

Analisis Ketidakseimbangan Beban Instalasi Listrik Di Fakultas Teknik Universitas Udayana

Kosmas Damianus Tambi¹, I N. Setiawan², I N. Budiastira³

Jurusan Teknik Elektro, Fakultas Teknik, Universitas Udayana Denpasar - Bali

Email : damianus_elektro08@yahoo.co.id¹, setiawan@e.unud.ac.id², budiastira@e.unud.ac.id³

Abstrak

Beban tidak seimbang pada instalasi listrik selalu terjadi dan penyebab beban tidak seimbang dipengaruhi oleh banyak factor diantaranya pembagian beban antara fasa (fasa R, fasa S, dan fasa T) yang tidak seimbang. Akibat pembagian beban yang tidak seimbang pada masing-masing fasa tersebut mengalir arus di netral pada fasa N. Akibat arus yang mengalir di fasa netral ini menyebabkan terjadinya *losses* (rugi-rugi). Penelitian ini dilakukan dengan menghitung rugi-rugi daya beban seimbang dan beban tidak seimbang pada waktu malam hari di kampus Fakultas Teknik Universitas Udayana Jalan PB. Sudirman Denpasar. Berdasarkan hasil perhitungan adanya beban tidak seimbangan beban antara fasa pada MDP1 dan MDP2 telah menyebabkan terjadinya rugi-rugi daya. Besar rugi-rugi daya beban seimbang pada MDP1 sebesar 0,042 kW, dan beban tidak seimbang sebesar 0,055 kW. Sedangkan rugi-rugi untuk beban seimbang MDP2 sebesar 0,28 kW, dan beban tidak seimbang MDP2 sebesar 0,35 kW. Jadi semakin besar beban tidak seimbang yang mengalir beban pada suatu instalasi listrik, maka arus yang mengalir pada fasa netral juga besar, dan *losses* akibat arus netral yang mengalir ke tanah semakin besar pula.

Kata kunci: ketidakseimbangan beban, rugi-rugi daya

Abstract

The imbalance load on the electrical installation systems always the case and the cause of these imbalances is a burden sharing between phases (r phase, s phase, and t phase) that is not balanced. As a result of imbalance in the load current it flows in the neutral phase of n. The current flowing in the neutral, causing losses. This research was conducted by analyzing the power loss in the balanced and unbalanced state at night on the campus of a University of Udayana Faculty of Engineering on Jalan P.B. Sudirman. Based on the results of the analysis on load imbalance between phases at MDP1 and MDP2 has caused the power loss. Large power loss load balanced on MDP1 was 0,042 kW, and the unbalanced load of 0.055 kW. While the loss of load balanced of mdp2 was 0.28 kW, and the unbalanced load of MDP2 was 0,35 kW. So the greater the imbalance load on an electrical installation, the greater the neutral current, and losses due to neutral current to ground was also greater.

Keywords: load imbalance, power losses

1. PENDAHULUAN

Listrik adalah salah satu faktor penting dalam setiap kegiatan sehari-hari. Listrik sudah menjadi kebutuhan pokok sehingga segala aktifitas manusia tidak bisa terlepas dari manfaat listrik. Dari tahun ketahun pembangunan sarana dan prasarana yang dilakukan oleh Fakultas Teknik Universitas Udayana baik dikampus Bukit Jimbaran maupun Kampus Fakultas Teknik di Jalan PB. Sudirman Denpasar secara terus menerus dilaksanakan. Pembangunan ter-

sebut dimaksudkan dalam rangka menjadikan Fakultas Teknik sebagai lembaga pendidikan yang dapat melaksanakan Tri Dharma Perguruan Tinggi yang berkualitas, mendukung pembangunan yang berkelanjutan dan mampu bersaing secara global.

Tempat kegiatan yang tidak terlepas dari pemakaian energi listrik adalah ruang administrasi, ruang perpustakaan, ruang kuliah, dan studio arsitektur. Semakin bertambahnya jumlah ruangan dan semakin tinggi pemakaian listrik seperti lampu pada

ruangan, pendingin ruangan (AC), dan peralatan penunjang lainnya pada studio arsitektur, mengakibatkan meningkatnya pemakaian energi listrik yang mengalir pada instalasi listrik. Pemakaian energi listrik yang tidak merata pada jaringan instalasi listrik, menyebabkan beban tidak seimbangan di setiap fasanya dan banyaknya beban satu fasa yang beroperasi pada jam yang berbeda mengakibatkan pemakaian listrik yang tidak merata. Beberapa penelitian yang pernah dilakukan tentang beban tidak seimbang merupakan salah satu faktor yang mengakibatkan rugi-rugi daya pada saluran instalasi listrik [1].

