

Bab 1 Pendahuluan

1.1. Latar Belakang

Peningkatan kebutuhan energi disebabkan oleh semakin cepatnya pertumbuhan penduduk dunia, perkembangan ilmu pengetahuan dan teknologi. Perkembangan teknologi yang bertujuan untuk mempermudah kinerja manusia didukung oleh penggunaan energi listrik. Namun besarnya energi listrik yang dibutuhkan tidaklah sedikit. Akibatnya kebutuhan energi listrik yang disuplai dari penyedia listrik mulai tidak mampu untuk memenuhi pembengkakan kebutuhan masyarakat yang tinggi tersebut [1].

Pemakaian energi listrik terjadi pada beberapa sektor seperti perindustrian, instansi pendidikan dan penelitian, pusat perbelanjaan dan rumah tangga. Salah satu pemakaian energi listrik yang cukup besar pada era saat ini yaitu pada bidang perindustrian. Banyaknya pabrik-pabrik industri yang berdiri pada suatu daerah mempengaruhi beban listrik yang besar. Akibatnya dibutuhkan pasok energi listrik yang lebih besar guna menyeimbangkan beban yang digunakan.

Selain dibutukannya pasok energi listrik yang lebih besar, kualitas daya listrik juga harus diperhatikan. Kualitas daya listrik yang kurang baik akan merugikan produsen sebagai penyedia dan juga pelanggan sebagai konsumen. Beban listrik yang digunakan dapat berpengaruh pada sebuah sistem. Beban tersebut yaitu beban linier dan beban non linier. Penurunan kualitas daya yang terjadi mampu berdampak pada efisiensi sistem tersebut. Salah satu penyebab penurunan kualitas daya adalah harmonisa.

Tingginya kandungan harmonisa pada suatu sistem tenaga listrik merupakan suatu bentuk dari kualitas daya yang buruk. Harmonisa dapat diartikan sebagai fenomena yang timbul akibat adanya pengoperasian peralatan listrik dengan beban non-linier. Bentuk harmonisa dapat berupa adanya gelombang-gelombang daya pada frekuensi tinggi yang merupakan kelipatan dari frekuensi dasar pada sistem tersebut. Pada sistem 50 Hz, maka frekuensi gelombang harmonisa akan berada pada 100 Hz, 150 Hz, 200 Hz dan seterusnya. Adanya gelombang harmonisa tersebut tentunya akan mengganggu bentuk gelombang dasar pada sistem kelistrikan. Bentuk gelombang arus dan tegangan yang seharusnya berbentuk sinusoidal murni menjadi cacat akibat distorsi dan gangguan harmonisa yang terjadi [2].

Konverter merupakan peralatan elektronika daya yang menjadi sumber harmonisa. Beban ini menarik arus tidak sinusoidal pada saat dihubungkan dengan sumber tegangan sinusoidal. Berdasarkan standar IEEE 519-1992, beban non-linier diklasifikasikan menjadi

tiga tipe yaitu : (i) peralatan elektronika daya seperti konverter, (ii) peralatan yang menimbulkan busur api (*arcing devices*) seperti *arc furnaces*, dan lampu *fluroscent*, (iii) peralatan dengan inti saturasi ferromagnetik [3].

Penggunaan konverter sangat banyak terdapat pada sistem pembangkitan, transmisi, distribusi hingga pada komponen elektronik di perindustrian dan kehidupan sehari-hari. Salah satu contoh dari konverter adalah *rectifier* atau penyearah yang berfungsi menyearahkan tegangan AC menjadi tegangan DC. Rectifier banyak digunakan karena beban elektronik rumah tangga menggunakan sumber arus searah. Akibat dari beban non linier ini, kualitas daya listrik menjadi bermasalah dengan terjadi penyimpangan pada tegangan, arus dan frekuensi.

