

BAB I

PENDAHULUAN

1.1. Latar Belakang

Selama satu milenium hingga tahun 1600, listrik hanya menjadi bahan keingintahuan, ketika ilmuwan Inggris William Gilbert membuat studi khusus mengenai listrik dan magnetisme, membedakan efek *lodestone* dari listrik statis yang dihasilkan dengan menggosok ambar. Dan setelah dilakukannya studi khusus yang berkelanjutan mengenai listrik, di awal abad ke 19 mulai muncul perkembangan yang cepat dalam ilmu kelistrikan. Kemudian lahirlah ilmuwan-ilmuwan listrik hebat salah satunya yaitu Nikola Tesla yaitu penemu arus listrik bolak-balik [1].

Arus listrik bolak-balik atau lebih dikenal dengan singkatan arus AC (*Alternating Current*) merupakan arus listrik yang besarnya dapat berubah-ubah ketika dalam proses bolak-balik. Arus listrik bolak balik ini biasanya digunakan dalam sistem tenaga listrik seperti penransmisian dari pembangkit ke jaringan pendistribusian lalu menuju ke beban. Di Indonesia jasa penyediaan dan pendistribusian energi listrik di pegang oleh perusahaan milik negara yaitu PT. PLN (persero). Badan Usaha Milik Negara (BUMN) ini sangat memperhatikan ketersediaan/pasokan energi setiap tahunnya dan juga menjaga kualitas daya yang mereka distribusikan kepada konsumen. Arus, tegangan, dan frekuensi listrik merupakan 3 elemen penting dalam hal kualitas daya listrik. Kualitas daya yang terjaga baik akan memberikan nilai positif bagi utilitas/peralatan listrik yang digunakan pada pembangkit, saluran transmisi, dan distribusi seperti memperpanjang umur transformator distribusi.

Perkembangan zaman telah membawa era baru teknologi terkini yang menggunakan berbagai macam peralatan elektronik yang di dalamnya terdapat komponen semi konduktor, yang dalam proses kerjanya berlaku sebagai saklar yang bekerja pada setiap siklus gelombang dari sumber tegangan dan juga rangkaian beban induktif, beban kapasitif serta masih banyak lagi peralatan yang menggunakan listrik yang biasa disebut dengan beban non linier ini. Akibat dari adanya pemakaian beban non linier ini menyebabkan timbulnya harmonisa pada sistem distribusi listrik.

Harmonisa merupakan gangguan pada sistem tenaga listrik yang diakibatkan oleh distorsi gelombang arus dan tegangan dari pemakaian beban non linier [12]. Distorsi

gelombang ini disebabkan oleh gelombang berfrekuensi tinggi yang merupakan kelipatan dari frekuensi fundamentalnya, sehingga bentuk gelombang fundamental yang sinusoidal murni mengalami cacat akibat dari distorsi harmonik. Semakin banyak beban non linier yang digunakan maka distorsi harmonik yang terjadi juga akan semakin besar dan dapat mengganggu kuliatas daya yang didistribusikan oleh PLN. Harmonik membawa banyak kerugian pada peralatan-peralatan sistem tenaga listrik mulai dari penurunan kinerja sampai terjadi kerusakan pada peralatan, bahkan pada *level* tertentu bisa menyebabkan terjadinya kegagalan isolasi. Salah satu dampak yang ditimbulkan dari harmonisa ini berupa panas yang berlebih pada alat distribusi listrik yaitu transformator, dan juga jenis harmonisa kelipatan ganjil dari harmonik ketiga atau disebut dengan *Triplen Harmonic* ($h = 3,9,15,21,\dots$) yang umumnya terjadi pada sistem jaringan bintang yang ditanahkan dengan arus yang mengalir pada netral sistem tersebut. Karena arus antar fasanya tidak saling menghilangkan akan tetapi saling menjumlahkan akibatnya arus pada netral menjadi *overload* [12].

Transformator distribusi 20 kV merupakan salah satu jenis peralatan distribusi yang langsung merasakan dampak dari harmonisa ini karena peralatan listrik tersebut langsung terhubung ke beban untuk memasok daya. Di Bandara Sultan Syarif Kasim II Pekanbaru memiliki 3 buah transformator distribusi 20 kV dengan kapasitas masing-masing 1600 kVA yang merupakan transformator *step down* PLN untuk suplai daya di area terminal Bandara Sultan Syarif Kasim II Pekanbaru. Untuk menunjang kebutuhan pelayanan di industri kebandarudaraan ini, ada banyak pemakaian beban non linier yang digunakan. Contohnya seperti peralatan komputer, *ciller*, *flood light*, *Uninterruptible Power Supply* (UPS), *Airfield Lighting*, Garbarata, *Air Conditioning* (AC), peralatan listrik restoran yang ada di dalam area terminal bandara dan lain-lain. Hal tersebut mengindikasikan bahwa pada transformator distribusi di Bandara Sultan Syarif Kasim II telah mengandung harmonisa.

Berdasarkan data hasil dari pengukuran harmonisa di transformator distribusi dengan kapasitas 1600 kVA tersebut pada tanggal 29 Agustus sampai 5 September 2017 diketahui nilai harmonisa telah melebihi standar SPLN D5.004-1:2012 [16]. Harmonisa yang terjadi berada pada orde-3 dengan nilai *Total Harmonic Distortion* (THD) pada fasa R masih dalam batas aman, sedangkan pada fasa S dan T melebihi standarnya yaitu 12% dan nilai *Individual Harmonic Distortion* (IHD) arus pada fasa R juga masih dalam cakupan standarnya, sedangkan pada fasa S dan T telah melebihi standarnya yaitu sebesar 10%.

