



PERAWATAN SUMBER ION GENERATOR NEUTRON SAMES J-25 125 keV/2,5 mA PTAPB - BATAN

Agus Tri Purwanto, Irianto, Suraji, Sukaryono
Pusat Teknologi Akselerator dan Proses Bahan – BATAN
ptapb@batan.go.id

ABSTRAK

PERAWATAN SUMBER ION GENERATOR NEUTRON SAMES J-25 125 keV/2,5 mA PTAPB - BATAN. Telah dilakukan perawatan mesin generator neutron SAMES J-25 125 keV/2,5 mA. Perawatan difokuskan pada komponen pembentuk berkas ion deuteron, yaitu tabung lucutan ionisasi RF, sistem ekstraksi dan sistem lensa pemfokus. Perawatan dilakukan setiap pemakaian 100 jam operasi mesin generator neutron, karena komponen sumber ion telah terlapisi kerak hasil samping dari proses ionisasi gas deuterium selama mesin generator neutron beroperasi. Setelah komponen sumber ion dibersihkan, komponen dipasang kembali dan kemudian divakumkan. Kevakuman sistem diuji mencapai $1,5 \cdot 10^{-6}$ mbar.

ABSTRACT

THE MAINTENANCE FOR ION SOURCE OF SAMES J-25 125 keV/2.5 mA NEUTRON GENERATOR AT PTAPB-BATAN. The maintenance for ion source of Sames J-25 125 keV/2.5 mA has been done. The maintenance was focused on component of deuteron ion emission forming such as RF ionization drift tube, extraction system and focusing lens system. The maintenance was conducted every 100 hours neutron generator operation, because of ion source component has coated as the side effect of deuterium gas ionization process when neutron generator is operated. After ion source component has been cleaned, it replace and then this system is vacuumed. This vacuum system is tested and reach $1.5 \cdot 10^{-6}$ mbar.

PENDAHULUAN

Generator neutron berfungsi sebagai peralatan analisis yang handal dengan metode AANC (Analisis Aktivasi Neutron Cepat) dimana selama ini digunakan untuk pengukuran data nuklir, analisis unsur dan analisis pencemaran lingkungan baik dalam bentuk padat, cair, maupun gas. Juga akhir-akhir ini oleh para peneliti di PTAPB-BATAN mulai dikembangkan aplikasi akselerator generator neutron untuk PGNA (prompt gamma neutron activation analysis) yaitu suatu metode analisis unsur ringan dengan mendeteksi pancaran sinar gamma seketika itu juga (*on line*)⁽¹⁾

Untuk menjaga kinerja peralatan supaya dapat beroperasi secara optimum maka diperlukan perawatan secara rutin. Bagian-bagian yang perlu mendapatkan perawatan semua komponen utama maupun komponen pendukung antara lain : sumber ion, sistem pemercepat, sistem vakum, sistem optik, sistem target, dan sistem penunjang. Semua

perangkat tersebut harus mendapat perhatian perawatan yang memadai agar masing-masing dapat memberikan kinerja yang optimal.

Program perawatan direncanakan dengan mempertimbangkan data catatan operasi, data *check list* dan *instruction manual* dari peralatan. Program perawatan dimaksudkan untuk memberi perlakuan terhadap semua komponen/sistem demi mencegah timbulnya gangguan dan memelihara kesempurnaan komponen/sistem⁽²⁾.

Kegiatan perawatan akselerator tidak dapat dipisahkan dari program pengoperasiannya. Kedua kegiatan tersebut terpisah waktu pelaksanaannya, namun ujungnya sama yaitu pemberdayaan akselerator yang handal. Karena itu kedua kegiatan tersebut harus dikoordinasikan semikian sehingga kegiatan perawatan dapat terlaksana dengan baik dan masa pengoperasian akselerator dapat optimal, dapat diperoleh efisiensi pengoperasian yang tinggi, yaitu waktu perawatan yang sesingkat mungkin terhadap waktu pengoperasiannya.