Metode identifikasi gelombang yang mengalami distorsi banyak ragamnya. Beberapa tahun terakhir mulai banyak penelitian dengan memanfaatkan *P-Q Theory* untuk mengkompensasi arus terdistorsi. *P-Q Theory* ini dikembangkan oleh Akagi pada tahun 1983 dengan tujuan untuk mendapatkan nilai arus yang harus diinjeksikan oleh filter aktif untuk mengkompensasi arus harmonik yang berada pada sistem. Ketika *P-Q Theory* diterapkan maka metode ini mampu menghasilkan arus referensi untuk kompensasi harmonisa. Hal ini dilakukan dengan cara memisahkan daya sesaat menjadi dua bagian yaitu daya rata-rata dan daya osilasi. Daya rata-rata terdiri dari dua yaitu daya nyata rata-rata dan daya reaktif rata-rata yang berasal dari frekuensi dasar gelombang. Sementara daya osilasi berasal dari harmonisa yang terbentuk saat gelombang melakukan osilasi. Jadi apabila bagian osilasi dipisahkan oleh filter maka diperoleh bagian daya rata-rata. Setelah kalkulasi terhadap nilai daya aktif dan reaktif dilaksanakan, maka dapat dilakukan kompensasi dengan memilih bagian mana yang akan dilakukan perbaikan. Pada keluaran sistem kalkulasi ini, arus kompensasi pada setiap fasa akan muncul untuk memperbaiki distorsi yang terbentuk pada masing-masing fasa.

Dalam melakukan analisis untuk simulasi dan desain kompensator bagi suatu beban dalam suatu kelistrikan diperlukan suatu mekanisme untuk dapat mengidentifikasi arus dan tegangan pada sistem tersebut. Identifikasi dapat dilakukan dengan membangkitkan arus secara artifisial atau buatan dengan menggunakan berbagai alat pembangkit sinyal ataupun dengan bantuan *software*. Kelemahan metode ini adalah kecenderungan penyederhanaan masalah yang terlalu besar, yang tidak sesuai dengan kondisi sesungguhnya. Akibatnya hasil yang didapatkan dari analisis dan simulasi yang dilakukan tidak tepat. Sehingga tidak dapat digunakan sebagai referensi untuk memperbaiki sinyal yang terdistorsi. Penelitian dengan penerapan metode tersebut dilakukan oleh Febby Reza[5] dalam upaya mereduksi harmonisa

secara artifisial dengan membangkitkan data arus dan tegangan melalui komponen blok sinyal tegangan dan arus yang dimiliki oleh Matlab Simulink. Pemodelan beban non linier dilakukan secara simulasi pada penelitian tersebut. Selanjutnya, hal yang sama dilakukan Bambang Puwahyudi[6] dalam melakukan simulasi kompensasi arus harmonisa dengan penerapan teori daya sesaat, pada penelitian tersebut sumber arus dan tegangan dimodelkan menggunakan model internal yang tersedia pada perangkat lunak juga.

Metode lain yang dapat dilakukan adalah dengan melakukan pengambilan data arus yang mengalami distorsi secara langsung pada sistem sebagaimana yang dilakukan pada tugas akhir ini. Hal ini yang merupakan hal utama yang berbeda dengan penelitian lainnya. Pada penelitian ini arus harmonisa yang akan dianalisis dan disimulasikan adalah arus yang berasal dari konverter daya berupa rectifier. Sinyal arus terdistorsi yang didapatkan diproses untuk dikompensasi menggunakan kompensator dengan pemanfaatan *P-Q Theory*. Penelitian yang dilakukan adalah berupa simulasi menggunakan perangkat lunak MATLAB Simulink. Permasalahan yang dihadapi adalah bagaimana mengintegrasikan arus terdistorsi yang didapatkan secara real untuk dapat disimulasikan proses kompensasinya serta dianalisis pada perangkat Simulink.

Analisis yang dilakukan terhadap simulasi sinyal yang dihasilkan bertujuan untuk melihat perbaikan yang dapat diperoleh terhadap gelombang yang terdistorsi oleh harmonisa. Perbaikan gelombang tersebut diharapkan mampu mendukung perbaikan kualitas daya pada sistem tersebut sehingga sistem daya listrik memiliki performansi yang baik serta jauh dari berbagai gejala lainnya.

