

# Bab I Pendahuluan

## 1.1 Latar Belakang

Energi listrik berperan besar dalam berbagai bidang di kehidupan. Kebutuhan akan energi listrik terus meningkat seiring waktu, dimana ilmu pengetahuan dan teknologi semakin berkembang. Hampir seluruh aspek kehidupan manusia bergantung kepada teknologi mulai dari bidang industri, kesehatan, pendidikan, militer, komunikasi, rumah tangga, dan bidang - bidang lainnya. Pertambahan penduduk juga merupakan aspek yang mengakibatkan semakin meningkatnya kebutuhan energi listrik, dimana semua orang memanfaatkan energi listrik.

Pemakaian dan pemanfaatan energi listrik yang besar, seperti penggunaan peralatan-peralatan yang merupakan beban listrik yang terus berkembang dari waktu ke waktu juga diikuti dengan permasalahan dalam hal kualitas daya. Kualitas daya harus sangat diperhatikan, karena kualitas daya yang buruk dapat mengakibatkan kerusakan pada peralatan listrik. Beban listrik yang digunakan, baik beban industri ataupun beban rumah tangga dapat mengakibatkan penurunan kualitas daya listrik. Kualitas daya yang menurun salah satunya disebabkan oleh adanya harmonisa.

Penurunan kualitas daya akibat adanya harmonisa dapat terjadi karena penggunaan beban non linier. Beban non linier menyebabkan terjadinya distorsi pada gelombang arus dan tegangan sehingga tidak menyerupai gelombang dasarnya. Beberapa contoh beban non linier adalah konverter daya statis, perangkat pelepasan busur api (*arc discharge devices*), *saturated magnetic devices*, dan pada tingkat yang lebih rendah yaitu mesin-mesin yang berputar [1].

Konverter daya merupakan beban non linier yang menjadi salah satu penyebab harmonisa pada sistem tenaga. Aplikasi dari konverter daya sangat banyak digunakan karena kebutuhan akan energi listrik yang bervariasi. Penyearah atau rectifier merupakan salah satu aplikasi konverter daya yang berfungsi menyearahkan tegangan ac (*alternating current*) menjadi tegangan dc (*direct current*). Penyearah banyak digunakan dalam kehidupan sehari-hari terutama untuk peralatan elektronik yang menggunakan sumber arus searah. Berdasarkan

karakteristik rangkaiannya, penyearah terdiri dari penyearah setengah gelombang, penyearah gelombang penuh, dan penyearah jembatan gelombang penuh [2]. Selain itu, penyearah dapat dikelompokkan menurut kemampuan untuk pengendalian tegangannya. Dalam hal ini, dikenal penyearah yang menggunakan komponen dioda dan penyearah yang menggunakan komponen saklar daya terkendali. Penggunaan penyearah yang merupakan beban non linier dapat menurunkan kualitas daya listrik, dimana mengakibatkan timbulnya harmonisa.

Harmonisa merupakan suatu fenomena dalam kualitas daya yang terjadi karena adanya cacat dari gelombang arus dan tegangan. Banyak masalah yang timbul akibat harmonisa pada suatu sistem tenaga diantaranya faktor daya yang rendah, efisiensi energi rendah, gangguan elektromagnetik, fluktuasi tegangan sistem tenaga, dan sebagainya [3]. Bentuk dari harmonisa berupa adanya gelombang-gelombang dengan frekuensi tinggi pada sistem tenaga, dimana frekuensinya merupakan kelipatan dari frekuensi dasar sistem tersebut. Gelombang arus dan tegangan akan menjadi cacat dan tidak seperti gelombang aslinya akibat adanya gelombang-gelombang harmonisa yang menumpang pada gelombang asli tersebut [4]. Dalam beberapa literatur, efek pembebanan terhadap suatu konverter daya yang merupakan beban non linier dapat memperbesar besaran harmonisa yang timbul pada sistem tersebut sehingga semakin memperburuk kualitas daya [5-6].

