

Kajian resiko dan Dampak Pelayanan Terhadap Gangguan Kualitas Daya Listrik di Gedung Fakultas Sains dan Teknologi UIN Suska Riau

Alex Wenda¹, Fasriyal²

Jurusan Teknik Elektro, Fakultas Sains dan Teknologi, UIN Sultan Syarif Kasim Riau
Jl. HR. Soebrantas No. 155 Simpang Baru, Panam, Pekanbaru, 28293
email: alexwenda@uin-suska.ac.id, fasrial.her@gmail.com

Abstrak

Berdasarkan data gangguan dan pemadaman listrik pada feeder di rayon Panam tahun 2015, paling tinggi terjadi pada feeder Kualu yaitu 160 kali gangguan dan 9096 menit pemadaman yang mengakibatkan rendahnya kualitas daya listrik. Salah satu distribusi jaringan yang ada di feeder Kualu adalah jaringan UIN Suska Riau. Penelitian ini bertujuan untuk melakukan kajian resiko dan dampak pelayanan terhadap gangguan kualitas daya listrik di gedung Fakultas Sains dan Teknologi UIN Suska Riau menggunakan pendekatan dua metode. pertama menggunakan alat ukur kemudian menghitung losses dan ketidak seimbangan beban dan metode kedua menggunakan pendekatan statistika. Berdasarkan hasil penelitian terjadi ketidakseimbangan beban paling tinggi pada siang hari yaitu sebesar 6,33% dengan arus netral besar 47,54A dan losses akibat arus netral yang mengalir ke tanah semakin besar pula 3,05 kW. Selain itu, dari aspek sosial dilakukan analisa tingkat gangguan pelayanan terhadap kualitas daya listrik di gedung fakultas sains dan teknologi UIN SUSKA dengan menggunakan metode kuantitatif yang menghasilkan tingkat gangguan pelayanan terhadap kualitas daya listrik di fakultas sains dan teknologi mendapatkan 97% setuju serta 3% didapatkan tidak setuju.

Kata kunci: kualitas daya, feeder, statistik

Abstract

Based on data disruption and power outage on feeder in rayon Panam 2015, the highest occurred in Kualu feeder that is 160 times interference and 9096-minute blackout that resulted in low quality of electric power. One of the network distributions in Kualu feeder is UIN Suska Riau network. This study aims to conduct a risk assessment and service impact on power quality disruption in the building of the Faculty of Science and Technology UIN Suska Riau using two methods approached. First-use gauge then calculated losses and unbalanced load, second method using the statistical approach. Based on the results from the research, the highest load unbalanced during the day is 6.33% with a large neutral current of 47.54A and loss due to neutral currents flowing over the ground is also greater 3.05 kW. In addition, from the social aspect, it was analyzed the level of service disturbance to the quality of electric powered in the building of science and technology faculty of UIN SUSKA by using the quantitative method which resulted in the level of service disruption to electric power quality in the faculty of science and technology get 97% agreed and 3% disagree.

Keywords: Power Quality, feeder, statistic

1. Pendahuluan

Permasalahan kualitas daya listrik sudah sangat menjadi perhatian pada masa sekarang ini, hal ini disebabkan oleh penggunaan peralatan elektronik yang semakin meluas seperti peralatan teknologi informasi, komputer, *programmable logic controllers* (PLC), lampu hemat energi mengakibatkan terjadinya perubahan sifat beban listrik. Beban-beban *non-linear* inilah yang menyebabkan terjadinya gangguan pada bentuk gelombang tegangan dan arus sehingga menyebabkan penurunan kualitas daya listrik serta mengakibatkan pemborosan dalam pemakaian energi listrik dan kesalahan kerja peralatan.

