

“Studi Pengaruh Beban Non Linear Terhadap Keberadaan Arus Netral Di Gedung Pusat Komputer Universitas Riau”

Yudi Adriko Putra, Edy Ervianto*

*Alumni Teknik Elektro Universitas Riau **Jurusan Teknik Elektro Universitas Riau
Kampus Binawidya Km 12,5 Simpang Baru Panam, Pekanbaru 28293
Jurusan Teknik Elektro Universitas Riau

Email: yudi.08januari@gmail.com

ABSTRACT

Electronic equipment such as computer, scanner, printer, converter, and inverter is non-linear loads. Non-linear load is comparison with voltage and current to the review ratings time different not the same. The existence of non-linear loads on electricity system disorders will cause harmonics. The past harmonics level which is dictated standards can be causing damage to electronic equipment on that even reduced Age An electronic equipment. In the three-phase system, non-linear expenses condition unbalanced circumstances can be caused neutral currents. Objective Singer aims to review counting big losses neutral channel in sistem Three-phase non linear with loads on Computer Center Building Universitas Riau.

Keywords : non linear loads, harmonics, neutral currents

1. PENDAHULUAN

Energi listrik merupakan suatu bentuk energi yang sangat dominan digunakan bagi masyarakat luas. Dalam hal perkembangan teknologi ini telah membuat penggunaan energi listrik semakin meningkat, dan dibuktikan dengan semakin banyaknya pemakaian peralatan listrik terutama peralatan elektronik yang terdapat di gedung pusat komputer Universitas Riau. Banyaknya peralatan elektronik tidak terlepas dari penggunaan pemakaian beban non linear yang memiliki penyearah dan penyearah-penyearah ini mempunyai karakteristik non linear yang dapat mengakibatkan bentuk gelombang arus yang ditariknya dari jala-jala sistem menjadi non-sinusoidal terdistorsi, dengan kandungan harmonisa arus, THD (*Total harmonic Distortion*) yang sangat tinggi. Tingginya persentase kandungan harmonisa arus (THD) pada suatu sistem tenaga listrik dapat menyebabkan timbulnya beberapa persoalan harmonisa yang serius pada sistem tersebut dan lingkungannya, seperti terjadinya resonansi pada sistem yang dapat merusak kapasitor kompensasi faktor daya,

meningkatkan rugi-rugi sistem, menimbulkan berbagai macam kerusakan pada peralatan listrik, yang menyebabkan penggunaan energi listrik menjadi tidak efektif.

Dalam sistem tiga fasa, kondisi pemakaian beban linear dan non linear dalam keadaan tidak seimbang dapat menyebabkan arus yang mengalir pada kawat netral atau yang disebut dengan arus netral. Dalam hal ini arus netral merupakan penjumlahan dari ketiga arus fasanya. Dan dalam keadaan seimbang, sistem tiga fasa yang terdiri dari tiga fasor yang sama besarnya, berbeda fasa satu dengan yang lainnya adalah 120° , hasil penjumlahannya adalah nol dan tidak ada arus netral. Pada kebanyakan sistem tiga fasa yang menyuplai beban satu fasa, akan terdapat ketidak seimbangan arus fasa dan arus netral.

Sebagaimana yang telah kita ketahui bahwa arus netral yang besar dapat menyebabkan konduktor netral terbakar, distorsi tegangan dan gangguan pada trafo distribusi. Maka dari itu pada penulisan tugas akhir ini penulis akan menganalisa besar *losses* arus disalurkan netral akibat pemakaian beban non linear berupa peralatan elektronik yang terdapat pada gedung pusat komputer

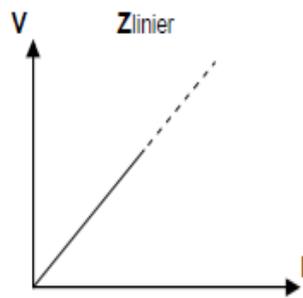
Universitas Riau pada sistem tiga fasa dalam keadaan tidak seimbang.

