

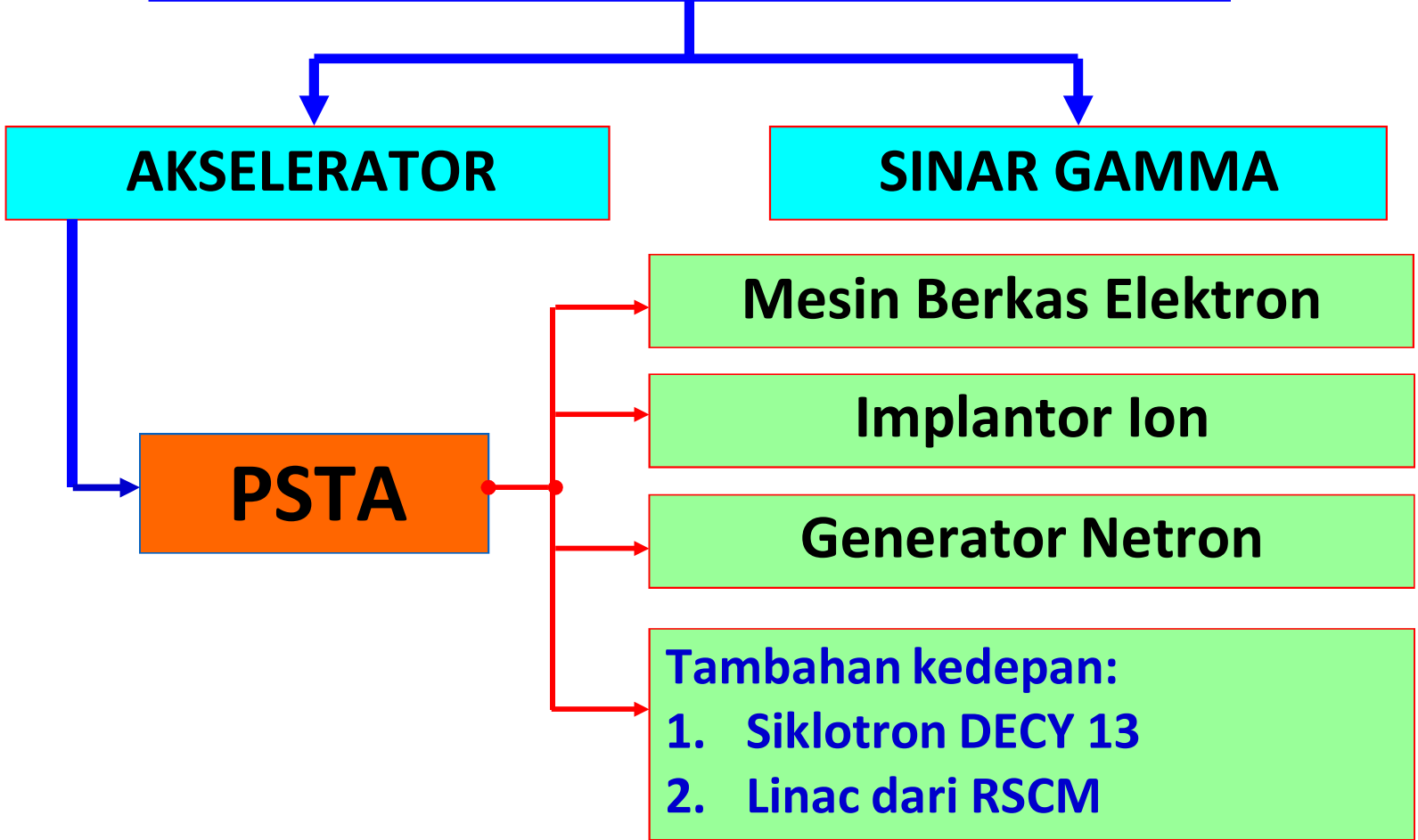
PERAWATAN KOMPONEN IRADIATOR (AKSELERATOR)

Pelatihan
Pekerja Iradiator/Akselerator
(Juni-2021)

Sutadi
Pusat Sains dan Teknologi Akselerator
Email: sutadi@batan.go.id
HP : 081328151041



IRADIATOR



PENDAHULUAN



- **Akselerator → peralatan untuk mempercepat partikel bermuatan (elektron maupun ion)**
- **Partikel → mempunyai energi tinggi dan dimanfaatkan untuk mengiradiasi material**
- **Akselerator → dioperasikan secara kontinyu (terus menerus) atau secara periodik sehingga akan mengalami kerusakan**
- **Penanggulangan kerusakan dengan dilakukan perawatan antara lain perawatan preventif dan perawatan korektif.**

Maksud Perawatan Akselerator

- **Untuk melakukan berbagai tindakan yang diperlukan terhadap sistem akselerator (komponen-komponen utama dan pendukung) sesuai instruksi yang berkaitan**

Tujuan Pelatihan Perawatan Akselerator

- **Mampu melakukan perawatan akselerator agar kinerja sistem akselerator senantiasa dapat beroperasi optimal sesuai spesifikasinya, guna menopang keandalan operasi akselerator**



Pentingnya Manajemen Perawatan

- **Perawatan merupakan faktor yang dominan pada peralatan dan mesin**
- **Manajemen perawatan makin diperlukan agar:**
 - **Mesin yang dapat dioperasikan dengan baik**
 - **Peralatan pendukung yang handal**

Jadi proses perawatan harus dilaksanakan dengan cara yang efisien dan ekonomis sehingga peralatan dan mesin dapat beroperasi secara efektif

Peranan perawatan utk mendukung penelitian/Industri



Pengertian Manajemen Perawatan



- **Pengorganisasian perawatan untuk memberikan pandangan umum mengenai perawatan fasilitas yang dimiliki dan menerapkan metode manajemen yang sistematis**
- **Pengaturan semua perlengkapan, peralatan, material, tenaga kerja, biaya, teknik atau tata cara yang diterapkan dan waktu pelaksanaan perawatan.**

Tujuan Umum Program Manajemen Perawatan



- **Memperpanjang waktu pengoperasian shg dpt digunakan secara maksimal dgn biaya minimal & aman utk peralatan, mesin maupun personil & lingkungan.**
- **Menyediakan biaya & informasi yang menunjang dlm perawatan.**
- **Menentukan metode evaluasi prestasi kerja utk manajemen secara umum & bagi pengawas (*supervisor*) perawatan.**
- **Membantu dlm menciptakan kondisi kerja yg aman, utk operasi maupun perawatan dgn menetapkan & menjaga standar perawatan yg benar.**
- **Meningkatkan keterampilan para pengawas dan para operator perawatan melalui latihan.**

ORGANISASI OPERASI & PERAWATAN AKSELERATOR



Organisasi Operasi dan Perawatan

- Organisasi operasi dan perawatan diselaraskan secara tepat antara faktor-faktor keteknikan, geografis dan situasi personil
- Konsep dasar diterapkan dlm memantapkan organisasi shg semua aktivitas dpt berjalan efektif
- Faktor-faktor lokal hrs dipertimbangkan dlm mengembangkan organisasi yg baik
- Hal khusus yg penting adl struktur organisasi tdk menimbulkan birokrasi semu shg tdk menghambat kelancaran tugas (adanya hubungan nyata dan bersifat formal untuk membatasi wewenang serta tanggungjawab & menghargai persoalan masing-masing)

Kompetensi Dasar dan Indikator Keberhasilan



Peserta memiliki **Kompetensi Dasar** menjelaskan perawatan komponen-komponen utama akselerator dengan **Indikator Keberhasilan** pencapaian yang ditunjukkan:

1. memahami dan mengetahui sehingga dapat menjelaskan perawatan komponen-komponen akselerator,
2. melakukan perawatan khususnya komponen-komponen utama akselerator,
3. melakukan perakitan khususnya komponen-komponen akselerator sehingga menjadi satu kesatuan yaitu akselerator sebagai iradiator dan dilanjutkan dengan kondisioning maupun komisioning



Struktur Organisasi Pengoperasian & Perawatan Akselerator



Keberadaan engineering dlm fungsi perawatan



Faktor-Faktor dlm Operasi & Perawatan



- **Jenis pekerjaan**
(peralatan utama, pendukung, kelistrikan, SIK)
- **Kesinambungan pekerjaan**
Contoh: peralatan/mesin beroperasi scr terus menerus atau terputus-putus, mk program perawatan preventif hrs dpt dilaksanakan tanpa mengganggu kegiatan
- **Situasi geografis (contoh sentralisasi atau desentralisasi)**
- **Kompleksivitas pengoperasian & perawatan**
Volume & kompleksivitas pekerjaan mempengaruhi jumlah, keahlian SDM serta kebutuhan supervisor
- **Ruang lingkup bidang pengoperasian & perawatan**
Batasan ini ditentukan oleh kebijaksanaan manajemen

KONSEP DASAR PERAWATAN



Perawatan adalah semua aktivitas utk menjaga atau mempertahankan kualitas peralatan agar tetap berfungsi mendekati spesifikasinya, maka:

- **Fungsi perawatan sangat berhubungan dgn proses penggunaan peralatan/mesin**
- **Peralatan/mesin yg dpt digunakan terus merupakan hasil perawatan**
- **Aktivitas perawatan banyak berhubungan erat dgn pemakaian peralatan, bahan/suku cadang, cara penanganan dll.**
- **Aktivitas perawatan hrs dikontrol berdasarkan pd kondisi yg terjaga**

Frekuensi Aktivitas Perawatan

Pekerjaan perawatan tergantung pada:

- Batas kualitas terendah yg diizinkan dr komponen.
- Waktu pemakaian atau lama operasi yg menyebabkan berkurangnya kualitas peralatan.

Istilah Umum Pekerjaan Perawatan & Perbaikan

- Gabungan istilah Perawatan & Perbaikan (*maintenance and repair*) sering digunakan karena sangat erat hubungannya
- Perawatan, sebagai aktivitas utk mencegah kerusakan.
Perbaikan, sebagai tindakan utk memperbaiki kerusakan.