Dalam memperbaiki kualitas daya yang turun akibat harmonisa, digunakan suatu peralatan yang dapat memitigasi harmonisa yang disebut filter harmonisa [3]. Terdapat 3 jenis filter harmonisa yang dapat digunakan, yaitu filter pasif, filter aktif, dan filter hybrid. Filter pasif merupakan filter yang menggunakan komponen pasif L dan C. Filter ini merupakan cara paling sederhana dan ekonomis dalam mereduksi harmonisa. Namun kinerja dari filter pasif terbatas karena masalah resonansi dan kurangnya kompensasi dinamis [3].

Filter aktif merupakan filter yang terdiri dari komponen aktif, seperti transistor atau thyristor. Filter aktif merupakan sebuah konverter daya yang terdiri dari rangkaian daya dan rangkaian kendali. Rangkaian daya digunakan untuk mendapatkan hasil yang diperoleh dari rangkaian kendali. Sementara rangkaian kendali digunakan untuk mendapatkan hasil yang nilainya dapat diatur. Filter aktif

memiliki kelebihan karena frekuensi harmonik yang dapat dikompensasi lebih besar daripada filter pasif.

Filter hybrid merupakan filter yang menggabungkan filter pasif dan aktif. Filter ini merupakan perkembangan dari kedua filter sebelumnya. Kekurangan - kekurangan yang terdapat pada filter pasif dan aktif ditutupi pada filter hybrid. Namun, desain dan kontrol dalam perancangan filter ini lebih rumit dan membutuhkan biaya yang lebih besar. Pada penelitian ini filter yang digunakan untuk mereduksi harmonisa adalah filter aktif, karena lebih efektif dalam hal kompensasi harmonisa dan perancangan filternya.

Dalam menekan besarnya harmonisa pada suatu aplikasi penyearah, digunakan teknik kontrol yang efektif salah satunya dengan metode PWM ( *Pulse Width Modulation* ) pada rangkaian penyearah. Aplikasi PWM rectifier dapat mengurangi distorsi harmonik pada suatu jaringan listrik karena mengkonsumsi arus input yang hampir sinusoidal, sehingga jaringan suplai tetap terjaga [7]. Namun demikian, dengan bervariasinya besaran beban yang disuplai oleh sebuah rectifier, harmonisa yang ditimbulkannya masih dapat melampaui standar yang berlaku. Hal ini misalnya terjadi pada aplikasi - aplikasi rectifier daya tinggi seperti pada *charging station*. Besarnya harmonisa dalam rentang variasi ini perlu diketahui dan diidentifikasi karakteristiknya untuk menentukan perlunya penerapan filter input maupun merancang besarnya filter input yang harus ditempatkan.

Dalam berbagai literatur, terdapat berbagai cara untuk mengidentifikasi harmonisa. Ada yang menggunakan metode secara langsung dan ada juga melalui metode simulasi menggunakan *software*. Metode simulasi dengan *software* lebih menguntungkan karena tidak memerlukan biaya dalam pembelian komponen yang diperlukan, karena simulasi arus yang terdistorsi pada suatu sistem didesain dengan bantuan *software*, begitu juga dalam melakukan perancangan filter pada sistem tersebut. Terdapat banyak *software* yang dapat digunakan dalam melakukan simulasi khususnya dalam simulasi sistem tenaga listrik. Salah satu *software* yang dapat digunakan dalam desain suatu sistem tenaga adalah *software* PSCAD.