2. LANDASAN TEORI

2.1 Pembebanan Trafo

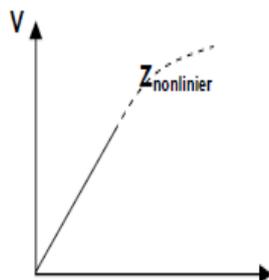
Pada pembebanan trafo distribusi sangat bergantung dari sifat beban. adapun sifat beban terdiri dari dua bagian, yakni beban linier dan beban non linier.

Beban linier adalah beban dengan perbandingan tegangan dan arusnya untuk tinjauan waktu yang berbeda selalu sama, yang artinya arus yang mengalir sebanding dengan impedansi dan perubahan tegangan.



Gambar 1. Grafik beban linier

Beban non linier merupakan perbandingan tegangan dan arusnya untuk tinjauan waktu yang berbeda selalu tidak sama (mengalami distorsi). Adapun peralatan yang terdapat karakteristik beban non linier antara lain computer, printer, batere charger, dll.



Gambar 2. Grafik beban non linier

2.2 Total Harmonic Distortion (THD)

THD merupakan rasio antara nilai RMS komponen harmonisa dan RMS dari nilai fundamental, dan dinyatakan dalam bentuk persen (%).

$$THD = \frac{\sqrt{\sum_{h>1}^{h_{max}} M_h^2}}{M_1} \quad (1)$$

Dengan :

THD = Total Harmonic Distortion

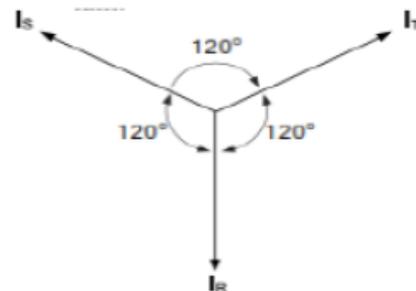
M_h = nilai rms arus atau tegangan harmonik ke- h

M_1 = nilai rms arus atau tegangan pada frekuensi dasar

2.3 Ketidakseimbangan Beban

Adapun beban dikatakan seimbang dalam suatu keadaan dimana:

- Ketiga vektor arus dan tegangan sama besar
- Ketiga vektor saling membentuk sudut 120° satu sama lainnya.



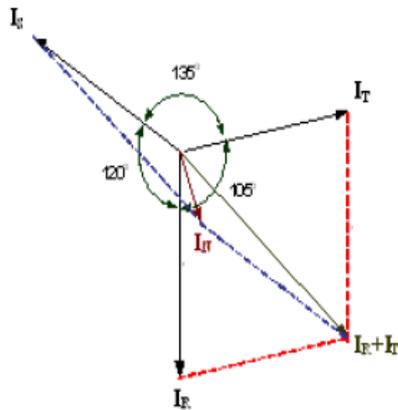
Gambar 3. Vektor Diagram Arus Keadaan Seimbang

(Sumber: Badaruddin, 2012)

Dari gambar 2.12. menunjukkan bahwa penjumlahan ketiga vektor arusya (I_R , I_S , I_T) adalah sama dengan nol dengan sudut 120° , sehingga tidak muncul arus netral.

Sedangkan untuk beban dalam keadaan tidak seimbang antara lain:

- Ketiga vektor sama besar tetapi tidak membentuk sudut 120° satu sama lainnya.
- Ketiga vektor tidak sama besar tetapi membentuk sudut 120° satu sama lainnya.
- Ketiga vektor tidak sama besar dan sudut tidak membentuk 120° satu sama lainnya.



Gambar 4. Vektor Diagram Arus Keadaan Tidak Seimbang
(Sumber: Badaruddin, 2012)

Dari gambar 4. menunjukkan bahwa ketiga vektor arusnya (I_R , I_S , I_T) adalah tidak sama dengan nol dan tidak sama sudut 120° satu sama lainnya, sehingga muncul arus netral (I_N).

