

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Saat ini kebutuhan tenaga listrik menjadi kebutuhan pokok bagi manusia baik rumah tangga maupun industri. Agar kebutuhan tenaga listrik dapat terpenuhi dan tidak menimbulkan kerugian bagi konsumen maka dibutuhkan penyediaan tenaga listrik yang stabil, handal dan kontinu.

Di Indonesia mengalami peningkatan konsumsi energi listrik yang sejalan dengan peningkatan jumlah penduduk dan ekonomi. Konsumsi energi listrik pada masyarakat yang terus meningkat menuntut pasokan energi listrik yang lebih besar dari sebelumnya. Berdasarkan data yang diperoleh dari Statistik PLN No. 29-2015 bahwa konsumsi energi listrik pada tahun 2015 sebesar 232.520 MWh dengan jumlah penduduk 255.461.700 meningkat dibanding tahun 2014 sebesar 221.296 MWh dengan jumlah penduduk 252.164.800. [1]

Peningkatan konsumsi energi listrik membuat PT. PLN (Perusahaan Listrik Negara) sebagai penyedia pasokan listrik lebih berusaha memenuhi kebutuhan tenaga listrik sesuai dengan permintaan daya listrik yang dibutuhkan konsumen. Dalam pemenuhan kebutuhan tenaga listrik PT. PLN (Perusahaan Listrik Negara) pasti menemukan kendala yang akan mempengaruhi penyaluran listrik kepada konsumen.

Kendala yang dialami PT. PLN (Persero) Rayon Duri dapat berupa kerusakan pada trafo atau gangguan pada *feeder* seperti pemadaman listrik sehingga dapat mengurangi penyediaan tenaga listrik dan terganggunya penyaluran listrik kepada konsumen. Berdasarkan data pemadaman listrik pada *feeder-feeder* PT. PLN (Persero) Rayon Duri untuk bulan Oktober 2017 telah terjadi pemadaman sebanyak 20 kali dengan maksimal pemadaman 3 kali per hari. Waktu pemadaman listrik kurang dari 5 menit sebanyak 10 kali pemadaman sedangkan waktu pemadaman listrik diatas 5 menit sebanyak 6 kali pemadaman. Gangguan dari pemadaman listrik ini harus diatasi secara cepat dan tepat. Oleh karena itu diperlukan sistem penyaluran yang baik dari segi pembangkit, transmisi, dan distribusi hingga penyaluran tenaga listrik tersebut sampai kepada konsumen. [4]

Dalam pemenuhan kebutuhan tenaga listrik terjadi ketidakseimbangan beban yang disebabkan waktu penyaluran beban yang tidak sama antara konsumen yang awalnya beban-beban tersebut dibagi merata kepada setiap konsumen. Beban tidak seimbang pada

transformator terjadi pada fasa R, S, dan T yang mempengaruhi besarnya arus netral yang mengalir. Menurut *standard* IEC ketidakseimbangan beban yang diizinkan adalah 5% dengan tingginya ketidakseimbangan beban berpengaruh terhadap besarnya arus netral, dimana arus netral yang besar mengakibatkan *losses* bertambah dan kualitas tenaga rendah sehingga berpengaruh terhadap kualitas sistem penyaluran tenaga listrik. [2]

Besarnya ketidakseimbangan beban yang berpengaruh terhadap arus netral dan besarnya *losses* dihasilkan akan merugikan PT. PLN (Persero) Rayon Duri. Untuk memaksimalkan penyediaan listrik agar tidak terbuang sia-sia karena *losses* pada trafo maka perlu dilakukan penelitian tentang analisa ketidakseimbangan beban pada transformator distribusi di PT. PLN (Persero) Rayon Duri yang disebabkan ketidakseimbangan beban tersebut.