Pada tahun 1990-an kualitas daya sudah hangat dibicarakan di Amerika dan riset yang dilakukan oleh *US National Power Laboratory (Division of Best Power Technology, Wisconsin)* menyatakan bahwa selama hampir 5 tahun telah terjadi gangguan kualitas daya listrik tercatat hampir 50 gangguan per bulan. Dari hasil survey pada beberapa gedung komputer di Amerika pada tahun 1990, ditemukan bahwa sekitar 23%-nya memiliki permasalahan besarnya arus

pada kabel netral lebih besar dari pada arus kabel fasa, bahkan beberapa berada di atas kemampuan kabel netralnya sendiri (BPPT, 2013).

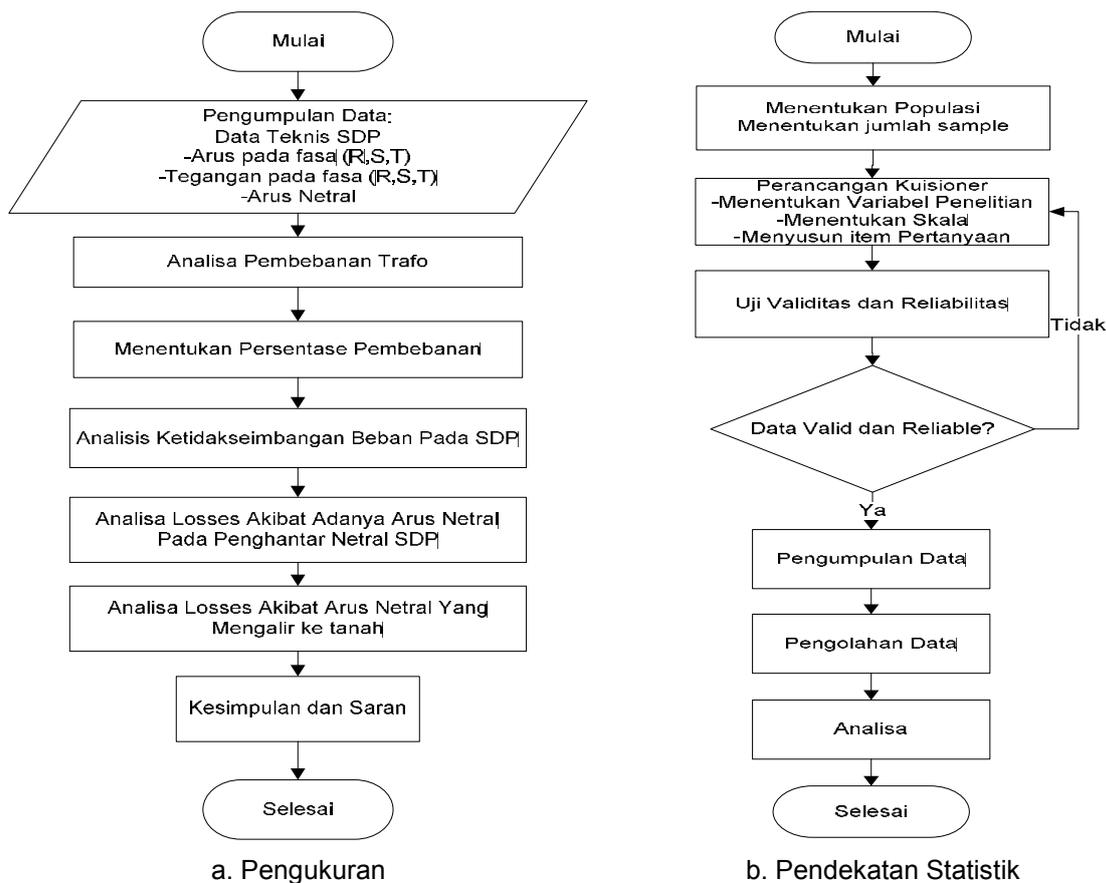
Consortium for Electric Infrastructure to Support a Digital Society melaporkan bahwa negara Amerika kehilangan antara \$104 miliar hingga \$164 miliar setahun akibat pemadaman listrik dan \$15 miliar hingga \$24 miliar disebabkan oleh gangguan kualitas daya listrik lainnya (CEIDS, 2011). Sedangkan di Eropa biaya yang dikeluarkan setiap tahun yang disebabkan oleh masalah gangguan kualitas daya pada industri dan perbankan secara keseluruhan mencapai \$10 miliar Euro dan akan naik beberapa juta Euro di bidang industri *pulp and paper* dan industri aluminium (Thukas, 2010).

