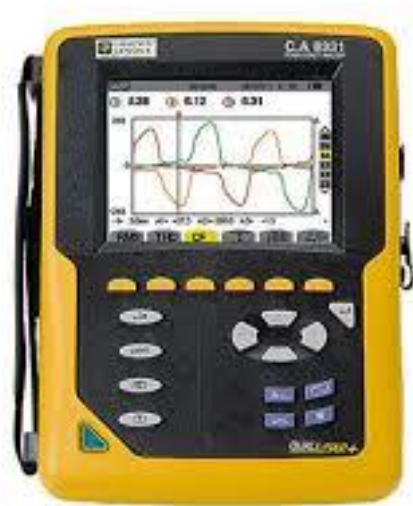


BAB IV

ANALISIS DAN PEMBAHASAN

4.1 Prinsip Kerja Alat

Pada penelitian ini pengukuran dilakukan pada sebuah gedung di salah satu kampus Universitas Muhammadiyah Yogyakarta. Dimana penelitian ini dilakukan di Gedung *Twin Building* Universitas Muhammadiyah Yogyakarta. Penelitian ini menggunakan sebuah alat yaitu *power factor analyzer*. Alat ini dapat digunakan untuk mengukur arus, tegangan, frekuensi, daya aktif, daya rektif, daya semu, harmonisa, dan faktor daya.



Gambar 5. Power Factor Analyzer

Gambar diatas merupakan bentuk dari alat power factor analyzer. Untuk menggunakan alat ini terdapat beberapa langkah yang harus dilakukan.

1. hidupkan alat power factor analyzer.
2. Hubungkan kabel ke alat power factor analyzer.
3. Hubungkan kabel yang berbentuk tang ampere untuk mengukur arus dimana kabel hitam pada untuk R, kabel merah pada untuk S, dan kabel biru pada untuk T.
4. Untuk yang berbentuk penjepit buaya digunakan untuk tegangan dimana yang berwarna hitam pada tegangan R, warna biru pada tegangan S, dan warna kuning pada tegangan T. Dan untuk netral kabel warna putih.
5. Jika ukuran kebel terlalu besar dan menggunakan seperti tang ampere tidak cukup maka gunakan yang berbentuk circel.
6. Setelah semuanya terpasang cek meggunakan tang ampere apakah nilai yang tertera di tang ampere tersebut sama atau tidak dengan yang di alat.
7. Jika tidak sama maka pemasangan tersebut ada yang kurang pas.
8. Jika untuk mengukur arus menggunakan circel maka pemasangannya harus sama jika tidak maka akan menghasilkan nilai min atau tidak seimbang.
9. Jika semua pemasanganya sudah pas dan benar maka atur jenis alat yang dipasang pada arus, apakah menggunakan tang ampere atau yang circel.

10. Setelah itu atur waktu dan tanggal pengukuran akan dilakukan dan selesai pada tanggal berapa.
11. Setelah itu record, maka alat tersebut akan secara otomatis merekam apa yang telah diukur sesuai waktu yang diatur.
12. Setelah pengukuran selesai lepas semua alat yang terpasang lalu matikan alat.

Berhati-hatilah saat memasang alat karena tegangan yang mengalir sangat besar.

4.2 Data Beban Penerangan dan AC

Data beban yang terpasang pada masing-masing lantai dari lantai basement sampai dengan lantai 5 sebagai berikut:

Tabel 3. Data Beban Penerangan dan Sistem Tata Udara Pada Lantai Basement

Ruangan	Luas	Jumlah Lampu			Jumlah STU		
		36 W	18 W	11 W	2350 W	1500 W	15 W
Basement E6	479.52	64	0	0	0	0	0
Basement E7	479.52	64	0	0	0	0	0
Jumlah	959.04	128	0	0	0	0	0
Total	959.04	128			0		

Tabel 4. Data Beban Penerangan dan Sistem Tata Udara Pada Lantai Dasar

Ruangan	Luas	Jumlah Lampu			Jumlah STU		
		36 W	18 W	54 W	2350 W	1500 W	15 W
TU Prodi	69.12	0	9	0	0	2	0
R.Sidang Meeting	97.92	12	0	0	0	3	0
R. Dekan	109.44	0	5	12	0	6	0
R. Kaprodi	136.32	12	8	0	0	4	0
Foodcourt	479.52	0	77	0	0	0	0
Lorong dan Lobi	318.32	0	11	0	0	0	0
Toilet	27	4	24	0	0	0	20
Jumlah	1237.64	28	134	12	0	15	20
Total	1237.64	174			35		

