

# DASAR – DASAR PERAWATAN

**Agus Dwiatmaja**

Pelatihan Penyegaran Petugas Iradiator  
Direktorat Pengembangan Kompetensi BRIN - 2025

# **AGUS DWIATMAJA, ST, M.Eng**



**Unit Kerja :**

**BATAN ( 2008 – 2021 )**

**Pusat Riset Teknologi Akselerator BRIN (2021 – sekarang)**

---

**S1 Teknik Elektro Universitas Sanata Dharma YK**

**S2 Teknik Elektro Universitas Gadjah Mada (UGM)**

- 1. BATAN Accelerator School Indonesia 2009, 2011, 2012, 2014, 2016, 2018**
- 2. Regional Accelerator School in Indonesia 2019**
- 3. South East Asia Accelerator School KEK Tsukuba Japan 2017**
- 4. Training in Cyclotron Technology and Application , Syungkyunkwan Univ Korea 2019**

# Latar Belakang



**Kebutuhan personil kompeten  
dalam perawatan dan  
pemeliharaan Mesin Berkas  
Elektron**



**Keberlangsungan operasi  
akselerator / MBE untuk  
produksi**

# Tujuan Pembelajaran

**Setelah mengikuti mata pelatihan ini peserta dapat Menjelaskan Dasar-Dasar Perawatan yang dapat dipahami dengan mudah**

# **Indikator Hasil :**

- Pada akhir pembelajaran, peserta mampu :**
- 1. Menjelaskan definisi dan tujuan perawatan**
  - 2. Menjelaskan bentuk-bentuk dari perawatan**

# Pokok Bahasan

**I Konsep Dasar Perawatan**

**II Frekuensi Aktivitas Perawatan**

**III Jenis-jenis Perawatan**

- **Perawatan Pencegahan ( Preventive Maintenance)**
- **Perawatan Perbaikan (Corrective Maintenance)**
- **Perawatan Prediktif (Predictive Maintenance )**
- **Perawatan Proaktif (Proactive Maintenance)**

**IV . Cara Lain Pengganti Perawatan**



# Manfaat

**Mempunyai pengetahuan dasar yang harus dimiliki oleh seorang perawat akselerator / MBE**

**Mengembangkan keterampilan perawatan akselerator / MBE**

**Mampu melakukan perawatan dan tidak tergantung dari ahli luar negeri (kemandirian)**

1

# Pendahuluan

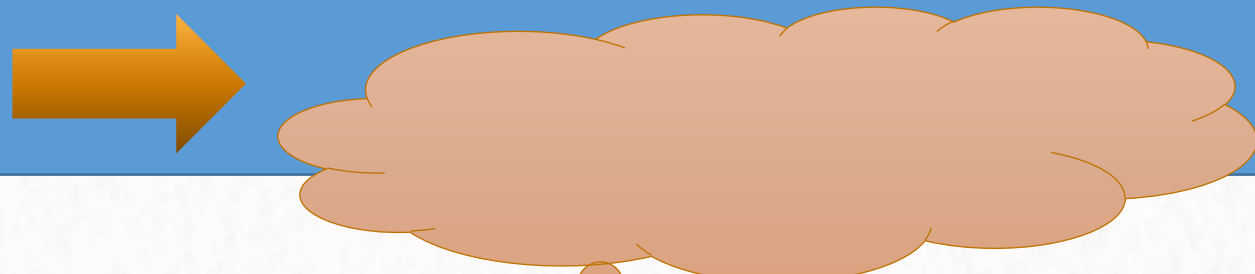




**Manakah yang terawat dan tidak terawat ?**

Sumber Instagram Q-thrynk

# Pendahuluan

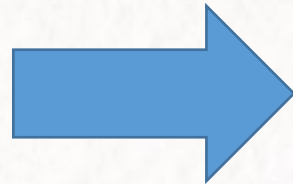
- **Akselerator** → peralatan untuk **mempercepat partikel** bermuatan (elektron maupun ion)
  - Partikel → mempunyai **energi tinggi** dan dimanfaatkan untuk **mengiradiasi material**
  - Akselerator → dioperasikan secara **kontinyu** (terus menerus) atau secara periodik sehingga akan mengalami kerusakan / **penurunan performance**
- 

