

Pengukuran dan Analisis Kualitas Daya Listrik di IGD dan IKBS Rumah Sakit Islam Purwokerto

Gema Romadhona¹, Rum Sapundani², Winarso³, Bangkit Novalino Wibowo⁴, dan Wondi Prasitio⁵
^{1,2,3,4,5}Universitas Muhammadiyah Purwokerto
Jl. KH. Ahmad Dahlan, PO BOX 202 Purwokerto 53182 Kembaran, Banyumas, Jawa Tengah
e-mail: gema.romadhona@ump.ac.id

Abstrak— Listrik yang berkualitas sangat diperlukan pada alat-alat kesehatan dan kedokteran yang semakin canggih dan membutuhkan kemampuan bekerja dengan optimal dan aman. Untuk itulah diperlukan pengukuran untuk mengetahui kualitas tersebut. Parameter yang diukur menggunakan alat *power analyzer* berupa besarnya tegangan, frekuensi, daya aktif, daya semu, daya reaktif. Pengukuran dilakukan di IGD dan IKBS dimana pada di tempat tersebut merupakan tempat yang sangat penting karena berhubungan dengan pasien dengan tindakan yang cepat, khusus selama 24 jam. Hasil dan analisis dari pengukuran dan analisis dapat dijadikan sebagai data yang valid untuk dilakukan tindakan lebih lanjut. Apabila masih sesuai dengan standar yang ditetapkan maka proses penggunaan alat-alat tersebut dapat berlangsung dengan optimal dan aman. Dari hasil pengukuran telah memenuhi Standar yang ditetapkan dan berlaku di Indonesia

Kata kunci: *Kualitas daya listrik, peralatan kesehatan dan kedokteran, power analyzer*

Abstract— *Quality electricity is needed in increasingly sophisticated medical and medical equipment and requires the ability to work optimally and safely. For this reason, measurements are needed to determine the quality. Parameters measured using a power analyzer are in the form of voltage, frequency, active power, apparent power, reactive power. Measurements were carried out in the ER and ICU where at that place is a very important place because it deals with patients with fast action, specifically for 24 hours. The results and analysis of the measurement and analysis can be used as valid data for further action. If it is still in accordance with the standards set, the process of using it can take place optimally and safely. The measurement result have met the standards set and applied in Indonesia*

Keywords: *Power quality, medical equipment, power analyzer*

I. PENDAHULUAN

Listrik sudah menjadi kebutuhan pokok di zaman sekarang, baik di sektor pemerintahan, pendidikan, instansi, industri, bisnis, wisata, pelayanan umum, dan kesehatan. Listrik terlebih lagi menjadi sangat penting ketika menyangkut kesehatan/nyawa seseorang. Listrik di Rumah Sakit terutama di bagian IGD (Instalasi Gawat Darurat) dan IKBS (*Instalasi Kamar Bedah Sentral*) adalah contohnya, karena berhubungan dengan penanganan pasien yang cepat, khusus, dan selama 24 jam.

Kualitas Daya Listrik adalah besaran-besaran/parameter listrik yang memiliki kualitas atau sesuai dengan standar. Parameter listrik dapat berupa tegangan, daya 3 fasa, daya 1 fasa, daya aktif, daya semu, daya reaktif, faktor daya dan frekuensi. Nilai dari besaran-besaran tersebut disesuaikan dengan standar Perusahaan Listrik Negara (SPLN) dan PUIL (Persyaratan Umum Instalasi Listrik).

Rumah sakit merupakan sarana umum yang berfungsi merawat pasien dengan baik. Instalasi listrik rumah sakit mempunyai keunikan tersendiri dibanding gedung - gedung lain. Keunikan ini disebabkan dengan kelangsungan hidup

manusia. Instalasi listrik setiap ruangan rumah sakit yang berhubungan dengan pasien harus didesain dengan baik [1].

Gedung rumah sakit harus memenuhi syarat – syarat listrik sebagai berikut :

a. Kontinyunitas suplai daya

Kontinyunitas suplai daya dapat terpenuhi apabila aliran listrik yang menuju beban selalu terpenuhi. Agar kontinyunitas suplai daya selalu terpenuhi, maka harus disediakan suplai listrik cadangan ketika suplai daya utama terganggu. Suplai daya cadangan berupa generator set.

b. Keamanan instalasi listrik

Pengaman terhadap gangguan listrik sangat diperlukan karena menyangkut keselamatan orang banyak di dalam rumah sakit.

c. Besaran – besaran listrik sesuai dengan standar

Besaran – besaran listrik yaitu tegangan, arus, frekuensi, sistem pengaman, dan sistem pentanahan harus diperhatikan karena menentukan baik tidaknya sistem instalasi listrik [1].

