

ANALISIS PENGARUH PENAMBAHAN JUMLAH PELAT TERHADAP UNJUK KERJA PENUKAR KALOR REAKTOR TRIGA 2000

Henky P. Rahardjo, V. I. S. Wardhani
PTNBR - BATAN, Jl. Tamansari 71 Bandung, 40132

ABSTRAK.

ANALISIS PENGARUH PENAMBAHAN JUMLAH PELAT TERHADAP UNJUK KERJA PENUKAR KALOR REAKTOR TRIGA 2000. Untuk mengurangi adanya gelembung di dalam teras reaktor TRIGA 2000 Bandung pada daya di atas 1000 kW adalah dengan meningkatkan efektivitas penukar kalor(HE). Salah satu cara untuk peningkatan efektivitas tersebut yaitu dengan menambah jumlah pelat di dalam HE. Supaya penambahan jumlah pelat sesuai dengan yang diinginkan, maka perlu dilakukan suatu analisis untuk melihat perbandingan unjuk kerja dalam beberapa variasi penambahan pelat. Analisis dilakukan dengan metode NTU-Efektivitas. Batasan variabel yang berpengaruh terhadap efektivitas diambil dari pengalaman operasi sejak tahun 2000 sampai 2005. Selain itu diasumsikan bahwa sifat-sifat fluida kerja tidak berubah banyak terhadap suhu dan tekanan serta endapan pengotor pada pelat HE kecil. Hasil yang diperoleh menyatakan bahwa penambahan jumlah pelat akan menaikkan efektivitas penukar kalor. Akan tetapi untuk laju alir primer yang rendah(600 gpm) dan laju alir sekunder yang tinggi(6000 lt/menit.) kenaikan efektivitasnya kecil walaupun jumlah pelat ditambah, dan efektivitasnya sudah di atas 98 %.

Katakunci: jumlah pelat, penukar kalor, reaktor TRIGA 2000

ABSTRACT.

THE INFLUENCE ANALYSIS OF ADDITION NUMBER OF PLATE TO HEAT EXCHANGER PERFORMANCE OF TRIGA 2000 REACTOR. In order to reduce the existing bubble in the core of Bandung TRIGA 2000 reactor during its operation above 1000 kW, was done by increasing the effectivity of the heat exchanger (HE). One of the methods for increasing this effectivity is done by adding the number of plate to heat exchanger. To get an appropriate number of plate to be added on achieving its requirement, the analysis to know how the comparison of its performance on variation of addition the number of plate, is needed. The analysis was done by using the NTU-Effectivity method. The variables which influence its effectivity was obtained from the operational experiences since of the year 2000 until 2005. Besides that, it was assumed that the properties of working fluid had not much changed on its temperature and its pressure and small fouling deposit on the plate of HE. The results show that generally the addition of the number of plate would increase the effectivity of the heat exchanger. But for the low flow rate of the primary(600 gpm) and the high flow rate of the secondary(6000 gpm), a little bit of increasing effectivity was obtained for the addition the number of plate, and the effectivity had been reached to above 98%.

Keywords: number of plate, heat exchanger, TRIGA 2000 reactor

1. PENDAHULUAN

Salah satu usaha untuk mengurangi gelembung di dalam teras reaktor TRIGA 2000 Bandung jika beroperasi di atas 1000 kW adalah dengan meningkatkan efektivitas penukar kalor (HE). Dari pengalaman operasi, penukar kalor reaktor TRIGA 2000 yang mempunyai pelat sebanyak 144 buah masih

belum cukup untuk menurunkan suhu masuk tangki reaktor. Hal ini terbukti dengan adanya suhu yang keluar HE masih di atas 32 °C, yang berarti tidak sesuai dengan rancangannya (1,2). Dengan kondisi tersebut akan berakibat bertambahnya jumlah gelembung yang ada di dalam teras reaktor saat beroperasi di atas 1000 kW. Melalui kerjasama BATAN-Bandung dengan ANSTO-