Penelitian Pengaruh Ketidakseimbangan Beban Terhadap Arus Netral dan *Losses* pada Trafo Distribusi pada PT. PLN (Persero) Distribusi Jawa Timur dilakukan pengukuran pada trafo distribusi 200 kVA dengan pengambilan data saat siang hari dan malam hari. Pengukuran ini menghasilkan ketidakseimbangan beban pada siang hari sebesar 28.67% sedangkan pada malam hari 26.00%. Persentase *losses* pada siang hari sebesar 5.66% dan malam hari sebesar 6.98%. [3]

Dapat dilihat bahwa ketidakseimbangan beban melebihi *standard* IEC sebesar 5%. Ketidakseimbangan beban yang besar terjadi pada siang hari dibanding malam hari karena ketidaksamaan pemakaian beban pada konsumen. Ketidakseimbangan beban ini juga menghasilkan rugi-rugi atau *losses* pada penghantar netral trafo. Maka diperlukan analisa ketidakseimbangan beban agar dapat diminimalisir ketidakseimbangan tersebut serta mengurangi *losses* yang terjadi.

Penelitian ketidakseimbangan beban pada transformator distribusi yang telah dilakukan sebelumnya pada PT. PLN (Persero) Distribusi Jawa Timur. Peneliti juga akan melakukan penelitian ketidakseimbangan beban pada PT. PLN (Persero) Rayon Duri karena belum terdapat data ketidakseimbangan beban trafo dan belum adanya kajian mengenai ketidakseimbangan beban trafo pada PT. PLN (Persero) Rayon Duri.

Dalam penelitian ini ketidakseimbangan beban trafo juga akan disimulasikan dengan *software* ETAP 12.6.0 sebagai evaluasi atau perbandingan dengan data pengukuran lapangan yang didapat. ETAP (*Electrical Transient Analysis Program*) merupakan bentuk modul simulasi untuk menganalisa atau menguji sistem dari tenaga listrik secara *offline*.

ETAP (*Electrical Transient Analysis Program*) pada penelitian ini digunakan hanya untuk mengetahui arus yang mengalir ke beban per fasa dan tegangan yang dihasilkan baik *line to neutral* dan *line to line*. Data-data yang telah didapat nantinya akan digunakan dalam menghitung pembebanan trafo, ketidakseimbangan beban trafo, serta *losses* trafo.

Pengambilan data berupa besar arus, tegangan, dan tahanan pada transformator distribusi serta data pendukung yang telah ada di PT. PLN (Persero) Rayon Duri dengan objek *feeder* yang diteliti yaitu *feeder* Hangtuh. Metode untuk menyelesaikan permasalahan ketidakseimbangan beban pada trafo digunakan metode komponen simetris seperti metode yang digunakan pada penelitian sebelumnya. Metode komponen simetris ini merupakan metode yang cocok untuk menyelesaikan ketidakseimbangan beban pada trafo karena belum terdapat metode lain untuk menyelesaikan permasalahan ini.

Penelitian ini mengambil objek *feeder* Hangtuh pada PT. PLN (Persero) Rayon Duri. Pemilihan *feeder* berdasarkan data pembebanan trafo PT. PLN (Persero) Rayon Duri dari bulan Juli 2016 sampai bulan Agustus 2017. Dari data pembebanan trafo yang telah diperoleh peneliti memilih trafo yang memiliki pembebanan terbesar dari masing-masing *feeder* yaitu sebanyak 13 *feeder* pada PT. PLN (Persero) Rayon Duri. Setelah didapatkan 13 trafo dari masing-masing *feeder* peneliti mencari ketidakseimbangan beban terbesar dari 13 trafo tersebut. [4]

Besar ketidakseimbangan beban trafo pada *feeder* Hangtuh sebesar 33.81%, *feeder* Desa Harapan sebesar 7.37%, Balai Pungut sebesar 5.04%, Bangko sebesar 10.04%, Duri sebesar 10.71%, Express sebesar 18.88%, Mandau sebesar 17.5%, Nusantara sebesar 10.39%, Sebangga sebesar 7.00%, Semunai sebesar 10.66%, Stadion sebesar 9.95%, Subrantas sebesar 5.73%, Wajib Senyum sebesar 9.88%. Maka dari data tersebut didapatkan trafo DRI 157 pada *feeder* Hangtuh yang memiliki ketidakseimbangan beban yang paling besar dengan persen ketidakseimbangan beban sebesar 33.81% dengan pembebanan 96.53%. Hasil dari ketidakseimbangan beban dan pembebanan trafo pada *feeder* Hangtuh tersebut melebihi standar dari persen ketidakseimbangan beban dan pembebanan trafo. Oleh karena itu *feeder* Hangtuh menjadi objek penelitian yang dipilih oleh peneliti berdasarkan ketidakseimbangan beban yang besar dari 13 *feeder* pada PT. PLN (Persero) Rayon Duri. Pemilihan *feeder* Hangtuh juga didasarkan pada laporan atau keluhan dari konsumen berupa gangguan yang terjadi pada listrik rumah konsumen. [4]

