

RINGKASAN

ANALISIS KINERJA KONTROL PID TUNGGAL DAN PID CASCADE PADA AC SERI ACI 2001 DI GERBONG KERETA API K1

Titis Widyastuti

Perkembangan transportasi terus meningkat, salah satunya adalah kereta api. Kenyamanan penumpang termasuk pengaturan suhu ruangan menjadi prioritas. Sistem pendingin udara (AC) pada kereta api harus mampu menjaga suhu yang dipengaruhi oleh faktor lain seperti jumlah penumpang, yang memengaruhi beban termal pada gerbong. Untuk mengatasi tantangan ini, kontrol Proporsional-Integral-Derivatif (PID) dapat diterapkan. Kontrol PID merupakan metode yang umum digunakan dan mampu memberikan respon yang cepat serta stabil.

Penelitian ini menggunakan dua pendekatan pengendalian, yaitu PID tunggal dan PID *cascade*. Sistem dimodelkan dalam bentuk fungsi alih berdasarkan spesifikasi AC seri ACI 2001. Parameter PID ditentukan dengan metode *Ziegler-Nichols* sebagai acuannya. Simulasi menggunakan MATLAB Simulink mencakup tiga skenario *setpoint* suhu, yaitu 24°C, 25°C, dan 26°C, dengan suhu awal diasumsikan 35°C. Pengujian mencakup kondisi tanpa gangguan maupun dengan gangguan beban termal berupa 10, 25, dan 50 penumpang. Analisis difokuskan pada respon sistem, meliputi *rise time*, *settling time*, *overshoot*, *undershoot*, dan *peak*.

Hasil simulasi menunjukkan bahwa baik PID *cascade* maupun PID tunggal mampu mengendalikan suhu dengan baik terhadap perubahan suhu sebesar 0.0006 per penumpang pada skenario pengujian statik. PID *cascade* memiliki respon yang lebih cepat dibandingkan PID tunggal, dengan *rise time* sekitar 6.2 detik dan *settling time* sekitar 13.3 detik, serta *overshoot* dan *undershoot* kecil yang masih berada dalam batas toleransi. Sedangkan PID tunggal memiliki *rise time* sekitar 21.6 detik, *settling time* sekitar 41.5 detik, dan tanpa *overshoot*.

Kata kunci: PID *Cascade*, Metode *Tuning Ziegler-Nichols*, Kontrol PID, Sistem Kontrol Pendingin

SUMMARY

PERFORMANCE ANALYSIS OF SINGLE PID AND CASCADE PID CONTROL ON THE ACI 2001 SERIES AC IN K1 TRAIN CARRIAGE

Titis Widyastuti

Transportation continues to advance, with trains being one of its key developments. Passenger comfort, including temperature regulation, is a top priority. The air conditioning (AC) system in trains must be able to maintain the desired temperature despite being affected by factors such as the number of passengers, which influences the thermal load in the carriage. One possible solution to this issue is the implementation of a Proportional-Integral-Derivative (PID) control system, a widely used method capable of delivering a fast and stable response.

This study employs two control approaches, namely single PID and cascade PID. The system is modeled as a transfer function based on the specifications of the ACI 2001 AC series. The PID parameters are determined using the Ziegler–Nichols tuning method as a reference. Simulations are carried out in MATLAB Simulink with three temperature setpoint scenarios: 24°C, 25°C, and 26°C, assuming an initial temperature of 35°C. Tests are conducted under both disturbance-free conditions and with thermal load disturbances equivalent to 10, 25, and 50 passengers. The analysis focuses on system responses, including rise time, settling time, overshoot, undershoot, and peak.

The simulation results show that both cascade PID and single PID controllers can effectively regulate temperature with a change rate of 0.0006 per passenger under static testing conditions. Cascade PID control system demonstrates a faster response, with a rise time of approximately 6.2 seconds and a settling time of around 13.3 seconds, along with minor overshoot and undershoot within acceptable limits. In contrast, the single PID records a rise time of about 21.6 seconds, a settling time of around 41.5 seconds, and no overshoot.

Keywords: PID Cascade, Ziegler-Nichols Tuning Method, PID Control, Cooling Control System