# 2

## Pengertian Perawatan

# Pengertian Perawatan

*Perawatan  
Peralatan*



adalah semua aktivitas untuk **menjaga** atau **mempertahankan kualitas kinerja** peralatan agar tetap berfungsi dengan baik **seperti kondisi awalnya** atau **mendekati spesifikasinya**

## Mengapa harus ada maintenance

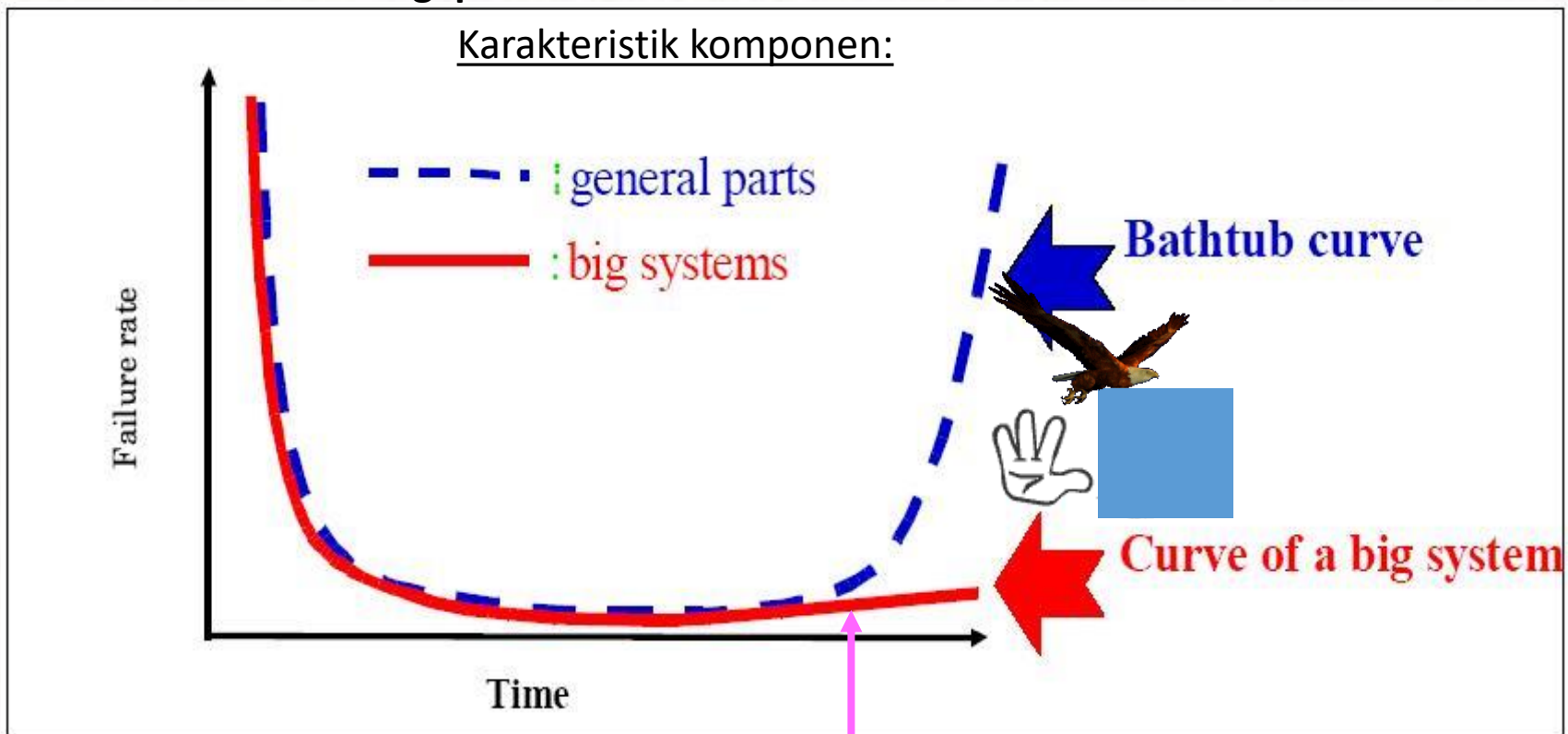
Karakteristik komponen:



Joel Levitt, 2002,

## Mengapa harus ada maintenance

Karakteristik komponen:



Sumber: JNES, 2003

**Akibat program maintenance:**



# Tujuan Perawatan

- 1. Memperpanjang usia fungsi / kegunaan peralatan.**
- 2. Menjamin kesiapan optimum peralatan yang digunakan untuk produksi,**
  - Selalu siap bila diperlukan sesuai dengan rencana**
  - Tidak mengalami kerusakan selama produksi**
  - Dapat bekerja dengan efisien dan kapasitas yang diinginkan.**



- 3. Menjamin kesiapan operasional dari seluruh peralatan yang diperlukan dalam keadaan darurat setiap waktu, misalnya unit cadangan , unit pemadam kebakaran dan sebagainya.**
- 4. Menjamin keselamatan orang yang menggunakan sarana tersebut.**
- 5. Menghemat waktu, biaya dan material karena peralatan terhindar dari kerusakan besar**



# Manfaat Perawatan



- a. Berkurangnya kemungkinan terjadinya perbaikan darurat.**
- b. Kesiapan dan kehandalan peralatan dapat lebih efisien.**
- c. Memberikan informasi kapan peralatan perlu diperbaiki atau diganti. Anggaran perawatan dapat dikendalikan.**
- d. Tenaga kerja pada bidang perawatan dapat lebih efektif dan efisien**

# Peranan perawatan Akselerator untuk mendukung penelitian/Industri



# **Frekuensi Aktivitas Perawatan**

**Banyaknya pekerjaan perawatan yang dilakukan tergantung pada:**

- a. Batas kualitas terendah yang diizinkan dari suatu komponen.**
- b. Batas kualitas lebih tinggi yang dapat dicapai dari hasil pekerjaan perawatan.**
- c. Waktu pemakaian atau lama operasi yang menyebabkan berkurangnya kualitas peralatan.**

# 3

## JENIS – JENIS PERAWATAN

# Jenis Perawatan

## Perawatan Berdasarkan Tujuan

- **Perawatan Pencegahan (Preventive)**

- Reguler
- Terjadwal
- Perbaikan ringan
- Umur pakai

- **Perawatan Perbaikan (Korektif)**

- Perbaikan agar beroperasi
- Mendesak
- Insidentil

- **Perawatan Prediktif**

Berdasarkan data dan analisis kondisi mesin

- **Perawatan Proaktif**

Mengidentifikasi penyebab kerusakan sebelum terjadi

## Perawatan Pencegahan ( Preventive Maintenance )

- *Preventive maintenance* adalah aktivitas perawatan yang dilakukan sebelum terjadinya kegagalan atau kerusakan pada sebuah sistem atau komponen, dimana sebelumnya sudah dilakukan perencanaan dengan pengawasan yang sistematis, deteksi, dan koreksi, agar sistem atau komponen tersebut dapat mempertahankan kapabilitas fungsionalnya.

# **Pekerjaan-pekerjaan **Dasar** Pada Perawatan Preventive**

**a. Perencanaan dan Penjadwalan**

**b. Inspeksi / pemeriksaan**

**c. Aktivitas Perawatan pencegahan (e.g mengganti pelumas dll)**

**d. Pencatatan dan analisis**

**- Log book ( Pra operasi, operasi dan setelah operasi, logbook perawatan )**

**- Catatan Harian**

# Keuntungan-keuntungan dari Perawatan Preventif

**Waktu terhentinya produksi menjadi berkurang.**

- Berkurangnya waktu untuk menunggu peralatan yang dibutuhkan. Berkurangnya pengeluaran biaya untuk perbaikan.**
- Penggantian suku cadang yang direncanakan dapat dihemat kebutuhannya, sehingga suku cadang selalu tersedia di gudang setiap waktu.**
- Keselamatan kerja operator lebih tinggi karena berkurangnya kerusakan.**