- BATAN; 2005 Juni 14-15.
2. Paulus Andi N. Panduan praktis teknik antarmuka dan pemrograman mikrokontroler AT89C51. Jakarta: Elex Media Komputindo; 2003.
 3. Andi Eko P. Belajar mikrokontroler AT89C51/52/55. Yogyakarta: Gava Media; 2003.
 4. Malvino A Paul. Digital principles and application. Mc Graw Inc; 1987.
 5. Hall DV. Microprocessor and interfacing programming hardwar. New York: Mc Graw Hill; 1986
 6. MCS – 51 microcontroller family user's manual. Intel Corp; 1984.
 7. M Ibnu Malik. Bereksperimen dengan mikrokontroler 8031. Jakarta: PT Elex Media Komputindo; 1997.
 8. Hamada. Thermistor composition. United States Patent 6270693. 2001 August 7

komputer pribadi, dapat dilihat pada Tabel 5.

3.4. Uji coba karakteristik termistor.

Foto perangkat alat ukur karakteristik listrik termistor secara keseluruhan dapat dilihat pada Gambar 7. Uji coba dilakukan dengan mengukur resistansi termistor yang diletakkan di dalam tungku pemanas yang telah dikontrol dengan alat antarmuka yang dibuat. Setiap perubahan suhu pada tungku pemanas, akan diikuti oleh perubahan resistansi termistor. Contoh hasil pengukuran karakteristik listrik termistor NTC-2 kOhm dengan alat yang dibuat, menggunakan mikrokontroler dan personal komputer secara otomatis dapat dilihat pada Tabel.6 dan Gambar 8. Sebagaimana karakteristik termistor NTC, harga resistansi dari sampel yang diukur menurun dengan peningkatan suhu.

Dari hasil pengukuran karakteristik

listrik termistor NTC pada Tabel 6, diolah menjadi grafik seperti Gambar 9, dengan $\ln R$ (Ohm) dan $1/T$ ($1/^\circ K$) dan didapat gradient kurva sebesar 2142 yang merupakan harga konstanta termistor (B_1) yang diukur.

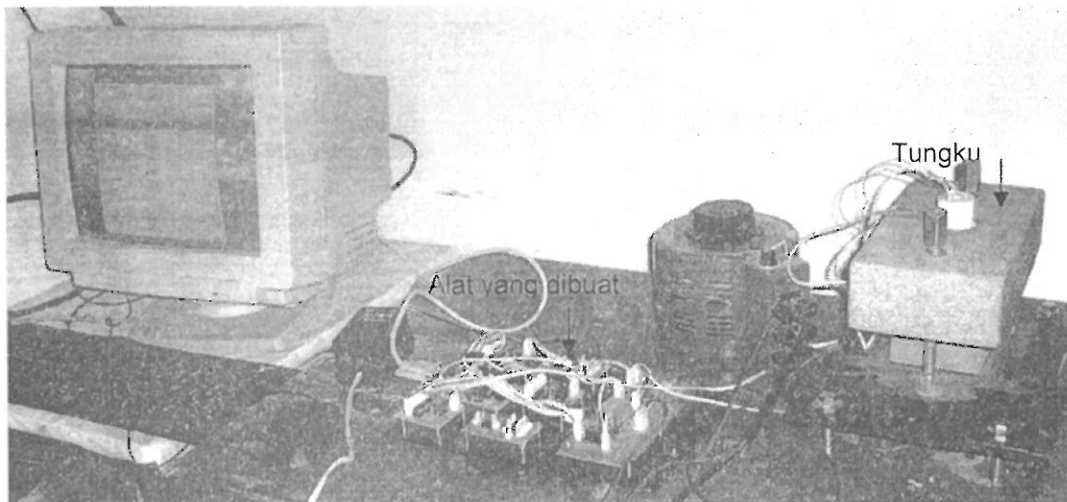
Kemudian sampel termistor NTC tersebut diuji coba dengan menggunakan alat ukur yang terkalibrasi di laboratorium kelompok Fisika Bahan, bidang Fisika PTNBR-BATAN, Bandung.

