

**AUDIT ENERGI LISTRIK GEDUNG AR FACHRUDIN A DAN B
UNIVERSITAS MUHAMMADIYAH YOGYAKARTA**

Auditing the energy the bulding's power AR fahrudin A dan B
Universitas muhammadiyah Yogyakarta

Fikri Herian Hazli

ABSTRACT

Energy audit on buildings is done to determine the profile of the burden of the use of electrical energy and to avoid the occurrence of waste of electrical energy. So that the use of electrical energy in buildings can be more efficient. Audits of electrical energy are performed to produce actual data that is in accordance with existing building conditions. This research was conducted at AR Fahrudin A and B building at Muhammadiyah University of Yogyakarta to know the value of load balancing that is installed in accordance with Indonesian National Standard Body. Measurement of electrical energy consumption using a tool that is Power Factor Analyzer. The results of observations and measurements taken on the SDPA panel and SDPB frequency rerukur, ie 49.77 to 50.280 Hz, measured value tuatn still in tolerance, + 5% and -15%. The voltage harmonization value is still within the tolerance of 3% to 5%, the value of the unbalance tolerance between phase loads of 5 s / d 20% maximum. The average load unbalance tolerance on the T-panel phase of SDP A is 62.9% and in the SDP B panel 41.2% in the S phase and 44.3% in the T phase so that the unbalance tolerance of the load on the building is not up to standard. SDPA and SDPA current values are not as standard as the THD current value is more than 5%. The result of measurement of cosphi value on electricity distribution network in AR Fahrudin A and B building is not good, because the minimum power factor is allowed 0,81 to 0,9. The value of unbalanced voltage is in good condition because in the standard value set ie 3%. The measured current unbalance value is not up to standard because it exceeds 20%.

Keywords: Energy Audit, Audit of Electrical Power Quality

Pendahuluan

Energi listrik merupakan suatu kebutuhan yang saat ini bisa dibilang sangat utama bagi kelangsungan hidup manusia di berbagai macam kondisi lingkungan. Tanpa energy listrik, sejumlah kebutuhan manusia

tidak akan terpenuhi. Mulai dari penggunaan untuk perumahan, rumah sakit maupun industri. Pada penggunaan di bidang industri misalnya, sangatlah tergantung sumber energi listrik yang digunakan untuk kelangsungan proses produksi

nya. Untuk menghindari terjadinya pemborosan energi listrik, Direktorat Pengembangan Energi, Departemen Pertambangan dan Energi, telah membuat petunjuk konservasi energi pada bangunan gedung yang mengkonsumsi energi cukup besar, seperti perkantoran, rumah sakit, swalayan, dan lain – lain. Audit energi pada bangunan gedung dilakukan untuk mengetahui profil penggunaan energi dan peluang penghematan energi pada bangunan gedung untuk meningkatkan efisiensi penggunaan energi pada bangunan gedung yang bersangkutan. Sehingga penggunaan energi pada bangunan gedung tersebut bisa lebih efisien dan menghemat biaya.

Tujuan Penelitian

tujuan pada penelitian ini adalah sebagai berikut :

Audit energi kualitas daya listrik di gedung AR Fachrudin A dan B di Universitas Muhammadiyah Yogyakarta.

Audit energi konsumsi energi listrik, keseimbangan tegangan beban, keseimbangan arus dan frekuensi

pada bangunan gedung AR Fachrudin. A dan B di Universitas Muhammadiyah Yogyakarta.

Memberikan solusi perbaikan faktor daya, ketidakseimbangan beban dan harmonisa.

Landasan Teori

1. Pengertian Audit Kualitas Daya Listrik

Pada suatu bangunan instansi pemerintah, besarnya pemakaian energi di tiap-tiap bangunan gedung dapat dilakukan usaha penghematan apabila sudah diketahui jenis energi dan untuk apa energi tersebut digunakan. Kualitas Daya Listrik sudah menjadi bagian penting dari sebuah sistem tenaga. Didefinisikan oleh Ewald F.Fuchs dan Mohammad A.S. Masoum, bahwa kualitas daya listrik yaitu kualitas daya yang umumnya dimaksudkan untuk mendefinisikan kualitas tegangan dan atau kualitas pada saat ini dan dapat didefinisikan sebagai: ukuran, analisis, dan peningkatan tegangan bus untuk mempertahankan bentuk gelombang sinusoidal pada tegangan dan frekuensi. Definisi ini mencakup semua fenomena sesaat (*momentary*) dan keadaan ajeg (*steady-state*).