Ditinjau pelaksanaannya ada 2 cara:

- Perawatan yang direncanakan (*planned maintenance*) yaitu pengorganisasian pekerjaan perawatan yang dilakukan dengan pertimbangan ke masa depan, terkontrol dan tercatat.
- Perawatan yang tidak direncanakan (*unplanned maintenance*) yaitu pekerjaan perawatan darurat yang tidak direncanakan (*unplanned emergency maintenance*)

Jenis-jenis Perawatan

- Perawatan preventif (*preventive maintenance*)
- Perawatan korektif (*corrective maintenance*)
- Perawatan berjalan (*running maintenance*)
- Perawatan prediktif (*predictive maintenance*)
- Perawatan setelah terjadi kerusakan (*breakdown maintenance*)
- Perawatan darurat (*emergency maintenance*)

Cara Lain Pengganti Perawatan

- Perawatan dengan cara penggantian (*replacement instead of maintenance*)
- Penggantian yang direncanakan (*planned replacement*)

KEGIATAN PERAWATAN AKSELERATOR

1. Perencanaan program & catatan perawatan

Perawatan direncanakan dgn pertimbangan:

- Data catatan operasi & *checklist*
- Petunjuk khusus berdasarkan *instruction manual*
- Juklak (petunjuk pelaksanaan) pengoperasian

Berbagai jenis kegiatan perawatan akselerator:

- Perawatan reguler (preventif)
- Perawatan pencegahan (*protective*)
- Perawatan yg tak begitu mendesak (*not so urgent repair*)
- Penambahan instalasi.

Pekerjaan-pekerjaan perawatan reguler (*preventive*)

- Penggantian minyak pelumas pompa vakum (petunjuk khusus)
- Kalibrasi alat ukur tegangan tinggi (berkala, catatan operasi)
- Penggantian target tritium pd GN (catatan operasi)
- Penggantian atau pembersihan tabung lucutan sumber ion RF (catatan operasi)
- Penggantian katoda sumber elektron (catatan operasi)
- Pembersihan komponen (berkala, data *check list*, catatan operasi)

Pekerjaan perawatan pencegahan (*protective*)

- Pembersihan *feedthrough* tegangan tinggi & permukaan komponen-komponen yg terkait tegangan tinggi.
- Pengecekan kebocoran air pd sistem pendingin.
- Pengecekan tekanan gas isolator (SF_6) pd komponen terkait tegangan tinggi.
- Pengecekan minyak pelumas pd pompa vakum.
- Pengecekan air pd tangki *resevoir chiller*.
- Pengecekan fungsi *relay* dari alat-alat pengaman yg lama tdk bergerak.



Pekerjaan perawatan yg tak begitu mendesak:

Perawatan akibat problem *eksidental* saat operasi & blm menimbulkan gangguan eksperimen, shg merupakan catatan penanganan periode perawatan, misalnya:

- **Kinerja bagian-bagian akselerator (misalnya: sumber tegangan tinggi, sumber ion, sumber elektron dll) ada kelainan**
- ***Needle valve* pengatur masukan gas pd sumber ion kurang halus pengaturannya,**
- **Pompa vakum membutuhkan waktu relatif lebih lama utk mencapai kevakuman akhir**
- **Pekerjaan-pekerjaan yg sifatnya penyempurnaan atau pembenahan yg blm menimbulkan gangguan shg dpt diatasi atau ditunda perbaikannya**

Penambahan Instalasi

- **Penambahan instalasi sensor suhu**
- **Penambahan instalasi sistem pneumatik**
- **Penyempurnaan/pembenahan sistem kontrol/kendali.**

Prosedur perawatan praktis

Prosedur praktis adalah penyelesaian masalah menggunakan tata kerja (juklak, gambar/diagram) & data pemeriksaan (*check list*) serta fasilitas yg tersedia.

Prosedur praktis dpt diacu dari buku petunjuk (*instruction manual*) atau sumber lain yang layak, contohnya:

- Petunjuk tata cara perawatan pompa vakum (Pompa Turbomolekul, Pompa Difusi).
- Petunjuk tata cara perawatan *Needle valve* atau *leak valve*.
- Formulir *check list* dari Mesin Berkas Elektron.
- Diagram *trouble shooting* Generator Neutron.
- *Wiring diagram* atau diagram rangkaian kontrol mesin berkas elektron.



Kesimpulan Umum Konsep Dasar Perawatan

Frekuensi aktivitas & kualitas perawatan tergantung pd:

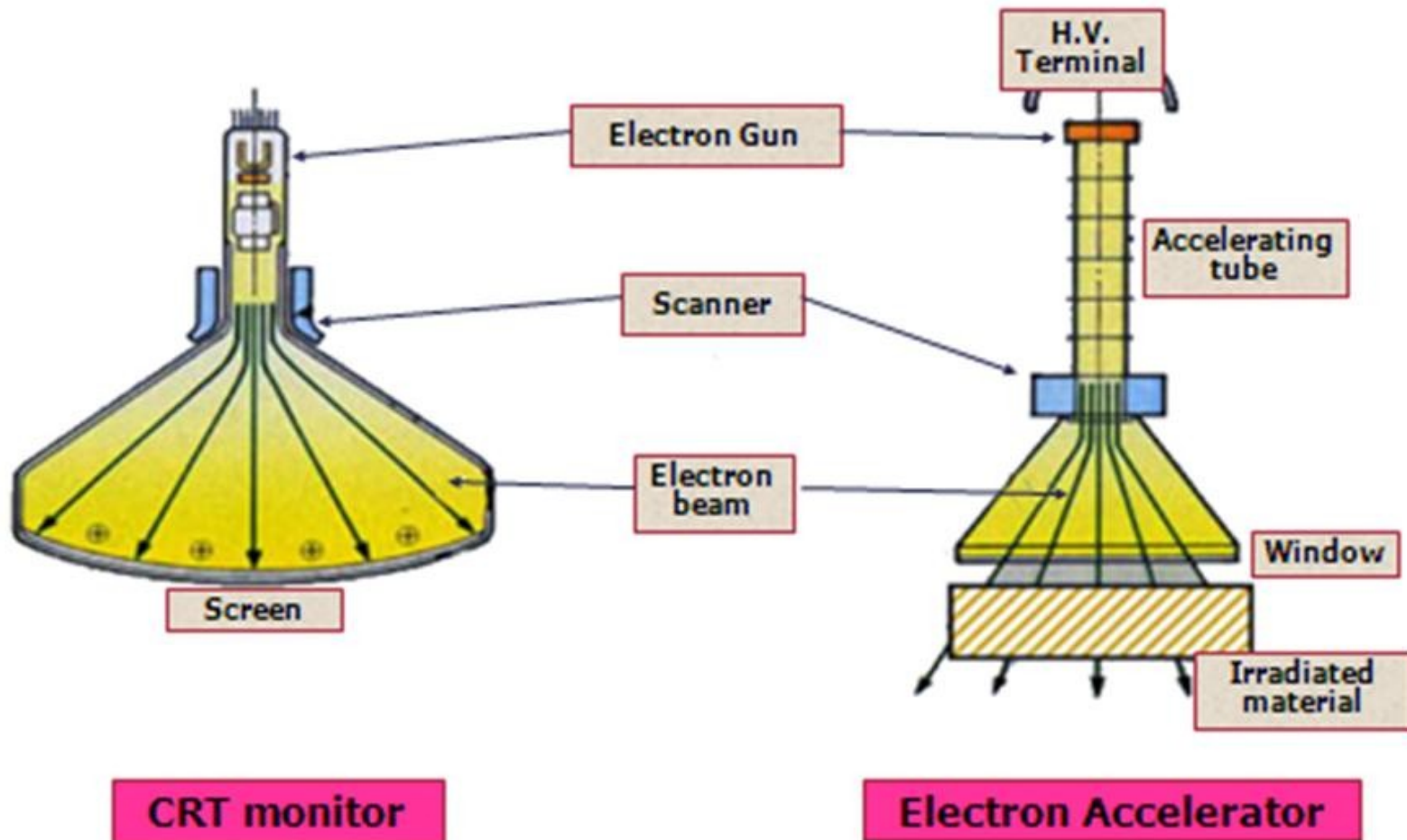
- **Kualitas peralatan & permesinan yg dipakai**
- **Waktu pemakaian mesin dlm beroperasi**
- **Metode pengoperasian**
- **Cara operator mengoperasikan**
- **Tingkat kualitas yg ditentukan**
- **Lingkungan tempat kerja**

Biaya & waktu perawatan tergantung pada:

- **Ketahanan dari sistem peralatan atau permesinan.**
- **Perhatian personil thd pengoperasian & perawatan.**
- **Kondisi pd bagian pengoperasian & perawatan, seperti:**
 - **Kemampuan & jumlah personil perawat**
 - **Persediaan suku cadang**
 - **Dokumen teknis peralatan & permesinan serta pengoperasiannya.**
 - **Peralatan/permesinan & fasilitas bengkel utk perawatan.**
 - **Kerja sama pemakai mesin & pengarahannya dari perawatan.**
 - **Fleksibilitas personil, sub sistem & sifat-sifat fisik fasilitas perawatan.**

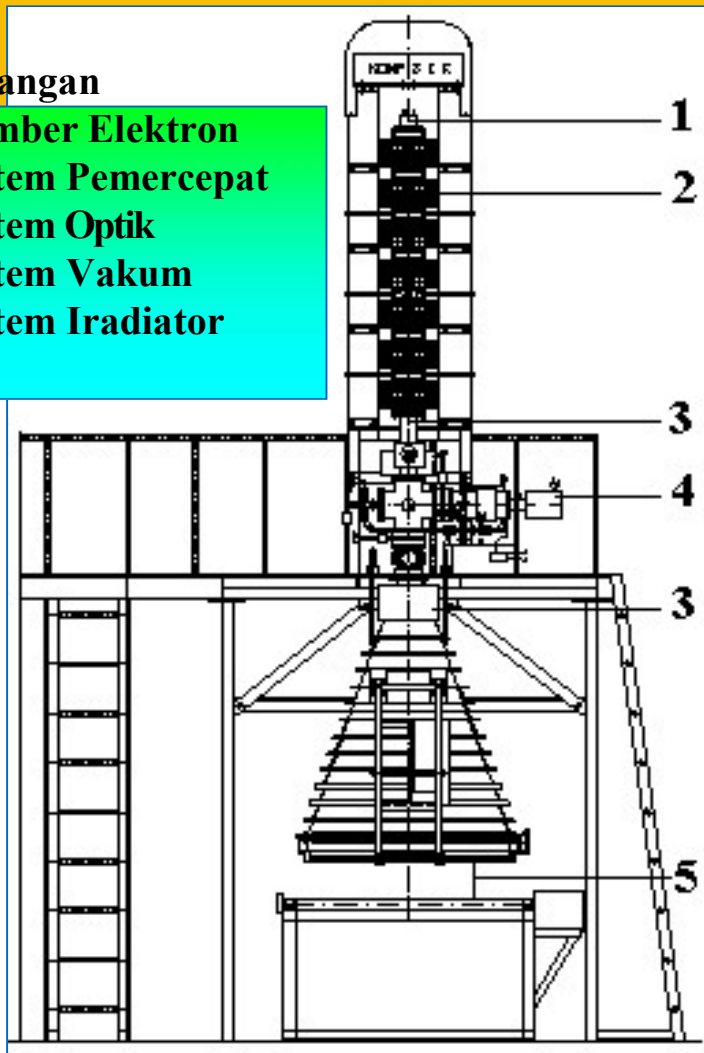
PERAWATAN KOMPONEN IRADIATOR (AKSELERATOR)

