

BAB V

KESIMPULAN DAN SARAN

5.1 Kesimpulan

Berdasarkan hasil simulasi dan analisis yang telah dilakukan pada simulasi inverter satu fasa jenis *Full-Bridge* dengan berbagai bentuk gelombang referensi dan teknik modulasi PWM, maka diperoleh beberapa kesimpulan sebagai berikut :

1. Simulasi teknik modulasi PWM pada inverter satu fasa *full-bridge* telah berhasil dirancang menggunakan MATLAB/Simulink. Model simulasi dibangun dengan melibatkan beberapa teknik modulasi, yaitu *Sinusoidal PWM* (SPWM), *Trapezoidal PWM* (TPWM), dan *Third Harmonic Injection PWM* (THIPWM), masing-masing dengan metode penyulutan bipolar dan unipolar. Rancangan ini mampu menampilkan bentuk gelombang keluaran, spektrum harmonisa, serta nilai *Total Harmonic Distortion* (THD) yang menunjukkan pengaruh langsung dari variasi gelombang referensi, dan rasio Indeks Modulasi terhadap kualitas daya keluaran inverter.
2. Berdasarkan hasil simulasi dan analisis performa modulasi PWM, teknik modulasi *Third Harmonic Injection PWM* (THIPWM) menunjukkan kinerja terbaik dalam mengurangi distorsi harmonisa tegangan dibandingkan metode SPWM dan TPWM. Hal ini ditunjukkan oleh nilai THD yang paling rendah pada seluruh variasi Indeks Modulasi baik pada penyulutan bipolar maupun unipolar. Pada Indeks Modulasi 0,8 THIPWM menghasilkan THD sebesar 227,04% pada konfigurasi bipolar dan 236,93% pada konfigurasi unipolar, yang merupakan nilai terendah di antara metode lainnya. Selain itu, THIPWM juga menghasilkan tegangan fundamental tertinggi, yaitu mencapai 9,342 V (bipolar) dan 5,795 V (unipolar) pada nilai Indeks Modulasi yang sama. Berdasarkan hasil tersebut, teknik modulasi THIPWM dapat dinyatakan sebagai metode dengan performa terbaik dalam penelitian ini, karena mampu menghasilkan tegangan fundamental terbesar dengan tingkat distorsi harmonisa yang paling rendah.
3. Proses simulasi menggunakan MATLAB/Simulink menunjukkan bahwa perubahan bentuk gelombang referensi dan teknik modulasi secara signifikan mempengaruhi kualitas tegangan keluaran inverter satu fasa. Variasi Indeks Modulasi berpengaruh langsung terhadap peningkatan komponen fundamental dan penurunan THD selama sistem masih berada dalam daerah linear modulasi. Simulasi juga menggambarkan perbedaan karakteristik penyulutan bipolar dan unipolar, di mana konfigurasi unipolar

menghasilkan THD lebih rendah dibandingkan bipolar, sementara bipolar memberikan tegangan fundamental lebih tinggi. Dengan demikian, penggunaan simulasi digital terbukti efektif dalam menganalisis dan membandingkan performa teknik modulasi PWM tanpa melakukan implementasi perangkat keras secara langsung.

4. Variasi jenis modulasi PWM pada inverter satu fasa *full-bridge* tidak memberikan pengaruh signifikan terhadap efisiensi inverter dalam kondisi simulasi yang digunakan, khususnya jika ditinjau dari aspek rugi *switching*, karena seluruh teknik modulasi diterapkan pada frekuensi *switching* yang sama. Secara teoritis, perbedaan efisiensi inverter lebih dominan dipengaruhi oleh mekanisme rugi konduksi yang bergantung pada pola konduksi dan jalur arus saklar. Namun, aspek rugi konduksi tersebut tidak dianalisis secara numerik dalam penelitian ini dan menjadi batasan dari kajian yang dilakukan.

5.2 Saran

Berdasarkan hasil penelitian yang telah dilakukan, beberapa saran dapat diberikan untuk pengembangan lebih lanjut :

1. Penelitian lanjutan disarankan menggunakan jenis inverter lain, seperti inverter tiga fasa atau multilevel, untuk menganalisis performa teknik modulasi dalam sistem yang lebih kompleks.
2. Penggunaan frekuensi sampling dan frekuensi *carrier* yang lebih tinggi dapat dieksplorasi untuk meningkatkan resolusi harmonisa dan potensi penurunan THD.
3. Pengujian eksperimental juga disarankan untuk memverifikasi hasil simulasi dan mengevaluasi pengaruh faktor non-ideal pada komponen *riil*.
4. Pengembangan teknik modulasi lain dapat dijadikan objek penelitian lanjutan untuk membandingkan efisiensi dan kualitas daya terhadap metode konvensional yang telah dianalisis.