

## ABSTRAK

Naufal Dwi Akbar

ANALISIS PERBANDINGAN DISTRIBUSI KESTABILAN SUHU PADA WATERBATH DENGAN PENGGUNAAN DUA METODE KONTROL: PID ADAPTIF DAN FUZZY UNTUK PARAMETER SUHU DAN TIMER (FUZZY).  
Xviii + 60 Halaman + 22 Tabel + 5 Lampiran

Waterbath merupakan perangkat laboratorium yang dirancang untuk mempertahankan kestabilan suhu dalam rentang tertentu, khususnya dalam aplikasi inkubasi pada analisis mikrobiologi. Sistem ini dikendalikan secara otomatis, di mana elemen pemanas diatur melalui driver pemanas berbasis mikrokontroler. Pada sistem ini, Arduino Mega 2560 digunakan sebagai unit minimum sistem sekaligus pengatur waktu dan pusat pemrosesan data. Pengendalian suhu dilakukan dengan pendekatan FLC guna meningkatkan akurasi dan respons terhadap perubahan suhu. Sensor suhu yang digunakan adalah Thermocouple tipe K, yang memiliki rentang pengukuran tinggi dan ketahanan terhadap kondisi lingkungan ekstrem. Informasi suhu dan status sistem divisualisasikan melalui antarmuka LCD TFT Nextion. Sistem ini memungkinkan pengaturan suhu dalam kisaran 30°C hingga 100°C secara presisi..

Penelitian ini menggunakan pendekatan pre-eksperimental dengan desain penelitian after-only design. Evaluasi performa alat dilakukan dengan membandingkan hasil pengukuran modul terhadap alat ukur standar. Ditemukan bahwa kesalahan pengukuran tertinggi pada sistem kontrol Fuzzy terjadi pada suhu setting 30°C dengan persentase error sebesar 1,60%. Hal ini disebabkan oleh perbedaan suhu air yang masih signifikan terhadap suhu target, serta waktu tanggap sensor Thermocouple tipe K yang memerlukan durasi tertentu untuk mencapai kestabilan suhu. Sementara itu, kesalahan terendah tercatat pada suhu 65°C dengan persentase error sebesar 0,07%. Pada sistem kontrol menggunakan PID Adaptif, error tertinggi juga tercatat pada suhu 30°C sebesar 1,01%, sedangkan error terendah terjadi pada suhu 40°C dengan nilai sebesar 0,05%. Durasi waktu yang dibutuhkan untuk mencapai suhu target juga berbeda: sistem kontrol Fuzzy memerlukan waktu sekitar 32 menit untuk mencapai kestabilan pada suhu 65°C, sedangkan kontrol PID Adaptif hanya memerlukan waktu 27 menit, dengan deviasi akhir pembacaan Thermocouple sebesar 0,26% terhadap suhu setpoint. Untuk sistem pewaktu (timer), tercatat error sebesar 2,4%. Persentase kesalahan ini dipengaruhi oleh jumlah sensor Thermocouple tipe K yang digunakan serta delay pemrosesan dari mikrokontroler. Secara keseluruhan, nilai kesalahan sistem kontrol suhu masih berada dalam batas toleransi, yaitu di bawah ambang 3%.

Kata kunci: Waterbath, Fuzzy Logic, , Arduino Mega 2560, *Thermocouple Type K*, *LCD TFT Nextion*.

Daftar bacaan : 19 jurnal (2019-2025)

## **ABSTRACT**

Naufal Dwi Akbar

COMPARATIVE ANALYSIS OF THE TEMPERATURE STABILITY DISTRIBUTION IN WATERBATHS USING TWO CONTROL METHODS: ADAPTIVE AND FUZZY PID FOR TEMPERATURE PARAMETERS AND TIMER (FUZZY).

Xviii + 60 Pages + 22 Table + 5 Appendices

*A waterbath is a laboratory device designed to maintain temperature stability within a certain range, especially in incubation applications in microbiological analysis. This system is controlled automatically, where the heating element is regulated through a microcontroller-based heating driver. In this system, Arduino Mega 2560 is used as the minimum system unit as well as the timer and data processing center. Temperature control is done with a FLC approach to improve accuracy and response to temperature changes. The temperature sensor used is a K-type Thermocouple, which has a high measurement range and resistance to extreme environmental conditions. Temperature information and system status are visualized through a Nextion TFT LCD interface. The system allows temperature settings within the range of 30°C to 100°C with precision.*

*This research used a pre-experimental approach with an after-only design. Evaluation of the performance of the device was carried out by comparing the measurement results of the module against standard measuring instruments. It was found that the highest measurement error in the Fuzzy control system occurred at a setting temperature of 30°C with a percentage error of 1.60%. This is due to the significant difference in water temperature to the target temperature, as well as the response time of the K-type thermocouple sensor which requires a certain duration to reach temperature stability. Meanwhile, the lowest error was recorded at 65°C with a percentage error of 0.07%. In the control system using Adaptive PID, the highest error was also recorded at 30°C with 1.01%, while the lowest error occurred at 40°C with a value of 0.05%. The duration of time taken to reach the target temperature was also different: the Fuzzy control system took about 32 minutes to reach stability at 65°C, while the Adaptive PID control only took 27 minutes, with a final deviation of the Thermocouple reading of 0.26% against the setpoint temperature. For the timer system, an error of 2.4% was recorded. This percentage error is influenced by the number of K-type Thermocouple sensors used and the processing delay of the microcontroller. Overall, the error value of the temperature control system is still within the tolerance limit, which is below the 3% threshold.*

*Keywords: Waterbath, Fuzzy Logic, , Arduino Mega 2560, Thermocouple Type K, LCD TFT Nextion.*

*References : 19 Journals*