

# PEMELIHARAAN KOMPONEN/ PERALATAN MEKANIK DAN LISTRIK AKSELERATOR



Materi Pelatihan Pekerja Iradiator  
**PUSDIKLAT-BATAN**

**Eko Priyono**

Pusat Sains dan Teknologi Akselerator

Email: [eko\\_priyono@batan.go.id](mailto:eko_priyono@batan.go.id)

Peserta mengetahui dan memahami hal-hal yang berkaitan dengan prinsip dasar pemeliharaan/perawatan komponen-komponen listrik dan mekanik akselerator khususnya MBE (mesin berkas elektron), mesin implantor ion dan generator neutron

## Setelah mengikuti diklat, peserta diharapkan mampu untuk :

- Mendeskripsikan iradiator akselerator dan jenisnya
- Menyebutkan komponen utama iradiator akselerator
- Membedakan komponen mekanik dan listrik iradiator akselerator
- Mendeskripsikan jenis-jenis perawatan komponen mekanik dan listrik iradiator akselerator
- Mengetahui dan memahami faktor yang mempengaruhi keberhasilan kegiatan perawatan komponen mekanik dan listrik iradiator akselerator
- Mengetahui dan memahami kegunaan perawatan/pemeliharaan komponen mekanik dan listrik iradiator akselerator
- Mengetahui, memahami cara mengatasi faktor lingkungan yang mempengaruhi kinerja peralatan/komponen mekanik dan listrik
- Menjelaskan cara perawatan/pemeliharaan komponen mekanik dan listrik iradiator akselerator

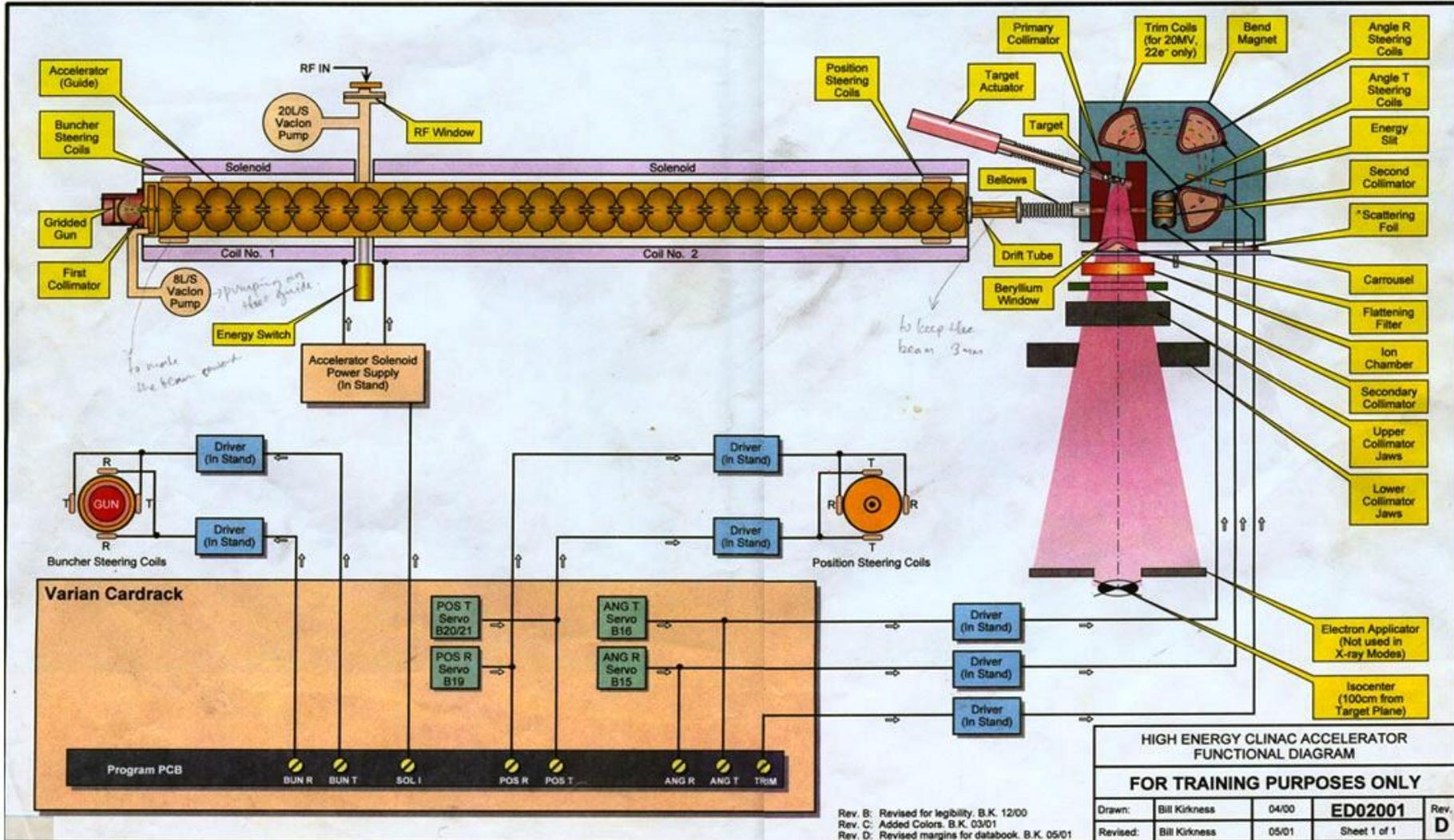
- ❑ Pemeliharaan atau sering disebut *maintenance* merupakan suatu kegiatan yang bertujuan untuk menjaga kerja dari suatu peralatan/komponen/instrumen agar kinerjanya senantiasa dapat optimal sesuai spesifikasinya dalam jangka waktu yang panjang
- ❑ Komponen mekanik merupakan bagian komponen yang berhubungan dengan sistem mekanik baik yang bergerak maupun diam (Statis atau Dinamis)
- ❑ Komponen listrik merupakan bagian komponen yang berhubungan dengan sistem catu daya listrik

# CONTOH : POMPA AIR

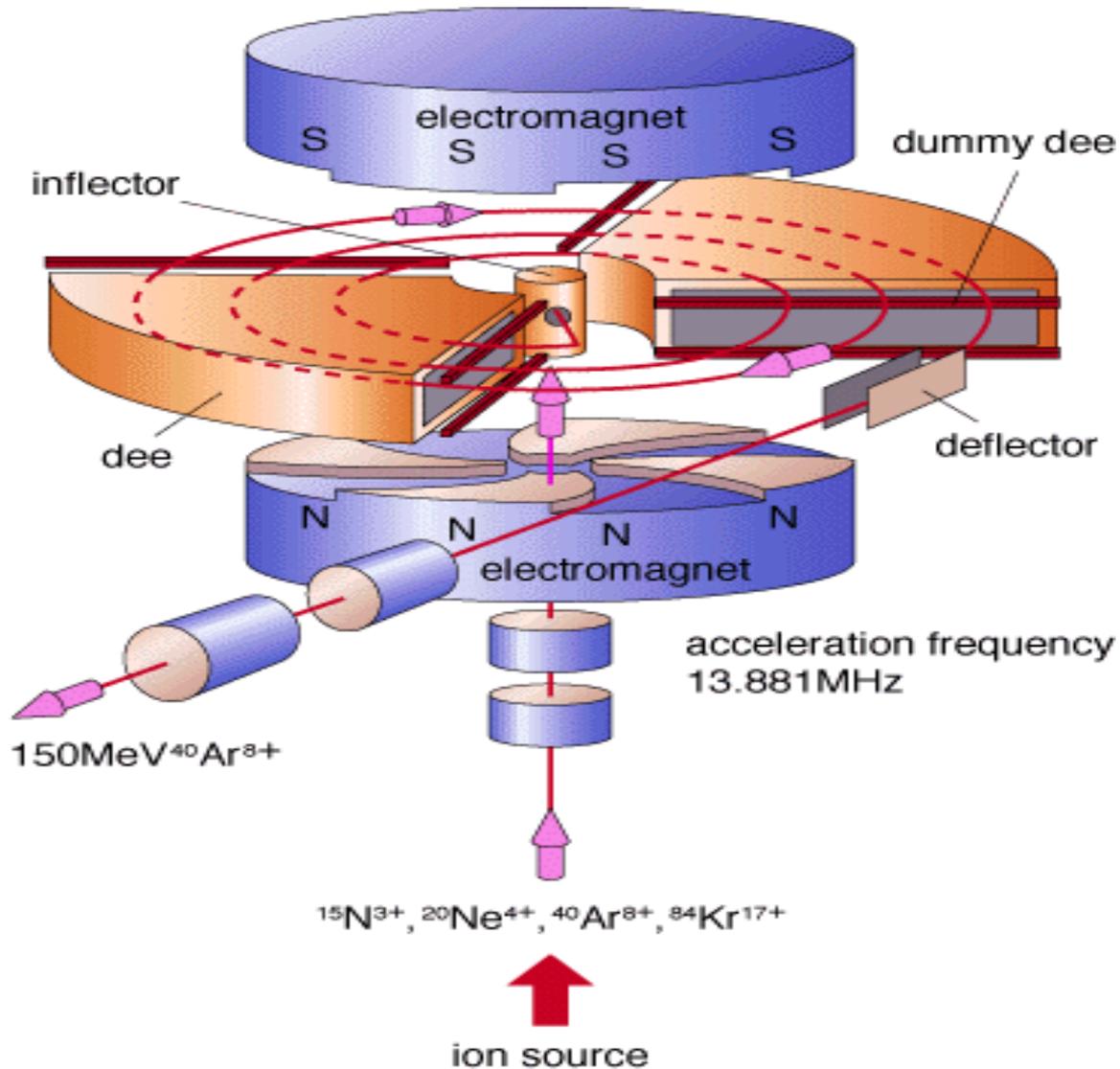


- ❑ **Akselerator merupakan sebuah perangkat yang berfungsi untuk mempercepat partikel bermuatan (ion, elektron, proton) hingga tingkat energi tertentu untuk keperluan proses iradiasi bahan/target**
- ❑ **Ada 2 jenis akselerator berdasarkan metoda percepatannya, yaitu akselator linier dan akselerator siklik**