Dari penelitian ini diperlukan analisis secara menyeluruh untuk mengetahui pengaruh dari ketidakseimbangan beban instalasi listrik di Fakultas Teknik Universitas Udayana

2. TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Sistem Tenaga Listrik

Sistem tenaga listrik pada dasarnya dikelompokkan atas tiga bagian berikut [2]:

1. Sistem Pembangkit
2. Sistem Transmisi
3. Sistem Distribusi

2.2 Instalasi Listrik

Adapun prinsip dasar instalasi listrik yang harus menjadi pertimbangan pada pemasangan suatu instalasi [3]. Tujuannya adalah agar instalasi yang dipasang dapat digunakan secara optimal. Adapun prinsip dasar yang dikemukakan adalah sebagai berikut.

1. Keandalan.
2. Ketercapaian.
3. Keamanan.
4. Ekonomis.
5. Keindahan

2.3 Saluran Penghantar

Panel Hubung Bagi (PHB) utama konsumen tenaga listrik dari PLN diterima pada bagian saluran utama konsumen dan di distribusikan melalui sirkit akhir pada masing-masing titik beban atau melalui sirkit cabang ke PHB cabang lain. Kabel NYM atau NYA pada pipa instalasi digunakan sebagai saluran penghantar pada sirkit akhir dan sirkit cabang, supaya tidak tampa pipa instalasi dari kabel NYM atau NYA ditanam dibawah permukaan dinding [4]. Penyaluran diatas plafon dapat dilaksanakan dengan cara:

1. Kabel rumah NYA di atas rol isolator.
2. Kabel rumah NYA dalam pipa
3. Kabel NYM berinti 2,3 atau 4.
4. Kabel NYY berinti 2,3 atau 4

2.4 Arus Netral

Arus netral pada saluran instalasi listrik merupakan arus yang mengalir pada kawat netral tiga fasa empat kawat [5]. Arus netral ini muncul jika:

1. Pada kondisi beban tidak seimbang
2. Adanya arus harmonis akibat beban non-linier.

Arus yang mengalir pada kawat netral merupakan arus bolak balik untuk saluran instalasi listrik tiga fasa empat kawat merupakan penjumlahan faktor dari ketiga arus fasa dalam komponen simetris.

2.5 Arus Beban Penuh

Jika dilihat dari sisi tegangan tinggi (primer), maka besarnya daya dapat dinyatakan dengan persamaan berikut.

$$S = \sqrt{3} \cdot V \cdot I \quad (1)$$

Keterangan:

S adalah daya (kVA)

V adalah tegangan sisi primer (kV)

I adalah arus jala-jala (A)

Untuk menghitung besarnya arus beban penuh (*full load*) dapat digunakan dengan persamaan sebagai berikut.

$$I_{FL} = \frac{S}{\sqrt{3}xV} \quad (2)$$

Keterangan:

I_{FL} adalah arus beban penuh (A)

S adalah transformator (kVA)

V adalah tegangan sisi sekunder trafo (kV)

$$I_{rata-rata} = \frac{I_R + I_S + I_T}{3} \quad (3)$$

Keterangan:

$I_{rata-rata}$ adalah arus ketiga fasa (A)

I_R adalah arus fasa R (A)

I_S adalah arus fasa S (A)

I_T adalah arus fasa T (A)

2.6 Keadaan seimbang dan tidak seimbang

Yang dimaksud dengan keadaan seimbang adalah keadaan dimana :

1. Ketiga faktor arus/tegangan sama mempunyai besaran yang sama.
2. Pada ketiga faktor saling membentuk sudut 120 satu sama lain.