Dari data tersebut telah terbukti bahwa kandungan harmonisa pada transformator distribusi tersebut telah melewati batas dan perlu dilakukan tindakan untuk menghilangkan harmonisa yang terjadi. Hal ini bertujuan untuk menghindari hal-hal yang tidak diinginkan dari efek negatif yang diakibatkan oleh harmonisa tersebut, seperti yang dijabarkan pada subbab 2.2.4 dan 2.2.5. Karena efek negatif dari harmonisa tersebut dapat menyebabkan kerusakan pada transformator. Sehingga kontinuitas penyaluran daya dari PLN ke bandara terganggu. Hal ini mengakibatkan pemakaian daya listrik yang bertambah besar akibat *losses*, sehingga biaya listrik yang ditanggung oleh pihak manajemen bandara menjadi lebih besar.

Maka untuk melakukan peredaman atau mereduksi harmonisa agar sesuai dengan standar, penulis memilih menggunakan salah satu jenis filter pasif yaitu *High Pass Damped Filter*. Diketahui bahwa filter pasif ini merupakan jenis filter yang dapat digunakan untuk membuat impedansi yang rendah untuk spektrum frekuensi harmonisa yang lebar [5]. Keuntungan lainnya yaitu harganya yang murah, sederhana, dan mudah untuk diaplikasikan serta mampu memperbaiki kualitas daya dengan mengkompensasi daya reaktif. Kemampuan dari *High Pass Damped Filter* dalam mereduksi harmonisa dijadikan sebagai acuan untuk mengetahui bagaimana pengaruh pemasangan filter tersebut terhadap harmonisa yang terjadi pada transformator.

Dari latar belakang yang telah penulis jelaskan di atas, penulis tertarik untuk melakukan penelitian mengenai, “**Analisis Harmonisa Pada Transformator Distribusi 20 kV Dan Pengaruhnya Terhadap Arus Netral Serta Perancangan Filter *High Pass Damped* Di Bandara Sultan Syarif Kasim II**”.

1.2. Rumusan Masalah

Dari judul penelitian tugas akhir yaitu tentang, “Analisis harmonisa pada Transformator Distribusi 20 kV dan pengaruhnya terhadap arus netral serta perancangan Filter *High Pass Damped* di Bandara Sultan Syarif Kasim II” adapun permasalahan yang dapat diuraikan sebagai berikut :

1. Bagaimana pengaruh harmonisa terhadap transformator distribusi 20 kV di Bandara Sultan Syarif Kasim II ?
2. Bagaimana pengaruh pemasangan filter *High Pass Damped* terhadap harmonisa yang terkandung pada transformator distribusi 20 kV di Bandara Sultan Syarif Kasim II ?

1.3. Tujuan Penelitian

Adapun tujuan yang diharapkan dari penelitian tugas akhir ini adalah sebagai berikut :

1. Melakukan analisis harmonisa pada transformator distribusi 20 kV dan pengaruhnya terhadap arus netral di Bandara Sultan Syarif Kasim II.
2. Membuat rancangan filter *High Pass Damped* untuk mereduksi harmonisa yang terkandung dalam transformator distribusi 20 kV di Bandara Sultan Syarif Kasim II Pekanbaru.

1.4. Batasan Masalah

Pada penelitian tugas akhir ini penulis tidak memasukkan semua aspek yang terkait dengan judul yang telah penulis tetapkan. Oleh karena itu penulis akan membatasi kedalam beberapa aspek yang tercakupi dan tidak tercakupi di dalam penelitian antara lain :

1. Transformator distribusi yang digunakan untuk dianalisa adalah jenis transformator distribusi 20 kV, *step down*, 3 fasa, dan dengan kapasitas daya 1600 kVA yang menyalurkan daya untuk area terminal Bandara Sultan Syarif Kasim II.
2. Standar harmonisa yang digunakan pada penelitian ini adalah SPLN D5.004-1: 2012.
3. Filter yang digunakan untuk mereduksi harmonisa yaitu *High Pass Damped Filter* .
4. Dalam penelitian ini tidak melakukan penghitungan biaya komponen pembuatan filter tersebut.
5. Yang dianalisis hanya harmonisa yang terjadi pada arus listrik.
6. Menganalisa pengaruh harmonisa terhadap arus pada kawat netral dan rugi-rugi pada transformator distribusi.
7. Penelitian tugas akhir ini tidak membahas tentang ketidak seimbangan pada beban.
8. Penelitian ini tidak membahas tentang mekanisme sistim distribusi 3 fasa.

1.5. Manfaat Penelitian

Adapun manfaat yang didapat pada penelitian ini, yaitu :

1. Penelitian ini dapat memberikan data yang nyata mengenai harmonisa yang terjadi serta dampaknya pada transformator distribusi di Bandara Sultan Syarif Kasim II sehingga dapat dijadikan rujukan kepada teknisi dalam menanggulangi masalah kelistrikan tersebut.

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.

2. Memberikan suatu rancangan filter *High Pass Damped* yang berfungsi untuk mereduksi harmonisa yang terjadi pada transformator distribusi Bandara Sultan Syarif Kasim II Pekanbaru.
3. Penelitian ini diharapkan bisa memberikan informasi kepada ahli tenaga listrik/teknisi, bagaimana pengaplikasian salah satu filter pasif yaitu *High Pass Damped Filter*.

