDP A1	24,9535
Panel SDP A2	13,0335
Panel SDP LAB. PK	12,288
Panel SDP A3	26,8325
Panel Lab lantai3	12,52
<b>Panel SDP TTR 1</b>	
Stop Kontak	1
Penerangan TTR	1
LCD	0,322
LCD	0,06
AC TTR	0,06

**Tabel 1. (Lanjutan)**

Sumber	Beban (kW)
AC TTR.1	2,04
AC TTR.2	2,04
AC TTR.3	2,04
AC TTR.4	2,04
AC TTR.5	2,04
<b>Panel SDP A1</b>	
Penerangan A1	1,0935
Stop Kontak	8,99
AC R.A	2,04
AC R.A.1	2,04
AC R.B	2,04
AC R.B.2	2,04
AC R.C	2,04
AC R.Admin	2,04
AC.R.Student lounge	2,45
LCD	0,18
<b>Panel SDP A2</b>	
Penerangan A.2	1,3355
Stop Kontak	4,24
AC. R.Sidang 1	1,029
AC. R.Sidang 2	1,029
AC. R.Kadep	0,81
AC. R.Sekdep	1,62
AC. R.TU	1,62
Komp.TU	1,35
<b>Panel SDP LAB. PK</b>	
Penerangan Lab	0,928
AC Lab.1	2,04
AC Lab.2	2,04
AC Lab.3	2,04
AC Lab.4	2,04
Stop kontak Lab	3,2
<b>Panel SDP A3</b>	
Penerangan A.3	1,5825
Stop kontak Perpus	3,2
Stop kontak Kaprodi	3,9
AC.Dos Kap.	1,62
AC.Ruang rapat	2,04
AC. Koridor	2,04
AC.Teknisi	2,04
AC.Perpus 1	2,04
AC.Perpus 2	2,04
AC.Perpus 3	2,04
AC.Perpus 4	2,04
Komp.Perpus	2,25
<b>Panel Lab lantai3</b>	
Penerangan Lab,Perc F.	1,16
Stop kontak L	3,2
AC.Lab.1	2,04
AC.Lab.2	2,04
AC.Lab.3	2,04
AC.Lab.4	2,04
<b>Panel SMDP PWK B</b>	
Panel SDP B.1	30,405
Panel SDP B.2	23,287
Panel SDP.SEM.2	11,546
Panel SDP B.3	22,02
Panel SDP LAB.Wilayah	20,368
<b>Panel SDP B.1</b>	
AC.R.B101	2,04
AC.R.B101.1	2,04
AC.R.B102	2,04
AC.R.B102.1	2,04
AC.R.B103	2,04
AC.R.B103.1	2,04
AC.R.B104	2,04
AC.R.B104.1	2,04
AC.R.B105	2,04
AC.R.B105.1	2,04
AC.R.B106	2,04
AC.R.B106.1	2,04
Stop Kontak	4,35
Penerangan B.1	1,575
<b>Panel SDP R.Seminar B2</b>	
AC.R.Seminar	2,04

Tabel 1. (Lanjutan)