Sedangkan yang dimaksud dengan keadaan beban tidak seimbang dimana salah satu atau kedua syarat beban seimbang tidak dapat terpenuhi. penyebab keadaan tidak seimbang ada tiga yaitu

1. Ketiga faktor sama besar tapi membentuk sudut 120^o satu sama lain
2. Ketiga faktor tidak sama besar tetapi membentuk sudut 120^o satu sama lain
3. Ketiga faktor tidak sama besar dan tidak membentuk sudut 120^o satu sama lain

2.7 Penyaluran dan Rugi-Rugi Daya

Daya sebesar P di distribusikan pada suatu saluran menggunakan penghantar netral. Pendistribusian daya ini, arus fasa dalam kondisi seimbang. Sehingga dapat dinyatakan besarnya daya dengan persamaan berikut [7]:

$$P = 3 \cdot V \cdot I \cdot \cos \varphi \quad (4)$$

Keterangan:

P adalah daya pada ujung kirim (Watt)

V adalah tegangan pada ujung kirim

(V)

I adalah arus pada ujung kirim (A)

$\cos \varphi$ adalah faktor daya

Faktor daya ketiga fasa dianggap sama meskipun besar arus berbeda, distribusi besarnya daya yang dinyatakan dengan persamaan sebagai berikut.

$$P = (a+b+c) \cdot [v] \cdot [I] \cdot \cos \varphi \quad (5)$$

Pada penyaluran daya dengan keadaan tidak seimbang, besarnya arus tiap fasa dapat dinyatakan dengan koefisien a , b , dan c sebagai berikut.

$$[I_R] = a [I]$$

$$[I_S] = a [I]$$

$$[I_T] = a [I]$$

Arus I_R , I_S , dan I_T berturut-turut adalah arus difasa R, S, dan T.

Koefisien $a, b, dan c$ dapat diketahui besarnya, dimana besarnya arus fasa dalam keadaan seimbang (I) sama dengan besarnya arus rata-rata ($I_{rata-rata}$).

$$I_R = a \cdot I_{rata-rata} \text{ maka: } a = \frac{I_R}{I_{rata-rata}} \quad (6)$$

$$I_S = a \cdot I_{rata-rata} \text{ maka: } b = \frac{I_S}{I_{rata-rata}} \quad (7)$$

$$I_T = a \cdot I_{rata-rata} \text{ maka: } c = \frac{I_T}{I_{rata-rata}} \quad (8)$$

Pada keadaan seimbang, nilai $a = b = c = 1$.

Dengan demikian, rata-rata ketidakseimbangan beban (dalam%) adalah:

$$\frac{\{|a-1| + |b-1| + |c-1|\}}{3} 100\% \quad (9)$$

Prosentase pembebanan transformator dinyatakan dengan persamaan sebagai berikut.

$$\frac{I_{rata-rata}}{I_{FL}} \times 100\% \quad (10)$$

Keterangan:

$I_{rata-rata}$ adalah arus ketiga fasa (A)

I_{FL} adalah arus beban penuh (A)

2.8 Rugi-Rugi Daya Pada Instalasi Litrik

Besarnya daya yang hilang pada suatu jaringan disebut Rugi-rugi daya, dan besarnya rugi-rugi daya satu fasa dapat dinyatakan dengan persamaan sebagai berikut.

$$\Delta P = I^2 \cdot R \quad (11)$$

Keterangan:

ΔP adalah rugi-rugi daya (watt)

I adalah arus beban pada jaringan (A)

R adalah tahanan murni(Ω)

Besarnya rugi-rugi daya pada jaringan tergantung besarnya tahanan dan arus beban pada jaringan tersebut. Untuk mengetahui besarnya rugi daya pada jaringan tiga fasa dapat dinyatakan dengan persamaan sebagai berikut.

$$\Delta P = 3 \cdot I^2 \quad (12)$$

2.9 Rugi-Rugi Daya Akibat Ketidakseimbangan Beban

Akibat dari beban tidak seimbang disetiap fasa pada sisi sekunder transformator (phase R, phase S, phase T) dapat mengalir arus dinetral trafo. Arus yang mengalir pada penghantar netral trafo ini mengakibatkan losses (rugi-rugi). Losses

pada penghantar netral trafo dapat dinyatakan dengan persamaan sebagai berikut.

$$P_N = I_N^2 \cdot R_N \quad (13)$$

Keterangan:

P_N adalah *losses* pada penghantar netral (Watt)

I_N adalah arus yang mengalir pada netral (A)

R_N adalah tahanan penghantar netral (Ω)

Sehingga daya aktif dapat dihitung dengan persamaan sebagai berikut .

