

BAB II

LANDASAN TEORI

2.1 TinjauanPustaka

Penelitian mengenai penyeimbangan beban transformator distribusi telah banyak dilakukan sebelumnya. Beberapa penelitian yang pernah dilakukan sebelumnya tersebut dapat dijadikan sebagai acuan (referensi) dalam pengembangan proyek akhir ini.

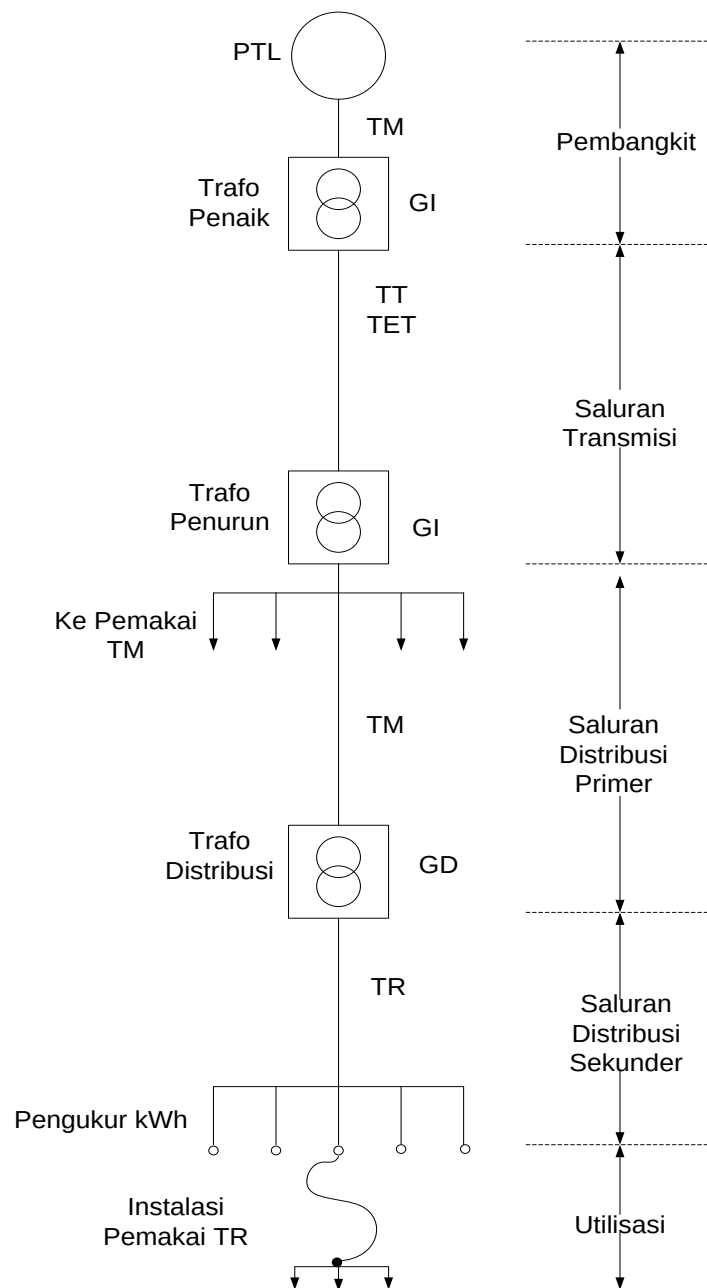
1. Julius Sentosa Setiadji, Tabrani Machmudsyah, Yanuar Isnanto¹. 2006. Penelitian ini masuk dalam Jurnal Teknik Elektro Vol. 6, No. 1, Maret 2006: 68 – 73, dengan judul : **"PENGARUH KETIDAKSEIMBANGAN BEBAN TERHADAP ARUS NETRAL DAN LOSSES PADA TRAFO DISTRIBUSI"**. Tujuan dari penelitian ini adalah untuk melakukan analisa terhadap *losses* akibat arus netral pada penghantar netral dan penghantar tanah pada sebuah transformator 3 phasa dengan daya 200 kVA di wilayah kerja PT. PLN (Persero) Distribusi Jawa Timur.
2. Peneliti Muhammad Hafid Rifa'i. 2011. Dengan judul **"PENYEIMBANG BEBAN TRANSFORMATOR DIPENYULANG INTI APJ GARUT KOTA UNTUK MENEKAN LOSSES TEKNISJARINGAN DISTRIBUSI TEGANGAN RENDAH"**, jurnal penelitian ini membahas tentang penyeimbang Beban untuk menekan *Losses* pada Jaringan Distribusi Tegangan Rendah.