2.4 Arus Netral

Arus netral dalam sistem ketenagalistrikan adalah arus yang mengalir pada penghantar kawat netral disistem distribusi tegangan rendah tiga fasa empat kawat. Adapun arus netral ini muncul jika kondisi beban tidak seimbang, dan arus yang mengalir pada penghantar kawat netral merupakan penjumlahan vektor dari ketiga arus fasa dalam komponen simetris.

Arus tiga fasa dalam suatu sistem yang tidak seimbang dapat diselesaikan dengan metode simetris, dengan menggunakan notasi yang sama pada tegangan yang didapat dari persamaan untuk arus fasa sebagai berikut:

$$I_a = I_1 + I_2 + I_0 \quad (2)$$

$$I_b = a^2 I_1 + a I_2 + I_0 \quad (3)$$

$$I_c = a I_1 + a^2 I_2 + I_0 \quad (4)$$

Pada persamaan (2), (3), (4) dijabarkan untuk menentukan tegangan urutan positif, urutan negative, dan urutan nol. Maka arus urutan juga dapat ditentukan dengan cara yang sama, sehingga didapatkan:

$$I_1 = \frac{1}{3}(I_a + a I_b + a^2 I_c) \quad (5)$$

$$I_2 = \frac{1}{3}(I_a + a^2 I_b + a I_c) \quad (6)$$

$$I_0 = \frac{1}{3}(I_a + I_b + I_c) \quad (7)$$

Arus urutan nol (I_0) adalah merupakan sepertiga dari arus netral atau sebaliknya akan menjadi nol jika system tiga fasa empat kawat, dalam system tiga fasa empat kawat ini arus saluran sama dengan arus netral, sehingga:

$$I_N = I_a + I_b + I_c \quad (8)$$

Dengan mensubstitusikan persamaan 8 dan 9 diperoleh:

$$I_N = 3 I_0 \quad (9)$$

2.5 Daya Saluran Sistem Distribusi

Pada saluran sistem distribusi tiga fasa daya yang disalurkan sama dengan jumlah daya diketiga fasanya, yang masing masing fasa terdiri dari komponen konstan dan komponen pulsa (berisolasi). Masing masing fasa pada komponen pulsa berbeda 120° (simetris), sehingga penjumlahan ketiga daya pada fasa ini akan menghilangkan komponen pulsa dan didapat penjumlahan ketiga komponen konstan:

$$P_{total}(t) = P_a(t) + P_b(t) + P_c(t) = 3VI \cos \theta \quad (10)$$

Persamaan daya ditulis:

$$S = 3V_\phi I_\phi = 3I_\phi^2 Z \quad (11)$$

$$P = 3V_\phi I_\phi \cos \theta = 3I_\phi^2 Z \cos \theta \quad (12)$$

$$Q = 3V_\phi I_\phi \sin \theta = 3I_\phi^2 Z \sin \theta \quad (13)$$

Dalam hubungan:

$$\begin{aligned} S &= P + jQ \\ P &= S \cos \theta \\ Q &= S \sin \theta \end{aligned} \quad (14)$$

Dengan:

$S = \text{Daya total (satuan VA)}$

$P = \text{Daya nyata (satuan Watt)}$

$Q = \text{Daya reaktif (satuan VAR)}$

2.6 Menghitung Losses Akibat Adanya Arus Netral Yang Mengalir Pada Penghantar Netral

Sebagai akibat dari ketidakseimbangan beban diantara masing masing fasa pada R, S, T mengalirlah arus disaluran netral. Arus yang mengalir pada penghantar netral ini menyebabkan losses (rugi-rugi).

$$S = P + jQ \quad (15)$$

3. Metode Observasi

3.1 Alat dan Bahan

Adapun sarana yang digunakan untuk menyelesaikan tugas akhir ini antara lain :

1. Laptop Lenovo G405
2. Software autocad 2007.

3.2 Proses Observasi

Adapun proses (langkah-langkah) observasi ini dilaksanakan sebagai berikut:

1. Pengumpulan data dengan cara melakukan pengukuran.
2. Analisa dan pengolahan data.

3.3 Lokasi Observasi

Observasi ini dilakukan di Gedung Pusat Komputer Universitas Riau.

