

## TINJAUAN DALAM USAHA PERBAIKAN RUMAHAN DETEKTOR KAMAR FISI (FC)

Didi Gayani, Uha Duhari, M. Saleh, Santoso, Dadang, Ruslan, Odang, Saep, Endang S.  
Pusat Penelitian Teknik Nuklir - Badan Tenaga Atom Nasional

### ABSTRAK

TINJAUAN DALAM USAHA PERBAIKAN RUMAHAN DETEKTOR KAMAR FISI (FC). Detektor kamar fisi merupakan salah satu detektor untuk menentukan daya berdasarkan pengukuran fluks neutron dalam suatu reaktor nuklir. Pendeteksian fluks neutron tersebut dilakukan di dalam tangki reaktor dalam kondisi terendam air dan suhu yang tinggi serta dalam lingkungan radiasi yang tinggi sehingga dalam hal ini memerlukan suatu bangunan rumahan tempat detektor tersebut. Pusat Penelitian Teknik Nuklir telah dua kali melakukan usaha perbaikan rumahan detektor sehingga dapat diambil beberapa kesimpulan bahwa hal yang dapat mengganggu penampilan kerja detektor adalah kerusakan pada konektor atau kabel di dalam rumahan disebabkan oleh panas dan kelembaban yang tinggi sehingga memperburuk pengkawatan dalam rumahan detektor dengan akibat timbulnya resistansi yang terukur antara kabel-kabel. Sedangkan dalam usaha perbaikannya harus diperhatikan cara pengelasan dan pengkawatan antar konektor agar nilai resistansi serta kapasitansi antara kawat-kawat elektroda detektor yang diizinkan dapat dipenuhi.

### ABSTRACT

OBSERVATION ON AN EFFORT TO REPAIR FISSION CHAMBER DETECTOR ASSEMBLY. Fission Chamber Detector is one of detectors to determine the power of reactor based on the measurement of neutron flux in the nuclear reactor. The detection of neutron flux is carried out in the reactor tank in the condition of high temperature, high radiation, and soaked in the water so it's necessary to have a housing of detector. PPTN has repaired two assemblies of detector then some conclusions can be taken that the condition which disturb the performance of the detector is the defect on the connector or the cable in the housing due to heat and high humidity that damage the wiring of cable in the assembly producing the measured resistance between the cable. In order to repair the assembly, the technique of welding and the wiring between the cable must be carefully done so the permissible value of resistance and capacitance between the electrodes of detector can be fulfilled.

### I. PENDAHULUAN

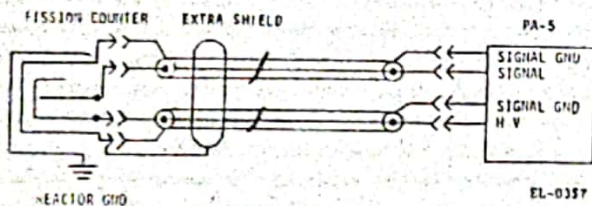
Salah satu detektor yang digunakan untuk menentukan daya reaktor adalah detektor kamar fisi (Fission Chamber). Detektor tersebut ditempatkan sedemikian rupa dalam suatu bangunan rumahan ("housing") yang memungkinkan detektor tersebut dapat digunakan dalam kondisi terendam air pada suhu yang tinggi serta dalam lingkungan radiasi yang tinggi sebagaimana yang terjadi dalam sumur reaktor. Hal ini akan menyangkut perancangan rumahan yang khusus serta memerlukan komponen penunjang yang tahan dalam kondisi tersebut di atas. Detektor-detektor yang digunakan dalam penentuan daya reaktor di Pusat Penelitian Teknik Nuklir adalah detektor kamar fisi (Fission Chamber/FC) untuk pengukuran daya pada kanal logartitmis jangkau lebar dan detektor kamar ionisasi terkompensasi (Compensated Ion Chamber/CIC) untuk pengukuran daya

