

PERBAIKAN DAN UJI FUNGSI TUNGKU THERMOLYNE MODEL 46100

Sugeng Rianto, Yatno DA, Triarjo, Mahpudin
Pusat Teknologi Bahan Bakar Nuklir – BATAN
Kawasan PUSPIPTEK, Serpong, Tangerang

ABSTRAK

PERBAIKAN DAN UJI FUNGSI TUNGKU THERMOLYNE MODEL 46100. Telah dilakukan perbaikan dan uji fungsi Tungku thermolyne Model 46100 di ruang HR-05 Instalasi Elemen Bakar Eksperimental (IEBE). Perbaikan tungku *thermolyne* dilakukan dengan tujuan untuk mengganti sistem pengendali suhu yang rusak agar dapat beroperasi normal kembali. Setelah dilakukan perbaikan, uji fungsi tungku dilakukan dengan suhu target pertama 200 °C dan target kedua 300 °C dengan kecepatan pemanas 5°C/menit. Hasil uji fungsi alat tungku *thermolyne* menunjukkan kenaikan suhu dengan kesalahan pembacaan tampilan proses terhadap set point sebesar 0,863 %, kesalahan pembacaan untuk penahanan pada suhu untuk 200 °C sebesar 0,318 % dan untuk 300 °C sebesar 0,242 %. Dapat disimpulkan bahwa perbedaan suhu antara set point dengan tampilan proses dengan menggunakan kendali baru ini menunjukkan tidak ada perbedaan yang signifikan dengan angka kesalahan rata-rata pola tungku mempunyai toleransi di bawah 1%^[1]. Dengan kondisi ini diharapkan tungku bisa digunakan kembali sebagai mana mestinya.

Katakunci : Perbaikan, *tungku Thermolyne*, Uji Fungsi

PENDAHULUAN

Tungku listrik *Thermolyne* model 46100 (Gambar 1) di ruang HR-05 dari Instalasi Elemen Bakar Eksperimental, PTBN-BATAN, merupakan alat pendukung yang sangat penting dalam penelitian proses pabrikasi elemen bakar nuklir dengan suhu maksimum hingga 1700°C.^[3]



Gambar.1. Tungku *Thermolyne* model 46100

Kendali suhu tungku menggunakan modul kendali suhu buatan *Euroterm tipe 2408* dengan model kendali PID (*Proportional Integral Derivative*). Dalam perjalanan operasinya, modul kendali suhu tersebut telah rusak sehingga tidak mampu lagi mengendalikan suhu di dalam tungku. Hasil analisis kerusakan yang dilakukan, menunjukkan bahwa modul kendali suhu mengalami kerusakan pada bagian sistem penampil (*display*) digitalnya, sehingga perlu penggantian modul kendali suhu secara keseluruhan. Modul diganti dengan jenis modul yang sama.

TEORI

Sistem Instrumentasi digambarkan sebagai "*the art and science of measurement and control*" atau dengan kata lain adalah seni dan ilmu pengetahuan dalam penerapan alat ukur dan sistem pengendalian pada suatu obyek untuk tujuan mengetahui harga numerik variable suatu besaran proses dan juga untuk tujuan mengendalikan besaran proses supaya berada dalam batas daerah tertentu atau pada nilai besaran yang diinginkan (*set point*)^[4]. Khusus untuk sistem tungku *thermolyne*, parameter yang dijadikan acuan adalah pengukuran dan pengendalian besaran proses suhu (*temperature*). Sistem pengendalian proses terdiri atas beberapa unit komponen antara lain ; sensor/transduser yang berfungsi menghasilkan informasi tentang besaran yang diukur, *transmitter* yang memproses informasi atau sinyal yang dihasilkan oleh sensor/transduser agar sinyal tersebut dapat ditransmisikan. Pengendali berfungsi membandingkan sinyal pengukuran dengan nilai besaran yang diinginkan (*set point*) dan menghasilkan sinyal komando berdasarkan strategi kontrol tertentu, serta *actuator* yang berfungsi mengubah masukan proses sesuai dengan sinyal komando dari pengontrol.^[1]