Laporan atau keluhan dari konsumen berupa gangguan tersebut seperti pemadaman listrik total dan pemadaman listrik pada waktu tertentu saja. Pemadaman listrik total diakibatkan karena kurangnya pasokan listrik baik dari sumber pembangkit itu sendiri ataupun rugi-rugi (*losses*) selama perjalanan penyaluran listrik.

Pemadaman listrik pada waktu tertentu berdasarkan laporan dari konsumen dimana listrik rumah mereka padam untuk beberapa saat setelah dilakukan pengecekan oleh PT. PLN (Persero) Rayon Duri bahwa tegangan rumah tersebut turun dan arus menjadi naik hal ini disebabkan ketidakseimbangan beban antara fasa. Pada fasa yang terhubung ke rumah tersebut terjadi beban lebih dibanding beban pada fasa yang lainnya. Sehingga untuk mengatasi ini pihak PLN melakukan permindahan fasa dari fasa yang berbeban lebih ke fasa lain yang masih dapat menampung beban. Dapat disimpulkan faktor penyebabnya karena pembebanan transformator distribusi yang sudah melebihi batas pembebanan serta terjadi beban yang tidak seimbang diantara ketiga fasa yaitu R, S, dan T sehingga disalah satu fasa tersebut terjadi pemadaman sementara.

Pembebanan yang melebihi batas dari ketentuan pembebanan pada transformator akan membuat transformator menjadi tidak efisien dalam bekerja serta mengurangi daya listrik yang akan disalurkan ke konsumen. Untuk menjaga kestabilan beban maka analisis pembebanan diperlukan untuk identifikasi beban lebih (*over load*) karena ketidakseimbangan beban antar fasa R, S, dan T yang akan menyebabkan mengalirnya arus di netral trafo.

Maka dengan penelitian ini akan dilakukan analisa ketidakseimbangan beban transformator distribusi berdasarkan pembebanan terbesar transformator distribusi pada *feeder* Hangtuah dengan mengambil 3 unit sampel transformator distribusi dari 80 unit transformator distribusi di *feeder* Hangtuah. Pengambilan data 3 unit transformator distribusi disebabkan karena pembebanan dari 3 unit transformator distribusi tersebut melebihi ketentuan pembebanan transformator distribusi sebesar 80% berdasarkan karakteristik beban yaitu beban rumah tangga dan konsumsi beban yang dipakai konsumen. Serta penempatan ketiga trafo yang berada pada ujung jaringan sehingga ini dapat mewakili ketidakseimbangan beban pada transformator distribusi sepanjang *feeder* tersebut. [4]

Dengan mengambil data dari 3 unit transformator distribusi dengan pembebanan terbesar peneliti ingin mendapatkan bagaimana pengaruh dari pembebanan yang besar terhadap ketidakseimbangan beban serta beban lebih pada transformator distribusi.

Perhitungan ketidakseimbangan beban transformator distribusi dibutuhkan untuk mengantisipasi agar tidak terjadi beban lebih pada transformator distribusi akibat dari penambahan beban listrik dari konsumen yang tidak memperhatikan ketidakseimbangan.

Analisa ketidakseimbangan beban berdasarkan pembebanan terbesar pada transformator distribusi perlu dilakukan agar dapat diketahui bagaimana pengaruh pembebanan pada trafo distribusi terhadap besarnya ketidakseimbangan beban serta identifikasi beban lebih yang disebabkan beban transformator distribusi yang tidak seimbang dan *losses* yang muncul akibat ketidakseimbangan beban.