Tabel 5. Data Beban Penerangan dan Sistem Tata Udara Pada Lantai Satu

Ruang	Luas (Meter)	Jumlah Lampu			Jumlah STU		
		22 W	18 W	11 W	2350 W	1500 W	15 W
R. Dosen Arab	103.68	3	36	0	0	6	0
R. Dosen B.Ingggris	207.36	1	20	0	0	2	0
R. Dosen Jepang	103.68	2	20	0	0	4	0
E7 101	69.12	1	12	0	0	2	1
E7 102	69.12	1	12	0	0	2	1
E7 103	69.12	1	12	0	0	2	1
E7 104	69.12	1	12	0	0	2	1
E7 105	69.12	1	12	0	0	2	1
E7 106	69.12	1	12	0	0	2	1
Lobi dan Lorong	318.32	0	33	18	0	0	0
Toilet	27	0	24	0	0	0	20
Jumlah	1174.76	12	205	18	0	24	26
Total	1174.76	235			50		

Tabel 6. Data Beban Penerangan dan Sistem Tata Udara Pada Lantai Dua

Ruang	Luas	Jumlah Lampu			Jumlah STU		
		22 W	18 W	11 W	2350 W	1500 W	15 W
E6 201	69.12	1	12	0	0	2	1
E6 202	69.12	1	12	0	0	2	1
E6 203	69.12	1	12	0	0	2	1
E6 204	69.12	1	12	0	0	2	1
E6 205	69.12	1	12	0	0	2	1
E6 206	69.12	1	12	0	0	2	1
E7 201	69.12	1	12	0	0	2	1
E7 202	69.12	1	12	0	0	2	1
E7 203	69.12	1	12	0	0	2	1
E7 204	69.12	1	12	0	0	2	1
E7 205	69.12	1	12	0	0	2	1
E7 206	69.12	1	12	0	0	2	1
Lobi dan Lorong	318,32	0	33	18	0	0	0
Toilet	27	0	24		0	0	20
Jumlah	856.44	12	201	18	0	24	32
Total	856.44	231			56		

Tabel 7. Data Beban Penerangan dan Sistem Tata Udara Pada Lantai Tiga

Ruang	Luas	Jumlah Lampu			Jumlah STU		
		22 W	18 W	11 W	2350 W	1500 W	15 W
E6 301	69.12	1	12	0	0	2	1
E6 302	69.12	1	12	0	0	2	1
E6 303	69.12	1	12	0	0	2	1
E6 304	69.12	1	12	0	0	2	1
E6 305	69.12	1	12	0	0	2	1
E6 306	69.12	1	12	0	0	2	1
E7 301	69.12	1	12	0	0	2	1
E7 302	69.12	1	12	0	0	2	1
E7 303	69.12	1	12	0	0	2	1
E7 304	69.12	1	12	0	0	2	1
E7 305	69.12	1	12	0	0	2	1
E7 306	69.12	1	12	0	0	2	1
Lobi dan Lorong	318.32	0	33	18	0	0	1
Toilet	27	0	24	0	0	0	20
Jumlah	1174.76	12	201	18	0	24	33
Total	1174.76	231			57		

Tabel 8. Data Beban Penerangan dan Sistem Tata Udara Pada Lantai Empat

Ruang	Luas	Jumlah Lampu			Jumlah STU		
		36 W	18 W	11 W	2350 W	1500 W	15 W
E6 401	69.12	1	12	0	0	2	1
E6 402	69.12	1	12	0	0	2	1
E6 403	69.12	1	12	0	0	2	1
E6 404	69.12	1	12	0	0	2	1
E6 405	69.12	1	12	0	0	2	1
E6 406	69.12	1	12	0	0	2	1
E7 401	69.12	1	12	0	0	2	1
E7 402	69.12	1	12	0	0	2	1
E7 403	69.12	1	12	0	0	2	1
E7 404	69.12	1	12	0	0	2	1
E7 405	69.12	1	12	0	0	2	1
E7 406	69.12	1	12	0	0	2	1
Lobi dan Lorong	318,32	0	33	18	0	0	1
Toilet	27	0	24	0	0	0	20
Jumlah	856.44	12	201	18	0	24	33
Total	856.44	231			57		

Tabel 9. Data Beban Penerangan dan Sistem Tata Udara Pada Lantai Lima

Ruangan	Luas	Jumlah Lampu			Jumlah STU		
		36 W	18 W	11 W	2350 W	1500 W	15 W
R. Ampiteater 1	414.72	0	55	0	16	0	0
R. Ampiteater 2	207.36	0	55	0	8	0	0
R. Ampiteater 3	207.36	0	55	0	8	0	0
Toilet	27	0	0	0	0	0	20
Lorong dan Lobi	318.32	0	0	18	0	0	0
Jumlah	1174.76	0	165	18	32	0	20
Total	1174.76	183			52		

dan luas pada masing- lantai dan ruangan ditunjukkan pada tabel 3,4,5,6,7,8, dan 9 dimana pada tabel tersebut menunjukkan jumlah beban yang digunakan pada setiap ruangan.

