

ABSTRACT

This study presents an application of particle swarm optimization (PSO) for adjusting PID parameters for a suspension systems test rig machine. An electro-hydraulic mechanism is developed for damper dynamic testing that requires high-force applications. By implementing the PID control scheme with feedback from sensors, this system aims to achieve the targeted displacements despite various frequencies and loads. The manual adjustment of the parameters can be challenging and time consuming. Therefore, the PID parameters were optimized using three PSO methods, namely Classic PSO, Adaptive Comprehensive Learning PSO (ACL PSO), and Constriction PSO. Each method was applied to tune the PID controller for the control system, aiming to minimize the error between reference and predicted outputs while considering performance metrics such as overshoot and oscillations. In general, the results for either step and sine responses indicate that while Classic PSO is the fastest, ACL PSO and Constriction PSO achieve higher accuracy due to their enhanced exploration and stability mechanisms. The PID parameters were obtained with Mean Absolute Percentage Error (MAPE) values of 2% for tested conditions. The findings of this research show that PID control effectively achieves the desired movement.

Keywords: control system, pid, particle swarm optimization, semi-active suspension system, dynamic fatigue test rig machine.

INTISARI

Studi ini menyajikan perancangan sistem kendali dengan menerapkan *particle swarm optimization (PSO)* untuk mengatur parameter PID pada alat uji *dynamic fatigue*. Mekanisme elektro-hidraulik dikembangkan untuk pengujian *dynamic fatigue* sistem suspensi yang memerlukan aplikasi gaya tinggi. Sistem ini bertujuan untuk mencapai perpindahan yang ditargetkan dalam berbagai frekuensi dan beban dengan menerapkan skema kontrol PID melalui umpan balik dari sensor. Penyesuaian manual parameter dapat menjadi tantangan dan memakan waktu. Oleh karena itu, parameter PID dioptimalkan menggunakan tiga metode PSO, yaitu *Classic PSO*, *Adaptive Comprehensive Learning PSO (ACLPSO)*, dan *Constriction PSO*. Setiap metode diterapkan untuk mengatur pengendali PID untuk sistem kontrol dengan tujuan meminimalkan kesalahan antara *output* referensi dan prediksi sambil mempertimbangkan metrik kinerja seperti *overshoot* dan osilasi. Secara umum, hasil untuk respons *step* dan sinus menunjukkan bahwa meskipun *Classic PSO* yang tercepat, *ACLPSO* dan *Constriction PSO* mencapai akurasi yang lebih tinggi karena mekanisme eksplorasi dan stabilitas yang ditingkatkan. Parameter PID diperoleh dengan nilai *Mean Absolute Percentage Error (MAPE)* sebesar 2% untuk frekuensi 1 hingga 20 Hz. Temuan penelitian ini menunjukkan bahwa kontrol PID secara efektif mencapai pergerakan yang diinginkan.

Kata Kunci: sistem kendali, pid, *particle swarm optimization*, sistem suspensi semi-aktif, alat uji *dynamic fatigue*.