

ANALISIS RESPON DAYA PEMANAS PADA FASILITAS HEATING CONTROL

Analysis of Heating Power Response in Heating Control Facilities

Kevin Prasetya Hariyanto^{1*}, Zuliantoni¹, Yovan Witanto¹, Pricylia Valentina².

1) Program Studi Teknik Mesin Universitas Bengkulu, Jl. W.R. Supratman Kandang Limun, Bengkulu

2) Pusat Penelitian Teknologi Reaktor Nuklir Badan Riset dan Inovasi Nasional, Jl. Raya Puspitpek 60, Setu, Tangerang Selatan, Banten

*) Email : kevinprasetya001@gmail.com

Submitted: 06 Maret 2025

Revised: 29 Oktober 2025

Accepted: 30 Oktober 2025

ABSTRACT

Currently the Fassip-01 strand to Fassip-07 uses a control system of two positions (on-off) in controlling heaters to maintain stopping conditions when experiments are carried out. Nuclear Termofluidal System Research Group Develops the Heating Control Facility that functions as a Heating Control System Test Facility using PID system control (proportional integral derivative) to overcome the problem of existing residual heat due to the use of the Kend system This test was conducted to find out the analysis of 4 heater power before the experiment took place and analyzed RTM (Risetime) Setpoint 40.45, and 50 degrees. In this experiment the method used was an experiment so that the results were obtained in the form of accuracy values, heater positions, high energy consumption, poor power settings, large residual heat and time difference ratio in each setpoint.

Keywords: Heating Power, Risetime, Fassip, PID

1. PENDAHULUAN

Salah satu pusat riset yang mendalami terkait teknologi reaktor nuklir atau yang disebut dengan Pusat Riset Teknologi Reaktor Nuklir (PRTRN) [3]. Penelitian terkait dengan basis eksperimen dalam PRTRN dilakukan oleh kelompok Riset "Sistem Termofluida Reaktor Nuklir" di Laboratorium Termohidrolik Eksperimental PRTRN [1]. Laboratorium Termohidrolika Eksperimental merupakan sarana yang digunakan untuk melakukan penelitian dan pengembangan teknologi reaktor nuklir, Ditinjau dari segi termohidrolika, saat kondisi konstan atau tunak (*Steady State*) dan sementara (*Transient*), pada kanal daya PLTN jenis air ringan (LWR) dan air berat (HWR). Jenis penelitian yang dilakukan saat kondisi konstan atau tunak (*steady state*) adalah perubahan tekanan, perubahan temperatur, laju aliran, fluks panas kritis (*CHF*), koefisien perpindahan panas dan lain-lain. Sedangkan saat kondisi sementara (*Transient*) seperti kehilangan pendinginan, terjadi kebocoran kecil dan terlepasnya panas ke lingkungan [2].

Saat ini kelompok riset *sistem termofluida reactor* nuklir mengembangkan fasilitas *Heating Control* yang berfungsi sebagai fasilitas uji *sistem* kendali daya pemanas menggunakan kontrol *sistem* PID (*Proporsional Integral Derivative*) untuk mengatasi permasalahan besarnya residual *heat* yang ada karena penggunaan *sistem* kendali on-off. Fasilitas *heating control* ini diharapkan dapat diimplementasikan pada fasilitas FASSIP-01 hingga FASSIP-07 sehingga eksperimen utama dalam fasilitas eksperimen simulasi *sistem* pendingin pasif dapat menghasilkan data yang lebih akurat [3-4].

Fasilitas *Heating control* menggunakan dua modul pengendali, yaitu modul pembacaan temperatur dan modul pengontrol daya atau SCR, seperti terlihat pada Gambar 1. Modul pembaca temperatur yang digunakan untuk mengubah nilai pengukuran dari termokopel tipe K dalam bentuk tegangan menjadi *Celsius* sehingga lebih mudah diproses oleh kontrol (*Proporsional Integral Derivative*) PID [5]. Nilai temperatur yang diukur oleh termokopel dibandingkan dengan temperatur *setpoint* yang telah ditentukan. Perbedaan temperatur yang muncul digunakan oleh sistem PID untuk menghitung dan mengatur daya yang harus diberikan ke pemanas rendam. Sedangkan modul pengontrol daya atau SCR digunakan untuk mengatur jumlah daya yang harus diberikan ke pemanas sesuai dengan perhitungan sistem PID [6]. Selain itu, hasil perhitungan sistem PID berupa data digital sehingga modul pengontrol daya juga berfungsi sebagai konverter data digital PID menjadi data analog agar dapat menggerakkan fase SCR [7].

