UNIVERSITAS
GADJAH MADA
Desain Sistem Kendali Pompa Insulin Berbasis Simglucose untuk Penderita Diabetes
Yosie Dwi Dhamayanti Pasma, Dr.Eng. Ir. Adha Imam Cahyadi, S.T., M.Eng., IPM. ; Prof. Ir. Oyas Wahyunggoro, M
Universitas Gadjah Mada, 2026 | Diunduh dari http://etd.repository.ugm.ac.id/

INTISARI

Diabetes melitus tipe 1 merupakan penyakit kronis yang terjadi akibat ketidakmampuan pankreas memproduksi insulin sehingga kadar glukosa darah sulit dikendalikan. Pengendalian glukosa darah yang tidak optimal dapat menyebabkan kondisi hiperglikemia maupun hipoglikemia yang berisiko menimbulkan komplikasi serius bagi pasien. Oleh karena itu, diperlukan sistem pengendalian yang mampu mempertahankan kadar glukosa darah pada rentang normal secara otomatis. Penelitian ini bertujuan untuk merancang dan menganalisis performa PID controller berbasis Reinforcement Learning pada sistem insulin pump menggunakan simulator Simglucose.

Metode penelitian dilakukan dengan mengimplementasikan PID controller yang memanfaatkan data Continuous Glucose Monitoring (CGM) sebagai umpan balik sistem. Parameter PID ditentukan menggunakan metode trial and error dan selanjutnya dioptimasi menggunakan Reinforcement Learning berbasis Proximal Policy Optimization (PPO). Simulasi dilakukan pada beberapa pasien virtual dalam lingkungan Simglucose untuk mengevaluasi kemampuan pengendali dalam mengatur kadar glukosa darah. Performa sistem dianalisis berdasarkan parameter Time in Range (TIR), persentase hiperglikemia, persentase hipoglikemia, High Blood Glucose Index (HBGI), Low Blood Glucose Index (LBGI), dan Risk Index.

Hasil penelitian menunjukkan bahwa PID controller hasil optimasi Reinforcement Learning memiliki performa terbaik dibandingkan pengendali basal-bolus dan PID hasil tuning trial and error. Sistem berhasil mencapai nilai Time in Range (TIR) sebesar 100% pada seluruh pasien virtual serta mempertahankan kondisi hipoglikemia (BG < 70 mg/dL) sebesar 0%. Selain itu, nilai HBGI, LBGI, dan Risk Index yang diperoleh menunjukkan bahwa PID controller berbasis Reinforcement Learning mampu menghasilkan pengendalian glukosa darah yang lebih stabil dan aman. Dengan demikian, penelitian ini membuktikan bahwa optimasi parameter PID menggunakan Reinforcement Learning dapat meningkatkan performa sistem insulin pump dalam pengendalian glukosa darah pada pasien diabetes melitus tipe 1.

Kata kunci : diabetes melitus tipe 1, PID *controller*, *reinforcement learning*, *insulin pump*, simglucose

UNIVERSITAS
GADJAH MADA
Desain Sistem Kendali Pompa Insulin Berbasis Simglucose untuk Penderita Diabetes
Yosie Dwi Dhamayanti Pasma, Dr.Eng. Ir. Adha Imam Cahyadi, S.T., M.Eng., IPM. ; Prof. Ir. Oyas Wahyunggoro, M
Universitas Gadjah Mada, 2026 | Diunduh dari http://etd.repository.ugm.ac.id/

ABSTRACT

Type 1 diabetes mellitus is a chronic disease caused by the pancreas's inability to produce insulin, making it difficult to control blood glucose levels. Suboptimal blood glucose control can lead to hyperglycemia or hypoglycemia, which carry the risk of serious complications for patients. Therefore, a control system capable of automatically maintaining blood glucose levels within the normal range is required. This study aims to design and analyze the performance of a Reinforcement Learning-based PID controller in an insulin pump system using the Simglucose simulator.

The research method involved implementing a PID controller that utilizes Continuous Glucose Monitoring (CGM) data as system feedback. PID parameters were determined using a trial-and-error method and subsequently optimized using Reinforcement Learning based on Proximal Policy Optimization (PPO). Simulations were performed on several virtual patients within the Simglucose environment to evaluate the controller's ability to regulate blood glucose levels. System performance was analyzed based on the Time in Range (TIR) parameter, the percentage of hyperglycemia, the percentage of hypoglycemia, the High Blood Glucose Index (HBGI), the Low Blood Glucose Index (LBGI), and the Risk Index.

The results of the study show that the PID controller optimized using Reinforcement Learning performs best compared to the basal-bolus controller and the PID controller tuned via trial and error. The system successfully achieved a Time in Range (TIR) of 100% for all virtual patients and maintained a hypoglycemia rate (BG<70 mg/dL) of 0%. Furthermore, the HBGI, LBGI, and Risk Index values obtained indicate that the Reinforcement Learning-based PID controller is capable of providing more stable and safer blood glucose control. Thus, this study demonstrates that optimizing PID parameters using Reinforcement Learning can improve the performance of insulin pump systems in blood glucose control for patients with type 1 diabetes.

Keywords : *type 1 diabetes mellitus, PID controller, reinforcement learning, insulin pump, simglucose*