

# PENGENDALIAN MUTU TELEKOMUNIKASI

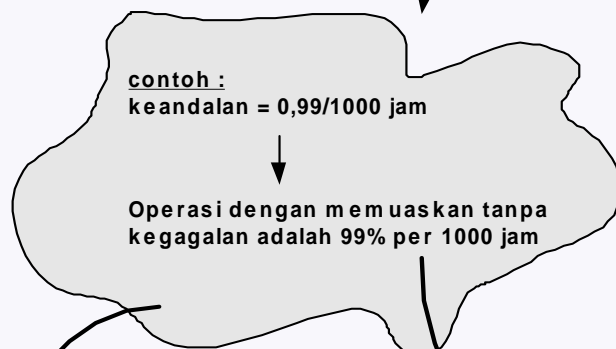
## 3. Kehandalan System



# Komponen Penilaian

1. Konsep Keandalan Sistem
2. Perhitungan Keandalan Sistem
3. Peningkatan Keandalan Sistem

# Kehandalan System



**dasar penentuan :**

Komponen dasar → sistem lengkap

**Probabilitas :**

↓  
Kemungkinan keberhasilan operasi

Keandalan sistem :  
Kemampuan sebuah alat/sistem untuk melaksanakan suatu fungsi yang diperlukan (tanpa kegagalan) dalam keadaan yang ditentukan untuk jangka waktu tertentu

# Why Reliability?

- Meningkatnya kerumitan perangkat elektronika
- Meningkatnya jumlah komponen yang dipakai pada suatu sirkuit elektronika
- Mengurangi biaya kerugian
- Informasi untuk produk dimasa datang

## Reliability for company :

- Selling feature
- Reduce returns
- Lower costs
- Enhance or maintain company reputation
- Comparisons with competition



# System Reliability

- Hardware reliability
  - probability a hardware component fails
- Software reliability
  - probability a software component will produce an incorrect output
  - software does not wear out
  - Software failures are often design failures
- Operator reliability
  - probability system user makes an error

# System Reliability

## Faktor yang menentukan keandalan Sistem :

- Ketersediaan komponen pendukung.
- Ketahanan terhadap gangguan.
- Kualitas pemeliharaan dan dukungan teknis.
- Kualitas proses-proses dan prosedur pengelolaan.
- Keamanan, integritas, dan ketersediaan data
- Kemudahan pemeliharaan (*maintainability*)
- Kemudahan perbaikan (*servicability*)



# Kehandalan Perangkat

## Faktor yang menentukan keandalan perangkat :

1. Rancangan dan pengembangan  
*Pemilihan komponen*
2. Proses Produksi
  - ❖ *Produsen komponen yang terpercaya*
  - ❖ *Sistem pemeriksaan yang ketat*
  - ❖ *Keterampilan SDM yang bagus*
  - ❖ *Ruang perakitan yang bebas dari debu*
3. Penyimpanan dan pengangkutan
  - ❖ *Waktu penyimpanan semimumimum mungkin.*
  - ❖ *Gudang dengan suhu dan kelembaban yang baik untuk mengurangi efek penuaan*
  - ❖ *Kemasan dan pengangkutan bebas dari guncangan, tekanan, suhu, kelembaban dsb.*
4. Operasi
  - ❖ *Persiapan sebaik mungkin dan kurangi kesalahan operator*
  - ❖ *Kondisi Operasional*