2. METODOLOGI

Pengujian sistem dilakukan dengan dua tahapan yaitu tahap persiapan dan eksperimen. Analisis yang digunakan menggunakan sistem kontrol *closeloop* PID, sedangkan pembuatan program menggunakan software LabView dengan sistem kontrol PID. Ketika program mulai dijalankan maka *heater* sudah dalam keadaan menyala dan data rata-rata temperatur pada tangki pemanas sudah terbaca oleh termokopel secara *real-time* dan mengirim ke Data Acquisition Sistem (DAQ). Jika temperatur rata-rata tangki pemanas lebih besar dari *setpoint* maka program akan berhenti yang menandakan *heater* mati. Namun jika temperatur rata-rata tangki pemanas lebih kecil dari *setpoint* maka DAQ akan memberikan umpan balik yang disesuaikan dengan kontrol PID untuk menggerakkan penguat daya sehingga temperatur *heater* naik.



Gambar 1. Fasilitas *Heating Control*

Pada tahapan eksperimen pengambilan data kendali daya pemanas pada temperatur 40°C, 45°C, dan 50°C adalah sebagai berikut:

1. Mengisi air dalam tangki dengan memutar katup hingga air mencapai batas ketinggian (130 liter). Dapat dilihat pada Gambar 2.
2. Menyalakan sistem *heating control* dengan menghubungkan ke arus Listrik. Dapat dilihat pada Gambar 3.



Gambar 2. Mengisi air pada tangki



Gambar 3. Menyalakan sistem *heating control*

3. Pastikan pengaduk dan seluruh komponen kelistrikan dan instrument fasilitas *heating control* menyala. Dapat dilihat pada Gambar 4.
4. Buka program LabView pada komputer. Dapat dilihat pada Gambar 5.
5. Kemudian *running* sistem *heating control* pada program LabView, pastikan tidak ada error pembacaan pada 12 termokopel yang digunakan. Dapat dilihat pada Gambar 6.
6. Melakukan pengambilan data temperatur dan daya pemanas selama eksperimen berlangsung. Dapat dilihat pada Gambar 7.
7. Setelah eksperimen selesai lakukan pengurasan air pada tangki dengan membuka katup pembuangan atau drain. Dapat dilihat pada Gambar 8.
8. Melakukan pengulangan langkah 1 sampai 7 untuk *setpoint* 45°C dan 50°C.



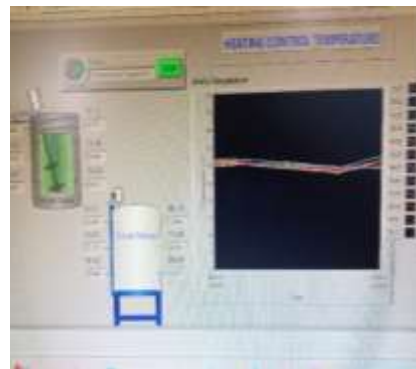
Gambar 4. Pastikan kelistrikan menyala



Gambar 5. Membuka program LabView pada komputer



Gambar 6. Melakukan running sistem



Gambar 7. Melakukan pengambilan data



Gambar 8. Melakukan pengurasan air pada tangki

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

3.1 Analisa Daya Pada 4 Heater

Hasil analisis daya pada ke empat *heater* yang digunakan setiap 10 menit hingga menit ke 60. Dapat dilihat pada Tabel 1.

Tabel 1. Hasil analisis daya *heater* selama 60 menit

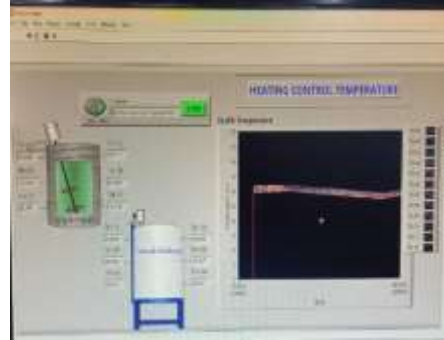
T(min)	V, Tegangan Listrik (Volt)				I, Arus Listrik (Ampere)				Cos θ	P, Daya Aktual (Watt)				P, Daya Teoritis (Watt)				Error (%)			
	H ₁	H ₂	H ₃	H ₄	H ₁	H ₂	H ₃	H ₄		H ₁	H ₂	H ₃	H ₄	H ₁	H ₂	H ₃	H ₄	H ₁	H ₂	H ₃	H ₄
10	229	229	229	229	20,00	19,76	19,54	19,63	0,85	4580	4525	4474	4485	3893,00	3846,28	3803,46	3820,98	0,150	0,150	0,150	0,148
20	228	229	229	229	19,91	19,66	19,45	19,53	0,85	4539	4502	4454	4472	3858,56	3826,82	3785,94	3801,51	0,150	0,150	0,150	0,150
30	228	229	229	229	19,87	19,61	19,40	19,47	0,85	4530	4490	4442	4458	3850,81	3817,09	3776,21	3789,84	0,150	0,150	0,150	0,150
40	228	229	229	229	19,87	19,62	19,40	19,48	0,85	4530	4492	4442	4460	3850,81	3819,03	3776,21	3791,78	0,150	0,150	0,150	0,150
50	228	229	229	229	19,90	19,70	19,45	19,68	0,85	4537	4511	4454	4506	3856,62	3834,61	3785,94	3830,71	0,150	0,150	0,150	0,150
60	229	229	229	229	19,90	19,72	19,40	19,76	0,85	4537	4505	4442	4525	3873,54	3838,5	3776,21	3846,28	0,146	0,148	0,150	0,150

