

BAB IV

ANALISIS DAN PEMBAHASAN

4.1 Konsumsi Energi Listrik

4.1.1 Perhitungan Konsumsi Energi

Nilai konsumsi energi yang digunakan dalam pemakaian selama satu bulan dapat diperhitungkan sebagai berikut :

Konsumsi energi dalam pemakaian satu hari : $6.365092,3 \text{ Wh} = 6.365,0923 \text{ kWh}$

Waktu pemakaian dalam satu bulan : 30 hari

Nilai konsumsi energi : $6.365,0923 \times 30 \text{ hari}$

: $190.952,769 \text{ kWh/bulan}$

4.1.2 Analisis Konsumsi Energi

Dari perhitungan diatas, nilai konsumsi energi dapat diketahui yaitu penggunaan listrik dalam pemakaian selama satu bulan yaitu sebesar $190.952,769 \text{ kWh/bulan}$.

4.2 Perhitungan Nilai Intensitas Konsumsi Energi (IKE)

Menghitung nilai Intensitas Konsumsi Energi pada bangunan gedung F1, F3, F4 dan G6 di Universitas Muhammadiyah Yogyakarta dapat dilihat sebagai berikut :

Konsumsi energi : $190.952,769 \text{ kWh/bulan}$

Luas bangunan : 18.740,16 m²

IKE : $\frac{190.952,769 \text{ kWh/bulan}}{18.740,16 \text{ m}^2}$

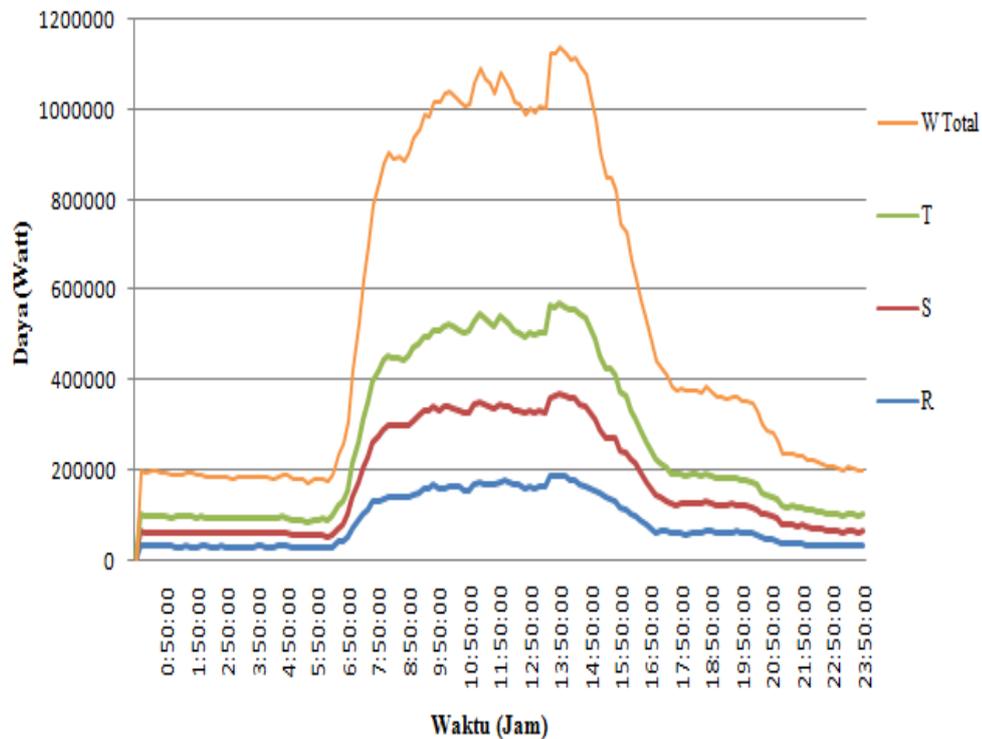
IKE : 10,18 kWh/m²/bulan

4.2.1 Analisis Nilai Intensitas Konsumsi Energi (IKE)

Dari perhitungan diatas, penggunaan konsumsi energi listrik pada bangunan gedung F1, F3, F4 dan G6 di Universitas Muhammadiyah Yogyakarta dalam satu bulan sebesar 190.952,769 kWh/bulan, pada bangunan gedung memiliki luas area total 18.740,16 m². Berdasarkan perhitungan nilai intensitas konsumsi energi listrik pada bangunan gedung F1, F3, F4 dan G6 di Universitas Muhammadiyah Yogyakarta diperoleh hasil rata-rata nilai intensitas konsumsi energi sebesar 10,18 kWh/m²/bulan. Jadi, dalam hal ini dapat diketahui bahwa standar bangunan gedung berada diantara 7,92 – 12,08 yang artinya bahwa bangunan gedung ini dikategorikan efisien menurut standar Departemen Pendidikan Nasional Republik Indonesia, 2004.

4.3 Beban Listrik Harian

Berdasarkan hasil dari data pengukuran yang telah dilakukan diperoleh hasil yaitu sebagai berikut :