# Failure/Kegagalan

**Kegagalan/Failure:**  
Berakhirnya kemampuan sebuah alat untuk melaksanakan fungsinya yang diperlukan





# Kegagalan Komponen

TABEL TINGKAT  
KEGAGALAN TIPIKAL  
UNTUK KOMPONEN  
UMUM

## Tingkat Kegagalan Komponen (Komponent Failure Rate) :

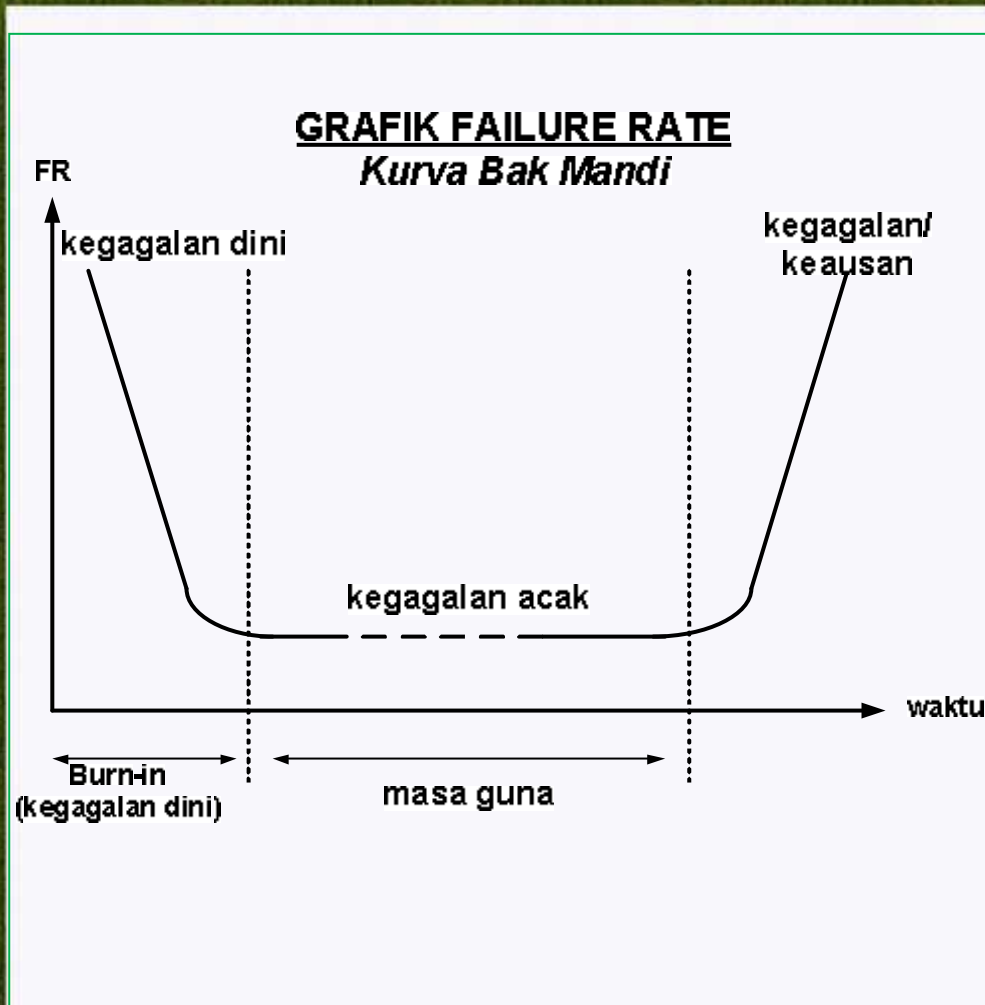
$$FR = \frac{\text{Jumlah komponen yang mengalami kegagalan (perjam)}}{\text{Jumlah Komponen}}$$

$$FR_{(\text{sistem})} = FR_{(A)} + FR_{(B)} + FR_{(C)}$$

*Sumber : Loveday, G.C.,  
Pengujian Elektronik dan  
diagnosa Kesalahan, Eleks  
Komputindo.*

Komponen	Jenis	FR (x10 <sup>-6</sup> /jam)
Kapasitor	Kertas	1
	Polyester	0,1
	Keramik	0,1
	Elektrolit	1,5
	Tantalum (padat)	0,5
Resistor	Komposisi karbon	0,05
	Lapisan karbon	0,2
	Lapisan Logam	0,03
	Lapisan oksida	0,02
	Lilitan kawat	0,1
	Variabel	3
Sambungan	Solderan	0,01
	Ditempa	0,02
	Dililit	0,001
	Plug dan Soket	0,05
Semikonduktor	Dioda (sinyal)	0,05
	Dioda (regulator)	0,1
	Penyearah	0,5
	Transistor < 1 W	0,08
	Transistor > 1 W	0,8
	IC Digital	0,2
	IC linear	0,3
Kumparan	Kumparan Audio	0,5
	Kuparan RF	0,8
	Trafo daya	0,4
Lampu & Indikator	Filamen	5
	LED	0,1
Sakelar	(per kontak)	0,1

