

SISTEM KONTROL TEMPERATUR UNTUK TERMOKOPEL CHROMEL ALUMEL

Piping Supriatna, Nurhanan, Riswan Dj., B.Heru K., Edi Karyanta

ABSTRAK

SISTEM KONTROL TEMPERATUR UNTUK TERMOKOPEL CHROMEL ALUMEL. Keselamatan instalasi nuklir dalam hal pengoperasiannya perlu mendapat perhatian yang seksama terutama dari aspek pengukuran temperatur, yang umumnya dilakukan dengan menggunakan termokopel dan pengendaliannya. Telah dilakukan pembuatan sistem kontrol untuk termokopel Chromel Alumel secara swadaya, sesuai dengan bahan dan peralatan yang tersedia serta kemampuan SDM yang ada. *Op.Amp.* tipe LM-741 sebagai komponen dasar untuk Sistem Kendali Temperatur, difungsikan sebagai *summer* untuk komparator tegangan. Uji fungsi dari Sistem Kendali ini dapat melakukan damping pada temperatur referensi yang dikehendaki. Alat Kendali ini akan diimplementasikan langsung pada mesin pencelup PCB, sebagai *stabilizer* temperatur.

ABSTRACT

TEMPERATURE CONTROL SYSTEM FOR CHROMEL-ALUMEL TERMOCOUPLE. Nuclear Power Plant Operation Safety needs serious handling on temperature measurement and control. In this report has been done manufacturing Temperature Control System for Chromel-Alumel Termocouple, accordance to material, equipment and human resource ability in the laboratory. Basic component for the Temperature Control System is LM-741 type of Operation Amplifier, which is functionalized as summer for voltage comparator. Function test for this Control System shown its ability for damping on temperatur reference. The Temperature Control System will be implemented on PCB Processing Machine

PENDAHULUAN

Instalasi nuklir merupakan suatu produk teknologi tinggi, yang mengandung potensi kegunaan yang sangat besar bagi kehidupan manusia. Selain itu instalasi nuklir juga mengandung potensi bahaya yang cukup serius yang perlu mendapat perhatian khusus dalam masalah keamanannya. Kegagalan pengoperasian instalasi nuklir penyebab utamanya selain karena kesalahan manusianya, juga karena adanya komponen peralatan yang unjuk kerjanya dibiarkan keadaannya menjadi tidak akurat lagi, sehingga kondisi dan performansinya diluar pengetahuan operatornya.

Banyak faktor penyebab kecelakaan dalam pengoperasian suatu instalasi nuklir, diantaranya adalah faktor kesalahan pembacaan indikator komponen peralatan yang digunakan akibat kurang terkalibrasinya komponen peralatan tersebut. Demikian juga halnya dengan alat ukur temperatur tinggi yang menggunakan termokopel, kehandalan, akurasi

dan sistem kendali dari alat ukur ini memerlukan perhatian khusus dan seksama. Dengan meningkatkan kemampuan dalam hal pembuatan sistem kontrol temperatur untuk termokopel ini diharapkan dapat membantu dalam pemahaman fenomena sistem keselamatan reaktor.

Kegiatan penelitian pembuatan sistem kontrol temperatur untuk termokopel *Chromel Alumel*, yang mana kegiatan ini lebih ditekankan pada masalah pembuatan sistem kontrol temperatur termokopel secara swadaya, dengan menggunakan peralatan yang tersedia seperti *Refrigerated Bath RB-12, Fludised Bath, Ice point*, komponen elektronik, dll. Selain itu penelitian ini juga diharapkan bermanfaat untuk meningkatkan kualitas kemampuan personil kelompok Instrumentasi & kalibrasi khususnya dan di UPT Balai Keteknikan pada umumnya.