Di Provinsi Riau pembangkit energi listrik yang ada masih kurang memadai, sehingga penyaluran energi listrik ke konsumen kurang optimal, berdasarkan data Statistik Ketenaga listrikan tahun 2014, kebutuhan listrik Riau ketika beban puncak bisa mencapai 207,90 mega watt (MW). Beban puncak yang besar belum didukung pasokan listrik yang memadai, karena lima pembangkit yang memasok listrik ke wilayah Riau masih belum mampu memenuhi total kebutuhan listriknya. Lima pembangkit itu hanya mampu memasok 192,8 MW. Pembangkit itu terdiri dari Pembangkit Listrik Tenaga Air (PLTA) Koto Panjang 114 MW, Pembangkit Listrik Tenaga Gas (PLTG) Teluk Lembu 43,3 MW, Pembangkit Listrik Tenaga Diesel (PLTD) Teluk Lembu 7,5 MW, PLTD Dumai atau Bagan Besar 8 MW dan PLTG Riau Power 20 MW. Jadi Riau masih defisit sampai 135,47 MW. Itu terbukti dari seringnya terjadi gangguan kualitas daya listrik. Salah satu gangguan yang sering terjadi dan mudah diidentifikasi oleh masyarakat adalah pemadaman listrik. Berdasarkan data gangguan dan pemadaman listrik pada *feeder* di rayon Panam tahun 2015, paling tinggi terjadi di *feeder* Kualu yang satu jaringan distribusi dengan Universitas Islam Negeri Sultan Syarif Kasim Riau sebesar 160 kali gangguan dan 9096 menit terjadi pemadaman sedangkan gangguan dan pemadaman paling rendah terjadi di *feeder* Universitas Riau sebesar 42 kali gangguan dan 4.122 menit pemadaman (PT. PLN Rayon Panam, 2015).

Sebagai lembaga pendidikan perguruan tinggi, Universitas Islam Negeri Sultan Syarif Kasim Riau memberikan berbagai bentuk pelayanan untuk menunjang kinerja mahasiswa, dosen serta karyawan. Fasilitas yang ada meliputi laboratorium, tempat pelatihan, ruang kelas, perpustakaan dan ruang referensi dan ruangan penunjang lainnya. Tentu terdapat komputer, *printer*, *scanner*, AC (*Air Conditioner*), lampu hemat energi dan lain sebagainya merupakan beban *nonlinear*. Beban-beban *nonlinear* tersebut menyebabkan terjadinya gangguan pada bentuk gelombang tegangan yang dapat mengakibatkan rendahnya kualitas daya listrik. Di mana peralatan-peralatan tersebut tentunya memerlukan suatu kualitas daya listrik yang baik, untuk mendukung kinerja peralatan tersebut. UIN SUSKA RIAU memiliki 22 gedung fakultas dan gedung belajar serta jumlah mahasiswa aktifnya mencapai 26.103 (UIN SUSKA RIAU, 2015). Berdasarkan dari kapasitas *sub distribution panel* (SDP) di setiap gedung fakultas, gedung fakultas sains dan teknologi merupakan gedung dengan jumlah kapasitas SDP paling tinggi yaitu sebesar 345.370 kVA (UIN SUSKA RIAU, 2008). Tingginya kapasitas energi listrik di gedung Fakultas Sains dan Teknologi membuktikan bahwasanya pemakaian peralatan elektronik di Fakultas Sains dan Teknologi begitu besar. Peralatan-peralatan yang digunakan di Fakultas Sains dan Teknologi terdiri dari 53 AC (*Air Conditioner*), 413 lampu, 20 projector, 12 dispenser dan 40 PC (*Personal Computer*), semua peralatan itu digunakan untuk meningkatkan pelayanan administrasi dan aktivitas perkuliahan. Dimana peralatan-peralatan tersebut tentunya sangat bergantung pada daya listrik, jika terjadi gangguan kualitas daya listrik tentunya peralatan tidak bisa bekerja sebagaimana mestinya dan akan memberikan dampak diberbagai bentuk pelayanan. Penelitian ini mengkaji resiko dan dampak pelayanan terhadap gangguan kualitas daya listrik di fakultas sains dan teknologi dan di harapkan dapat memberikan rekomendasi tentang bagaimana cara mengatasi masalah tersebut.