# Grafik Kegagalan



- **Kegagalan Dini**

- Kegagalan dini (burn in period) → kegagalan yang terjadi pada periode pemanasan dapat disebabkan :
  - kekurangan dalam pengendalian mutu,
  - salah pemakaian dalam periode latihan operasi bagi petugas operasi.
  - Kegagalan rancangan dalam pengembangan.
- Nilai kegagalan dini dari sistem elektronika antara beberapa bulan sampai beberapa tahun

- **Kegagalan Acak (masa guna)**

- Dalam periode masa guna (*useful life*) ini tingkat kegagalan sangat jarang dan dikatakan tetap
- Untuk Peralatan Telekomunikasi umumnya adalah sekitar 15 tahun-an.
- Teknik Keandalan terutama menyoroti masa guna ini → mempertahankan agar tetap handal dalam waktu yang lama

- **Periode Akhir (kegagalan/keausan)**

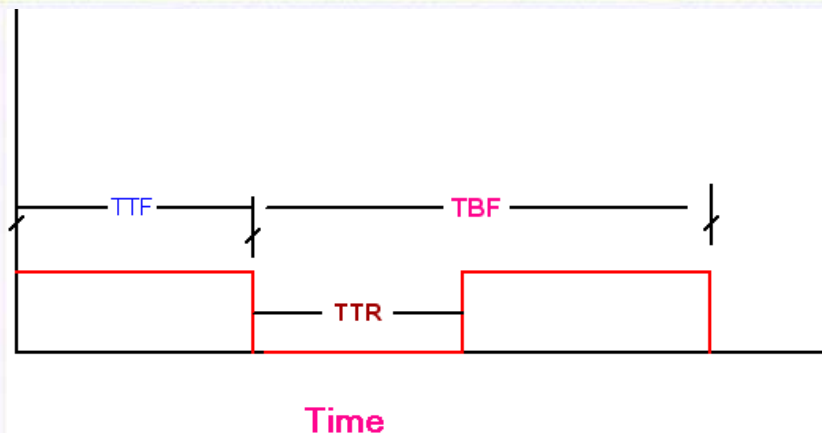
- Periode ini dapat dikatakan periode dimana alat yang diamati sudah tidak dapat lagi dipergunakan atau sudah tidak dapat menguntungkan lagi.



# Kategori Konsekwensi Kegagalan

- ❑ **Safe** – no effect on system
- ❑ **Marginal** – failure will degrade system to some extent but will not cause major system damage or injury to personnel
- ❑ **Critical** – failure will degrade system performance and/or cause personnel injury, and if immediate action is not taken, serious injuries or deaths to personnel and/or loss of system will occur
- ❑ **Catastrophic** – failure will produce severe system degradation causing loss of system and/or multiple deaths or injuries

# MTTF, MTBF, MTTR



- **MTTF (Mean Time to Failure):** Waktu rata-rata sampai terjadinya kegagalan (Berlaku untuk barang-barang yang tidak dapat diperbaiki)

$$\text{MTTF} = \frac{1}{\text{FR}} \text{ jam}$$

- **MTBF (Mean Time Between Failure):** Waktu rata-rata antar kegagalan (Berlaku untuk barang-barang yang dapat diperbaiki)