$$P = S \cdot \cos \varphi \quad (14)$$

Keterangan:

P adalah daya aktif (watt)

S adalah daya semu (watt)

$\cos \varphi$ adalah 0,85

Sehingga prosentase rugi-rugi daya akibat adanya arus netral dan efisiensi pada penghantar netral adalah :

$$\%P_N = \frac{P_N}{P} \times 100\% \quad (15)$$

$$\eta = \frac{P_{out}}{P_{in}} \times 100\% \quad (16)$$

Keterangan :

P_N adalah rugi-rugi daya pada penghantar netral(Watt)

P adalah daya aktif(Watt)

3 METODE PENELITIAN

Penelitian ini menggunakan data primer yang bersumber dari pengukuran langsung pada Fakultas Teknik Universitas Udayana serta beberapa data sekunder yang didapat dari referensi buku-buku yang berkaitan dengan analisis beban tidak seimbang terhadap arus netral dan *losses*.

Berikut adalah tahapan analisis:

1. Pengumpulan data pada masing-masing MDP.
2. Analisis aliran daya dengan beban seimbang dan beban tidak seimbang masing-masing MDP
3. Menghitung rugi-rugi daya pada masing-masing SDP pada kondisi beban seimbang dan kondisi beban tidak seimbang.

4 HASIL DAN PEMBAHASAN

4.1 Tinjauan Umum Sistem Kelistrikan Fakultas Teknik Universitas Udayana Denpasar

Kampus Fakultas Teknik Universitas Udayana Denpasar memiliki 6(enam) Gedung yaitu: Gedung Administrasi, Gedung A,B,C,D,E,dan ruang Perpustakaan. untuk memenuhi kebutuhan energi listrik, Fakultas Teknik Universitas Udayana Denpasar menggunakan sumber energi listrik utama yang disuplai dari PLN dan memiliki daya yang tersambung masing-masing MDP 33 kVA dan 66 kVA. MDP1 terletak pada ruang administrasi, MDP2 terletak pada GedungC lantai 1.

4.2 Data Sistem Kelistrikan di Kampus Fakultas Teknik

Secara garis besar sistem kelistrikan di Fakultas Teknik Udayana terdiri dari dua *Main Distribution Panel* (MDP) yang terbagi lagi menjadi (3) *Sub Distribution Panel* (SDP) pada MDP1 dan (12) *Sub Distribution Panel* (SDP) pada MDP2. Diagram garis tunggal sistem kelistrikan di Fakultas Teknik Udayana dapat dilihat pada gambar 4.1 dan gambar 4.2.

Data untuk analisa pembahasan studi pengaruh ketidak seimbangan beban di Fakultas Teknik Udayana. antara lain:

1. Data pembebanandi masing-masing MDP
2. Data pengukuran arus pada tiap fasa (R,S dan T)
3. Data panjang penghantar dan diameter jenis penghantar yang dipakai pada sistem kelistrikan Fakultas Teknik Universitas Udayana.

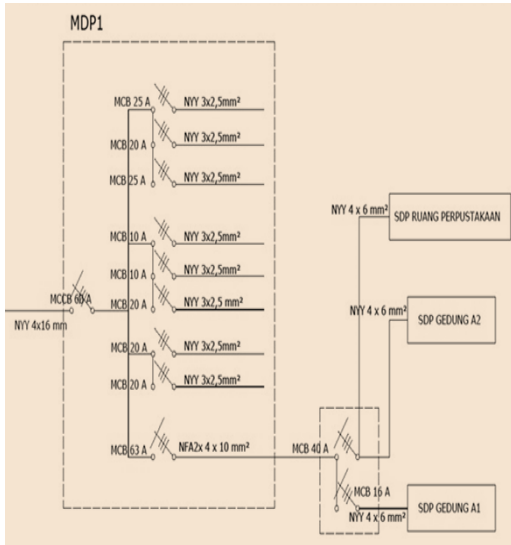
4.3 Tabel Pengukuran Pada kWH 1 Ruang Administrasi

Tabel 1. Pengukuran malam hari MDP1Ruang Administrasi

hari	Jam	Arus (A)			
		R	S	T	N
Senin	19,30	48	12,5	33,2	19,5
Selasa	19,30	38,8	29,9	26	15,4
Rabu	19,30	36	20	25	12,4
Kamis	19,30	38	21	24	16,5
Jumat	19,30	30	21	24	12,5