Pelayanan kesehatan terdiri dari berbagai kombinasi beban elektronik sensitif dan beban komersial lainnya. Oleh karena itu menjaga kualitas daya sangat penting dan genting. Kualitas daya adalah istilah yang digunakan untuk kualitas

tegangan keseluruhan, kualitas arus dan sifat bentuk gelombang keluaran yang secara langsung atau tidak langsung mempengaruhi beban serta sumber daya. Karena perangkat medis sensitif, kualitas daya yang buruk memengaruhi kinerjanya. Gangguan listrik akan menyebabkan perangkat tidak berfungsi [2].

Salah satu faktor teknis yang perlu diperhatikan dalam penyediaan dan penyaluran daya listrik adalah kualitas daya. Faktor ini meliputi stabilitas tegangan, kontinuitas pelayanan, keandalan pengamanan dan kapasitas daya yang sesuai kebutuhan [1].

Peralatan kesehatan dan kedokteran modern yang berada di IGD dan IKBS seperti ventilator, peralatan mentoring detak jantung, tekanan darah, kadar oksigen dalam darah dan lain sebagainya membutuhkan kualitas daya listrik yang sesuai standar agar dapat bekerja dengan optimal dan aman, selain itu listrik yang tidak berkualitas/tidak sesuai standar dapat mengakibatkan hilangnya data, kerusakan pada alat, dan lebih fatalnya lagi mengancam nyawa pasien, tergantung dari tingkat seberapa parah kualitas listrik tersebut.

Kamar Operasi merupakan bagian dari Rumah Sakit yang tidak terpisahkan. Menurut Undang-Undang No. 44 Tahun 2009 tentang Rumah Sakit pasal 10 ayat (2) menyebutkan bahwa persyaratan minimal bangunan rumah sakit diantaranya adalah harus memiliki ruang atau kamar operasi. Kamar operasi umumnya terdapat dalam satu gedung besar yang dinamakan Instalasi Bedah Sentral (IBS). Fungsi kamar operasi memberikan pelayanan sarana dan prasarana dalam tindakan pembedahan terhadap pasien di rumah sakit [3].

Observasi di RSUD Dr. M. Ashari kabupaten Pemalang tanggal 17 Mei 2014 menyatakan bahwa kamar operasi beroperasi selama 24 jam. Terdapat beberapa peralatan yang harus ada dalam menunjang kamar operasi. Peralatan tersebut meliputi lampu operasi, mesin anestesi dan ventilator, monitor, *X-ray film viewer*, dan *suction pump*. Peralatan-peralatan medis tersebut sangat sensitif karena harus bekerja menggunakan energi listrik. Pada setiap tindakan pembedahan, peralatan-peralatan tersebut harus selalu siap bekerja, sehingga energi listrik harus selalu ada pada kamar operasi supaya setiap tindakan pembedahan dapat berjalan dengan baik [3].

Kualitas daya telah muncul sebagai salah satu isu sentral dalam pasokan dan distribusi listrik di lingkungan binaan karena kualitas daya yang buruk dapat menyebabkan berbagai masalah. Bergantung pada seberapa parah kualitas terdistorsi atau jenis peralatan/peralatan apa yang terpengaruh, konsekuensi dari kualitas daya yang buruk dan distorsi kualitas daya dapat berkisar dari perjalanan gangguan kecil, hilangnya data penting, kerusakan peralatan yang luas hingga hilangnya nyawa [4].

Karena perangkat pengawasan medis ini memiliki mikrokontroler yang disematkan, perubahan voltase atau arus yang cepat dapat dengan mudah menyebabkan perangkat tersebut gagal. Oleh karena itu, catu daya yang stabil dan berkualitas tinggi adalah wajib, di rumah sakit modern, catu daya listrik menjadi salah satu pertimbangan terpenting [5].

Meluasnya penggunaan peralatan berbasis mikroprosesor yang sensitif di rumah sakit mengharuskan daya yang dialirkan ke fasilitas sensitif tersebut memiliki kualitas yang lebih tinggi. Peristiwa kualitas daya, seperti transien voltase, dapat menyebabkan kegagalan fungsi mikroprosesor atau

pengontrol, yang mengakibatkan pemrosesan data yang salah atau perubahan data/pengaturan yang tersimpan [6].