## **Contoh Pekerjaan-pekerjaan perawatan reguler** **(preventive)**

- **Penggantian minyak pelumas pompa vakum**
- **Kalibrasi alat ukur tegangan tinggi (berkala, 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)**

# Perawatan Perbaikan ( Corective Maintenance )

- Perawatan korektif adalah tindakan perawatan yang dilakukan untuk mengatasi kerusakan-kerusakan atau kemacetan yang terjadi berulang kali.
- Prosedur ini diterapkan pada peralatan atau mesin yang sewaktu-waktu dapat rusak.
- Dalam kaitan ini perlu dipelajari penyebab-penyebabnya, perbaikan apa yang dapat dilakukan, dan bagaimanakah tindakan selanjutnya untuk mencegah agar kerusakan tidak terulang lagi.

**Tiga cara untuk mengatasi kerusakan :**

**Perbaikan (repair),**

**Perbaikan secara menyeluruh (overhaul)**

**Penggantian peralatan tersebut  
(replacement).**

# Manfaat Perawatan Korektif

## 1. Memulihkan Fungsi Peralatan

Mengembalikan peralatan yang rusak agar dapat beroperasi kembali seperti semula.

## 2. Mengurangi Downtime Berkelanjutan

Meskipun perawatan ini dilakukan setelah kerusakan terjadi, tindakan cepat dapat menghindari downtime yang lebih lama.

## 3. Biaya Awal Lebih Rendah

Dibandingkan perawatan preventif, perawatan korektif tidak memerlukan investasi besar dalam inspeksi atau pemeliharaan rutin.

## 4. Sederhana dalam Pelaksanaannya

Tidak memerlukan perencanaan yang rumit seperti perawatan preventif atau prediktif.

## 5. Menunda Penggantian Peralatan Baru

Dengan memperbaiki peralatan yang rusak, perusahaan bisa menunda investasi dalam penggantian unit baru.

## **Perawatan Prediktif**

**pemeliharaan yang memprediksi potensi kerusakan peralatan berdasarkan parameter dan data**

- **Perawatan Prediktif**
- Perawatan prediktif ini dilakukan untuk mengetahui terjadinya perubahan atau kelainan dalam kondisi fisik maupun fungsi dari sistem peralatan. Biasanya perawatan prediktif dilakukan dengan bantuan panca indra atau

# **Perawatan Proaktif**

**Perawatan mengidentifikasi penyebab kerusakan sebelum terjadi saat beroperasi**

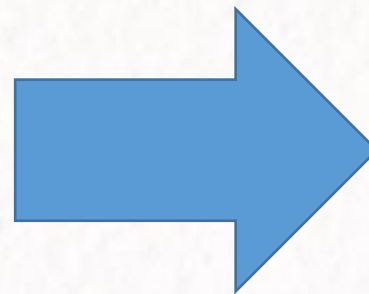
**Pekerjaan perawatan dilakukan ketika fasilitas atau peralatan dalam keadaan bekerja.**

**Perawatan ini berjalan diterapkan pada peralatan-peralatan yang harus beroperasi terus dalam melayani proses produksi.**



# Quiz

- **Pengaturan / adjustment** komponen termasuk dalam Perawatan apa ?
- **Penggantian** komponen yang rusak termasuk dalam Perawatan ?