Pada gedung *Twin Building* sendiri terdapat ruangan yang memiliki kriteria yang sama :

1. Ruang kelas : lampu 18 Watt dan AC 1.500 Watt (18.000 BTU/H)
2. Lobi dan lorong : lampu 18 Watt dan 11 Watt
3. Toilet : lampu 18 Watt dan blower 15 Watt

Pada lantai dua sampai lantai empat memiliki kriteria yang sama pada ruang perkuliahan. Untuk penggunaan lampu 18 Watt berada pada ruang kelas, lobi dan lorong, dan toilet. Sedangkan untuk sistem tata udara untuk lantai dasar sampai lantai 4 menggunakan AC dengan 1.500 Watt (18.000 BTU/H) sedangkan untuk ampiteater menggunakan AC yang lebih besar yaitu 2.350 Watt (24.000 BTU/H)

4.3 Konsumsi Energi

4.3.1 Perhitungan Konsumsi Energi

Nilai konsumsi energi yang digunakan pada gedung *Twin Building* dalam sebulan dapat kita hitung sebagai berikut:

Konsumsi energi sehari : 1.051961,8 Wh = 1.051,9618 kWh

Waktu pemakaian : 30 Hari

Nilai konsumsi energi : 1.051,9618 x 30
: 31.558,854 kWh/bulan

4.3.2 Analisis Konsumsi Energi

Dari perhitungan penggunaan konsumsi energi diatas, dapat diketahui bahwa penggunaan energi listrik pada gedung *Twin Building* Kampus Universitas Muhammadiyah Yogyakarta dalam sebulan yaitu sebesar 31.558,854 kWh/bulan.

4.4 Nilai Intensitas Konsumsi Energi (IKE)

4.4.1 Perhitungan IKE

Untuk nilai Intensitas Konsumsi Energi pada bangunan *Twin Building* dapat dilihat sebagai berikut.

Konsumsi energi : 31.558,854 kWh/bulan

Luas bangunan : 6.344,52 m²

$$IKE = \frac{31.558,854 \text{ kWh/bulan}}{6.344,52 \text{ m}^2}$$

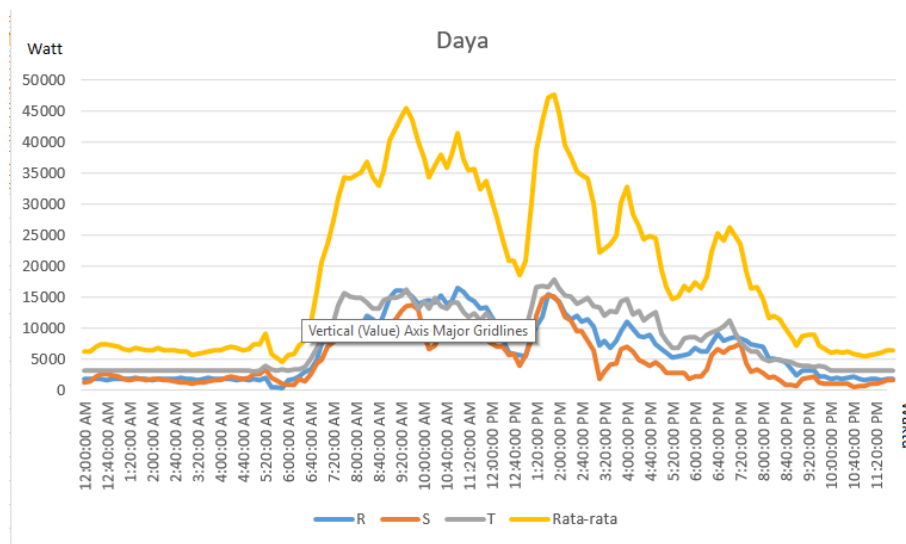
IKE= 4,97 kWh/m²/bulan

Penggunaan konsumsi energy listrik pada gedung *Twin Building* dalam sebulan sebesar 31.558,854 kWh/bulan, gedung tersebut memiliki luas area total 6.344,52 m². berdasarkan perhitungan terhadap nilai IKE listrik di Gedung *Twin Building* diperoleh nilai rata-rata IKE 4,97 kWh/m²/bulan. Dalam hal ini dapat

dikatakan bahwa nilai IKE actual gedung dikategorikan sangat efisien karena nilainya berada diantara 4,17-7,92.

4.5 Profil Beban Listrik Harian

Berdasarkan hasil data pengukuran yang telah dilakukan pada Gedung Twin Building selama satu hari dapat dilihat pada grafik dibawah ini.