Malfungsi lain pada peralatan medis yang disebabkan oleh peristiwa kualitas daya meliputi: distorsi tampilan (karena tegangan yang terdistorsi, data yang diubah); hasil diagnostik yang salah (karena interferensi elektromagnetik atau pentanahan yang buruk), penguncian peralatan (karena lonjakan tegangan atau penurunan), kerusakan kontrol/alarm (karena kerusakan mikroprosesor) [6].

Gambar yang goyah pada monitor mungkin akan dianggap tidak lebih dari gangguan, sedangkan kegagalan ventilator, pompa infus, atau defibrillator otomatis bisa berakibat fatal. Contoh-contoh ini menggambarkan pentingnya menangani masalah kualitas daya di fasilitas medis. Masalah ini dapat menyebabkan situasi tidak menyenangkan yang serius, terutama di ruang perawatan intensif atau area operasi [6].

Karena masalah kualitas daya bersifat kumulatif, peristiwa kualitas daya yang kecil (dapat dideteksi dalam audit) dapat menyebabkan hilangnya nyawa atau kegagalan peralatan yang akhirnya prematur, dalam kemungkinan prosedur *mal praxis* dari pihak staf medis dan yang terpenting, hilangnya nyawa manusia [6].

Untuk mengatasi masalah ini, sistem kelistrikan harus ditingkatkan karena jumlah beban nonlinier sensitif dari rumah sakit meningkat [6].

Untuk mengetahui kualitas daya listrik diperlukan pengukuran, monitoring secara rutin dan berkala. Pada penelitian ini dilakukan pengukuran dan analisis mengenai kualitas daya listrik di IGD dan IKBS Rumah Sakit Islam (RSI) untuk memastikan listrik yang berada di dalamnya merupakan listrik yang berkualitas.

Hasil dari pengukuran dan analisis yang didapat akan menjadi referensi yang valid bagi pihak Rumah Sakit Islam untuk dilakukan tindak lanjut apabila hasilnya melebihi standar. Apabila sudah sesuai standar akan menambah keyakinan untuk tetap menggunakan alat-alat tersebut dengan optimal dan aman.

II. STUDI PUSTAKA

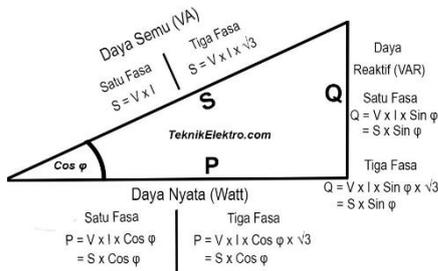
Tegangan atau seringkali orang menyebut dengan beda potensial dalam bahasa Inggris voltage adalah kerja yang dilakukan untuk menggerakkan satu muatan (sebesar satu coulomb) pada elemen atau komponen dari satu terminal/kutub ke terminal/kutub lainnya, atau pada kedua terminal/kutub akan mempunyai beda potensial jika kita menggerakkan/memindahkan muatan sebesar satu coulomb dari satu terminal ke terminal lainnya [7].

Tegangan 3 fasa untuk kebutuhan daya lebih dari 3.500 VA, jaringan 3 fasa terdiri dari 4 kabel, 3 kabel fasa (R, S, T) dan satu kabel netral, yang diterapkan PLN menggunakan tegangan 380 volt.

Faktor daya adalah perbandingan antara daya aktif dengan daya semu. Daya aktif digunakan untuk mengoperasikan beban-beban pada pelanggan listrik. Daya semu di hasilkan oleh generator pembangkit yang ditransmisikan ke pelanggan listrik. Bertambahnya daya reaktif berarti menyebabkan turunnya faktor daya listrik. Cara yang mudah dalam mengantisipasi turunnya faktor

daya dapat dilakukan dengan memilih beban-beban yang mempunyai faktor daya besar juga dapat dilakukan dengan memasang kapasitor. Pemasangan kapasitor dapat memperbaiki faktor daya, jika faktor daya diperbaiki maka daya reaktif dapat berkurang dan mendekati daya aktif [8].

Power factor/faktor daya/cos phi adalah PF didefinisikan sebagai rasio daya nyata dalam watt (W) terhadap daya semu, atau produk dari akar-rata-rata-kuadrat (RMS) arus dan tegangan RMS dalam volt-ampere (VA) yang ditunjukkan oleh gambar berikut [7].