Sumber	Beban (kW)
AC R. Dosen1	1,029
AC R. Dosen2	2,55
AC R.TU	2,04
AC.R.Rapat	3,069
AC.R.Mushola	0,81
Komputer TU.1	2,7
Komputer Pengelola	3,6
<b>Panel SDP A2</b>	
AC.1 Perpustakaan	1,029
AC.2 Perpustakaan	1,029
Penerangan A2	1,1695
Komputer Perpustakaan	1,35
Komputer Perpustakaan.1	1,8
<b>Panel SDP LAB. DG 2</b>	
AC LAB1	2,058
AC LAB2	2,55
AC LAB3	2,55
AC LAB4	2,55
Penerangan LAB	0,116
Komputer Lab	1,35
Stop Kontak	3,2215
<b>Panel SDP A3</b>	
Penerangan SBG	2,3375
AC standing SBG	4,4
AC R.SBG	2,04
AC R.SBG1	2,04
AC R.SBG2	4,08
<b>Panel SMDP ARSI B</b>	
Panel SDP B1	9,8125
Panel SDP B2	11,5125
Panel SDP B3	9,898
Panel SDP B1	
Penerangan B1	1,6525
AC R.B101	2,04
AC R.B101.1	2,04
AC R.B102	2,04
AC R.B102.1	2,04
<b>Panel SDP B2</b>	
Penerangan B2	0,54625
Penerangan B202	0,54625
Stop Kontak201	1,16
Stop Kontak202	1,1
AC R.B201	2,04
AC R.B201.1	2,04
AC R.B201.2	2,04
AC R.B201.3	2,04
<b>Panel SDP B3</b>	
Penerangan B3	1,738
AC R.B301	2,04
AC R.B301.1	2,04
AC R.B302	2,04
AC R.B302.1	2,04
<b>Panel SMDP ARSI C</b>	
Panel SDP C1	29,249
Panel SDP Lab.Urban C2	18,1615
Panel SDP Lab.Desain C2	10,244
Panel SDP C3	21,37525
Panel R.KomputerC3	14,359
<b>Panel SDP C1</b>	
Penerangan C1	3,019
Stop Kontak C1	2,4
AC R.Komp C	2,55
AC R.Komp C.1	2,55
AC R.Komp C.3	2,55
AC R.Komp C.4	2,04
AC R.Dosen	2,04
AC R.Dosen.1	2,04
AC R.Rapat	2,04
Kulkas Kantin	0,185
Kulkas Koperasi	0,185
AC.R.STD	2,55
AC.R.STD.1	2,55
	2,55
AC.R.STD.2	

Tabel 1. (Lanjutan)

Sumber	Beban (kW)
<b>Panel SDP Lab.Urban C2</b>	
Penerangan R.C2	0,696
Penerangan R.Lab LB	0,6565
Stop Kontak C2	0,84
Komputer Lab	1,35
Komputer Lab1	1,35
Komputer Lab2	2,25
AC R.Lab Urban	2,04
AC R.Lab Urban.1	2,04
AC R.Lab Urban.2	2,04
AC Admin	1,029
AC Admin.1	1,62
Komputer Admin	2,25
<b>Panel SDP Lab.Desain C2</b>	
Penerangan Lab.bangunan	1,392
Penerangan Lab.AS	0,522
Penerangan Lab.A	0,58
Stop Kontak Lab.bangunan	1,2
Stop Kontak Lab.AS	0,85
AC Lab.1	1,62
AC Lab.2	2,04
AC Lab.3	2,04
<b>Panel SDP C3</b>	
Penerangan C301	0,5595
Penerangan C303	0,11675
Stop Kontak C301	1,35
Stop Kontak C302	1
Stop Kontak C303	1
AC R.301	2,04
AC R.301.1	2,04
AC R.302	2,04
AC R.302.1	2,04
AC R.302.2	2,04
AC R.303	2,04
AC R.303.1	2,04
AC R.303.2	2,04
AC.R.Himp	1,029
<b>Panel R.Komputer</b>	
Komp 1	1,8
Komp 2	1,8
Komp 3	1,8
Komp 4	1,8
Komp 5	1,8
AC Lab	2,04
AC Lab.1	2,04
Stop Kontak	1
Penerangan Lab Komp	0,279
<b>Panel SMDP ARSI D</b>	
Panel SDP D1	10,1615
Panel SDP Admin D1	8,292
Panel SDP D2	8,219
Panel SDP Lab.D2	5,804
Panel SDP ADM.D2	15,72
Panel SDP D3	11,127
Panel R.D3	19,7465
<b>Panel SDP D1</b>	
Penerangan D1	0,464
Stop Kontak D1	2,7675
AC Perpustakaan D1	2,04
AC Perpustakaan D1.1	2,85
AC R.sidang	2,04
<b>Panel SDP Admin D1</b>	
Penerangan ADM1	0,48
Stop Kontak ADM1	1,092
AC R.ADM1	2,85
AC R.ADM2	1,62
Komp.ADM	2,25
<b>Panel SDP D2</b>	
Penerangan D2	0,689
AC.GDG	0,81
AC R.D201	2,55
AC R.D202	2,55
AC R.D203	1,62

