

PENYEIMBANGAN BEBAN GARDU DISTRIBUSI PT. PLN TARAKAN (KALIMANTAN)

SRI PANDU FIRDAUS, DINI FAUZIAH

^{1,2}Jurusan Teknik Elektro, Fakultas Teknologi Industri, Institut Teknologi Nasional
Email : Pandufirdaus31@gmail.com

ABSTRAK

Sistem Distribusi Tenaga Listrik adalah proses penyaluran tegangan listrik dari sistem transmisi ke konsumen, baik konsumen 20kV maupun konsumen 380/220V. Dalam hal ini Sistem Distribusi Tegangan Rendah 380/220V adalah proses yang cakupannya sangat luas dan menjadi salah satu pemicu terjadinya ketidakseimbangan beban gardu distribusi, ketidakseimbangan beban ini diakibatkan oleh adanya pertambahan beban yang tidak merata di antara fasa satu dengan lainnya. Akibat dari sistem distribusi tegangan rendah yg tidak seimbang tentunya akan berpengaruh pada banyak hal, seperti : kinerja transformator, panas berlebih pada transformator, arus mengalir pada netral dan drop tegangan. Solusi untuk ketidakseimbangan beban ini yaitu dengan melakukan penyeimbangan beban transformator pada tiap-tiap fasa nya, ini akan menjadi solusi yang mudah namun berdampak besar. Tujuan memeriksa ketidakseimbangan beban pada gardu distribusi yaitu untuk menekan susut atau arus netral pada gardu tersebut juga menghindari terjadinya transformator meledak akibat kelebihan beban.

Kata kunci: Sistem Distribusi Tegangan Rendah, Penyeimbangan Beban, Gardu Distribusi, Transformator Distribusi, Arus Netral.

ABSTRACT

Electric Power Distribution System is the process of distributing electrical voltage from the transmission system to consumers, both 20kV consumers and 380/220V consumers. In this case, the 380/220V Low Voltage Distribution System is a process that has a very wide scope and is one of the triggers for the imbalance of the distribution substation load, this load imbalance is caused by an uneven load increase between one phase and another. The consequences of an unbalanced low-voltage distribution system will certainly affect many things, such as: transformer performance, transformer overheating, current flowing in neutral and voltage drop. The solution to this load imbalance is to balance the transformer load in each phase, this will be an easy solution but has a big impact. The purpose of checking the load imbalance at the distribution substation is to suppress the shrinkage or neutral current at the substation as well as to prevent the transformer from exploding due to overload.

Keywords: Low Voltage Distribution System, Load Balancing, Distribution Substation, Distribution Transformer, Neutral Current.

1. PENDAHULUAN

Energi listrik merupakan suatu kebutuhan pokok manusia pada saat ini, karena hampir semua kegiatan manusia dari pekerjaan utama sampai pekerjaan kecil menggunakan energi listrik maka tanpa adanya listrik semua kegiatan manusia akan sangat terhambat atau bisa sampai terhenti total.

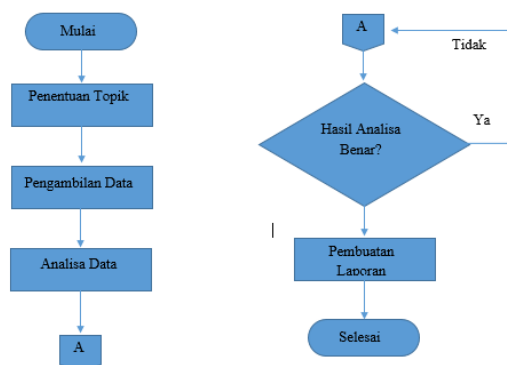
Perusahaan penjual dan penyedia listrik di Indonesia adalah Perusahaan Listrik Negara (PLN), mulai dari pembangkitan listrik hingga mendistribusikan nya kepada masyarakat Indonesia. Pada beberapa proses tersebut banyak sekali masalah yang perlu diperhatikan salah satu contohnya adalah beban yang tidak seimbang pada setiap fasa, tenaga listrik dikatakan seimbang apabila beban pada setiap fasa nya (fasa R, S dan T) memiliki beban yang sama atau tidak memiliki perbedaan di atas 20%. Jika jalur distribusi mengalami ketidakseimbangan beban maka akan merugikan Perusahaan Listrik tersebut karena menyebabkan rugi rugi daya pada jalur distribusi. Untuk menekan rugi rugi daya tersebut maka harus dilakukan penyeimbangan beban pada setiap fasa nya, penekanan rugi rugi daya atau susut (*losses*) dapat menghasilkan penghematan yang besar bagi perusahaan listrik seperti penanguhan pengeluaran barang modal untuk perbaikan dan berdampak pada *lifetime* trafo yang digunakan. Penelitian yang dilakukan (**Sudiarta, 2016**) yang menyatakan bahwa pelaksanaan mutasi atau penyeimbangan trafo antara lain untuk: Mencegah terjadinya kerusakan trafo akibat trafo overload, Meningkatkan mutu pelayanan, Meningkatkan kualitas keandalan dalam penyaluran energi listrik, Menjaga keselamatan umum dan lingkungan, Memperkecil kerugian.