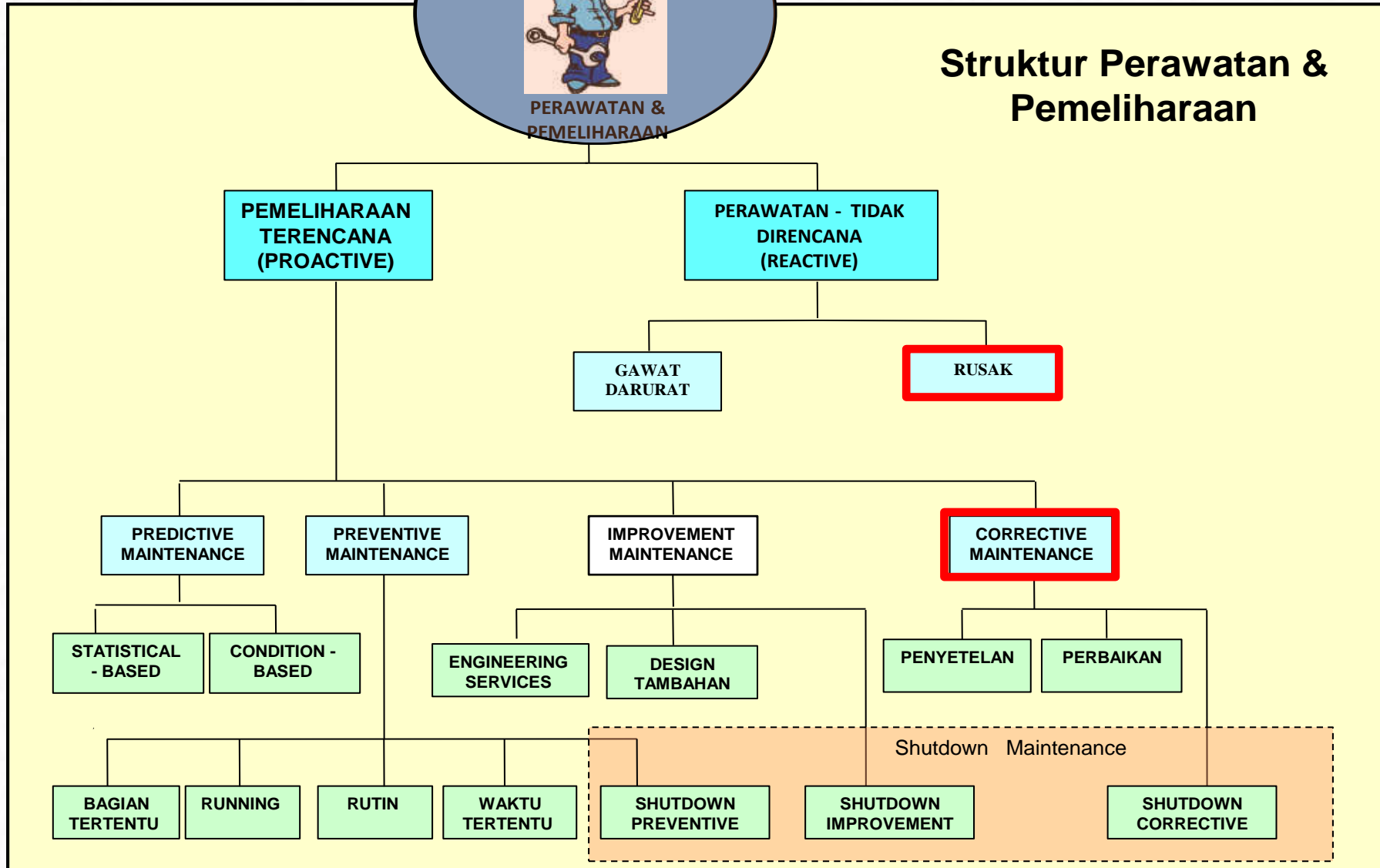


**Ditinjau pelaksanaannya Perawatan ada 2 cara:**

- **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*)



## Struktur Perawatan & Pemeliharaan



## Pekerjaan perawatan pencegahan

- **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.**

# **Kategori Mesin/Peralatan Produksi**

**Ditinjau dari tingkat kerumitan, harga, peranan dan resiko dalam suatu mata rantai produksi, mesin digolongkan atas.**

- Critical**
- Essential (Potentially critical)**
- General Purpose (Non critical)**

**Kategori ini untuk menentukan strategi perawatan yang cocok.**

## Mesin “Critical”

- **Kalau rusak dapat membahayakan**
- **Kalau rusak proses produksi terganggu**
- **Investasi mahal**
- **Biaya perbaikannya mahal (misal: RF Klystron)**
- **Waktu untuk perbaikan lama**