PROSIDING SEMINAR
PENELITIAN DAN PENGELOLAAN PERANGKAT NUKLIR
Pusat Teknologi Akselerator dan Proses Bahan
Yogyakarta, 26 September 2012

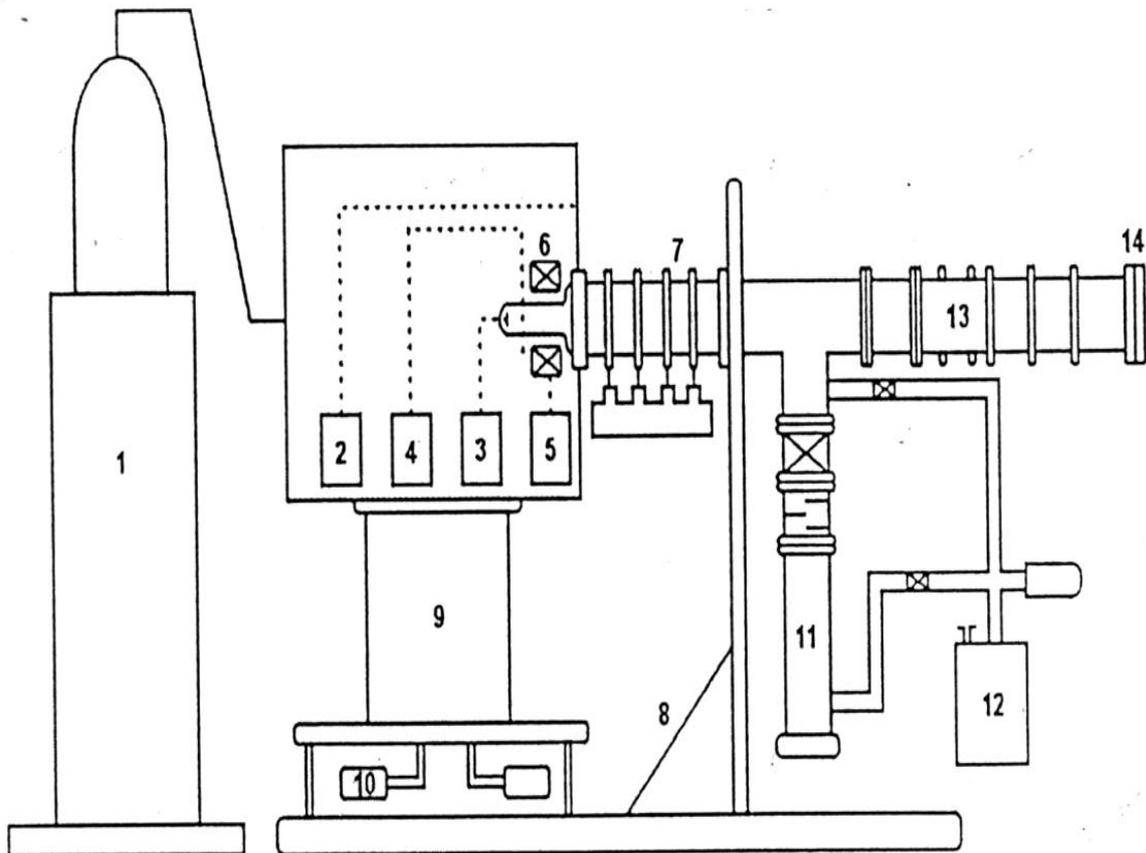
Perawatan sumber ion dilakukan setiap 100 jam operasi, karena selama itu komponen-komponen sumber ion sudah timbul kerak² (residu) hasil samping dari proses ionisasi gas deuterium. Dapat dilihat secara visual bahwa komponen sumber ion sudah saatnya dibersihkan antara lain : tabung lucutan sumber ion yang terbuat dari gelas pirex tidak jernih lagi dan mulai timbul warna kekuningan, demikian juga komponen yang lain. Kondisi seperti ini menyebabkan operasi mesin generator neutron terganggu, terutama pada komponen sumber tegangan tinggi sering terjadi loncatan tegangan. Diharapkan dengan perawatan yang terprogram, bisa menambah umur pakai mesin generator

neutron yang merupakan peralatan satu satunya di Indonesia, dan mesin dapat beroperasi dengan optimal.

TEORI

Sistem Generator Neutron

Generator neutron adalah salah satu jenis akselerator partikel produksi neutron, yang digunakan untuk menghasilkan neutron cepat. Neutron cepat ini dihasilkan oleh reaksi inti yang terjadi antara deuteron (D) dengan tritium (T). Gambar skema generator neutron SAMES J-25 150 keV / 2 mA disajikan pada Gambar 1⁽³⁾.



