

TEKNIK PELACAKAN KERUSAKAN DAN PERBAIKAN TUNGKU PEMANAS KLOORINASI

TUKIMAN
Pusat Rekayasa Perangkat Nuklir - BATAN

ABSTRAK

TEKNIK PELACAKAN KERUSAKAN DAN PERBAIKAN TUNGKU PEMANAS KLOORINASI. Telah dilakukan pelacakan dan penelusuran kerusakan pada tungku pemanas klorinasi pasir zirkon di laboratorium Teknologi Proses PTAPB BATAN. Teknik pelacakan dilakukan dengan cara pengecekan pada sistem pemanas, kontak-kontak mekanik, instalasi listrik dan sensor suhu. Terjadi kerusakan pada sistem pemanas/kawat nikelin yang hubung terbuka/putus. Selanjutnya dilakukan langkah-langkah perbaikan dengan mengganti elemen pemanas berupa kawat nikelin yang putus. Sedangkan pada sistem kelistrikan dilakukan penggantian penghantar berupa kawat NYY 2,5 mm dan selongsong asbes, sensor suhu diganti dengan peralatan/alat ukur dari sistem yang terpisah. Dari hasil perbaikan dan telah dilakukan uji coba pemanasan selama 8 jam terus menerus, dapat disimpulkan bahwa pemanas dapat digunakan untuk proses dengan suhu yang dapat dicapai sampai 1100 °C. Secara disain telah memenuhi persyaratan untuk proses klorinasi.

Kata kunci: Sistem pemanas, perbaikan, temperatur suhu

ABSTRACT

TROUBLESHOOTING AND REPAIR TECHNIQUE FOR CHLORINATION FURNACE. A troubleshooting and repair have been conducted for the chlorination furnace at the technology process laboratory of PTAPB -BATAN. The troubleshooting is began by checking of the heater element, mechanical switches, electric instalation and the temperature sensor. It is found that the heater element has been defective and replacement using nickelin wire is done completed as well as its electric cable to the element using NYY 2.5 mm including its isolation. The temperature sensors are replaced with a new system as they cannot to be repaired. The repaired furnace has been tested for 8 hours continuously at 1100 °C of temperature. It is concluded that the furnace system can be used for the chlorination process after the repair.

Key word: furnace system, reparaire, temperature

I. PENDAHULUAN

Industri nuklir memerlukan bahan struktur berupa logam Zirkonium dan paduannya. Logam tersebut diperlukan sebagai bahan struktur pada pembuatan bahan kelongsong bahan bakar nuklir, tabung tekan dan pipa. Sedangkan hafnium sebagai produk samping dalam pemurnian zirkonium digunakan dalam industri pesawat terbang, roket dan elektronika, dikarenakan logam zirkon mempunyai ketahanan korosi yang

besar baik terhadap asam atau basa, juga mempunyai titik lebur yang tinggi dan mudah dibentuk.

Perkembangan dalam teknologi dan energi nuklir menyebabkan makin bertambahnya permintaan penggunaan logam tersebut untuk bahan kelongsong elemen bakar nuklir, dikarenakan bahan tersebut mempunyai tampang lintang serapan neutron yang rendah. disamping memiliki keunggulan mekanis dan tahan pada suhu tinggi. Di bidang teknologi proses PT APB BATAN telah dilakukan penelitian pembuatan logam zirkon

dengan proses kering yaitu dengan merubah $ZrSiO_4$ menjadi $ZrCl_4$, pada proses ini perlu penambahan karbon untuk mengikat oksigen dari oksida zirkonium diubah menjadi CO_2 . Penambahan karbon ini dilakukan karena reaksi antara zirkonium dioksida dengan gas khlor secara langsung sangat sulit, karena ikatan antara Zr dengan O_2 sangat kuat. Untuk memecah ikatan antara Zr dengan O_2 digunakan karbon pada suhu tinggi antara $900^\circ C - 1100^\circ C$, kemudian Zr akan dilepas dan bereaksi dengan gas Cl_2 menjadi $ZrCl_4$. Dalam proses ini diperlukan tungku pemanas dengan suhu sampai $1000^\circ C$. Pemanasan ini digunakan untuk proses merubah $ZrSiO_4$ menjadi $ZrCl_4$.¹⁾ Sehingga tungku pemanas dalam proses ini sangat diperlukan.