1.2 Rumusan Masalah

Dari latar belakang yang telah dipaparkan di atas maka dapat dirumuskan permasalahan yang dibahas di tugas akhir ini yaitu :

1. Bagaimana mendapatkan arus terdistorsi pada sebuah sistem secara nyata untuk dapat dilakukan analisis maupun proses kompensasi
2. Bagaimana mengintegrasikan arus terdistorsi yang diperoleh secara real sehingga dapat diintegrasikan pada perangkat lunak Matlab Simulink sehingga dapat dilakukan analisis maupun simulasi kompensasi?
3. Bagaimana mensimulasikan penerapan PQ Theory sebagai kompensator dengan *software* Matlab Simulink sebagai alat simulasi untuk mereduksi harmonisa akibat konverter?

1.3 Tujuan Penelitian

Tujuan dari simulasi ini adalah sebagai berikut :

1. Melakukan akuisisi arus terdistorsi secara langsung pada beban non linier sehingga diperoleh arus terdistorsi secara nyata untuk upaya kompensasi harmonisa.
2. Mengintegrasikan arus terdistorsi yang didapatkan secara langsung sehingga mampu diintegrasikan menjadi sumber input pada perangkat lunak Matlab Simulink.
3. Mensimulasikan penerapan PQ Theory pada simulasi kompensator untuk mereduksi harmonisa dengan perangkat lunak Matlab Simulink dan menunjukkan hasil kompensasi harmonisa pada gelombang.

1.4 Batasan Masalah

Batasan masalah yang membatasi penelitian ini yaitu :

1. Arus yang terdistorsi yang digunakan untuk keperluan analisis dan simulasi merupakan arus yang dibangkitkan oleh penyearah satu fasa gelombang penuh tak terkendali dari sebuah power supply bolak balik satu fasa.
2. Arus terdistorsi yang direkam secara langsung untuk dilakukan kompensasi merupakan arus pada sistem satu fasa. Pada rancangan sistem untuk mengkompensasi dibutuhkan sistem tiga fasa sehingga untuk menyesuaikan hal tersebut arus pada sistem satu fasa diduplikasi sebesar 120° dan 180° membentuk sistem tiga fasa.
3. Tegangan referensi yang dimasukkan berasal dari tegangan artifisial seimbang tanpa adanya distorsi.

1.5 Manfaat Penelitian

Penelitian ini diharapkan mampu memperlihatkan keakuratan kompensasi yang dilakukan dengan melalui pengambilan data secara langsung pada arus yang terdistorsi sebagai data referensi untuk upaya mengkompensasi harmonisasi yang terbentuk pada operasi konverter dengan menerapkan *P-Q Theory*. Selain itu, pelaksanaan analisis kompensasi melalui simulasi perbaikan harmonisa yang dilakukan melalui perangkat lunak Matlab Simulink diharapkan mampu menghemat waktu dan biaya.

1.6 Sistematika Penulisan Tugas Akhir

Untuk mempermudah pemahaman terhadap tugas akhir ini, penulis menyusun laporan dengan sistematika penulisan tugas akhir ini adalah sebagai berikut:

1. Bab I Pendahuluan

Bab ini terdiri dari latar belakang, tujuan penelitian, rumusan masalah, manfaat penelitian, batasan masalah, dan sistematika penulisan.

2. Bab II Tinjauan Pustaka dan Dasar Teori

Bab ini membahas tentang konsep dan teori-teori yang mendasari penelitian ini.

3. Bab III Metode Penelitian

Bab ini membahas mengenai metodologi perancangan *hardware*, pengambilan data, pengujian dan simulasi.

4. Bab IV Hasil dan Pembahasan

Bab ini membahas hasil, analisis serta pembahasan dari pengujian simulasi yang dirancang pada bab III.

5. Bab V Penutup

Bab ini terdiri dari kesimpulan hasil penelitian dan saran untuk penelitian selanjutnya.