Gambar 1. Skema generator neutron Sames Type J-25-150 keV / 2 mA

Keterangan gambar :

- | | |
|-------------------------------|--------------------------------|
| 1. Sumber tegangan tinggi | 8. Landasan |
| 2. Sumber tegangan pemfokus | 9. Pegangan terisolasi |
| 3. Sumber tegangan ekstraktor | 10. Sumber tegangan terisolasi |
| 4. Sumber tegangan RF | 11. Pompa difusi |
| 5. Sumber tegangan magnet | 12. Pompa rotari |
| 6. Sumber ion tipe RF | 13. Lensa kuadropol |
| 7. Sabung akselerator | 14. Target |



Tindakan Perawatan

Berdasarkan tindakan perawatan yang dilakukan, dapat dibagi dua, yaitu perawatan pencegahan dan perawatan perbaikan.

Tindakan perawatan pencegahan meliputi :

1. Kegiatan-kegiatan perawatan regular, dilakukan sebagai upaya menjaga agar fungsi/kinerja komponen/sistem senantiasa optimal, serta mencegah terjadinya gangguan.
2. Tindakan-tindakan perbaikan yang tidak begitu mendesak
3. Berkaitan dengan yang terkait dengan umur pakai pelaksanaannya bersifat terprogram dan terjadwal.

Tindakan perawatan perbaikan meliputi :

Tindakan yang dimaksudkan untuk memulihkan fungsi kerja komponen setelah mengalami gangguan, pelaksanaannya bersifat insidental, tindakannya bersifat mendesak.

Semua perangkat tersebut harus mendapat perhatian dan perlakuan yang memadai agar masing-masing dapat senantiasa memberikan kondisi fungsi/kinerja yang optimal. Perawatan harus dilaksanakan dengan disiplin baik terprogram maupun insidental.

Sumber ion adalah bagian yang berfungsi untuk menghasilkan ion-ion dari gas deuterium yang berada di dalam sumber ion. Sumber ion yang

dipakai adalah tipe RF (*radio frequency*) yang mempunyai prinsip kerja sederhana⁽²⁾.

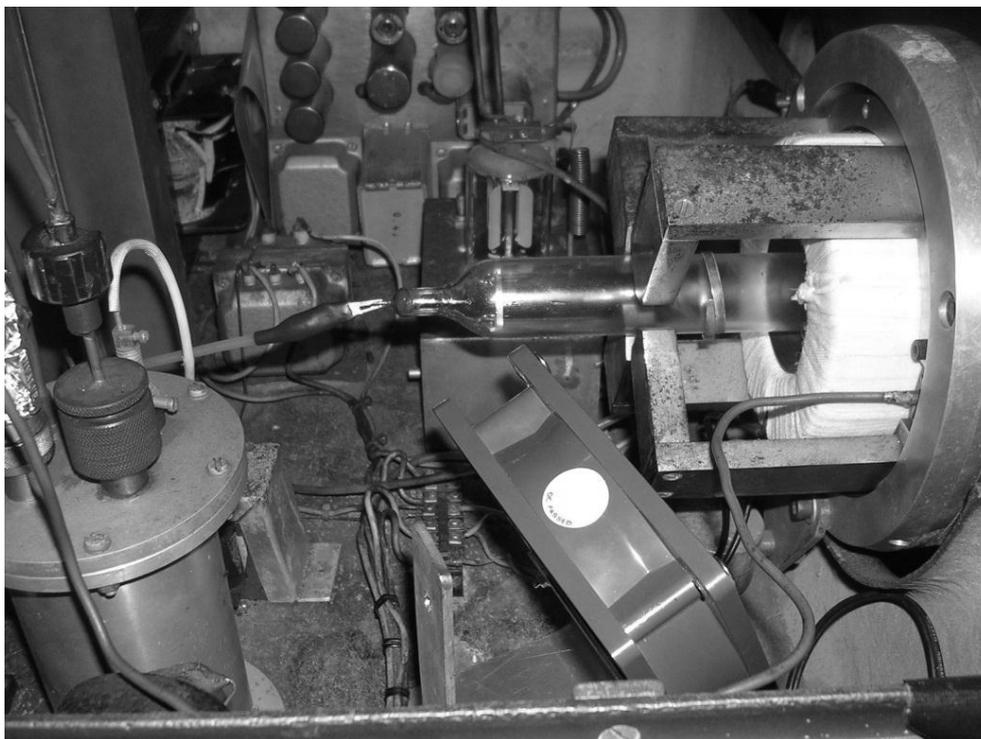
Ionisasi dilakukan oleh gelombang elektromagnet dari osilator frekuensi tinggi melalui kawat yang dililitkan pada tabung gelas berisi gas deuterium, menghasilkan ion-ion deuteron.