Grafik 4.1 Penggunaan Daya pada Bangunan Gedung F1, F3, F4 dan G6

Pada grafik daya diatas, dapat disimpulkan bahwa penggunaan energi listrik lebih besar pada saat jam-jam kuliah berlangsung yaitu pada pukul 06.50 pagi sampai dengan pukul 20.50 sore. Dan pada saat tidak ada perkuliahan atau libur perkuliahan penggunaan energi listrik sangat sedikit. Hal ini dapat terjadi karena adanya pengaruh dari penggunaan AC, sistem pencahayaan dan peralatan listrik yang menunjang aktifitas perkuliahan tersebut.

4.4 Kualitas Kelistrikan

Pada profil beban listrik bangunan gedung F1, F3, F4 dan G6 di Universitas Muhammadiyah Yogyakarta yang sudah dilakukan pengukuran dengan menggunakan alat *Electronical Power Analyzer* di setiap panel pada

gedung utama. Pengukuran ini dilakukan agar mendapatkan hasil data kelistrikan yang lebih aktual. Hasil dari pengukuran ini memperoleh data daya semu (kVA), daya nyata (kW), faktor daya, tegangan, arus, arus antar fasa, frekuensi, beban, harmonik tegangan, dan ketidakseimbangan tegangan. Di setiap gedung terdapat beberapa panel yang menghubungkan yaitu untuk penerangan, peralatan, lift dan AC. Kelistrikan yang aktual yaitu dimana kondisi kualitas kelistrikan dan pengoperasiannya yang melayani beban-beban listrik pada bangunan gedung.

4.5 Faktor Daya (Cos Phi)

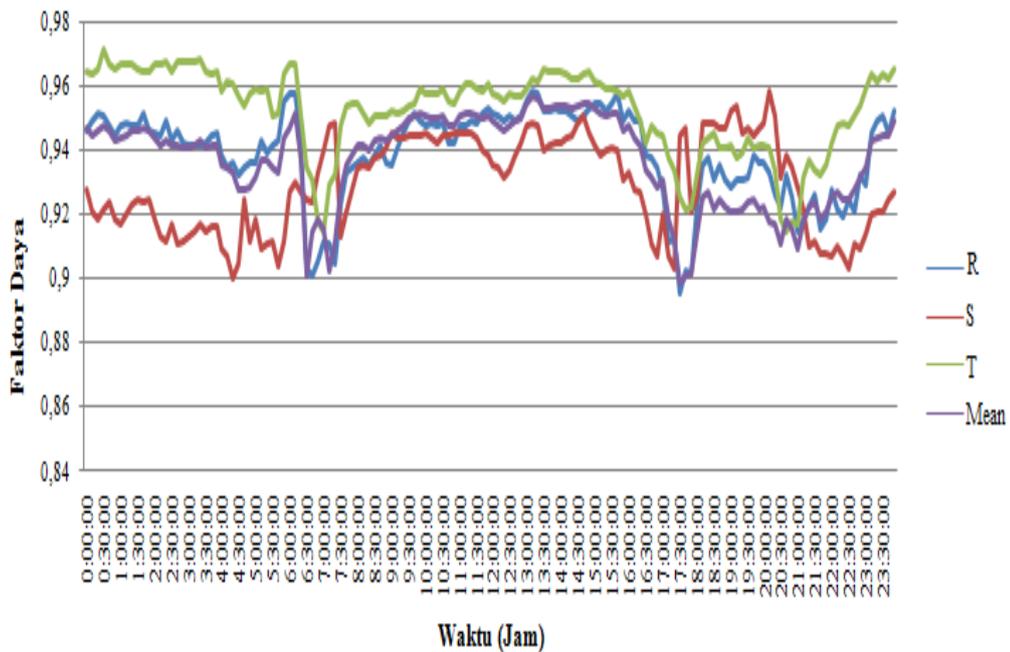
Nilai $\cos \phi$ adalah nilai perbandingan antara besarnya daya aktif dengan besaran daya semu. Jika nilai pada daya semu sama dengan daya aktif maka nilai $\cos \phi$ nya 1 hal ini berarti tidak adanya kehilangan daya dan tidak ada faktor daya atau $\cos \phi$. Pemakaian dari berbagai macam peralatan kelistrikan akan menghasilkan induksi magnetik yang menyebabkan timbulnya daya reaktif atau daya yang hilang. Hal ini disebabkan karena adanya daya reaktif yang mengalami kerugian daya sehingga nilai-nilai daya aktif akan lebih kecil dibandingkan dengan daya semu (daya total).

