

BAB I

PENDAHULUAN

1.1. Latar Belakang

Listrik adalah bentuk energi sekunder yang paling praktis penggunaannya oleh manusia, dimana energi listrik dihasilkan dari proses konversi energi sumber primer seperti batubara (25%), minyak bumi (7,4%), gas bumi (41,2%), panas bumi (2,1%), potensial air (20,3%), dan energi lainnya (4%). Kebutuhan listrik dimasyarakat semakin meningkat seiring dengan meningkatnya jumlah penduduk dan meningkatnya pemanfaatan tenaga listrik pada peralatan-peralatan listrik rumah tangga, kantor, pabrik, gedung dan sebagainya yang hampir mencapai 90% pemakaiannya (Dewan Energi Nasional, 2014). Sehingga kualitas daya listrik harus diperhatikan dengan baik agar tidak merugikan konsumen.

Kualitas daya listrik terdiri dari beberapa aspek penting diantaranya tegangan, arus dan frekuensi yang dituntut stabil sebagai dasar kualitas daya atau mutu listrik yang baik. Kualitas daya listrik yang disalurkan mulai dari pen transmisian hingga pendistribusian listrik sampai ke konsumen sangat perlu diperhatikan seiring dengan meningkatnya penggunaan energi listrik yang dipengaruhi oleh kinerja peralatan-peralatan listrik yang semakin banyak. Sehingga penggunaan beban listrik dapat menjadi faktor penyebab menurunnya kualitas daya listrik yang bersifat *non-linear load* (beban non linier). Beban non linier tersebut akan berdampak pada turunnya kualitas penyaluran daya listrik (Dugan, 2004).

Penurunan kualitas daya listrik akibat beban non linier berdampak pada timbulnya harmonisa pada sistem tenaga listrik. Dengan banyaknya beban non-linier pada sistem kelistrikan, maka dapat dipastikan akan terdapat kandungan harmonisa pada sistem kelistrikan tersebut. Harmonisa akan menyebabkan penyimpangan pada frekuensi arus dan tegangan yang merupakan aspek penting dalam menentukan kualitas daya listrik. Harmonisa akan membuat frekuensi arus atau tegangan tidak lagi sinusoidal murni. Hal ini disebabkan oleh frekuensi yang terbentuk perkalian orde ke-n dari harmonisa dengan frekuensi fundamental sistem dan frekuensi yang terbentuk menumpang pada frekuensi fundamentalnya.

Jika harmonisa tidak ditangani dengan serius maka dapat berdampak buruk pada sistem tenaga listrik yang dapat mengakibatkan meningkatnya rugi-rugi daya sistem, menurunnya kapasitas daya transformator dan timbulnya panas pada beberapa peralatan listrik yang terpasang sehingga dapat mengalami kerusakan dan menyebabkan waktu kerja peralatan menjadi terganggu atau lebih singkat (Hamdani, 2015).

Salah satu peralatan sistem tenaga listrik yang akan merasakan dampak dari harmonisa adalah transformator distribusi. Hal ini disebabkan karena transformator distribusi tersebut berhubungan langsung dengan beban-beban listrik terutama beban-beban non linier yang digunakan konsumen (Jamaah, 2013). Dimana transformator distribusi tersebut dapat mengalami pemanasan berlebih, sehingga berdampak pada menurunnya kapasitas daya (*derating*) tranformator distribusi dan justru *derating* ini membawa kerugian (finansial) yang lebih besar dibandingkan dengan dampak langsung yang berupa susut energi pada transformator karena dapat merusak peralatan transformator atau memperpendek umur transformator tersebut.(Rinas, 2012). Transformator distribusi merupakan salah satu komponen utama penyaluran energi listrik ke konsumen yang berfungsi sebagai alat penurun tegangan 20 kV menjadi tegangan 380/220 V agar dapat digunakan oleh beban atau konsumen. Salah satu institusi yang menggunakan transformator dengan daya listrik yang cukup besar adalah Universitas.

Universitas Islam Negeri Sultan Syarif Kasim Riau (UIN SUSKA RIAU) merupakan salah satu universitas yang terbesar di Riau. UIN Suska Riau memiliki 22 gedung fakultas dengan kebutuhan energi listrik sebesar 102.605,97 Kwh/bulan (Alhamda, 2015), dan gedung non fakultas seperti gedung rektorat dan beberapa gedung asrama dan lainnya dengan kebutuhan energi listrik sebesar 106.986,7 Kwh/bulan (Koto, 2015). Hal tersebut tentunya menjadikan segala aktifitas yang ada di dalamnya baik dalam kegiatan belajaran, pelayanan akademik maupun non akademik pada umumnya menggunakan peralatan-peralatan utilitas listrik terutama beban non linier yang merupakan peralatan elektronik, seperti AC, komputer, printer, *scanner*, televisi, mesin *potocopy*, lampu hemat energi, dan sebagainya, memiliki kapasitas energi listrik yang tinggi yang membuktikan bahwasanya pemakaian peralatan elektronik begitu besar dan akan bertambah setiap tahunnya dengan jumlah pelajar aktif UIN SUSKA mencapai 26.103 jiwa (UIN SUSKA RIAU, 2015).