3.4 Prosedur Observasi

3.4.1 Observasi Di Gedung Pusat Komputer Universitas Riau

Observasi ke gedung pusat komputer Universitas Riau dimaksudkan untuk mengukur serta melihat komponen-komponen beban non linear apa saja yang terdapat pada gedung pusat komputer Universitas Riau, kemudian melihat bagaimana kondisi pemetaan beban non linear setiap fasanya. Adapun panel yang digunakan untuk gedung pusat komputer Universitas Riau sebanyak 5 panel, yang terdiri dari panel 1 dan 2 untuk lampu dan stop kontak, panel 3 untuk panel AC, panel 4 untuk main panel, dan panel 5 untuk server yang terdiri dari AC, dan server. Adapun untuk melakukan pengukuran pada gedung pusat komputer Universitas Riau adalah dengan menggunakan alat PQA (Power Quality Analyzer).

3.4.2 Mengumpulkan Data Hasil Pengukuran

Pada tahap ini data yang diperoleh dari hasil pengukuran akan diolah dan dianalisis. Langkah-langkah pengolahan data untuk mengetahui pengaruh beban non linear terhadap keberadaan arus netral, yaitu:

1. Mengamati besar nilai tegangan, arus dan sudut phasor yang terdapat pada keluaran dari alat PQA.
2. Mengamati persentase THD (*Total Harmonic Distortion*) pada alat ukur PQA

untuk menentukan keberadaan pemakaian beban non linear.

3. Menghitung tegangan setiap fasa dalam bentuk *vector* yang ada di Pusat Komputer Universitas Riau.
4. Menghitung arus setiap fasa dalam bentuk *vector* yang ada di Pusat Komputer Universitas Riau.
5. Menghitung serapan daya (S)
6. Menghitung daya (P)
7. Menghitung *losses* arus disaluran netral dalam keadaan beban tidak seimbang digedung pusat komputer Universitas Riau.
8. Membuat grafik perbandingan persentase *losses* beban dalam keadaan tidak seimbang dari hari pertama sampai hari keenam.

4. HASIL ANALISIS BESAR LOSSES PADA BEBAN NON LINEAR TERHADAP KEBERADAAN ARUS NETRAL

4.1 Menentukan besaran losses beban non linear terhadap keberadaan arus netral

Untuk menganalisa losses terhadap keberadaan arus netral digedung pusat komputer Universitas Riau, perlu diketahui beberapa parameter yang akan menjadi acuan. Diantaranya hasil pengukuran beban dalam keadaan tidak seimbang, seperti tegangan setiap fasa, arus disetiap fasa, sudut fasor, dan persentase THD dalam menentukan karakteristik beban non linear.

Untuk menentukan beban tidak seimbang dengan karakteristik dari beban non linear, yaitu dengan persentase THD tertinggi dianggap sebagai kategori beban dengan kondisi non linear dominan, dan untuk persentase yang mendekati nol, dianggap sebagai kategori beban yang mendekati linear. Adapun pengukuran yang dilakukan digedung pusat computer Universitas Riau, dilakukan pada saat jam 10:00 dan jam 14:00 waktu kerja.

4.1.1 Data Teknis Beban di Panel 1

Table 5. Pengukuran hari senin 26 Oktober 2015 (14:00)

| Pengukuran | Waktu Pengukuran |
|-----------------------|------------------------------------|
| | 14:00 Wib |
| V1 | 223.8 \angle 0.0 ⁰ |
| V2 | 224.2 \angle -118.9 ⁰ |
| V3 | 218.8 \angle 120.5 ⁰ |
| I1 | 9.3 \angle -140.0 ⁰ |
| I2 | 5.0 \angle -83.9 ⁰ |
| I3 | 5.5 \angle 83.7 ⁰ |
| % THD Arus Fasa 1 | 26.1% |
| % THD Arus Fasa 2 | 62.6% |
| % THD Arus Fasa 3 | 69.6% |
| % THD Tegangan Fasa 1 | 2.3% |
| % THD Tegangan Fasa 2 | 2.4% |
| % THD Tegangan Fasa 3 | 2.8% |