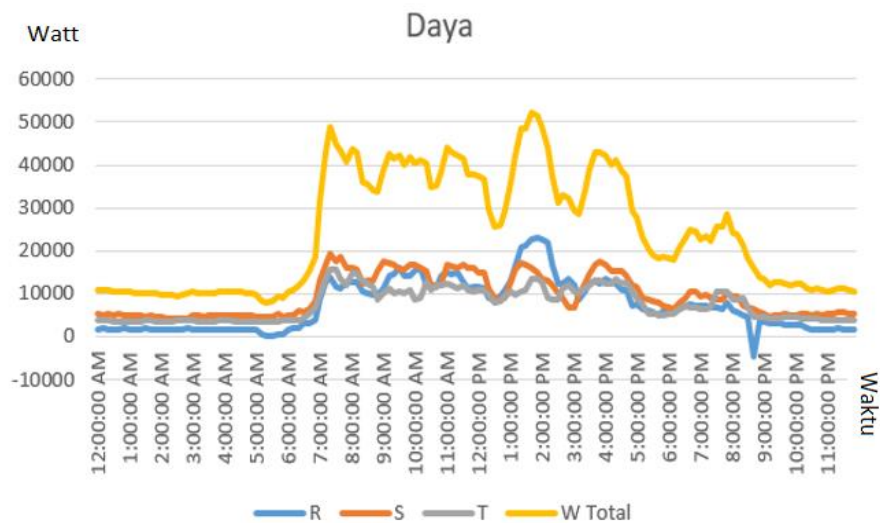


Gambar 6. Penggunaan Daya Zona 1

Berdasarkan gambar grafik diatas untuk zona satu dapat disimpulkan bahwa penggunaan energi pada saat jam kuliah lebih besar dibandingkan dengan tidak adanya jam kuliah. Dimana jam perkuliahan dimulai dari jam 07:00 – 21:00 WIB dan didalam selang-selang waktu itu terdapat waktu istirahat dan jeda setiap pergantian mata kuliah. Hal ini dipengaruhi karena penggunaan sistem tata cahaya, AC, dan

peralatan listrik sangat dibutuhkan untuk menunjang aktifitas perkuliahan.

Penggunaan energi listrik itu sendiri dalam sehari yaitu 1.051,9618 kWh



Gambar 7. Penggunaan Daya Zona 2

Sedangkan untuk zona dua tidak jauh berbeda dengan zona pertama dimana penggunaan energi lebih banyak digunakan pada jam-jam perkuliahan sedangkan untuk waktu kosong atau tidak ada kuliah, penggunaan energi listrik sangat sedikit. Hal itu bisa dilihat dari gambar grafik diatas.

4.6 Kualitas Kelistrikan

Profil beban listrik gedung yang diperoleh dari hasil pengukuran yang berlangsung selama tiga hari dengan menggunakan alat Electronical Power Analyzer, pada setiap panel utama gedung. Pengukuran ini dilakukan untuk mendapatkan data

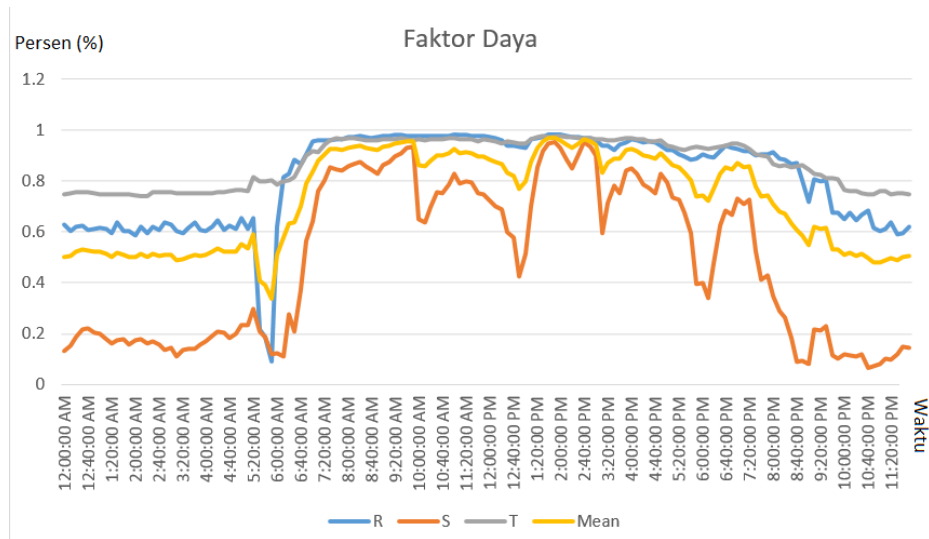
kondisi kelistrikan yang aktual. Adapun hasil yang diperoleh dalam pengukuran, yaitu : daya nyata (kW), daya semu (kVA), faktor daya, frekuensi, tegangan dan arus antar phasa, ketidakseimbangan tegangan dan beban, harmonik tegangan dan arus.