Analisa ketidakseimbangan beban berdasarkan pembebanan transformator distribusi diharapkan dapat sebagai acuan bagi PT. PLN (Persero) Rayon Duri bagaimana ketidakseimbangan beban pada *feeder* tersebut dan dapat diterapkan pada *feeder-feeder* lainnya dimana sebelum dilakukan analisa ini pada PT. PLN (Persero) Rayon Duri belum terdapat data untuk ketidakseimbangan beban hanya berupa data pembebanan dari transformator distribusi. Analisa ketidakseimbangan beban dapat digunakan sebagai perbaikan kedepannya bagi pihak PT. PLN (Persero) Rayon Duri untuk dilakukan penyeimbangan beban sebelum terjadinya ketidakseimbangan beban ataupun setelah terjadinya ketidakseimbangan beban pada transformator distribusi. Oleh karena itu analisa ketidakseimbangan beban ini sangat dibutuhkan bagi PT. PLN (Persero) Rayon Duri agar dapat mengantisipasi supaya ketidakseimbangan beban tersebut bisa dikurangi.

Dari latar belakang yang telah peneliti uraikan, maka peneliti mengambil judul “Analisis Ketidakseimbangan Beban dan *Losses* Berdasarkan Pembebanan Terbesar 3 Unit Transformator Distribusi 3 Phasa *Feeder* Hangtuah Duri Riau” dengan memilih PT. PLN (Persero) Area Dumai Rayon Duri sebagai tempat pengambilan data.

1.2 Rumusan Masalah

Dari uraian latar belakang diatas maka permasalahan pada penelitian ini adalah bagaimana pengaruh ketidakseimbangan beban dan *losses* berdasarkan pembebanan terbesar 3 unit transformator distribusi 3 phasa *feeder* Hangtuah di PT. PLN (Persero) Area Dumai Rayon Duri.

1.3 Batasan Masalah

Batasan masalah pada penelitian ini sebagai berikut:

1. Pengambilan data dilakukan di PT. PLN (Persero) Area Dumai Rayon Duri dengan objek penelitian 3 unit transformator distribusi 3 fasa *feeder* Hangtuah.
2. Hanya membahas pengaruh ketidakseimbangan beban terhadap arus netral pada transformator distribusi PT. PLN (Persero) Area Dumai Rayon Duri.
3. Hanya membahas pengaruh ketidakseimbangan beban terhadap pembebanan terbesar 3 unit transformator distribusi PT. PLN (Persero) Area Dumai Rayon Duri.
4. Hanya membahas pengaruh ketidakseimbangan beban terhadap beban lebih (*over load*) setiap fasa pada masing-masing transformator distribusi PT. PLN (Persero) Area Dumai Rayon Duri.
5. Hanya membahas *losses* (rugi-rugi) pada transformator distribusi PT. PLN (Persero) Area Dumai Rayon Duri.
6. Menggunakan *software* ETAP 12.6.0 hanya untuk menghasilkan nilai arus dan tegangan pada sistem.
7. Tidak membahas rugi materil akibat adanya *losses*.

1.4 Tujuan Penelitian

1. Mengetahui pengaruh ketidakseimbangan beban pada fasa R, S, dan T terhadap arus netral transformator.
2. Mengetahui pengaruh ketidakseimbangan beban pada fasa R, S, dan T terhadap pembebanan terbesar 3 unit transformator distribusi.
3. Mengetahui pengaruh ketidakseimbangan beban pada fasa R, S, dan T terhadap beban lebih (*over load*) transformator distribusi.
4. Mengetahui pengaruh arus netral yang mengalir ke penghantar netral terhadap *losses* (rugi-rugi).
5. Mengetahui perbedaan pembebanan trafo, ketidakseimbangan beban, dan *losses* pada trafo berdasarkan hasil pengukuran dan hasil simulasi ETAP 12.6.

1.5 Manfaat Penelitian

Penelitian ini diharapkan bermanfaat, yaitu:

1. Memberikan pemikiran baru dalam menambah ilmu pengetahuan di bidang Teknik Elektro.
2. Dapat dijadikan evaluasi bagi pihak PLN untuk meningkatkan teknologi dan sumber daya manusia serta menekan rugi-rugi transformator distribusi.

Hak Cipta Dilindungi Undang-Undang

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber:

a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.

b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar UIN Suska Riau.

2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin UIN Suska Riau.



UIN SUSKA RIAU