Dari tabel data yang didapat berdasarkan pengujian setiap 10 menit hingga menit ke 60 diperoleh daya pada *heater* 1 dan *heater* 3 memiliki kedekatan atau selisih nilai yang tidak terlalu jauh, begitu juga pada *heater*

2 dan heater 4 sehingga dapat diketahui heater 1 dan 3 terletak pada SCR 1 sedangkan heater 2 dan 4 terletak pada SCR 2, dapat disimpulkan semakin lama waktu yang digunakan maka daya yang dihasilkan pada setiap heater akan menurun [8]. Sebagai contoh dapat dilihat pada Gambar 9.



Gambar 9. Hasil daya pada 10 menit pertama



Gambar 10. Proses komisioning selama 24 jam

Setelah mendapatkan analisis daya pada heater selanjutnya melakukan komisioning selama 24 jam untuk mengetahui terbaik memulai eksperimen karena eksperimen dilakukan pada temperatur awal air 26°C dan melihat termokopel mana yang memiliki selisih error paling tinggi. Proses komisioning dapat dilihat pada Gambar 10.

Dari gambar di atas yang diambil pada pukul 09.16 grafik yang ditampilkan mulai naik yang sebelumnya mengalami penurunan suhu, sehingga dapat diperkirakan waktu terbaik untuk melakukan eksperimen adalah pada pagi hari antara pukul 07.00 sampai dengan pukul 08.30 karena pada waktu tersebut suhu air berada pada 26°C , selain itu dapat dilihat bahwa termokopel yang memiliki selisih error paling tinggi terletak pada termokopel 7 dan termokopel 8.

3.2 Analisis Waktu Naik Secara Eksperimental Fasilitas *Heat control* pada setpoint 40°C , 45°C , dan 50°C

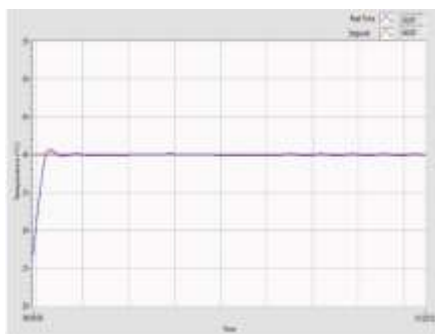
Analisis waktu naik (*risetime*) secara eksperimental yang dilakukan selama 1 jam untuk mendapatkan *steady state* pada setpoint 40°C , 45°C , dan 50°C dapat dijelaskan sebagai berikut:

1. Analisis *Risetime* secara eksperimental pada setpoint 40°C

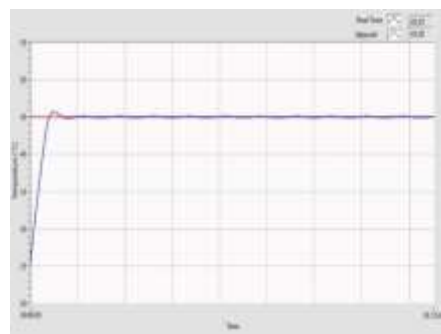
Analisis Waktu *risetime* secara eksperimental pada setpoint 40°C dapat dilihat pada Gambar 11. Dari grafik di atas waktu RTM yang diperlukan untuk mencapai Setpoint 40°C dibutuhkan waktu 8,5 menit, sedangkan pada hasil perhitungan di dapatkan waktu 7,1 menit untuk mencapai setpoint tersebut, selisih waktu antara eksperimen dan perhitungan yang didapatkan adalah selama 1,4 menit.