Sumber ion RF terdiri dari dua komponen utama, yaitu tabung lucutan yang berfungsi sebagai tempat untuk mengionisasi gas dan osilator RF, seperti yang disajikan pada Gambar 2.

Pemeriksaan Tabung Gelas Lucutan

Setelah sumber ion beroperasi selama 50 sampai 100 jam permukaan bagian dalam tabung gelas lucutan akan terjadi lapisan tipis dari deposit metal sehingga akan menurunkan efektifitas ionisasi hingga 40-50 % maka perlu dilakukan pembersihan. Adapun tanda2 secara visual dapat dilihat langsung jika sumber ion sudah tidak efektif dan efisien dalam mengionisasi atom-atom deuteron, dimana sangat mempengaruhi unjuk kerja mesin generator neutron.

Secara visual warna lucutan dapat menunjukkan bahwa sumber ion dapat bekerja dengan optimal maupun tidak, adalah sebagai berikut : Kondisi normal lucutannya berwarna terang kemerah-merahan (*bright pink*) atau merah ungu (*red violet*). Kondisi vakum rendah/jelek (tekanan tinggi), warna kebiruan (*slight blue*), Kondisi masukan gas terganggu (kurang), warna keabu-abuan (*greyht pink*).



Gambar 2. Sistem sumber ion



PROSIDING SEMINAR
PENELITIAN DAN PENGELOLAAN PERANGKAT NUKLIR
Pusat Teknologi Akselerator dan Proses Bahan
Yogyakarta, 26 September 2012

Beberapa hal yang perlu diperhatikan dalam perawatan sumber ion RF antara lain :

- a. Gelas tabung lucutan dan *quartz sleeve*, dilakukan dengan menggunakan larutan organik yang terdiri dari HF (20 – 40 %) dan aquades (80 – 60 %)
- b. Deposit yang warnanya kecoklat-coklatan, adalah lapisan carbon dari uap minyak karena lapisan ini sangat kuat melekat pada permukaan gelas, hanya dapat dibersihkan dengan cara mekanis, misalnya dengan cara menyemprotkan pasir amplas.
- c. Kanal alumunium pada ujung lubang keluaran, sebaiknya diganti setiap kali servis.

Pemeriksaan Osilator RF

Pada kondisi normal, Osilator RF dapat dicek dengan menggunakan lampu neon yang didekatkan ke anoda seperti ditunjukkan pada Gambar 3.

- a. Jika nyala lampu makin terang berarti daya makin besar
- b. Jika lampu neon mati maka osilator tidak bekerja
- c. Jika Osilator RF tidak berfungsi, maka dapat dilakukan prosedur pemeriksaan sebagai berikut.:
- d. Memeriksa semua hubungan elektromekanik dalam rangkaian osilator.
- e. Memeriksa sumber daya meliputi, tegangan dan arus filamen, tegangan dan arus anoda.
- f. Memeriksa kondisi emisi tabung elektron.

TATA KERJA

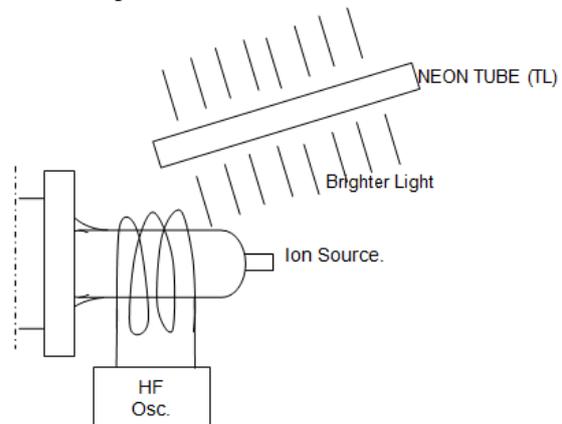
Peralatan dan Bahan

- a. Alkohol, Tissue, autosol, H_2SO_4
- b. Kertas gosok/amplas halus
- c. Sarung tangan dan masker
- d. Larutan pembersih: Alkohol/ benzena,
- e. campuran HF dan aquades (20-80%)

