

BAB 5

PENUTUP

5.1 Kesimpulan

Berdasarkan hasil pemodelan, simulasi, dan analisis yang telah dilakukan mengenai sistem transfer energi V2V berbasis konverter DAB dengan modulasi DPS, penelitian ini berhasil membuktikan bahwa kombinasi kontroler PI dan DOB mampu menjaga kestabilan mode *Constant Voltage*. Sistem *closed loop* ini terbukti mampu menjaga tegangan keluaran (V_{out}) aktual pada angka 549.48 V dari target referensi (V_{ref}) sebesar 550 V, sehingga menghasilkan tingkat *steady-state error* yang sangat kecil yaitu sebesar 0.105%. Selain itu, kualitas daya yang dihasilkan juga memenuhi standar keamanan dengan *ripple* tegangan keluaran yang sangat rendah, yaitu hanya sebesar 0.075%.

Selain beroperasi stabil pada keadaan tunak, konverter ini juga menunjukkan respons yang baik dalam menghadapi gangguan transien dinamis pada skenario operasional kendaraan listrik. Pada pengujian variasi tegangan masukan yang menyimulasikan penurunan kapasitas baterai pendonor, sistem mampu memulihkan kesetimbangan tegangan dengan batas *overshoot* sebesar 2.73% dan *undershoot* 3.64%. Sementara itu, pada uji perubahan beban dinamis secara mendadak, algoritma kontrol mampu menyesuaikan nilai *phase shift* secara responsif, sehingga sistem hanya mengalami *undershoot* transien sebesar 1,18% tanpa menimbulkan osilasi berlebih pada sisi keluaran.

Selain menjaga stabilitas tegangan, penerapan modulasi DPS juga memperluas rentang operasi ZVS pada komponen sakelar semikonduktor. Kondisi *soft-switching* ini divalidasi melalui simulasi dan kalkulasi matematis, dengan nilai arus induktor sesaat sebelum transisi pensaklaran bernilai negatif sebesar -121.126 A. Kondisi ini meminimalkan disipasi daya transien saat MOSFET berada dalam keadaan *turn-on*. Dengan berkurangnya rugi-rugi daya tersebut, efisiensi total penyaluran daya

konverter DAB menggunakan modulasi DPS tercatat sebesar 98.64%. Tingkat efisiensi ini lebih tinggi dibandingkan metode modulasi SPS konvensional yang memiliki efisiensi sebesar 96.12%, dengan selisih peningkatan sebesar 2.52%.

5.2 Saran

1. Melakukan implementasi rancang bangun (*prototype*) untuk memvalidasi data simulasi terhadap kondisi operasional riil. Pengujian perangkat keras ini diperlukan untuk mengukur dampak parameter yang sulit diidealkan dalam simulasi, seperti rugi-rugi magnetik transformator frekuensi tinggi, induktansi bocor, efek termal, serta parasitik komponen semikonduktor.
2. Mengembangkan algoritma kontrol terpadu yang mencakup profil pengisian daya secara menyeluruh dengan mengintegrasikan fase *Constant Current* (CC) atau *Constant Power* (CP) bersama dengan fase *Constant Voltage* (CV). Pengembangan ini bertujuan untuk menguji sistem kontrol konverter DAB pada skema pengisian daya V2V yang sesuai dengan karakteristik *Battery Management System* (BMS) komersial.
3. Mengkaji penerapan metode modulasi tingkat lanjut, seperti *Triple Phase Shift* (TPS), untuk dibandingkan dengan metode DPS yang saat ini digunakan. Kajian lanjutan ini dapat ditujukan untuk mengoptimalkan efisiensi sistem dan meminimalkan sirkulasi arus, khususnya saat konverter V2V beroperasi pada rasio konversi tegangan input dan output yang memiliki selisih ekstrem.