2. Faktor Internal dan Eksternal

Kualitas Daya Listrik

a. Faktor Eksternal

Faktor eksternal berasal dari pasokan listrik PLN. Pasokan listrik tersebut juga akan dipengaruhi oleh kualitas daya listrik dari pembangkit listrik (PLN), kualitas daya listrik pada bagian transmisi dan distribusi (PLN), dan kualitas daya listrik pada instansi tersebut (PLN). supaya sistem dapat melayani beban secara kontinyu.

b. Faktor Internal

Faktor internal kualitas daya listrik dipengaruhi dari dalam instansi tersebut. Diantaranya:

Kurangnya informasi yang diberikan kepada konsumen mengenai permasalahan pada kualitas daya listrik.

Konsumen belum mengetahui besarnya kapasitas beban terpasang dengan kapasitas beban pemakaian.

Pentingnya penggunaan dan pemasangan kapasitor bank.

Efek dari beban – beban non linier seperti peralatan elektronik, AC drives, DC drives dan sebagainya yang berpengaruh terhadap tingkat harmonisa.

3. Parameter Kualitas Daya Listrik

Pada umumnya ketika kualitas daya listrik berada pada kondisi steady state ditentukan oleh parameter-parameter sebagai berikut:

a. Tegangan (volt)

b. Frekuensi (Hz)

c. Faktor daya ($\cos \mu$)

d. Harmonisa

4. Pengaruh Kualitas Daya yang

Buruk Pada Perangkat Sistem Tenaga

Kualitas daya listrik yang buruk memiliki banyak dampak yang merugikan pada perangkat sistem tenaga dan pengguna. Oleh karena itu perlunya wawasan mengenai gangguan yang dihasilkan dan apa saja dampak buruk yang dihasilkan sehingga kita dapat mencegahnya sedini mungkin. Beberapa dampak yang disebabkan karena kualitas daya yang buruk

5. Daya Aktif

Daya aktif merupakan daya listrik yang diubah menjadi energi mekanis yang nantinya energi tersebut digunakan untuk melakukan kerja pada beban. Satuan untuk daya aktif yaitu watt atau kilo watt. Secara teoritis daya aktif dinyatakan dengan persamaan:

$$P = V \times I \times \cos \phi$$

Dengan keterangan:

P = daya aktif (kilo Watt/kW)

V = tegangan (Volt/V)

I = arus (Ampere/A)

cos ϕ = faktor daya

6. Faktor Daya

Faktor daya adalah perbandingan antara daya nyata dalam satuan watt dan daya reaktif dalam satuan *Volt Ampere Reaktif* (VAR) dari daya yang disalurkan oleh pusat-pusat pembangkit ke beban. Nilai faktor daya akan mempengaruhi jumlah arus yang mengalir pada saluran untuk suatu beban yang sama. Rendahnya faktor daya disebabkan karena melebarnya sudut fasa antara arus dan tegangan.

$$\begin{aligned} \text{Faktor daya} &= \frac{P}{S} \\ &= \frac{\text{kW}}{\text{kVR}} \\ &= \frac{V.I.\cos \phi}{V.I} \\ &= \cos \phi \end{aligned}$$

Jika nilai daya itu diperbesar yang biasanya dilakukan oleh pelanggan industri maka rugi-rugi daya menjadi besar sedang daya aktif (kW) dan tegangan yang sampai ke konsumen

berkurang. Dengan demikian produksi pada industri itu akan menurun hal ini tentunya tidak boleh terjadi untuk itu suplai daya dari PLN harus ditambah berarti penambahan biaya

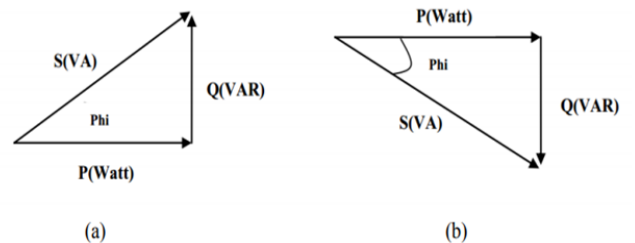
$$P=V.I$$

Keterangan :

P = Daya (Watt)

V= Tegangan (Volt)