PT. PLN Tarakan merupakan salah satu penyedia tenaga listrik yang menyuplai dan mendistribusikan kebutuhan listrik untuk Kota Tarakan dan sekitarnya. Data data yang diambil dan dikerjakan bersumber dari PT. PLN Tarakan yang nantinya akan di analisa dan disimpulkan mengenai perpindahan jalur beban atau pelanggan yang bertujuan untuk menyeimbangkan beban tiap-tiap fasa nya.

Penelitian ini mengambil data pengukuran selama enam bulan pada trafo milik PT. PLN Tarakan. Data tersebut akan dijadikan bahan dasar untuk menganalisa keadaan gardu distribusi dan menyeimbangkan gardu distribusi tersebut. Penelitian ini merupakan lanjutan dari penelitian Surfa Yondri yang berjudul Pengaruh Penyeimbangan Beban Trafo Distribusi Terhadap Arus Netral (**Surfa Yondri, 2013**)

2. METODE PENELITIAN

Dalam Melakukan penyeimbangan beban gardu distribusi ada beberapa tahap yang sebaiknya dilakukan berurut.



Gambar 1 Diagram Alir Penyeimbangan Beban Gardu Distribusi
SNETO – 317

2.1 Penentuan Topik

Dalam menyelesaikan kerja praktek, setelah penentuan topik penulis mendapatkan data dari PT. PLN (PERSERO) Kota Tarakan berupa data hasil pengukuran gardu distribusi out going feeder tahun 2019. Didalam data tersebut terdapat beberapa informasi seperti daya trafo, beban pada setiap jurusan dan jumlah beban (R, S dan T) pada trafo tersebut. Data lalu di analisa sesuai arahan dari pembimbing mulai dari pengecekan kondisi trafo hingga penentuan jumlah pelanggan yang dipindah jalur beban phasa nya.

2.2 Pemeriksaan Data Hasil Pengukuran

Gardu distribusi terdiri dari 4 jurusan yaitu jurusan A, B, C dan D. Namun pada beberapa gardu ada pula yang hanya memiliki 1,2 atau 3 jurusan saja. Pada setiap jurusan terdapat empat kabel yang terhubung yaitu R, S, T untuk fasa dan N untuk netral. Berdasarkan SPLN SE 17:2014 dikatakan bahwa besar persentase ketidakseimbangan beban gardu distribusi yang masih dapat ditolerir adalah dibawah 20%, sedangkan untuk gardu distribusi dengan persentase ketidakseimbangan diatas 20% perlu dilakukan penyeimbangan beban (**SPLN D3.002-1, 2007**).

Dengan indikator perbedaan 20%, data diatas di analisa dan di cek kondisinya apakah ada perbedaan yang melebihi 20% antara fasa satu dengan fasa lainnya, analisa dimulai dengan membandingkan total beban (R, S dan T) pada setiap gardu dengan rata-rata beban gardu itu sendiri, apabila terjadi perbedaan yang besar atau melebihi 20% maka penyeimbangan dilakukan di masing-masing jurusan pada gardu tersebut.

Sebagai contoh penulis menggunakan gardu dengan identitas (TPA 99).

$$R_b = \frac{95+90+63}{3} = 82,66 \text{ Ampere}$$

$$\text{Unbalance R} = \frac{82,66 - 95}{95} \times 100 = -12,98 \%$$

$$\text{Unbalance S} = \frac{82,66 - 90}{90} \times 100 = -8,15 \%$$

$$\text{Unbalance T} = \frac{82,66 - 63}{63} \times 100 = 31,20 \%$$

Kondisi fasa yang tidak seimbang yaitu pada fasa T yang memiliki persentase perbedaan 31,20%.