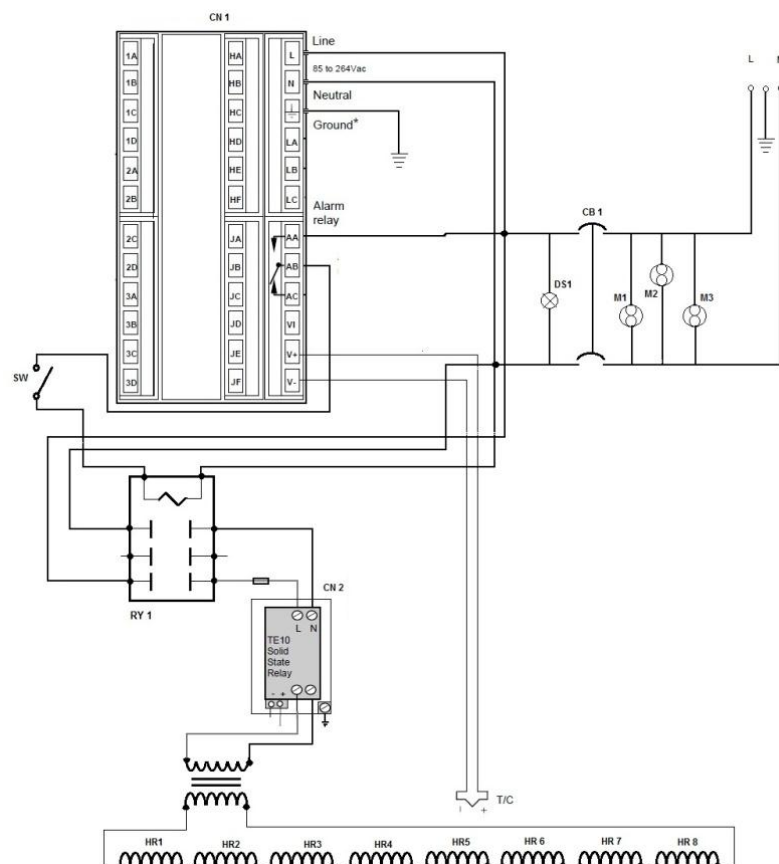
Secara umum blok diagram sistem pengendali untuk tungku *thermolyne* ditunjukkan pada gambar 2. Sistem tungku terdiri dari ^[2] :

1. Instalasi tungku yang terdiri dari 8 pemanas yang terpasang secara seri.
2. Pengendali Daya (*power controller*) berfungsi sebagai *driver* pemanas. Tipe yang digunakan pada tungku *thermolyne* adalah tipe TE 10 model *solid state relay* buatan Euroterm.
3. Sensor Termokopel berfungsi untuk membaca suhu tungku. Tipe yang digunakan adalah tipe B yang mempunyai batasan pengukuran maksimum 1700 °C.
4. Pengendali (*controller*) yang berfungsi untuk mengendalikan sistem tungku, menggunakan model Euroterm tipe 2408 dengan sistem pengendalian berbasis

```

graph LR
    SP[Set Point  
0 - 1700 °C] -- "+" --> Sum(( ))
    PV[Process Value] -- "-" --> Sum
    Sum --> PID[Pengendali PID]
    PID --> Sat[Pengendali Daya]
    Sat --> Heater[Alat Pemanas]
    Heater --> PV
    PV --> Sensor[Sensor Termokopel]
    Sensor --> Sum
  
```

Gambar *wiring* sistem tungku *thermolyne* secara lengkap ditunjukkan gambar 3 dibawah ini.