I = Arus (Ampere)



$$P = V \cdot I \cdot \cos \phi$$

$$Q=V.I.\sin \phi$$

$$S = \sqrt{P^2 + Q^2} \text{ atau } S = V \cdot I$$

METODE PENELITIAN

Metode penelitian yang dilakukan penulis adalah metode kuantitatif. Metode ini sebagai metode ilmiah/*scientific* karena telah memenuhi kaidah-kaidah ilmiah yaitu konkrit/empiris obyektif, terukur, rasional dan sistematis. Menurut sugiyono (2012) metode penelitian

yang berlandaskan pada filsafat positivisme digunakan untuk meneliti pada populasi atau sampel tertentu, pengumpulan data menggunakan instrumen penelitian, analisis data bersifat kuantitatif/statistik dengan tujuan untuk menguji hipotesis yang telah ditetapkan.

1. Teknik Pengolahan Data

Pengolahan data diperlukan dalam hasil yang dilakukan oleh penelitian, maka dalam hal ini penulis menggunakan beberapa cara dalam menyelesaikan pengolahan data, diantaranya :

Microsof Excell

Merupakan software perangkat lunak untuk peneliti melakukan pengolahan data secara umum dan dapat membuat grafik untuk mempermudah hasil penelitian.

Data view

Merupakan software perangkat lunak untuk mengambil data pada alat Power Factor Analyzer dan melakukan pengamatan dari data view agar mempermudah pengamatan pada saat pengambilan data berlangsung selama penelitian.

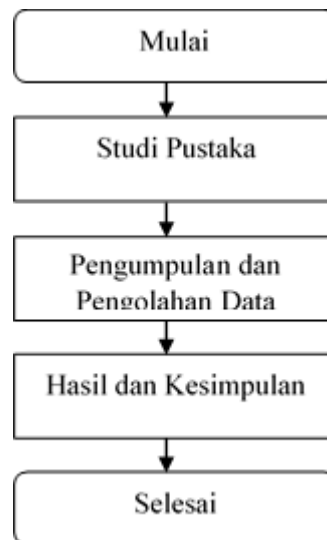
2. Alat yang digunakan untuk penelitian

Alat dan bahan yang dipergunakan dalam penelitian ini untuk menyelesaikan analisa Audit energi pada gedung AR Fahrudin A dan B.

- a. alat mekanik
- b. Kertas dan pena
- c. Power Factor Analyzer
- d. kabel tegangan dan arus
- e. Stop Kontak
- f. Tang Ampere

3. Alur Penelitian

Dibawah ini prosedur penelitian tugas akhir yang dinyatakan kedalam diagram alir seperti



Flowchart Alur Penelitian Gedung Fachrudin AR A dan B

4. Pengumpulan dan Pengolahan Data

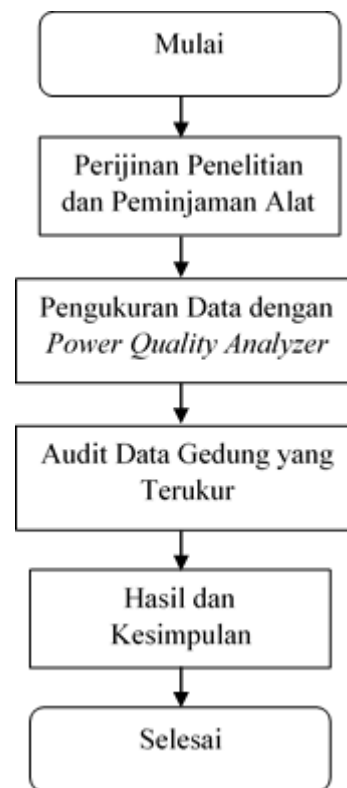
Perijinan Penelitian dan Peminjaman Alat.

- Pembuatan surat Perijinan dan Peminjaman
- Acc surat dan pengambilan alat sejak 11 Februari 2018 sampai 11 Maret 2018.
- Konfirmasi pelaksanaan pengambilan data dengan Biro Aset dan Operator Panel Gedung Fachrudin AR A dan B.
- Setelah selesai alat dikembalikan tanggal 11 Maret 2018.

Audit Berdasar Data yang Didapat.

- Mempersiapkan jurnal ilmiah dan standar yang digunakan untuk audit daya.
- Pengambilan data yang didapat dan penyederhanaan data dengan membuat grafik pada Microsoft Excell.
- Mengambil kesimpulan dan analisis grafik data dengan melihat dan mengolah dengan standar yang digunakan.