Uji coba pada temperatur T_0 ($300^\circ K$), didapat $R_0 = 1784$ Ohm.

Uji coba pada temperatur T_1 ($358^\circ K$), didapat $R_1 = 600$ Ohm.

Dari daftar pustaka (8), konstanta termistor B dapat ditentukan dengan menggunakan persamaan :

$$B = \frac{\ln\left(\frac{R_0}{R_1}\right)}{\left(\frac{1}{T_0} - \frac{1}{T_1}\right)} \quad (3)$$



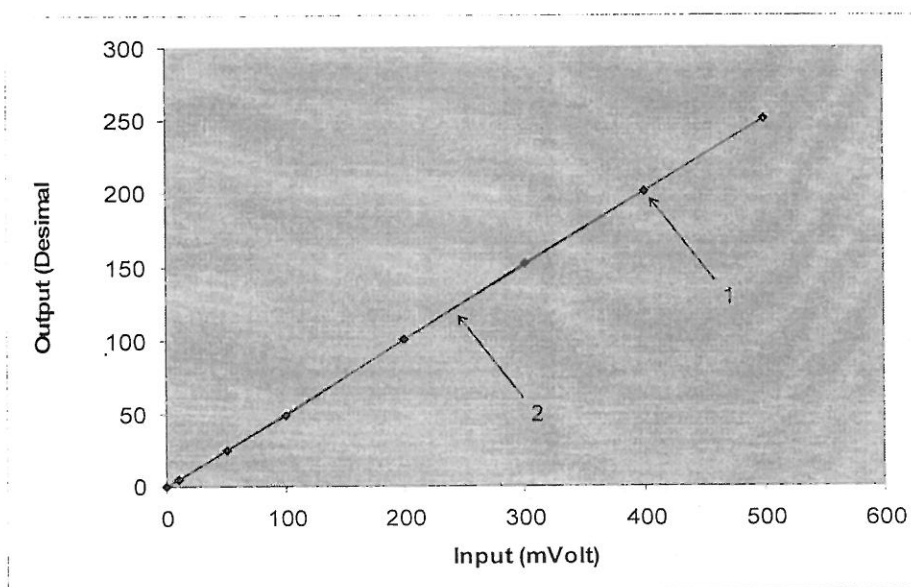
Gambar 7. Foto perangkat alat ukur karakteristik listrik termistor termasuk alat (*interface*) yang dibuat

adalah hasil perhitungan dari perubahan tegangan masukan setiap 10 mVolt, di mana akan terjadi perubahan 1 bit pada keluaran ADC1. Hasil uji coba ADC2 dan perhitungannya dapat dilihat pada Tabel 2 dan grafik antara masukan dan keluaran ADC2 dapat dilihat pada Gambar 4. Garis no.1 adalah hasil uji coba ADC2, sedang garis no.2 adalah hasil perhitungan dari perubahan tegangan masukan setiap 2 mVolt, di mana akan

terjadi perubahan 1 bit pada keluaran ADC2. Hasil uji coba ADC3 dan perhitungannya dapat dilihat pada Tabel 3 dan grafik antara masukan dan keluaran ADC3, dapat dilihat pada Gambar 5. Garis no.1 adalah hasil uji coba ADC3, sedang garis no.2 adalah hasil perhitungan dari perubahan tegangan masukan setiap 2 mVolt, di mana akan terjadi perubahan 1 bit pada keluaran ADC3.

Tabel 3. Hasil uji coba ADC3 dan perhitungannya.

Masukan (mVolt)	Keluaran ADC3.		Hasil perhitungan.	
	Biner	Desimal	Biner	Desimal
0	0000 0000	0	0000 0000	0
10	0000 0101	5	0000 0101	5
50	0001 1001	25	0001 1001	25
100	0011 0001	49	0011 0010	50
200	0110 0101	101	0110 0100	100
300	1001 1000	152	1001 0110	150
400	1100 1001	201	1100 1000	200
500	1111 1011	251	1111 1010	250



Gambar 5. Grafik antara masukan dan keluaran ADC3. Catatan : Garis (1) hasil percobaan, garis (2) hasil perhitungan.

