

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Perkembangan teknologi yang begitu cepat ternyata tidak lepas dari perkembangan kemajuan di bidang energi listrik [1]. Energi listrik merupakan kebutuhan pokok yang sangat penting bagi kehidupan manusia, dimana semua aktifitas manusia berhubungan dengan energi listrik [2]. Dalam sistem tenaga listrik modern, inverter menjadi salah satu komponen yang sangat penting, terutama dalam aplikasi konversi energi dari sumber energi terbarukan seperti panel surya dan turbin angin. Inverter adalah sebuah alat perubah listrik yang merubah listrik tegangan DC menjadi listrik tegangan AC dengan nilai frekuensi yang dapat dirubah [3]. Inverter berfungsi untuk mengubah arus searah (DC) menjadi arus bolak-balik (AC) agar energi yang dihasilkan dapat digunakan untuk berbagai keperluan, termasuk untuk mendukung jaringan listrik atau perangkat elektronik rumah tangga.

Namun, salah satu tantangan utama dalam penggunaan inverter adalah distorsi harmonisa yang dihasilkan. Distorsi harmonisa merujuk pada komponen frekuensi tambahan yang muncul dalam gelombang keluaran inverter, yang dapat menyebabkan penurunan kualitas daya listrik. Distorsi ini dapat mengganggu kinerja perangkat elektronik, meningkatkan rugi-rugi daya, serta memperpendek umur peralatan listrik. Selain itu, pengoperasian inverter dengan switchingnya (karakteristik switching) akan mengakibatkan perubah efisiensi inverter itu sendiri. Switching yang tinggi menyebabkan rugi daya yang lebih tinggi.

Salah satu faktor yang memengaruhi tingkat distorsi harmonisa pada inverter adalah bentuk gelombang referensi yang digunakan dalam teknik modulasi *Pulse Width Modulation* (PWM). Dalam modulasi PWM digunakan dua gelombang, yaitu gelombang referensi dan gelombang pembawa, di mana perbedaan bentuk gelombang referensi akan menghasilkan pola nyala dan padam saklar yang berbeda. Pola pensaklaran ini memengaruhi spektrum harmonisa tegangan keluaran serta besarnya rugi-rugi daya pada inverter. Nilai harmonisa yang tinggi dapat menurunkan kualitas daya dan memperpendek umur perangkat elektronik, sedangkan karakteristik *switching* yang tidak optimal dapat meningkatkan rugi-rugi *switching* dan menurunkan efisiensi inverter. Oleh karena itu, optimalisasi inverter perlu dilakukan melalui pemilihan bentuk gelombang referensi pada modulasi PWM yang tepat untuk memperoleh harmonisa yang rendah sekaligus efisiensi inverter yang lebih baik berdasarkan karakteristik pensaklarannya [4].

Penelitian terhadap pengaruh bentuk gelombang referensi pada modulasi PWM terhadap distorsi harmonisa pada inverter satu fasa sangat penting untuk dilakukan. Dengan memahami bagaimana bentuk gelombang referensi tertentu memengaruhi distorsi harmonisa, maka dapat dirancang metode modulasi yang lebih optimal untuk menghasilkan keluaran daya listrik yang lebih bersih dan efisien. Hal ini tidak hanya penting untuk meningkatkan kualitas daya listrik, tetapi juga untuk memenuhi standar kompatibilitas elektromagnetik (EMC) dan mengurangi dampak negatif pada sistem listrik secara keseluruhan.

Penelitian ini bertujuan untuk menganalisis hubungan antara jenis sinyal referensi terhadap tingkat distorsi harmonisa pada keluaran inverter satu fasa. Studi ini akan dilakukan melalui simulasi menggunakan perangkat lunak *Simulink*. Hasil penelitian diharapkan dapat memberikan wawasan dalam perancangan dan optimasi inverter satu fasa, khususnya dalam mengurangi distorsi harmonisa untuk meningkatkan kualitas daya listrik.

1.2 Rumusan Masalah

Berdasarkan latar belakang tersebut, rumusan masalah dalam penelitian ini adalah sebagai berikut :

1. Bagaimana pengaruh bentuk gelombang referensi pada modulasi PWM terhadap tingkat distorsi harmonisa tegangan pada inverter satu fasa?
2. Bentuk gelombang referensi apa yang memberikan kinerja terbaik dalam mengurangi distorsi harmonisa tegangan?
3. Bagaimana menggunakan software *Simulink* untuk mensimulasikan berbagai modulasi PWM sehingga performa distorsi yang ditimbulkan dapat dianalisis?
4. Bagaimana efek jenis modulasi terhadap efisiensi dari inverter satu fasa jenis *full-bridge*?

1.3 Tujuan Penelitian

Penelitian ini bertujuan untuk :

1. Mendesain teknik simulasi menggunakan *Simulink* untuk memperlihatkan pengaruh gelombang referensi pada modulasi PWM terhadap distorsi harmonisa tegangan inverter satu fasa.
2. Menentukan jenis gelombang referensi dan teknik modulasi yang memberikan performa terbaik dalam mengurangi distorsi harmonisa tegangan.
3. Menganalisis pengaruh berbagai bentuk gelombang referensi pada modulasi PWM melalui simulasi software *Simulink* terhadap tingkat distorsi harmonisa tegangan pada inverter satu fasa.

4. Menganalisis efek variasi jenis modulasi terhadap efisiensi dari inverter satu fasa jenis *full-bridge*?

1.4 Manfaat Penelitian

Penelitian ini diharapkan memberikan manfaat sebagai berikut :

1. Memberikan pemahaman yang lebih mendalam mengenai pengaruh bentuk gelombang referensi pada modulasi PWM terhadap distorsi harmonika pada inverter satu fasa.
2. Mengurangi dampak negatif harmonika terhadap sistem tenaga listrik dan perangkat elektronik yang terhubung.

1.5 Batasan Masalah

Penelitian ini dibatasi pada inverter satu fasa tipe *Full-Bridge*. Variabel yang dianalisis hanya Indeks Modulasi dengan rentang 0,6–0,8, sementara frekuensi *carrier* dibuat konstan agar fokus analisis tetap pada pengaruh indeks modulasi terhadap harmonika. Evaluasi dilakukan pada kondisi sebelum filter karena pada kondisi tersebut nilai THD masih merepresentasikan karakteristik asli sinyal hasil modulasi, bukan performa filter.

1.6 Sistematika Penulisan

Adapun sistematika penulisan yang digunakan pada penelitian ini yaitu

BAB I Pendahuluan

Berisi tentang latar belakang, rumusan masalah, tujuan penelitian, manfaat penelitian, batasan masalah, dan sistematika penulisan

BAB II Landasan Teori

Berisi tentang landasan teori yang menunjang penelitian ini

BAB III Metodologi Penelitian

Berisi tentang metoda atau langkah yang dilakukan dalam melakukan penelitian

BAB IV Hasil dan Pembahasan

Berisi tentang hasil penelitian dan pembahasan terkait dengan penelitian

BAB V Penutup

Berisi kesimpulan dan saran mengenai permasalahan yang dibahas dalam penelitian