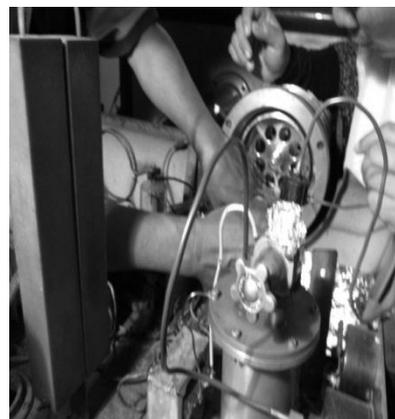
- f. *glow box*
- g. *tool set*

Langkah kerja

1. Melepas sub komponen sumber ion
2. Mengisolasi sistem vakum
3. Membuka 2 buah baut yang mengikatnya dan simpan O Ring nya.
4. Melepas elektromagnet dari sistem sumber ion dengan melepas kabel saluran sumber daya.
5. Melepas 4 buah baut pengikat tabung lucutan dan simpan baut beserta exit kanal sumber ion.
6. Melepas sistem ekstraktor dan sistem pemfokus, dengan melepas baut pengikatnya.
7. Menyiapkan larutan H_2SO_4 dengan aquades dengan perbandingan 20 : 80.
8. Komponen yang telah dilepas dibersihkan :
9. Untuk komponen tabung lucutan dengan larutan H_2SO_4
10. Untuk sistem ekstraktor dan pemfokus dengan amplas, autosol dan dicuci dengan alkohol
11. Setelah selesai dibersihkan di pasang kembali :
12. Mengecek kevakuman
 - a. Pompa rotari
 - b. Pompa difusi



Gambar 2. Diagram uji daya RF dengan lampu TL



Gambar 3. Proses melepas sub-sistem sumber ion



HASIL DAN PEMBAHASAN

Membersihkan tabung lucutan sumber ion

Setelah tabung sumber ion dilepas, kemudian residu yang menempel pada dinding bagian dalam tabung dibersihkan dengan menggunakan larutan H_2SO_4 , dengan cara larutan H_2SO_4 dimasukkan ke dalam tabung, kemudian tabung di putar berulang kali supaya cairan merata sampai residu yang menempel larut. Pada waktu bekerja menggunakan larutan H_2SO_4 harus memakai masker dan dibantu hembusan kipas angin untuk menghalau uap, seperti disajikan pada Gambar 4.

Jika tabung sumber ion belum bersih, karena residu menempel cukup kuat perludigosok dengan menggunakan kain majun dan kemudian dibilas dengan alkohol.



Gambar 4. Membersihkan tabung sumber ion

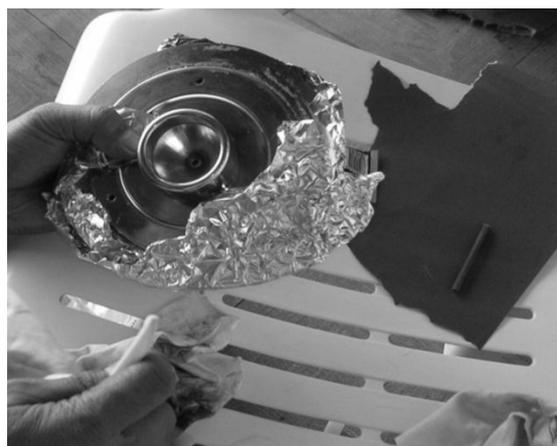


Gambar 5. Komponen sub-sistem sumber ion yang sudah dibersihkan

Membersihkan komponen ekstraktor dan pemfokus

Komponen ekstraktor dan pemfokus terbuat dari bahan aluminium, untuk menghilangkan noda kekuning-kuningan akibat interaksi dengan ion-ion deutron selama mesin generator neutron beroperasi, dengan menggunakan amplas. Permukaan yang kotor digosok dengan amplas,

untuk menjaga kehalusan permukaan digunakan amplas dengan kehalusan 1000 mesh, setelah bersih goresan bekas amplas masih harus dihaluskan dengan autosol sampai halus dan mengkilap kemudian dibilas dengan alkohol. Proses membersihkan komponen ekstraktor dan pemfokus disajikan pada Gambar 5, sedangkan hasilnya disajikan pada Gambar 6a, 6b dan 6c.



