

BAB 5

KESIMPULAN

5.1 Kesimpulan

Penelitian ini telah berhasil merancang algoritma hibrida dengan adaptif kontrol dengan tujuan utama untuk menurunkan *ripple* daya tanpa menyebabkan titik operasi berada jauh dari titik MPP serta mempercepat pelacakan titik MPP. Algoritma hibrida yang dirancang menggabungkan arah koreksi berbasis P&O, indikator kedekatan terhadap MPP berbasis INC, serta kontrol adaptif berupa *adaptive step*, *threshold* kedekatan MPP, *holding strategy*, *hysteresis*, dan *dwell time*. Kombinasi tersebut membuat algoritma tidak terus melakukan perubahan *duty cycle* ketika sistem sudah berada dekat daerah MPP, tetapi tetap mampu melakukan koreksi ketika terjadi perubahan iradiasi.

Berdasarkan hasil dan pembahasan, algoritma hibrida mampu menjaga daya rata-rata *output steady state* tetap dekat dengan daya teoritis, yaitu 2.558 kW terhadap 2.563 kW pada T1 dan 1.931 kW terhadap 1.940 kW pada T2. Hal ini menunjukkan bahwa penurunan *ripple* tidak membuat titik operasi sistem menjauh dari MPP, tetapi tetap bekerja di sekitar daerah daya maksimum. Dibandingkan P&O dan INC, peningkatan paling signifikan terlihat pada *ripple* daya *steady state*. P&O menghasilkan ripple sebesar 0.028 kW pada T1 dan 0.019 kW pada T2, INC sebesar 0.032 kW pada T1 dan 0.029 kW pada T2, sedangkan algoritma hibrida hanya sebesar 9×10^{-9} kW pada T1 dan 5×10^{-9} kW pada T2. Selain itu, algoritma hibrida memiliki *settling time* paling cepat, yaitu 0.032 s pada T1 dan 0.036 s pada T2, serta menghasilkan daya *output* dinamis T2 tertinggi sebesar 1.933861 kW. Efisiensi dinamis hibrida juga menjadi yang tertinggi, yaitu 98.131% pada T1 dan 99.684% pada T2.

Secara keseluruhan, algoritma hibrida dengan kontrol adaptif memberikan peningkatan performa pada kestabilan daya, penurunan *ripple*, kecepatan pelacakan menuju daerah MPP, dan respons dinamis setelah perubahan iradiasi.

Meskipun terdapat sedikit *trade off*, dimana daya rata - rata *steady state* pada T1 yang sedikit lebih rendah dibandingkan P&O dan INC, hal tersebut terjadi karena algoritma hibrida membatasi koreksi *duty cycle* ketika sistem sudah berada dekat MPP agar *ripple* daya dapat ditekan, sehingga ketika algoritma P&O dan INC menghasilkan daya yang sedikit lebih besar akibat *ripple* algoritma hibrida tetap menahan *duty cycle* agar daya keluaranya lebih stabil .

5.2 Saran

Berdasarkan hasil penelitian dan kendala yang dihadapi selama proses pengerjaan, terdapat beberapa saran yang dapat diusulkan untuk pengembangan penelitian selanjutnya, antara lain:

1. Penelitian ini berfokus pada perancangan dan simulasi algoritma hibrida dengan kontrol adaptif, untuk penelitian selanjutnya disarankan melakukan implementasi langsung pada MPPT. Sehingga parameter adaptif kontrol yang belum sesuai dengan kondisi nyata bisa dioptimalkan lebih lanjut menyesuaikan dengan kondisi nyata.
2. Penelitian selanjutnya dapat mengembangkan pengujian algoritma hibrida pada karakteristik beban seperti baterai, motor DC, atau sistem inverter. Pengembangan tersebut dapat mengevaluasi performa algoritma MPPT ketika perubahan titik operasi sistem tidak hanya dipengaruhi oleh iradiasi, tetapi juga perubahan kebutuhan daya dan dinamika beban.