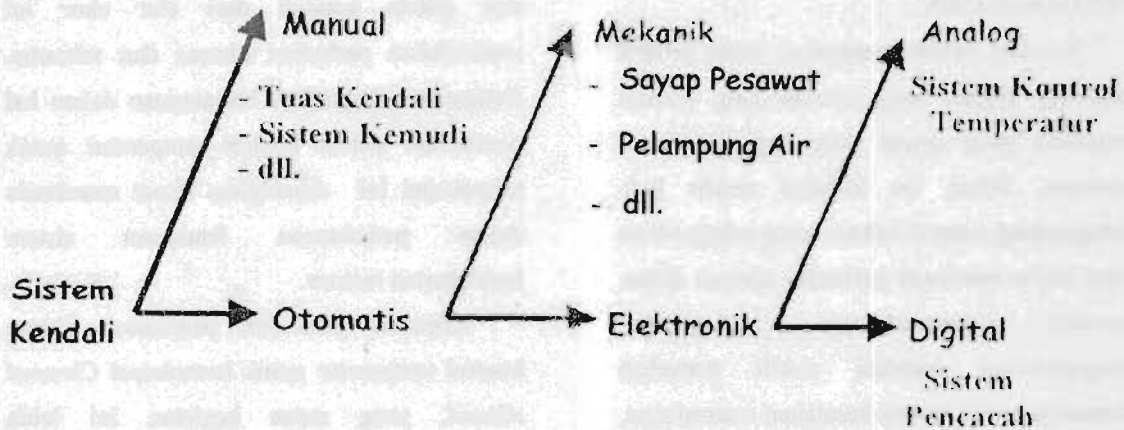
TEORI

Termokopel sebagai alat pengukur suhu perlu dijamin kehandalannya serta akurasi pengukurannya dalam berbagai kondisi. Termokopel Chromel-Alumel yang sering dipergunakan dalam sistem keteknikan dapat dibuat sendiri kemudian dikalibrasi dan dievaluasi unjuk kerjanya. Dengan meningkatkan kemampuan dalam hal pembuatan termokopel akan dapat memahami fenomena keandalan alat ukur tersebut serta meningkatkan akurasinya.⁽¹⁾

Dalam pengoperasian dan pengendalian termokopel ini selalu terkait erat dengan fungsi instrumentasi yang ada, salah satunya adalah pengukur temperatur yang dapat berfungsi

sebagai indikator ataupun kontrol yang bisa berdampak pada fungsi keselamatan dan kehandalan sistem itu sendiri. Pengaturan batas temperatur yang dikehendaki sangat berguna untuk meningkatkan fungsi keselamatan dan kehandalan sistem pengendalian.

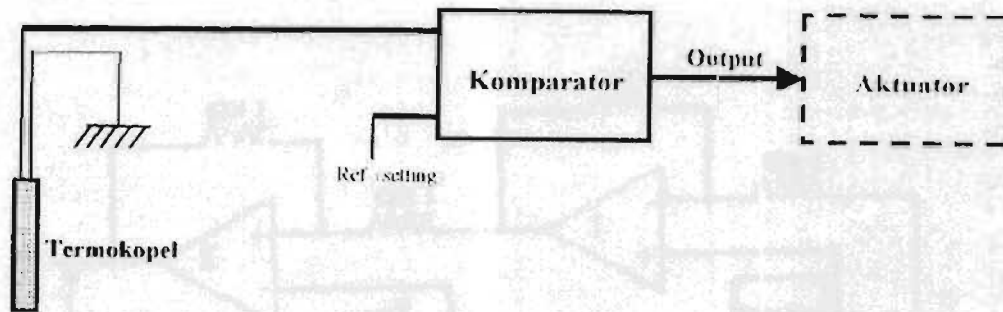
Pengendalian suatu sistem pada dasarnya ada 2 cara, yaitu cara manual dan cara otomatis, yang dalam aplikasinya dapat divariasikan sesuai dengan kebutuhan dan kondisi dari sistem yang ada. Berbagai metode pengendalian yang divariasikan untuk pengendalian sistem seperti ditunjukkan dalam Gambar 1 :



Gambar 1. Variasi Sistem Kendali

Pembahasan disini lebih ditekankan pada kendali otomatis secara elektronik, yaitu untuk sistem kendali otomatis secara elektronik yang diterapkan pada kontrol temperatur untuk

termokopel Cr-Al. Adapun logika kontrol dari sistem kendali ini dapat digambarkan dalam bentuk bagan seperti dalam Gambar 2.