Hasil pengukuran pada table 5 dibuat penggambaran menggunakan software autocad 2007 untuk mendapatkan gambar tidak seimbang dan seimbang, sehingga didapat

$$I_{ON} = I_{OB} + I_{B'N}$$

$$= 2.707030751 \angle 42.56072491^0$$

Dan

$$V_{ON} = V_{OC} + V_{C'N}$$

$$= 0.103075707 \angle 1.812790365^0$$

Analisa losses yang didapat sebesar,

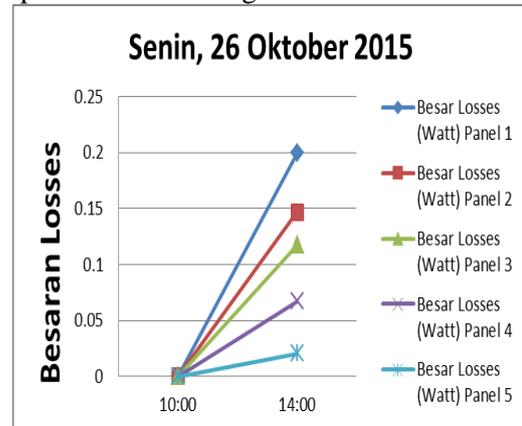
$$S = V_{ON} \times I_{ON}$$

$$= 0.199448896 + j0.195134265$$

Sehingga didapat :

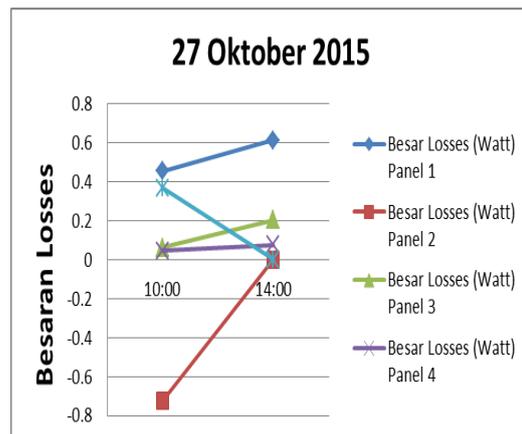
$$P = 0.199448896 \text{ Watt}$$

Untuk panel selanjutnya (2, 3, 4, 5) di hari senin 26 Oktober 2015 - sabtu 31 Oktober 2015 pada jam 10:00 WIB dan 14:00 WIB dapat dilihat melalui grafik.



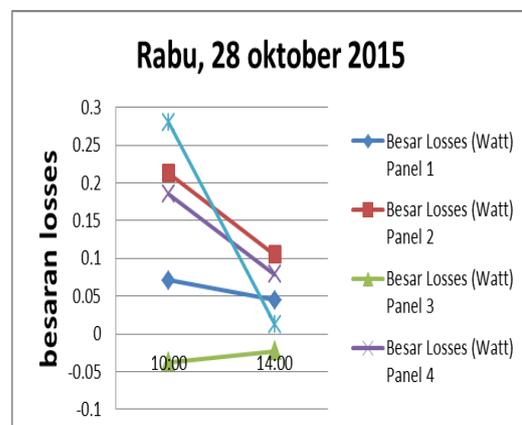
Gambar 22. Grafik besaran losses hari senin