2. Metodologi

Dalam penelitian ini ada dua metode yang digunakan, pertama adalah menggunakan pengukuran secara langsung (gambar 2.1 a) dan yang kedua adalah menggunakan pendekatan statistik (Gambar 2.1.b).



Gambar 2.1 Flowchart Metodologi Penelitian

Metode pertama adalah dengan melakukan pengukuran seperti yang ditunjukkan gambar 2.1 a. Pengukuran gangguan kualitas daya listrik di gedung Fakultas Sains dan Teknologi UIN SUSKA menggunakan Hioki energi meter yang di pasang pada sub distribution panel (SDP). Alat ukur ini dapat mengukur konsumsi daya pada gedung, tegangan listrik, arus listrik, daya aktif, daya reaktif, daya semu serta frekuensi listrik. Pengukuran dilakukan dalam tiga tahapan, Pertama saat aktifitas fakultas sedang berjalan dalam hari kerja senin sampai jumat, kedua pada hari sabtu yang mana kegiatan pada hari itu masih tetap ada namun tidak besar penggunaannya seperti hari kerja, ketiga pada hari minggu yang kondisinya adalah hari libur.

Metode yang kedua adalah menggunakan pendekatan statistik seperti di tunjukkan dalam gambar 2.1 b. langkah pertama adalah menentukan populasi kemudian menentukan jumlah sampel berdasarkan rumus Slovin [7], kemudian merancang kuesioner, menguji validitas dan reliabilitas kuesioner yang sudah di rancang, jika valid dan reliabel maka kuesioner disebarakan kemudian di tabulasi dan di analisa.

3. Hasil dan Analisa

Dalam penelitian ini dilakukan pengambilan data dan pengukuran langsung pada sub distribusi panel di gedung fakultas sains dan teknologi dengan menggunakan alat ukur hioki energi meter. Hasil dari pengukuran yang di tunjukkan pada tabel 3.1.

Tabel 3.1 Hasil Pengukuran Sub Distribution Panel

Fasa	S (kVA)	Vp-n (V)	I (A)	Cos ϕ
Pengukuran Pada Pagi Hari				
R	35,0	223,6	108,2	0,94
S	47,2	222,3	96,3	0,95
T	22,5	222,3	112,0	0,94
I_N	56,07 A			

I_G	35,69 A			
R_G	3,8 Ω			
Pengukuran pada siang hari				
R	17,8	222,65	76,7	0,93
S	20,3	222,54	91,5	0,94
T	18,7	219,67	85,7	0,95
I_N	47,54 A			
I_G	28,34 A			
R_G	3,8 Ω			
Pengukuran pada malam hari				
R	15,9	220,31	72,6	0,93
S	17,2	227,61	66,1	0,89
T	18,4	222,14	64,9	0,91
I_N	20,90 A			
I_G	12,98 A			
R_G	3,8 Ω			

Berdasarkan hasil pengukuran di sisi suplai dapat dilihat bahwa beban pada gedung fakultas sains dan teknologi dalam kondisi tidak seimbang. Hal ini ditandai dengan terjadinya perbedaan nilai arus tiap fasa dan perbedaan nilai daya tiap fasa. Hasil pengukuran tegangan listrik memberikan kisaran tegangan antara 211,96 V – 237,61 V yang menunjukkan bahwa nilai tegangan melampaui dari standar yang diizinkan IEEE No. 519-1992.