PSCAD merupakan *software* yang bisa digunakan untuk membangun suatu sistem, melakukan simulasi pada sistem tersebut, melakukan pengolahan data pada sistem tersebut, dan melakukan analisis pada sistem tersebut [8]. Model simulasi

yang dapat digunakan pada *software* PSCAD beragam karena memiliki *library* yang luas dan telah teruji mulai dari elemen pasif, fungsi kontrol, hingga elemen yang lebih kompleks seperti mesin listrik. PSCAD banyak digunakan terutama dibidang akademik, untuk pengajaran dan penelitian. Salah satu kegunaan *software* ini adalah dalam melakukan evaluasi desain filter dan analisis harmonik [8]. Karena hal ini, pada tugas akhir ini digunakan simulasi perancangan penyearah serta perancangan filter harmonisa dengan *software* PSCAD.

## 1.2 Perumusan Masalah

1. Bagaimana variasi besaran harmonisa arus yang terjadi pada rentang operasi sebuah PWM rectifier 3 fasa?
2. Pada tingkat daya berapa (dihitung dari *rating* penyearah) operasi sebuah PWM rectifier 3 fasa harus menggunakan filter input?
3. Bagaimana desain filter aktif untuk menekan harmonisa yang terjadi pada PWM rectifier 3 fasa?

## 1.3 Tujuan

1. Memperoleh variasi nilai besaran harmonisa arus yang terjadi pada sebuah PWM rectifier 3 fasa akibat variasi besaran beban yang disuplainya.
2. Mendapatkan nilai pada tingkat daya berapa operasi sebuah PWM rectifier 3 fasa harus menggunakan filter input karena besarnya harmonisa yang timbul melewati standar yang berlaku.
3. Mendapatkan desain simulasi penggunaan filter aktif untuk menekan harmonisa yang terjadi pada PWM rectifier 3 fasa.

## 1.4 Batasan Masalah

Batasan masalah pada penelitian ini adalah :

1. Penyearah yang digunakan merupakan PWM rectifier 3 fasa terkontrol penuh yang disimulasikan menggunakan *software* PSCAD.
2. Melakukan analisis harmonisa pada sisi arus input terdistorsi akibat penggunaan PWM rectifier 3 fasa pada rentang operasi penyearah.
3. Merancang desain filter aktif untuk mereduksi harmonisa arus melalui simulasi menggunakan *software* PSCAD.

## 1.5 Manfaat Penelitian

Penelitian ini akan memperlihatkan bagaimana variasi besaran harmonisa yang terjadi pada rentang operasi sebuah PWM rectifier 3 fasa, serta mengetahui pada tingkat daya berapa operasi sebuah PWM rectifier 3 fasa berdasarkan *rating* penyearah, harus menggunakan filter input. Penelitian ini juga akan memperlihatkan bagaimana rancangan desain filter aktif untuk mereduksi harmonisa pada sisi arus input penyearah. Selain itu, pelaksanaan analisis harmonisa serta reduksinya dilakukan melalui simulasi dengan menggunakan *software* PSCAD sehingga dapat menghemat waktu dan biaya tanpa harus merealisasikannya secara langsung.

## 1.6 Sistematika Penulisan

Sistematika penulisan pada tugas akhir ini sebagai berikut :

### Bab I : Pendahuluan

Bab ini terdiri dari sub-bab latar belakang, perumusan masalah, tujuan, batasan masalah, manfaat penelitian, dan sistematika penelitian.

### Bab II : Tinjauan Pustaka

Bab ini membahas mengenai teori-teori yang terkait dengan penelitian ini.

### Bab III : Metodologi Penelitian

Bab ini membahas mengenai metodologi penelitian yang terdiri dari diagram alir penelitian, metode perancangan rangkaian, dan metode pengontrolan kontroler yang diterapkan pada penelitian yang dilakukan.

### Bab IV : Hasil dan Pembahasan

Bab ini membahas mengenai hasil dari perancangan yang dilakukan serta analisis dari data yang diperoleh berdasarkan simulasi yang dilakukan.

### Bab V : Kesimpulan dan Saran

Bab ini terdiri dari kesimpulan yang diperoleh berdasarkan penelitian yang dilakukan, serta saran untuk penelitian selanjutnya.