2.2 LandasanTeori

2.2.1 Sistem Distribusi Tenaga Listrik

Suatu sistem tenaga listrik yang lengkap mengandung empat unsur Pertama, pembangkit tenaga listrik. Kedua, transmisi, lengkap dengan gardu induk. Karena jaraknya yang jauh, maka diperlukan penggunaan tegangan tinggi (TT), atau tegangan extra tinggi (TET).

Ketiga, distribusi, yang biasanya terdiri atas saluran distribusi primer tegangan menengah (TM) dan saluran distribusi sekunder tegangan rendah (TR). Keempat, pemakaian yang terdiri atas instalasi pemakaian tenaga listrik. Instalasi rumah tangga menggunakan tegangan rendah, sedangkan pemakai besar seperti industri mempergunakan tegangan menengah.



Gambar 2.1 Skema sistem tenaga listrik

2.2.2 Konfigurasi Jaringan Distribusi

Jaringan distribusi pada sistem tenaga listrik merupakan salah satu bagian pada penyaluran tenaga listrik dari gardu induk sampai konsumen tenaga listrik. Menyalurkan dan mendistribusikan tenaga listrik dari pusat pembangkit ke pusat beban (konsumen) dengan mutu yang memadai merupakan fungsi dari sistem distribusi tenaga listrik. Jaringan distribusi dapat dibagi menjadi dua bagian antara lain:

1. Sistem Jaringan Distribusi Primer

Jaringan distribusi primer merupakan bagian dari sistem tenaga listrik antar gardu induk dan gardu distribusi. Pada jaringan distribusi primer umumnya terdiri dari jaringan tiga - fasa dengan menggunakan tiga atau empat kawat sebagai penghantar. Didalam penyalurannya pada jaringan distribusiprimer menggunakan saluran kawat udara, kabel udara dan sistem kabel tanah dimana penggunaannya sesuai dengan tingkat keandalan yang dibutuhkan. Saluran ini bertengangan menengah 20 kV.

2. Sistem Jaringan Distribusi Sekunder

Jaringan ini menggunakan tegangan rendah. Sebagaimana halnya dengan distribusi primer, terdapat pula pertimbangan perihal keadaan pelayanan dan regulasi tegangan, distribusi sekunder yaitu jaringan tenaga listrik yang menyalurkan daya listrik dari gardu distribusi ke konsumen. Jaringan ini sering jaringan tegangan rendah..Sistem distribusi sekunder digunakan untuk menyalurkan tenaga listrik dari gardu distribusi ke beban-beban yang ada di konsumen. Pada sistem distribusi sekunder bentuk saluran yang paling banyak digunakan ialah sistem radial. Sistem ini dapat menggunakan kabel yang berisolasi maupun konduktor tanpa isolasi. Sistem ini biasanya disebut sistem tegangan rendah yang langsung akan dihubungkan kepada

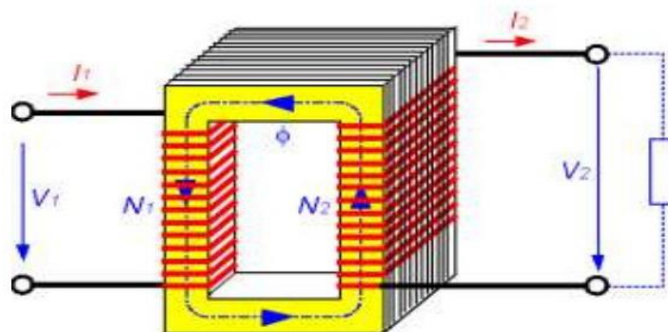
konsumen/pemakai tenaga listrik dengan melalui peralatan-peralatan.