### 3. Hasil dan Analisa

#### 3.1. Hasil Simulasi ETAP 12.6.0

Dari hasil simulasi yang didapatkan maka didapatkan tabel perbandingan antara hasil perhitungan dan simulasi ETAP 12.6.0 sebagai berikut

#### 3.1. Perhitungan Manual

##### 3.1.1. Penentuan Kabel

##### 1. Menentukan Ukuran Kabel Fasa

Pemilihan kabel fasa panel SDP TTR 1 menggunakan perhitungan dengan persamaan sebagai berikut [6].

$$I = \frac{P}{\sqrt{3} \times V \times \cos \phi}$$

$$I = \frac{12642}{\sqrt{3} \times 400 \times 0,95}$$

$$I = 19,2075 \text{ Ampere}$$

Perhitungan arus sesuai persamaan dengan faktor koreksi untuk suhu udara ambien 35°C yang di terapkan pada kabel di udara adalah sebagai berikut [7].

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

$$I' = \frac{19,2075}{0,94 \times 1}$$

$$I' = 20,4335 \text{ Ampere}$$

Berdasarkan perhitungan arus pengaruh suhu ambien, maka didapatkan kuat hantar arus sesuai persamaan [8]. sebagai berikut.

$$KHA = 125\% \times I'$$

$$KHA = 125\% \times 20,4335$$

$$KHA = 25,5419 \text{ Ampere}$$

Sesuai dengan tabel KHA terus menerus untuk kabel inti tunggal, berkonduktor tembaga, dan berselubung PVC maka didapatkan ukuran kabel fasa NYY 6 mm<sup>2</sup>. Pemilihan kabel ini juga mempertimbangkan kesesuaian sistem pada simulasi ETAP 12.6.0 [9].

##### 2. Memilih 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 sebagai berikut [9].

$$N = 1 \times 6 \text{ mm}^2$$

$$N = 6 \text{ mm}^2$$

##### 3. Memilih Ukuran Kabel PE (Protection Earth)

Pemilihan kabel PE disesuaikan dengan standar PUIL 2011, dimana apabila penghantar fasa memiliki luas penampang kurang dari sama dengan 16 mm<sup>2</sup> ( $S \leq 16$ )

maka luas penampang minimum proteksi terkait adalah sebesar  $S$ . Sehingga didapatkan hasil sebagai berikut [10].

$$Sp = S = 6 \text{ mm}^2$$

#### 3.1.2. Perhitungan Jatuh Tegangan

Luas penampang penghantar dapat berubah menyesuaikan dengan nilai jatuh tegangannya, besar jatuh tegangan yang diizinkan berdasarkan Persyaratan Umum Instalasi Listrik adalah 4%. Besar jatuh tegangan yang dihitung pada kondisi pembebanan beban maksimum Gedung Teknik Arsitektur dan Perencanaan Wilayah dan Kota.

