

## ABSTRACT

Magnetic Levitation (MagLev) System is a modern technology that uses an electromagnetic force to levitate an object in the air. This technology is contactless, frictionless, efficient and easy to implement. The characteristic of the system is unstable, fast dynamics and highly nonlinear. Because of that, it is difficult to control and the controller design becomes challenge task.

This research proposed combination between nonlinear technique and linear controller. Feedback linearization is a nonlinear technique that is used to control the nonlinearity of magnetic levitation system and servo state feedback as a linear controller to control the position of the object. The challenge of servo state feedback controller is how to determine the parameter value of integrator and state feedback gains. Coefficient Diagram Method (CDM) is proposed in this research to solve the problem of determining the parameter value.

The result of the simulation shows that feedback linearization can cancel the nonlinearity of the system and transform the nonlinear system to linear system. The simulation also shows that Servo state feedback controller can eliminate the steady-state error of the system and can control the position of the object. The proposed method, CDM is able to give the parameter value with the balance of response, stability, and robustness of the system. The CDM standard parameter gives the good performance with the balance between rising time and overshoot also the faster value of settling time. It proves that CDM can eliminate the trial error method to determine the parameter gain of the controller with the good performance of the system. The uncertainty parameter of inductance and resistance is very affecting in the system even the small change. However, the proposed controller still can handle in some limit. Comparing with another method, CDM has better performance than LQR because CDM have a faster settling time which was 1.06 seconds while LQR dan Pole placement have a settling time 1.47 and 1.51 seconds.

**Keywords** — Magnetic Levitation (Maglev) System; Feedback Linearization; Servo State Feedback; Coefficient Diagram Method (CDM); Linear Quadratic Regulator (LQR).

## INTISARI

Sistem *Levitasi* Magnetis (MagLev) adalah teknologi modern yang menggunakan gaya elektromagnet untuk melayangkan sebuah objek di udara. Teknologi ini bersifat tidak ada kontak fisik, tidak ada gesekan, efisien dan mudah untuk diterapkan. Karakteristik sistem ini adalah tidak stabil, memiliki dinamik yang cepat dan memiliki sifat *nonlinear* yang tinggi. Oleh karena itu, sistem ini sulit untuk dikendalikan dan perancangan pengendali menjadi hal yang menantang.

Penelitian ini berisi tentang kombinasi antara teknik *nonlinear* dan pengendali linear. *Feedback linearization* adalah teknik *nonlinear* yang digunakan untuk mengendalikan *nonlinearitas* sistem *levitasi* magnetis dan pengendali *servo state feedback* sebagai pengendali linear untuk mengendalikan posisi objek. Tantangan pengendali *servo state feedback* adalah bagaimana menentukan nilai parameter penguatan *integrator* dan *state feedback*. *Coefficient Diagram Method* (CDM) diusulkan dalam penelitian ini untuk menyelesaikan masalah menentukan nilai parameter.

Hasil simulasi menunjukkan bahwa *feedback linearization* dapat menghilangkan *nonlinearitas* sistem dan mengubah sistem *nonlinear* ke sistem linear. Hasil simulasi juga menunjukkan bahwa pengendali *servo state feedback* dapat mengeliminasi *steady-state error* sistem dan dapat mengendalikan posisi objek. Metode yang diusulkan, CDM, dapat memberikan nilai parameter dengan keseimbangan respons, kestabilan, dan ketahanan sistem. Nilai parameter standar CDM memberikan kinerja sistem yang baik dengan keseimbangan antara waktu naik dan *overshoot* dengan nilai *settling time* tercepat. Hal ini membuktikan bahwa CDM dapat menghilangkan metode *trial and error* dalam menentukan nilai parameter pengendali dengan kinerja yang baik. Perubahan nilai parameter induktansi dan resistansi sangat mempengaruhi sistem bahkan dengan perubahan yang kecil. Akan tetapi, pengendali yang diusulkan masih dapat menangani dalam batas tertentu. Perbandingan CDM dengan metode lain, CDM mempunyai kinerja yang lebih baik daripada LQR dan *Pole Placement* karena CDM mempunyai *settling time* lebih cepat sebesar 1,06 sekon sementara LQR dan *Pole Placement* mempunyai *settling time* sebesar 1,47 dan 1,51 sekon.

**Kata kunci** — Sistem *Levitasi* Magnetis; *Feedback Linearization*; *Servo State Feedback*; *Coefficient Diagram Method* (CDM); *Linear Quadratic Regulator* (LQR).