4.2.2 Hasil perhitungan hari selasa 27 Oktober 2015



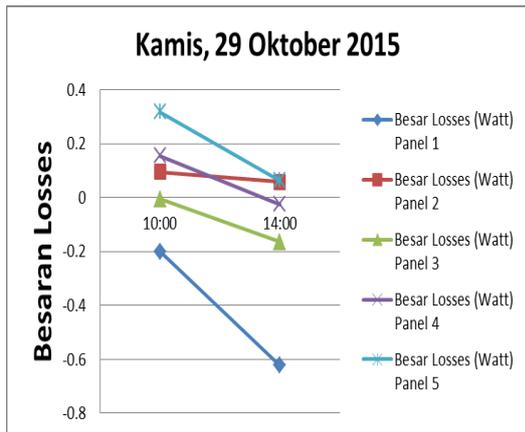
Gambar 23. Grafik besaran losses hari selasa

4.2.3 Hasil perhitungan hari Rabu 28 Oktober 2015



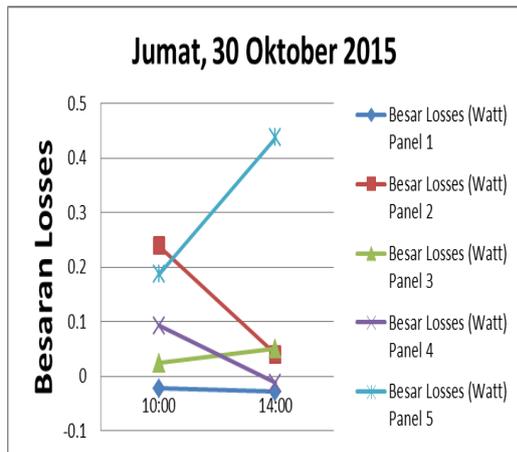
Gambar 24. Grafik besaran losses hari rabu

4.2.4 pengukuran hari Kamis 29 Oktober 2015



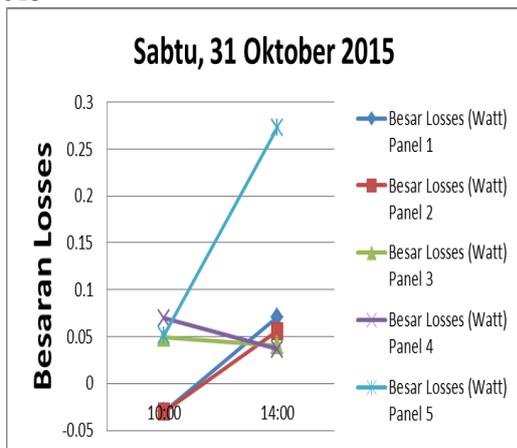
Gambar 25. Grafik besaran losses hari kamis

4.2.5 pengukuran hari jumat 30 Oktober 2015



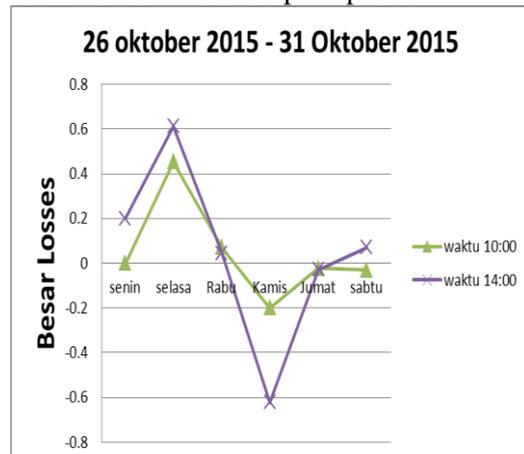
Gambar 26. Grafik besaran losses hari jumat

4.2.6 pengukuran hari sabtu 31 Oktober 2015



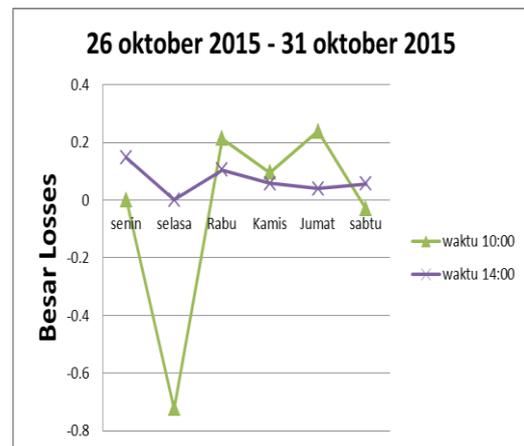
Gambar 27. Grafik besaran losses hari sabtu