2.2.3. Transformator

Transformator merupakan suatu peralatan listrik elektromagnetik statis yang berfungsi untuk menaikkan atau menurunkan tegangan dari suatu rangkaian listrik ke rangkaian listrik lainnya, dengan frekuensi yang sama dan perbandingan transformasi tertentu melalui suatu magnet dan bekerja berdasarkan prinsip induksi elektromagnetis, dimana perbandingan tegangan antara sisi primer dan sisi sekunder berbanding lurus dengan perbandingan jumlah lilitan dan berbanding terbalik dengan perbandingan arusnya

1. Prinsip Kerja Transformator

Prinsip kerja transformator adalah berdasarkan hukum *ampere* dan *Faraday* yaitu “arus listrik dapat menimbulkan medan magnet dan sebaliknya medan magnet dapat menimbulkan arus listrik”. Jika salah satu kumparan pada trafo dialiri arus listrik, maka timbul gaya garis magnet yang berubah-ubah. Kumparan sekunder akan menerima garis gaya magnet dari kumparan primer yang besarnya berubah-ubah dan di kumparan sekunder juga timbul induksi yang diakibatkan antara dua ujung kumparan terdapat beda tegangan. Jumlah garis gaya (Φ , *fluks*) yang masuk kumparan sekunder adalah sama dengan garis gaya yang keluar dari kumparan primer.



Gambar 2.2 Teori Dasar Transformator

2. Transformator Distribusi

Transformator distribusi merupakan alat yang memegang peran penting dalam sistem distribusi. Transformator distribusi mengubah tegangan menengah menjadi tegangan rendah. Transformator distribusi yang umum digunakan adalah transformator *step-down* 20kV/400V. Tegangan fasa ke fasa sistem jaringan tegangan rendah adalah 380V. Karena terjadi *drop* tegangan, maka pada rak tegangan rendah dibuat di atas 380V agar tegangan pada ujung penerima tidak lebih kecil dari 380V

3. Karakteristik Beban Tenaga Listrik

Pada sistem distribusi terdapat berbagai macam kelompok beban. Masing-masing kelompok memiliki peralatan dan waktu penggunaan yang berbeda-beda diantaranya adalah:

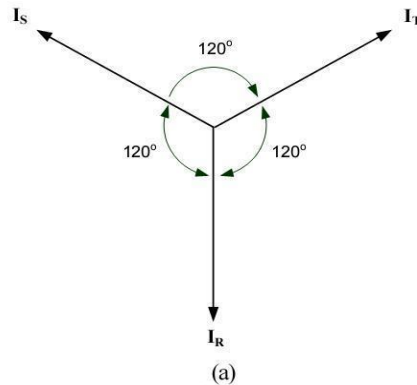
- a. Beban rumah tangga dengan beban lampu penerangan, kipas angin, lemari es, penyejuk udara, peralatan dapur, pompa air. Waktu puncak penggunaan energinya menjelang malam hingga pagi hari.
- b. Beban komersial biasanya terdiri dari penerangan reklame, kipas angin, lemari es, penyejuk udara, BTS dan lainnya. Penggunaan daya listrik akan meningkat mulai pagi hingga puncak di siang hari dan menurun di sore hari.
- c. Beban industri, industri skala besar pada umumnya beroperasi selama 24 jam. Sedangkan skala kecil hanya beroperasi di siang hari.

4. Keseimbangan Beban

Transformator merupakan suatu peralatan yang rentan akan terkena gangguan. Berikut ini gangguan yang terjadi pada transformator distribusi yaitu beban tidak seimbang dan *overload*. Yang dimaksud dengan keadaan seimbang adalah suatu keadaan di mana :

- a. Ketiga vector arus / tegangan sama besar.

b. Ketiga vector saling membentuk sudut 120° satu sama lain.