Menurut standard IEEE No. 519-1992 ketidakseimbangan beban yang diijinkan adalah 5% dengan tingginya ketidakseimbangan beban berpengaruh terhadap besarnya arus netral, dimana arus netral yang besar mengakibatkan losses bertambah dan kualitas tenaga yang rendah sehingga berpengaruh terhadap kualitas sistem penyaluran tenaga listrik. Berdasarkan hal tersebut hasil perhitungan besarnya persentase ketidakseimbangan beban pada sub distribusi panel di tunjukkan dalam tabel 3.2.

Tabel 3.2 Losses pada Sub Distribution Panel

P_N (Ω)	Waktu	Ketidakeimbangan Beban (%)	I_N (A)	I_G (A)	P_N (kW)	P_N (%)	P_G (kW)	P_G (%)
0,6842 (50 mm ²)	Pagi	5,66	36,07	35,69	2,15	0,7	4,84	1,65
	Siang	6,33	47,54	48,34	1,54	0,5	3,05	1,04
	Malam	4,66	20,90	19,65	0,29	0,1	0,64	0,21

Tabel 3.2 menunjukkan beban berada pada keadaan tidak seimbang. Hal ini ditunjukkan dengan nilai ketidak seimbangan beban pada pagi dan siang hari melebihi dari nilai batas ketidakseimbangan yang ditetapkan IEEE No. 519-1992 yakni sebesar 5%. Dari besarnya ketidakseimbangan beban tersebut maka menyebabkan timbulnya arus yang mengalir pada penghantar netral dan penghantar *ground*. Hasil pengukuran juga menunjukkan bahwa arus netral yang mengalir di penghantar netral SDP (I_N) paling tinggi terjadi pada siang hari yaitu sebesar 47,54 A hal ini menyebabkan semakin besar losses pada penghantar netral SDP (P_N) sebesar 1,54 kW. Demikian pula bila semakin besar arus netral yang mengalir ke tanah (I_G), maka semakin besar losses akibat arus netral yang mengalir ke tanah (P_G). Dengan semakin besar arus netral dan losses di SDP maka efisiensi SDP menjadi turun. Bila ukuran kawat penghantar netral dibuat sama dengan kawat penghantar fasanya maka losses arus netralnya akan turun.

Selain melakukan pengukuran, survei kualitas daya listrik menggunakan pendekatan statistika dengan menggunakan kuesioner juga dilakukan untuk mengetahui gangguan pelayanan terhadap kualitas daya listrik yang terjadi di Fakultas Sains dan Teknologi. Kuesioner ini untuk mengakomodir kejadian yang tidak terekam selama pengukuran tapi terjadi dan dampaknya terasa bagi Fakultas Sains dan Teknologi.

Survei ini melakukan penyebaran kuesioner kepada laboran, teknisi dan pengguna langsung peralatan elektronik seperti admin, dosen dan pegawai. Responden yang diambil ialah berjumlah 367 berdasarkan rumus hasil perhitungan menggunakan rumus Slovin. Rancangan kuesioner kemudian dilakukan pengujian terlebih dahulu. Pengujian yang dilakukan ialah pengujian validitas dan reliabilitas data kuesioner tersebut dengan menggunakan *software Statistical Produk and Service Solution (SPSS)*. Hasil uji validitas dari pengujian menggunakan *software spss* didapatkan rangkuman tabel berikut:

Tabel 3.1 Hasil Uji Validitas Kuesioner

NO	Pernyataan	r _{hitung}	r _{table}	Keputusan
1	Q1	0,412	0,113	Valid
2	Q2	0,396	0,113	Valid
3	Q3	0,353	0,113	Valid
4	Q4	0,440	0,113	Valid
5	Q5	0,365	0,113	Valid
6	Q6	0,344	0,113	Valid
7	Q7	0,240	0,113	Valid
8	Q8	0,396	0,113	Valid
9	Q9	0,324	0,113	Valid
10	Q10	0,343	0,113	Valid
11	Q11	0,230	0,113	Valid
12	Q12	0,370	0,113	Valid
13	Q13	0,418	0,113	Valid
14	Q14	0,388	0,113	Valid
15	Q15	0,350	0,113	Valid