KESAMAAN AKSELERATOR ELEKTRON & TV MONITOR



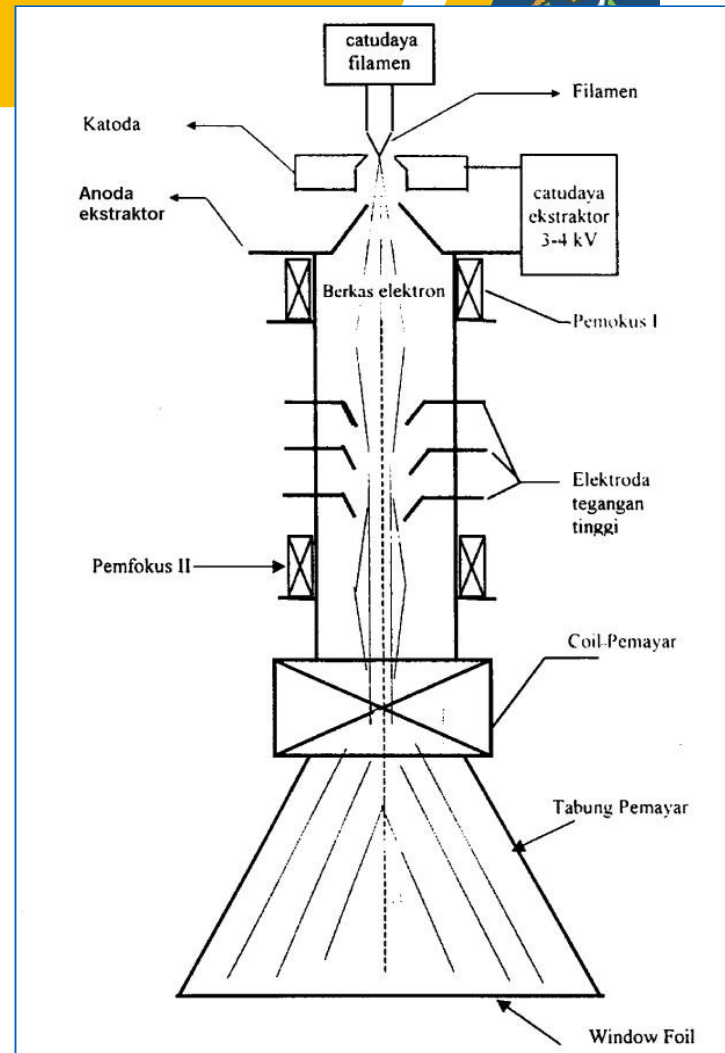
Keterangan

1. Sumber Elektron
2. Sistem Percepat
3. Sistem Optik
4. Sistem Vakum
5. Sistem Irradiator



MBE – PSTA

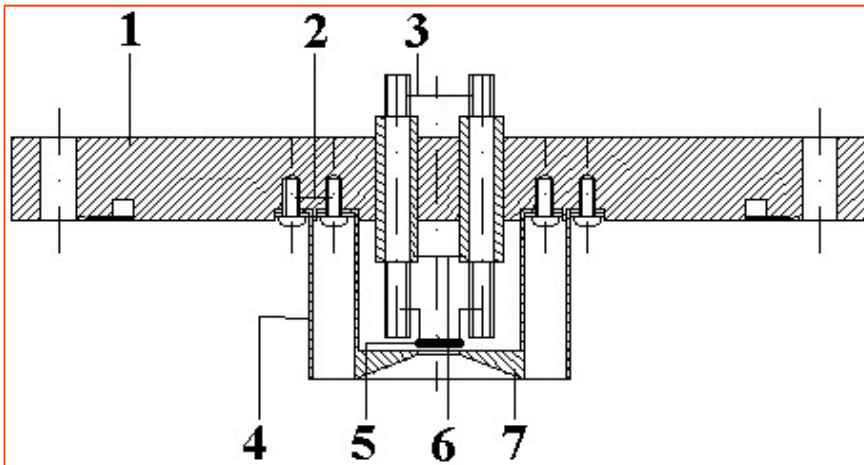
www.batan.go.id



Bagian & Prinsip Kerja MBE

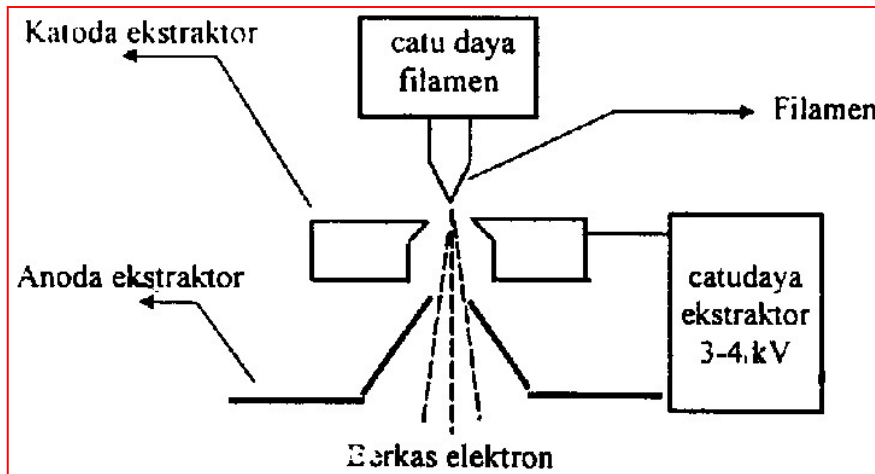
Perawatan Komponen Irradiator
Pelatihan Pekerja Irradiator 2021

Sumber Elektron



Keterangan

- | | |
|----------------------------|-----------------------|
| 1. Flens | 5. Katode |
| 2. Baut pengikat | 6 Isolator |
| 3. Terminal catu daya | 7. Elektroda pemfokus |
| 4. Perisai radiasi thermal | |



FILAMEN SUMBER ELEKTRON



- Sebagai pemancar elektron bebas
- Pancaran elektron secara emisi termionik
- Rapat arus jenuh emisi elektron: tergantung pada jenis bahan filamen dan suhu filamen

Pers. Richardson-Dushman:

$$j = AT^2 e^{-\frac{\phi}{kT}}$$

Pers. Child-Langmuir:

$$J_e = \chi \frac{V_a^{3/2}}{Z_{ka}^2}$$

dan

$$\chi = \left(\frac{4\epsilon_0}{9}\right) \sqrt{2e/m}$$

Konstanta Richardson (A)

No.	Elemen atau senyawa	Konstanta Richardson (A)
1.	W	70
2.	Ta	55
3.	LaB ₆	120



BEBERAPA JENIS BAHAN FILAMEN

No.	Bahan	ϕ (eV)	No.	Bahan	ϕ (eV)
1.	B	4,5	7.	Re	5,1
2.	Ba	2,29	8.	Ta	4,12
3.	Gd	3,05	9.	W	4,5
4.	La	3,3	10.	Y	3,3
5.	Mo	4,27	11.	B ₂ O ₃	4,47
6.	Al ₂ O ₃	4,47	12.	LaB ₆	2,36

JENIS BAHAN YANG SERING DIGUNAKAN

LaB ₆	1750 - 2100 (°K)	10 - 100 (A/cm ²)
Ta	2200 - 2350 (°K)	0,1 - 0,5 (A/cm ²)
W	2600 - 3000 (°K)	1 - 10 (A/cm ²)

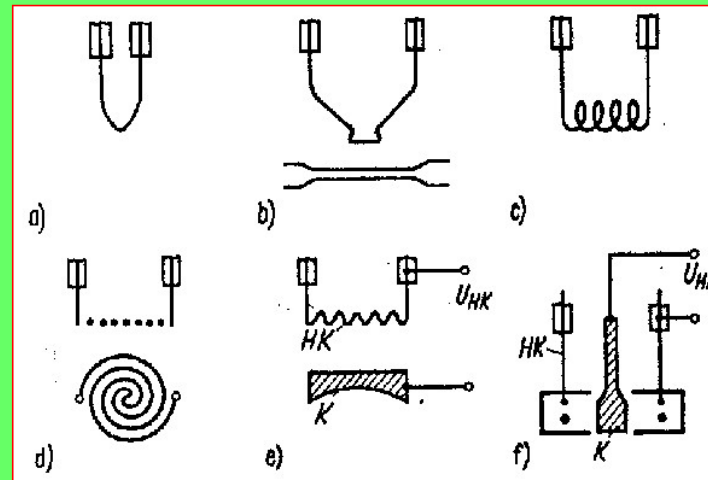
Pemilihan bahan dan bentuk katode

Bahan-bahan

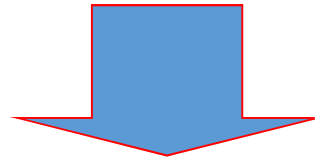
- Lanthanum hexaboride (LaB_6),
- Yttrium hexaboride (YB_6),
- Gadolinium hexaboride (GdB_6),
- Dispenser (campuran 70 % Ba dan 30 % Al_2O_3)
- Tantalum (Ta),
- **Tungsten (W).**

Bentuk katode (6 jenis bentuk)

- Bentuk titik
- Bentuk garis
- Bentuk helix
- Bentuk spiral**
- Bentuk blok
- Bentuk bold



Perawatan Sumber Elektron



Masalah:

1. Emisi elektron
2. Mekanik
3. Elektrik

Emisi Elektron

- Luas permukaan emisi elektron karena pengaruh umur pakai (jam operasi)

Ganti filamen (katode)

- Lepas elektrode pemfokus
- Ganti filamen (katode)
- Pasang elektrode pemfokus

Mekanik

- Flens & elektrode kotor
- Perubahan bentuk filamen

Ganti filamen (katode)

- Lepas & bersihkan dgn kain/kertas gosok
- Cuci dgn bahan organik & keringkan
- Ganti filamen (katode)

Elektrik

- Catu daya
- Feedthrough
- Kabel catu daya

Periksa

- Catu daya dgn voltmeter teg tinggi
- Transformator, diode, kapasitor & R pengukur
- Kontak kabel, kebersihan & keutuhan kabel.