Terdapat dua zona didalam gedung Twin Building dalam pemasangan panel. Dimana zona pertama terdapat di gedung E7 sedangkan zona kedua terdapat di gedung E6. Dimana setiap zona terdapat beberapa panel, yaitu untuk penerangan, AC, peralatan, dan lift. Kondisi aktual yaitu kondisi operasi dan kualitas kelistrikan yang melayani beban-beban listrik pada bangunan atau gedung.

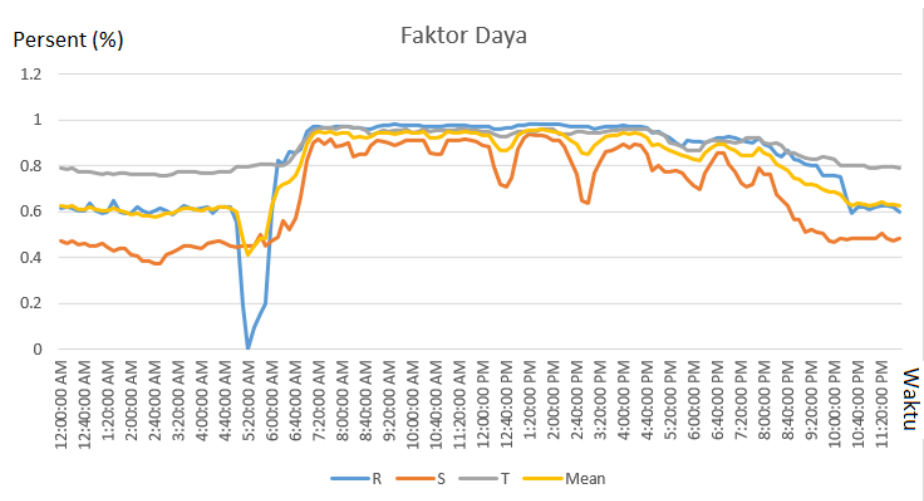
4.7 Faktor Daya (Cosphi)

Nilai cos phi diartikan sebagai perbandingan antara daya nyata dengan daya semu. Nilai cosphi yang ditetapkan oleh PLN agar tidak terjadi denda KVArdiatas nilai 0,85 atau 85 persen. Nilai tersebut ditetapkan karena penyedia listrik (PLN) harus mengirimkan daya kompleks (kVA) yang lebih besar untuk memenuhi kebutuhan energi listrik atau daya aktif (kW) yang tetap apabila faktor dayanya jelek. Manfaat lain dari nilai cos phi yang baik adalah kapasitas beban (KW) dapat dimanfaatkan secara optimal dari suatu kapasitas yang terpasang (KVA).

Berdasarkan hasil pengukuran yang dilakukan dapat diperoleh hasil sebagai berikut:



Gambar 8. Faktor Daya Zona 1



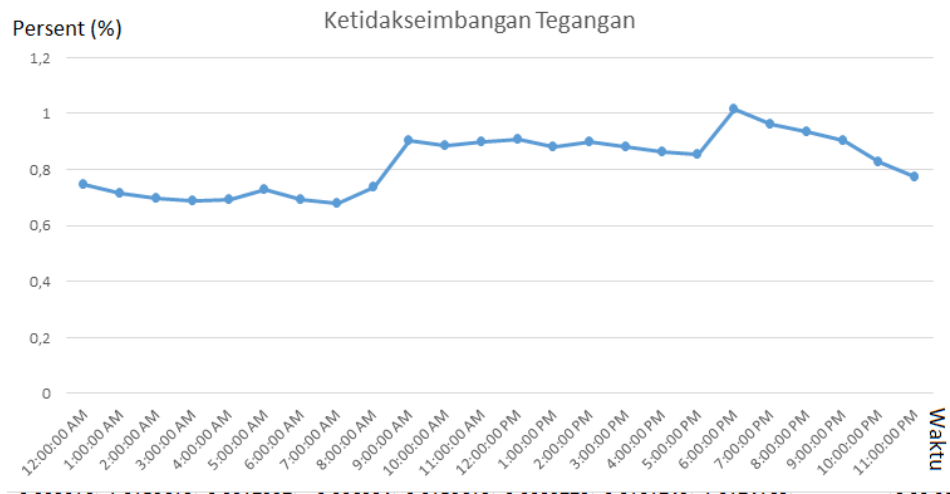
Gambar 9. Faktor Daya Zona 2

Berdasarkan data hasil diatas dapat disimpulkan bahwa nilai cosphi menunjukan bahwa sistem kelistrikan gedung berada dalam kondisi yang baik dan sesuai dengan standar yang ditetapkan oleh PLN pada waktu jam perkuliahan. Dal hal ini pihak kampus masih terkena denda karena pada saat jam perkuliahan selesai nilai

