

# PEMANFAATKAN ARUS NETRAL TRANSFORMATOR *STEP UP* PADA GARDU DISTRIBUSI UNTUK DAYA LISTRIK

M. Nur Faizi<sup>1</sup>, Abdul Hadi<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Jurusan Teknik Elektro Politeknik Negeri Bengkalis  
Jl. BathinAlam, Sungai Alam, Bengkalis, Riau Indonesia  
Email: [faizi@polbeng.ac.id](mailto:faizi@polbeng.ac.id)<sup>1</sup> [abdulhadi@polbeng.ac.id](mailto:abdulhadi@polbeng.ac.id)<sup>2</sup>

## Abstrak

Penelitian ini membahas tentang pemanfaatan transformator *step up* untuk memanfaatkan daya listrik pada penghantar netral gardu distribusi. Tujuan jangka panjang adalah menghasilkan desain dan karakteristik transformator *step up* dalam pemanfaatan rugi-rugi daya dari penghantar netral sistem tiga fasa sistem empat kawat. Penelitian ini juga menghasilkan prototipe lengkap telah didemonstrasikan pada simulasi jaringan distribusi. Target khusus yang ingin dicapai yaitu pemanfaatan daya pada penghantar netral yang belum digunakan secara maksimal sehingga rugi-rugi daya ini dapat menjadi sumber listrik sebagai lampu penerangan terutama untuk daerah pedesaan. Penelitian menggunakan metoda pengukuran, simulasi dengan software ETAP selanjutnya mendesain transformator *step up*. Pada penelitian ini menggunakan penghantar netral (N) transformator sebagai penghantar fasa dan penghantar pembumian (PE) sebagai penghantar netral. Tegangan yang dihasilkan dari sistem ini akan dikonversikan ke level yang standar yaitu 220 volt sehingga dapat mengoperasikan lampu penerangan.

**Kata Kunci:** Transformator Step Up, Penghantar Netral, ETAP, PE

## Abstract

This paper discusses the design of step up transformers to utilize electrical power in the neutral conductor of the distribution substation. The long-term goal is to produce step up transformer design and characteristics in utilizing power losses from the neutral conductor three-phase system of four wire systems. This research also produces a complete prototype demonstrated in distribution network simulations. Utilization of power in neutral conductors that have not been used optimally so that these power losses can be a source of electricity as lighting especially for rural areas. The study uses a measurement method, the simulation with ETAP software then designs a step up transformer. In this study using a neutral conductor (N) transformer as a phase conductor and earthing conductor (PE) as a neutral conductor. The voltage generated from this system is converted to a standard level of 220 volts so that it can operate lighting.

**Keywords:** Transformator Step Up, Power, ETAP, PE

## 1. PENDAHULUAN

Pada sistem distribusi tiga fasa empat kawat, beban dikatakan seimbang jika pada masing-masing fasa mengalir arus yang sama besarnya, namun pada kenyataannya selalu ada ketidak seimbangan sehingga arusnya pun tidak seimbang. Pada kerja normal umumnya daya ke konsumen diambil dari *feeder* tiga fasa dengan empat kawat. Karena pemakaian atau pengoperasian beban tidak selalu pada waktu bersamaan pada sistem distribusi tiga fasa empat kawat maka seringkali terjadi ketidak seimbangan pada fasa-fasanya. Akibatnya timbul arus balik yang mengalir pada konduktor netral ke sumber yang kita kenal dengan arus

netral. Arus netral ini merupakan penjumlahan vektor dari ketiga *fasa ar us fasa* dalam komponen simetris.

Ketidak seimbangan beban pada transformator menyebabkan adanya rugi-rugi daya dimana arus mengalir di penghantar netral. Untuk mengoptimalkan pembebanan daya listrik agar tidak ada daya yang hilang sia-sia, maka peneliti mengadakan penelitian tentang pemanfaatan arus netral menggunakan transformator *Step Up*. Pada penelitian ini menggunakan penghantar netral *transformator* sebagai penghantar fasa dan penghantar pembumian sebagai penghantar netral.

Tegangan yang dihasilkan dari sistem ini akan dikonversikan ke level yang standar yaitu 220 volt menggunakan transformator *Step Up*. Penelitian ini berharap agar daya listrik pada penghantar netral transformator distribusi yang tidak dimanfaatkan selama ini akan digunakan untuk penerangan. Penelitian ini bertujuan untuk menghasilkan desain dan karakteristik *transformator step up* dalam pemanfaatan rugi-rugi daya dari penghantar netral sistem tiga fasa sistem empat kawat. Penelitian ini juga menghasilkan *prototipe* lengkap telah didemonstrasikan pada simulasi jaringan distribusi.

