

BAB V

SIMPULAN IMPLIKASI DAN REKOMENDASI

5.1 Simpulan

Berdasarkan hasil penelitian mengenai pengaruh beban non linier terhadap kinerja dan keandalan alternator satu fasa, diperoleh kesimpulan bahwa beban non linier jenis LED, SMPS (Switched Mode Power Supply), dan VFD sangat berpengaruh terhadap kualitas daya listrik yang dihasilkan. Pada saat kondisi pengujian dilakukan tanpa beban, alternator menunjukkan performa yang optimal, dengan nilai tegangan output sebesar 227,3V, arus 0A, dan *Total Harmonic Distortion* (THD) sebesar 0%, yang dijadikan standar sebagai sistem yang ideal. Berdasarkan hasil penelitian mengenai pengaruh beban non-linier terhadap kinerja dan keandalan alternator satu fasa, diperoleh kesimpulan sebagai berikut:

1. Kinerja Tegangan Output
 - a. Pada kondisi tanpa beban, alternator menunjukkan performa optimal dengan tegangan output 227,3 V, arus 0 A, dan THD 0%.
 - b. Saat diberi beban non-linier, terjadi penurunan tegangan yang cukup signifikan, yaitu 2,94% pada LED, 6,82% pada SMPS, 8,03% pada VFD, dan hingga 18,3% pada kombinasi ketiga beban.
 - c. Hal ini membuktikan bahwa semakin kompleks beban non-linier, semakin besar penurunan tegangan dan ketidakstabilan sistem.
2. Evaluasi Nilai THD Arus dan Tegangan
 - a. Beban non-linier meningkatkan distorsi Harmonisa secara nyata, dengan THDI mencapai 34,65% pada LED, serta nilai tertinggi pada VFD dan kombinasi ketiganya.
 - b. Nilai THDV juga menunjukkan kecenderungan naik melebihi batas standar IEEE 519 (5%), terutama pada SMPS (6,82%) dan VFD (8,03%).
 - c. Hal ini menunjukkan bahwa alternator satu fasa tidak mampu sepenuhnya menahan pengaruh harmonisa yang dihasilkan oleh switching elektronik.
3. Faktor Penyebab Penurunan Keandalan Operasional

- a. Penurunan performa alternator dipengaruhi oleh tingginya kandungan Harmonisa yang bersumber dari switching pada driver LED, rangkaian SMPS, dan kontrol frekuensi pada VFD.
- b. Efisiensi sistem cenderung menurun drastis, dengan nilai terendah 22,38%, meskipun kombinasi ketiga beban menunjukkan efisiensi 79% yang bukan indikasi perbaikan kualitas daya.
- c. Dengan demikian, faktor utama penurunan keandalan adalah ketidakcocokan karakteristik alternator terhadap beban non-linier yang menghasilkan arus Harmonisa tinggi.

5.2 Implikasi

Secara teoritis, hasil penelitian ini memperkuat pentingnya keterpaduan antara karakteristik beban dan sumber listrik dalam sistem kelistrikan skala kecil, khususnya pada sistem berbasis alternator satu fasa. Ketidaksesuaian karakteristik antara sumber daya dan jenis beban non-linier dapat menyebabkan peningkatan Harmonisa, penurunan efisiensi, dan gangguan sistem secara keseluruhan. Hasil ini memberikan pemahaman mendalam mengenai urgensi pengelolaan jenis beban dalam sistem off-grid atau rumah tangga untuk menjaga kualitas daya.

Dari sisi praktis, temuan ini memberikan peringatan terhadap potensi risiko operasional ketika beban non-linier digunakan tanpa mitigasi yang memadai. Penurunan efisiensi sistem, meningkatnya distorsi Harmonisa, dan penurunan tegangan menunjukkan bahwa sistem dengan alternator satu fasa sangat rentan terhadap gangguan kualitas daya jika tidak dirancang untuk menghadapi karakteristik beban modern.

Implikasi ini sangat relevan untuk desain sistem tenaga pada aplikasi rumah tangga, sistem hybrid, atau pembangkit kecil berbasis energi terbarukan. Studi ini juga berkontribusi dalam pengembangan pedoman praktis manajemen sistem tenaga kecil, serta dapat menjadi referensi awal untuk kebijakan teknis pada sistem off-grid di daerah terpencil atau jaringan distribusi terbatas.

5.3 Rekomendasi

Berdasarkan keterbatasan dari hasil penelitian yang sudah diperoleh, berikut ini adalah rekomendasi untuk penelitian selanjutnya:

1. Penelitian ini selanjutnya harus mengeksplorasi teknik mitigasi Harmonisa lebih lanjut, seperti penerapan filter Harmonisa aktif maupun pasif untuk menurunkan THD pada sistem.
2. Membuat integrasi sistem kontrol berbasis mikrokontroler atau mikroporsesor yang mampu menjaga kestabilan output alternator secara otomatis dan responfi terhadap perubahan beban.
3. Pengembangan sistem pemantauan kualitas daya secara *real time* berbasis IOT untuk mendeteksi adanya harmonisa secara tepat dan akurat, terutama untuk sistem *off-grid* atau rumah tangga.

Pengujian di lingkungan nyata dengan variabel beban yang dinamis guna meningkatkan validitas eksternal penelitian.