Semakin banyak pemakaian peralatan kelistrikan yang menghasilkan induksi magnetik maka akan semakin besar pula daya reaktif yang dihasilkan dan akan semakin besar pula selisih pada daya aktif dengan daya semu, pada kondisi ini yang akan menyebabkan faktor daya atau $\cos \phi$ semakin rendah.

Nilai $\cos \phi$ yang ditetapkan PLN agar tidak menyebabkan denda kVAR yaitu diatas nilai 0,85 atau 85 persen. Nilai tersebut sudah ditetapkan oleh PLN

untuk mengirimkan daya kompleks (kVA) yang lebih besar karena untuk memenuhi kebutuhan energi listrik atau daya aktif (kW) apabila faktor dayanya buruk. Nilai cos phi yang baik yaitu pada kapasitas bebannya (kW) dimanfaatkan secara optimal dari suatu kapasitas yang terpasang (kVA).

Berdasarkan hasil dari data pengukuran yang telah dilakukan diperoleh hasil sebagai berikut :



Grafik 4.2 Faktor Daya pada Bangunan Gedung F1, F3, F4 dan G6

Pada grafik faktor daya diatas, dapat disimpulkan bahwa nilai cos phi menunjukkan sistem kelistrikan pada gedung dalam kondisi yang baik karena sesuai dengan nilai standar yang ditetapkan oleh PLN yaitu diatas 0,85. Faktor daya yang ingin dicapai harus di atas 0,85 supaya kualitas daya menjadi lebih baik dan menghindari biaya tambahan tagihan listrik yang disebabkan dari kerugian

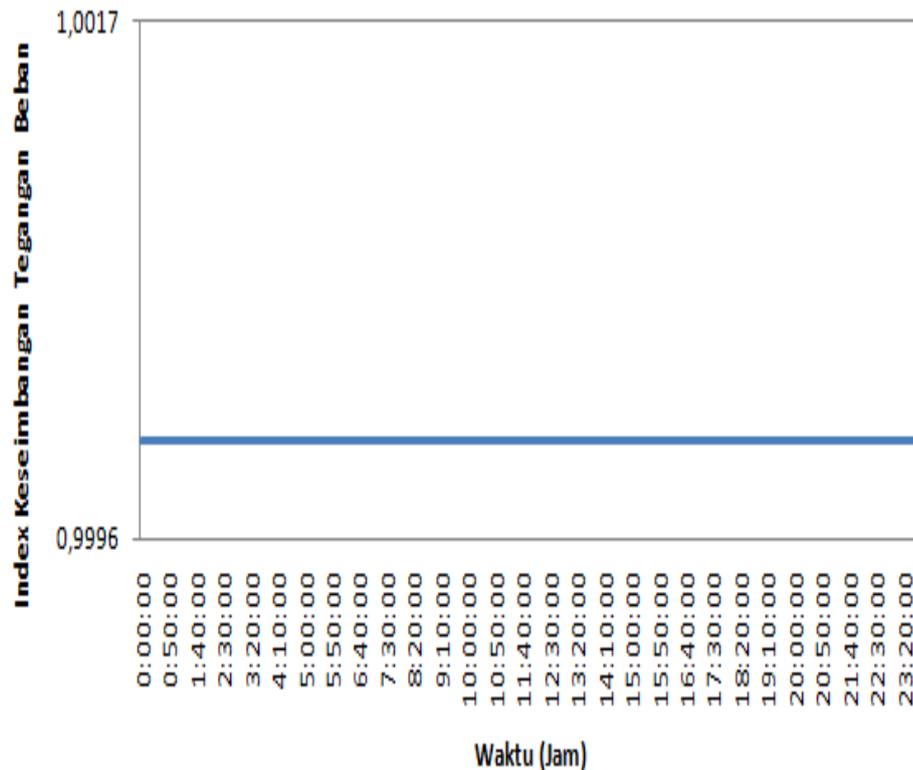
daya tersebut. Kualitas daya yang baik akan memperbaiki *drop* tegangan, faktor daya, rugi-rugi daya, kapasitas daya dan efisiensi energi listrik. Kualitas daya yang baik yaitu jika nilai faktor dayanya di atas 0,85 atau mendekati 1.