2. Modul yang digunakan untuk pengendalian suhu pada tungku pemanas, dengan pengendali on-off.
3. Modul yang ditujukan untuk pengambilan data dari hasil pengukuran dengan menggunakan 3 buah ADC-0804.

B. Perangkat lunak pada komputer pribadi.

Perangkat lunak pada personal komputer terdiri dari 4 modul yaitu :

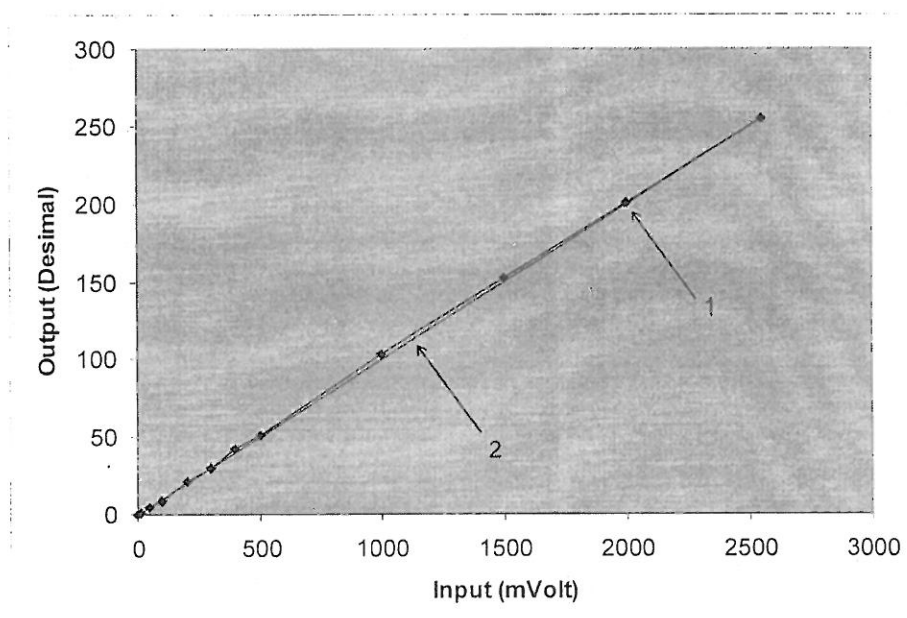
1. Modul untuk komunikasi serial melalui port COM 1 atau COM 2 dengan mikrokontroler.
2. Modul pengiriman data ke mikrokontroler untuk kode kendali suhu dan kode ukur sampel.
3. Modul pembacaan data dari mikrokontroler, hasil pengukuran data.
4. Modul pengolahan data, penampilan data pada layar monitor dan penyimpanan data dalam database.

III. HASIL DAN PEMBAHASAN.

Foto perangkat keras yang dibuat diperlihatkan pada Gambar 6. Untuk mengetahui sampai sejauh mana hasil perancangan dan pembuatan alat ukur karakteristik termistor dapat berfungsi, maka dilakukan uji coba dengan melakukan pengukuran karakteristik listrik sampel.

