

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Sistem distribusi listrik merupakan komponen krusial dalam penyediaan energi listrik kepada konsumen di berbagai sektor, seperti industri, komersial, dan rumah tangga. Seiring dengan perkembangan teknologi, penggunaan perangkat elektronik dan beban non-linear semakin meningkat. Peralatan seperti komputer, televisi, lampu dengan *ballast* elektronik atau magnetik, *tape recorder*, dan perangkat elektronik lainnya termasuk dalam kategori beban non-linier. Beban jenis ini tidak hanya mengonsumsi daya, tetapi juga menjadi sumber munculnya harmonisa. Hal ini terjadi karena arus dan tegangan yang dihasilkan tidak berbentuk gelombang sinus murni, melainkan memiliki komponen frekuensi tinggi yang merupakan kelipatan dari frekuensi dasar (50 Hz), sehingga memicu terbentuknya distorsi harmonik (Prabowo dkk., 2015).

Salah satu masalah utama dalam sistem distribusi listrik di ULP Johor adalah menurunnya kualitas daya listrik yang disebabkan harmonisa yang meningkat, yang dipengaruhi beban-beban non-linier, seperti adanya industri (pabrik) dan beban rumah tangga yang banyak menggunakan peralatan listrik, seperti penyearah, komputer, server, sistem telekomunikasi, dan peralatan lainnya yang dapat menyebabkan naiknya nilai harmonik pada kelistrikan. Dengan adanya beban-beban non-linier yang dilayani salah satu transformator distribusi ULP Johor dapat menyebabkan panas berlebih pada peralatan, kerusakan isolasi, dan peningkatan rugi-rugi daya, yang pada akhirnya dapat menurunkan kualitas dan

keandalan pasokan listrik. Selain itu, tingginya nilai harmonisa dapat menyebabkan masalah lainnya, seperti resonansi sistem, penurunan efisiensi, dan interferensi pada sistem proteksi. Dari hasil pengukuran yang dilakukan pada transformator distribusi di ULP Johor, didapatkan hasil pengukuran nilai Total Harmonik Distorsi (THDi) dengan nilai pada fasa R=13,7%, fasa S=13,39%, dan fasa T=11,63%. Adapun untuk standar THDi yang diatur dalam IEEE 519-2014, yaitu di bawah 12% . Maka diketahui bahwa nilai THDi pada transformator distribusi melebihi standar, sehingga pada transformator disrtibusi perlu dilakukan pengurangan harmonisa agar kualitas listrik yang dihasilkan lebih baik (Rinas dkk., 2020).

Penelitian terdahulu (Rinas et al., 2020) membahas tentang masalah distorsi harmonik yang dihasilkan oleh beban nonlinier dalam sistem tenaga listrik, yang dapat menurunkan kualitas daya dan menyebabkan berbagai masalah seperti *overheating* pada transformator dan peningkatan kerugian energi. Penelitian ini menganalisis pengaturan daya reaktif (Qc) pada filter aktif sebagai solusi untuk mengurangi distorsi harmonik dan mencapai nilai *total harmonic distortion* (THDi) yang sesuai dengan standar IEEE 519-2014, yaitu di bawah 12%. Melalui simulasi menggunakan MATLAB Simulink, jurnal ini menunjukkan bahwa pengaturan Qc yang tepat sangat penting untuk menjaga agar THDi tetap dalam batas yang ditetapkan, sehingga meningkatkan efisiensi dan keandalan sistem tenaga listrik (Rinas et al., 2020). Pada penelitian lain yang dilakukan oleh (Satriya Dhinata et al., 2022), membahas tentang analisis pengaturan daya reaktif pada filter aktif untuk mengetahui nilai efisiensi yang didapatkan dengan

mengikuti nilai standar IEEE 519-2014. Solusi yang diterapkan untuk mengatasi permasalahan tersebut adalah dengan melakukan simulasi pengoperasian filter aktif melalui pengaturan nilai daya reaktif (Q_c) yang digunakan. Dengan menghitung arus THDi dan menggunakan *Software MATLAB Simulink* sehingga dapat diketahui distorsi daya dan rugi-rugi daya yang ada (Satriya Dhinata dkk., 2022).