Gambar 6a. Proses membersihkan komponen pemfokus



Gambar 6b. Komponen ekstraktor



Gambar 6c. Komponen pemfokus



**PROSIDING SEMINAR
PENELITIAN DAN PENGELOLAAN PERANGKAT NUKLIR
Pusat Teknologi Akselerator dan Proses Bahan
Yogyakarta, 26 September 2012**

Uji coba vakum

Setelah proses membersihkan komponen sumber ion selesai, dicek apakah sambungan-sambungan atau baut-baut pengikat yang berhubungan dengan sisten vakum telah terpasang dengan baik. Kemudian sistem vakum dijalankan untuk memvakumkan sistem secara keseluruhan dengan menggunakan pompa rotari untuk tingkat kevakuman rendah dan pompa difusi untuk tingkat kevakuman tinggi. Dari percobaan yang dilakukan untuk pompa rotari disajikan pada Tabel 1, dan pompa difusi pada Tabel 2.

Tabel 1. Tingkat kevakuman vs waktu pemompaan pompa rotari

No	Waktu pemvakuman	Kevakuman (mbar)
1	10 menit	5×10^{-1}
2	20 menit	2×10^{-2}
3	30 menit	1×10^{-2}
4	40 menit	9×10^{-3}
5	50 menit	7×10^{-3}
6	60 menit	6×10^{-3}

Tabel 2. Tingkat kevakuman vs waktu pemompaan pompa difusi

No	Waktu pemvakuman	Kevakuman (mbar)
1	30 menit	1×10^{-3}
2	60 menit	2×10^{-4}
3	90 menit	4×10^{-5}
4	120 menit	3×10^{-5}
5	150 menit	2×10^{-5}
6	180 menit	1×10^{-5}

Hasil pengujian yang diperoleh, menunjukkan bahwa sistem vakum Generator neutron telah terpasang dengan baik dan tidak bocor. Pemvakuman untuk vakum rendah dikatakan baik jika dalam waktu di bawah 1 jam pompa rotary mampu mencapai orde 10^{-3} mbar, sedangkan untuk vakum tinggi pompa difusi mampu mencapai tingkat kevakuman orde 10^{-5} mbar atau lebih dengan waktu 2 - 3 jam setelah keadaan vakum rendah tercapai (orde $\pm 10^{-3}$ mbar).

KESIMPULAN

Dari data pengujian sistem vakum yang diperoleh, maka dapat ditarik kesimpulan bahwa setelah bagian-bagian sumber ion yang

berhubungan dengan sisten vakum dilepas untuk dibersihkan kemudian dipasang kembali, sistem vakum mesin generator neutron masih dalam kondisi baik, dan dapat dioperasikan untuk keperluan analisis aktivasi neutron cepat.

UCAPAN TERIMA KASIH

Diucapkan terima kasih kepada Sdri. Ir. Elin Nuraini atas bantuannya dalam proses pengerjaan perawatan sumber ion RF sampai dengan makalah ini dapat diselesaikan.

DAFTAR PUSTAKA

1. DJASIMAN, ST., 2007, Materi coaching perawatan akselerator generator neutron, PTAPB-BATAN, Yogyakarta.
2. AGUS TRI P., SST, 2012, Prosedur perawatan sumber ion RF, BTAFN-PTAPB.
3. AGUS TRP P., SST, 2008, Peningkatan Fluks Neutron Generator SAMES J-25 PTAPB-BATAN, Seminar Penelitian Pengelolaan Perangkat Nuklir, Yogyakarta.

TANYA JAWAB

Sigit

- Bagaimana cara menanggulangi bahaya uap H_2SO_4 dalam membersihkan tabung sumber ion? karena gas sangat korosif.

Agus Tri Purwanto

- ✧ Dengan cara memakai perlengkapan keamanan kerja (masker, sarung tangan, baju kerja, dll), di samping itu kita bekerja dengan kipas angin di udara terbuka, jadi uap H_2SO_4 dapat dihembus angin menjauhi pekerja.

Wantana

- Dalam merawat mesin generator neutron, apakah ada skedul perawatan (jadwal perawatan) secara periodik?

Agus Tri Purwanto

- ✧ Sudah dibuat skedul perawatan, setiap sub komponen dirawat sesuai jadwal perawatan.