UIN Suska Riau di suplai oleh dua buah transformator tiga fasa dengan masing-masing berkapasitas 1000 kVA dan 500 kVA yang merupakan jenis trafo permanen atau menyatu dengan bangunan. Trafo berkapasitas 1000 kVA didominasi oleh beban gedung yang berkapasitas cukup besar diantaranya gedung rektorat, fakultas sains teknologi, fakultas pertanian peternakan, dan pada malam hari didominasi oleh asrama putra dan asrama putri. Sedangkan trafo berkapasitas 500 kVA menyuplai beberapa beban yang tidak mampu disuplai oleh trafo 1000 kVA. Hal ini dikarenakan kemampuan penampang kabel pada transformator distribusi 1000 kVA tidak mampu menyuplai banyaknya beban (Mar'i, 2017).

Oleh sebab itu, pengukuran terhadap nilai harmonisa (THDi) pada transformator UIN Suska Riau perlu dilakukan dikarenakan penggunaan beban non linier yang disuplai oleh transformator distribusi tersebut menyebabkan terjadinya *derating* pada transformator distribusi itu sendiri dan juga mengingatkan UIN Suska Riau masih dalam tahap pembangunan yang seiring dengan semakin besarnya kapasitas beban yang disuplai dimasa akan datang sehingga menyebabkan nilai harmonisa dan *derating* juga semakin besar dan juga untuk meningkatkan performansi dari transformator distribusi tersebut. Berdasarkan studi pendahuluan terhadap penurunan kapasitas daya tranformator (*derating*) yang dilakukan pada tanggal 29 Agustus 2017 menggunakan data yang telah diambil dari penelitian sebelumnya oleh Mar'i (2017) yang melakukan pengukuran terhadap harmonisa pada transformator 1000 kVA di UIN Suska yang dilakukan selama satu minggu pada 21 sampai 27 Desember 2016 dalam rentang waktu 24 jam untuk melihat harmonisa yang terjadi saat jam kerja dan saat libur, apakah terjadi perbedaan nilai harmonisa saat jam kerja dan saat jam libur yang dipengaruhi oleh beban non linier. Maka di dapat nilai harmonisa melebihi standar *IEEE Standard 519-1992*. Dimana nilai IHD (*Individual Harmonic Distortion*) masing-masing fasa melebihi 4% dan nilai THD (*Total Harmonic Distortion*) melebihi 5%. Berdasarkan data tersebut dapat dilakukan perhitungan bahwa telah terjadi penurunan kapasitas daya transformator UIN Suska Riau sebesar 120 kVA. Untuk rincian perhitungan dan lain sebagainya dapat dilihat di lampiran A. Penurunan kapasitas sebesar itu jika dapat dihindari tentu akan berdampak baik pada transformator di UIN Suska Riau. Oleh sebab itu, perlu dilakukan tindakan untuk mereduksi harmonisa pada trafo distribusi UIN Suska agar *derating* juga menurun.

Pada penelitian Mar'i (2017) telah melakukan analisa penurunan harmonisa menggunakan *Single Tuned Passive Filter*. Untuk penelitian ini, penulis sama-sama menggunakan filter pasif, namun dengan tipe yang berbeda yaitu *Double Tuned*. Salah satu dari kelebihan *Double Tuned* ini ialah memiliki struktur yang sederhana serta memiliki kehandalan yang tinggi karena dapat menyaring dua harmonisa frekuensi yang berbeda (HE Yi-hong, 2013). Selain itu, alasan penulis memilih *double tuned* dikarenakan *double tuned* juga dapat memfilter arus harmonisa lebih besar daripada *single tuned passive filter*. Mar'i (2017) juga telah melakukan penghitungan *derating* transformator. Namun, pada penelitian ini penulis menggunakan metode yang berbeda untuk menghitung *derating* tersebut. Penulis menggunakan metode THDF yang merupakan faktor *derating* transformator akibat harmonisa, sedangkan pada penelitian Mar'i (2017) menggunakan metode Faktor-k. Akan tetapi, pada penelitian tersebut metode yang digunakan untuk menghitung *derating* perlu dikoreksi. Sebagaimana yang dijelaskan oleh paath (2014) bahwa transformator yang digunakan PLN adalah transformator yang tidak di desain untuk memikul beban harmonik. Karena metode faktor-k hanya dapat digunakan untuk menghitung *derating* pada transformator yang di desain khusus untuk memikul beban harmonik. Selain itu menurut Paath (2014) metode THDF lebih menguntungkan karena memprioritaskan konsep pemeliharaan manajemen preventif tanpa membutuhkan biaya pemeliharaan.