Gambar 1. Segitiga Daya

1) Daya Nyata (P)

Daya nyata (real power) disebut juga dengan daya aktif (active power) dengan satuan W (Watt). Daya nyata adalah daya yang diperlukan oleh beban resistif murni. Daya nyata dimanfaatkan untuk mengubah suatu energi listrik menjadi bentuk energi lain.

2) Daya Reaktif (Q)

Daya reaktif cukup sulit untuk didefinisikan, secara sederhana daya reaktif adalah daya imajiner (khayal) yang menunjukkan adanya pergeseran arus dan tegangan listrik akibat adanya beban reaktif. Satuan daya ini adalah VAR (Volt Ampere Reactive)

3) Daya Semu (S)

Daya semu atau disebut juga dengan daya total (apparent power). Daya total tersebut ada yang dihamburkan atau diserap kembali pada rangkaian arus bolak balik (AC). Daya semu juga merupakan hasil kali dari Tegangan dan Arus dengan satuan VA (Volt Ampere) [9].

Beban-beban listrik yang bersifat resistif akan menghasilkan faktor daya 1, beban-beban listrik yang bersifat induktif akan menghasilkan faktor daya tertinggal dan beban-beban listrik yang bersifat kapasitif akan menghasilkan faktor daya mendahului [10].

Faktor daya yang rendah atau penurunan faktor daya dapat menimbulkan berbagai kerugian, antara lain :

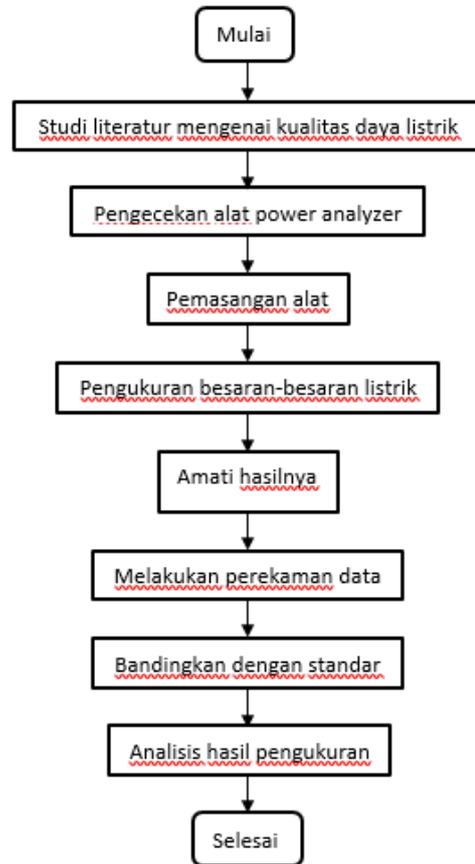
1. Memperbesar kebutuhan KVA
2. Penurunan efisiensi penyaluran daya
3. Memperbesar rugi - rugi panas kawat dan peralatan
4. Mutu listrik menjadi rendah karena adanya drop tegangan [9].

Frekuensi adalah jumlah periode dalam satu detik. PLN memiliki frekuensi 50 Hz, artinya dalam satu detik memiliki 50 periode [7]. Di beberapa negara memiliki nilai frekuensi sebesar 60 Hz.

III. METODE

A. Diagram Alir

Dalam melakukan penelitian ada beberapa tahap yang harus dilakukan, seperti yang tergambar pada diagram alir di bawah ini



Gambar 2. Diagram Alir

Pemasangan alat dengan benar agar didapat hasil pengukuran yang tepat. Beberapa hasil parameter listrik tertera pada layar monitor power analyzer untuk kemudian diamati, dilakukan perekaman, dan dianalisis

B. Alat dan Bahan

Alat yang digunakan dengan merek Lutron [11].



3 phase/4 wire, 3 phase/3 wire, RS232/USB
 1 phase/2 wire, 1 phase/3 wire, SD card memory
3 PHASE POWER ANALYZER
 with harmonic measurement
 Model : DW-6095 ISO-9001, CE, IEC1010



Gambar 3. Power Analyzer merek Lutron Model DW-6095

IV. HASIL DAN PEMBAHASAN

Pengukuran dilakukan selama 7 hari berturut-turut 24 jam, dimulai dari hari kamis 17 Februari sampai 24 Februari 2022