•

## **Mesin “General Purpose”**

- **Kalau rusak tidak membahayakan**
- **Kalau rusak tidak mengganggu proses produksi**
- **Investasi tidak mahal**
- **Biaya perbaikan tidak mahal**
- **Mempunyai unit cadangan**
- **Tidak mengakibatkan kerusakan sekunder**

## **Mesin Essential (Potentially Critical)**

- **Di antara mesin critical dan general purpose**

# Penjadwalan dan Dokumentasi Perawatan Pembuatan jadwal perawatan berkala Pencatatan hasil perawatan Evaluasi dan perbaikan sistem perawatan

**a. Suatu jadwal program perawatan perlu disiapkan dan harus ditaati dengan baik.**

**b. Program perawatan harus dibuat secara lengkap dan terperinci menurut spesifikasi yang diperlukan, seperti adanya **jadwal harian, mingguan, bulanan, tiap tiga bulan, tiap setengah tahun, setiap tahun dan sebagainya.****

## **Dokumen yang perlu diperhatikan**

**Data catatan operasi dan perawatan (Log book)**

**Check list**

***instruction manual alat  
(Spesifikasi) / diagram/  
troubleshooting dokumen***

***SOP***

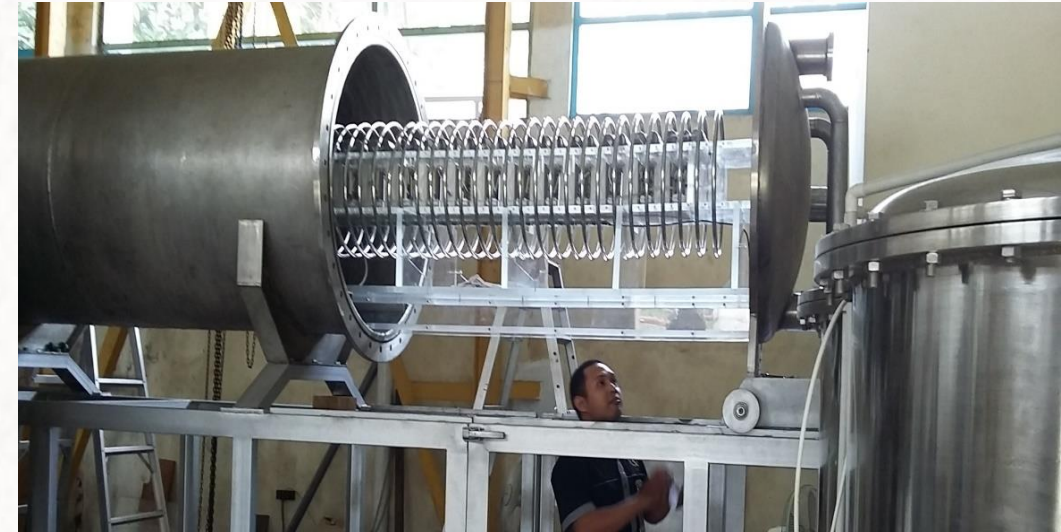


- Analisis yang dibuat berdasarkan catatan-catatan tersebut akan membantu dalam hal
  - Melakukan pencegahan kerusakan daripada memperbaiki kerusakan yang terjadi.
  - Mengetahui tingkat kehandalan mesin.
  - Menentukan umur mesin.
  - Memperkirakan kerusakan mesin dan merencanakan untuk memperbaikinya sebelum terjadi kerusakan.
  - Menentukan frekuensi pelaksanaan inspeksi.
  - Menentukan untuk pembelian mesin yang lebih baik dan cocok berdasarkan pengalaman masa lalu.