pada kanal linier. Penggunaan yang kontinyu dalam selang waktu yang lama memungkinkan terjadinya kondisi memburuk dalam hal unjuk kerja detektor tersebut. Hal ini sebenarnya lebih disebabkan oleh pengaruh kelembaban, pengaruh panas, dan akibat radiasi, namun dapat juga diakibatkan oleh hubungan-hubungan pengkawatan pada konektor-konektor di terminal detektor yang jelek. Akibat panas, kelembaban yang berlebih serta radiasi dapat menyebabkan tembaga bahan konektor ataupun keramik isolasi konektor serta kabelnya menjadi rapuh dan rusak. Dalam suatu sistem kontrol daya reaktor Triga Mark II di PPTN detektor kamar fisi digunakan untuk mengukur daya reaktor pada kanal daya logaritmis dan juga penentuan perioda reaktor. Dalam fungsinya tersebut dan dikaitkan dengan sistem pengaman dalam suatu operasi reaktor maka sangat

diharapkan unjuk kerja dari detektor tersebut sebaik mungkin. Sebagai contoh apabila unjuk kerja detektor jelek, sering memberikan kejutan-kejutan sinyal derau yang tidak diharapkan dan ini menimbulkan kenaikan perioda yang palsu sehingga menyebabkan kondisi seram pada operasi reaktor. Pusat Penelitian Teknik Nuklir telah dua kali melakukan perbaikan rumahan dari detektor kamar fisi yang merupakan *patent* dari General Atomic. Salah satu detektor tersebut adalah detektor yang telah digunakan selama hampir 15 tahun dan yang lainnya detektor baru yang rusak sejak kedatangannya. Detektor yang terakhir ini adalah sumbangan dari IAEA.

### BAHAN DAN TATAKERJA

Rangkaian pengkawatn dari detektor kamar fisi ke penguat awal dapat terlihat pada Gambar 1.

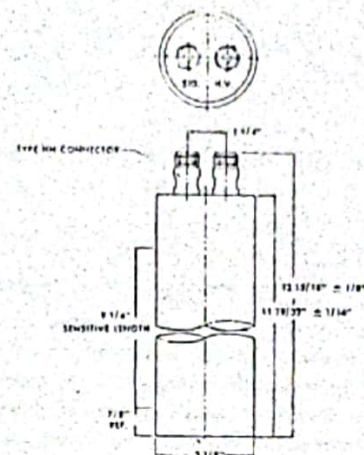


Gambar 1. Pengawatan 2 kabel dari detektor ke penguat awal

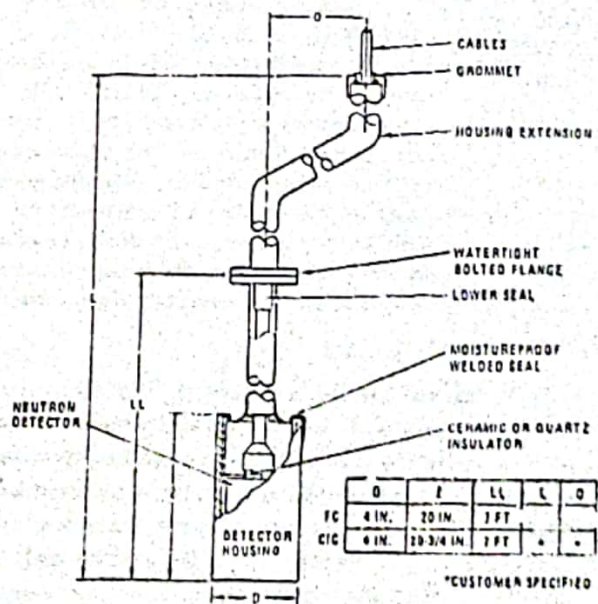
Dua buah terminal keluaran pada detektor tersebut adalah terminal tegangan tinggi untuk memberikan tegangan kerja detektor dan terminal sinyal yang memberikan pulsa keluaran hasil deteksi neutron.

Sedangkan pada Gambar 2 terlihat bentuk fisik dari detektor kamar fisi yang dalam penggunaannya dimasukkan ke dalam suatu rumahan dan ditempatkan dalam sumur reaktor.

Gambar 3 memperlihatkan tampak bagan rumahan detektor yang terbuat dari aluminium. Apabila kita harus memeriksa pengkawatn detektor, kita harus membuka rumahan tersebut. Kerusakan yang terjadi dalam rumahan detektor biasanya karena kontak-kontak yang pada terminal detektor tersebut menjadi buruk



Gambar 2. Tampak bagan fisik detektor kamar fisi



Gambar 3. Tampak bagan rumahan detektor

atau rusak. Hal ini dapat kita deteksi dengan pengukuran resistansi dan kapasitansi antara kabel-kabel keluaran dari terminal pada bagian akhir yang masuk ke penguat awalnya. Detektor yang baik untuk digunakan bila resistansi antara tiap-tiap elektroda tersebut atau antara elektroda dan *ground* menurut referensinya adalah kira-kira  $10^{12} \Omega$  (lihat lampiran 1).

