

ABSTRAK

Farhana Dzakia Azka

IMPLEMENTASI MONITORING LAJU TETESAN PADA INFUSE PUMP
MENGUNAKAN PID CONTROLLER BERBASIS IOT UNTUK MENJAGA
KESTABILAN ALIRAN INFUS TETAP KONSTAN

xvi + 92 halaman + 12 Tabel + 4 Lampiran

Infusion pump merupakan perangkat biomedis yang dirancang untuk mengalirkan cairan intravena dengan laju yang akurat dan terkendali, yang sangat penting dalam menjaga keselamatan pasien dan efektivitas terapi. Sistem infus manual masih memiliki berbagai keterbatasan, seperti ketidakkonsistenan laju tetesan, kesalahan dosis, serta ketergantungan tinggi pada pengawasan perawat secara terus-menerus. Untuk mengatasi masalah tersebut, penelitian ini mengembangkan sistem infusion pump otomatis menggunakan pengendali Proportional–Integral–Derivative (PID) yang terintegrasi dengan sistem monitoring berbasis Internet of Things (IoT). Sistem ini memiliki fitur pengaturan flow rate (30, 60, dan 90 mL/jam), input volume cairan, sensor deteksi tetesan menggunakan TCRT5000, serta deteksi oklusi dan gelembung udara dengan sensor optocoupler. Mikrokontroler ESP32 digunakan untuk menjalankan algoritma PID sekaligus mengirimkan data secara real-time (drop rate, flow rate, jumlah tetesan, dan volume tersisa) ke platform cloud Blynk. Parameter PID ditentukan menggunakan metode Ziegler–Nichols dengan hasil $K_p = 1.6$, $K_i = 0.4$, dan $K_d = 2.0$ yang mampu memberikan kontrol stabil dengan overshoot minimal. Hasil pengujian menunjukkan rata-rata error sebesar 1,4% pada 30 mL/jam, 0,68% pada 60 mL/jam, dan 0,59% pada 90 mL/jam, seluruhnya jauh di bawah batas toleransi alat medis yaitu $\leq 10\%$. Sensor optocoupler berhasil mendeteksi gelembung udara dan oklusi melalui perubahan tegangan serta variasi jeda antar tetesan. Sistem monitoring nirkabel juga terbukti stabil hingga jarak 16 meter dalam kondisi tanpa hambatan. Kesimpulannya, integrasi antara kontrol PID dan teknologi IoT pada sistem infusion pump ini mampu meningkatkan akurasi, mengurangi beban kerja perawat, serta memungkinkan pemantauan infus secara real-time dan jarak jauh. Sistem ini menunjukkan kinerja yang andal dan berpotensi besar untuk diimplementasikan di lingkungan klinis.

Kata Kunci: Infuse Pump, IoT, PID Controller, Laju Tetesan, Flow Rate, TCRT5000, ESP32, Blynk, Deteksi Oklusi

Daftar bacaan : 33 Jurnal (2014-2024)

ABSTRACT

Farhana Dzakia Azka

IMPLEMENTATION OF DRIP RATE MONITORING ON INFUSE PUMP USING IOT BASED PID CONTROLLER TO MAINTAIN CONSTANT INFUSE FLOW STABILITY

xvi + 92 Pages + 12 Tables + 4 Appendices

The infusion pump is a biomedical device designed to deliver intravenous fluids with precise and controlled flow rates, which is crucial for ensuring patient safety and treatment effectiveness. Manual infusion systems still face many limitations, such as inconsistent drop rates, dosage errors, and heavy reliance on continuous nurse supervision. To address these issues, this study developed an automatic infusion pump system using a Proportional–Integral–Derivative (PID) controller integrated with an Internet of Things (IoT)-based monitoring platform. The system features adjustable flow rate settings (30, 60, and 90 mL/h), infusion volume input, drop detection using a TCRT5000 sensor, and occlusion/air bubble detection using an optocoupler sensor. An ESP32 microcontroller executes the PID algorithm and transmits real-time data (drop rate, flow rate, total drops, and remaining volume) to the Blynk cloud platform. PID parameters were tuned using the Ziegler–Nichols method, resulting in $K_p = 1.6$, $K_i = 0.4$, and $K_d = 2.0$, which provided stable control with minimal overshoot. Experimental results showed that the average error was 1.4% at 30 mL/h, 0.68% at 60 mL/h, and 0.59% at 90 mL/h, all well within the medical device tolerance limit of $\leq 10\%$. The optocoupler sensor successfully detected air bubbles and occlusions through voltage changes and drop interval variations. Wireless monitoring was stable within a distance of 16 meters in unobstructed conditions. In conclusion, the integration of PID control and IoT technology in this infusion pump system enhances accuracy, reduces nurse workload, and enables real-time remote infusion monitoring. The system demonstrates reliable performance and holds strong potential for clinical implementation.

Keywords : Infusion Pump, IoT, PID Controller, Drop Rate, Flow Rate, TCRT5000, ESP32, Blynk, Occlusion Detection

References : 33 Journals (2014-2024)