Tabel 1. Hasil rata-rata selama 7 hari

Besaran listrik per Hari	Rata-rata tegangan 3 Fasa (volt)	Rata-rata tegangan 1 Fasa (volt)	Power Factor (Cos)	Rata-rata Frekuensi (Hz)
Hari ke-1	400.68	231.31	0.84	49.96
Hari ke-2	396.11	228.67	0.84	49.97
Hari ke-3	397.19	229.29	0.90	49.96
Hari ke-4	398.55	230.09	0.92	49.97
Hari ke-5	395.01	228.05	0.93	49.96
Hari ke-6	395.33	228.23	0.92	49.96
Hari ke-7	392.68	226.68	0.93	49.96

Di hari pertama nilai rata-rata tegangan 3 fasa sudah sesuai dengan standar PUIL (Persyaratan Umum Instalasi Listrik), di mana standarnya adalah +5 % dan -10 % dari 380 volt, sampai pada hari ketujuh pun nilainya tidak melebihi dan kurang dari standarnya. Nilai rata-rata tegangan 1 fasa pada hari pertama sampai hari ketujuh pun menunjukkan sesuai dengan standar PUIL di mana nilai standarnya adalah +5 % dan -10 %.

Tegangan yang baik adalah tegangan yang berbentuk sinusoidal murni. Selain dari bentuk gelombang yang sinusoidal, kualitas tegangan yang baik ditentukan pula oleh besarnya yang konstan serta kesetimbangannya terjaga. Kualitas tegangan ini tergantung dari pihak suplai energi listrik, dalam hal ini adalah PLN. Faktor – faktor yang mempengaruhi kualitas tegangan adalah dari sistem pembangkitan yang baik serta sistem distribusi listrik yang baik pula. Apabila kedua faktor tersebut kurang baik, maka tegangan yang diterima pada sisi konsumen juga kurang baik. Tegangan ideal yang seharusnya diterima oleh pihak konsumen adalah $220 \angle 0^\circ$ untuk fasa A (R atau L1), $220 \angle -120^\circ$ untuk fasa B (S atau L2), $220 \angle 120^\circ$ untuk fasa C (T atau L3) [10].

Pada tabel berikut ditampilkan besaran-besaran listrik setiap satu jam selama 24 jam di hari kelima, ada tiga fasa yang ditampilkan (fasa R, S, dan T)

Tabel 2. Hasil pengukuran setiap selang waktu 1 jam pada fasa R, S, dan T

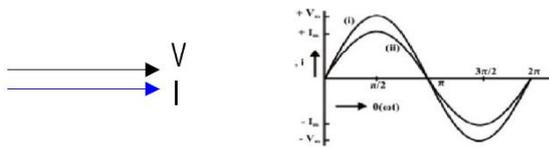
Pukul	Fasa	V3	V1	I	P	S	R	Cos ϕ
00.00	R	402.1	230.6	38.7	8.7	8.9	1.7	0.98
	S	404.5	232.7	28.5	6	6.6	2.7	0.91
	T	400.1	233.3	27.3	6	6.3	1.8	0.96
01.00	R	403.9	231.8	36.1	8.1	8.3	1.7	0.98
	S	405.9	233.5	28.4	6	6.6	2.7	0.91
	T	401.6	233.9	27.7	6.1	6.4	1.8	0.96
02.00	R	402.8	230.8	41.9	9.3	9.6	2.5	0.97
	S	404.1	232.9	34.7	7.2	8	3.6	0.89
	T	399.5	232.7	32.6	7	7.5	2.6	0.93
03.00	R	405.7	232.7	17.1	3.8	3.9	1.1	0.96
	S	407.4	234.4	18.8	4.1	4.4	1.4	0.94
	T	402.2	234.6	17.3	3.8	4	1.2	0.95
04.00	R	405.6	232.7	23.5	5.3	5.4	1	0.98
	S	407.5	234.2	23.2	5.1	5.4	1.6	0.95
	T	402	234.6	20.8	4.6	4.8	1.4	0.95
05.00	R	402.8	231.3	16.8	3.7	3.8	1	0.96
	S	404.6	232.7	19.1	4.1	4.4	1.4	0.95
	T	400.1	233.3	17.2	3.8	4	1.2	0.95
06.00	R	396.3	227.1	22.9	5.1	5.2	0	1
	S	398.6	229.1	17.1	3.8	3.9	0.8	0.98
	T	393	229.6	19.6	4.4	4.5	0.9	0.98
07.00	R	396.6	227.6	23	5.2	5.2	0	1
	S	399.4	229.6	16.8	3.7	3.8	0.8	0.98
	T	394.4	229.9	20.5	4.6	4.7	0.8	0.98
08.00	R	388.3	221.9	56.2	12.1	12.4	2.6	0.98
	S	391.1	225.3	34.1	6.9	7.6	3.3	0.9
	T	385.8	225.3	32.2	6.8	7.2	2.4	0.94