Penelitian sebelumnya memberikan kesimpulan penggunaan filter aktif dapat mengurangi distorsi harmonik dan mencapai nilai total harmonik distorsi (THDi) yang sesuai dengan standar IEEE 519-2014, yaitu di bawah 12%. Namun, terdapat kesenjangan dalam penelitian ini, yaitu kurangnya analisis mendalam mengenai pengaruh pengaturan daya reaktif (Q_c) pada filter aktif terhadap reduksi harmonisa di berbagai kondisi operasional yang lebih kompleks. Penelitian ini menyoroti pentingnya pengaturan Q_c yang efisien untuk mencapai THDi sesuai standar IEEE 519-2014, tetapi kurang mengeksplorasi bagaimana variasi beban listrik dan kondisi nyata di lapangan mempengaruhi kinerja filter aktif. Kesenjangan ini menunjukkan perlunya penelitian lebih lanjut untuk mengevaluasi efektivitas filter aktif dalam skenario yang lebih beragam dan realistis. Dari penelitian yang terdahulu didapatkan bahwa dampak dari masalah pengoperasian beban listrik yang berlebihan dapat menyebabkan terjadinya distorsi harmonisa. Fenomena ini dapat mengakibatkan terganggunya sistem fundamental listrik dengan frekuensi 50 Hz - 60 Hz, sehingga akan mempengaruhi bentuk pada gelombang arus murni menjadi tidak teratur (Satriya Dhinata dkk., 2022).

Penelitian ini bertujuan untuk menjawab kesenjangan tersebut dengan mengkaji dan mengembangkan penggunaan filter aktif dengan pengaturan daya reaktif (Q_c) pada transformator distribusi listrik. Dengan mengembangkan penggunaan filter aktif ini diharapkan dapat mengurangi nilai harmonik hingga dibawah standar yang berlaku yang dapat meningkatkan kualitas daya, serta mengurangi risiko kerusakan peralatan dan gangguan operasional. Penelitian ini diharapkan mampu menjawab tantangan dalam mereduksi harmonisa sesuai dengan standar IEEE 519-2014 di berbagai situasi yang lebih realistis dan bervariasi.

1.2 Identifikasi Masalah

Adapun identifikasi masalah pada penelitian ini adalah :

1. Perangkat elektronik modern seperti komputer, televisi, dan lampu dengan *ballast* elektronik menyebabkan peningkatan beban non-linear pada konsumen yang menjadi sumber harmonik.
2. Belum adanya penggunaan filter harmonik pada transformator distribusi untuk mengurangi nilai harmonisa.
3. Pemilihan kapasitas daya reaktif yang kurang tepat untuk menurunkan nilai harmonisa.
4. Data hasil pengukuran THDi mendapatkan nilai harmonisa pada fasa R=13,7%, fasa S=13,39%, dan fasa T=11,63%, yang melebihi standar IEEE 519-2014 yaitu dibawah 12%.

5. Nilai harmonik yang tinggi dapat menyebabkan masalah dalam distribusi listrik seperti penurunan efisiensi, *overheating* pada peralatan listrik, hingga gangguan operasional.

1.3 Pembatasan Masalah

Adapun pembatasan masalah pada penelitian ini adalah:

1. Penelitian ini dilakukan untuk mengurangi nilai harmonisa pada transformator distribusi menggunakan filter aktif *shunt*.
2. Penelitian ini dilakukan dengan memodelkan filter aktif dengan bantuan software MATLAB *Simulink*.
3. Penelitian ini tidak membahas efisiensi pada transformator distribusi.
4. Penelitian ini tidak membahas perubahan beban non-linier

1.4 Rumusan Masalah

Adapun rumusan masalah pada penelitian ini adalah :

1. Bagaimana pengaturan daya reaktif (Qc) pada filter Aktif untuk mengetahui efektifitas kerja filter dalam mengurangi harmonisa agar sesuai dengan standar IEEE 519-2014?
2. Bagaimana simulasi pada pengoperasian filter aktif dengan pengaturan daya reaktif terhadap nilai THDi menggunakan aplikasi MATLAB *Simulink* ?

1.5 Tujuan Penelitian

Adapun tujuan dari penelitian ini adalah :

1. Untuk mengatur daya reaktif (Qc) pada filter aktif yang bertujuan untuk mengetahui efektifitas kerja filter dalam mengurangi harmonisa.

2. Mensimulasikan pengaturan filter aktif dengan pengaturan daya reaktif terhadap nilai THDi menggunakan aplikasi MATLAB *Simulink*.

1.6 Manfaat Penelitian

Adapun manfaat dari penelitian ini adalah :

1. Memberi pengetahuan tentang pengaruh penggunaan filter aktif untuk mengurangi nilai harmonisa.
2. Memberi pengetahuan tentang pengaturan daya reaktif (Qc) pada filter Aktif untuk mengetahui efektifitas kerja filter dalam mengurangi harmonisa.
3. Memberi pengetahuan tentang analisis perhitungan nilai harmonisa menggunakan aplikasi MATLAB *Simulink*.