II. DASAR TEORI

Tungku pemanas listrik adalah peralatan yang dapat digunakan untuk memanaskan benda uji/sampel yang bersifat langsung ataupun tidak langsung. Dalam hal ini sampel yang dipanaskan dengan pemanas listrik adalah pasir zirkon. Hantaran panas yang terjadi karena molekul-molekul suatu bahan saling berbenturan, dengan demikian energi panas yang dihasilkan saling meneruskan sehingga panasnya maksimal.

Tidak semua bahan dapat menghantarkan panas sama baiknya, umumnya penghantar-penghantar listrik yang baik juga merupakan penghantar panas yang baik pula. Aliran panas banyak persamaannya dengan arus listrik, oleh karenanya daya hantar jenis untuk panas dapat disamakan dengan daya hantar jenis untuk listrik pada bahan – bahan penghantar yang sama. Bahan kawat pemanas yang banyak digunakan untuk pembuatan elemen pemanas listrik kebanyakan terdiri dari : Campuran chrom nikel, Chrom nikel besi dan Chrom besi aluminium. Supaya elemen lebih tahan lama dicampurkan juga sedikit unsur-unsur yang lain misal kanthal. Kawat untuk elemen pemanas

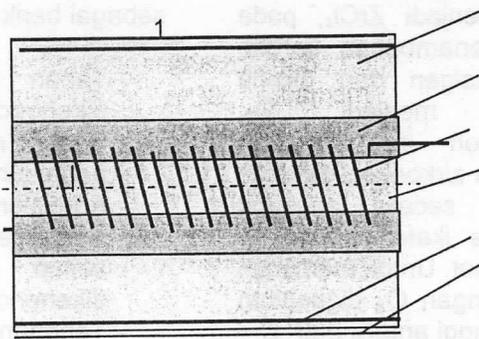
listrik harus memenuhi syarat-syarat sebagai berikut :

- Tahan lama pada suhu yang dikehendaki.
- Secara mekanik harus cukup kuat pada suhu yang berubah-ubah.
- Koefisien muainya harus kecil, sehingga perubahan bentuk pada setiap perubahan suhu yang dikehendaki tidak terlalu besar.
- Tahanan jenisnya harus tinggi.
- Koefisien suhunya harus kecil, sehingga arus kerjanya sedapat mungkin konstan

Bahan-bahan tersebut di atas tahan panas karena membentuk lapisan oksida yang kuat pada permukaannya, sehingga tidak terjadi oksidasi lebih lanjut yang dapat mempengaruhi kekuatan mekanisnya. Logam-logam campuran tersebut di atas dapat digunakan sampai temperatur $1000^\circ C$ hingga $1250^\circ C$.

III. TATA KERJA

Tujuan dari penelusuran dan pelacakan adalah untuk menemukan titik kerusakan pada peralatan, sehingga dapat dilakukan langkah-langkah perbaikan selanjutnya. Sebelum dilakukan perbaikan terlebih dulu dilakukan pemeriksaan secara visual, yang secara garis besar pemanas dikelompokkan menjadi beberapa bagian, diantaranya adalah : Sistem pemanas yang terdiri dari kawat nikellin yang dibentuk seperti spiral, kemudian instalasi listrik dan kontrol suhu serta isolasi yang berfungsi sebagai pengungkung panas sekaligus sebagai penguat elemen pemanas agar tetap menempel pada selongsong keramik. Dari hasil pengelompokan tersebut kemudian dilakukan pemeriksaan dengan alat ukur AVO meter agar dapat diketahui sambungan yang hubung singkat atau hubung terbuka, juga dilihat kontak-kontak mekaniknya. Dari hasil pemeriksaan didapat informasi bahwa pemanas terjadi hubung terbuka, dan