09.00	R	383.4	217.8	108.9	23.1	23.7	5.1	0.98	19.00	R	391.6	224.6	73.8	15.8	16.5	4.7	0.96
	S	387.9	224.7	64.6	12.8	14.4	6.6	0.89		S	395.4	226.7	62.3	12.5	14.1	6.5	0.89
	T	384.1	224.4	53.4	10.2	11.9	6.1	0.86		T	390.7	228.3	51.2	10.4	11.6	5.2	0.89
10.00	R	388.3	222.6	70.8	15	15.7	4.7	0.95	20.00	R	393.6	225.7	63.4	13.7	14.3	3.8	0.96
	S	390.6	224.5	58.1	11.5	13	5.9	0.89		S	397.1	228.2	46.4	9.2	10.5	5.2	0.87
	T	386.8	225.7	46.7	9.4	10.5	4.5	0.9		T	393.3	229.6	44.1	9.1	10.1	4.1	0.91
11.00	R	387.2	222.2	73.6	15.9	16.3	3.4	0.98	21.00	R	397	228	33.9	7.5	7.7	1.6	0.98
	S	389.8	224.2	59.2	12.3	13.2	4.9	0.93		S	400.5	229.2	27.9	5.7	6.3	2.7	0.9
	T	385.6	224.9	50	10.6	11.2	3.4	0.95		T	396.2	231.8	19.5	4	4.5	1.8	0.91
12.00	R	389	222.7	80.6	17.5	17.9	3.5	0.98	22.00	R	399.9	229.3	27.3	6	6.2	1.3	0.98
	S	225.3	60.7	12.7	13.6	4.9	0.93			S	402.6	231.1	21.6	4.5	4.9	1.9	0.92
	T	387.4	226	50.2	10.7	11.3	3.5	0.95		T	397	232.2	23.1	5	5.3	1.6	0.95
13.00	R	389.9	222.9	78.3	17	17.4	3.7	0.98	23.00	R	401.6	230.4	42	9.2	9.6	2.6	0.96
	S	393.5	226.6	51.4	10.4	11.6	5	0.9		S	403	232	35.1	7.1	8.1	3.8	0.88
	T	389	227.3	39.6	8.2	9	3.6	0.91		T	399.5	232.8	32.8	7.1	7.6	2.6	0.94
14.00	R	390.7	224.1	58.3	12.5	13	3.7	0.96	<p>Pada saat pukul 22.00-07.00, tegangan mengalami kenaikan dibandingkan dengan di luar jam tersebut (pukul 07.00-22.00), hal ini dikarenakan pada pukul 22.00-07.00 beban-beban mulai berkurang, baik peralatan kesehatan, lampu, maupun AC (Air Conditioner), karena di jam tersebut merupakan jam istirahat, sehingga beban-beban mulai dimatikan. Sedangkan pada pukul 07.00-22.00 pelayanan terhadap pasien dimulai kembali.</p> <p>Penggunaan beban bisa dilihat dari nilai daya aktif (P), dimana daya aktif merupakan daya yang dibutuhkan oleh beban/peralatan listrik. Pada pukul 22.00-07.00 daya aktif mulai berkurang/cenderung rendah, sedangkan pada pukul 07.00-22.00 nilai daya aktif mulai naik kembali.</p> <p>Nilai cos phi (ϕ) dipengaruhi oleh daya reaktif, hal ini bisa dibuktikan pada pukul 06.00 dan 07.00 di phase R tidak ada daya reaktif, sehingga cos phi bernilai 1. Tidak adanya daya reaktif juga menjadikan besarnya daya aktif dan daya semu menjadi sama. Daya reaktif semakin besar menjadikan selisih antara daya aktif dengan daya semu menjadi semakin besar.</p> <p>Suatu beban dengan faktor daya ($\text{Cos } \phi$) = 1.0 merupakan beban yang hanya mengandung nilai resistansi murni dan merupakan pembebanan yang paling efisiensi. Artinya daya yang digunakan oleh beban (watt) sama dengan daya yang terukur oleh energi meter yang harus dibayar (VA) [8].</p> <p>Nilai daya reaktif yang semakin besar menjadikan nilai cos phi semakin kecil atau tidak baik. Pada pukul 14.00 di phase S nilai cos phi menjadi yang terkecil yaitu 0,85 dan ini masih dalam standar PLN (SPLN 70-1) [12] [13]. Pada pukul</p>								
	S	393	226.5	40.8	7.8	9.2	4.8	0.85									
	T	389.8	226.8	37.2	7.6	8.4	3.5	0.9									
15.00	R	390.4	223.3	82.9	18.1	18.5	3.6	0.98									
	S	393.7	227.1	50.6	10.4	11.4	4.6	0.91									
	T	389.6	227.3	43.4	9.1	9.8	3.6	0.93									
16.00	R	389.9	223.7	72.3	15.4	16.1	4.6	0.96									
	S	392	225.5	59.9	12.1	13.4	5.7	0.9									
	T	388.1	226.4	49.5	10.2	11.2	4.5	0.91									
17.00	R	393	225.8	57.2	12.5	12.9	2.8	0.98									
	S	394.2	226.5	48.9	10.3	11	3.7	0.94									
	T	391.1	227.9	37	8	8.4	2.3	0.96									
18.00	R	393	225.7	60.6	13.1	13.6	3.5	0.96									
	S	395.7	227.4	50.4	9.9	11.4	5.6	0.87									
	T	392.7	229.1	38.9	7.9	8.9	3.9	0.9									