Penelitian sebelumnya yang berkaitan dengan pengaruh pemasangan filter terhadap penurunan kapasitas daya trafo akibat harmonisa yang berjudul "Pengaruh Distorsi Harmonik Terhadap Penurunan Kapasitas Daya Trafo Distribusi 3 Fasa 400 kVA di Politeknik Negeri Semarang" menjelaskan dengan mengkomparasi hasil pengukuran dengan standar *IEEE 5191992* maka dapat ditentukan apakah perlu *derating* atau tidak. Kelemahan penelitian ini tidak melakukan usaha untuk mengurangi harmonisa dengan pemasangan *double tuned passive filter* pada transformator.

Penelitian selanjutnya dengan judul "Perbandingan *Double Tuned Filter* dan Filter Tipe C dalam Mereduksi Total Harmonik Distorsi (THD) Arus (Studi Kasus Gedung Fakultas Pendidikan Ilmu Pengetahuan Sosial Universitas Pendidikan Indonesia)" Pada penelitian ini, disimulasikan pemasangan filter pasif jenis *double tuned* dan tipe C untuk mereduksi harmonisa agar THD arus berkurang. Filter *double tuned* berhasil mengurangi THDi lebih banyak dibandingkan filter tipe C. kelemahan penelitian ini tidak melihat pengaruh pemasangan filter terhadap *derating* trafo.

Penelitian selanjutnya juga sudah dilakukan dengan judul “ Analisa Perbandingan Penggunaan Filter Pasif dan Filter Aktif untuk Menanggulangi THD pada Sistem Kelistrikan di Ruang Puskom Jurusan Teknik Elektro Fakultas Teknik Universitas Udayana”. Menjelaskan bahwa tingkat harmonisa yang tinggi sangat berpengaruh pada trafo dan kinerja trafo daya yang ditentukan melalui penurunan kapasitas daya (*derating*) yang dapat terjadi akibat distorsi harmonisa tersebut pada trafo. Maka dari itu perlu dilakukan penanganan terhadap *derating* akibat harmonisa. kelemahan penelitian tersebut belum menggunakan jenis salah satu filter seperti *double tuned* untuk mereduksi harmonisa.

Berdasarkan latar belakang tersebut, penulis tertarik untuk melakukan penelitian dengan judul “**Analisis Penurunan Kapasitas Daya (*Derating*) Transformator Distribusi UIN SUSKA Riau Akibat Harmonisa Setelah Pemasangan *Double Tuned Passive Filter*”** sebagai topik tugas akhir.

1.2. Rumusan Masalah

Berdasarkan latar belakang yang telah diuraikan di atas, maka dapat dirumuskan masalah yang akan diteliti dalam tugas akhir ini adalah sebagai berikut :

1. Berapa nilai *Total Harmonic Distortion of Current* (THDi) pada trafo 1000 kVA (1 MVA) UIN SUSKA Riau ?
2. Bagaimana spesifikasi *Double Tuned Passive Filter* yang akan dirancang ?
3. Berapa *derating* trafo 1 MVA UIN SUSKA Riau akibat harmonisa arus sebelum dan sesudah di filter ?
4. Bagaimana pengaruh *Double Tuned Passive Filter* terhadap penurunan *derating* trafo 1 MVA UIN SUSKA Riau ?

1.3. Tujuan Penelitian

Tujuan dari penelitian ini adalah :

1. Mengukur THDi trafo 1 MVA UIN SUSKA Riau.
2. Merancang spesifikasi *Double Tuned Passive Filter* untuk meredam harmonisa arus.
3. Menghitung *derating* trafo 1 MVA UIN SUSKA Riau akibat harmonisa arus sebelum dan sesudah di filter.
4. Menganalisa pengaruh penurunan *derating* trafo 1 MVA UIN SUSKA Riau setelah pemasangan *Double Tuned Passive Filter*.

1.4. Batasan Masalah

Agar pembahasan tidak meluas maka penulis membatasi tugas akhir ini, adapun ruang lingkup pelaksanaan kajian ini mencakupi :

1. Tidak membahas harmonisa tegangan.
2. Tidak membahas jenis-jenis beban non linier pada transformator UIN Suska Riau.
3. Standar yang digunakan untuk perbandingan *Total harmonic Distortion* (THD) adalah *IEEE Standard 519-1992*.
4. Tidak membahas dampak harmonisa yang lain terhadap transformator.
5. Tidak menghitung biaya komponen untuk merancang filter *double tuned passive filter*.
6. Tidak menghitung besar daya listrik yang dibutuhkan UIN Suska Riau yang akan datang.

1.5. Manfaat penelitian

Manfaat dari penelitian ini adalah:

1. Dapat menjadi bahan pertimbangan untuk kebutuhan daya listrik UIN Suska Riau yang akan datang.
2. Digunakan sebagai rujukan untuk mengurangi *derating* pada transformator 1000 kVA (1 MVA) UIN SUSKA Riau.