# Contoh : Akselerator Linier



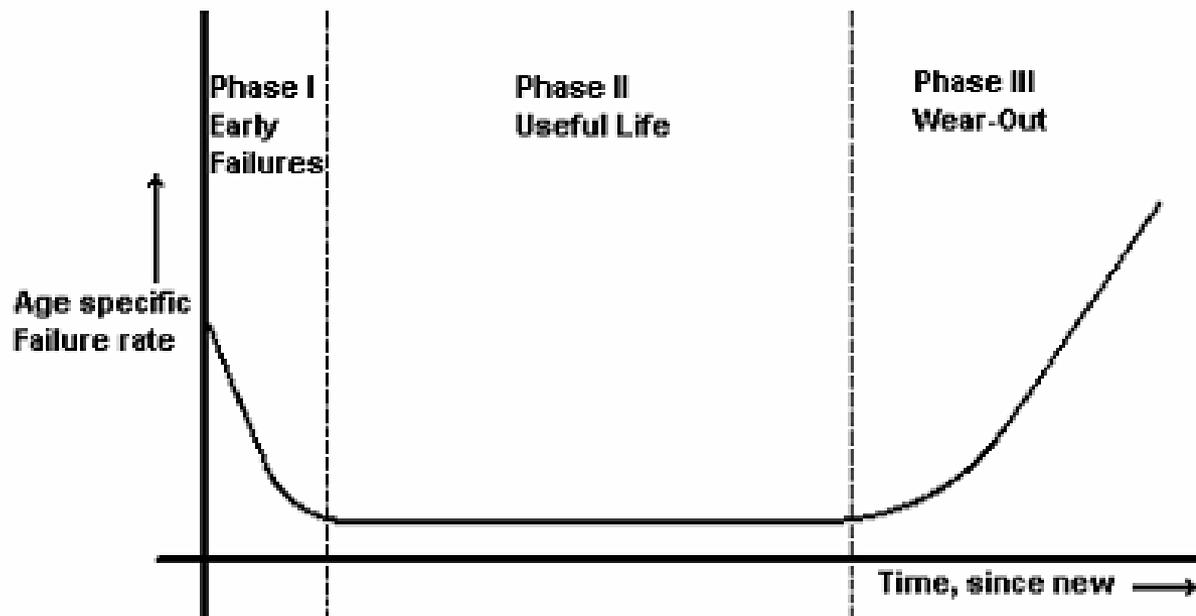
# Contoh Akselerator Siklik



- ❑ **Pada umumnya sebuah perangkat akselerator disusun dari beberapa sistem atau komponen/peralatan/sistem**
  - **Sumber Ion/Elektron**
  - **Sistem Pemercepat Dan Sistem Tegangan Tinggi**
  - **Sistem Optik (Pemfokus, Pemayar)**
  - **Sistem Vakum**
  - **Sistem Pendingin**
  - **Sistem Target**
  - **Sistem Instrumentasi dan Kendali**

- Pemeliharaan atau sering disebut *maintenance* merupakan suatu kegiatan yang bertujuan untuk menjaga kerja dari suatu peralatan/komponen/instrumen agar kinerjanya senantiasa dapat optimal sesuai spesifikasinya dalam jangka waktu yang panjang**
- Unjuk kerja suatu peralatan/instrumen dipengaruhi banyak faktor diantaranya adalah umur, kondisi lingkungan dan cara pengoperasian.**
- Apabila dalam suatu peralatan/instrumen terdapat komponen yang rusak, maka akan terjadi gangguan dengan gejala-gejala tertentu**
- Gejala-gejala ini merupakan suatu perubahan unjuk kerja peralatan tersebut dari keadaan yang normal**
- Pemeliharaan tidak dapat dipisahkan terhadap keandalan karena jika suatu peralatan/komponen/instrumen dapat dibuat betul-betul andal sepanjang masa, maka pekerjaan pemeliharaan tidak diperlukan lagi**

- Keandalan dari suatu peralatan/komponen/instrumen ditentukan sebagai kemungkinan bahwa ia akan melakukan fungsi yang benar sesuai dengan spesifikasinya dibawah kondisi yang ditetapkan untuk kurun waktu tertentu. Kurva terkenal bath tub dari keandalan peralatan sebagai suatu fungsi waktu ditunjukkan pada Gambar 1



# LINGKUP KEGIATAN PEMELIHARAAN



- **Memberikan lingkungan kondusif pada peralatan/komponen/instrumen agar berfungsi layak**
- **Identifikasi bagian-bagian yang gagal dan membuat sistem kembali berfungsi pada unjuk kerja operasi optimum dengan memperbaiki keandalan**
- **Perbaiki keandalan untuk investigasi yang diyakinkan dengan pengujian secara periodik parameter-parameter penting dari peralatan**
- **Mengganti bagian yang diperkirakan rusak sebelum menyebabkan suatu kerusakan yang lebih besar.**

Pemeliharaan dapat dikategorikan dalam tiga jenis :

## 1. Pemeliharaan pencegahan

- Kegiatan memperhatikan harian dan memberikan suatu lingkungan kondusif untuk berfungsinya peralatan/komponen
- Dilakukan dimuka lewat pengujian berkala dari fungsi sistem, mengatur parameter-parameter peralatan dan memastikan kondisi kerja yang aman
- Usaha mencegah rusaknya peralatan selama kurun waktu operasi rutin.

## 2. Pemeliharaan perbaikan

- Kegiatan perbaikan peralatan yang dilakukan setelah peralatan/komponen/instrumen rusak.

## 3. Pemeliharaan peramalan

- Kegiatan yang mengacu pada pengamatan parameter sistem yang kritis

- 1. Mengoptimalkan dan memperpanjang MTBF dengan cara :**
  - Mengeliminasi pengaruh faktor lingkungan
  - Melaksanakan program pemeliharaan pencegahan
  - Melaksanakan manajemen instrumen (monitoring pemakaian peralatan, kebijakan suku cadang, pelatihan)
- 2. Meningkatkan kendali mutu (QC) pekerjaan di lab. dengan cara :**
  - ❖ Mempersiapkan dokumen SOP (Standard Operation Procedures)
  - ❖ Mempersiapkan dokumen SPMP (Standard Preventive Maintenance Procedures) dan Pengendalian mutu (Quality Control).
  - ❖ Melaksanakan manajemen pemeliharaan
  - ❖ Menyelenggarakan pelatihan

# INDIKATOR KEBERHASILAN PEMELIHARAAN



Keberhasilan kegiatan pemeliharaan pencegahan dapat dinilai dari pengamatan atau pengevaluasian :

1. Kenaikan masa laik operasi peralatan yang diukur pada MTBF (Mean Time Between Failure) yaitu : Selang waktu rata-rata diantara dua saat kerusakan atau kegagalan peralatan
2. Pengurangan pada nilai kerugian, yang dilihat pada MTTR (Mean Time To Repair) yaitu : Selang waktu rata-rata yang diperlukan untuk mereparasi instrumen, termasuk waktu untuk menunggu pengadaan suku cadang.

1. Perencanaan program dan catatan pelaksanaan perawatan
2. Prosedur perawatan praktis
3. Ketrampilan personil dan organisasi
4. Suku cadang dan bahan
5. Peralatan dan perkakas
6. Lingkungan kerja
7. Kedisiplinan

- Program perawatan dimaksudkan untuk memberi perlakuan terhadap semua komponen sistem demi mencegah timbulnya gangguan dan memelihara kesempurnaan sistem.
- Program perawatan direncanakan dengan mempertimbangkan beberapa hal, antara lain:
  1. Data catatan operasi,
  2. Data *checklist*,
  3. Petunjuk khusus berdasarkan *instruction manual* dari alat yang bersangkutan.
  4. Petunjuk pelaksanaan (juklak) pengoperasian, dsb.

**Kegiatan perawatan yang dipandang perlu untuk diprogramkan dapat dikelompokkan sebagai berikut :**

- 1. Pekerjaan-pekerjaan perawatan regular**
- 2. Pekerjaan-pekerjaan perawatan pencegahan**
- 3. Pekerjaan-pekerjaan perbaikan yang tak begitu mendesak**
- 4. Instalasi baru atau penambahan instalasi**

# PROSEDUR PERAWATAN PRAKTIS



Prosedur perawatan praktis dapat diacu dari buku petunjuk (*instruction manual*) yang diterbitkan oleh produser alat terkait atau dari sumber lain yang layak.

Contoh :

- Petunjuk tata cara perawatan pompa vakum.
- 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.

# KETRAMPILAN PERSONIL DAN ORGANISASI-1



- ❑ Personil terampil adalah personil yang memiliki **pengetahuan** dan **kecakapan** bertindak tepat dalam bidang yang dihadapi atau yang menjadi tanggungjawabnya.
- ❑ Pengetahuan meliputi penguasaan:
  - Teori tentang prinsip kerja maupun teknologi dari sistem yang dihadapi
  - Pengetahuan praktis dari pengalamannya bekerja
- ❑ Kecakapan adalah memiliki kemampuan dengan segera dapat mengambil keputusan untuk bertindak tepat dalam proses penyelesaian masalah.

# KETRAMPILAN PERSONIL DAN ORGANISASI-2



Peran personil terampil sangat besar pengaruhnya terhadap kesuksesan kegiatan perawatan, misalnya dalam hal :

- ❑ Keberhasilan program perawatan lebih dapat diharapkan dengan kualitas yang relatif lebih tinggi.
- ❑ Waktu penyelesaian masalah dapat diharapkan relatif lebih singkat.
- ❑ Dampak ekonomis, karena kualitas dan prestasi keberhasilan pelaksanaan program perawatan, terlebih dalam masalah *urgent* yang sifatnya insidental seperti yang terjadi dalam periode operasional.

- ❑ Pemeliharaan pencegahan adalah segala tindakan secara teratur yang dilakukan untuk mencegah segala kegagalan atau tidak berfungsinya instrumen di laboratorium sehingga instrumen dapat dipertahankan pada kondisi operasi yang optimum
- ❑ Perbaikan peralatan setelah rusak **bukan** merupakan kebijaksanaan pemeliharaan yang paling baik karena pemeliharaan yang baik adalah mencegah kerusakan
- ❑ Biaya pemeliharaan terbesar biasanya bukan biaya reparasi, lebih sering unsur biaya pokok adalah biaya berhenti untuk reparasi yang kadang-kadang waktu yang diperlukan tidak dapat diperkirakan sehingga kegiatan produksi akan terhenti. Oleh karena itu biaya pemeliharaan perbaikan hampir selalu lebih mahal dari biaya pemeliharaan pencegahan

# KEGUNAAN PEMELIHARAAN PENCEGAHAN



Pengurangan biaya terjadi dalam beberapa keadaan berikut :

1. Mengurangi waktu mati dari peralatan
2. Lebih awet dan menambah harapan hidup peralatan sebagai hasil penggantian bagian yang jelek secara dini.
3. Lebih sedikit perbaikan skala besar, karena reparasi utama dielakkan dengan program pemeliharaan terprogram.
4. Mengurangi biaya perbaikan. Saat suatu bagian gagal dalam pemakaian, umumnya mengganggu bagian lain dan membuat perbaikan semakin kompleks dan ini merupakan permasalahan. Perbaikan sebelum kegagalan utama akan mengurangi biaya.
5. Identifikasi peralatan dengan biaya pemeliharaan berlebihan, menandakan perlu pemeliharaan perbaikan, pelatihan operator atau mengganti peralatan usang.