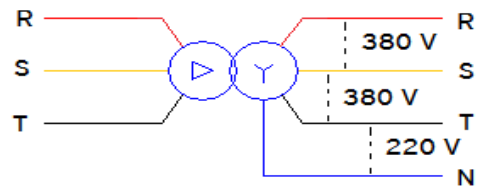
**2. METODE**

Pengaturan titik netral, penyeimbangan beban dan koreksi faktor daya memiliki keterkaitan dengan penelitian ini seperti adanya arus pada penghantar netral sehingga sangat diperlukan suatu penelitian yang bisa memanfaatkan arus penghantar netral tersebut. Arus penghantar netral tidak dapat dihilangkan karena tidak seimbangan beban yang sering terjadi setiap saat [2].

Monitoring bias arus netral dari transformator dengan menampilkan amplitudo dan polaritas titik arus netral transformator secara langsung menggunakan sensor arus. Rancang bangun transformator *step up* untuk memanfaatkan daya listrik pada penghantar netral gardu distribusi karena pentingnya memonitoring arus pada penghantar netral. Dengan nilai arus netral (In) maka akan diperoleh berapa banyak titik lampu penerangan yang akan bisa dioperasikan dari daya listrik dari rugi-rugi transformator distribusi 100 kVA [1]. Nilai arus netral pada transformator Gardu Beton semakin besar akibat dari ketidak seimbangan beban tiga fasa [3]. Penelitian ini memperoleh data pengukuran daya dari penghantar netral pada malam hari antara 5890 watt sampai dengan 10860 watt. Jurnal ini

memberikan informasi mengenai daya listrik yang ada pada penghantar netral.

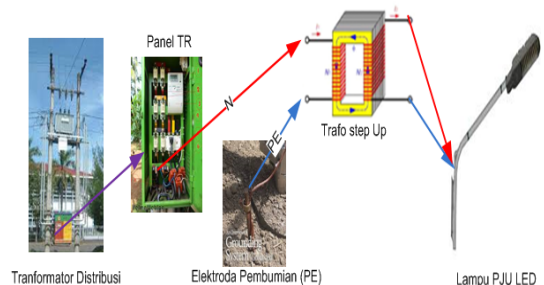
Pada sistem distribusi ini, sisi sekunder (*output*) transformator distribusi terhubung star, dimana saluran netral diambil dari titik bintangnya. Seperti halnya pada sistem tiga fasa yang lain, di sini perlu diperhatikan keseimbangan beban antara ketiga fasanya, dan terdapat dua alternatif besar tegangan. Skema sistem distribusi tiga fasa dengan empat kawat dapat dilihat pada Gambar 1.



**Gambar 1.** Sistem Distribusi tiga fasa empat kawat 220/380 Volt

Sistem pembumian (*grounding system*) merupakan sistem hubungan penghantar yang menghubungkan sistem, badan peralatan dan instalasi dengan bumi (*ground*). Sistem pembumian membutuhkan elektroda pembumian yang di tanam di dalam tanah dengan resistansi maksimal 5 ohm. Pada penelitian ini, penghantar pembumian akan digunakan sebagai terminal untuk potensial negatif.

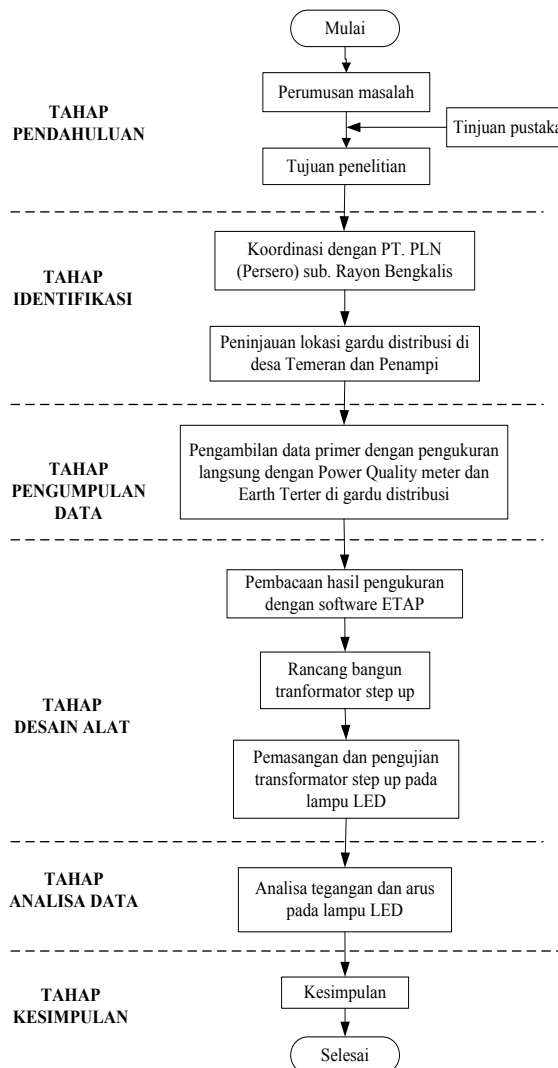
Secara umum sistem yang diterapkan pada penelitian mengenai pemanfaatan arus netral menggunakan transformator *Step Up* dapat di lihat pada Gambar 2.