2. Analisis *Risetime* secara eksperimental pada setpoint 45°C

Analisis Waktu RTM secara eksperimental pada setpoint 45°C dapat dilihat pada Gambar 12. Dari grafik di atas waktu *risetime* yang diperlukan untuk mencapai Setpoint 40°C dibutuhkan waktu 11,2 menit, sedangkan pada hasil perhitungan di dapatkan waktu 9,7 menit untuk mencapai setpoint tersebut, selisih waktu antara eksperimen dan perhitungan yang didapatkan adalah selama 1,5 menit.



Gambar 11. Grafik *risetime* Pada Setpoint 40°C

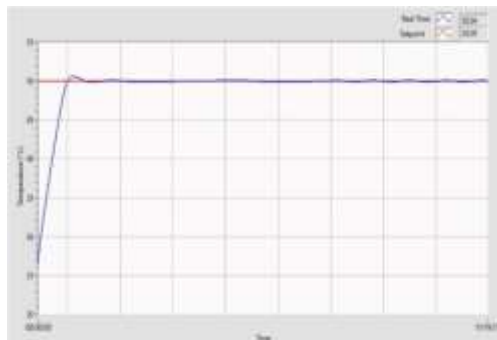


Gambar 12. Grafik *risetime* Pada Setpoint 45°C

3. Analisis *Risetime* secara eksperimental pada setpoint 50°C

Analisis Waktu *risetime* secara eksperimental pada setpoint 50°C dapat dilihat pada Gambar 13. Dari grafik di atas waktu *risetime* yang diperlukan untuk mencapai Setpoint 40°C dibutuhkan waktu 15 menit,

sedangkan pada hasil perhitungan di dapatkan waktu 12,2 menit untuk mencapai *setpoint* tersebut, selisih waktu antara eksperimen dan perhitungan yang didapatkan adalah selama 2,8 menit.



Gambar 13. Grafik *risetime* Pada *Setpoint* 50°C

4. KESIMPULAN

Hasil penelitian menunjukkan bahwa dari 4 *heater* yang digunakan diketahui posisi *heater* 1 dan 3 berada pada SCR 1 dan posisi *heater* 2 dan 4 berada pada SCR 2 serta terkomopel 7 dan termokopel 8 memiliki selisih eror paling tinggi. Nilai *risetime* pada *setpoint* 40°C, 45°C, dan 50°C secara eksperimental yaitu 8,5 menit, 11,2 menit dan 15 menit, sehingga didapat selisih perbedaan menit antara hasil analisis hitungan *risetime* dengan hasil secara eksperimen dengan rata rata selisih waktu 1,9 menit. Selisih tersebut terjadi karena perbedaan daya *heater* saat ekperimen dilaksanakan.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] Budiman, M. 2011. Ethnicity and the performance of identity. *Wacana*, Vol. 13, No. 2. http://eprints.stta.ac.id/1025/2/18050097_BAB%201.pdf
- [2] Ariffin, N. H., & Arsad, N. 2015. Design of PID Control System Assisted using LabVIEW in Biomedical Application. *Journal of Advanced Research in Applied Mechanics ISSN*, Vol. 15, No. 1.
- [3] Roswandi, I., Arif Gunawan, H., Adtyas Budiman, A., Adrian, H., Juarsa, M. 2023. Investigasi keandalan *heater* dan cooler fasilitas simulasi sistem pasif-05 (FASSIP-05) berdasarkan hasil komisioning tahap pertama. *Jurnal Teknik Mesin Indonesia*, Vol. 18, No. 2.
- [4] Juarsa, M. 2021. Karakteristik Temperatur Tangki Pemanas dan Bilangan Reynolds Selama Aliran Sirkulasi Alam pada Untai Uji FASSIP-02. *Prosiding Seminar Nasional Energi, Telekomunikasi Dan Otomasi*.
- [5] Valentina, P., Pamungkas, AE., Roswandi, I., Juarsa, M., Pamitran, AS., Akbar, R. 2025. Conceptual design of heating power control system for passive cooling system simulation facility using PID control-based LabView. *Journal of Physics: Conference Series* 2972, 1-14.
- [6] Suguna, R., Usha, V., & Chidambaram, M. S. 2014. A Temperature Control by Using PID Based Scr Control System. *IOSR Journal of Electronics and Communication Engineering (IOSR-JECE)*, VOL. 9, No. 2, 51–55.
- [7] Budianto, A., Pambudi, W. S., Sumari, S., & Yulianto, A. 2018. PID control design for biofuel furnace using arduino. *Telkomnika (Telecommunication Computing Electronics and Control)*, Vol. 16, No. 6, 3016–3023.
- [8] Valentina, P., Budiman, AA., Pamitran, AS., Juarsa, M. 2025. PID control simulation for heating power control to maintain temperature stability in the passive cooling system simulation facility. *Journal of Physics: Conference Series* 3103, 1-8.