- Memberikan saran dan masukan terhadap olahan data berupa grafik dan tabel untuk dilakukan perbaikan atau perawatan agar daya gedung tetap dalam kondisi baik.



Flowchart Proses Penelitian Audit Daya Gedung.

HASIL PENELITIAN DAN PEMBAHASAN

Pada penelitian ini pengukuran dilakukan pada sebuah gedung di salah satu kampus Universitas

Muhammadiyah Yogyakarta. Dimana penelitian ini dilakukan di Gedung AR fahrudin A dan B Universitas Muhammadiyah Yogyakarta. Penelitian ini menggunakan sebuah alat yaitu *power factor analyzer*. Alat ini dapat digunakan untuk mengukur arus, tegangan, frekuensi, daya aktif, daya reaktif, daya semu, harmonisa, dan faktor daya.

1. Hasil Pengukuran Panel SDP (*Sub Distribution Panel*)

Berikut ditampilkan hasil pengukuran Panel SDP blok A dan B Gedung AR Fahrudin A dan B Universitas Muhammadiyah Yogyakarta dari tanggal 11 februari 2018 sampai dengan 23 februari 2018.

2. Profil Nilai Frekuensi

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 sitem frekuensi terdiri dari :

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.

Penyimpangan sementara (*transient deviation*)

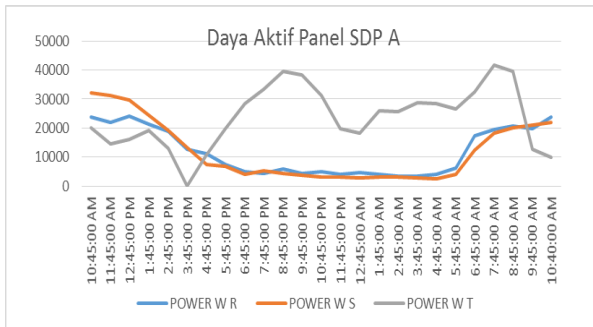
Penurunan atau kenaikan frekuensi yang penurunannya atau penaikannya secara tiba-tiba dan sesaat.

PANEL SDP		
	SDP A	SDP B
Nilai Tertinggi	50.280 Hz	50.190HZ
Nilai Terendah	49.770 Hz	49.771HZ
Rata-rata	50.004 Hz	49.967HZ

Hasil pengamatan dan pengukuran yang telah dilakukan terhadap frekuensi listrik pada jaringan distribusi listrik pada gedung AR Fahrudin A dan B baik, yaitu 50,004 dan 49,697 Hz sehingga masih dalam batasan nilai standar dari IEEE-446.

Tegangan SDP A			Tegangan SDP B			
Tegangan	Fasa R	Fasa S	Fasa T	Fasa R	Fasa S	Fasa T
Nilai Tertinggi	225.8	230.1	229.6	225.7	229.8	229.2
Nilai Terendah	208.5	214	213.6	202.4	207.3	208
Rata - Rata	227.5	232.6	232.6	225.4	230.3	230.2
	87	41	08	41	12	75

Hasil pengamatan dan pengukuran yang telah dilakukan terhadap profil nilai tegangan listrik pada jaringan distribusi listrik pada gedung AR Fahrudin A dan B baik, yaitu dengan toleransi +5% dan -15% dari 220 V yakni (231 V – 187 V) sehingga masih dalam batasan nilai standar dari IEEE-446.

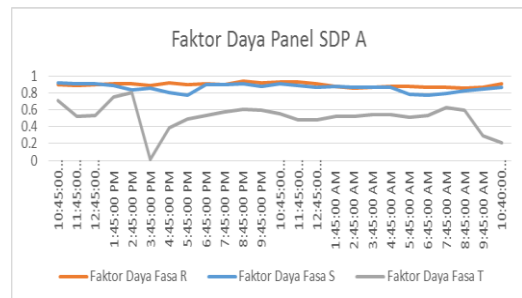


Berdasarkan grafik diatas, diperoleh nilai tertinggi, terendah dan nilai rata-rata dalam Watt (W) yang dapat dilihat pada tabel dibawah:

Nilai Daya Aktif Panel SDP A			Nilai Daya Aktif Panel SDP B			
Daya Aktif	Fasa R	Fasa S	Fasa T	Fasa R	Fasa S	Fasa T