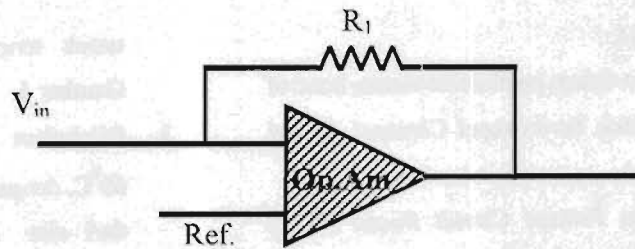
Gambar 2. Bagan Logika Kontrol dari Sistem Kendali Temperatur

Komparator berfungsi untuk membanding tegangan dari Termokopel dengan Tegangan Referensi, sedangkan **Aktuator** berfungsi untuk melaksanakan tindakan kendali.⁽²⁾

1. Alat Kendali Temperatur dibuat dengan menggunakan Op.Amp. dari tipe LM-741 sebagai komponen dasar⁽⁵⁾, seperti terlihat dalam Gambar 3.

METODOLOGI

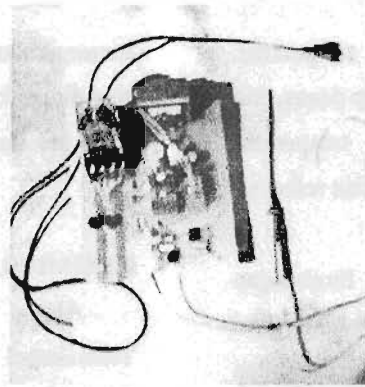
Metodologi yang dilaksanakan dalam penelitian ini adalah dilakukan secara eksperimental, dengan menggunakan bahan dan peralatan yang ada, yang meliputi :



Gambar 3. Rangkaian Aplikasi Op-Amp.

2. Komponen Op.Amp. dalam rangkaian instrumentasi ini berfungsi sebagai summer (penjumlah tegangan).⁽²⁾ Rangkaian

lengkap dari sistem ini dapat dilihat pada Gambar 4.

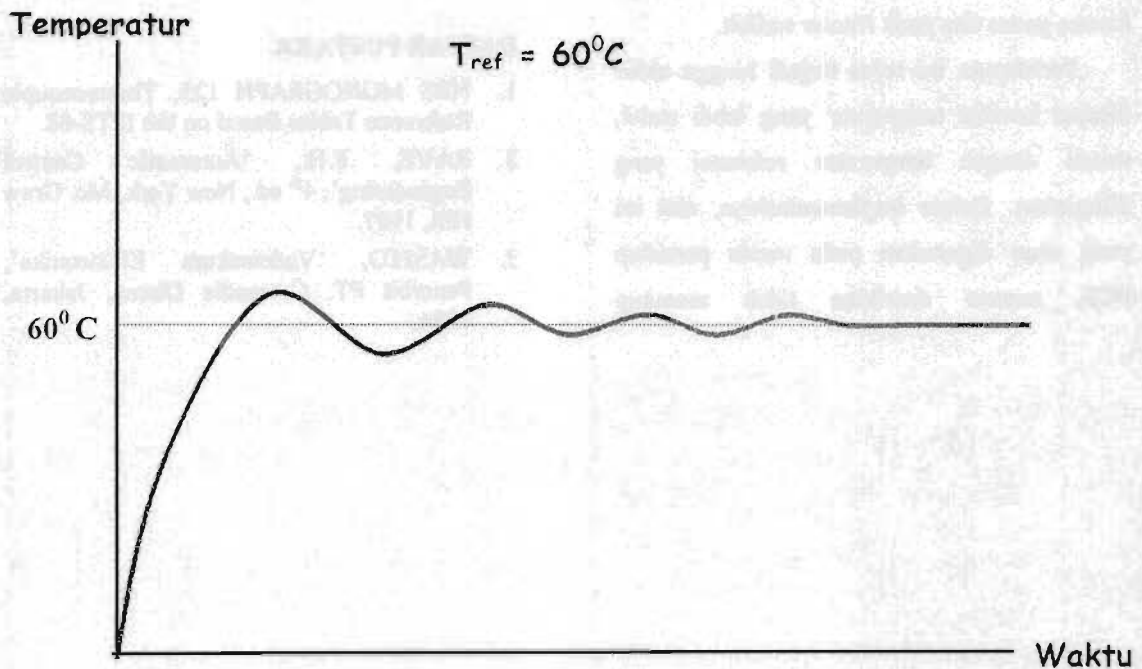


Gambar 5. Foto peralatan sistem kendali temperatur.

PEMBAHASAN

- Alat kendali Temperatur setelah di set untuk $T_{ref} = 60^{\circ}\text{C}$, ketika temperatur medium dari *Fludised Bath* melewati 60°C ,

indikator alat kendali menunjukkan OFF, dan ketika temperatur medium diturunkan kembali menjadi di bawah 60°C indikator Alat kendali menunjukkan ON.