## 1. Pengguna profesional (professional user)

Pengguna adalah ilmuwan profesional atau laboran yang bertanggung jawab untuk bekerja dengan peralatan. Ia menganalisis hasil tetapi tidak tahu banyak tentang bagaimana instrumen bekerja. Tanggung jawabnya : memberikan supervisi pada teknisi yang mengoperasikan peralatan dan meyakinkan bahwa teknisi mengerjakan secara rutin pengujian kontrol kualitas, pemeliharaan pencegahan dasar (level-1) dan juga memeriksa secara teratur buku catatan peralatan.

## 2. Operator

Operator adalah teknisi yang secara rutin menggunakan peralatan. Ia tidak mempunyai peralatan atau instrumen khusus untuk pemeliharaan tetapi harus tahu bagaimana pengujian dengan benar menggunakan sumber, dsb. Tanggung jawabnya : melakukan pemeriksaan peralatan secara rutin, menjaga kondisi lingkungan (kebersihan, suhu, kelembaban), uji kualitas rutin, menjaga peralatan dan buku catatan laboratorium

## 3. Teknisi Pemeliharaan

- Orang yang memiliki ketrampilan teknis dalam pemeliharaan dan mempunyai pengetahuan dasar tentang peralatan yang digunakan untuk pekerjaan pemeliharaan. Ia mungkin operator yang memiliki ketrampilan ekstra atau teknisi instrumentasi yang telah dialokasikan untuk tugas pemeliharaan umum.
- Tanggung jawab : Mengerjakan pemeliharaan pencegahan rutin, uji kualitas rutin dengan peralatan khusus, perbaikan sederhana, buku catatan pemeliharaan (level-2).

## 4. Pakar Pemeliharaan (Maintenance Expert)

- ❑ Pakar Pemeliharaan adalah insinyur, sarjana fisika atau teknisi senior yang diberi tanggung jawab pemeliharaan dan uji kualitas dari peralatan. Ia mempunyai pengalaman dalam pemeliharaan dan pengetahuan secara umum bagaimana menggunakan setiap peralatan.
- ❑ Tanggung jawabnya adalah melakukan uji kualitas, overhaul peralatan, perbaikan yang rumit, mengatur suku cadang, memeriksa buku catatan pemeliharaan peralatan, memberikan supervisi kepada teknisi pemeliharaan (level-3) dan membantu manajemen/pimpinan dalam menentukan strategi pemeliharaan, pengadaan suku cadang dan pengadaan alat baru.

# FAKTOR YANG MEMPENGARUHI UNJUK KERJA PERALATAN



## Faktor eksternal :

- Lingkungan operasi untuk peralatan
- Penempatan fisik atau lokasi dari peralatan
- Sumber daya dan pendistribusian
- Sejarah sebelumnya dari peralatan
- Ketersediaan suku cadang dan asesoris-asesoris.

## Faktor internal:

- Kondisi peralatan
- Kalibrasi dan kontrol pengaturan
- Kondisi sensor/detektor
- Integritas dan stabilitas dari bagian yang bergerak
- Frekuensi penggunaan

# PENERIMAAN BARANG/PERALATAN-1



Aspek pemeliharaan tidak hanya difikirkan atau dilakukan setelah peralatan datang, tetapi harus sudah dimulai sejak merencanakan pengadaan instrumen tersebut lewat brosur atau informasi yang diberikan oleh pabrik pembuat. Setelah alat pertama kali datang, hal-hal yang perlu dilakukan adalah :

## 1. Penerimaan barang dari pengirim

- Cek bungkus atau kotak instrumen secara visual, jika ada kerusakan selama transportasi
- Jangan menandatangani dokumen penerimaan jika kondisi pembungkus/kotak tidak baik, periksa apakah packing pernah dibuka sebelumnya.

## 2. Membuka pembungkus/packing

- Saksikan pada saat packing dibuka oleh agen/supplier, atau mereka diminta hadir bila akan dilakukan sendiri.
- Periksa secara visual keadaan instrumen, buat catatan jika dijumpai adanya kelainan dan segera beri tahu agen/supplier bila ada kerusakan.
- Baca instruksi pada packing secara cermat, karena kadang-kadang ada kaitannya dengan jaminan pabrik terhadap barang yang ada di dalam.
- Periksa daftar-isinya barang, untuk mengetahui lengkap atau tidaknya isi packing, termasuk kelengkapan buku-buku petunjuk operasi maupun perbaikan.

## 3. Commissioning

Commissioning adalah suatu kegiatan pengujian/pengoperasian pertama kali instrumen baru atau selesai ditingkatkan/di-upgraded dengan mengambil/mencatat semua data sebagai dokumen instrumen tersebut.

Hal-hal yang perlu diperhatikan untuk commissioning adalah :

- Mempelajari instruksi untuk instalasi dan operasi
- Siapkan kondisi ruangan yang memenuhi syarat sesuai rekomendasi pabrik yaitu suhu, kelembaban dan power conditioning.
- Cek dan sesuaikan pengatur tegangan jala-jala dan frekuensi sesuai dengan yang tersedia.

# PENERIMAAN BARANG/PERALATAN-4



- Pelaksana yang terlibat pada saat menghidupkan alat pertama kali adalah:
  1. User (calon penanggung jawab)
  2. Pembuat alat/Wakil Pabrik/Supplier
  3. Staf Pemeliharaan
- Lakukan pengujian sesuai dengan protokol yang ada.
- Hasil pengujian akan menjadi referensi semua uji kontrol kualitas pada waktu yang akan datang
- Seluruh hasil pengujian dicatat di dalam Log Book instrumen
- Jika hasil pengujian tidak sesuai dan pengujian sudah dilakukan sesuai dengan protokol yang ada, segera informasikan ke supplier atau pabrik agar segera mendapatkan petunjuk atau penggantian komponen/bagian tertentu.
- Copy semua manual/buku petunjuk, dan aslinya disimpan
- Pelajari lebih jauh buku petunjuk untuk mendapatkan hasil yang paling optimum

## 4. Pengujian rutin

- ❖ Pengujian operasional rutin/uji jaminan kualitas, dilakukan setiap akan menggunakan alat umumnya dilakukan oleh operator alat tersebut.
- ❖ Pengujian secara berkala dengan melakukan beberapa pengukuran dan pengaturan atau penggantian dan jika mungkin dan perlu membetulkan, yang umumnya dilakukan oleh staf pemeliharaan.

# AKTIVITAS PEMELIHARAAN PENCEGAHAN-1



Aktivitas pemeliharaan pencegahan dibagi dalam 3 tingkatan atau level yaitu :

- ❑ Level-1 atau level pengguna/operator yang melakukan tugas pemeliharaan rutin harian/mingguan sebelum alat dipergunakan dan menjaga lingkungan alat serta mengecek fungsi dan unjuk kerja alat.
- ❑ Level-2, pada level ini petugas melaksanakan pengecekan berkala (bulan, semester atau tahunan) secara teknis yang mengacu pada tuntunan dan perintah-perintah apa yang harus dilakukan. Tuntunan atau panduan untuk setiap alat ditentukan oleh manajemen pemeliharaan. Pada level ini untuk melakukan pengecekan dipergunakan peralatan bantu dan data hasil pemeliharaan disimpan dalam basis data pemeliharaan.

# AKTIVITAS PEMELIHARAAN PENCEGAHAN-2



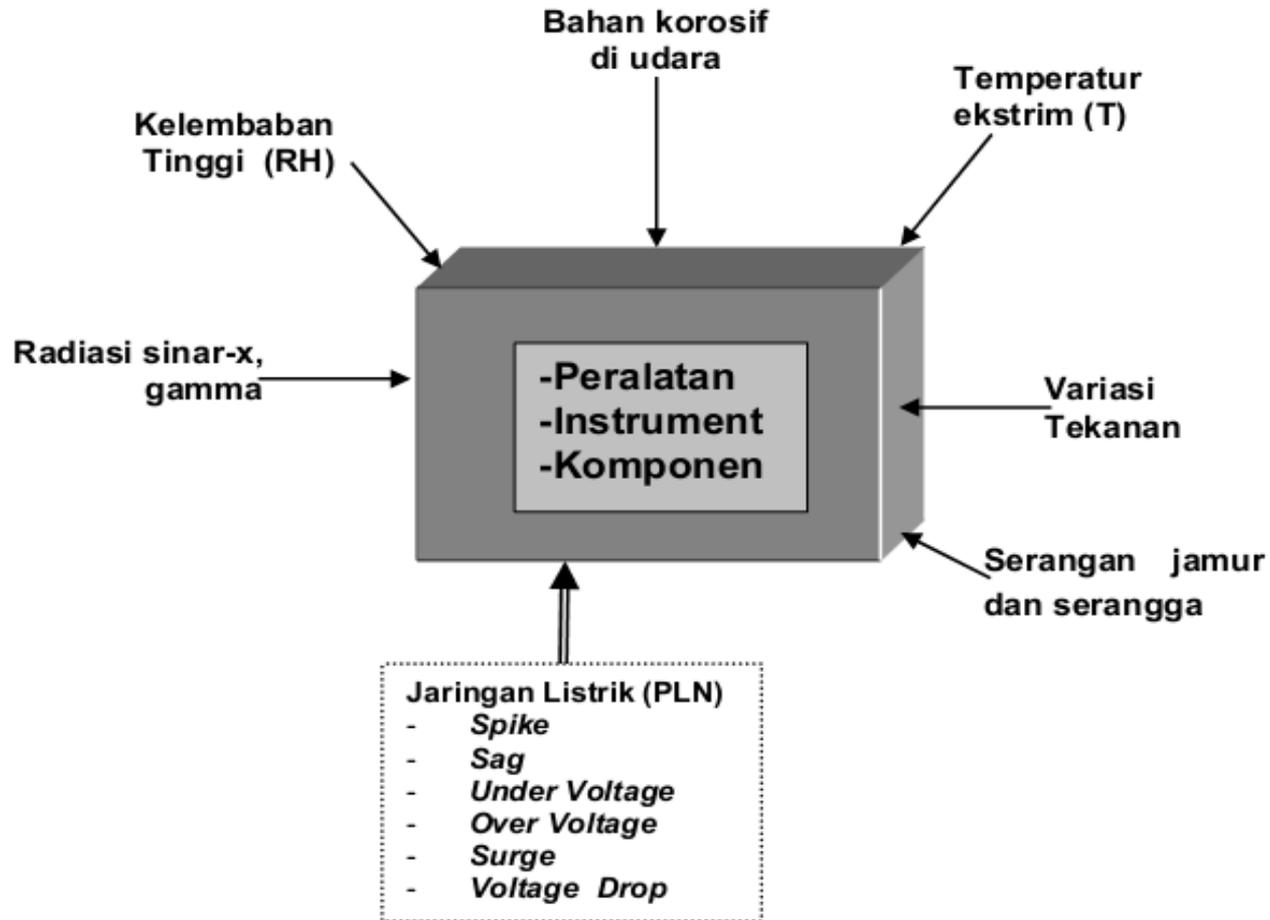
- ❑ Level-3, pada level ini dilakukan pengecekan alat secara menyeluruh dengan mengadakan pengaturan ulang (re-adjustment) atau kalibrasi

# PENGARUH LINGKUNGAN PADA PERALATAN-1



- ❑ Pada umumnya suatu peralatan yang terdiri dari berbagai macam komponen elektronik dirancang untuk dioperasikan pada lingkungan yang telah ditentukan. Persyaratan lingkungan tersebut antara lain : tegangan listrik yang berasal dari PLN/GenSet., suhu dan kelembaban ruangan, debu, kualitas udara yang masuk ruangan dan sebagainya.
- ❑ Tujuan dari persyaratan tersebut adalah agar peralatan dapat dioperasikan dengan benar dan aman sehingga keandalan dan ketersediaan peralatan/ instrumen selalu terjaga. Oleh karena itu akan kita pelajari faktor lingkungan apa saja yang berpengaruh terhadap beroperasinya peralatan dan bagaimana cara mengatasi gangguan lingkungan yang terjadi.