Nilai Tertinggi	24.4	33.3	21.8	22.	6.3	28.7
	01	15	18	82	28	52
Nilai Terendah		2.31	45.2	2.1	1.3	41.7
	3.45	4	92	26	08	15
Rata - rata	11.6	11.6	18.0	9.5	1.1	15.8
	85	13	83	19	31	92

Nilai $\cos \pi$ adalah nilai perbandingan antara besarnya daya aktif dengan besaran daya semu. Jika nilai pada daya semu sama dengan daya aktif maka nilai $\cos \pi$ nya 1 hal ini berarti tidak adanya kehilangan daya dan tidak ada faktor daya atau $\cos \pi$. 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).



Berdasarkan grafik diatas, diperoleh nilai tertinggi, terendah dan nilai rata-rata yang dapat dilihat pada tabel dibawah

Faktor Daya SDP A			Faktor Daya SDP B			
Faktor Daya	Fasa R	Fasa S	Fasa T	Fasa R	Fasa S	Fasa T
Nilai Tertinggi	0.951	0.93	0.886	0.875	0.235	0.988
Nilai Terendah	0.818	0.716	-0.65	0.611	-0.154	0.744
Rata-rata	0.932	0.895	0.260	0.7705	0.0757	0.685

KESIMPULAN

Dari hasil audit energi yang telah dilaksanakan pada bangunan gedung AR Fahrudin A dan B di Universitas Muhammadiyah Yogyakarta, dapat disimpulkan sebagai berikut :

1. Nilai frekuensi listrik pada jaringan distribusi listrik pada gedung AR Fahrudin A dan B baik gedung AR Fahrudin A dan B baik, yaitu 49,77 sampai 50,280 Hz karena dalam batasan nilai standar dari IEEE-446 50 Hz dengan toleransi (49,4 – 50,6 Hz).
2. Nilai Tegangan yang ada dalam sistem panel distribusi

gedung AR Fachrudin A dan B telah memenuhi standar ANSI C84,1-1970 yakni masih dalam batas 187 V sampai 231 V.

Persentase *Total Harmonic Distortion* (THD) tegangan dan arus pada gedung AR Fachrudin A dan B sudah sesuai standar Standar IEEE 519-1992.

3. Konsumsi arus pada panel SDP gedung A dan B tidak terbagi rata dengan baik, dimana fasa T pada panel terlalu banyak beban pada malam hari.
4. Nilai cos phi pada gedung AR Fachrudin A dan B pada salah satu fasa nya tidak sesuai standar, hal ini diakibatkan pembagian beban yang tidak seimbang yakni dibawah 0,81-0,9 berdasar standar IEEE.
5. Persentase profil *unbalanced* tegangan panel SDP gedung AR Fachrudin A dan B masing-masing 1,8 % sehingga sudah sesuai standar ANSI C84,1-1995 yakni

sebesar 3% dan dalam kondisi baik.

Nilai persentase *unbalanced* arus pada Panel SDP Adan Panel SDP B tidak seimbang dan melebihi nilai standar ANSI C84,1-1995 yakni 20 %.

SARAN

1. Pada penelitian selanjutnya perlu melakukan identifikasi masalah dan fakta di lapangan lebih baik lagi serta merancang solusi-solusi dari beberapa kemungkinan permasalahan yang terjadi ketika kegiatan dilaksanakan.
2. Pada penelitian selanjutnya perlu dibahas lebih rinci pada beban kelistrikan pada bangunan yang terpasang dapat diketahui lebih baik dan terperinci.
3. Penambahan beban AC gedung dan penerangan jalan lajur utara,selatan dan timur Gedung AR Fachrudin A dan B sebaiknya memperhatikan keseimbangan pembagian beban antar fasa pada Panel SDP A dan B.

4. Beban kelistrikan fasa T pada gedung AR Fachrudin A dan B terlalu besar terutama pada malam hari, sehingga perlu dikaji lebih dalam agar dapat pembagian yang lebih merata sesuai standar yang digunakan.
5. Skematik diagram mekanikal elektrikal perlu diperbaharui seiring dengan penambahan beban kelistrikan yang terpasang.