Gambar.3. Blok *wiring* diagram Tungku *Thermolyne* model 46100^[3]

TATA KERJA

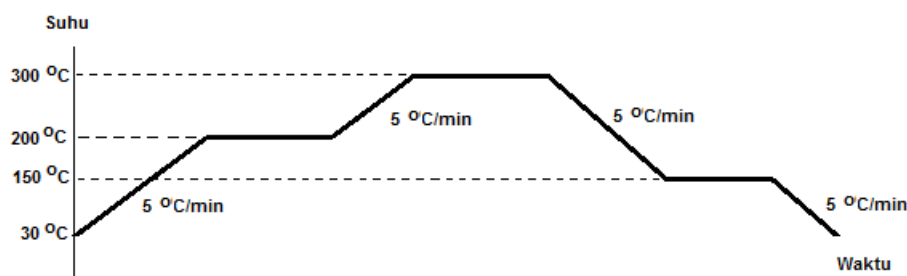
Penggantian modul kendali berlangsung melalui tahapan proses teknis yang diawali oleh proses pelacakan dan analisis kerusakan mencari penyebab tidak berfungsinya sistem tungku. Hasil dari analisis kerusakan menyimpulkan bahwa modul kendali suhu telah rusak dan diganti dengan modul sejenis. Tabel 1 adalah Spesifikasi teknis *hardware* untuk modul kendali suhu tungku *thermolyne*.

Tabel.1. Spesifikasi pengendali tungku *Thermolyne* ^[3]

Spesifikasi	Keterangan
Tegangan Kerja	85-264Vac, maksimum 15 watt
Termokopel	B
Pengendalian	PID , On/Off or motorized valve control
Jenis Output	Relay: 2A, 264Vac resistive Logic: 18Vdc, 20mA Triac: 1A 264Vac <i>resistive</i> DC: 0-20mA or 0-10Vdc <i>configurable</i>
Interface dengan operator	Seven segmen display dan keypad
Lingkungan operasi	0-55°C, 0-90% RH <i>non-condensing</i>
Panel Sealing	IP65, plug-in from front panel

Dari tabel 1 tersebut, untuk *supply* tegangan kerja sebesar 220Vac sudah ada dalam *range* pengendali. Termokopel dipakai tipe B sebagai masukan pengendali dengan pengendalian model PID. Jenis keluaran (*output*) pengendali adalah arus 0 – 20 mA.

Untuk model pola kerja modul kendali pada tungku dibuat program yang tersusun dari 8 (delapan) langkah (*segmen*). Program terdiri dari 4 (empat) kenaikan/penurunan suhu dan 4 (empat) kali penahanan suhu. *Setting* program ini dibuat di awal sebelum melakukan pengujian tungku dengan prosedur program sesuai dengan manual yang ada. Gambar 4 merupakan sketsa pola yang diinginkan dan dimasukkan sebagai program ke modul kendali suhu.



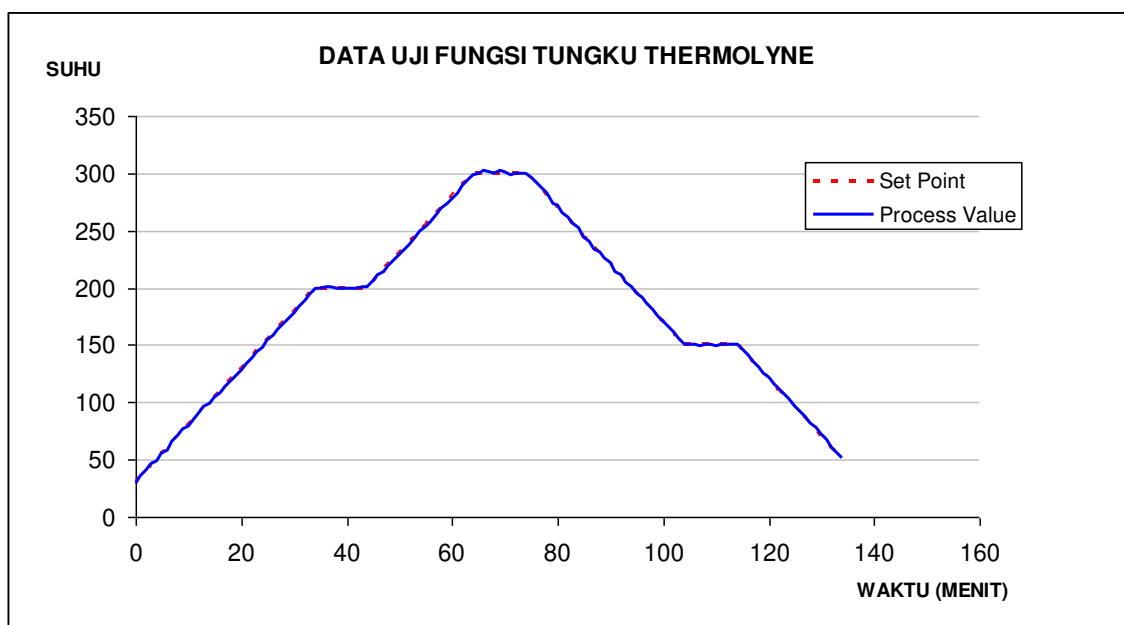
Gambar.4. Pola kerja modul kendali Tungku *Thermolyne* ^[3]