$$\text{MTBF} = m = \frac{1}{\lambda} \text{ jam}$$

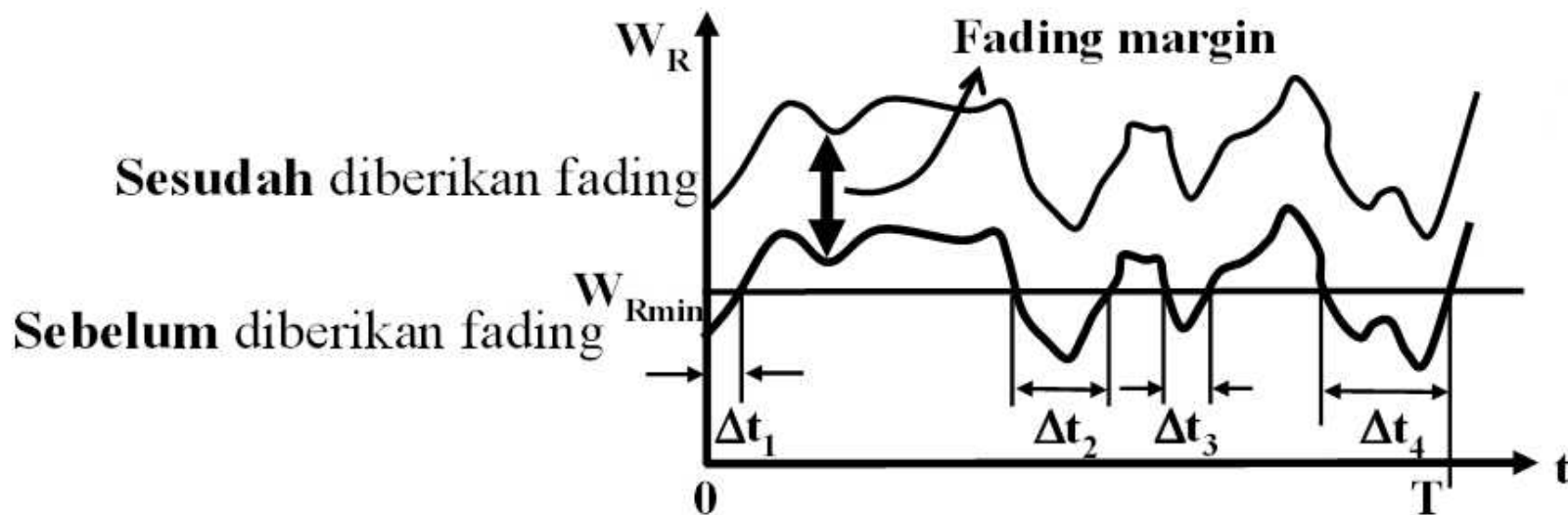
$\lambda$  = adalah tingkat kegagalan sistem

- **MTTR (Mean Time to Repair):** Waktu rata-rata yang dibutuhkan untuk perbaikan (Berlaku untuk barang-barang yang dapat diperbaiki)



# Reliability Signal

$$\text{Reliability} = \frac{\text{Jumlah waktu dimana } W_R > W_{R\min}}{\text{Waktu total pengamatan}}$$



$$\text{Reliability} = \frac{T - (\Delta t_1 + \Delta t_2 + \Delta t_3 + \Delta t_4)}{T} \times 100\%$$

# Availability

- Ketersediaan (up time) : Perbandingan atau presentasi waktu, selama satu selang tertentu, dimana perangkat bekerja dengan baik. dengan jumlah waktu seluruhnya dalam selang waktu tersebut.
- Digunakan untuk sistem yang bisa diperbaiki

$$\textit{Ketersediaan} = \frac{\textit{MTBF}}{\textit{MTBF} + \textit{MTTR}}$$



# Availability

## Contoh kasus

1. 400 Dioda yang tertinggal pada uji coba, 5 buah mengalami kegagalan dalam jangka waktu 1000 jam,
  - a. tentukan tingkat kegagalannya?
  - b. Tentukan MTTF nya?
2. Suatu dioda dengan  $FR = 1,25 \times 10^{-5}$  perjam apabila membentuk suatu sistem dekoder dengan 100 dioda, tentukan MTBF sistem tersebut?

# Availability

## Solusi

$$1. \quad FR = \frac{5}{400} \times 100\% \text{ per } 1000\text{Jam}$$
$$= 1,25\% \text{ per } 1000\text{Jam}$$

Kegagalan per Jam :

$$FR = \frac{5}{400} \times \frac{1}{1000} \text{ kegagalan per Jam}$$
$$= 1,25 \times 10^{-5} \text{ per Jam}$$

$$MTTF = \frac{1}{FR} = \frac{1}{1,25 \times 10^{-5}} = 80000 \text{ jam} = 3333 \frac{1}{3} \text{ hari}$$

$$2. \quad \lambda = FR_{\text{komponen } 1} + FR_{\text{komponen } 2} + FR_{\text{komponen } 3} + \dots$$

$$\lambda = 1,25 \times 10^{-5} \times 10^2$$
$$= 1,25 \times 10^{-3}$$

$$MTBF = m = \frac{1}{\lambda} \text{ jam}$$

$$MTBF = \frac{1}{1,25 \times 10^{-3}} = 800 \text{ jam} \approx 33 \frac{1}{3} \text{ hari}$$