SISTEM PEMERCEPAT

Sumber Tegangan Tinggi

Tabung Pemercepat

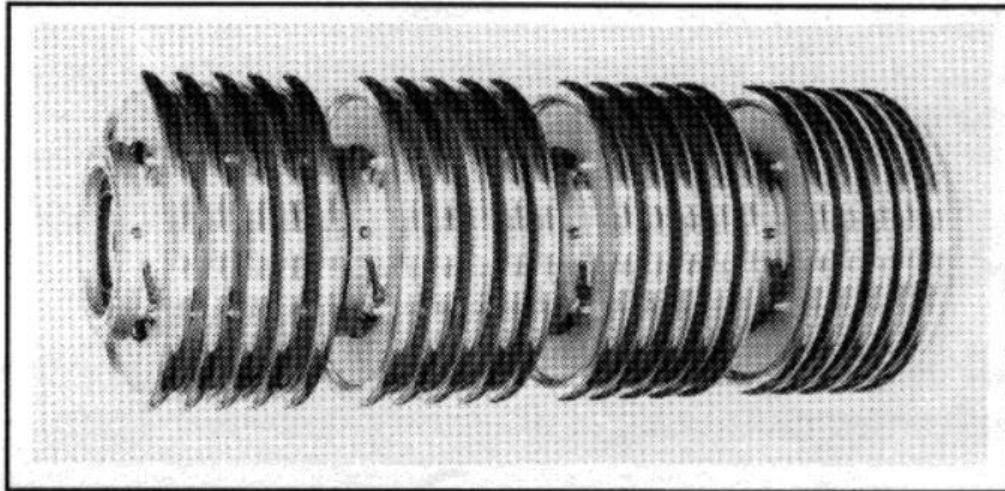
Masalah:

1. Elektrostatik
2. Elektronik
3. Mekanik
4. Elektrik

SISTEM PEMERCEPAT

Sumber Tegangan Tinggi

Tabung Pemercepat

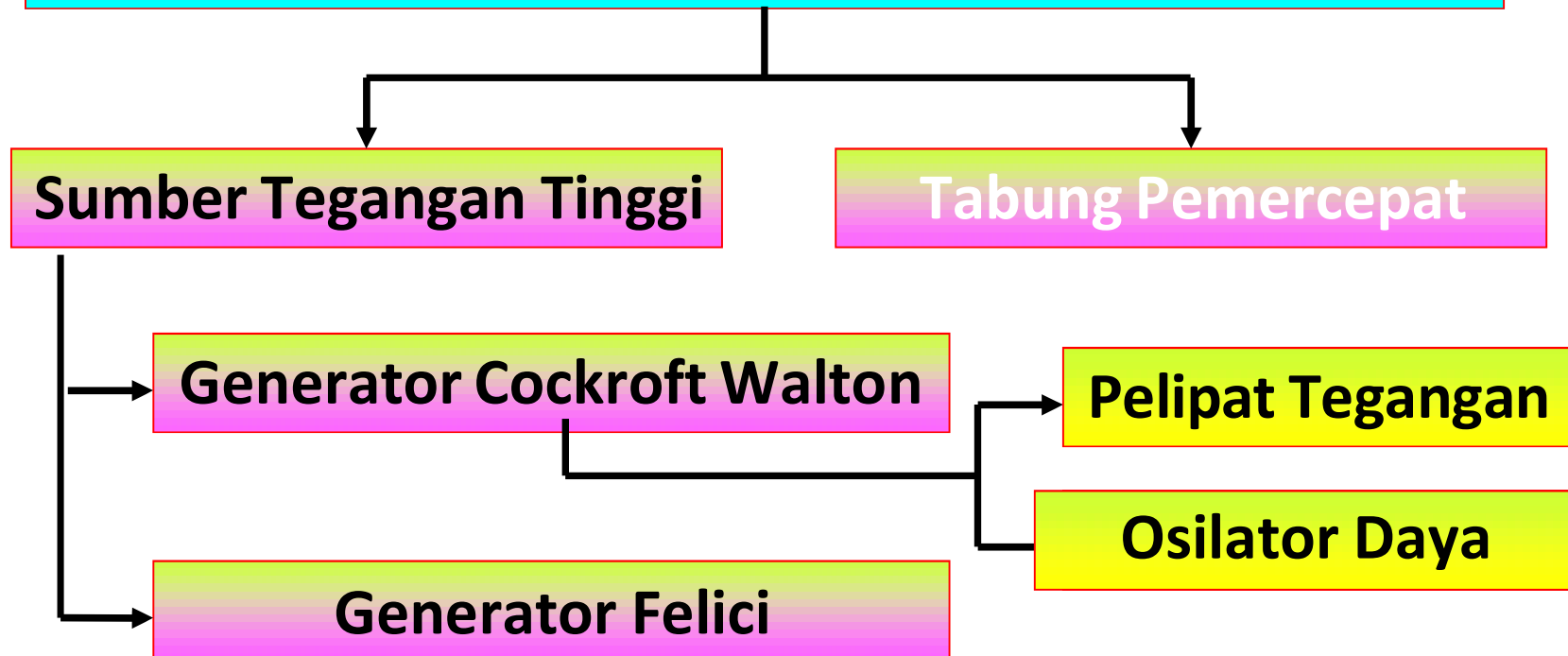


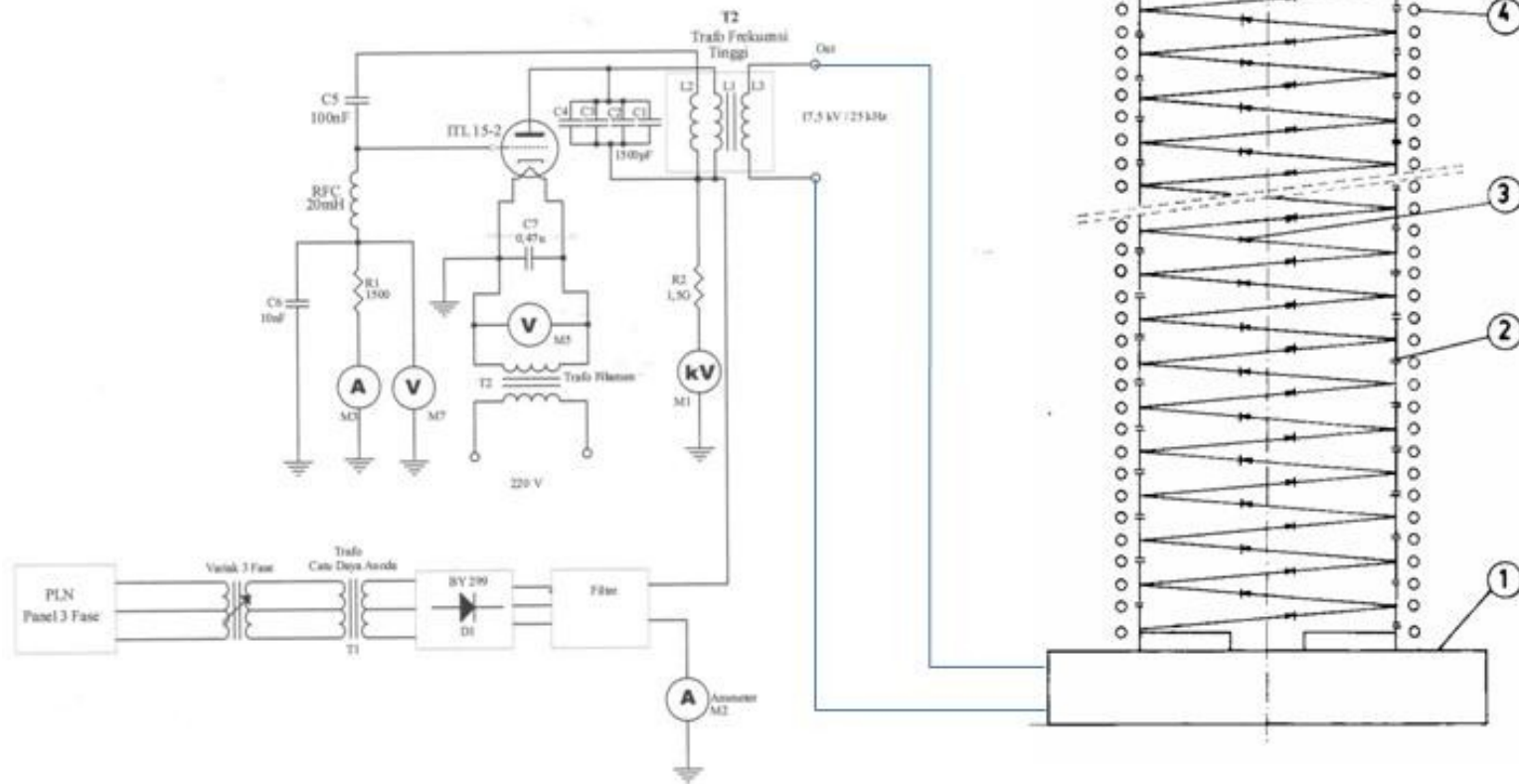
Perawatan

- Pembersihan (elektroda, isolator/keramik, cincing korona)
- Penggantian resistor (voltage divider)

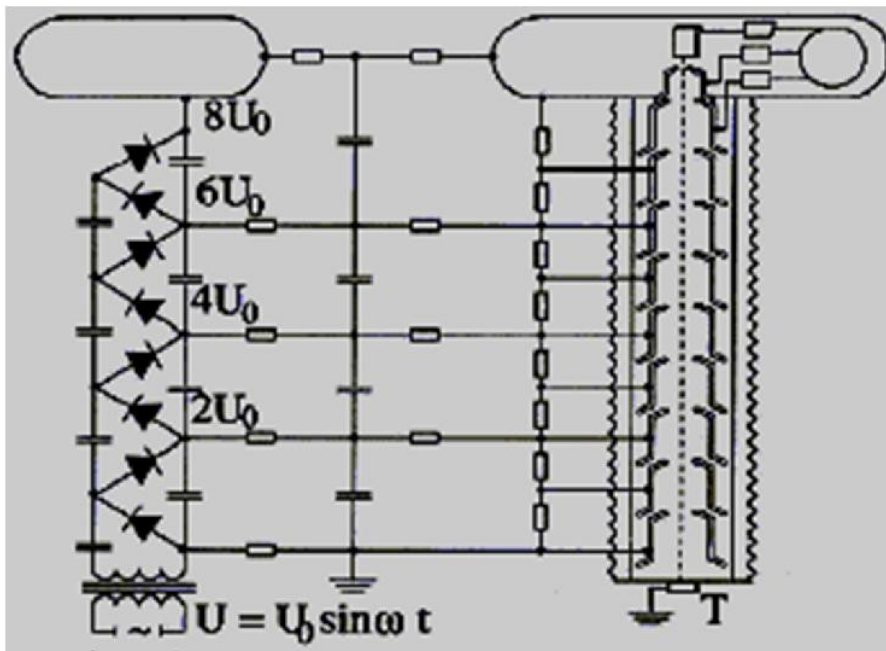
Tabung pemercepat jenis *general purpose accelerating tube*