HASIL DAN PEMBAHASAN

Sistem tungku dengan modul kendali baru telah diujicoba dan berhasil sesuai dengan kondisi operasi yang diinginkan. Uji coba proses tungku dilakukan dengan parameter operasi sebagai berikut:

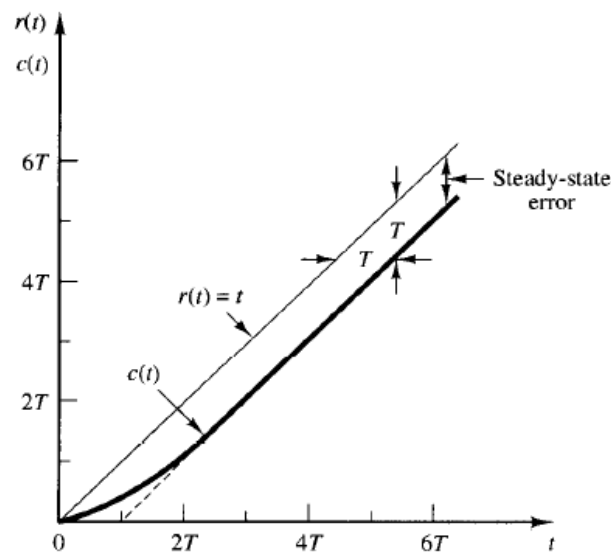
- Suhu target pertama 200 °C, waktu pemanasan pada suhu puncak dipertahankan selama 10 menit, kecepatan pemanasan 5 °C/menit.
- Suhu target kedua 300 °C, waktu pemanasan pada suhu puncak dipertahankan selama 10 menit, kecepatan pemanasan 5 °C/menit.
- Suhu target ketiga 150 °C, waktu penurunan dari suhu puncak dipertahankan selama 10 menit, dengan kecepatan penurunan panas 5 °C/menit.
- Suhu target keempat 50 °C, waktu kecepatan penurunan panas 5 °C/menit.

Data hasil ujicoba dan pengujian dapat dilihat pada Gambar 5 dibawah ini.



Gambar.5. Hasil uji fungsi dan pengujian Tungku *Thermolyne*

Dari Gambar 5 diatas, untuk menentukan besar *steady state ramp error* ditentukan gambar 6 di bawah ini.