Gambar 6. Perubahan temperatur terhadap waktu sebagai dampak pengendalian *Heater* oleh sistem kendali temperatur.

Pola *damping* (peredaman) temperatur seperti pada Gambar 6 di atas terjadi, karena ketika naiknya temperatur medium akibat

pemanasan oleh *Heater* melewati temperatur referensi ($T_{ref} = 60^{\circ}\text{C}$), maka arus listrik ke arah *Heater* akan putus (*OFF*) sebagai dampak

pengendalian dari sistem kendali temperatur. Namun demikian *Heater* masih tetap panas, dan panas sisa ini akan menaikkan temperatur medium hingga melampaui temperatur referensi (*peak* kurva di atas 60°C).

Selanjutnya pendinginan oleh lingkungan (temperatur lingkungan lebih rendah dari temperatur referensi 60°C), akan menurunkan temperatur medium hingga di bawah temperatur referensi 60°C , dan hal ini akan memicu sistem kendali temperatur untuk mengalirkan kembali arus listrik ke arah *Heater* (*ON*). Pemanasan sebentar dari *Heater* akan melewati temperatur referensi ($T_{ref} = 60^{\circ}\text{C}$), sehingga arus listrik ke arah *Heater* akan *OFF* kembali, namun *peak* kurva tidak setinggi *peak* kurva sebelumnya karena panas sisa pada *Heater* sedikit.

Peredaman ini terus terjadi hingga akhir dicapai kondisi temperatur yang lebih stabil, sesuai dengan temperatur referensi yang diinginkan. Dalam implementasinya, alat ini yang akan digunakan pada mesin pencelup PCB, namun demikian tidak menutup

kemungkinan dalam implementasinya alat ini bisa digunakan sebagai alat kendali temperatur untuk peralatan yang digunakan pada industri kecil.

KESIMPULAN

Alat Kendali Temperatur untuk Termokopel Cr-Al sampai saat ini telah dapat dibuat dan telah dilakukan uji fungsi.

Alat Kendali ini akan diimplementasikan langsung pada mesin pencelup PCB, sebagai stabilizer temperatur.

Namun demikian alat kendali temperatur ini juga dapat difungsikan sebagai kendali temperatur atau *stabilizer* temperatur secara umum.

DAFTAR PUSTAKA

1. NBS MONOGRAPH 125, Thermocouple Reference Tables Based on the IPTS-68.
2. RAVE, F.H., 'Automatic Control Engineering', 4th ed., New York, Mc. Graw Hill, 1987.
3. WASITO, 'Vademekum Elektronika', Penerbit PT. Gramedia Utama, Jakarta, 1984.

DISKUSI

Pertanyaan : Surip Widodo

Apakah pada temperatur 60°C pemanas akan hidup dan mati (terus menerus) ?

Jawaban : Piping Supriatna

Pada $T = 60^{\circ}\text{C}$ Heater off, akan kembali jika $T < 60^{\circ}\text{C}$, untuk selanjutnya akan digunakan switch khusus supaya frekwensi on/off bisa direndam.

Pertanyaan : Hendro Tjahjono

Seberapa besar frekwensi suhu yang dicapai dalam usaha mempertahankan suhu tertentu ?

Jawaban : Piping Supriatna

Pada awal perubahan switch on /off frekwensi temperatur cukup besar (nilainya belum diamati secara teliti), tapi makin lama frekwensi makin mengecil hingga temperatur jadi stabil.

Pertanyaan : Sumijanto

Apakah ada beda respon dalam pengaturan suhu untuk pemanas daya rendah dan pemanas daya tinggi (antara 100 watt dan 1000 watt) ? untuk suhu 60°C ?

Jawaban : Piping Supriatna

Untuk daya rendah, pemanasan lambat dan untuk daya tinggi, pemanasan cepat proses on/off tetap mengikuti kendali jika jika $T > 60^{\circ}\text{C}$ heater off.

Pertanyaan : Histori

Apakah output dari rangkaian Op Amp tersebut berupa tegangan negatif ?

Jawaban : Piping Supriatna

Untuk summer, penjumlahan/pengurangan tegangan input sesuai tanda + dan - pada summer.