SISTEM PEMERCEPAT

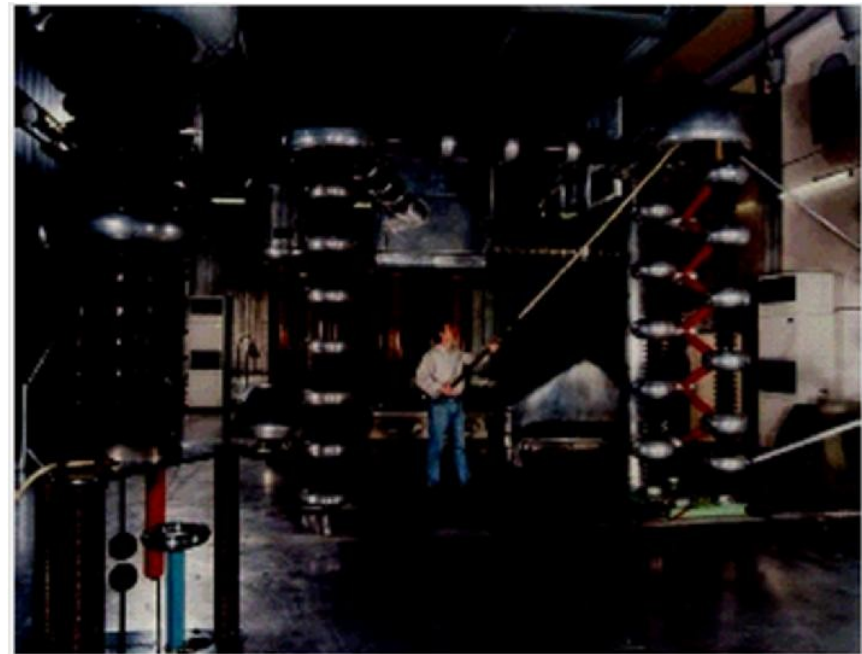




Untai Generator Cockroft Walton



(a). Skema pelipat tegangan



(b). Instalasi generator Cockroft-Walton

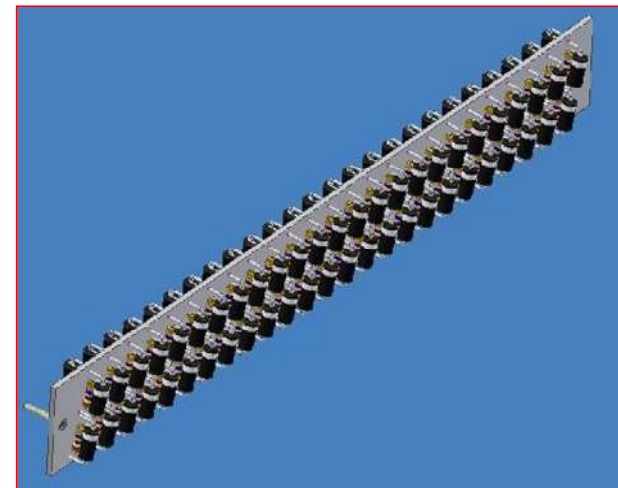
Skema dan instalasi generator Cockroft-Walton



Tampak Depan



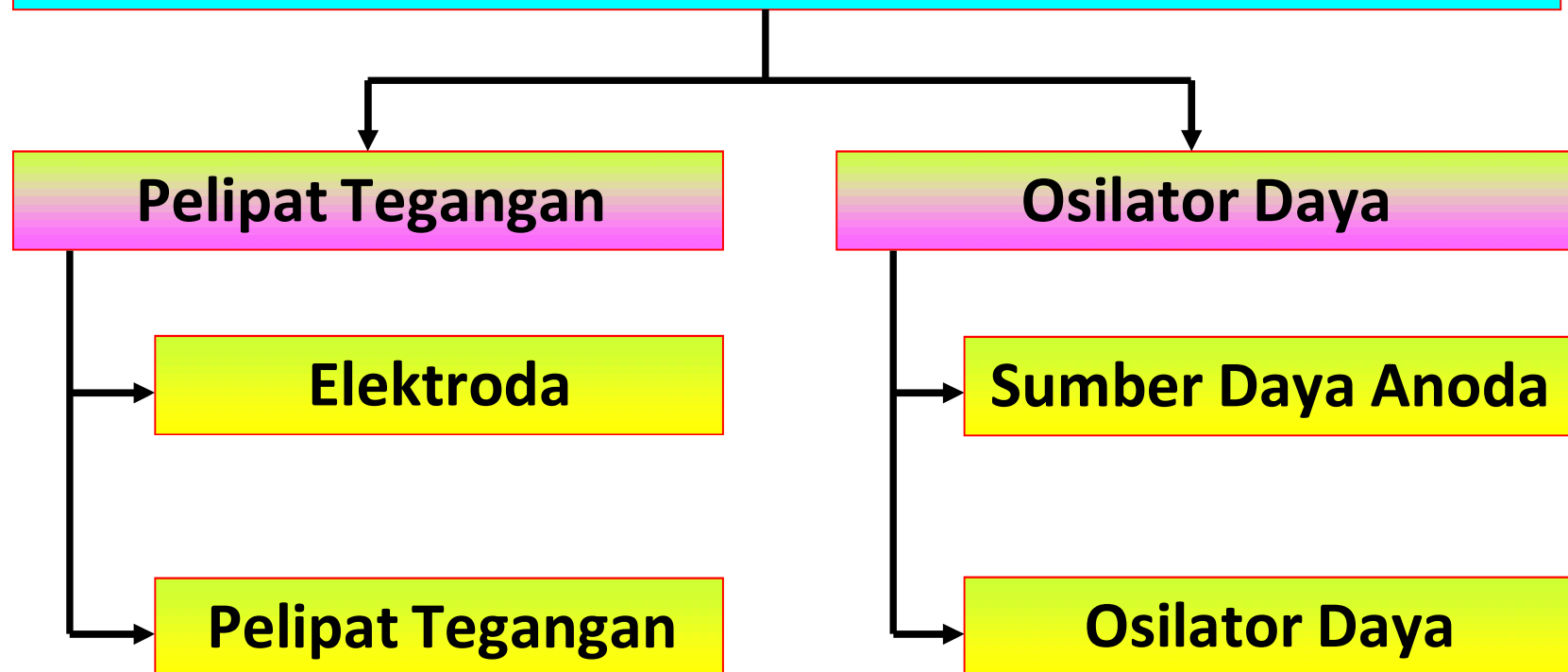
Tampak Belakang



Rangkaian dioda teg tinggi

Generator Cockroft Walton

PERAWATAN GENERATOR COCKROFT-WALTON



Pelipat Tegangan



Elektroda

Pemeriksaan & tindakan

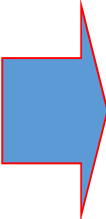
- Permukaan harus halus, licin & bersih
- Bersihkan debu dgn lap.
- Bersihkan oksidasi dgn kertas gosok halus hingga halus & mengkilap

Pelipat Tegangan

Pemeriksaan & tindakan

- Komponen PT (C, D, R, sela-pengaman, simpul-simpul sambungan, kabel & kolom penyangga harus halus, licin dan bersih
- Atur sela-pengaman tegangan. Jarak sela-pengaman diatur dgn mengacu harga tegangan dadal udara pd kondisi setempat, misal 25 kV/cm

**Sumber
Daya
Anoda**



Pemeriksaan & tindakan

- Komponen Penyearah (Kapasitor, Diode, Resistor) harus bersih dari kotoran/debu
- Terminal & kabel-kabel penghubung harus baik kontaknya, isolasinya, & bebas kemungkinan hubung singkat
- Trafo SDA hrs terjaga kualitas & isinya: minyak trafo & silica-gel pada tangki konservator (warna biru)
- Minyak trafo berwarna kuning jernih & tegangan dadal $> 30 \text{ kV}/2,5 \text{ mm}$
- Variak SDA, terutama mekanik penggeraknya al: ketegangan *V-belt*, posisi & kedudukan *limit-switch*

Osilator Daya



Pemeriksaan & tindakan

- Komponen osilator: tabung triode, sumber daya filamen, kapasitor keramik, inductor, *RF-chocke*, hrs bersih & baik sambungannya
- Sistem pendingin bebas dari kebocoran, hambatan aliran & kekurangan isi air.
- Air pendingin tabung triode memiliki resistivitas $> 50 \text{ kOhm cm}$.
- Cek frekuensi osilator \rightarrow gelombang sinus dgn frekuensi antara 20 kHz - 40 kHz.

Perawatan Kelistrikan, Pencegahan & Perbaikan

Kelistrikan

- Lingkup sekitar sistem kontrol (panel kontrol operasi) generator C-W.
- Biasanya perawatan yang sifatnya perbaikan & sedikit pencegahan

Pencegahan

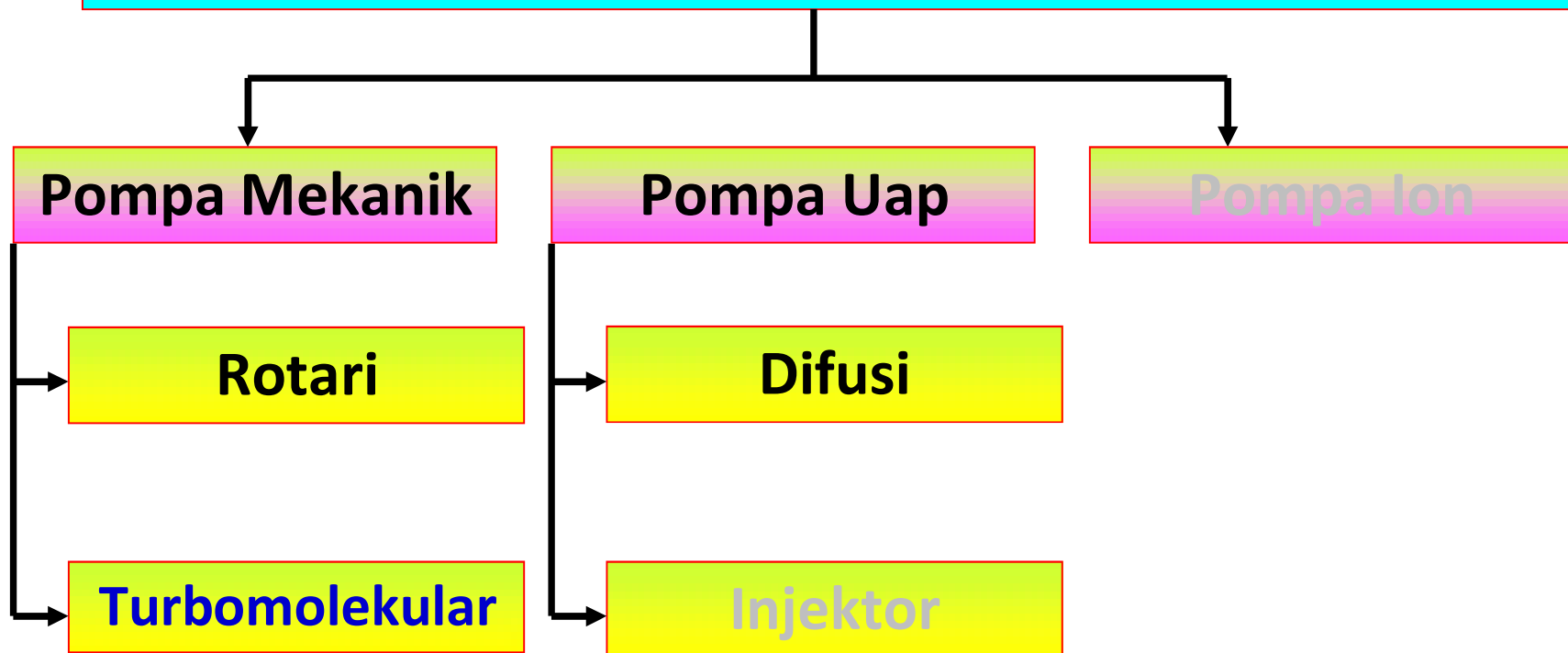
- Terutama menjaga *relay* berfungsi normal
- *Relay* yg jarang bekerja perlu diaktifkan (dicoba) secara manual agar tidak macet
- *Relay* yg kerjanya sering secara berkala dibersihkan menggunakan *contact-cleaner*.