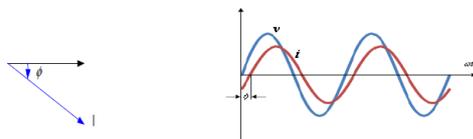
tersebut pemakaian beban sedang mengalami puncaknya sehingga menjadikan nilai daya reaktif yang besar. Nilai daya reaktif yang besar juga terjadi pada pukul 09.00 di phsase T yang menyebabkan $\cos \phi$ menjadi 0,86.

Daya reaktif yang besar disebabkan oleh adanya beban induktif yang tinggi [14], [15]. Beban dengan faktor daya yang kurang dari 1.0 merupakan beban yang mengandung nilai induktansi atau kapasitansi yang menyebabkan kerugian yang lebih tinggi di dalam sistem suplai tenaga listrik. [8], serta menyebabkan kurang optimal pada peralatan listrik [13].

Bila beban tersebut dihubungkan ke sumber tegangan akan menghasilkan aliran arus ke beban yang secara vektoris dapat digambarkan seperti Gambar 4. dan Gambar 5. berikut.



Gambar 4. Vektor arus dan tegangan Bentuk gelombang arus dan tegangan, beban Resistif



Gambar 5. Vektor arus dan tegangan Bentuk gelombang arus dan tegangan, beban Induktif

Jadi dapat dilihat bahwa beban resistif (Gambar 4.) mempunyai vektor arus dan tegangan yang sefasa sehingga sudut $f = 0$, sementara beban induktif (Gambar 5.) vektor arus terbelakang sebesar sudut f . Hal ini disebabkan karena sebagian arus yang dikonsumsi oleh beban dimanfaatkan untuk mendapatkan daya reaktif [8].

Rendahnya faktor daya pada sistem tenaga listrik dapat mengakibatkan kerugian seperti meningkatnya arus yang menyebabkan pemanasan pada kabel. Rugirugi pada rangkaian sistem tenaga, meningkatnya kebutuhan daya nyata (KW), menimbulkan drop tegangan yang mengakibatkan beda tegangan antara sisi kirim dengan sisi terima menjadi lebih besar [8].

Masalah karena rendah faktor daya seperti menarik arus internal yang lebih tinggi, panas berlebih, kehilangan tinggi, efisiensi rendah, dan penalti untuk konsumen [16].

Tabel 3. Standar tegangan dan frekuensi di Indonesia

Parameter	Standar PUIL 2011 [17], SPLN [12]	Toleransi lebih (volt)	Toleransi kurang (volt)
Tegangan fasa	1	231	198
Tegangan fasa	3	399	342
Frekuensi	+ - 5 %	52,5	47,5

Pada nilai power factor di hari pertama dan kedua sedikit belum sesuai dengan standar PLN (SPLN) 70-1 [12], [13], di mana menyatakan bahwa nilai power factor harus lebih dari 0,85. Sementara pada hari pertama dan kedua bernilai rata-rata 0,84. Untuk nilai rata-rata power factor pada hari ketiga,

keempat, kelima, keenam, dan ketujuh menunjukkan sudah sesuai standar, yaitu di atas 0,85.