##### 1. Outgoing Trafo ke LVMDP

Berdasarkan standar IEC 60288 didapatkan resistansi dan reaktansi kabel dengan luas penghantar 2x300 mm<sup>2</sup> isolasi XLPE sebagai berikut [11]

$$R = 0,08 \Omega/km$$

$$X = 0,089 \Omega/km$$

Sesuai dengan persamaan, maka didapatkan besar jatuh tegangan pada kabel penghubung Trafo ke LVMDP dengan panjang 50 m adalah sebagai berikut [12].

$$\Delta V = \frac{\sqrt{3} \times (R_{c1ph} \cos \phi + X_{c1ph} \sin \phi) \times I \times L \times 10^{-3}}{V} \times 100 \%$$

$$\Delta V = \frac{\sqrt{3} \times (0,08 \times 0,95 + 0,089 \times 0,312) \times 480,2 \times 50 \times 10^{-3}}{400 \times 2} \times 100 \%$$

$$\Delta V = 0,54 \%$$

##### 2. Panel SMDP A

Berdasarkan standar IEC 60288 didapatkan resistansi dan reaktansi kabel dengan luas penghantar 4x70 mm<sup>2</sup> isolasi XLPE adalah sebagai berikut

$$R = 0,268 \Omega/km$$

$$X = 0,24 \Omega/km$$

Sesuai dengan persamaan(2.8), maka didapatkan besar jatuh tegangan pada kabel penghubung LVMDP ke SMDP A dengan panjang 45 m adalah sebagai berikut.

$$\Delta V = \frac{\sqrt{3} \times (R_{c1ph} \cos \phi + X_{c1ph} \sin \phi) \times I \times L \times 10^{-3}}{V} \times 100 \%$$

$$\Delta V = \frac{\sqrt{3} \times (0,268 \times 0,95 + 0,24 \times 0,312) \times 103,58 \times 45 \times 10^{-3}}{400 \times 4} \times 100 \%$$

$$\Delta V = 0,16\%$$

##### 3. Panel SDP A1

Berdasarkan standar IEC 60288 didapatkan resistansi dan reaktansi kabel dengan luas penghantar 4 mm<sup>2</sup> isolasi PVC adalah sebagai berikut

$$R = 1,15 \Omega/km$$

$$X = 0 \Omega/km$$

Sesuai dengan persamaan(2.8), maka didapatkan besar jatuh tegangan pada kabel penghubung SMDP A ke SDP A1 dengan panjang 1 m adalah sebagai berikut.

$$\Delta V = \frac{\sqrt{3} \times (R_{c1ph} \cos \phi + X_{c1ph} \sin \phi) \times I \times L \times 10^{-3}}{V} \times 100 \%$$

$$\Delta V = \frac{\sqrt{3} \times (1,15 \times 0,85 + 0 \times 0,321) \times 21,88 \times 1 \times 10^{-3}}{400} \times 100 \%$$

$$\Delta V = 0,014 \%$$

4. Penerangan A1

Berdasarkan standar IEC 60288 didapatkan resistansi dan reaktansi kabel dengan luas penghantar 1,5 mm<sup>2</sup> isolasi PVC adalah sebagai berikut

$$R = 12,1 \Omega/km$$

$$X = 0 \Omega/km$$

Sesuai dengan persamaan(2.8), maka didapatkan besar jatuh tegangan pada kabel penghubung SDP A1 ke Penerangan A1 dengan panjang 50 m adalah sebagai berikut.

$$\Delta V = \frac{(R_{c1ph} \cos \varphi + X_{c1ph} \sin \varphi) \times I \times L \times 10^{-3}}{V} \times 100 \%$$

$$\Delta V = \frac{2 \times (12,1 \times 0,95 + 0 \times 0,312) \times 2,94 \times 1 \times 10^{-3}}{231} \times 100 \%$$

$$\Delta V = 0,167 \%$$

3.2.3. Perhitungan Kapasitor

Untuk mempertahankan faktor daya sebesar 0,95 dengan penambahan beban setelah redesain pada instalasi listrik Gedung Teknik Arsitektur dan Teknik Perencanaan Wilayah dan Kota, dengan cos θ awal sebesar 0,9 maka akan diperoleh hasil kebutuhan kapasitor bank sebagai berikut [13].