Gambar 1. Tungku Pemanas Listrik

kontak mekanik baut – baut pengikat mengalami korosi dan rapuh, sehingga pemanas harus dibongkar dan didesain ulang dengan mengganti komponen-komponen yang sesuai dengan keadaan komponen peralatan yang diperbaiki. Diharapkan tungku pemanas seperti terlihat pada gambar 1. dapat diperbaiki dan mempunyai karakteristik seperti pada keadaan semula.

Keterangan gambar :

1. Isolasi panas glass wol
2. Isolasi panas (agregat)
3. Elemen pemanas (nikellin)
4. Selongsong/tabung keramik
5. Serat lembaran asbes
6. Pelat besi 1 mm

III.1. Perhitungan Elemen Pemanas.

Data awal sebelum melakukan desain ulang peralatan adalah melihat *name plate* alat, kemudian data itu sebagai dasar untuk penghitungan dan penggantian komponen yang rusak, berikut ini adalah data peralatan berdasarkan *name plate* :

V : Tegangan 220 VAC, I : Arus 9,1 A,
f : Frekwensi : 50 Hz, P : Daya : 2 kW,
T : Suhu : 1100° C.
D : Diameter kawat nikellin : 1,8 mm ,
r : Jari – jari : 0,9 mm.

Dari data tersebut dapat dilakukan perhitungan untuk menentukan panjang kawat nikellin yang diperlukan untuk

pemanas dengan persamaan sebagai berikut :

$$R = \rho \frac{l}{q} \dots \dots \dots (1)$$

Dimana :

- R = Tahanan dalam satuan Ω
- ρ = Tahanan jenis dalam satuan $\Omega\text{m}/\text{mm}^2$.
- l = Panjang penghantar dalam satuan m
- q = Luas penampang dalam satuan mm^2 .

Untuk menghitung luas penampang dengan persamaan sebagai berikut :

$$q = \pi r^2 \dots \dots \dots (2)$$

Dimana :

- q = Luas penampang kawat dalam satuan mm^2 .
- $\pi = 3,14$
- r = jari -jari dalam satuan mm

Menentukan tahanan kawat pemanas dengan hukum Ohm seperti pada persamaan berikut ini :

$$R = \frac{V}{I} \dots \dots \dots (3)$$

Dimana :

- R = Tahanan dalam satuan ohm.
- V = Tegangan dalam satuan Volt.
- I = Arus dalam satuan Amper.

Untuk menentukan besarnya arus dapat digunakan persamaan berikut :

$$I = \frac{P}{V} \dots \dots \dots (4)$$

Dimana :

- I = Arus dalam satuan Amper
- P = Daya listrik dalam satuan Watt
- V = Tegangan listrik dalam satuan Volt

Dari persamaan – persamaan diatas maka dapat dihitung untuk menentukan panjang elemen pemanas sebagai berikut :

$$I = \frac{2000}{220} = 9,09 \text{ A}$$

menentukan panjang kawat nikelin, dengan diameter kawat nikelin $d = 1,8 \text{ mm}$, maka :

$$R = \frac{220}{9,09} = 24,2 \cong 24\Omega$$

Luas penampang kawat nikelin (q) :

$$q = 3,14 \cdot 0,9^2 = 2,543 \text{ mm}^2$$

panjang kawat nikelin (l) :

$$l = \frac{24 \cdot 2,543}{0,3} = 203 \text{ m} \cong 200 \text{ m}$$

III.2. Integrasi dan Pengujian Pemanas

Sebelum kawat nikelin dipasang, terlebih dahulu dibuat spiral yang menyerupai pegas, langkah selanjutnya adalah pemasangan pada selongsong keramik secara melingkar, sehingga membentuk spiral yang mengelilingi seluruh permukaan selongsong keramik, dan dikedua ujung kawat nikelin di baut dan dibungkus isolasi tahan panas yang terbuat dari asbes kemudian disambung ke terminal hubung untuk disambung ke jala-jala listrik.