*Semakin banyak komponen yang dipergunakan dalam suatu sistem semakin besar kemungkinan terjadinya kegagalan*



# Hubungan tingkat kegagalan, MTTF, dengan Kehandalan

Bila diberikan tingkat kegagalan yang tetap, yaitu jika kegagalan-kegagalan terjadi secara acak, maka didapatkan hubungan :

$$R = e^{-t/m}$$

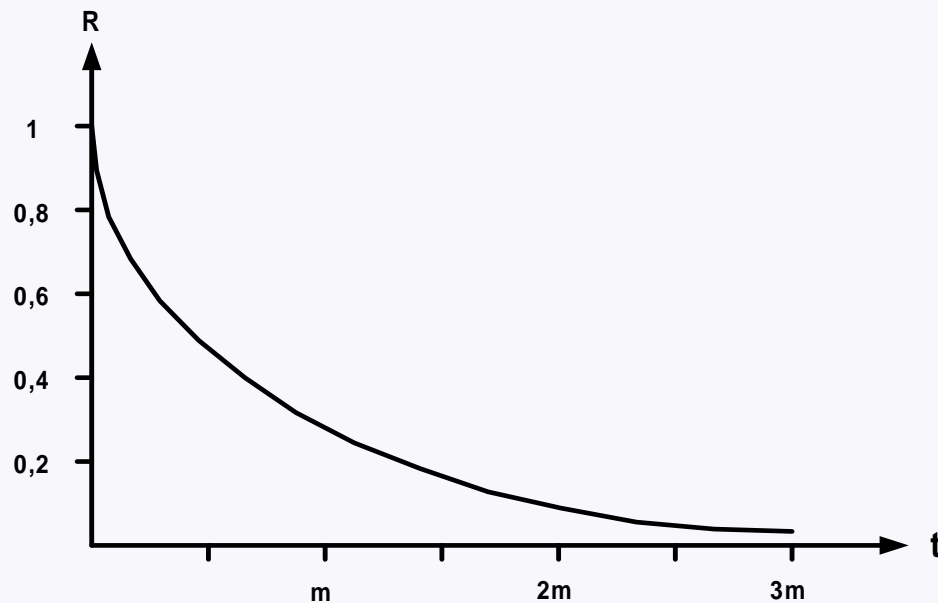
$$R = e^{-t/m}$$

t = waktu operasi

m = jumlah semua tingkat kegagalan komponen

R = tingkat keandalan

m = MTBF



# Hubungan tingkat kegagalan, MTTF, dengan Kehandalan

Contoh kasus

1. Sebuah sistem radar angkatan laut dengan MTBF diperkirakan 10.000 jam, berapa besar kemampuan sistem ini bekerja untuk jangka waktu selama 100 jam, 2000 jam dan 5000 jam

**Penyelesaian :**

*Diketahui :*

- ▶ MTBF = 10.000 jam
- ▶ t = 100 jam, 2000 jam dan 5000 jam

*Ditanya :* Kemampuan sistem selama 100 jam, 2000 jam dan 5000 jam

$$R = e^{-\lambda t}$$

$$t = 100 \text{ jam, } R = e^{-100/10000} = 0,99 \text{ (99\%)}$$

$$t = 2000 \text{ jam, } R = e^{-2000/10000} = 0,819 \text{ (81,9\%)}$$

$$t = 5000 \text{ jam, } R = e^{-5000/10000} = 0,6865 \text{ (68.85\%)}$$



# Maintainability

**Maintainability** adalah Besar kemungkinan satu sistem yang telah mengalami kegagalan dapat dipulihkan kembali kekeadaan penuh dalam periode waktu yang diberikan.

$$\text{Kecepatan perbaikan } (\mu) = \frac{1}{MTTR}$$

$$\text{Maintainability } M(t) = 1 - e^{-\mu t} = 1 - e^{-t/MTTR}$$

t = waktu rata-rata yang diberikan untuk tindakan pemeliharaan

# Maintainability

Contoh kasus

- Dalam suatu sistem, waktu rata-rata untuk memperbaiki kesalahan adalah 2 jam. Hitung nilai kemudahan pemeliharaan untuk waktu selama 4 jam.