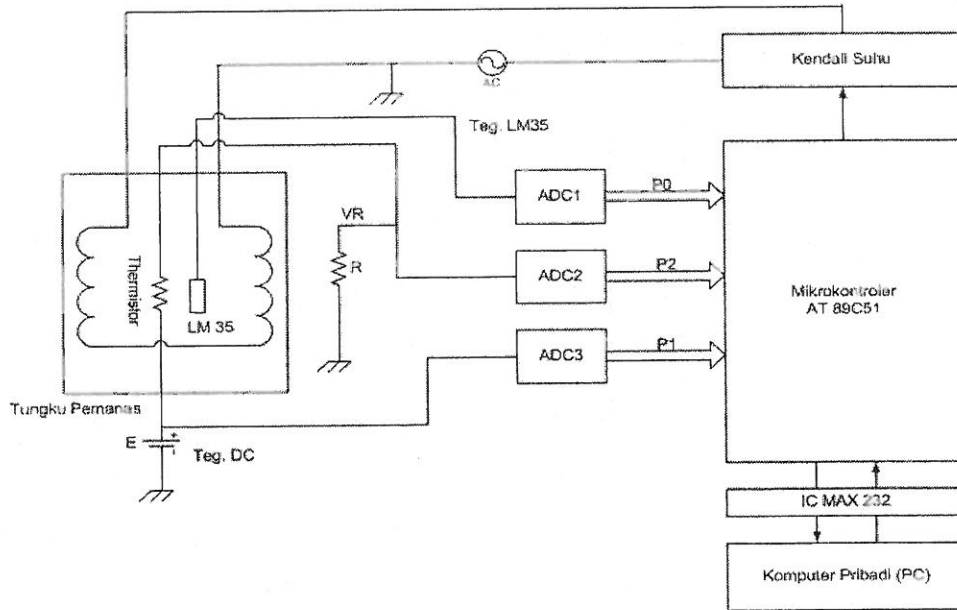
3.1. Uji coba ADC-0804.

Uji coba rangkaian ADC1 dengan diberikan masukan tegangan DC dari 0 mVolt sampai 2550 mVolt, dan hasilnya dalam bentuk bilangan biner. Uji coba rangkaian ADC2 dan ADC3 dengan diberikan masukan tegangan DC dari 0 mVolt sampai 500 mVolt, dan hasilnya dalam bentuk bilangan biner. Untuk ADC1 diatur dengan perubahan tegangan masukan sebesar 10 mVolt, maka terjadi perubahan 1 bit pada keluaran ADC1, hal tersebut untuk menyesuaikan spesifikasi



Gambar 3. Grafik antara masukan dan keluaran ADC1.

Catatan : Garis (1) hasil percobaan, garis (2) hasil perhitungan.



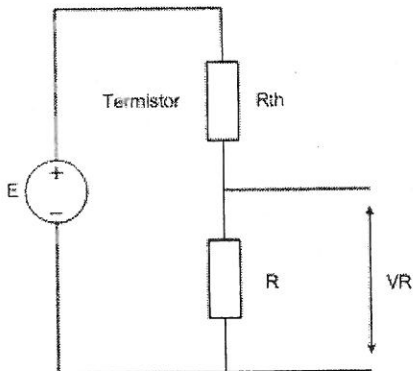
Gambar 1. Diagram blok alat ukur karakteristik termistor.

membaca data pada kanal pin 11 – 18 (output) *ADC-0804* melalui *port-port* tertentu. *Port-port* tersebut yaitu P0 untuk sensor suhu *LM 35*, P1 untuk tegangan referensi *E* dan P2 untuk tegangan *VR* dari termistor. Metode pengukuran resistansi termistor dapat dilihat pada Gambar 2.

$$VR = \frac{R}{R + R_{th}} x E \quad (1)$$

Berdasarkan persamaan (1) di atas dapat ditentukan besarnya resistansi termistor dengan persamaan sebagai berikut :

$$R_{th} = \left(\frac{R}{VR} x E \right) - R \quad (2)$$



Gambar 2. Pengukuran resistansi termistor.

Dari rangkaian Gambar 2. didapatkan persamaan sebagai berikut :

dengan :

- R_{th} = Resistansi termistor.
- R = Resistansi resistor (100 kOhm).
- E = Tegangan sumber (500 mVolt).
- VR = Tegangan resistor

Selanjutnya mikrokontroler akan menyimpan data hasil konversi ke dalam register, dan mengirimkannya ke komputer pribadi. Data hasil pengukuran yang telah diterima oleh komputer pribadi, selanjutnya diolah (diproses) dan ditampilkan pada