# Contoh Perawatan Rutin Generator Cockcroft Walton Pada Mesin Berkas Elektron DC

## Sistem Pelipat Tegangan

- ❑ **Pemeriksaan** komponen elektronik ( R, D, C kabel dan sambungan)
- ❑ **Pembersihan** komponen Mekanik
- ❑ **Pengaturan** sela-pengaman tegangan. ( 25 kV/cm ) / kalibrasi



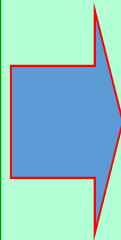
# Perawatan Perbaikan

## Perbaikan Komponen Elektronik

- ❑ **Pemeriksaan** komponen elektronik yang rusak
  - Visual
  - Pengukuran
  
- ❑ **Penggantian Komponen**

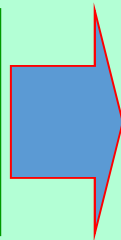


**Emisi Elektron**  
 Luas permukaan emisi  
 elektron karena  
 pengaruh umur pakai  
 (jam operasi)



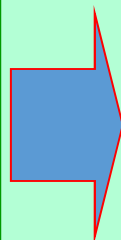
**Ganti filamen (katode)**  
**Lepas elektrode pemfokus**  
**Ganti filamen (katode)**  
**Pasang elektrode pemfokus**

**Mekanik**  
 Flens & elektrode kotor  
 Perubahan bentuk filamen



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

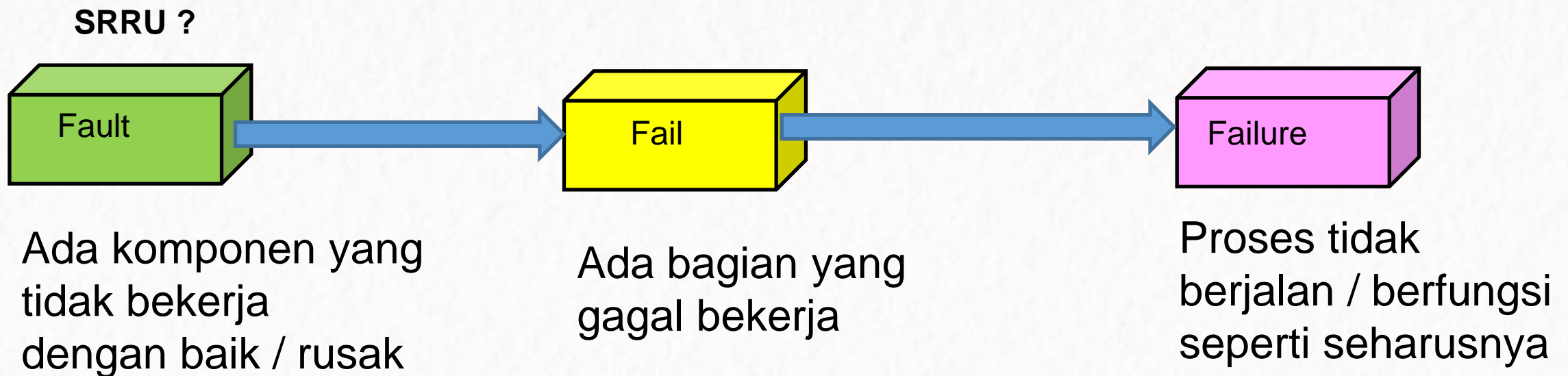
**Elektrik**  
 Catu daya  
 Feedthrough  
 Kabel catu daya



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

# Troubleshooting

Pelacakan atau *troubleshooting* adalah sebuah proses mencari apa yang disebut dengan **SRRU**, yaitu *Smallest Replacable Repairable Unit* atau “Bagian terkecil dari suatu kelompok yang dapat diganti atau diperbaiki”,



## ***Kelengkapan dan Keselamatan***

**Alat dan Bahan dalam Perawatan Mesin Peralatan tangan (kunci inggris, obeng, tang, dll.) Pelumas dan oli Alat ukur (caliper, micrometer, dial gauge) Suku cadang cadangan**