Perbaikan

- Biasanya tjd krn kegagalan fungsi sistem kontrol
- Mengatasinya perlu penelusuran jaringan berdasarkan gambar *wiring diagram*
- Jika gangguan ditimbulkan krn berfungsinya *limit switch* shg terjadi *trip*, mk direset.

Sistem Vakum

SISTEM VAKUM

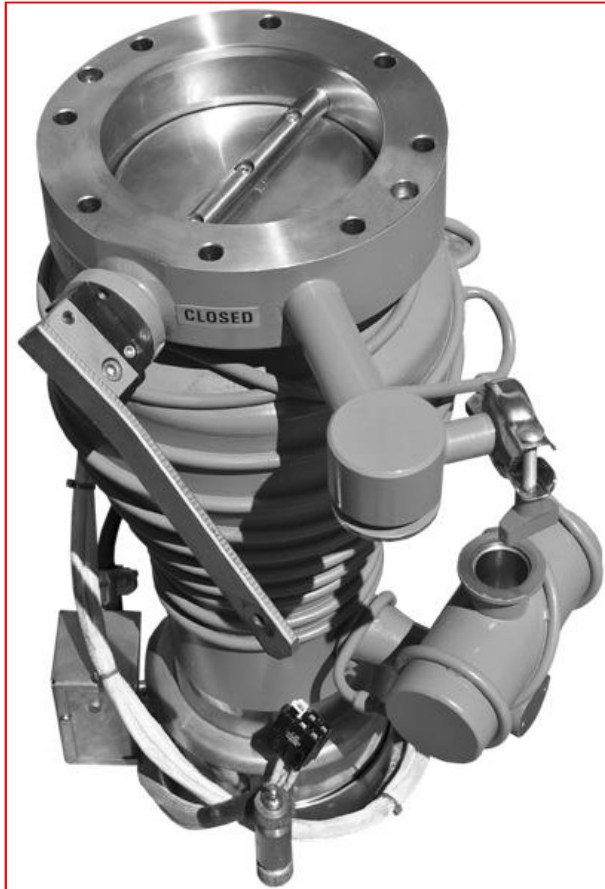


Pompa Vakum



Rotari

Pompa Vakum

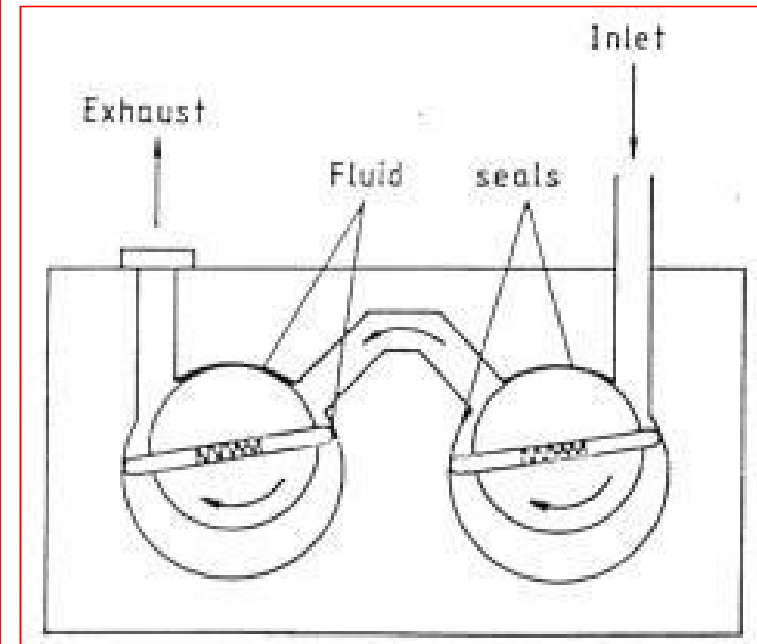
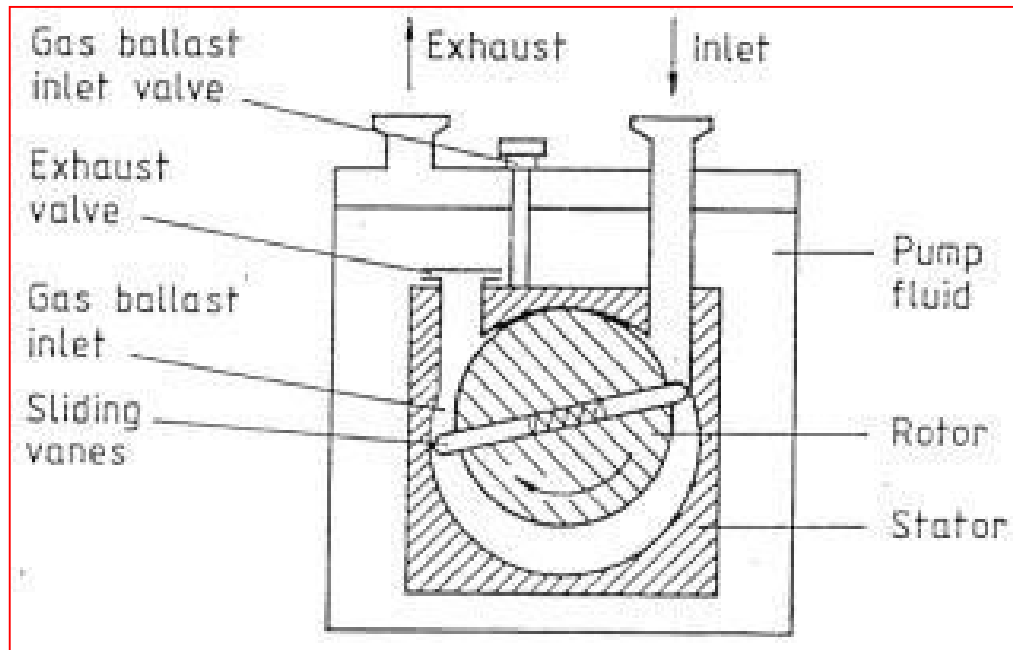