Solusi

$$t = 4 \text{ jam}$$

$$MTTR = 2 \text{ jam}$$

$$M(t) = 1 - e^{-t/MTTR}$$

$$= 1 - e^{-4/2}$$

$$= 1 - 0,135$$

$$= 0,865 = 86,5\%$$

Kemungkinan sistem ini dikembalikan kekeadaan kerjanya dalam waktu 4 jam adalah 85,6%



# Reliability of engineering systems standard configuration

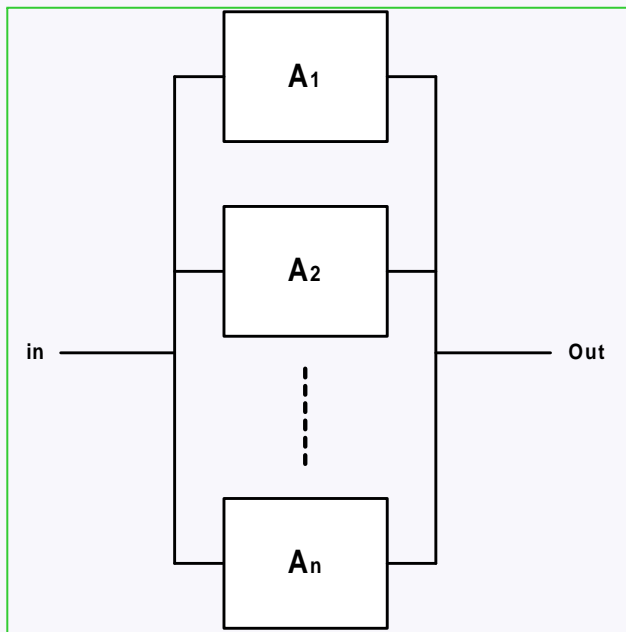
## 1. SISTEM REDUDANSI

- ❑ Salah satu cara untuk meningkatkan keandalan adalah dengan redundansi.
- ❑ **Redundansi** :Sub unit/bagian-bagian komponen disambung sedemikian rupa, sehingga bila salah satu bagian mengalami kegagalan, maka yang lain mengambil alih fungsi yang bersangkutan
- ❑ Contoh : Penggunaan sumber daya pengganti (standby) yang dimasukkan untuk mencatu beban bila sewaktu-waktu sumber daya utama mengalami kegagalan.
- ❑ Jenis Redudansi :
  - Hot Standby (sistem utama secara real time di backup sistem redundansi)
  - Warm Standby (sistem redundansi secara berkala mengecek kondisi sistem utama)
  - Cold Standby(sistem redundansi bekerja jika sistem utama gagal)

# Reliability of engineering systems standard configuration

## REDUDANSI HOT-STANDBY

Redundansi  
Hot-Standby



→ Biasanya sejumlah perangkat (unit) aktif dipasang secara paralel dan minimal satu perangkat harus bekerja dengan baik makin besar/banyak unit dipasang paralel makin besar keandalan sistemnya tetapi biaya akan makin besar pula

- Asumsi : komponen-komponen tersebut independen
- Sistem gagal semua Subsistem harus gagal
- Keandalan sistem ( $R_s$ ) Probabilitas semua subsistem tersebut gagal

$P(\text{gagal})$  = Probabilitas semua subsistem gagal  
=  $P(\text{semua Subsistem gagal})$   
=  $P(A_1 \text{ gagal dan } A_2 \text{ gagal dan } \dots \text{ dan } A_n \text{ gagal})$   
=  $P(A_1 \text{ gagal}) P(A_2 \text{ gagal}) \dots P(A_n \text{ gagal})$

$$1 - R_s = (1 - R_1) \cdot (1 - R_2) \cdot \dots \cdot (1 - R_n)$$

$$R_s = 1 - \prod_{i=1}^n (1 - R_i)$$



# Reliability of engineering systems standard configuration

## CONTOH HOT-STANDBY

1. Sebuah sistem terdiri dari 2 aktif subsistem yang identik dan independent, dan setidaknya ada 1 subsystem harus beroperasi dengan normal agar sistem berhasil. Hitunglah reliability sistem tersebut selama beroperasi 150 jam, jika rate kegagalan tiap subsistem 0,0008 perjam