4.2.7 Hasil data pengukuran dari 26 Oktober 2015 - 31 Oktober 2015 pada panel 1



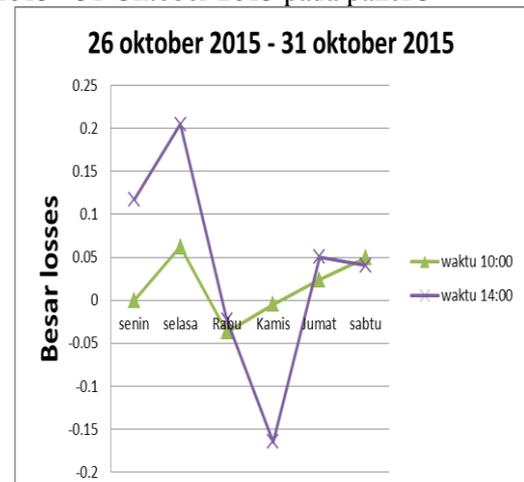
Gambar 28. Grafik besaran losses pada panel 1

4.2.8 Hasil data pengukuran dari 26 Oktober 2015 - 31 Oktober 2015 pada panel 2



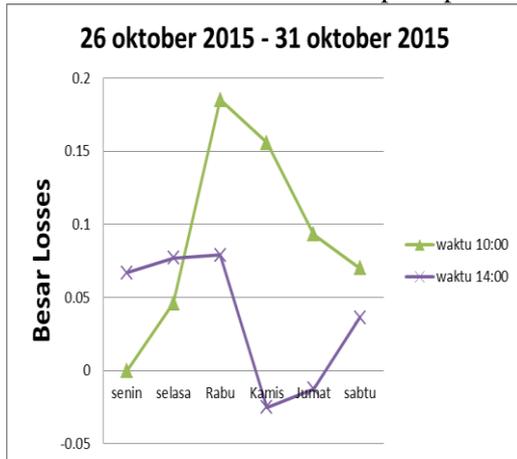
Gambar 29. Grafik besaran losses pada panel 2

4.2.9 Hasil data pengukuran dari 26 Oktober 2015 - 31 Oktober 2015 pada panel 3



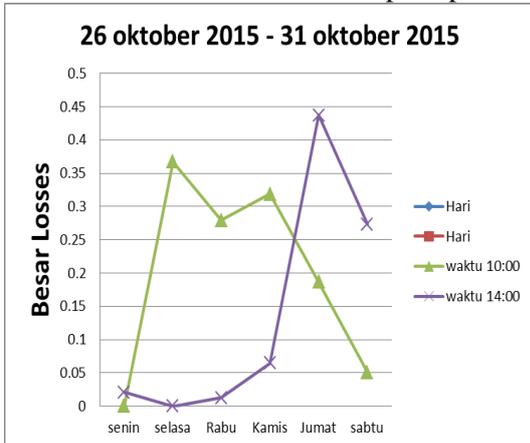
Gambar 30. Grafik besaran losses pada panel 3

4.2.10 Hasil data pengukuran dari 26 Oktober 2015 - 31 Oktober 2015 pada panel 4



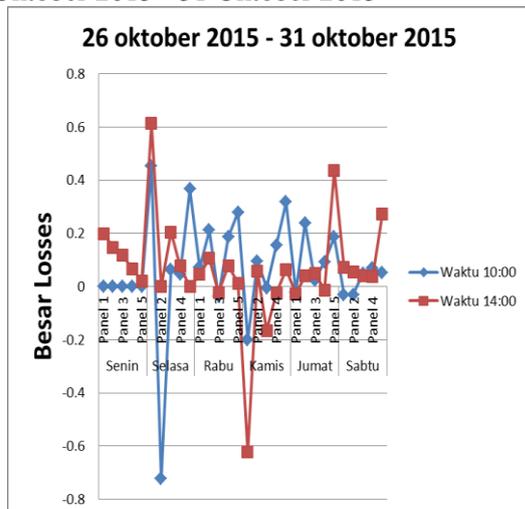
Gambar 31. Grafik besaran losses pada panel 4