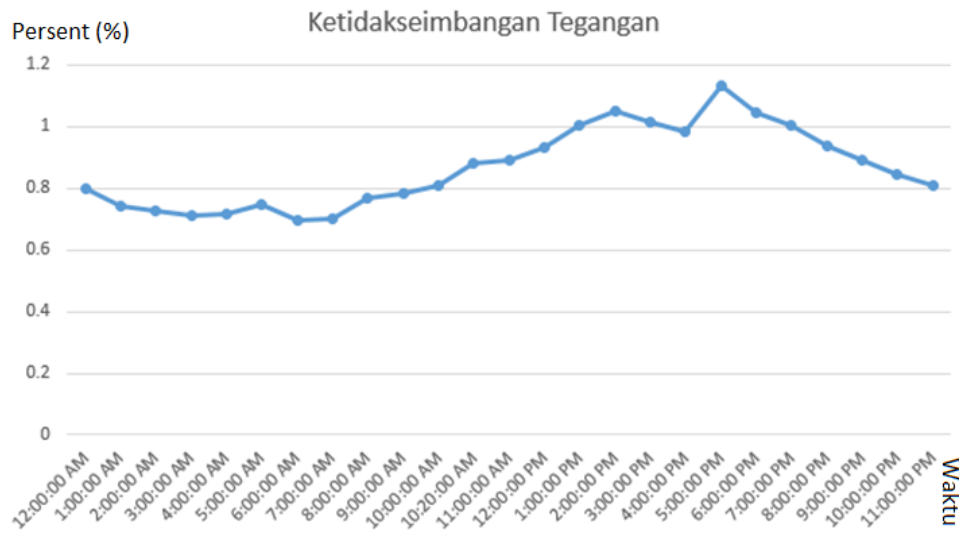
dari factor daya itu sendiripun turun sehingga pihak kampus harus membayar denda. Agar nilai $\cos\phi$ dalam keadaan baik dapat dilakukan dengan cara melakukan monitoring dan perawatan secara terus menerus pada sistem distribusi listrik supaya nilai $\cos\phi$ nya tetap berada diatas 0,85. Keuntungan lain sewlain terhindar dari denda oleh PLN dan daya pada gedung tersebut dapat dimanfaatkan secara maksimal. Bila kualitas daya yang baik dapat memperbaiki drop tegangan, faktor daya, rugi-rugi daya, kapasitas daya, dan efisiensi listrik. Menurut Syafrianto et. Al. (2012), kualitas daya yang baik akan mengurangi drop tegangan, faktor daya, rugi-rugi daya, kapasitas daya aktif (kW) dan daya semu (kVA) dan dapat meningkatkan efisiensi energi listrik. Kualitas daya yang baik yaitu jika faktor dayanya >0.8 . Beban-beban yang bersifat induktif mengakibatkan rendahnya faktor daya ($\cos\phi$).

4.8 Ketidakseimbangan Tegangan Listrik

Berdasarkan hasil pengukuran yang telah dilakukan terhadap tegangan listrik yang terdapat pada Gedung *Twin Building* Universitas Muhammadiyah Yogyakarta, bahwa nilai tegangan tersebut dibawah nilai standar yang ditetapkan yaitu 3%. Jadi nilai tegangan pada panel satu maupun panel dua dapat dikategorikan dalam keadaan baik karena nilainya tidak melebihi nilai standar yang telah ditetapkan. Hasil tersebut dapat dilihat pada gambar dibawah ini. Bahwa nilai yang terukur paling besar baik itu panel satu maupun panel dua nilainya 1,01 dan 1,13.



Gambar 10. Ketidakseimbangan Tegangan pada Zona 1



Gambar 11. Ketidakseimbangan Tegangan pada Zona 2

Tabel 10. Perhitungan Ketidakseimbangan Tegangan

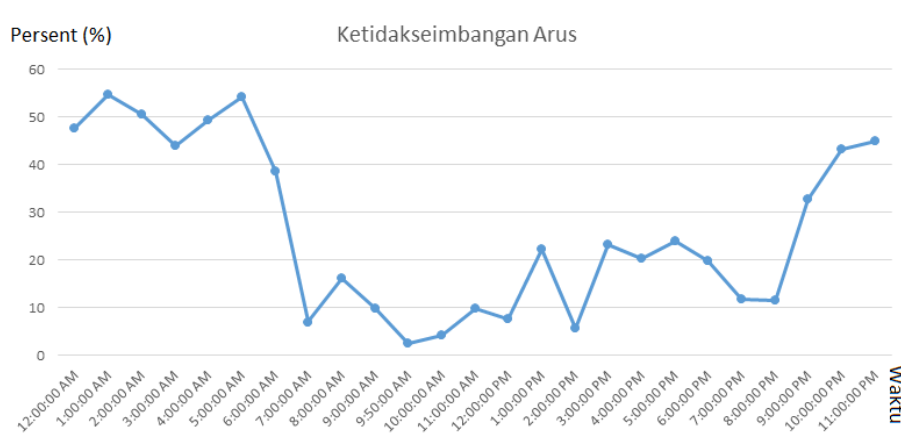
Data	Tegangan Panel 1			Ketidakseimbangan Tegangan	Tegangan Panel 2			Ketidakseimbangan Tegangan
	V1	V2	V3		V1	V2	V3	
Max	383.9	392.5	383.4	1.017417	381.8	390.3	380.6	1.052601
Min	388.5	393.7	387	0.678527	391.3	396.4	389.2	0.696746
Rata-rata	370.08	376.324	368.808	0.790119	385.796	392.576	384.276	0.865023