3. HASIL ANALISA

Pengecekan dilakukan untuk mengetahui apakah beban seimbang atau tidak, data terlampir pada Tabel 2.

Tabel 2 Data hasil Pengecekan kondisi gardu bulan januari 2019

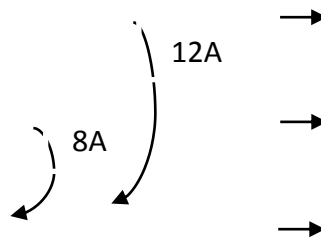
Rata-Rata Beban	Unbalance %			Kondisi			Nilai Yg Perlu Diseimbangkan (A)		
	R	S	T	R	S	T	R	S	T
4	0%	-50%	50%	Baik	Tidak Baik	Tidak Baik	Baik	-4	4
83	-13%	-8%	31%	Baik	Baik	Tidak Baik	Baik	Baik	19,66
171	3%	-2%	-1%	Baik	Baik	Baik	Baik	Baik	Baik
42	11%	14%	-19%	Baik	Baik	Baik	Baik	Baik	Baik
175	22%	4%	-18%	Tidak Baik	Baik	Baik	31	Baik	Baik

Setelah gardu di cek dan mendapatkan status gardu yang tidak seimbang, dapat dilihat bahwa ada beberapa kondisi gardu yang tidak baik atau memiliki perbedaan beban yang besar antar fasa nya, gardu yang memiliki kondisi tidak baik langsung di eksekusi atau diseimbangkan menggunakan rumus rumus pengolahan data sebelumnya.

$$\text{Jurusan A} = \frac{95+90+63}{3} = 82,66 \text{ [Ampere]}$$

Artinya Tiap-tiap fasa pada jurusan A harus bernilai 82,66 Ampere.

Jurusan A :



Total Beban Akhir :

Proses pemindahan beban untuk Gardu (TPA 99) yaitu fasa S dipindahkan 8A ke fasa T dan Fasa R dipindahkan 12A ke fasa T. Data terlampir pada Tabel 3.

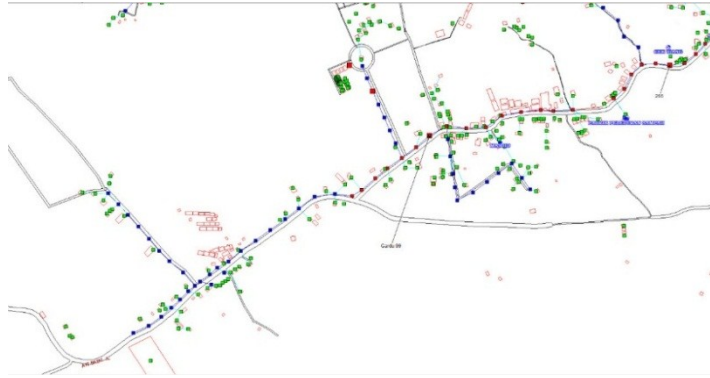
Tabel 3 Data hasil penyeimbangan beban trafo bulan januari 2019

NO	Identitas Gardu	Daya Nomin al (KVA)	Beban Jurusan Yang Telah Disesuaikan (Ampere)									Total Beban Setelah Disesuaikan (Ampere)		
			Jurusan A			Jurusan B			Jurusan C					
			R	S	T	R	S	T	R	S	T	R	S	T
1	RSU 316	200 1P	4	4	4	-	-	-	-	-	-	4	4	4
2	TPA 99	100 1P	83	82	83	-	-	-	-	-	-	83	82	83
3	JTK 276	160 2P	27	27	27	147	149	148	-	-	-	174	176	175

Data di atas adalah hasil analisa penyeimbangan beban yang dilakukan oleh penulis, dapat dilihat bahwa setelah di seimbangkan beban pada setiap jurusan dan total beban pada TPA 99 memiliki nilai yang sama atau tidak jauh berbeda yaitu fasa R = 83 A ; S = 82 A dan T = 83A.