Gambar.6. *Steady state ramp error* ^[5]

Prosentase *steady state ramp error* ditentukan dengan persamaan :

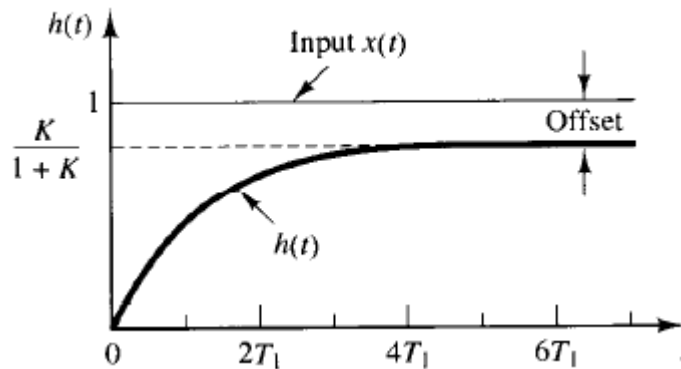
$$\% \text{ Error} = \frac{\text{abs} (SP - PV)}{SP} \times 100\%$$

Hasil pengujian untuk error stady state menunjukkan sebagai berikut :

- Suhu *ramp* target pertama 200 °C dengan kecepatan pemanasan 5 °C/menit didapat kesalahan 1,249 %
- Suhu *ramp* target kedua 300 °C dengan kecepatan pemanasan 5 °C/menit didapat kesalahan 0,478 %
- Suhu *ramp* target ketiga 150 °C dengan kecepatan penurunan panas 5 °C/menit didapat kesalahan 0,497%

Dari ketiga *error ramp* diatas didapat kesalahan kenaikan suhu sebesar 0,863 %. Hasil ini cukup baik karena kesalahan pengendalian dalam manual maksimum yang diperbolehkan sebesar 3%.

Untuk menentukan besar ramp error ketika suhu penahanan ditentukan gambar 7 di bawah ini.

Gambar.7. Steady state error^[5]

Prosentase *steady state error* atau *offset* ditentukan dengan persamaan :

$$\% \text{ Error} = \frac{\text{abs} (SP - PV)}{SP} \times 100\%$$

Hasil pengujian untuk error stady state menunjukkan sebagai berikut :

- Suhu penahanan target pertama 200 °C didapat kesalahan sebesar 0,318 %
- Suhu penahanan target kedua 300 °C didapat kesalahan sebesar 0,242 %
- Suhu penahanan target ketiga 150 °C didapat kesalahan sebesar 0,303 %

Dari ketiga *error steady state* diatas didapat kesalahan rata-rata sebesar 0,288%. Hasil ini cukup baik karena kesalahan pengendalian dalam manual maksimum yang diperbolehkan sebesar 1%.

KESIMPULAN

Sistem tungku listrik *thermolyne* model 46100 yang rusak pada modul kendali suhunya, telah berhasil diganti menggunakan modul kendali yang sejenis, dan sistem tungku saat ini dapat beroperasi kembali. Kemampuan operasi sistem tungku mampu menyimpan pola atau program sebanyak 8 segmen program dengan 4 pola kenaikan dan 4 pola penahanan. Kesalahan pembacaan tampilan proses terhadap set point untuk kenaikan (*error ramp*) sebesar 0,863 %. Kesalahan pembacaan untuk kondisi tunak (*error steady state*) pada suhu 200°C sebesar 0,318% dan 300 °C sebesar 0,242%. Dengan perbedaan suhu antara set point dengan tampilan proses ini didapat hasil cukup baik karena target kesalahan pengendalian dalam manual maksimum adalah 1% dan tidak ada perbedaan yang signifikan.

DAFTAR PUSTAKA

- [1]. SMITH, CARLOS A & CARRIPIO, ARMANDO B, “*Principles And Practice Of Automatic Process Control*”, 2nd Edition, John Wiley & Sons, Inc.
- [2]. NGATIJO, SAUD MT, A PAID, “ Kalibrasi Tungku *Thermolyne* F46110CM-33”, Prosiding Seminar Pengelolaan Perangkat Nuklir, Serpong , 2008.
- [3]. ANONIM, “High Temperature Muffle Furnance, Operating Manual and Part List” Barnstead International.2002.
- [4]. Gunterus, Frans. *Falsafah Dasar: Sistem Pengendalian Proses*. ElexMedia Komputindo.2007
- [5]. OGATA, KATSUHIKO. “*Modern Control Engineering*”, 3rd Edition, Prentice Hall International Inc. 1997.