

ABSTRAK

Dominasi beban non-linier pada sistem tenaga listrik memicu tantangan serius berupa distorsi harmonik dan ketidakseimbangan arus. Pada sistem tiga fasa dengan kawat netral, kondisi yang demikian memicu peningkatan arus netral yang dapat mempercepat kerusakan peralatan. Shunt active filter (SAF) dengan voltage source inverter (VSI) tiga lengan bertopologi kapasitor split menjadi pendekatan korektif yang efektif, tetapi memiliki kualitas kompensasi yang sangat bergantung pada penyetelan kontroler proportional-integral (PI) karena adanya trade-off pada kecepatan respons transien kontroler dengan nilai distorsi arus. Sebagai kontribusi, penelitian ini menyajikan sebuah analisis komparatif terhadap optimasi multi-objektif yang dilakukan menggunakan Artificial Hummingbird Algorithm (AHA) dan Artificial Rabbits Optimization (ARO) terhadap kontroler PI pada SAF tiga fasa empat kawat. Komparasi dilakukan berdasarkan performa komputasi algoritma, performa kontroler PI, dan performa kompensasi SAF. Hasil komparasi menunjukkan bahwa pada aspek performa komputasi, algoritma ARO unggul dalam stabilitas stokastik dengan perolehan standar deviasi sebesar 0,000302 serta konvergensi yang lebih cepat 12 iterasi dibandingkan algoritma AHA. Sebaliknya, algoritma AHA unggul dalam membebaskan diri dari optimum lokal karena mekanisme migratory foraging yang dimilikinya. Pada aspek performa kontroler PI, algoritma AHA memberikan nilai integral time absolute error (ITAE) yang lebih rendah, yaitu 1,3105. Dari aspek performa kompensasi SAF, kedua algoritma menghasilkan performa yang setara dalam memperoleh hasil kompensasi terhadap daya reaktif sebesar 1,01 kVAR, meskipun algoritma AHA mengungguli algoritma ARO dalam mereduksi distorsi arus yang dinyatakan melalui persentase distorsi permintaan total (TDD) dengan capaian reduksi sebesar 6,34% dan algoritma ARO yang mengungguli algoritma AHA dalam mereduksi ketidakseimbangan arus dengan capaian reduksi sebesar 0,55%.

Kata Kunci: SAF Tiga Fasa Empat Kawat, Kontroler PI, AHA, ARO, Optimasi Multi-Objektif