3.1 Data Pemindahan Jalur Pelanggan

Jaringan listrik pada salah satu *transformator* terdiri dari beberapa titik beban, berikut jaringan listrik Pelanggan di Trafo TPA 99 pada Gambar



**Gambar 3 Jaringan Listrik Pada Pelanggan di Trafo TPA 99
(PT.PLN Tarakan, 2020)**

Setelah beban diseimbangkan maka penulis dapat sekaligus menentukan beberapa pelanggan yang perlu dipindah jalur fasa nya, data pelanggan yang perlu dipindahkan terlampir pada Tabel 4.

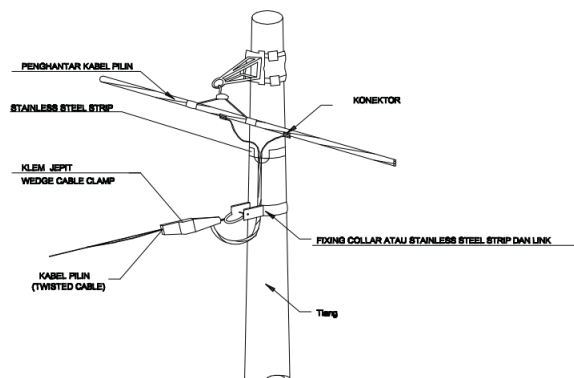
Tabel 4 Data Jumlah Pelanggan Yang Dipindah Jalur

No	Jumlah Pelanggan Yang Dipindah Jalur
1	Jurusan A : S ke T = 4A >> 1 Pelanggan (900VA)
2	Jurusan A : R ke T = 12A >> 1 Pelanggan (2200VA)
	1 Pelanggan (450VA)
	S ke T = 8A >> 2 Pelanggan (900VA)
3	Jurusan A : R ke S = 10A >> 1 Pelanggan (2200VA)
	Jurusan B : S ke R = 2A >> 1 Pelanggan (450VA)
	T ke R = 38A >> 3 Pelanggan (2200VA)
	2 Pelanggan (900VA)

Penyeimbangan beban dilakukan pada masing-masing jurusan di setiap gardu, jumlah beban yang dipindah jalur mengacu pada daya yang diberikan oleh PLN kepada pelanggan yaitu 450VA dengan arus 2A, 900VA dengan arus 4A, 1300VA dengan arus 6A, dan 2200VA dengan arus 10A. Setelah beban gardu berhasil diseimbangkan maka salah satu penyebab susut atau rugi rugi daya yang menyebabkan kerugian atau menyebabkan umur trafo sangat singkat itu dapat di hindarkan.

3.2 Pelaksanaan Penyeimbangan di Lapangan

Setelah melakukan penyeimbangan beban melalui analisa data, pelaksanaan penyeimbangan beban di lapangan dilakukan pada SR (Sambungan Rumah), Sambungan SR yang dimaksud yaitu pada Gambar 3.



Gambar 4 konstruksi Sambungan Pada Tiang (PT.PLN, 2014).

Pada setiap jurusan memiliki empat penghantar kabel yaitu (R,S,T dan N) yang mana nantinya akan terhubung ke berbagai rumah, untuk pelanggan yang tiga fasa maka jumlah penghantar yang akan dihubungkan ke pelanggan yaitu empat kabel dan untuk pelanggan satu fasa maka akan dihubungkan dua kabel yaitu fasa dan netral, seperti pada Gambar 5.2 jumlah kabel yang diambil adalah dua. Untuk pemindahan beban dari fasa satu ke fasa lainnya yaitu cukup dengan memutus sambungan dari jalur sebelumnya dan memindahkan atau menghubungkan ke jalur lainnya menggunakan konektor. Jadi proses penyeimbangan beban gardu distribusi ini dari mulai analisa hingga pelaksanaan dilapangan nya tidak begitu rumit tetapi sangat berdampak besar.