Nilai power factor dipengaruhi oleh besarnya daya reaktif, semakin kecil daya reaktifnya maka nilai power factor akan semakin bagus.

V. KESIMPULAN

Parameter listrik yang diukur dan diamati berupa tegangan 3 fasa, tegangan 1 fasa, factor daya, dan frekuensi di IGD (Instalasi Gawat Darurat) dan IKBS (Instalasi Kamar Bedah Sentral) RSI (Rumah Sakit Islam) Purwokerto berturut turut 7 hari selama 24 jam telah memenuhi Standar yang ditetapkan dan berlaku di Indonesia. Peralatan Kesehatan dapat beroperasi secara aman dan optimal

REFERENSI

- [1] E. Wahyu Pramon, K. Karnoto, and T. Nurhayati, "Evaluasi Instalasi Listrik Pada Gedung Multi Centre of Excellent (Mce) Rumah Sakit Islam Sultan Agung Semarang," *eLEKTRIKA*, vol. 9, no. 1, p. 17, 2018.
- [2] K. Kulkarni and V. J. Shetty, "Power Quality Issues in Healthcare Centre," *Res. Artic. Int. J. Curr. Eng. Technol.*, vol. 4, no. 3, pp. 3–6, 2014.
- [3] M. Ari, *Emergensi Energi Listrik Pada Kamar Operasi Di Rumah Sakit Menggunakan Uninterruptible Power Supplies (UPS)*. 2015.
- [4] R. Hartungi and L. Jiang, "Investigation of power quality in health care facility," *Renew. Energy Power Qual. J.*, vol. 1, no. 8, pp. 996–1004, 2010.
- [5] B. M. Ion, U. T. Cluj-napoca, H. Balan, and U. T. Cluj-napoca, "An electrical power quality problem in an emergency unit from a hospital - case study -," no. May 2020, 2010.
- [6] M. I. Buzdugan and H. Bălan, "Some Power Quality Issues in Hospital Facilities Key words," 2012.
- [7] M. Ikhwanus, "Rangkaian Listrik I," *J. Chem. Inf. Model.*, vol. 53, no. 9, pp. 1689–1699, 2014.
- [8] J. Manurung, H. Energi, M. Ilmiah, P. Mandiri, and B. Prestas, "Pengujian Tingkat Efisiensi Lima Merek Lampu Hemat," no. 2, 2013.
- [9] I. P. Meyyasa, R. S. Hartati, and I. B. G. Manuaba, "Analisa Kualitas Daya Listrik Instalasi Wing Amerta RSUP Sanglah Denpasar," vol. 18, no. 2, 2019.
- [10] L. Assaffat, "Pengukuran Dan Analisa Kualitas Daya Listrik Di Paviliun Garuda Rumah Sakit Dr. Karyadi Semarang," *Media Elektr.*, no. Vol 2, No 1 (2009): MEDIA ELEKTRIKA, pp. 18–23, 2009.
- [11] Lutron, "3 PHASE POWER ANALYZER with harmonic measurement," pp. 4–5.
- [12] D. Zakaria, "Bidang pembangkitan kehandalan," no. 1, 2016.
- [13] D. Mangantar, "Analisa Efisiensi Konsumsi Energi Listrik Pada Kapal Motor Penumpang Nusa Mulia," vol. 3, no. 1, pp. 54–60, 2014.
- [14] Ismujiyanto *et al.*, "AUDIT KUALITAS DAYA LISTRIK RUMAH SAKIT JIWA Prof. Dr SOEROJO," *J. Tek. Elektro Univ. Tanjungpura*, vol. 5, no. 2, pp. 1–9, 2019.
- [15] S. Suratno, "ANALISIS PENENTUAN DAYA KVAR UNTUK MENGHINDARI PINALTY PT.PLN (Persero) PADA SAMARINDA CENTRAL PLAZA," *Just TI (Jurnal Sains Terap. Teknol. Informasi)*, vol. 10, no. 2, p. 16, 2019.
- [16] P. Bhagavathy, R. Latha, and S. Elango, "A CASE STUDY ON THE IMPACT OF POWER QUALITY ANALYSIS IN TEXTILE INDUSTRY," no. 978, pp. 453–456, 2018.
- [17] Standar Nasional Indonesia, "Persyaratan Umum Instalasi Listrik 2011 (PUIL 2011)," *DirJen Ketenagalistrikan*, vol. 2011, no. PUIL, pp. 1–133, 2011.