



## ABSTRACT

PID controllers have been widely used in various engineering fields. On the other hand, mathematics has defined calculus with fractional order. If this science is applied in the PID controller then it will form a new type of controller called FOPID. However, FOPID still poses a problem that is on tuning the controller parameters thus in this research will propose CEM as FOPID tuning technique.

Research objective of this research is to use fractional order calculus dan CEM algorithm to design controller with better performance than conventional PID. Then the controller is tested on DC motor model and T1DM insulin control in purpose of understanding this controller and conventional controller.

This research was conducted using simulation. On DC motor, step response simulation was used dan this system model was tested using Matlab software. Analysis was done by comparing FOPID-CEM controller with PID controller, based on bode diagram and step response performance. On T1DM, simulation with 24 hours diet program was used dan this system model was tested using python code. Analysis was done by comparing Euclidean distance of Control Variability Grid Analysis (CVGA) FOPID-CEM controller with Basal-Bolus controller, through Mann-Whitney test with significance level of 0.1.

Result of this research show that FOPID-CEM has superior performance, both with DC motor model and T1DM insulin control model.

**Keywords** -- PID Control, Fractional Order Calculus, CEM, DC Motor, Type 1 Diabetes Miletus



## ABSTRAK

Pengendali PID telah lama digunakan dalam berbagai bidang keteknikan. Di sisi lain, ilmu matematika telah mendefinisikan kalkulus dengan orde pecahan. Jika ilmu ini digunakan pada pengendali PID maka akan terbentuk pengendali baru yakni FOPID. Namun, FOPID masih memiliki kendala dalam proses penalaan parameter sehingga pada penelitian ini akan diusulkan metode CEM sebagai metode penalaan.

Tujuan dari penelitian ini adalah menggunakan kalkulus berorde pecahan dan algoritme CEM untuk merancang pengendali dengan kinerja yang lebih baik dari PID konvensional. Kemudian pengendali tersebut diujikan pada model motor DC dan kendali insulin pada T1DM untuk mengetahui perbandingannya dengan kendali konvensional.

Penelitian ini dilakukan dengan simulasi. Pada motor DC digunakan simulasi *step response* dan diuji menggunakan perangkat lunak Matlab. Analisis dilakukan dengan membandingkan pengendali FOPID-CEM dengan pengendali PID, berdasarkan diagram bode dan kinerja *step response*. Pada T1DM digunakan simulasi dengan program diet 24 jam dan diuji menggunakan kode python. Analisis dilakukan dengan membandingkan nilai *Euclidean distance* dari *Control Variability Grid Analysis* (CVGA) pengendali FOPID-CEM dan pengendali Basal-Bolus, menggunakan uji Mann-Whitney dengan nilai signifikansi 0,1.

Hasil penelitian menunjukkan bahwa pengendali FOPID-CEM memiliki kinerja yang lebih unggul, baik dengan model motor DC maupun model kendali insulin T1DM.

**Kata kunci** -- Kendali PID, Kalkulus Berorde Pecahan, CEM, Motor DC, Diabetes Miletus Tipe 1