# PENGARUH LINGKUNGAN PADA PERALATAN-2



Skema pengaruh lingkungan terhadap peralatan

- ❑ Tingkat kelembaban serta temperatur yang konstan sangat penting bagi banyak proses produksi maupun pengoperasian mesin-mesin presisi, apalagi untuk mempertahankan mutu.
- ❑ Iklim di Indonesia itu lembab hampir sepanjang tahun. Pada musim kemarau kelembaban rata-rata 70%, sedangkan pada musim penghujan bahkan dapat mencapai diatas 85%, karena letaknya pada tropical belt
- ❑ Tingkat kelembaban yang tinggi sangat tidak menguntungkan untuk produk tertentu karena akan mempercepat tumbuhnya micro-organisme yang merusak, misalnya tumbuhnya jamur pada bahan makanan, kertas, tekstil, kayu, juga timbulnya karat pada barang logam dan seringnya terjadi induksi pada peralatan elektronika.

## Contoh jenis barang dan kebutuhan pengkondisian udara

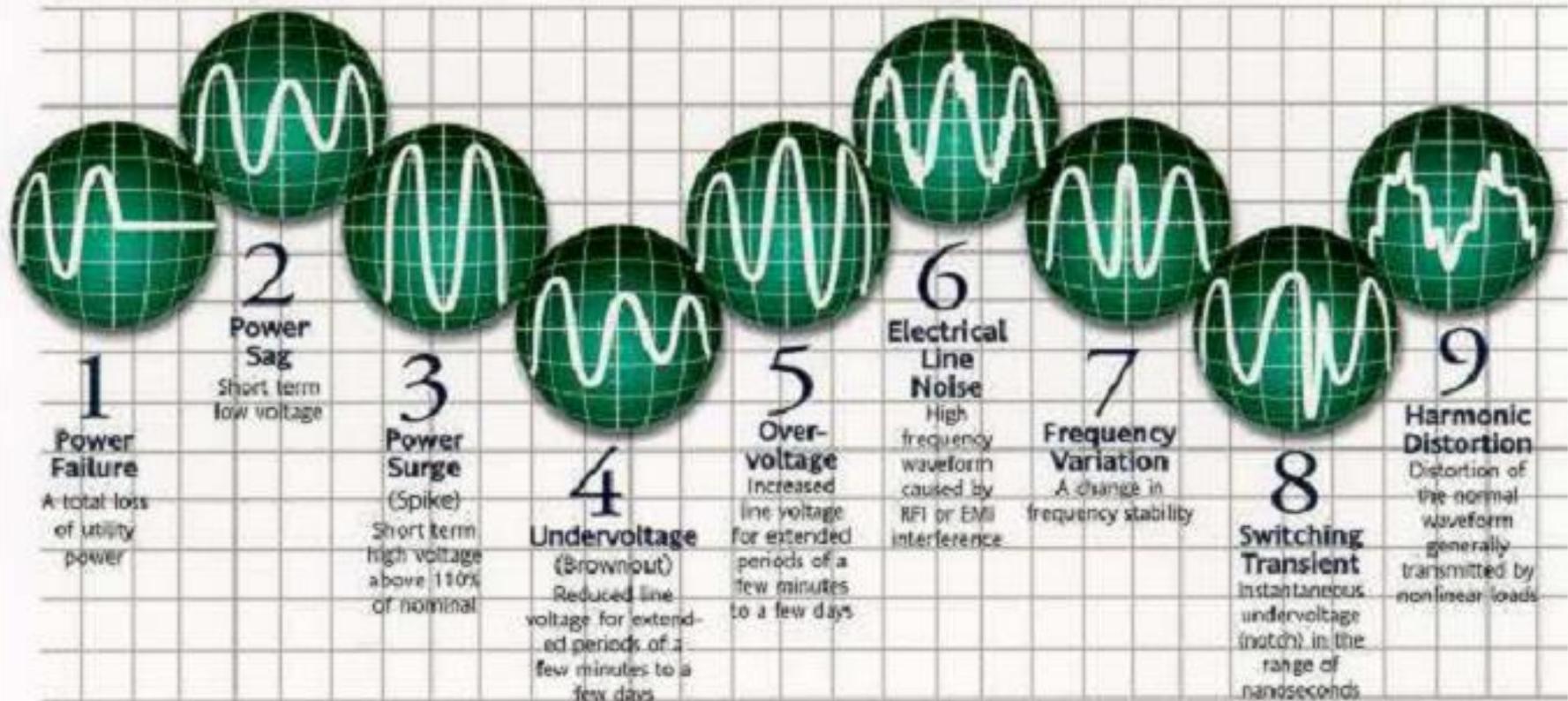
Jenis	Nama barang	Temp °C	RH %
Alat Listrik	Kumparan coil, transformator	22-24	15
	Peralatan sinar X	20	40
	Laboratorium	22-24	40-60
	Alat pengukur panas	22-24	40-60
	Mesin-mesin analisis/data	20-22	50
Pemotretan	Ruang cuci & cetak film	20-22	45-55
	Ruang gelap	21-22	45-55
Perpustakaan	Ruang penyimpanan	21-26	40-50

Power conditioning merupakan bagian dari kegiatan pemeliharaan yang sifatnya pencegahan terhadap gangguan yang terjadi pada jaringan listrik yang digunakan untuk mencatu peralatan elektronik dan atau peralatan elektrik.

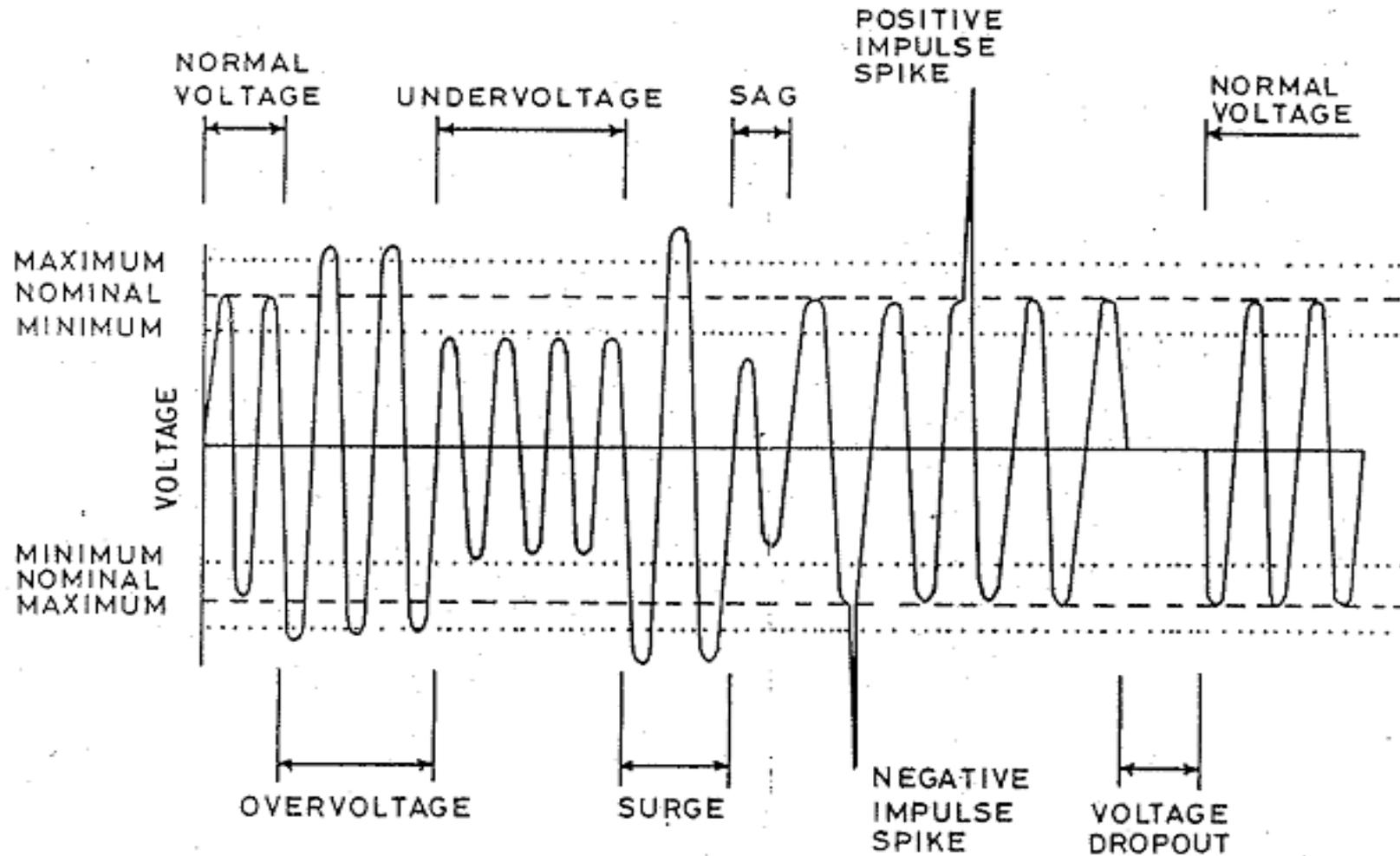
Ada 9 macam gangguan yang mungkin terjadi pada jaringan listrik

# 9 Power Problems

*that can harm your computers and corrupt your data*



# POWER CONDITIONING-3



1. **Power Failure** atau **Blackout** adalah total hilangnya listrik AC untuk 1 cycle atau lebih lama, biasanya hilang lebih dari 20 milidetik.
2. **Power sags** adalah penurunan tegangan listrik lebih dari separuh nominal tegangan selama beberapa detik (1–4 detik) yang biasanya disebabkan oleh penyambungan pada beban besar seperti motor besar, pemanas listrik, *air-conditioner* dan peralatan lain yang selalu menyebabkan **sags**, karena peralatan itu menarik arus yang sangat besar yang menurunkan tegangan untuk sesaat dan regulator tegangan line butuh waktu tertentu untuk pulih ke tegangan line nominal

- 3. Power Surge** terjadi ketika tegangan 110% diatas normal, disebabkan oleh perubahan beban yang cukup besar pada jaringan listrik yang akan berdampak pada kerusakan peralatan. **Surge** sering disebabkan oleh pelepasan beban besar dari jaringan dengan efek tegangan naik sesaat. Meskipun surge terjadi dalam waktu singkat, kemampuannya cukup besar untuk mengganggu unjuk kerja peralatan elektronik yang peka
- 4. Under Voltage atau BrownOut** adalah penurunan tegangan jaringan listrik dalam waktu yang cukup panjang (2 menit – jam). Penurunan tegangan umumnya disebabkan oleh pembebanan lebih pada jaringan. Biasanya penurunan tegangan penyebab beberapa masalah unjuk kerja ketika tegangan jaringan turun pada titik dimana operasi berhenti.