**Keselamatan Kerja dalam Perawatan Mesin Penggunaan APD (Alat Pelindung Diri)**

**Pencegahan kecelakaan saat bekerja Penanganan bahan kimia dengan aman dan radiasi**

# 4

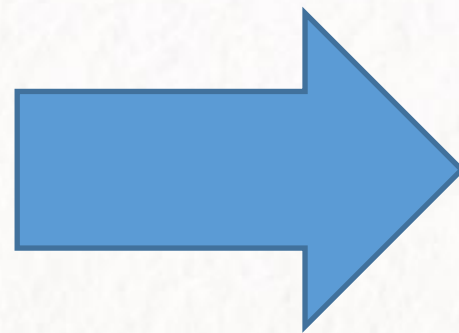
## Cara Lain Pengganti Perawatan

# Cara Lain Pengganti Perawatan

- 1. Perawatan Dengan Cara Penggantian (Replacement Instead of Maintenance) Diterapkan pada peralatan-peralatan/mesin-mesin kecil, mudah pelaksanaannya.**
- 2. Penggantian yang Direncanakan (Planned Replacement)**



**Tetap semangat untuk merawat  
Cintailah apa yang kita rawat !**



**Rp 58.000.000**

<1986



**Rp 80.000.000**

<1986

Vespa PTS thn 78, Full Spek ...



## Rangkuman

- **Perawatan : aktivitas untuk menjaga atau mempertahankan kualitas kinerja peralatan seperti kondisi awal**
  - **Jenis Perawatan: Pencegahan, Perbaikan, Prediktif, Proaktif**
  - **Hal-hal Yang diperhatikan dalam perawatan : Penjadwalan, Log book, Check list, Manual , SOP, Riwayat mesin, kartu suku cadang**
- Sinergi antara tim perawatan, operator dan dosimeter, mencintai pekerjaan dan peralatan yg digunakan**

## Soal Latihan

1. Apa tujuan utama dari aktivitas perawatan?
  - a. Meningkatkan jumlah suku cadang yang tersedia
  - b. Menjaga peralatan agar tetap berfungsi baik seperti kondisi awal
  - c. Mengurangi biaya pengoperasian peralatan
  - d. Mempercepat waktu pengoperasian peralatan
  
2. Apa yang dimaksud dengan perawatan preventif?
  - a. Perawatan yang dilakukan setelah terjadi kerusakan
  - b. Perawatan yang bertujuan mencegah kerusakan sebelum terjadi
  - c. Perawatan yang dilakukan pada saat mesin sedang berjalan
  - d. Perawatan untuk mengganti komponen yang tidak bisa diperbaiki

3. Program perawatan pencegahan pada akselerator mengandung maksud:
  - a. Agar fungsi dari tiap komponen akselerator dapat terjaga kinerjanya.
  - b. Kebutuhan suku cadang dapat direncanakan dengan baik.
  - c. Agar akselerator dapat diberdayakan secara optimum.
  - d. Jawaban a, b dan c benar.
  
4. Dalam sistem perawatan, apa yang dimaksud dengan perawatan korektif (Corrective Maintenance)?
  - a. Perawatan untuk mencegah kerusakan pada peralatan sebelum terjadi
  - b. Perawatan yang bertujuan untuk memperbaiki kondisi fasilitas agar mencapai standar yang diterima
  - c. Perawatan yang dilakukan tanpa perencanaan sebelumnya
  - d. Perawatan yang dilakukan dengan mengganti seluruh komponen mesin

5. Pekerjaan perawatan yang bukan termasuk pekerjaan perawatan pencegahan adalah:

- a. Penggantian minyak pelumas pompa vakum
- b. Pengecekan kebocoran air pada sistem pendingin
- c. Pengecekan tekanan gas isolator tegangan tinggi
- d. Penggantian filament yang rusak pada sumber elektron

# Terima Kasih Semoga Bermanfaat

**Agus Dwiatmaja**  
**081804046212**  
**agus124@brin.go.id**



B.J. Habibie Building  
Jl. M.H. Thamrin 8, Jakarta 10340, Indonesia



[www.brin.go.id](http://www.brin.go.id)



Brin Indonesia



@brin\_indonesia



@brin.indonesia



*Bridging Sciences*  
**Empowering Talents**

@dpk brin