Bagi pelanggan PLN terutama pelanggan industri, kelebihan pemakaian kVARh pada rata-rata faktor daya kurang dari 0,85 akan dikenakan biaya kelebihan pemakaian kVARh atau denda tagihan listrik. Pencatatan tagihan listrik tidak didasarkan pada besarnya pemakaian daya nyata (kWh), tetapi juga didasarkan pada besarnya daya reaktif (kVARh) yang terjadi pada beban pemakaian daya listrik tersebut. Semakin besar daya reaktif yang terjadi maka akan semakin besar juga biaya denda kVARh yang harus dibayar oleh pelanggan industri ke PLN. Pemakaian daya kVARh oleh pelanggan industri tidak dapat dihindari karena mesin dan peralatan listrik yang digunakan seperti motor listrik memerlukan daya reaktif untuk beroperasi. Dikarenakan kebutuhan reaktif tersebut maka pelanggan industri harus selalu memperhatikan pemakaian daya reaktifnya sehingga tidak melebihi dari batas yang ditetapkan oleh PLN.

Menurut Syafrianto (2012), kualitas pada daya yang baik yaitu akan mengurangi nilai *drop* tegangan, rugi-rugi daya, faktor daya, daya semu (kVA), kapasitas daya aktif (kW) dan dapat meningkatkan efisiensi energi listrik. Kualitas daya yang baik jika faktor daya $> 0,8$. Beban-beban yang bersifat induktif akan menyebabkan rendahnya nilai faktor daya ($\cos \phi$).

4.6 Keseimbangan Tegangan Beban

Berdasarkan hasil dari data pengukuran yang telah dilakukan diperoleh hasil sebagai berikut :



Grafik 4.3 Keseimbangan Tegangan Beban

Pada grafik keseimbangan tegangan diatas, dapat disimpulkan bahwa hasil dari data pengukuran dan perhitungan nilai dari keseimbangan tegangan kurang dari 3 %. Dimana dalam keadaan ini nilai tersebut dikategorikan bagus menurut standar ANSI C84.1-1995. Karena standarisasi dari keseimbangan itu sendiri tidak boleh melebihi 3 %.