5. **Over Voltage** adalah kenaikan tegangan jaringan listrik dalam waktu yang cukup panjang (2 menit – jam). Kenaikan tegangan biasanya disebabkan oleh regulasi jaringan yang jelek atau beban pada jaringan yang rendah dikarenakan diluar jam kerja atau tengah malam. Apabila keadaan seperti itu berlangsung dalam jangka waktu panjang dan sangat sering maka peralatan elektronik mengalami kegagalan awal atau degradasi
6. **Electrical Line Noise** adalah gangguan noise pada jaringan listrik yang diakibatkan oleh *Radio Frequency Interference* (RFI) atau *Electromagnetic Interference* (EMI). Mengakibatkan kerusakan pada logic circuit, data file, juga merusak ketepatan hasil cetak dan ketepatan pengukuran suatu proses.

7. **Frequency variation** adalah perubahan frekwensi dari frekwensi normalnya (50 Hz) yang disebabkan oleh bekerjanya generator yang terganggu. Hal ini dapat mengakibatkan *data corruption*, *hard drive crash*, *keyboard lockup*.
8. **Switching Transient** umumnya disebut *impulse spike*, biasanya sangat singkat dalam jangkauan *microsecond* sampai beberapa *millisecond*. Permasalahan dengan pulsa transien adalah tegangan puncaknya mencapai hingga ribuan volt dengan potensi merusak atau menurunkan peralatan elektronik seketika. **Switching transient** dibentuk oleh potensial imbas petir (*lightning*) atau medan elektromagnetik balik disebabkan oleh pemutusan beban induktif besar

## 9. *Electro magnetic interference (EMI)*

EMI mempengaruhi fungsi normal instrument elektronik dengan memberi tegangan yang tidak diinginkan dan arus lewat konduksi atau radiasi elektromagnetik.

□ EMI disebabkan oleh masalah intra atau inter sistem.

Penyebab Intra sistem adalah

- ❖ Terjadi interferensi diantara rangkaian berbeda yang berdekatan lewat catu daya bersama
- ❖ Umpan balik positif antara pemancar dan penerima
- ❖ Osilasi diri dari penerima atau pemancar frekuensi tinggi atau hubungan antar tingkat dari rangkaian lewat arus *ground loop*.

Dalam banyak kasus, EMI menghasilkan derau untuk mengganggu keluaran instrumen, misalnya hasilnya memberikan data salah

## Metoda Mengurangi Emi

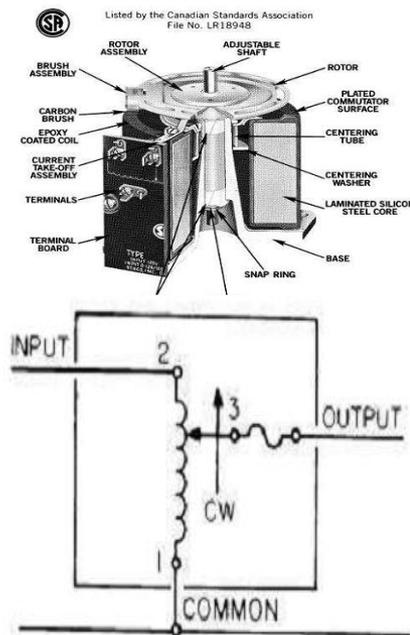
1. Temukan sumber pengganggu EMI dan buat perisai yang benar, hubungkan atau lepas sumber derau ini.
2. Temukan alur penghubung dan buat spasi dengan benar atau lindungi jika alur penghubung adalah radiasi atau buat filter jika alur penghubung adalah konduksi.
3. Temukan peralatan penerima dan buat decoupling lokal, isolasi dan perisai dsb

# PENANGGULANGAN GANGGUAN JARINGAN LISTRIK -1

1. **Voltage stabilizer** atau sering disebut A.V.R. (*Automatic Voltage Regulator*) adalah alat untuk menstabilkan tegangan listrik (PLN).

Stabilizer ada beberapa macam :

## a. Menggunakan servo motor.



Kontak antara keluaran dengan *Auto transformer* dilakukan dengan menggesekkan wiper rangkaian mekanik dengan bagian kawat dari *auto transformer* yang sudah dikupas isolatornya sehingga tidak ada penyaring terhadap gangguan listrik (spikes, surge, sag).

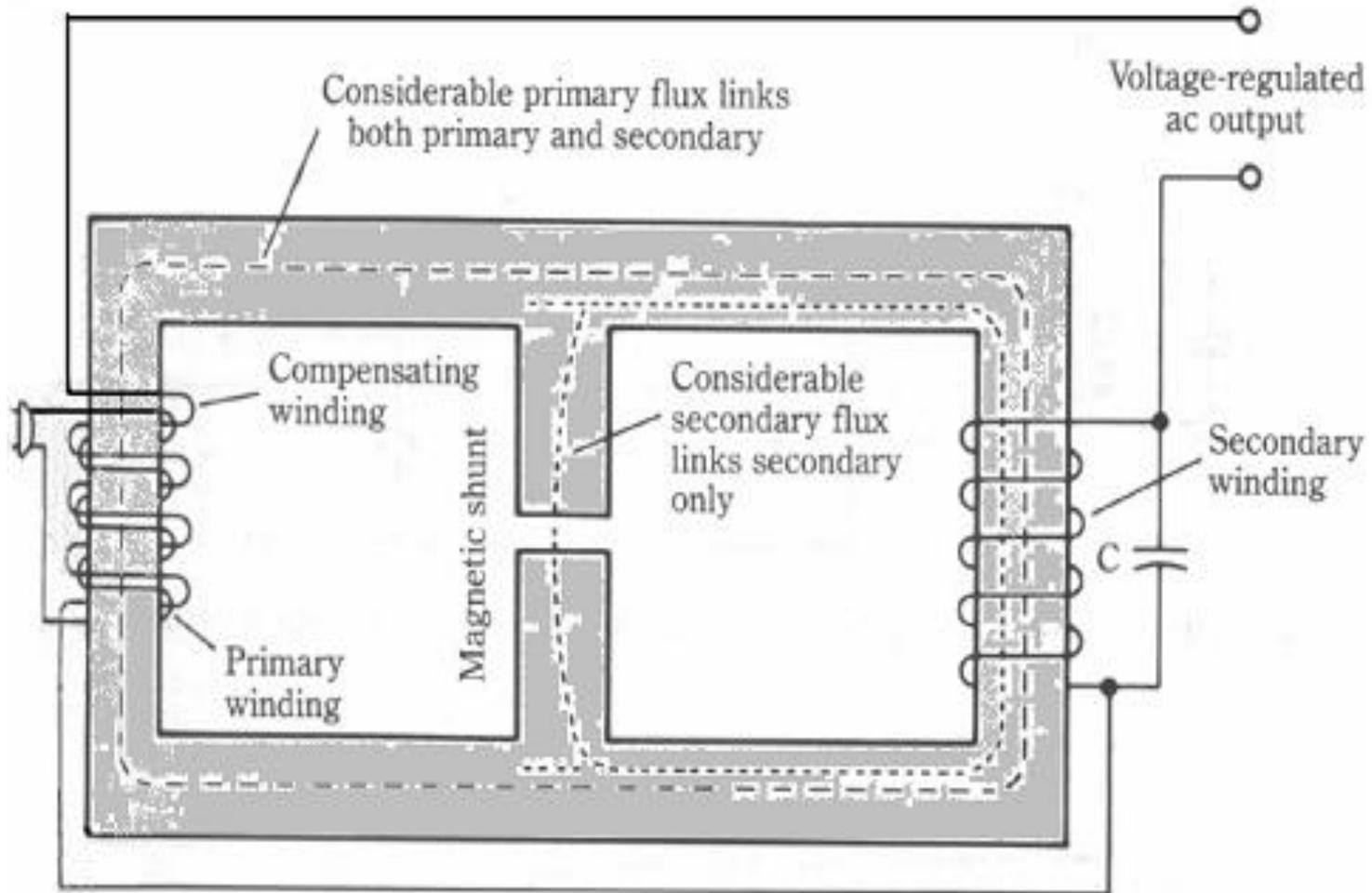
## 2. Menggunakan Relay.

Stabilnya listrik menggunakan relay yang bekerja bila tegangan listrik naik atau turun. Akibatnya reaksinya cepat, tapi range kestabilan kasar.  $\pm 5\%$  dan tanpa penyaringan gangguan listrik.