Untuk memperkuat elemen pemanas agar kuat menempel pada selongsong keramik, maka perlu diberi isolasi yang dapat memperkuat elemen pemanas pada permukaan keramik yaitu berupa campuran batu tahan api, tanah liat dan

silikat dengan perbandingan tertentu, dengan cara dilesterkan pada seluruh permukaan selongsong keramik secara merata dan menyeluruh, dengan syarat ketebalan dapat menutup spiral elemen pemanas. Selanjutnya dilapisi isolasi dari serat asbes yang berupa lembaran serat asbes dan ditambah lagi isolasi panas dari glass wool setebal 15 cm, yang bertujuan untuk mengungkung panas agar tidak terjadi perpindahan panas ke luar melewati sisi-sisinya. Sehingga panas tetap terkungkung di dalam selongsong keramik.

Pengujian pemanas dilakukan beberapa tahap, agar didapatkan karakteristik pemanasan yang baik, tahapan pertama adalah pengeringan isolasi panas yang berupa campuran batu tahan api, tanah liat dan silikat. Pengujian ini berlangsung selama 8 jam terus menerus dengan temperatur 300°C , yang bertujuan untuk pengeringan kandungan air dan memperkeras serta memperkuat *agregat*

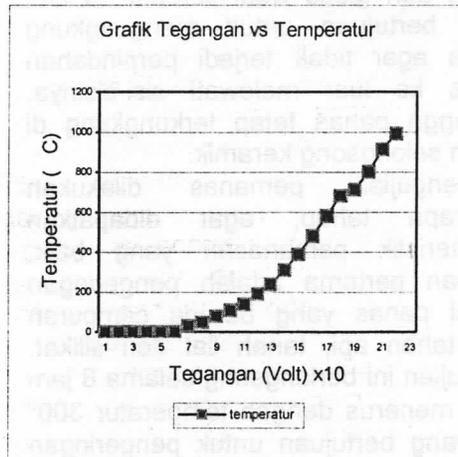
Tahap kedua pengujian untuk mengetahui karakteristik pemanas, pengujian dilakukan dengan menggunakan regulator tegangan agar panas yang ditimbulkan oleh kawat pijar nikelin naik secara bertahap. Hasil pengujian dapat dilihat pada Tabel 1.

Tabel.1 Pengujian elemen pemanas dengan sensor termokopel

No.	Tegangan (Volt)	Waktu (menit)	Temperatur ($^{\circ}\text{C}$)
1.	10	5	Belum terukur
2.	20	5	Belum terukur
3.	30	5	Belum terukur
4.	40	5	Belum terukur
5.	50	5	Belum terukur
6.	60	5	Belum terukur
7.	70	5	30
8.	80	5	50
9.	90	5	80
10.	100	5	110
11.	110	5	140
12.	120	5	190
13.	130	5	240
14.	140	5	310
15.	150	5	390
16.	160	5	480
17.	170	5	580

18.	180	5	680
19.	190	5	710
20.	200	5	800
21.	210	5	910
22.	220	5	1070

Keterangan : alat ukur suhu merk heraus

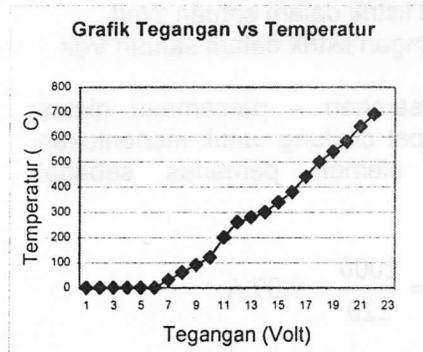


Gambar 2.