Tabel 2. Pengukuran malam hari MDP2 Gedung C

hari	Jam	Arus (A)			
		R	S	T	N
Senin	19,00	130	62	89	52
Selasa	19,00	90	57	64	29
Rabu	19,00	111	67	80	35
Kamis	19,00	114	69	60	42
Jumat	19,00	107	65	91	28



Gambar 4.1 Single line MDP1

Prosentase pembebanan MDP1 menggunakan Persamaan (7) dengan hasil perhitungan sebagai berikut.

$$\frac{I_{Rata-rata}}{I_{FL}} \times 100\% = \frac{31,23}{50,15} \times 100 = 62,27\%$$

Hasil yang di peroleh menunjukkan bahwa beban puncak MDP1 terjadi malam hari sebesar 62,27%. Terjadinya selisih prosentase pembebanan ini disebabkan karena pemakaian energi listrik lebih besar terjadi pada malam hari.

4.5 Prosentase Pembebanan MDP2

Menghitung nilai pembebanan arus beban penuh menggunakan Persamaan (2) dengan perhitungan sebagai berikut.

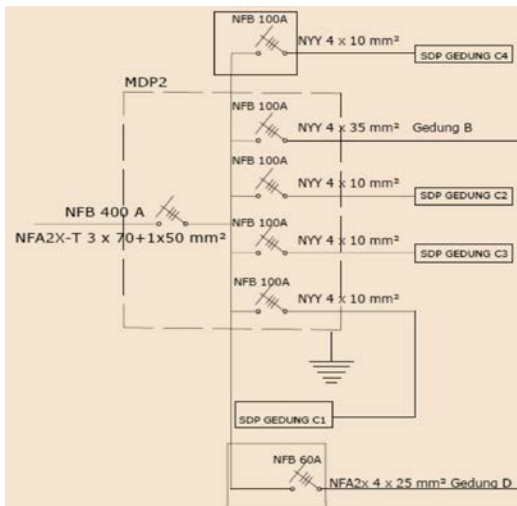
$$I_{FL} = \frac{S}{\sqrt{3}xV} = \frac{66000}{\sqrt{3}x380} = 100,30 A$$

Menghitung nilai rata-rata ketiga fasa menggunakan Persamaan (3) dengan perhitungan sebagai berikut.

$$I_{Rata-rata} = \frac{I_R + I_S + I_T}{3} = \frac{130 + 62 + 89}{3} = 93,66 A$$

Prosentase pembebanan MDP2 menggunakan Persamaan(7) dengan hasil perhitungan sebagai berikut.

$$\frac{I_{Rata-rata}}{I_{FL}} \times 100\% = \frac{93,66}{100,30} \times 100\% = 93,37\%$$



Gambar 4.2 Single line MDP2

4.4 Prosentase Pembeban MDP1

Menghitung nilai pembebanan arus beban penuh menggunakan Persamaan (2) dengan perhitungan sebagai berikut.

Kapasitas kW = 33 kVA
Tegangan = 380 V

$$I_{FL} = \frac{S}{\sqrt{3}xV} = \frac{33.000}{\sqrt{3}x380} = 50,15 A$$

Hasil perhitungan nilai rata-rata MDP1 ketigafasa menggunakan Persamaan(3) dengan hasil perhitungan sebagai berikut.

$$I_{Rata-rata} = \frac{I_R + I_S + I_T}{3} = \frac{48 + 12,5 + 33,2}{3} = 31,23 A$$

4.6 Prosentase Ketidakseimbangan Beban Masing-masing MDP

Perhitungan ketidakseimbangan beban dilakukan pada malam hari pada MDP1 dengan Persamaan (3), (4), (5). dan untuk mencari nilai koefisiensi a, b, dan c dengan hasil perhitungan sebagai berikut.