## 3. Sistim Ferro-Resonant/Line Conditioner/Constant Voltage Transformer (CVT).

Sistim ini paling bagus, untuk memberikan kestabilan pada beban, reaksi sangat cepat, hanya perlu 0,04 detik saja untuk mencapai tegangan yang stabil, dalam menyaring tegangan listrik lebih bagus karena menggunakan trafo isolasi dan kapasitor (untuk meredam *spikes*, *surge*, *sag*, *noise*, dan *spike* dari petir), oleh karena itu sering disebut juga sebagai *Line Conditioner* atau *Power Conditioner*. Kekurangannya untuk beban dibawah kapasitasnya effisiensinya rendah, barangnya berat dan harganya mahal

# PENANGGULANGAN GANGGUAN JARINGAN LISTRIK -3



Gambar CVT

- ❑ Transient dalam rangkaian listrik diakibatkan oleh pelepasan yang mendadak dari energi yang sebelumnya disimpan.
- ❑ Transient terjadi dalam bentuk pulsa berulang dan acak
- ❑ Transient berulang lebih mudah diamati, ditentukan dan ditekan seperti tegangan spike komunikasi, pemutusan beban induktif dan sebagainya
- ❑ Transient acak lebih sukar dipahami dan kejadiannya dengan waktu yang tidak dapat diperkirakan, pada lokasi yang jauh dan membutuhkan pemasangan instrumen pengamat untuk mendeteksi kejadiannya

## 1. Efek pada semikonduktor

Kebanyakan peralatan semikonduktor tidak toleran dari tegangan transien lebih dari tegangan rating. Bahkan transien yang singkat dalam beberapa mikrosekon dapat menyebabkan semikonduktor rusak sehingga memperpendek waktu hidupnya

## 2. Efek pada kontak elektromekanik

Tegangan tinggi dihasilkan oleh pemutusan arus pada induktor dengan switch mekanik akan menyebabkan lubang (pitting), pengelasan (welding), pemindahan material atau erosi dari kontak. Sifat kerusakan kontak tergantung pada jenis metal yang dipakai, atmosfer, temperatur dll.

### 3. Efek pada isolasi

Tegangan transien dapat mengakibatkan kerusakan isolasi, akibatnya akan terjadi gangguan temporer dari bekerjanya peralatan atau kegagalan seketika

### 4. Pembangkitan derau

Derau dapat mengganggu peralatan manufaktur otomatis, peralatan kedokteran, komputer, alarm dan mesin yang dikontrol thyristor. Gangguan tersebut dapat mengakibatkan kerugian produk, waktu, uang dan bahkan kehidupan manusia. Derau masuk sistem langsung pada kawat atau ground yang dihubungkan ke sumber atau lewat kopling kawat bersebelahan

## Ada dua kategori pokok dari penekan transient :

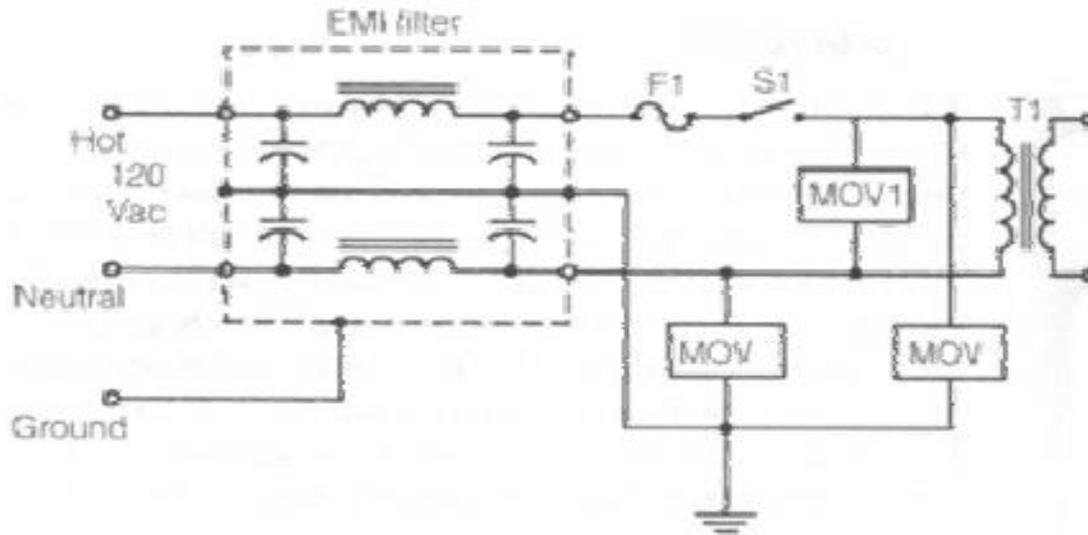
1. Atenuasi transient, kemudian mencegah perambatan menuju sirkuit sensitive dengan cara memasang penapis secara seri dengan sirkuit. Penapis umumnya adalah tipe low-pass yang akan mengatenuasi transient (frekuensi tinggi) dan membolehkan sinyal atau daya (frekuensi rendah) tanpa gangguan
2. Mengalihkan transient jauh dari beban sensitive sehingga membatasi sisa tegangan dengan cara memasang clamping-tegangan yaitu suatu komponen mempunyai impedansi variabel yang tergantung pada arus yang lewat atau tegangan diantara ujung-ujungnya.

## Varistor

Varistor adalah alat/komponen non linier yang mempunyai sifat elektrik menyerupai *back to back* dioda zener yang memungkinkan varistor memberikan unjuk kerja menekan transien sangat baik.

## Noise (Derau)

Jika daya listrik komersial bentuk gelombangnya selalu sinus murni, hidup akan lebih mudah. Tetapi tidaklah demikian. Selalu ada sedikitnya beberapa noise (derau) atau fluktuasi acak pada jaringan. Petir atau bahkan motor yang sedang dihidupkan atau dimatikan menambahkan *spike* singkat yang dapat mendorong kearah tegangan yang cukup tinggi untuk merusakkan transistor. Penapis lolos rendah (*Low Pass Filter*) dan semikonduktor pemotong tegangan dapat melindungi gangguan semacam ini.



Gambar pengaman masukan catu daya

Pada gambar penapis EMI adalah penapis lolos rendah. Kapasitor boleh jadi kira-kira 0.01 sampai 0.047 nF sedangkan choke kira-kira sekitar 500 mH. Pemotong (clipper) diberi label MOV. Untuk 110 VAC , MOV yang sering digunakan adalah pada 180 volt. Untuk 220 V digunakan pada nilai tegangan 350 V.

# UPS (UNINTERRUPTIBLE POWER SUPPLY)



UPS digunakan untuk memberikan catu daya/listrik pada perangkat yg terpasang padanya bila jaringan listrik PLN padam mendadak, sehingga peralatan tidak akan mengalami terputusnya catu listrik. Untuk itu, UPS dilengkapi dengan baterai kering/SLA (Sealed Lead Acid). Daya tahan UPS bila jaringan listrik PLN padam antara 10 - 30 menit, tergantung kapasitas beban. Didalam UPS juga ada pengisi baterai, oleh karena itu bila baterai kosong dan listrik PLN ada, baterai akan diisi/charged, bila penuh otomatis berhenti, dan seterusnya. Disamping itu UPS juga berfungsi untuk menstabilkan listrik, menyaring listrik, agar terbebas dari gangguan yang ada di jaringan listrik PLN (berupa spikes, sag, surge, noise).

**Di PSTA-BATAN Yogyakarta terdapat beberapa jenis akselerator sebagai perangkat iradiator yaitu :**

- ❑ Generator neutron ( SAMES J2.5, 150 keV/2,5 mA, berkas ion deuteron, target.**
- ❑ Implantor ion (PSTA, 150 keV/1 mA, berkas ion Boron, Phosphor, Nitrogen, dsb).**
- ❑ Mesin berkas elektron (PSTA, 350 keV/10 mA, berkas elektron).**

Beberapa macam sumber ion yang biasa digunakan dalam akselerator antara lain:

- Sumber ion RF
- Sumber ion tipe Penning
- Sumber ion jenis *Multi cusp*.
- Duoplasmatron* (DP), dsb.

Pemilihan sumber ion dipengaruhi oleh beberapa hal antara lain: jenis zat yang diionisasi, besar arus berkas ion yang diharapkan, jenis akselerator yang digunakan.

## a. Sumber Ion RF

Setelah sumber ion beroperasi selama 50 sampai dengan 100 jam, permukaan bagian dalam dari tabung gelas lucutan (*discharge tube*) akan terjadi lapisan tipis dari deposit metal, yang akan menurunkan efektivitas ionisasi (*atomic ion ratio*) hingga 40-50 %, karena metal merupakan katalis baik untuk rekombinasi ion atom (*atomic ions*). Deposit metal itu terjadi karena aluminium yang tersputter dari kanal keluaran selama operasi sumber ion. Pada bagian kanal keluaran, rekombinasi ion-atom ini dikurangi dengan pemasangan *quartz sleeve*. Seperti halnya tabung gelas lucutan, *quartz sleeve* ini juga akan terkena lapisan dari deposit metal, sehingga perlu dibersihkan

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

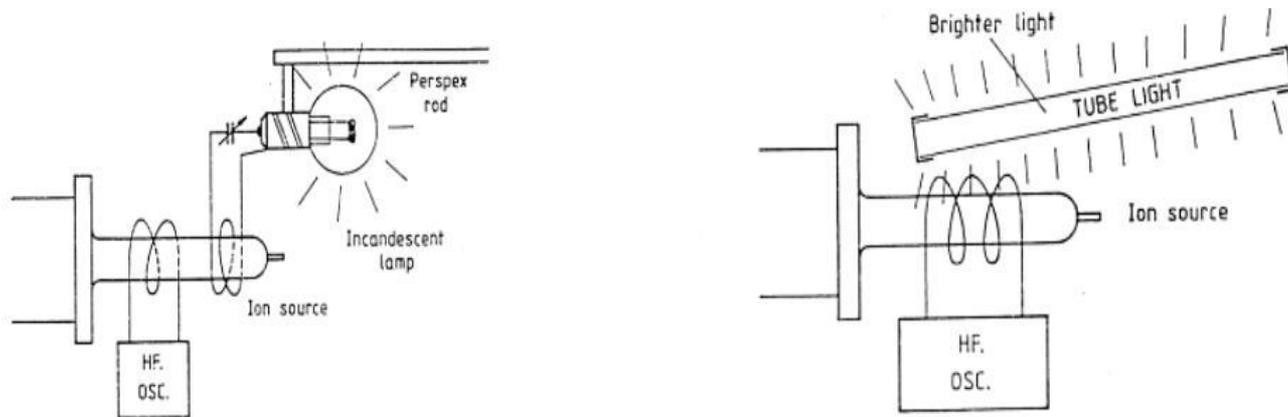
- ❖ Pembersihan gelas tabung lucutan dan *quartz sleeve*, dapat dilakukan dengan menggunakan larutan organik yang terdiri atas HF (20-40 %) dan HNO<sub>3</sub> atau aquades (80-60 %). Larutan pembersih diisikan kedalam tabung, kemudian tabung diputar dalam posisi horisontal selama 10-15 menit sehingga lapisan depositnya menghilang. Logam ekstraktor yang tertanam didalam ujung gelas harus dijaga jangan sampai terkena larutan pembersih tersebut.
- ❖ Deposit yang warnanya kecoklat-coklatan, adalah lapisan carbon dari uap minyak, lapisan tersebut sangat kuat melekat pada permukaan gelas, dan itu hanya dapat dibersihkan secara mekanis, misalnya dengan cara semprotan pasir amplas.