**Gambar 2.** Desain pemanfaatan arus netral menggunakan transformator *Step Up*

Transformator distribusi tegangan rendah 220 volt memiliki sistem tiga fasa empat kawat

yang terdiri dari fasa 1 (R), fasa 2 (S), fasa 3 (T) dan netral (N). Penghantar netral dan penghantar pembumian (PE) akan di hubungkan dengan transformator step up. Tegangan yang dihasilkan oleh keluaran transformator step up akan digunakan untuk mengoperasikan lampu LED dengan tegangan antara 90volt AC sampai dengan 265 volt AC. Metodologi penelitian pada penelitian ini dapat dilihat pada diagram alir Gambar 3.



Gambar 3. Diagram alir penelitian

### 3. HASIL PENELITIAN DAN PEMBAHASAN

Pengukuran di gardu distribusi akan menghasilkan data seperti arus pada penghantar netral (In), daya pada masing-masing penghantar (R,S,T). Pemasangan elektroda pembumian (PE) agar menghasilkan resistansi PE sebesar 4,75 ohm. Setelah elektroda PE dipasang maka dilakukan pengukuran beda potensial pada penghantar Netral (N) dan penghantar pembumian (PE). Selanjutnya mendesain transformator *step up* untuk menghasilkan tegangan keluaran sebesar rata-rata 220 volt AC.

Dari hasil pengukuran sementara telah diperoleh data seperti tabel 1. Tegangan yang dihasilkan antara penghantar netral dan penghantar pembumian sebesar 47,2 volt AC, sehingga dibutuhkan konversi amplitudo tegangan dari 47,2 volt AC menjadi 220 volt AC menggunakan transformator *step up*. Berdasarkan hasil perhitungan dan simulasi menggunakan *software* ETAP maka diperoleh desain transformator dengan jumlah lilitan sisi primer sebanyak 200 dan sisi sekunder sebanyak 2540 lilitan.

Tabel 1. Pengukuran arus di gardu distribusi

Arus (Ampere)				Tegangan N-PE (volt)
R	S	T	N	
42,3	35	29,1	8,7	17,3

Berdasarkan arus pada penghantar netral sebesar 8,7 amper dan tegangan pada penghantar netral terhadap PE sebesar 17,3 volt maka secara teori akan menghasilkan daya sebesar 150 watt. Tegangan N-PE sebesar 17,3 volt dinaikan menjadi 220 volt menggunakan trafo *step up*. Trafo *step up* ini memiliki perbandingan kumparan sekunder terhadap kumparan primer sebesar 200 : 2540. Tabel 2 memperlihatkan hubungan tegangan input terhadap tegangan keluaran trafo *step up*. Tegangan keluaran dari

trafo *step up* menghasilkan sekitar 12 kali dari tegangan masukan. Berdasarkan hasil pengukuran tegangan keluaran trafo maka lampu LED 10 watt telah dapat menyala pada tegangan input trafo atau tegangan N-PE minimal 15 volt.

**Tabel 2.** Pengukuran tegangan keluaran trafo *step up*

No	Tegangan input trafo (volt)	Tegangan output trafo (volt)	Rasio
1	10	124	01.12,4
2	12	151	01.12,6
3	15	187	01.12,5
4	17	213	01.12,5
5	19	239	01.12,6

#### 4. KESIMPULAN

Pemanfaatan arus pada penghantar netral untuk lampu LED dapat diterapkan dan beroperasi secara maksimal sehingga untuk masa yang akan datang maka sistem pemanfaatan energi listrik dari rugi-rugi sistem distribusi tiga fasa empat kawat dapat diterapkan dalam kehidupan sehari-hari. Tegangan yang dihasilkan dari penghantar Netral dan PE sebesar 213 volt AC.

#### UCAPAN TERIMA KASIH

Dari hati yang paling dalam penulis mengucapkan terima kasih kepada semua pihak yang telah terlibat dalam penelitian ini. Semoga jurnal ini bermanfaat bagi akademisi dan praktisi.

#### DAFTAR PUSTAKA

- [1] Chuang Liu, Xingxing Zhou, Haoyang Tian, Yang Zhao, Tinghuan Qu dan Wenzhong Chen, “Research on DC Bias Current Monitoring of Power Transformer Neutral Point,” High Voltage Engineering and Application (ICHVE) IEEE International Conference on. 2016.
- [2] Riachi L, dan Dakyo B, “Predictive Current Control for Neutral Point Voltage Regulation and Load Balancing in Three Level Grid Connected Compensator,” Industrial Technology (ICIT) IEEE International Conference on. 2017.
- [3] Yulius SP, “Studi Beban Tidak Seimbang Terhadap Arus Netral Pada Transformator Distribusi P70 Pada PLN Cabang Palu,” Jurnal MEKTEK: 181:188. 2009.
- [1] Chuang Liu, Xingxing Zhou, Haoyang Tian, Yang Zhao, Tinghuan Qu dan Wenzhong Chen, “Research on DC Bias Current Monitoring of Power Transformer