

ABSTRAK

Keandalan pasokan listrik dapat terganggu oleh fenomena penurunan tegangan sementara atau voltage sag, yang berdampak signifikan pada kinerja peralatan listrik sensitif di industri. Penggunaan pendekatan konvensional seperti baterai atau generator cadangan sebagai solusi penyimpanan daya masih memiliki keterbatasan, terutama dalam hal kecepatan respon dan efisiensi energi selama masa transien. Untuk mengatasi keterbatasan ini, ultrakapasitor dimanfaatkan sebagai buffer karena karakteristiknya yang unik, utamanya pada kemampuan pelepasan daya secara instan. Ultrakapasitor diintegrasikan dengan boost converter yang memiliki dinamika nonlinear dan menuntut sistem kontrol dengan respon yang cepat. Sistem konverter ini dikendalikan menggunakan kontrol Proportional Integral (PI) yang dioptimasi dengan algoritma Particle Swarm Optimization (PSO). Pemilihan tuning algoritma PSO bertujuan untuk mempertahankan stabilitas tegangan keluaran tanpa osilasi serta merespon gangguan secara cepat. Penelitian ini dilakukan melalui dua tahap, yaitu tahap simulasi menggunakan perangkat lunak PSIM dan MATLAB/Simulink, serta tahap realisasi pada perangkat keras. Pengujian kinerja sistem dilakukan dengan memberikan voltage sag hingga 50% dari tegangan nominal dengan rentang durasi gangguan dari 3 detik hingga 10 detik. Hasil pengujian membuktikan bahwa kehadiran komponen ultrakapasitor sangat efektif dalam meringankan beban kerja sirkuit kontroler, sehingga kontroler PI PSO tidak perlu melakukan penyesuaian rasio duty cycle secara ekstrem saat menangani gangguan voltage sag. Dampak langsungnya, tegangan output boost converter mampu dipertahankan agar terus stabil pada tegangan referensinya. Selain itu, sistem kendali terintegrasi ini sukses mengeliminasi overshoot ketika gangguan voltage sag tersebut berakhir dan tegangan input pulih kembali, baik pada skenario pengujian durasi 3 detik, 5 detik, maupun 10 detik

Kata Kunci: *Voltage sag, Ultrakapasitor, Proportional Integral, Particle Swarm Optimization. Boost converter*