DAFTAR PUSTAKA

- Abdurachim, Halim. Pasek, Darmawan Ari dan Sulaiman, TA. 2002.
- Audit Energi, Modul 2, Energi Conservation Efficiency And Cost Saving Course*, Bandung : PT. Fiqry Jaya Mandiri.
- Arismunandar, Wiranto. dan Saito, Heizo. 2004. *Penyegaran Udara*. Jakarta : PT. Pradnya Paramita.
- ASHRAE. 2009. *Handbook : Fundamentals*. Inc. Atlanta (US) : American Society Of Heating Refrigerating and Air Conditioning Engineers.
- Asnal Effendi, Miftahul. 2013. *Evaluasi Intensitas Konsumsi Energi Listrik Melalui Audit Awal Energi Listrik di RS. Prof. HB Saanin*, Padang.
- Ajen Mukarom – Kajian Terhadap Manajemen Konservasi Energi Listrik Untuk Perencanaan dan Pengendalian pada Gedung Perkantoran PT.PHE: Bogor: Pascasarjana Institut Pertanian Bogor 2013
- Badan Standarisasi Nasional 200. Prosedur Audit Energi pada Bangunan Gedung, Konservasi Energi Sistem Pencahayaan Bangunan Gedung (SNI 03-6196

2000, SNI 03-6197-2000). Jakarta (ID):
Departemen Pendidikan Nasional.

Biro Umum Sekretaris Jendral Departemen Pendidikan
Nasional. Oktober 2005

Fuchs, F Ewald. A.S dan Masoum,
Mohammad. 2008. *Power Quality in Power
System and Electrical Machines*. UK:
Elsevier's Science & Technology Rights
Departement in Oxford

<http://www.muhammadiyah.or.id/id/news-9590-detail-haedar-nashir-resmikan-twin-building-kh-ibrahim-ummy.html/>; diakses pada 15 April 2017: Kasihan Bantul,
Yogyakarta.

<http://repository.akprind.ac.id/sites/files/PROSDING.pdf>, diakses tanggal 11 Februari 2018

<https://electricdot.wordpress.com/2012/10/15/pengaruh-ketidakseimbangan-pembebanan-pada-trafo-distribusi/> diakses tanggal 14 Februari 2018

http://jurnal.upi.edu/file/Elih_M1.pdf diakses tanggal 20
Februari 2018

Jati Untoro, Henry Gusmedi, Nining Purwasih – Kajian
Terhadap Management Konservasi Energi
Listrik Untuk Perencanaan dan Pengendalian pada
Gedung Perkantoran PT PHE: Bogor; Institut
Pertanian Bogor 2013.

Muhammad Fikry Maulana Sabran – Audit Energi
Gedung Pasca Sarjana Kampus Universitas
Muhammadiyah Yogyakarta: Bantul: Universitas
Muhammadiyah Yogyakarta 2016.

Mukhlis – Evaluasi Penggunaan Energi Listrik pada
Bangunan Gedung di Lingkungan
Universitas Tadulako: Sulawesi Tengah;
Universitas Tadulako 2011.

Ricky Salpanio – Audit Energi Listrik pada Gedung
Kampus UNDIP Pleburan Semarang, Semarang:
Universitas Diponegoro, 2007.

Saadat, Hadi. 1999. *Power System Analysis*. U.S: The
McGraw-Hill Series Company Syauqi Al
Ghifari. 2011. *Audit Energi Pada Rumah Sakit Julius S,*
Tabrani Machmudsyah, Yanuar Isnanto. Pengaruh
Ketidakseimbangan Beban Terhadap Arus
Netral dan Losses pada Trafo Distribusi

SNI 03-6196-2000. “Prosedur Audit Energi pada
Bangunan Gedung”. Jakarta: Yadi Mulyadi, Anggi
Rizki, dan Sumarto – Analisis Audit Energi Untuk
Pencapaian Efisiensi Penggunaan
Energi di Gedung FPMIPA JICA Universitas
PendidikanIndonesia: Bandung; Universitas Pendidikan
Indonesia 2013.

Vedam, R.Sastry. S.Sarma, Mulukutla. 2009. *Power
Quality VAR Compensation in Power Systems*. U.S:
CRC Press Taylor & Francis Group

Penulis:

Fikri Herian Hazli

Teknik Elektro, Teknik, Universitas
Muhammadiyah Yogyakarta, Jalan
Lingkar Selatan Tamantirto Kasihan
Bantul Yogyakarta 55185.

Email fikri.herian.2016@ft.umsida.ac.id