$$P = 473,9207 \text{ kW}$$

$$S_1 = \frac{P}{\cos \theta} = \frac{473,9207}{0,9} = 526,5785 \text{ kVA}$$

$$Q_1 = \sqrt{S_1^2 - P^2} = \sqrt{526,5785^2 - 473,9207^2}$$

$$= 229,53 \text{ kVAR}$$

$$P = 473,9207 \text{ kW}$$

$$S_2 = \frac{P}{\cos \theta} = \frac{473,9207}{0,95} = 498,864 \text{ VA}$$

$$Q_2 = \sqrt{S_2^2 - P^2} = \sqrt{498,864^2 - 473,9207^2}$$

$$= 155,7705 \text{ kVAR}$$

Kapasitor bank yang dibutuhkan

$$Q = Q_1 - Q_2 = 229,53 - 155,7705$$

$$= 73,7595 \text{ kVAR}$$

Berdasarkan hasil perhitungan tersebut untuk mempertahankan faktor daya sebesar 0,95 dengan besar beban 473,9207 kW dibutuhkan daya reaktif dari kapasitor bank sebesar 73,7595 kVAR.

3.2.4. Perhitungan Kebutuhan Genset

Suatu instalasi listrik membutuhkan suplai cadangan apabila terjadi gangguan berupa pemadaman, untuk menunjang kelancaran operasional proses perkuliahan maka dibutuhkan juga kapasitas genset yang memadai, dengan demikian penambahan beban listrik kondisi redesain membutuhkan kapasitas genset yang lebih besar [14], berikut merupakan perhitungan kebutuhan genset pada Gedung Teknik Arsitektur dan Teknik Perencanaan Wilayah dan Kota. Untuk menentukan faktor kebutuhan (*demand factor*) berdasarkan hasil survey lapangan

konsumsi daya maksimum yaitu 60,07897 kVA pada pukul 14:30 WIB. Sesuai dengan persamaan 2.13, maka diperoleh hasil perhitungan sebagai berikut.

Sehingga besar genset yang dibutuhkan saat pemadaman adalah sebagai berikut [15].

$$S = \text{Faktor Kebutuhan} \times \text{Beban Total Terpasang} \times \text{faktor beban}$$

$$S = 0,8 \times 498,864 \times 0,65 \text{ kVA}$$

$$S = 259,40928 \text{ kVA}$$

Berdasarkan hasil perhitungan dengan memperhatikan faktor beban dan faktor kebutuhan, maka besar Generator Set yang dibutuhkan adalah 259,40928 kVA.

3.2. Analisa

3.2.1. Perbandingan Jatuh Tegangan

Tabel 2. Perbandingan Jatuh Tegangan Perhitungan dan Simulasi

SUMBER	Luas Penampang Penghantar (mm <sup>2</sup> )			Drop Voltage(%)	
	Fasa	Netral	PE	Simulasi	Manual
Panel SMDP ARSI A	4x25	4x25	4x25	0,2	0,3297
Panel SMDP ARSI B	4x10	4x10	4x10	0,4	0,4217
Panel SMDP ARSI C	4x70	4x70	4x35	0,7	0,7133
Panel SMDP ARSI D	4x50	4x50	4x25	0,8	0,8565
<b>Panel SMDP PWK A</b>					
Panel SDP TTR 1	6	6	6	0,01	0,014
Panel SDP A1	16	16	16	0,01	0,0103
Panel SDP A2	6	6	6	0,2	0,2172
Panel SDP A3	16	16	16	0,5	0,4173
<b>Panel SDP TTR 1</b>					
Stop Kontak	4	4	4	0,730	0,3344
Penerangan TTR	1,5	1,5	1,5	0,761	0,877
LCD	1,5	1,5	1,5	0,043	0,282
LCD	1,5	1,5	1,5	0,043	0,0526
AC TTR	4	4	4	1,496	0,02
AC TTR.1	4	4	4	2,223	0,6823
AC TTR.2	4	4	4	1,496	0,6823
AC TTR.3	4	4	4	1,488	0,6823
AC TTR.4	4	4	4	1,488	0,6823
AC TTR.5	4	4	4	1,488	0,6823
<b>Panel SDP A1</b>					
Penerangan A1	1,5	1,5	1,5	1,09	0,9600
Stop Kontak	4	4	4	1,943	3,0069
AC R.A	4	4	4	0,91	0,6823
AC R.A.1	4	4	4	0,764	0,6823
AC R.B	4	4	4	0,768	0,6823
AC R.B.2	4	4	4	1,016	0,6823
AC R.C	4	4	4	0,912	0,6823