Nilai tegangan listrik sangat penting pada sistem transmisi maupun pada sistem distribusi. Apabila nilai ketidakseimbangan tegangan tersebut diatas nilai standar yang ditetapkan maka kinerja dari motor-motor listrik menjadi turun secara cepat dan dapat mengalami kerusakan. Ketidakseimbangan tegangan yang tinggi dapat mempengaruhi arus yang tidak seimbang yang dapat mengakibatkan motor menjadi panas. Untuk nilai ketidakseimbangan tegangan itu sendiri sudah ditetapkan nilai standarnya pada sistem kelistrikan yaitu standar ANSI C84,1-1995, dimana nilai

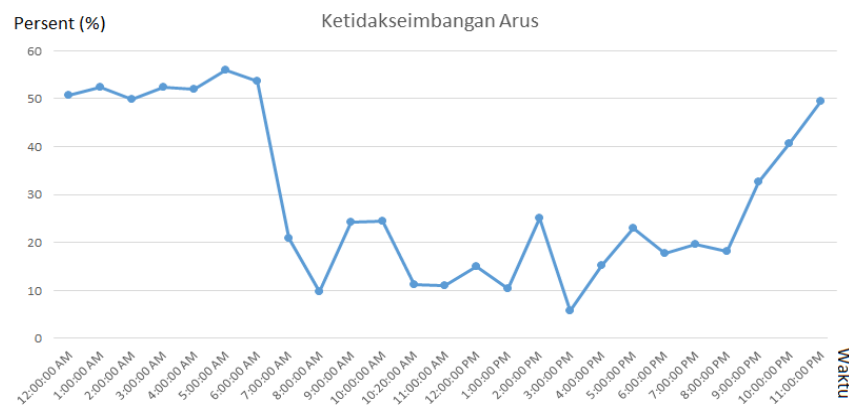
ketidakseimbangan tegangan pada sistem distribusi, tegangan rendah tidak boleh melebihi dari 3 persen.

4.9 Ketidakseimbangan Arus Listrik

Berdasarkan hasil pengukuran yang dilakukan secara langsung terhadap nilai ketidakseimbangan listrik pada zona satu ditunjukkan pada gambar dibawah ini.



Gambar 12. Ketidakseimbangan Arus Zona 1



Gambar 13. Ketidakseimbangan Arus Zona 2

Nilai ketidakseimbangan arus merupakan hal yang sangat penting pada saat pengukuran kualitas sistem kelistrikan. Hal ini disebabkan, jika nilai ketidakseimbangan arus diatas nilai standar maka akan mengakibatkan Transformator Harmonic Derating Factor (THDF-Arus) menjadi tinggi, timbulnya arus netral, dan isolasi menjadi panas serta dapat mempengaruhi kerja trafo distribusi. Standar ANSI c84.1-1995 menetapkan nilai ketidakseimbangan arus sistem distribusi tidak boleh melebihi dari 20 persen.

Tabel 11. Hasil pengukuran Ketidakseimbangan Arus

Data	Arus Panel 1			Ketidakseimbangan Arus	Arus Panel 2			Ketidakseimbangan Arus
	I1	I2	I3		I1	I2	I3	
Max	12,6	47,1	18	54,56885	10,4	47	19,3	55,88874
Min	35,3	32,6	39,6	7,0077752	55,1	55,1	46,7	5,738064
Rata-rata	34.8 2	42.36 8	40.99 6	26.18548	38.004	59.304	38.068	29.64487

Terlihat pada gambar diatas nilai panel pada zona satu dan dua tidak seimbang dan melebihi nilai standar. Ketidakseimbangan arus terjadi selana 10 jam pada malam hari atau pada saat tidak ada jam perkuliahan. Hal ini disebabkan oleh beban satu fasa pada fasa S. Kondisi ini dapat diatasi dengan cara melakukan proses *balancing* beban

listrik pada *Sub Distribution Panel* (SDP) beban rata pada ketiga fasa. Rugi-rugi pada jaringan line netral tersebut bisa dihilangkan dengan cara rewiring pada *sub distribution panel* agar beban listrik terdistribusi secara merata pada setiap fasa (R-S-T).