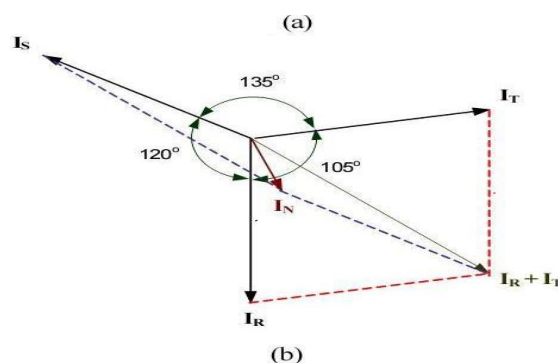


Gambar 2.3 Diagram vektor keadaan seimbang

Sedangkan yang dimaksud dengan keadaan tidak seimbang adalah

keadaan di mana salah satu atau kedua syarat keadaan seimbang tidak terpenuhi. Kemungkinan keadaan tidak seimbang ada 3 yaitu:

- Ketiga vector sama besar tetapi tidak membentuk sudut 120° satu sama lain
- Ketiga vector tidak sama besar tetapi membentuk sudut 120° satu sama lain.
- Ketiga vector tidak sama besar dan tidak membentuk sudut 120° satu sama lain.



Gambar 2.4 Diagram vektor keadaan tidak seimbang

Sebagai akibat dari ketidakseimbangan beban antara tiap-tiap fasa pada sisi sekunder transformator (fasa R, fasa S, fasa T) mengalir

di arus netral transformator. Arus yang mengalir pada penghantar netral transformator menyebabkan terjadinya rugi-rugi. Penyebab ketidakseimbangan beban diantaranya adalah sebagai berikut :

- a. Banyaknya pemasangan pelanggan baru oleh biro pada bagian kabel yang mudah untuk dipasang tanpa memperhatikan fasa yang terpasang pada saat itu.
- b. Pemasangan sambungan rumah (SR) yang tidak memperhatikan salah satu fasanya sehingga mengakibatkan beban pincang pada transformator tersebut karena karena salah satu fasa tersebut terlalu banyak menanggung beban.

5. Akibat Ketidakseimbangan Transformator

Sebagai akibat dari pembebanan yang tidak seimbang pada trafo maka akan menimbulkan rugi-rugi (losses) energi diantaranya:

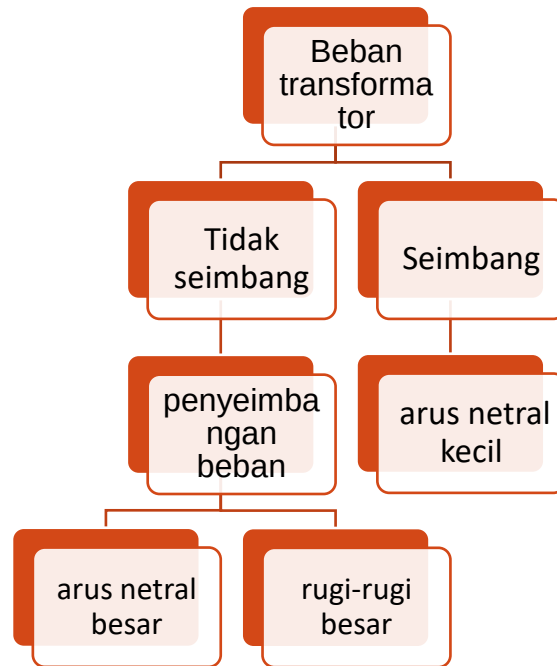
a. Rugi-rugi Akibat Adanya Arus Netral

Rugi ini terjadi karena ada arus yang lumayan cukup besar mengalir penghantar netral sebagai akibat dari ketidakseimbangan beban antara tiap-tiap fasa pada sisi sekunder trafo (fasa R, fasa S, fasa T). Arus yang mengalir pada penghantar netral trafo ini menyebabkan losses (rugi-rugi).

b. Rugi-rugi Akibat Adanya Arus *Grounding*

Ketidakseimbangan beban juga mengakibatkan adanya arus yang mengalir pada penghantar *grounding* (pentanahan).

2.3 Kerangka Pemikiran



Gambar 2.5 Kerangka Pemikiran