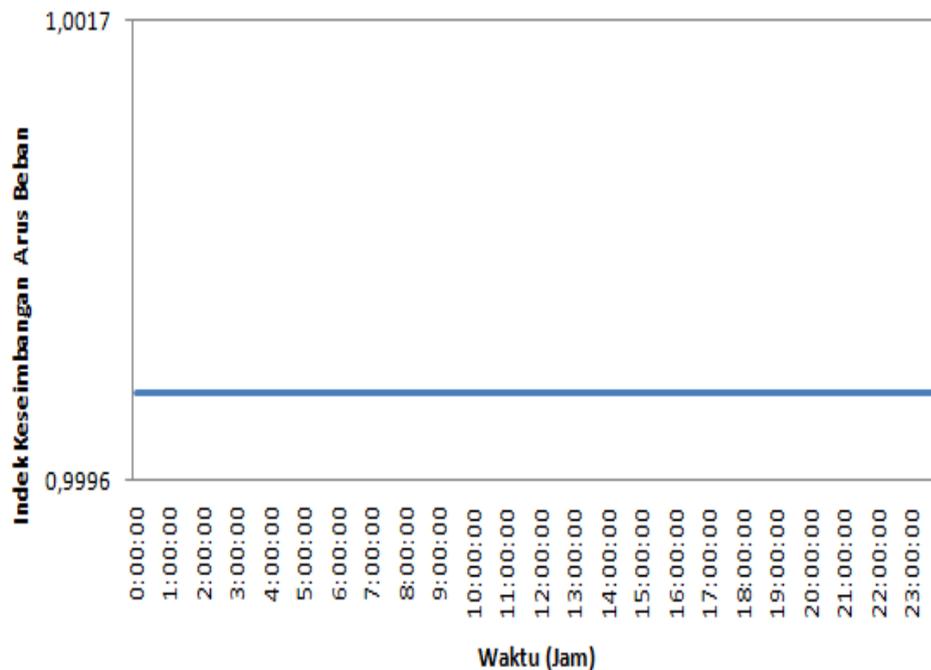
Tabel 4.1 Perhitungan Keseimbangan Tegangan Beban

Data	Tegangan Panel SDP (V)			Keseimbangan Tegangan (%)
	V1 (V)	V2 (V)	V3 (V)	
Maksimal	386,9	395,9	387	1 %
Minimal	364,9	376,1	366,1	1 %
Rata-rata	375,9	386	376,55	1 %

Pada nilai tegangan listrik merupakan hal yang sangat penting untuk sistem transmisi maupun distribusi. Nilai dari ketidakseimbangan tegangan yang tinggi bisa menyebabkan arus tidak seimbang, yang dapat mengakibatkan motor bekerja menjadi panas. Jika nilai ketidakseimbangan tegangan ditetapkan secara standar, maka dapat merubah kerja motor listrik menjadi turun secara drastis dan dapat mengalami kerusakan. Nilai ketidakseimbangan tegangan pada sistem distribusi tegangan rendah nilainya tidak boleh melebihi 3 % karena untuk nilai ketidakseimbangan tegangan sudah ditetapkan nilai standar kelistrikannya menurut standar ANSI C84.1-1995.

4.7 Keseimbangan Arus Beban

Berdasarkan hasil dari data pengukuran yang telah dilakukan diperoleh hasil sebagai berikut :



Grafik 4.4 Keseimbangan Arus Beban

Pada grafik keseimbangan arus diatas, dapat disimpulkan bahwa hasil dari data pengukuran dan perhitungan nilai keseimbangan arus adalah 1 % yang artinya nilai tersebut kurang dari 3 %. Dimana dalam keadaan ini nilai tersebut dikategorikan bagus menurut standar ANSI C84.1-1995. Hasil ini menunjukkan nilai yang sama seperti pada pengukuran nilai keseimbangan tegangan beban.

Nilai keseimbangan arus hal yang sangat penting yang harus diketahui pada saat melakukan pengukuran pada kualitas sistem kelistrikan. Karena jika nilai keseimbangan arus diatas pada nilai standar bisa menyebabkan *Transformer Harmonic Derating Factor* (THD-Arus) menjadi semakin tinggi atau naik, timbulnya arus netral dan isolasi akan menjadikannya panas dan