4.2.11 Hasil data pengukuran dari 26 Oktober 2015 - 31 Oktober 2015 pada panel 5



Gambar 32. Grafik besaran losses pada panel 5

4.2.12 Hasil data pengukuran dari 26 Oktober 2015 - 31 Oktober 2015



Gambar 33. Grafik besaran losses secara keseluruhan

Hasil pengukuran pada senin 26 Oktober 2015 – sabtu 31 Oktober 2015 didapatkan besar *losses* maksimal yang didapat sebesar 0.613329027 W.

4.2.13 Persentase THD Arus dan Tegangan pada pengukuran saat hari senin 26 Oktober 2015

Dalam menentukan karakteristik beban linear dan beban non linear, persentase THD mempengaruhi karakteristik dari beban tersebut, dari hasil pengukuran dari hari senin 26 Oktober 2015 – sabtu 31 Oktober 2015 didapat persentase THD arus terkecil terdapat pada beban pada panel 3 yaitu panel AC. Dengan demikian penggunaan beban linear terdapat dipanel 3.

5. KESIMPULAN DAN SARAN

5.1. Kesimpulan

Berdasarkan hasil observasi yang dilakukan maka dapat ditarik kesimpulan dan saran sebagai berikut:

1. Berdasarkan observasi yang telah dilakukan digedung pusat komputer Universitas Riau mengindikasikan benar terjadinya adanya ketidak seimbangan beban diakibatkan penggunaan beban listrik yang tidak merata pada gedung tersebut.
2. Hasil perhitungan digedung pusat komputer Universitas Riau, besarnya rugi-rugi yang terjadi akibat adanya arus netral maksimal sebesar 0.613329027 W, selama satu minggu pengukuran pada jam kerja.
3. Beban linier yang terdapat pada gedung pusat komputer Universitas Riau dapat diidentifikasi dengan menggunakan besar persentase THD pada alat ukur PQA (*Power Quality Analyzer*). Dengan persentase terkecil dengan dominan beban linier terdapat pada panel 3 (panel AC).

5.2 Saran

Sebaiknya dilakukan cara untuk mengatasi losses akibat adanya arus netral agar dapat mengurangi besar losses yang terjadi dari penggunaan beban yang tidak seimbang.

DAFTAR PUSTAKA

- Fakhrurrazi. 2013. Analisis arus netral pada sistem tiga fasa empat kawat dengan beban satu fasa non linier. Skripsi. Fakultas Teknik Universitas Sumatra Utara. Medan
- Ginting, F.S., S. Ginting dan S. T. Kasim. 2013. Pengaruh Harmonisa Terhadap Arus Netral Transformator Distribusi (Aplikasi Pada R.S.U Sari Mutiara Medan). Jurnal, vol. 1 NO. 1.
- Mulyana, E. Anonymus. Pengukuran Harmonisa Tegangan Dan Arus Listrik Di Gedung Rektorat TIK Universitas Pendidikan Indonesia. Jurnal.
- Rendra, W. 2009. Upaya mengurangi arus netral sekunder trafo distribusi. <https://wisnurendra.files.wordpress.com/2009/12/arus-netral1.pdf>. Diakses pada tanggal 03 Agustus 2015.
- Risal, S dan M. Harlanu. 2014. Studi Eksplorasi Arus Pada Kawat Netral Akibat Ketidakseimbangan Arus Beban Pada Unit Transformator Distribusi Di Universitas Negeri Semarang. Jurnal , ISSN 2252-7095.
- Sugiarto, H. 2012. Kajian Harmonisa Arus Dan Tegangan Listrik di Gedung Administrasi Politeknik negeri Pontianak. Jurnal, volume 8, nomor 2, ISSN 1693-9085.