Tabel 2. ( Lanjutan)

Sumber	Luas Penampang Penghantar (mm <sup>2</sup> )			Drop Voltage(%)	
	Fasa	Netral	PE	Simulasi	Manual
AC R.Admin	4	4	4	0,912	0,6823
AC.R.Student lounge	4	4	4	1,094	0,8194
LCD	1,5	1,5	1,5	0,206	0,0602
<b>Panel SDP A2</b>					
Penerangan A.2	1,5	1,5	1,5	1,069	0,7816
Stop Kontak	4	4	4	1,266	0,9454
AC. R.Sidang 1	4	4	4	0,309	0,2294
AC. R.Sidang 2	4	4	4	0,309	0,2294
AC. R.Kadep	4	4	4	0,245	0,1806
AC. R.Sekdep	4	4	4	0,490	0,3612
AC. R.TU	4	4	4	0,490	0,3612
Komp.TU	4	4	4	0,408	0,3010
<b>Panel SDP LAB. PK</b>					
Penerangan Lab	6	6	6	2,25	2,0413
Penerangan A.3	1,5	1,5	1,5	1,268	0,9262
Stop kontak Perpus	2,5	2,5	2,5	1,538	1,1469
Stop kontak Kaprodi	2,5	2,5	2,5	1,864	1,3978
AC.Dos Kap.	4	4	4	0,486	0,3612
AC.Ruang rapat	4	4	4	0,513	0,4548
AC. Koridor	4	4	4	0,513	0,4548
AC.Teknisi	4	4	4	0,513	0,4548
AC.Perpus 1	4	4	4	0,511	0,4548
AC.Perpus 2	4	4	4	0,513	0,4548
AC.Perpus 3	4	4	4	0,513	0,4548
AC.Perpus 4	4	4	4	0,511	0,4548
Komp.Perpus	4	4	4	0,565	0,5017
<b>Panel SMDP PWK B</b>					
Panel SDP B.1	25	25	25	0,01	0,015
Panel SDP B.2	16	16	16	0,1	0,187
Panel SDP.SEM.2	6	6	6	0,4	0,4968
Panel SDP B.3	16	16	16	0,4	0,5306
Panel SDP LAB.Wilayah	16	16	16	0,2	0,4908
Panel SDP Lab KOM	10	10	10	0,4	0,3687
<b>Panel SDP B.1</b>					
AC.R.B101	4	4	4	0,917	0,9097
AC.R.B101.1	4	4	4	0,923	0,9097
AC.R.B102	4	4	4	0,917	0,9097
AC.R.B102.1	4	4	4	1,213	0,9097
AC.R.B103	4	4	4	1,228	0,9097
AC.R.B103.1	4	4	4	1,228	0,9097

Tabel 2. ( Lanjutan)