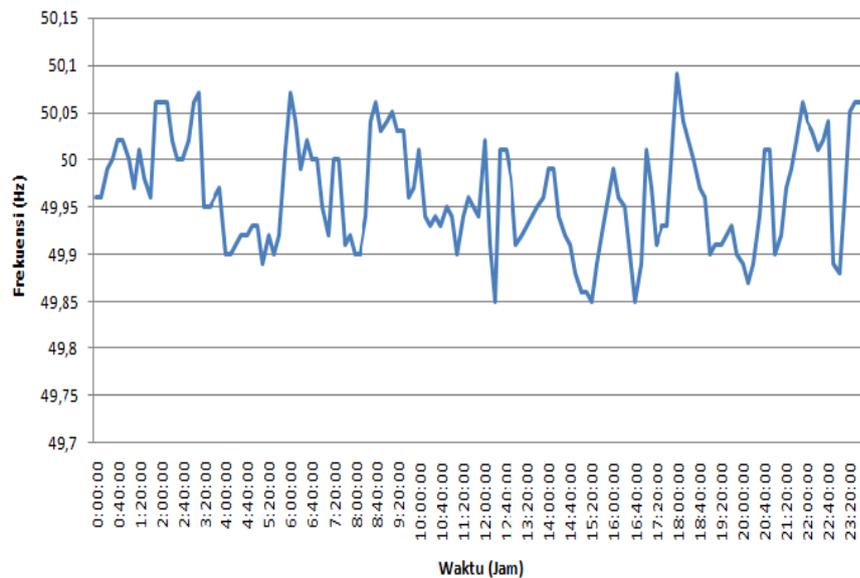
menyebabkan kinerja trafo distribusi tidak dapat bekerja secara optimal. Standar dari ANSI C84.1-1995 menerapkan bahwa nilai ketidakseimbangan arus sistem distribusi tidak boleh melebihi dari 20 %.

Tabel 4.2 Perhitungan Keseimbangan Arus Beban

Data	Arus Panel SDP (A)			Keseimbangan Arus (%)
	I1 (A)	I2 (A)	I3 (A)	
Maksimal	939,9	838,2	987,2	1 %
Minimal	140,7	123,7	153	1 %
Rata-rata	540,3	480,95	570,1	1 %

4.8 Frekuensi

Berdasarkan hasil dari data pengukuran yang telah dilakukan diperoleh hasil sebagai berikut :



Grafik 4.5 Nilai Frekuensi pada Bangunan Gedung F1, F3, F4 dan G6

Pada grafik frekuensi diatas, dapat disimpulkan bahwa setelah melakukan pengamatan dan pengukuran terhadap frekuensi listrik pada jaringan distribusi listrik pada gedung tersebut tergolong baik menurut standar Peraturan Menteri Energi dan Sumber Daya Mineral No. 37 tahun 2008 yaitu 49,85 sampai dengan 50,10 Hz.

Frekuensi merupakan jumlah siklus arus bolak-balik per detik. Atau ukuran jumlah putaran ulang per peristiwa dalam selang waktu yang ditentukan, satuan frekuensi adalah hertz (Hz). Tegangan dan arus bolak-balik yang berbentuk sinus, sehingga akan membentuk gelombang sinus yang mempunyai frekuensi. Frekuensi sebesar 1 Hz menyatakan peristiwa yang terjadi satu kali per detik, dimana frekuensi (F) kebalikan dari periode (T). Nilai frekuensi tegangan listrik yang digunakan di Indonesia yaitu sebesar 50 Hz. Karena pada setiap negara mempunyai nilai frekuensi tegangan listrik yang berbeda-beda. Di Indonesia standar nilai frekuensi tegangan listrik tercantum pada standar Peraturan Menteri Energi dan Sumber Daya Mineral No. 37 tahun 2008, bahwa frekuensi nominal sebesar 50 Hz dan di usahakan untuk tidak lebih rendah dari 49,50 Hz atau lebih tinggi dari 51,00 Hz. Apabila nilai frekuensi dalam keadaan darurat frekuensi di izinkan turun hingga 47,50 Hz atau naik hingga 52,00 Hz. Tapi harus diingat jika dalam keadaan darurat (*Emergency*).

Nilai frekuensi dipengaruhi oleh besarnya kecepatan perputaran dari turbin sebagai penggerak pemula. Jika pada frekuensi nilai yang dihasilkan tidak stabil maka akan meyebabkan perputaran pada motor listrik sebagai penggerak pada mesin-mesin produksi di industri manufaktur tidak akan stabil. Dalam hal ini akan

mengganggu proses hasil produksinya. Gangguan-gangguan yang biasanya menyebabkan sistem frekuensi adalah sebagai berikut :

1. Penyimpangan sementara (*Transient Deviation*)

Penaikan atau penurunan pada frekuensi yang penaikan atau penurunannya secara tiba-tiba dan sesaat.

2. Penyimpangan terus menerus (*Continuous Deviation*)

Frekuensi yang berada pada luar batasannya pada waktu yang sangat lama dan secara terus menerus.