$$a = \frac{I_R}{I_{Rata-rata}} = \frac{48}{31,56} = 1,5$$

$$b = \frac{I_S}{I_{Rata-rata}} = \frac{12,5}{31,56} = 0,3$$

$$c = \frac{I_T}{I_{Rata-rata}} = \frac{33,2}{31,56} = 1,0$$

Dari hasil yang diperoleh menunjukkan bahwa prosentase ketidak-seimbangan beban MDP1 sebesar:

$$= \frac{\{[a - 1] + [b - 1] + [c - 1]\}}{3} \times 100$$

$$= \frac{\{[1,5 - 1] + [0,3 - 1] + [1,0 - 1]\}}{3} \times 100$$

$$= \frac{\{[0,5] + [-0,7] + [0]\}}{3} \times 100$$

= 40%

Dengan perhitungan yang sama dapat dianalisis untuk MDP2 dengan perhitungan sebagai berikut.

$$a = \frac{I_R}{I_{Rata-rata}} = \frac{130}{84,46} = 1,5$$

$$b = \frac{I_S}{I_{Rata-rata}} = \frac{62}{84,46} = 0,7$$

$$c = \frac{I_T}{I_{Rata-rata}} = \frac{89}{84,46} = 1,0$$

Berdasarkan hasil perhitungan yang didapat diketahui prosentase beban tidak seimbang MDP2 sebesar:

$$= \frac{\{[a - 1] + [b - 1] + [c - 1]\}}{3} \times 100\%$$

$$= \frac{\{[1,5 - 1] + [0,7 - 1] + [1,0 - 1]\}}{3} \times 100$$

$$= \frac{\{[0,5] + [0,3] + [0]\}}{3} \times 100\% = 26\%$$

4.7 Analisis Kondisi Beban Seimbang SDP MDP1 dan MDP2

Perhitungan rugi-rugi daya pada beban penghantar NYY 4x 10mm² dengan menggunakan Persamaan(8) dengan hasil perhitungan sebagai berikut.

$$I_{rata-rata} = 5,36 \text{ A}$$

$$L = 15 \text{ meter} = 0,015 \text{ km}$$

$$R = 3,0 \text{ Ohm/km}$$

$$= 3,0 \cdot 0,015$$

$$= 0,045 \text{ ohm}$$

Menggunakan Persamaan (22) hasil perhitungan sebagai berikut.

$$\Delta P = 3 \cdot I^2 \cdot R$$

$$= 3 \cdot 5,36^2 \cdot 0,045$$

$$= 3,878 \text{ Watt}$$

Hasil perhitungan total rugi-rugi daya ketidakseimbangan beban pada SDP ruangperpustakaan sebesar 3,878 Watt.

Hasil perhitungan yang sama dapat di hitung pada masing-masing SDP yang memiliki arus beban yang berbeda serta panjang penghantar yang berbeda-beda.

Tabel 3. Rugi-rugi daya pada MDP1

Uraian	Panjang Penghantar (Meter)	Total Rugi-Rugi Daya(Watt)
Ruang Perpustakaan	20	3,878
SDP.A	25	42,688
Total		46,566

Tabel 4. Rugi-rugi daya pada MDP2

Uraian	Panjang Penghantar (Meter)	Total Rugi-rugi Daya (Watt)
SDPB1	5	0,204
SDPB2	5	1,774
SDPB3	15	7,117
SDPB4	20	17,596
SDPC1	2	1,403
SDPC2	10	7,350
SDPC3	15	18,610
SDP Gedung D	50	204,788
SDPD2	5	0,895
SDPD3	15	18,989
SDP Ruang E	10	7,834
Total		286,56

4.8 Analisis pada Kondisi Beban Tidak Seimbang masing - masing SDP MD1 dan MDP2

Menghitung rugi-rugi daya tidak seimbang pada SDP Ruang Perpustakaan digunakan persamaan yang sama dengan cara perhitungan sebagai berikut.

Rugi daya untuk SDP ruang perpustakaan dengan penghantar NYY 4x10 mm²

$$I_R = 10,2 \text{ A}$$

$$I_S = 5,3 \text{ A}$$

$$I_T = 0,6 \text{ A}$$

$$L = 15 \text{ meter} = 0,015 \text{ km}$$

$$R = 3,0 \text{ Ohm/km}$$

$$= 3,0 \cdot 0,015 = 0,045 \text{ ohm}$$

Menggunakan Persamaan (8) hasil perhitungan sebagai berikut.