Berdasarkan tabel *r* koefisien korelasi sederhana nilai *r_{table}* pada jumlah responden 367 ialah senilai 0,113 [8]. Dari tabel diatas dapat diketahui bahwa kuesioner tingkat gangguan pelayanan di gedung Fakultas Sains dan Teknologi UIN SUSKA Riau semuanya valid, karena korelasi pertanyaan tersebut diatas nilai *r_{table}* sebesar 0,113 sehingga item tersebut semuanya dapat diikutsertakan. Dengan demikian dapat dibuktikan bahwa 15 item diatas valid. Sedangkan hasil uji reliabilitas dilakukan per kuesioner dengan menggunakan SPSS didapatkan nilai sebesar 0,504 dari jumlah item pertanyaan yang berjumlah 15. Hal ini dapat dilihat bahwa koefisien reliabilitasnya adalah 0,504 dengan demikian instrument yang digunakan dalam penelitian reliabel karena $0,504 > 0,40$. Dari hasil pengujian validitas dan reliabilitas ini dapat disimpulkan bahwa kuesioner yang dirancang valid dan reliabel.

Berdasarkan hasil penyebaran kuesioner tingkat gangguan pelayanan di gedung Fakultas Sains dan Teknologi didapat hasil tingkat persetujuan yang sangat tinggi yaitu sekitar 42,2% konsumen menyatakan sangat setuju dan 37,6% yang menyatakan setuju dengan listrik yang berhenti dengan tiba-tiba menghambat aktivitas pelayanan.

Pernyataan konsumen tentang setting peralatan mengalami perubahan setelah terjadinya gangguan kualitas daya listrik mendapatkan nilai sebesar 29,7% dari yang menyatakan sangat setuju dan 34,9% yang menyatakan setuju. Namun pada pernyataan ini juga terdapat penolakan konsumen yaitu sebesar 0,3% yang menyatakan sangat tidak setuju dan 2,5% tidak setuju. Penolakan lain yang terjadi ialah pada pernyataan bahwa tidak tersambungnya hubungan komputer pada jaringan LAN akibat gangguan kualitas daya listrik yaitu sebesar 6% yang menyatakan tidak setuju. Penolakan ini terjadi akibat dari tidak semua konsumen mengalami hal yang sama, dikarenakan aktivitas yang dijalani tidak sepenuhnya berada di gedung Fakultas Sains dan Teknologi.

Sebagian besar pernyataan-pernyataan yang dirangkum menjadi sebuah kuesioner mendapatkan persetujuan yang sangat tinggi dan dari beberapa pernyataan tersebut tetap mendapatkan penolakan ialah tentang pernyataan bahwa cahaya lampu yang tiba-tiba terang dan redup menyebabkan gangguan aktivitas pelayanan, peralatan elektronik menjadi *hang* akibat gangguan kualitas daya listrik, kinerja peralatan tidak maksimal akibat gangguan kualitas daya listrik, gangguan kualitas daya listrik berpotensi membahayakan pengguna selama mengoperasikan peralatan, cuaca buruk (petir/kilat) di fakultas sains dan teknologi menyebabkan peralatan listrik harus dimatikan sehingga proses pelayanan administrasi terhenti, instalasi buffer/stabilizer diperlukan untuk menghindari kerusakan peralatan akibat interupsi/ketidakstabilan tegangan, peralatan elektronik yang digunakan tiba-tiba berhenti beroperasi sehingga mengganggu kelancaran proses pelayanan, pengaruh pada sumber listrik yang mengalami gangguan akan mengakibatkan gagalnya proses input/output pada proses pelayanan, kinerja peralatan elektronik menurun saat kuantitas penggunaan listrik meningkat sehingga mengganggu proses pelayanan, peralatan elektronik yang digunakan mengalami kerusakan, baik secara langsung maupun dalam jangka waktu tertentu, sehingga mengganggu proses pelayanan. Rangkuman dari persentase seluruh pernyataan yang diberikan dapat dilihat pada gambar 3.4.