Sumber	Luas Penampang Penghantar (mm <sup>2</sup> )			Drop Voltage(%)	
	Fasa	Netral	PE	Simulasi	Manual
AC.R.B104	4	4	4	1,228	0,9097
AC.R.B104.1	4	4	4	1,227	0,9097
AC.R.B105	4	4	4	1,227	0,9097
AC.R.B105.1	4	4	4	1,228	0,9097
AC.R.B106	4	4	4	1,220	0,9097
AC.R.B106.1	4	4	4	2,569	0,909
Stop Kontak	4	4	4	1,220	1,939
Penerangan B.1	1,5	1,5	1,5	0,991	1,843
<b>Panel SDP R.Seminar B2</b>					
AC.R.Seminar	4	4	4	2,01	0,4548
AC.R.Seminar1	4	4	4	0,9	0,4548
AC.R.Seminar2	4	4	4	0,9	0,4548
AC.R.Seminar3	4	4	4	0,9	0,4548
AC.R.Seminar4	4	4	4	0,1	0,1449
LCD R.Seminar	4	4	4	0,01	0,0267
Stop Kontak	4	4	4	0,3	0,4459
Penerangan R.Sem	1,5	1,5	1,5	0,5	0,3605
<b>Panel SDP R.B2</b>					
AC.R.Kelas A	4	4	4	1,48	0,4548
AC.R.Rapat	4	4	4	2,21	0,6843
AC.R.Sidang	4	4	4	1,48	0,4548
AC.R.Arsip	4	4	4	1,495	0,4548
AC.R.P5	4	4	4	1,495	0,4548
AC.R. Pengelola	4	4	4	1,495	0,4548
KOMP.K.A	4	4	4	2,557	0,7916
LCD	1,5	1,5	1,5	0,074	0,0702
Penerangan B2	2,5	2,5	2,5	0,985	0,483
Stop Kontak B2	4	4	4	3,568	1,1149
<b>Panel SDP B.3</b>					
AC.R.Komp	4	4	4	0,77	0,4548
AC.R.Komp1	4	4	4	0,76	0,4548
AC.R.Komp2	4	4	4	0,61	0,4548
AC.R.Komp3	4	4	4	0,61	0,4548
Komp.L.A	4	4	4	1,06	0,180
Komp.L.B	4	4	4	1,08	0,8027
Komp.L.C	4	4	4	1,07	0,8027
AC R. Lab.GPM	4	4	4	0,8	0,8027
Penerangan B3	1,5	1,5	1,5	1,1	1,3168

#### **4. Kesimpulan**

Berdasarkan simulasi perencanaan instalasi listrik Gedung Teknik Arsitektur dan Teknik Perencanaan Wilayah dan Kota menggunakan software ETAP 12.6.0, didapatkan bahwa besar jatuh tegangan rata-rata 0,2%. Hal ini sudah sesuai dengan standar PUIL yaitu kurang dari 4%, adapun pemilihan kabel yang digunakan minimal 1,5 mm<sup>2</sup> dan maksimal 240 mm<sup>2</sup>.

#### **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]. IEC International Standard, "Electrical Insulation Guide". Shneider Electric, 2016.
- [9]. G. Milton, "Basic Electricity Second Edition". McGraw-Hill Companies, 2007.
- [10]. Andang Purnomo Putro, "Analisis Tegangan Jatuh Sistem Distribusi Listrik Kabupaten Pelalawan dengan Menggunakan ETAP 7.5.0", *Transient, Vol.4, No.1, Maret 2015, ISSN: 2302-9927, 123*.
- [11]. Fani Istiana Handayani, "Analisis Jatuh Tegangan dan Rugi Daya pada Jaringan Tegangan Rendah Menggunakan Software ETAP 12.6.0", *Transient, Vol. 5, No. 1, Maret 2016, ISSN:2302-9927,57*.
- [12]. D. I. Gedung and H. Glodok, "Program Studi Teknik Elektro Fakultas Teknik Universitas Pakuan Bogor 1," pp. 1–10.
- [13]. Suswanto, Daman. 2009. Sistem Distribusi Tenaga Listrik. Padang.
- [14]. M. Zulkaromi, "Perancangan Instalasi Listrik Pasar Klewer Surakarta Menggunakan Software SIMARIS", Universitas Diponegoro, 2017
- [15]. Hidayah Aprilawati, "Perancangan Unit Instalasi Genset di PT Aichi Tex Indonesia", Politeknik Negeri Bandung, 2007.