a. Difusi



b. Turbomolekular

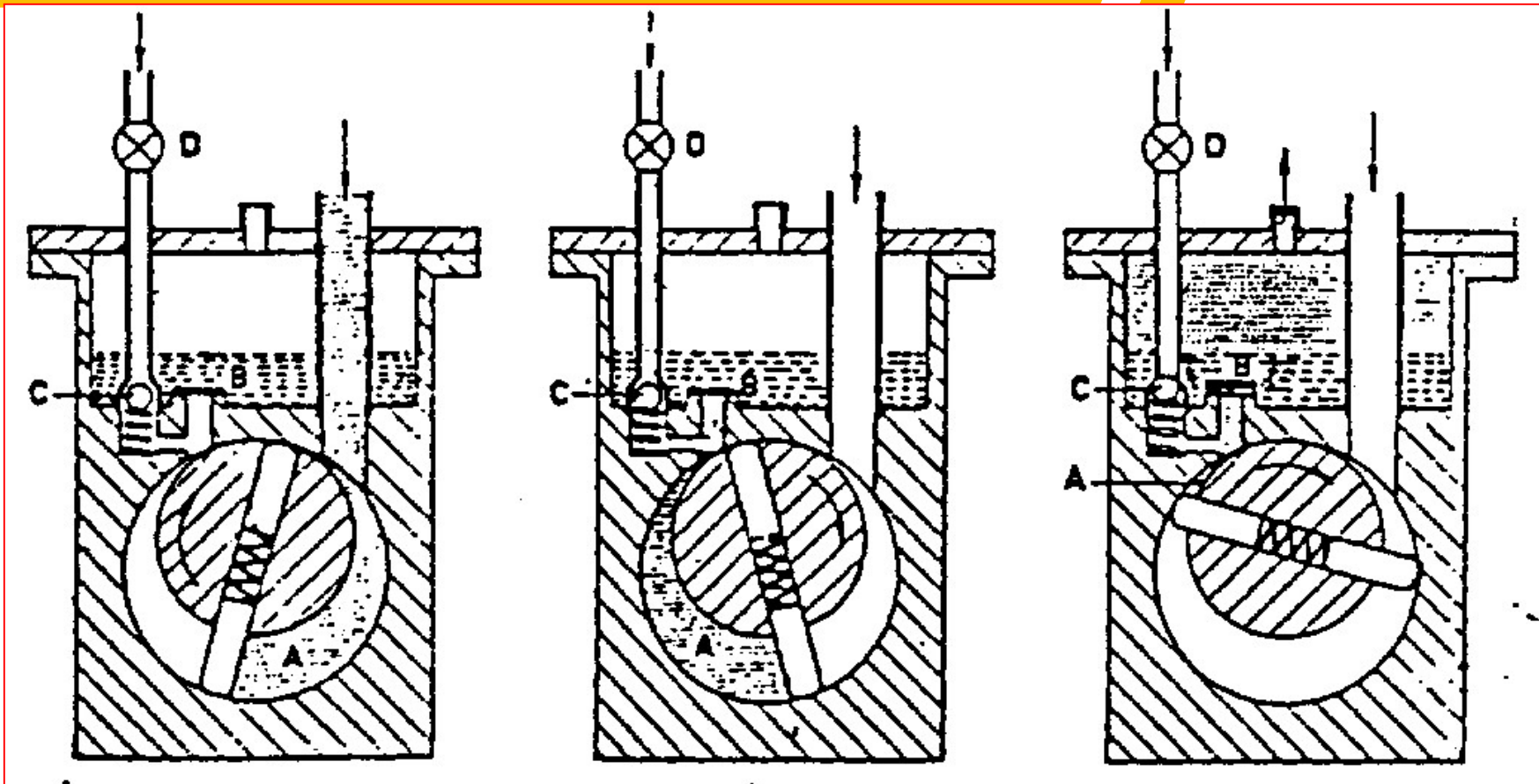
Pompa rotari



(a). 1 tingkat

(b). 2 tingkat

Pompa Rotari



Gas ballast pompa rotari

Pompa biasanya dilengkapi petunjuk perawatan

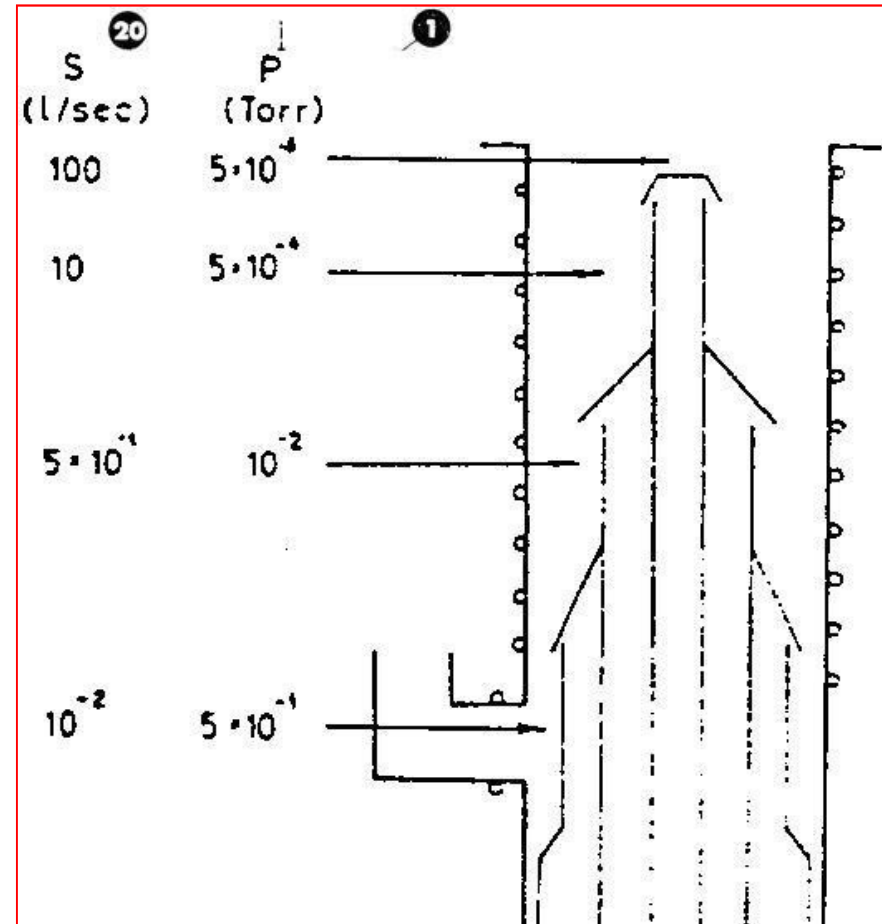
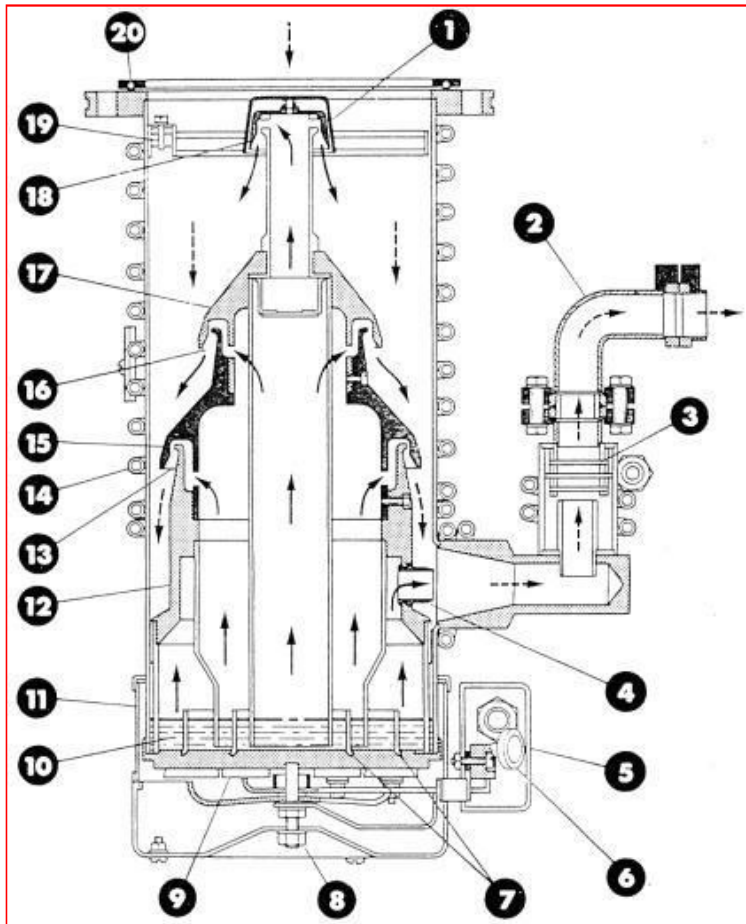
Perawatan pompa rotary



Pemeriksaan & tindakan

- Minyak pelumas diatas batas “Minimum”
- Penggantian minyak tiap 6 bulan, contoh minyak pompa: Guvacol R910, Alcatel 1DO, SHELL VTREA 100, TOTAL CORTIS 100, dsb.
- Keluarkan minyak, isikan minyak baru ($\pm 0,5$ lt) sebagai pembilas & dihidupkan beberapa menit.
- Keluarkan minyak pembilas, ganti dgn minyak baru

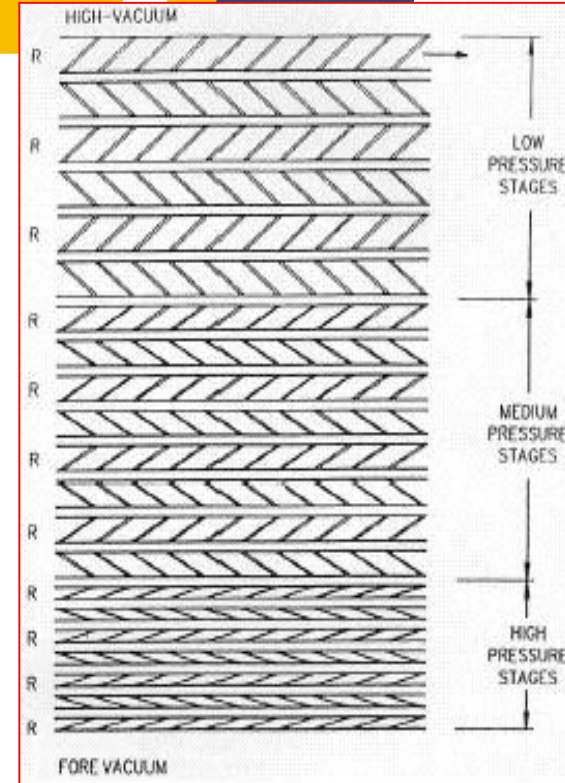
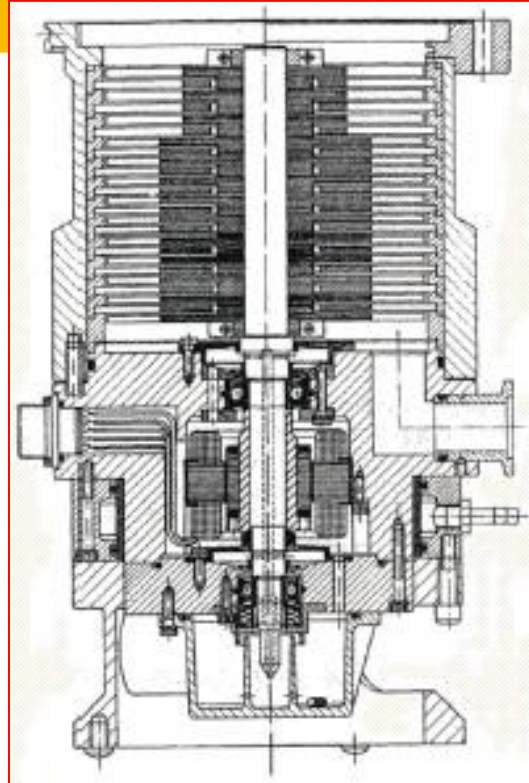
Pompa Difusi