Gambar 3.4 Persentase Tingkat Gangguan Pelayanan Terhadap Kualitas Daya Listrik di Gedung Fakultas Sains dan Teknologi.

Jawaban responden menunjukkan proporsi tertinggi pada skor 4 (empat) dengan persentase 44% dari total jawaban responden dengan kategori setuju. Proporsi kedua terdapat pada skor 3 (tiga) dengan persentase 30% dari total jawaban responden dengan kategori cukup setuju. Pernyataan responden yang menyatakan menolak ialah sebesar 3% yang menyatakan tidak setuju. Data ini memberi indikasi bahwa sebagian besar responden setuju dengan gangguan pelayanan yang terjadi tersebut dengan persentase 97% yang merupakan akumulasi dari yang menyatakan cukup setuju, setuju dan sangat setuju.

4. Kesimpulan

Dari uraian data, serta dari hasil perhitungan, analisa pada pengukuran dan analisa sosial menggunakan pendekatan statistika, maka dapat disimpulkan bahwa: Berdasarkan analisa menggunakan alat ukur, terlihat bahwa pada siang hari terjadi ketidakseimbangan beban sebesar 6,33%, nilai ini melebihi dari nilai batas ketidakseimbangan yang ditetapkan IEEE No. 519-1992 yakni sebesar 5% dan arus netral yang muncul juga besar yaitu 47,54 A sehingga *losses* pada penghantar netral (I_N) yang mengalir ke tanah juga semakin besar yakni 1,54 kW dan penghantar tanah (I_G) yang mengalir ke tanah sebesar 3,05 kW.

Berdasarkan dari analisa menggunakan pendekatan statistika tingkat gangguan pelayanan terhadap kualitas daya listrik di gedung Fakultas Sains dan Teknologi mendapatkan 30% yang menyatakan cukup setuju, 44% menyatakan setuju dan 23% menyatakan sangat setuju. Sehingga persentase tersebut menunjukkan bahwa tingkat gangguan pelayanan terhadap kualitas daya listrik di gedung Fakultas Sains dan Teknologi cukup tinggi.

Rekomendasi perbaikan kualitas daya listrik yang bisa diterapkan antara lain pada ketidakseimbangan beban dengan melakukan pemasangan kapasitor dan filter harmonik pada SDP, pengecekan pada setiap lampu TL dan salah satu cara mengatasi *losses* arus netral adalah dengan membuat sama ukuran kawat netral dan fasa.

Daftar Pustaka

- [1] BPPT. 2013. *Benchmarking Kualitas Daya Industri Semen 2013*. Badan Pengkajian dan Penerapan Teknologi, Jakarta.
- [2] CEIDS (Consortium for Electric Infrastructure to Support a Digital Society). 2001. *The cost of Power Disturbances to Industrial and Digital Economy Companies Executive Summary*, 1-10.
- [3] Thukas, V. A., Eintrop, S. A. & Pozhidaev, S. V. 2005. *The regional system of monitoring power quality parameters in real time. Proceeding of the Electromagnetic Compatibility and Electromagnetic Ecology, IEEE 6th International Symposium*. Saint, Petersburg: 204-207.
- [4] PLN. 2015. *Laporan Gangguan/Pemadaman pada Feeder di Rayon Panam Tahun 2015*. PLN, Pekanbaru.

- [5] Bagian Umum Rektorat UIN SUSKA RIAU. 2008. *Data Kapasitas Listrik UIN SUSKA RIAU 2008*. Universtas Islam Negeri Sultan Syarif Kasim Riau, Pekanbaru.
- [6] IEEE. *Recommended Practice for monitoring Electric Power Quality*. 1995. IEEE 1159-1995.
- [7] Walpole, R. E. (1993). *Pengantar statistika*. Jakarta : PT Gramedia Pustaka Utama.
- [8] Azwar. 2009. *Reliabilitas dan Validitas*. Yogyakarta: Pustaka Pelajar.