- ❖ Kanal aluminium pada ujung lubang keluaran, sebaiknya diganti setiap kali servis. Pembersihannya mudah dilakukan, dengan cara mekanis, tetapi perlu diperhatikan agar ukuran diameter dan kesempurnaan bentuk silinder kanalnya harus tetap dijaga.
- ❖ Tabung gelas pelucut yang telah dibersihkan biasanya akan memiliki umur pakai relatif lebih pendek, dan selalu akan menurunkan pemberian arus beamnya. Karena itu jika akan memulai suatu operasi irradiasi yang panjang (>20 jam), hendaknya komponen-komponen seperti: tabung gelas pelucut, *quartz sleeve*, dan kanal keluaran diganti dengan yang baru.

## Pemeriksaan sumber ion RF melalui tabung lucutan

Tabung lucutan sumber ion RF biasanya terbuat dari gelas, sehingga warna lucutan pijarnya yang terlihat dari dalam tabung dapat sebagai indikator seperti halnya sebagai berikut :

- ❑ Kondisi normal, dengan warna terang kemerah-merahan (*bright pink*) atau merah-ungu (*red-violet*).
- ❑ Kondisi sistem vakum jelek (tekanan tinggi), warna kebiru-biruan (*slight blue*).
- ❑ Kondisi masukan gas terganggu, warna ungu keabu-abuan (*greyish-pink*).
- ❑ Daya RF osilator lemah, nyala lucutan pijar dalam tabung lemah atau redup.



Jika masalah sumber ion yang menjadi penyebabnya adalah masalah vakum, maka dapat diselesaikan dengan pelacakan kebocoran atau perbaiki pompa vakum, sehingga diperoleh kevakuman sistem hingga orde  $10^{-6}$  mbar. Sedangkan bila yang terjadi karena gangguan aliran gas, maka dapat dilacak dengan memeriksa kondisi isi tabung gas dan katup pengatur pembocor gas (*needle valve*, paladium).

## c. Pemeriksaan Osilator RF

Kondisi operasi osilator RF dapat dicek menggunakan lampu neon yang didekatkan ke anoda atau koil keluaran. Intensitas nyala lampu tergantung pada daya keluaran osilator, semakin kuat dayanya semakin terang nyalanya, dan jika lampu tidak menyala sama sekali menunjukkan bahwa osilator mati. Jika osilator tidak bekerja, pemeriksaan dapat dilakukan sebagai berikut :

- Pemeriksaan terhadap semua hubungan elektro-mekanik dalam rangkaian osilator.
- Pemeriksaan sumber daya, meliputi: tegangan dan arus filamen, tegangan dan arus anoda.
- Pemeriksaan terhadap kondisi tabung elektron.

- ❑ Sumber ion tipe *Penning*, proses ionisasi dihasilkan dari adanya lucutan gas yang ditimbulkan oleh konstruksi anode katode dingin dan osilasi elektron di dalam medan magnet.
- ❑ Sumber *ion Penning* biasanya menggunakan magnet permanen selain juga dapat dengan solenoid ( $0,03-0,7 \text{ W/m}^2$  atau  $300 - 700 \text{ gauss}$ ), tegangan anoda  $5-10 \text{ kV}$  dan arus anoda dalam orde mA.
- ❑ Sumber ion ini bekerja dengan tekanan gas di dalam ruang lucutan antara  $0,1-2,5 \text{ Pa}$  dengan aliran gas antara  $20-500 \text{ cm}^3/\text{jam}$ .
- ❑ Dapat dioperasikan secara kontinu hingga 200 jam pada arus *beam* sekitar  $2 \text{ mA}$  tanpa mengganti anode atau katode. Arus berkas ion dari sumber ion dan rapat plasma dapat diatur dengan cara mengatur tegangan anoda.

- ❑ Sumber *ion Penning* biasanya menggunakan magnet permanen selain juga dapat dengan solenoid (0,03-0,7 W/m<sup>2</sup> atau 300 – 700 gauss), tegangan anoda 5-10 kV dan arus anoda dalam orde mA.
- ❑ Sumber ion ini bekerja dengan tekanan gas di dalam ruang lucutan antara 0,1-2,5 Pa dengan aliran gas antara 20-500 cm<sup>3</sup>/jam NTP.
- ❑ Dapat dioperasikan secara kontinyu hingga 200 jam pada arus *beam* sekitar 2 mA tanpa mengganti anode atau katode. Arus berkas ion dari sumber ion dan rapat plasma dapat diatur dengan cara mengatur tegangan anoda

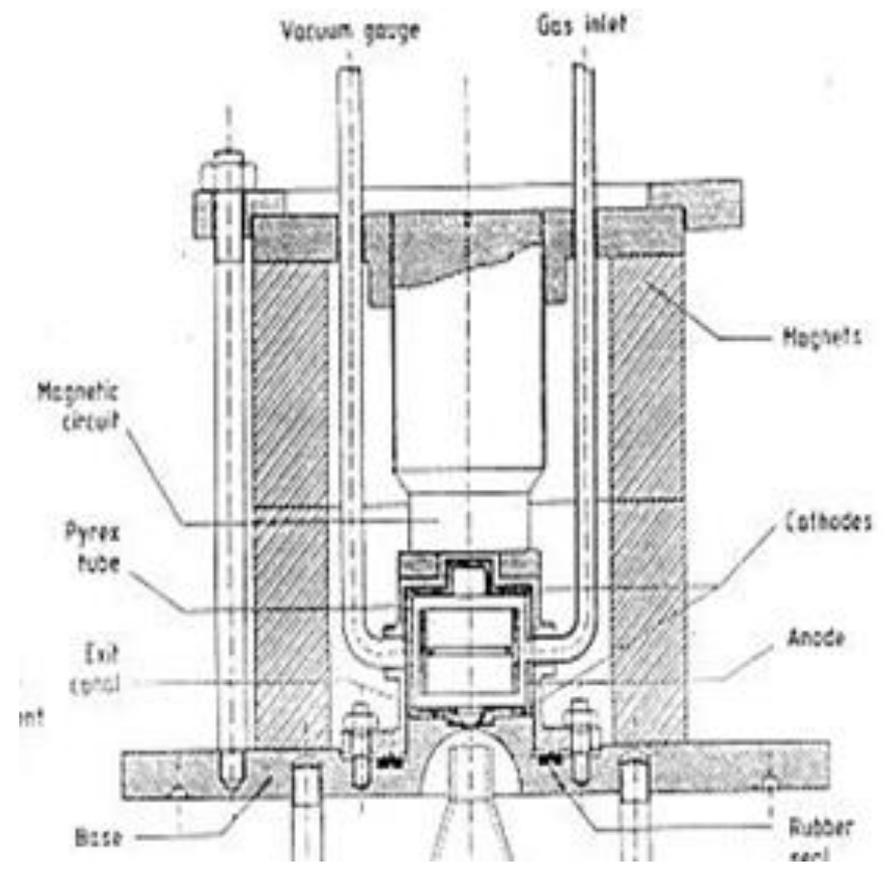
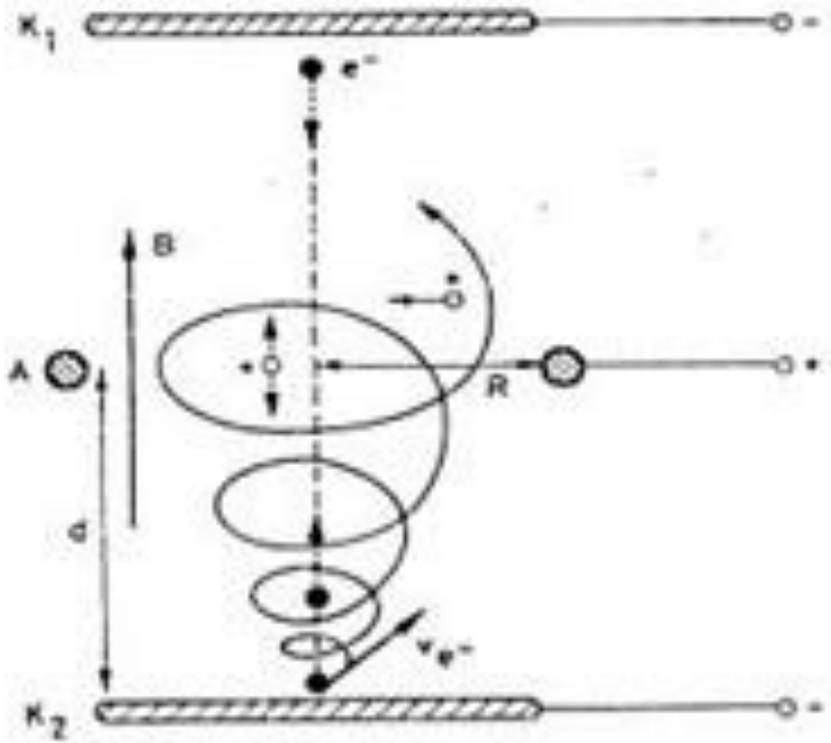


Diagram konstruksi sumber *ion Penning*

## Gangguan pada Sumber Ion tipe Penning

Penyebab masalah pada sumber ion tipe Penning dapat dibagi menjadi 3 kelompok : yaitu magnetik, mekanik dan elektrik.

### ➤ Masalah magnetik.

Masalah magnetik timbul karena menurunnya kuat medan dari magnet permanen.

Akibatnya radius dari lintasan elektron akan bertambah sehingga pada tegangan yang sama ( $V_{AK}$ ) arus lucutannya ( $I_p$ ) akan menurun dibanding pada kondisi operasi normalnya.

➤ **Masalah mekanik dapat disebabkan oleh :**

1. Kotornya permukaan katode, karena uap oli di dalam sistem vakum.
2. Perubahan geometri antara ring anoda-katoda dari kondisi aslinya.
3. Adanya suatu penggantian slit ekstraktor.

➤ **Masalah elektrik dapat ditimbulkan oleh :**

Sumber tegangan tinggi untuk anoda–katoda (5-10 kV)

- Perlu pemeriksaan pada : trafo, penyearah, kapasitor, tahanan peredam dan hubungan-hubungannya.
- Penghubung tegangan tinggi: *feedthrough* tegangan tinggi.
- Kabel tegangan tinggi antara sumber daya dari sumber ion.

# PERAWATAN SUMBER ION PENNING-1



Tindakan perawatan pada sumber ion Penning dapat berupa pembersihan mekanis dan pemeriksaan elektrik.