(a). Tampang lintang

(b). Tingkatan kevakuman

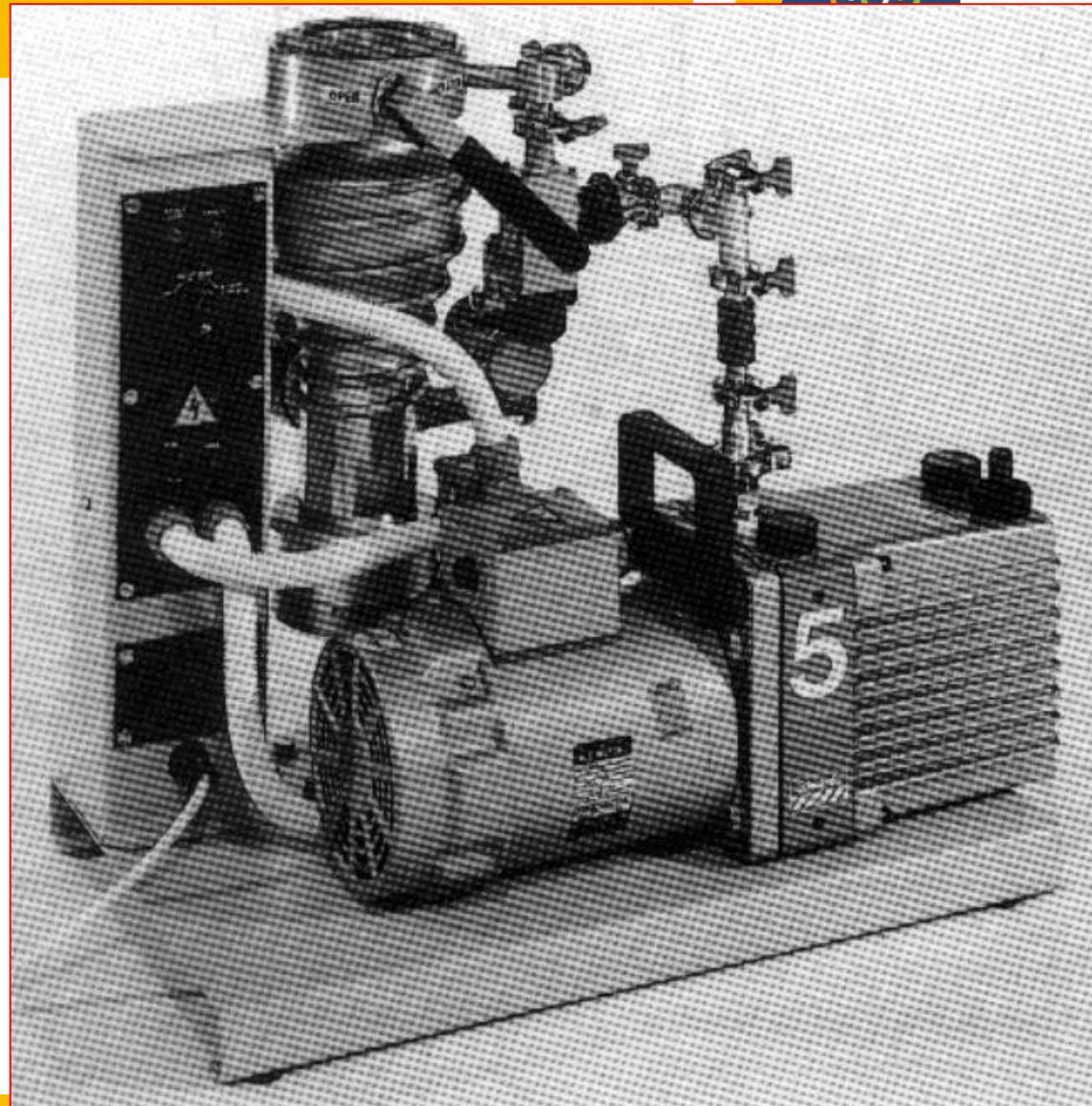
Pompa Turbomolekular



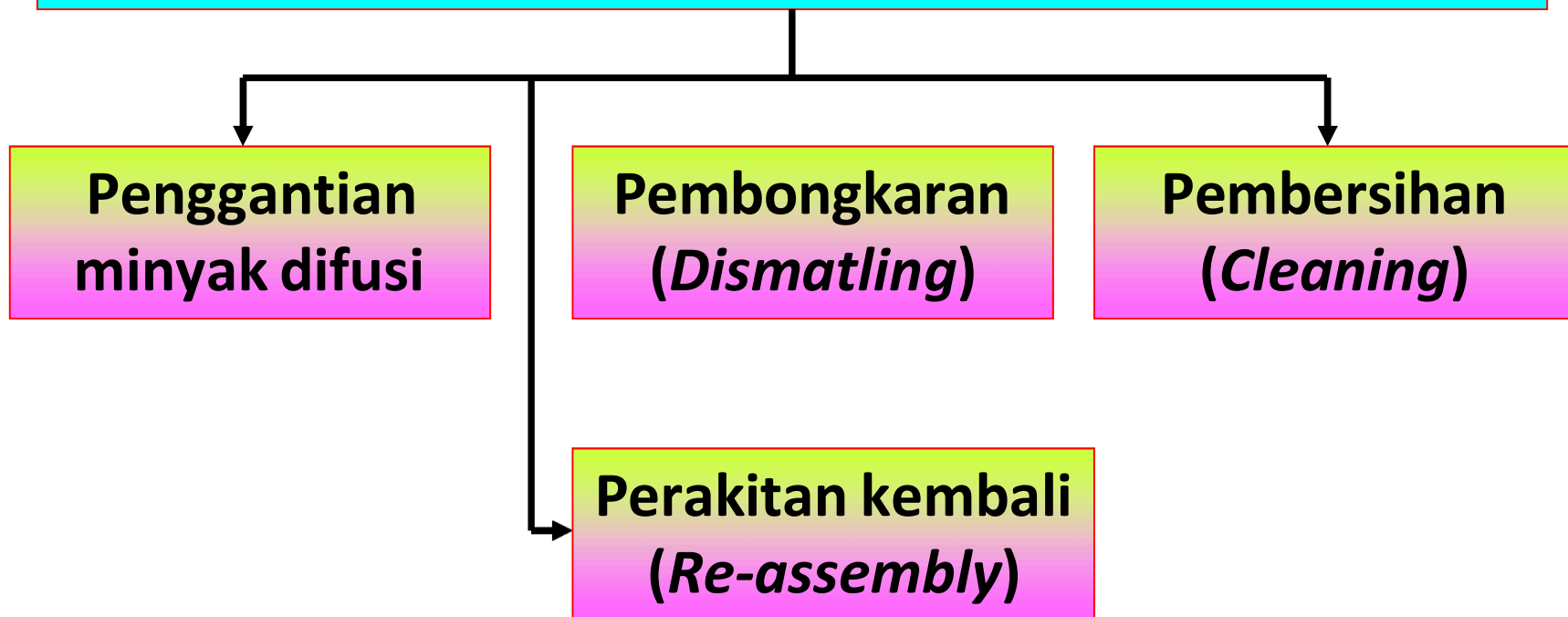
- Putaran pompa (rotor) antara 14.000 sampai 90.000 rpm
- Perbandingan kompresi tiap tingkat sekitar 5
- Jumlah tingkat sekitar 9 tingkat
- Dengan jumlah tingkat ini, perbandingan kompresi 5^9 sekitar 2×10^6 pada kondisi tidak ada aliran (*zero flow*)



**Kombinasi
antara pompa
rotari dan
pompa difusi**



Perawatan Pompa Difusi



Penggantian minyak difusi



1. Pengeluaran minyak → perlu dihangatkan dgn pemanas agar aliran keluar mudah, minyak keluar setelah pompa dimatikan.
2. Minyak diisikan melalui *baffle valve* atau melalui *backing spot* yaitu lubang sambungan ke *backing pump*.
3. Jenis minyak yg direkomendasikan adl: Apiezon-C (5.10-8 torr), Silicone 704 (5.10-8 Torr), Silicone 705 (3.10-8 Torr), Convalex 10 (3.10-8 Torr).

Pembongkaran



1. Keluarkan minyak dgn terlebih dulu dihangatkan dgn pemanas agar mudah pengalirannya.
2. Pompa difusi dilepaskan dari sistem.
3. Lepaskan: *guard ring*, pegas penahan & *top jet cap*.
4. Lepaskan rangkaian pemancar atau *jet assembly*, & bagian lainnya.

Pembersihan (*Cleaning*)



1. Bersihkan bagian dlm pompa, bagian-bagian dari rangkaian *jet* (pemancar), *backing spout*. Gunakan larutan pembersih: benzena (untuk minyak Apiezon-C) atau trichloreothylene (untuk minyak Silicone).
2. Bersihkan bekas larutan pembersih menggunakan acetone.
3. Bebaskan bekas acetone dari semua bagian dgn cara pemanasan pd suhu sekitar 75⁰ C.

Perakitan kembali (*Re-assembly*)



1. Pasang rangkaian *jet*, hadapkan lubang keluarannya (*ejector jet*) lurus dgn *backing tube* atau saluran ke pompa rotary.
2. Pasanglah tingkat kedua dan tingkat pertama dari rangkaian *jet*, dengan posisi yg benar.
3. Pasang *top stage chimney* (corong atas) shg posisinya pas, kecangkan baut pengikat shg posisinya kembali penuh pada dudukannya.
4. Posisikan rangkaian *jet* hrs tepat dgn cara menggerak-gerakan sedikitbeberapa kali utk menepatkan posisi dudukannya.
5. Pasang *top jet cap* (tutup *jet* atas) & *retaining spring* (pegas penahan).
6. Pasang *guard ring*, tepatkan shg *centring pin* dlm *top jet cap* tepat pd lubang bagian atas dari *guard ring*. Pastikan jarak *clamping ring* dgn plendes/flens atas merata.
7. Pastikan plendes & *O-ring* bersih serta tdk rusak utk dipasang.
8. Isikan minyak baru, instalasikan ke sistem & pompa rotary.



PENCUCIAN

- Bahan pencuci tergantung dari bahan komponen dan pengotor

PEMANASAN

- Pemanasan dilakukan di dalam ruang vakum dengan tingkat kevakuman sekitar 10^{-6} torr pada suhu antara 200°C s/d. 500°C sesuai dengan bahan komponen-komponen sistem vakum
 - untuk logam dan kaca antara 400°C s/d. 500°C
 - untuk *viton* sekitar 200°C
- Waktu pemanasan sekitar 30 jam shg laju pelepasan gas $5 \cdot 10^{-13}$ Torr lt/dt/cm² untuk SS 316 l
- Setelah pemanasan, dilakukan penyimpanan di dalam gas nitrogen dan instalasi dilakukan secepatnya

KESIMPULAN PERAWATAN KOMPONEN IRADIATOR (AKSELERATOR)



Perawatan komponen iradiator (akselerator) meliputi:

- 1. Perawatan mencakup komponen- komponen atau bagian-bagian dari akselerator diantaranya: sumber elektron, sistem pemercepat (tabung pemercepat & STT, sistem vakum (komponen-komponen terkait sistem vakum dan pompa vakum).**
- 2. Perawatan sumber elektron, mencakup: pembersihan flens, penggantian filamen, pengecekan & pembenahan catu daya filamen dan catu daya anoda.**
- 3. Perawatan sistem pemercepat mencakup: tabung akselerator & STT sebagai tegangan pemercepat (generator Cockroft-Walton).**

KESIMPULAN PERAWATAN IRADIATOR (AKSELERATOR)



4. Perawatan generator Cockroft-Walton meliputi perawatan osilator lengkap dgn catu dayanya & pelipat tegangan lengkap dgn cincin korona & elektroda keluaran.
5. Perawatan generator Felici terutama pada pembersihan komponen-komponennya & pengisian kembali gas H₂.
6. Perawatan sistem vakum meliputi: penggantian minyak yaitu minyak pelumas utk pompa rotary & minyak difusi utk pompa difusi, pembersihan & perlakuan komponen-komponen vakum misalnya O-ring, pembersihan komponen-komponen dari pompa vakum.
7. Dari perawatan tsb dilanjutkan dgn uji coba.

SEKIAN

TERIMA KASIH ATAS PERHATIANNYA

***Semoga sukses dalam
menempuh ujian SIB***