4.10 Frekuensi Listrik

Frekuensi listrik adalah jumlah siklus arus bolak balik per detik. Di Indonesia sendiri menggunakan standar frekuensi listrik sebesar 50 Hz. Besarnya nilai frekuensi dipengaruhi oleh kecepatan perputaran dari turbin sebagai penggerak mula. Apabila frekuensi yang dihasilkan tidak stabil maka akan mengakibatkan perputaran motor listrik sebagai penggerak mesin-mesin produksi di industri manufaktur juga tidak stabil, dimana hal tersebut akan mengganggu proses hasil produksi. Gangguan-gangguan yang terjadi pada sistem frekuensi terdiri dari:

1. Penyimpangan terus-menerus (continuous deviation)

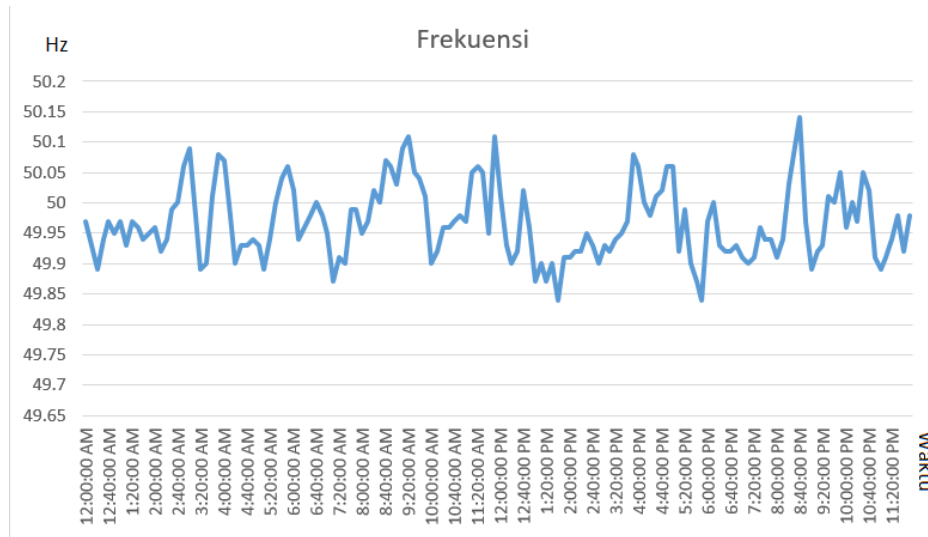
Frekuensi yang berada di luar batasannya pada waktu yang lama secara terus-menerus. Frekuensi standar 50 Hz dengan toleransi (49,4 – 50,6 Hz) IEEE-446.

2. Penyimpangan sementara (transient deviation)

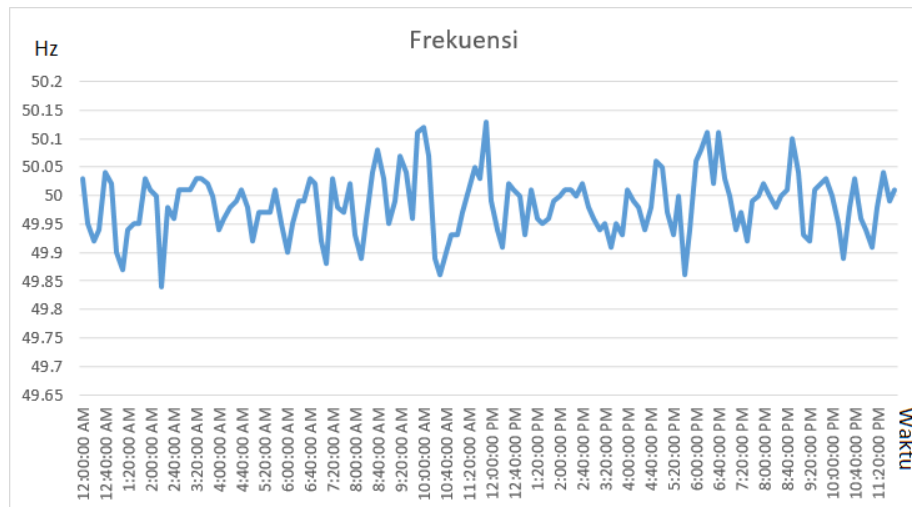
Penurunan atau kenaikan frekuensi yang penurunannya atau penaikannya secara tiba-tiba dan sesaat.

Hasil pengamatan dan pengukuran yang telah dilakukan terhadap frekuensi listrik pada jaringan distribusi listrik pada gedung twin building tergolong

baik, yaitu 49,82 sampai 50,11 Hz sehingga masih dalam batasan nilai standar dari IEEE-446. Dapat dilihat grafik dibawah ini.



Gambar 14. Frekuensi Zona 1



Gambar 15. Frekuensi Zona 2