- ❑ Pembersihan mekanis dimaksudkan untuk membersihkan permukaan-permukaan komponen sumber ion dari rupa-rupa kotoran yang tidak semestinya
- ❑ Pemeriksaan elektrik adalah untuk mengetahui kenormalan dari pencatu daya dan hubungan listriknya.

## 1. Pembersihan Sumber ion Penning

- Jika sumber ion dibuka, dengan hati-hati bersihkan: keramik isolator tegangan tinggi, serta permukaan katoda dan anoda.
- Deposit oli (kerak) pada permukaan katoda dapat dibersihkan dengan menggunakan kertas gosok.
- Setelah permukaannya dikeringkan, bersihkan dengan menggunakan larutan organik.
- Setelah semua komponen sumber ion kering, susunan dapat dirakit kembali.

## 2. Pemeriksaan elektrik pada Sumber ion Penning

- ❑ Untuk pemeriksaan terhadap komponen sumber daya dari sumber ion, diperlukan beberapa peralatan seperti voltmeter tegangan tinggi (s/d 30 kV), MW meter.
- ❑ Periksa kondisi transformator, penyearah dan kapasitor serta tahanan (tahanan peredam, tahanan pengukur).
- ❑ Periksa kondisi kabel tegangan tinggi dan penghubungnya, terutama tentang kebersihannya dari kotoran-kotoran dalam bentuk debu dan keutuhan kondisi fisiknya.

- ❑ Perawatan atas pompa-pompa vakum baik perawatan reguler maupun perawatan perbaikan biasanya dilakukan menurut *instruction manual* dari masing-masing jenis pompa yang digunakan.
- ❑ Masing-masing pompa akan disertai dengan petunjuk dan ketentuan-ketentuan yang meliputi cara pelaksanaan dan bahan yang harus digunakan dalam penanganan pompa tersebut

- ❑ Perawatan harian : memeriksa aras minyak pelumas agar selalu terjaga diatas garis batas “Minimum”.
- ❑ Penggantian minyak pelumas : dilakukan setiap 6 bulan.
- ❑ Jenis minyak yang disarankan antara lain : Guvacol R910, Alcatel 1DO, SHELL VTREA 100, TOTAL CORTIS 100, dsb.

## Cara mengganti minyak pelumas

- Dalam keadaan pompa dimatikan
- Minyak yang lama dikeluarkan
- Isikan minyak baru sebagai pembilas
- Pompa dihidupkan beberapa menit.
- Alirkan keluar minyak pembilas
- Isi lagi dengan minyak baru

## ❑ Penggantian minyak pelumas

Periode penggantian minyak pelumas setiap 6 bulan, atau bila minyak terlihat menjadi keruh atau berwarna coklat gelap.

### **Cara penggantian minyak pelumas :**

- Lepaskan wadah (mangkuk) minyak, dengan cara membuka empat baut pengikatnya, kemudian kosongkan minyak bekasnya.
- Bersihkan wadah minyak, gunakan pelarut (jangan alkohol), kemudian isi dengan minyak baru (*Varian T.A. oil*) hingga mencapai batas aras.
- Tempatkan kembali magnetnya pada posisi semula
- Segera pasang kembali wadah minyak tersebut untuk mencegah kontaminasi partikel
- Yakinkan bahwa O-ringnya bersih dan posisinya benar.
- Jangan mengeraskan baut pengikatnya terlalu kuat, untuk mencegah kerusakan plendes plastiknya

## □ Pembersihan pompa Turbo molekul

### **Cara pembersihan dilakukan sebagai berikut :**

- Lepaskan pemanasnya (jika dilengkapi).
- Lepaskan wadah minyaknya dan biarkan minyak mengalir tuntas hingga sekitar 2 jam.
- Siapkan suatu wadah yang sangat bersih, diisi dengan cairan pelarut yang sesuai.
- Setelah keluarnya minyak pompa cukup tuntas, letakkan pompa ke dalam wadah berisi larutan pembersih tersebut dengan posisi dibalik
- Aturlah isi larutan pembersih agar arasnya antara 15-20 mm dibawah batas atas bodi pompa, hal ini untuk mencegah resiko kerusakan pada motor dan *bearing* (bantalan).

# PERAWATAN POMPA TURBOMOLEKUL-3



- Putarlah rotor pompa pelan-pelan menggunakan tangan melalui porosnya. Gerak putar ini akan membersihkan sudu-sudu rotor dari kotoran-kotoran yang melekat.
- Ulangi perlakuan pembersihan tersebut 2 atau 3 kali, setiap kali menggunakan larutan pembersih yang baru.
- Angkatlah pompa dari larutan dan tiriskan dengan posisi terbalik ditempat yang bersih sekitar 10 menit, jangan menimbulkan goresan pada permukaan perapat.
- Taruhlah pompa dalam posisi menghadap keatas. Pasangkan wadah minyak yang telah dibersihkan dan terisi minyak baru serta posisi magnet didalamnya.
- Pompa siap untuk di instalasi kembali.

## ❑ Penggantian bantalan (*bearing*)

- Bantalan merupakan satu-satunya bagian pompa yang cenderung aus karena umur pemakaian, dan harus diganti setiap 15.000 jam operasi atau bila telah timbul suara desah khas tertentu.
- Penggantian bantalan harus dilakukan di dalam ruang bebas debu, oleh teknisi yang terlatih dari Varian.

## ❑ Penggantian minyak difusi

- Untuk mengeluarkan minyak lama, minyak difusi perlu dihangatkan dengan menghidupkan pemanas beberapa menit agar mudah mengalir keluar
- Minyak dialirkan keluar setelah pompa dimatikan sumber dayanya
- Minyak dapat diisikan melalui *baffle valve* atau melalui *backing spout* yaitu lubang sambungan ke *backing pump*.
- Jenis-jenis minyak yang direkomendasikan adalah: Apiezon-C ( $5 \cdot 10^{-8}$  torr), Silicone 704 ( $5 \cdot 10^{-8}$  torr), Silicone 705 ( $3 \cdot 10^{-8}$  torr), Convalex 10 ( $3 \cdot 10^{-8}$  torr).

## ❑ Pembongkaran (*Dismatling*) pompa difusi

- Minyak pompa difusi dikeluarkan dengan terlebih dulu dihangatkan dengan cara menghidupkan pemanas beberapa menit, agar mudah pengalirannya.
- Hubungan pompa difusi dilepaskan dari sistem, O-ring /gasket dilepas .
- Lepaskan: *guard ring*, pegas penahan dan *top jet cap*.
- Lepaskan bagian-bagian dari rangkaian pemancar atau *jet assembly*, dan bagian-bagian dalam lainnya.

## □ Pembersihan (*Cleaning*) pompa difusi

- Bersihkan bagian dalam bodi pompa, bagian-bagian dari rangkaian *jet* (pemancar), *backing spout*. Gunakan larutan pembersih : benzena (untuk minyak Apiezon-C) atau trichloreothylene (untuk minyak Silicone).
- Bersihkan bekas larutan pembersih menggunakan acetone.
- Bebaskan acetone dari semua bagian dengan pemanasan hingga suhu 75° C.

## Perakitan kembali (*Re-assembly*)

- Pasanglah bagian dari tingkat bawah rangkaian *jet*, hadapkan lubang keluarannya (*ejector jet*) lurus dengan *backing tube* atau saluran penghubung ke pompa rotari.
- Pasanglah tingkat kedua dan tingkat pertama dari rangkaian *jet*, dengan posisi yang benar.
- Pasangkan *top stage chimney* (corong atas) sehingga posisinya pas, keraskan baut pengikatnya sehingga posisinya kembali penuh pada dudukannya.
- Lurus-tengahkan posisi duduk bagian-bagian rangkaian *jet* dengan cara mengerak-gerakan sedikit kekiri-kanan beberapa kali untuk mentengahkan posisi duduknya.

- Pasangkan *top jet cap* (tutup *jet* atas) dan *retaining spring* (pegas penahan).
- Pasangkan *guard ring* pada posisinya, lurus tengahkan seluruh rangkaian dalam sehingga *centring pin* didalam *top jet cap* tepat masuk pada lubang bagian atas dari *guard ring*. Pastikan sehingga jarak antara clamping ring dengan plendes atas merata sebelum baut pengaturnya dikeraskan.
- Pastikan permukaan plendes dan *O-ring* bersih serta layak untuk dapat dipasang.
- Isikan minyak baru, dan instalasikan kembali pompa ke sistem serta hubungan dengan pompa rotari

# CATATAN PERAWATAN AKSELERATOR (ACCELERATOR MAINTENANCE LOG BOOK)



- Petugas perawatan akselerator agar selalu mencatat parameter-parameter kegiatannya di dalam suatu buku catatan (*log book*).
- Pada buku catatan ini juga dicantumkan waktu operasi dan penggantian komponen-komponen umur pendek, misalnya : tabung lucutan sumber ion, *quartz sleeve*, kanal keluaran, dsb.
- Buku catatan tersebut sangat berguna untuk bahan pertimbangan dalam menyusun program rencana perawatan dan penggunaan akselerator.

# CATATAN PERAWATAN AKSELERATOR (ACCELERATOR MAINTENANCE LOG BOOK)



## IKHTISAR PERAWATAN AKSELERATOR (MBE)

Bagian	Kegiatan	E <sub>1</sub>	E <sub>2</sub>	E <sub>3</sub>	E <sub>4</sub>	E <sub>x</sub>
Sumber Teg. Tinggi	Membersihkan kotoran/ debu	X	X	X	X	
	Cek tekanan gas	X	X	X	X	
	Cek hubungan elektrik	X	X	X	X	
Pompa Rotari	Cek aras/isi minyak		X	X	X	
	Penggantian minyak					X
Pompa Difusi	Cek aras /isi minyak			X	X	
	Penggantian minyak					X
Pompa Rotari	Cek aras/isi minyak		X	X	X	
	Penggantian minyak					X
Tabung lucutan S.I.	Pembersihan		X	X	X	

Keterangan :

E<sub>1</sub> : periode pelaksanaan tiap hari

E<sub>2</sub> : periode pelaksanaan tiap bulan

E<sub>3</sub> : periode pelaksanaan tiap ½ tahun

E<sub>4</sub> : periode pelaksanaan tiap tahun

E<sub>x</sub> : periode pelaksanaan yang lain

# CATATAN PERAWATAN AKSELERATOR (ACCELERATOR MAINTENANCE LOG BOOK)



## CATATAN PERAWATAN AKSELERATOR . (ACCELERATOR MAINTENANCE LOG)

Peralatan :  
Tipe/model :  
Produser :

No. Inventaris :  
No. Seri :  
Lokasi :

Tgl.	Uraian Kerusakan/ Problem	Tanda tangan	Tgl.	Uraian Perbaikan/ Perawatan	Tanda tangan

**SEKIAN  
TERIMA KASIH**