Grafik pengujian elemen pemanas dengan sensor termokopel diletakkan di dalam selongsong keramik.

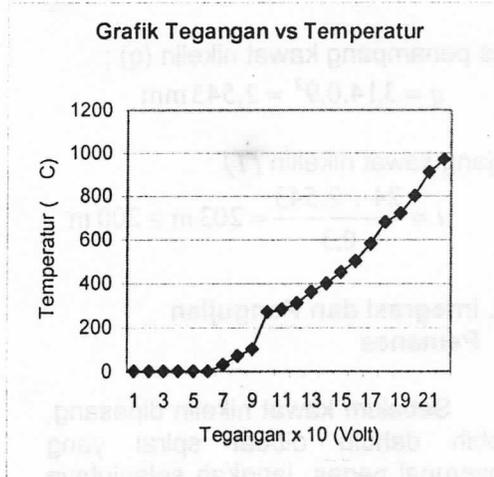
Dilakukan pengujian kedua, dengan menggunakan 2 buah sensor suhu (termokopel) yang ditempatkan pada selongsong keramik, yang secara langsung berdekatan dengan elemen pemanas, dan termokopel satu lagi ditempatkan di luar selongsong tetapi penempatannya diantara isolasi panas dan selongsong keramik. Berikut ini adalah tabel percobaan pengujian tungku pemanas dengan 2 (dua) sensor suhu (termokopel).

Tabel 2. Pengujian elemen pemanas dengan 2 sensor termokopel (didalam dan diluar selongsong keramik)



Gambar 3.

Grafik pengujian elemen pemanas dengan sensor suhu dipasang di luar dinding selongsong keramik.



Gambar 4.

Grafik pengujian elemen pemanas dengan sensor suhu dipasang di dalam dinding selongsong keramik.

IV. PEMBAHASAN

Dari hasil pengujian seperti terlihat pada Tabel 1 maka pemanas dapat digunakan untuk proses yang memerlukan suhu sampai dengan 1000°C. Untuk menghasilkan suhu/panas yang diinginkan dengan cara pengaturan tegangan

menggunakan *regulator*. Pemanas telah memenuhi persyaratan disain yang dikehendaki, seperti halnya pemanas sebelum mengalami kerusakan. Untuk mengurangi konduksi, konveksi dari elemen pemanas, dipasang *isolator* panas dari bahan *glass wool* dan serat asbes setebal 180 mm, yang dipasang secara melingkar mengelilingi permukaan pemanas, dan bagian terluarnya diberi lapisan plat besi setebal 1mm, yang dipasang secara melingkar, sehingga panas yang dihasilkan tetap terkungkung dalam kelongsong keramik yang dimanfaatkan untuk pemanasan sampel.

Pengukuran panas dilakukan dengan termokopel dari alat ukur yang terpisah dari sistem yang dipasang pada dua tempat yang berbeda, yaitu di dalam selongsong keramik dan di luar selongsong keramik.

V. KESIMPULAN

Dari hasil percobaan dan pengujian dapat disimpulkan bahwa pemanas dapat berfungsi dengan baik, dan dapat digunakan untuk pengujian sampel yang memerlukan suhu sampai dengan 1000 °C.

DAFTAR PUSTAKA

- [1]. VAN HARTEN, E. SETIAWAN, 1985. *Instalasi Listrik Arus Kuat*. Bina Cipta Bandung
- [2]. VAN VLAK, NY. SRIATI DJAPRIE *Ilmu dan Teknologi Bahan*, Edisi ke-4 Erlangga – Jakarta.
- [3]. RAMELAN, SOETRISNO, BS ANWIR, 1984. *Listrik Dalam Praktek Jilid I*. Pradnya Paramita Jakarta.
- [4]. BUDI SULISTYO, . *Pembuatan Logam Zirkonium dengan Proses Kering*. Simposium Fisika nasional.