$$I_R = 10,2 \text{ A}$$

$$\Delta P = I_R^2 \cdot R$$

$$= 10,2^2 \cdot 0,045$$

$$= 4,681 \text{ Watt}$$

$$I_S = 5,3 \text{ A}$$

$$\Delta P = I_S^2 \cdot R$$

$$= 5,3^2 \cdot 0,045$$

$$= 1,264 \text{ Watt}$$

$$I_T = 0,6 \text{ A}$$

$$\Delta P = I_T^2 \cdot R$$

$$= 0,6^2 \cdot 0,045$$

$$= 0,016 \text{ Watt}$$

Dari perhitungan diketahui total rugi-rugi pada saluran SDP ruang perpustakaan sebesar:

$$\Delta P_R + \Delta P_S + \Delta P_T = 4,681 + 1,264 + 0,016$$

$$= 5,961 \text{ Watt.}$$

Hasil perhitungan yang sama dapat dihitung pada masing-masing SDP yang memiliki arus beban yang berbeda serta panjang penghantar yang berbeda-beda.

Tabel 5. Total rugi-rugi daya beban tidak seimbang MDP2

Uraian	R	S	T	Total Rugi-rugi Daya (Watt)
SDPB1	0	0,001	0,558	0,559
SDPB2	1,323	0,311	1,332	2,975
SDPB3	1,894	9,897	0,009	11,8
SDPB4	30,524	0	2,647	3,171
SDPC1	0,905	1,022	0,008	1,935
SDPC2	1,719	1,862	4,081	7,661
SDPC3	14,451	7,578	0,842	22,871
SDP Gedung D	60,733	16,733	166,637	244,044
SDPD2	0,109	0,172	1,083	1,264
SDPD3	3,175	2,668	17	22,954
SDP Ruang E	2,881	2,650	2,323	7,853
Total				357,087

Tabel 6. Total rugi-rugi daya beban tidak seimbang MDP1

Uraian	R	S	T	Total Rugi-rugi Daya (Watt)
Ruang Perpustakaan	4,681	1,264	0,016	5,961
SDP A1 Ruang Admin	15,941	3,110	30,917	49,968
Total				55,929

4.9 Hasil Perbandingan Rugi-rugi Daya

Berikut ini adalah hasil perbandingan pada masing-masing MDP.

Tabel 7. Perbandingan Rugi-rugi Daya pada masing-masing SDP

Beban	Total Rugi-rugi Daya (Waa)		Total Rugi-rugi Daya (KW)	
	MDP1	MDP2	MDP1	MDP2
Seimbang	MDP1	42,688	0,042	
	MDP2	286,56	0,28	

5. KESIMPULAN

Beberapa hal dapat disimpulkan dari penelitian ini adalah sebagai berikut.

1. Instalasi listrik di kampus Fakultas Teknik Universitas Udayana dalam keadaan tidak seimbang karena arus yang mengalir di masing-masing fasa berbeda.
2. Ketidak seimbangan beban lebih besar terjadi pada malam hari. Persentase ketidakseimbangan beban pada malam hari sebesar 40% pada MDP1 dan 26% pada MDP2.

6. DAFTAR PUSTAKA

- [1] Setiadji, 2006. **Pengaruh Ketidakseimbangan Beban Terhadap Arus Netral Dan Losses Pada Trafo Distribusi**. Jurnal Teknik Elektro, Volume 6, No. 1.
- [2] Zuhail, **Dasar Tenaga listrik**. Bandung: ITB 1982
- [3] Muhaimin. 2001. **Teknologi Pencahayaan**, Refika Aditama, Malang.
- [4] Sugandi, L, dkk, 2001, **Panduan Instalasi Listrik untuk Rumah**. Jakarta :Yayasan Usaha Penunjang Tenaga Listrik
- [5] Standar Nasional Indonesia (SNI). **Persyaratan Umum Instalasi Listrik 2012 (PUIL 2011)** SNI 04-0225-2000. Jakarta. Yayasan PUIL
- [6] Kusuma, Widya, 2009. **Analisis Rugi-Rugi Daya Akibat Ketidakseimbangan Beban**. Jimbaran : Program Studi Teknik Elektro Universitas Udayana.
- [7] Harten, PV, Terjemahan Setiawan E. 2001. **Instalasi Listrik Arus Kuat 1**. Bandung: Binacipta
- [8] Sentosa, dkk. 2006, "**Pengaruh Ketidakseimbangan Beban Terhadap Arus Netral dan Losses pada Trafo Distribusi**", PT. PLN (persero), Surabaya,