Solusi

$$\lambda_{sub} = 0,0008 \text{ perjam}$$

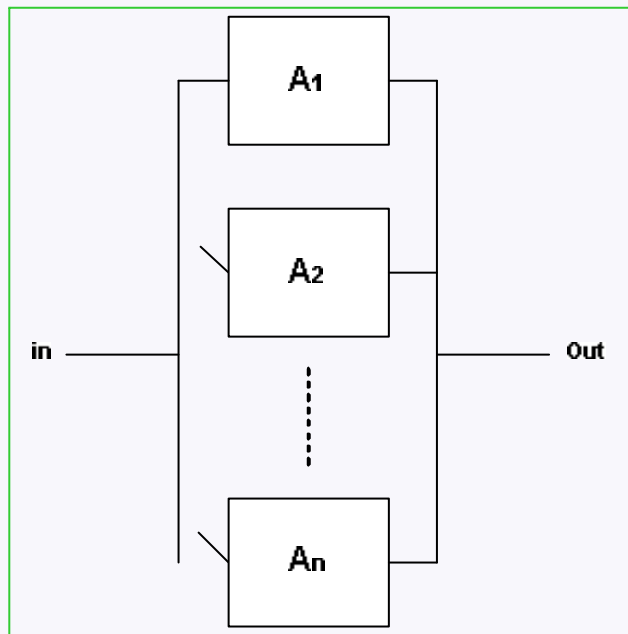
$$R_{sub}(150 \text{ jam}) = e^{-\lambda t} = e^{-0,0008 \times 150} = 0,887$$

$$R_{sys}(150 \text{ jam}) = 1 - (1 - R_{sub1})(1 - R_{sub2}) = 1 - (1 - 0,887)(1 - 0,887) = 0,987$$

# Reliability of engineering systems standard configuration

## REDUDANSI COLD-STANDBY

Redundansi  
Cold-Standby



Biasanya sejumlah perangkat (unit) dipasang secara paralel tetapi hanya satu yang aktif dan bekerja, jika terjadi kegagalan pada unit yang aktif maka switching mekanisme akan mendeteksi kegagalan dan menhidupkan unit redundansi

- Asumsi : komponen-komponen tersebut independen
- The system contains a total of  $(m+ 1)$  units and it fails when all the  $m$  standby units fail

$$R_{\text{std}}(t) = \sum_{i=0}^m \frac{(\lambda t)^i e^{-\lambda t}}{i!}$$

$R_{\text{std}}(t)$  = the standby system reliability at time  $t$ .



# Reliability of engineering systems standard configuration

## CONTOH COLD-STANDBY

1. Sebuah sistem terdiri dari 2 subsistem yang identik dan independent, salah satu subsistem beroperasi dan sistem yang lain dalam kondisi standby. Hitunglah reliability sistem tersebut selama beroperasi 200 jam, jika rate kegagalan tiap subsistem 0,0001 perjam

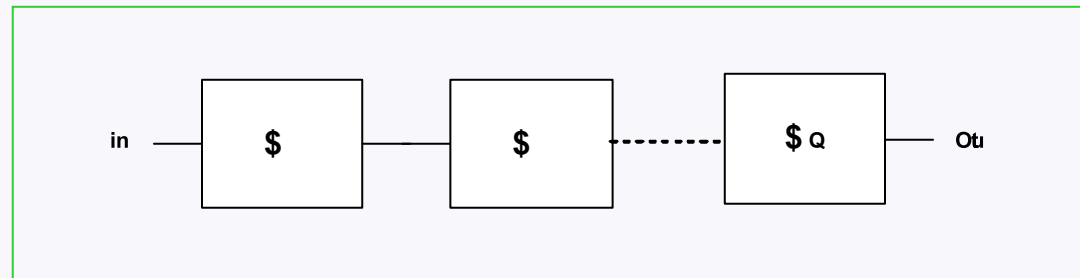
Solusi

$$\begin{aligned} R_{\text{std}}(200) &= \sum_{i=0}^1 \frac{[(0.0001)(200)]^i e^{-(0.0001)(200)}}{i!} \\ &= 0.9998 \end{aligned}$$