4. KESIMPULAN

Berdasarkan data dan analisis yang telah dilakukan, maka dapat disimpulkan bahwa:

1. Untuk penyeimbangan beban secara langsung atau pelaksanaan ketika dilapangan yaitu penyeimbangan beban dilakukan di SR (Sambungan Rumah) dan pemindahan jalur pelanggan dari fasa satu ke fasa lainnya yaitu dengan memutus sambungan dari jalur sebelumnya dan menghubungkan kembali ke fasa lainnya dengan menggunakan konektor. Telah didapat pula status trafo yang keadaan nya tidak baik atau harus dilakukan penyeimbangan yaitu trafo RSU 316, TPA 99 dan JTK 276. Dengan contoh persentasi ketidakseimbangan pada trafo TPA 99 yaitu Arus tak seimbang R = -12,98% , Arus tak seimbang S = -8,15 % , dan arus tak seimbang T = 31,20 %. Dengan I rata-rata sama dengan Arus Rata-rata Beban, dan Arus saluran seimbang adalah sama dengan arus rata-rata beban.
2. Setelah dilakukan penyeimbangan beban dan didapat data hasil analisa pada trafo RSU 316 yang mana total beban awal yaitu fasa R=4A ; S=8A ; T=0A diseimbangkan menjadi R=4A ; S=4A ; T=4A , lalu pada trafo TPA 99 yang mana total beban awal yaitu R= 95A ; S=90A ; T=63A diseimbangkan menjadi R=83A ; S=82A ; T=83A, dan yang terakhir pada trafo JTK 276 yang total beban awal fasa R=144A ; S=168A ; T=213A diseimbangkan menjadi R=174A; S=176A ; T=175A. Maka sekaligus dapat di tentukan jumlah pelanggan yang akan di pindahkan jalur distribusi nya, jumlah tersebut disesuaikan dengan kapasitas beban rumahan. Setelah dilakukan

penyeimbangan beban dan didapat data hasil analisa tersebut maka sekaligus dapat di tentukan jumlah pelanggan yang akan di pindahkan jalur distribusi nya, hal tersebut di nyatakan dari jumlah beban yg dipindahkan ke fasa lainnya dan jumlah tersebut disesuaikan dengan kapasitas beban rumahan.

3. Diketahui pula nilai arus netral pada masing masing trafo yaitu arus netral pada trafo RSU 316 = $6,92\angle - 90^\circ$ A, arus netral trafo TPA 99 = $29,81\angle - 51,64^\circ$ A, arus netral pada trafo JTK 236 = $6,55\angle - 172,46^\circ$, arus netral pada trafo TPA 266 = $14,52\angle 116,58^\circ$, dan arus netral pada trafo JTK 276 = $60,67\angle 140,03^\circ$. Semakin besar ketidakseimbangan beban pada trafo maka semakin besar pula nilai arus netral pada trafo tersebut..

UCAPAN TERIMA KASIH

Pada penelitian ini penulis mengucapkan terimakasih kepada semua pihak yang telah membantu dan mendukung dalam menyelesaikan penelitian ini baik kepada PT.PLN Tarakan yang telah membantu dalam hal waktu dan ilmu, juga terimakasih kepada dosen pembimbing yang telah memberikan bimbingan dan dukungan moril kepada penulis. Semoga jurnal ini bisa bermanfaat bagi penulis dan pembacanya.

DAFTAR RUJUKAN

- PT.PLN (PERSERO) Tarakan, 2020. PT Pelayanan Listrik Nasional Tarakan (PT PLN Tarakan).
- PT.PLN (PERSERO). Metode Pemeliharaan Trafo Distribusi Berbasis Kaidah Manajemen Aset, 0017.E/DIR/2014.
- SPLN D3.002-1: 2007. Spesifikasi Transformator Distribusi Bagian 1: Transformator Fase Tiga, 20 kV - 400 V & Transformator Fase Tunggal, 20 kV - 231 V dan $20/\sqrt{3}$ kV - 231 V
- Sudiarta I Wayan, Sutawinaya I Putu, TA I Ketut, dan Firman Ardy, 2016. Manajemen Trafo Distribusi 20KV Antar Gardu BL031 Dan BL033 Penyulang Liligundi Dengan Menggunakan Simulasi Program ETAP" Jurnal Logic. VOL. 16. NO. 3. November 2016.
- Yondri Surfa, Artono Tri dan Purnama Hengki, 2013. Pengaruh Penyeimbangan Beban Trafo Distribusi Terhadap Arus Netral, Jurnal Elektron Vol 5 No. 1, Edisi Juni 2013.

Pertanyaan :

Bagaimana teknis pemindahan beban pada beban beban yang tidak seimbang?

Jawaban :

Dilakukan manuver beban ke jalur terdekat