Namun, karena kesulitan alat ukur dan menurut pengalaman, resistansi lebih besar dari  $20 \text{ M } \Omega$  cukup memberikan penampilan yang baik dalam arti tidak memberikan kejutan-kejutan derau yang mengganggu.

Dalam usaha melakukan perbaikan rumahan yang sudah digunakan harus diperhatikan beberapa hal, yaitu:

1. Pendinginan dosis radiasi yang ada pada rumahan tersebut. Rumahan detektor yang telah lama digunakan disimpan dulu sampai dosis radiasi mencapai tingkat yang aman untuk pekerja.
2. Penyediaan bahan pengganti yang diperlukan diantaranya:
  - Konektor pada terminal detektor, HN Connector Amphenol 82-816-1000.
  - Kabel coaxial yang tahan radiasi,
    - a. 10483 coaxial 22AWG Raychem 73-XLPE,
    - atau
    - b. Rockbestos RSS 6105/LE
3. Penyediaan fasilitas pengelasan aluminium dan bengkel.
4. Bahan-bahan keramik untuk penyangga dan sebagai isolator antara badan detektor dan badan rumahan detektor.
5. Alat ukur resistansi dan kapasitansi yang baik.

## HASIL DAN DISKUSI

Gejala kerusakan yang dapat dideteksi dari detektor dalam operasinya dapat kita amati dari 2 pengalaman perbaikan terhadap detektor-detektor tersebut, yaitu:

### 1. Detektor I (S/N 200025)

Detektor ini telah dioperasikan sejak tahun 1978.

- a. Dalam operasinya pada sistem pengukuran banyak memberikan derau yang sangat dominan sehingga tingkat daya rendah dari reaktor sulit dideteksi.
- b. Sering menimbulkan kejutan-kejutan sinyal derau yang tidak diharapkan sehingga mengganggu operasi reaktor, menimbulkan kenaikan perioda yang palsu sehingga menyebabkan *scram* pada operasi reaktor.
- c. Resistansi antara kawat sinyal dan kawat *ground* dari kabel sinyal serta kabel tegangan tinggi relatif rendah di bawah  $5 \text{ M } \Omega$  dan besarnya berfluktuasi.

### Analisis:

- a. Konektor-konektor pada kabel di bagian bawah rusak disebabkan kadar air yang lebih.

### 2. Detektor II (S/N 787029)

Detektor ini tidak dapat dioperasikan sejak kedatangannya

- a. Dicoba dioperasikan pada sistem pengukuran memberikan derau tetapi tidak respon terhadap kenaikan daya reaktor.
- b. Resistansi antara kawat sinyal dan kawat *ground* dari kabel sinyal dan kabel tegangan tinggi lebih dari  $20 \text{ M } \Omega$ , tetapi resistansinya antara kawat *ground* dari kabel sinyal dan kabel tegangan tinggi tidak terukur.

### Analisis:

- a. Kemungkinan salah satu kawat *ground* terputus.
- b. Kemungkinan terjadi kerusakan pada konektor-konektor pada terminal bagian bawah.

### Tahap-tahap dalam perbaikan detektor

Usaha perbaikan terhadap perangkat detektor tersebut dibagi dalam dua selang waktu sehingga pengalaman perbaikan detektor I serta pengamatan hasil perbaikannya memberikan masukan bagi usaha perbaikan detektor II. Tahap-tahap dalam perbaikan rumahan detektor tersebut dapat diuraikan dalam beberapa kegiatan:

1. Pendinginan dosis radiasi dari detektor bekas pakai dalam sumur reaktor sampai mencapai tingkat yang aman bagi pelaksana perbaikan. Hal ini dengan cara menyimpan detektor tersebut dalam bak penyimpanan untuk waktu yang berbulan-bulan, sampai mencapai dosis radiasi yang diizinkan bagi pelaksanaan.
2. Membongkar rumahan detektor dengan cara *mem-frais* bagian atas rumah detektor dengan maksud menarik detektor bersama kabelnya dari rumah detektor (Gambar 3).
3. Penggantian konektor-konektor pada terminal detektor serta bagian kabel yang rusak. Penggantian konektor harus dilakukan secara rapih, bersih, dan teliti serta menggunakan komponen yang tahan panas serta radiasi yang tinggi sehingga harus ditentukan konektor mana yang dapat ditempatkan pada bagian bawah yang panas dan yang

ditempatkan pada bagian atas yang tidak panas. Juga diperhatikan klem baud pengikat kabel bagian dalam sehingga memungkinkan kontak yang baik antara *ground* kabel dengan bagian badan dari detektor dan kasa selubung dari selubung kabel luar (ekstra shielded cable). Pengukuran resistansi dan kapasitansi dilakukan untuk menguji pengkawatan yang baik. Resistansi antar elektroda harus lebih dari 20 M  $\Omega$  dan kapasitansinya dalam orde di bawah 1 nF.

4. Setelah semua pengkawatan terhubung dengan baik, maka dilakukan pengelasan aluminium terhadap bagian atas rumahan detektor yang sebelumnya di *frais*. Pengelasan harus hati-hati dengan menggunakan pendingin es kering di sekeliling bahan yang akan dilas. Pengelasan bagian permukaan yang melingkar tersebut dilakukan secara terhenti-henti pada kira-kira 2 cm dengan waktu istirahat kira-kira 30 detik dengan tetap memperhatikan sediaan es kering.
5. Setelah pengelasan dilakukan pengukuran resistansi dan kapasitansi lagi untuk meyakinkan tidak adanya kondisi yang rusak.
6. Pengujian kebocoran pengelasan dengan melakukan peniupan selongsong kabel detektor dengan gas argon pada tekanan 25 kg/cm<sup>2</sup>. Pengujian dilakukan dengan membasuh bagian yang dilas dengan cairan sabun. Penggunaan gas argon dimaksudkan agar gas tekan bersih dan tidak bercampur air.
7. Pengukuran resistansi dan kapasitansi antara kabel-kabel kembali dilakukan untuk mengetahui tidak adanya kelainan pada pengkawatan.

#### CATATAN

Pengelasan aluminium pada waktu perbaikan detektor I dilakukan tidak dengan pen-

#### DAFTAR PUSTAKA

1. Anonim, Wide Range Log Channel Operation and Maintenance Manual, General Atomic (1983).
2. Anonim, Ion and Fission Chamber Description and Maintenance Instruction, General Atomic.

#### DISKUSI

Guntur D.S.:

Komponen vital apa saja yang ada pada Fission Chamber sebagai detektor sehingga dapat mengubah energi neutron menjadi pulsa listrik?

dinginan es kering, tetapi dengan air dan ternyata hanya mampu bertahan dengan baik untuk selama waktu kira-kira empat bulan.

#### KESIMPULAN

Setelah mendapatkan pengalaman-pengalaman dalam perbaikan rumahan detektor tersebut, dapatlah diambil kesimpulan bahwa kita mampu melakukan reparasi rumahan detektor tersebut serta mampu untuk merancang rumahan detektor, dengan memperhatikan persediaan komponen penunjang yang memadai dalam segi kualitas, yaitu:

1. Konektor pada terminal detektor yang tahan panas.
2. Kabel coaxial yang tahan radiasi.
3. Fasilitas pengelasan aluminium dan penunjangnya.
4. Bahan-bahan keramik untuk penyangga dan isolator.
5. Alat ukur resistansi dan kapasitansi yang baik.

Dengan melihat unjuk kerja detektor selama pemakaian dalam operasi reaktor serta mengingat kondisi iklim di Indonesia yang mempunyai kelembaban udara tinggi, maka kerusakan-kerusakan semacam itu bisa terjadi pada detektor-detektor yang digunakan secara kontinyu dalam reaktor, apakah itu detektor kamar fisi (FC) ataupun detektor kamar ionisasi (CIC) di samping kerusakan yang memang mungkin terjadi karena umur detektor. Demikianlah sekelumit pengalaman yang dapat diinformasikan dalam perbaikan rumahan detektor tersebut. Perbaikan detektor I dilakukan oleh para teknisi Bengkel Induk Elektromekanik, dan perbaikan detektor II dengan bantuan konsultan dari tenaga ahli General Atomic yang datang pada kesempatan pemasangan peralatan pengukur daya reaktor NM 1000 di Pusat Penelitian Teknik Nuklir.