# Reliability of engineering systems standard configuration

## 2. SERIAL SISTEM

Sistem  
dipasang Seri



Sistem yang dipasang seri mempunyai keandalan sistem yang kecil karena kegagalan satu unit berarti kegagalan seluruh sistem.

- Asumsi : komponen-komponen tersebut independen
- Sistem berfungsi ~ Probabilitas peralatan tersebut berfungsi
- Keandalan sistem ( $R_s$ ) ~ semua komponen harus berfungsi

$R_s$  = Probabilitas semua sistem berfungsi

= P(semua komponen berfungsi)

= P( $A_1$  berfungsi dan  $A_2$  berfungsi dan .....  $A_n$  berfungsi)

= P( $A_1$  berfungsi) P( $A_2$  berfungsi) ..... P( $A_n$  berfungsi)

=  $R_1 \cdot R_2 \cdot \dots \cdot R_n$

$$R_s = \prod_{i=1}^n R_i$$



# Reliability of engineering systems standard configuration

## CONTOH SERIAL SYSTEM

1. Misalnya suatu pesawat terbang memiliki 4 mesin yang independent dan identik, semua mesin-mesin tersebut harus bekerja secara normal agar pesawat bisa terbang dengan selamat. Hitunglah reliability pesawat bisa terbang dengan selamat jika reliability tiap mesin sebesar 0,99

Solusi

$$R_{4engine} = 0,99 \times 0,99 \times 0,99 \times 0,99 = 0,99^4 = 0,96$$

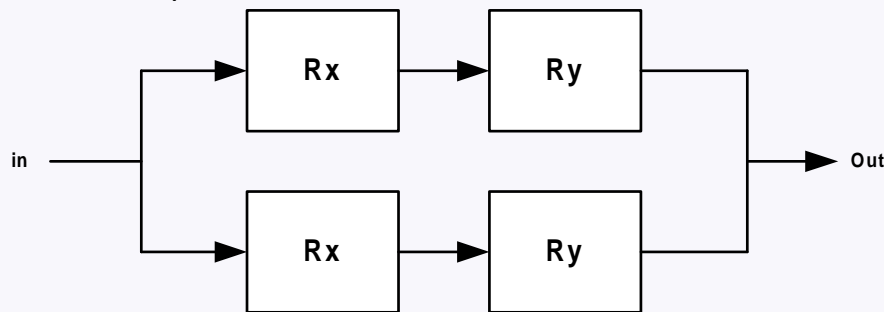
# PR

1. Misalkan dua unit x dan Y, masing-masing mempunyai keandalan setelah beroperasi 1000 jam sebesar :

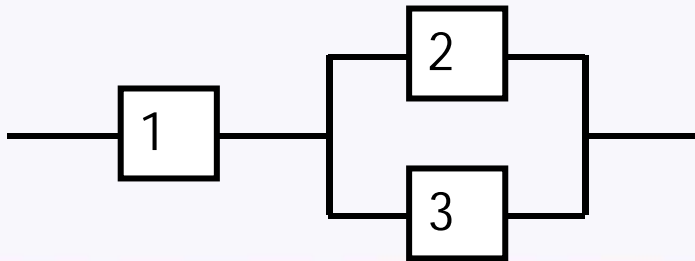
$$R_x = 0,85$$

$$R_y = 0,75$$

Hitung Reliability sistem jika kedua unit disusun seperti gambar berikut (Note : semua unit dalam kondisi aktif)



2. Compute the reliability and probability of failure for the following system. Assume the failure probabilities for the components are  $Q_1 = 0.01$ ,  $Q_2 = 0.02$  and  $Q_3 = 0.03$ . (all component was active)





# Question???





THANK  
YOU



NOVTANI.WORDPRESS.COM

