

# ***ANALISIS RELIABILITY SISTEM POMPA PADA REACTOR FEED PUMP 12-P-101 PT PERTAMINA RU VI BALONGAN***

---

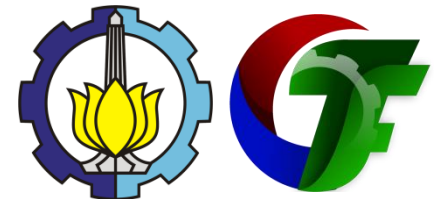
Wahani Karunia Saputri

NRP. 2412100102

Pembimbing:

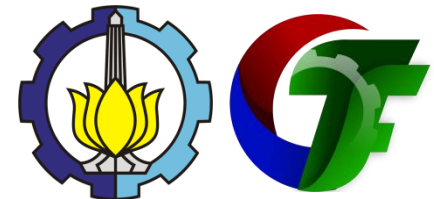
Ir. Yaumar, MT

NIP. 19540406 198103 1 003

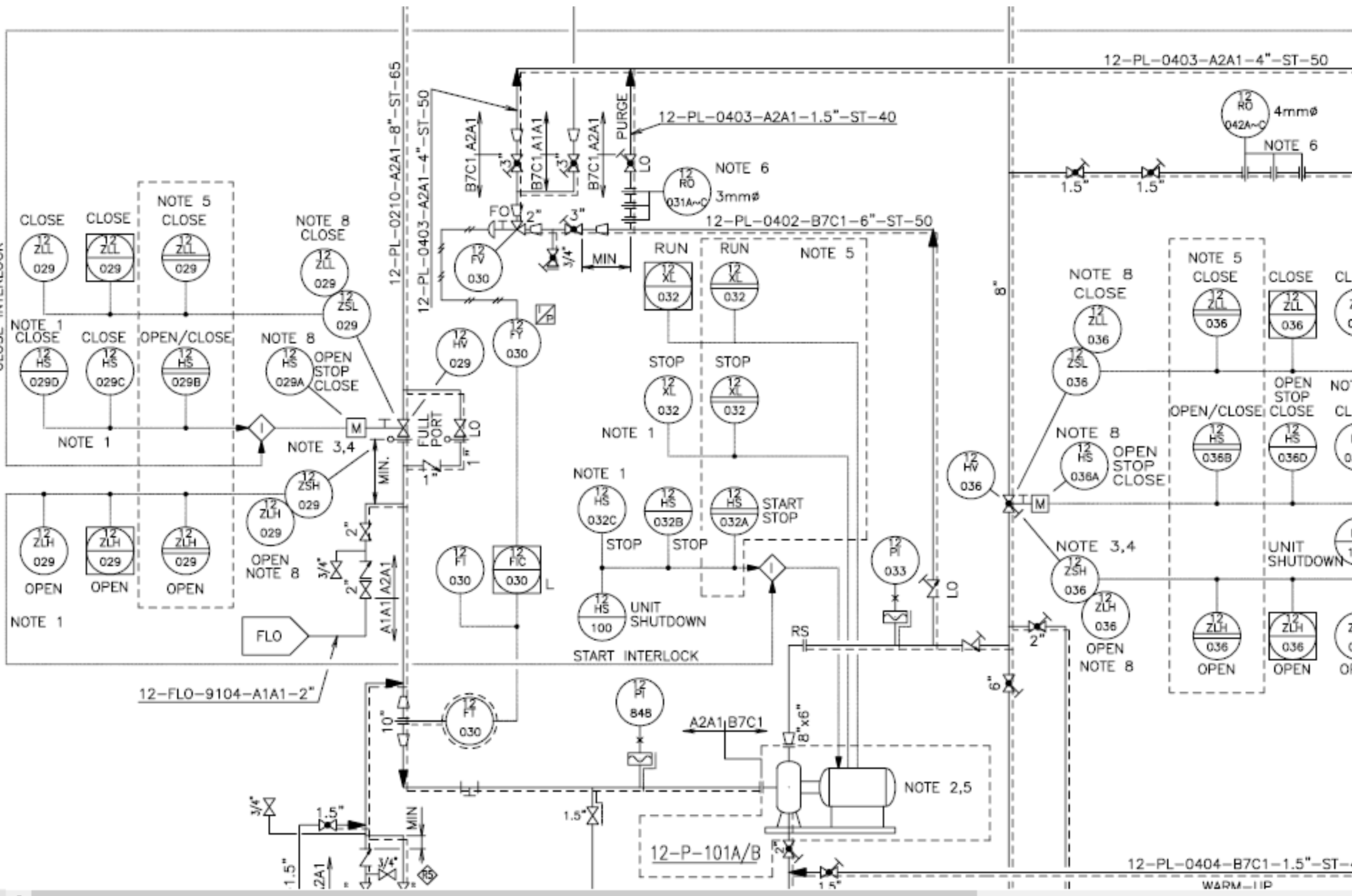


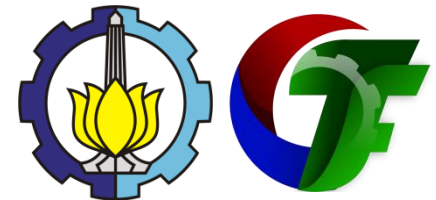
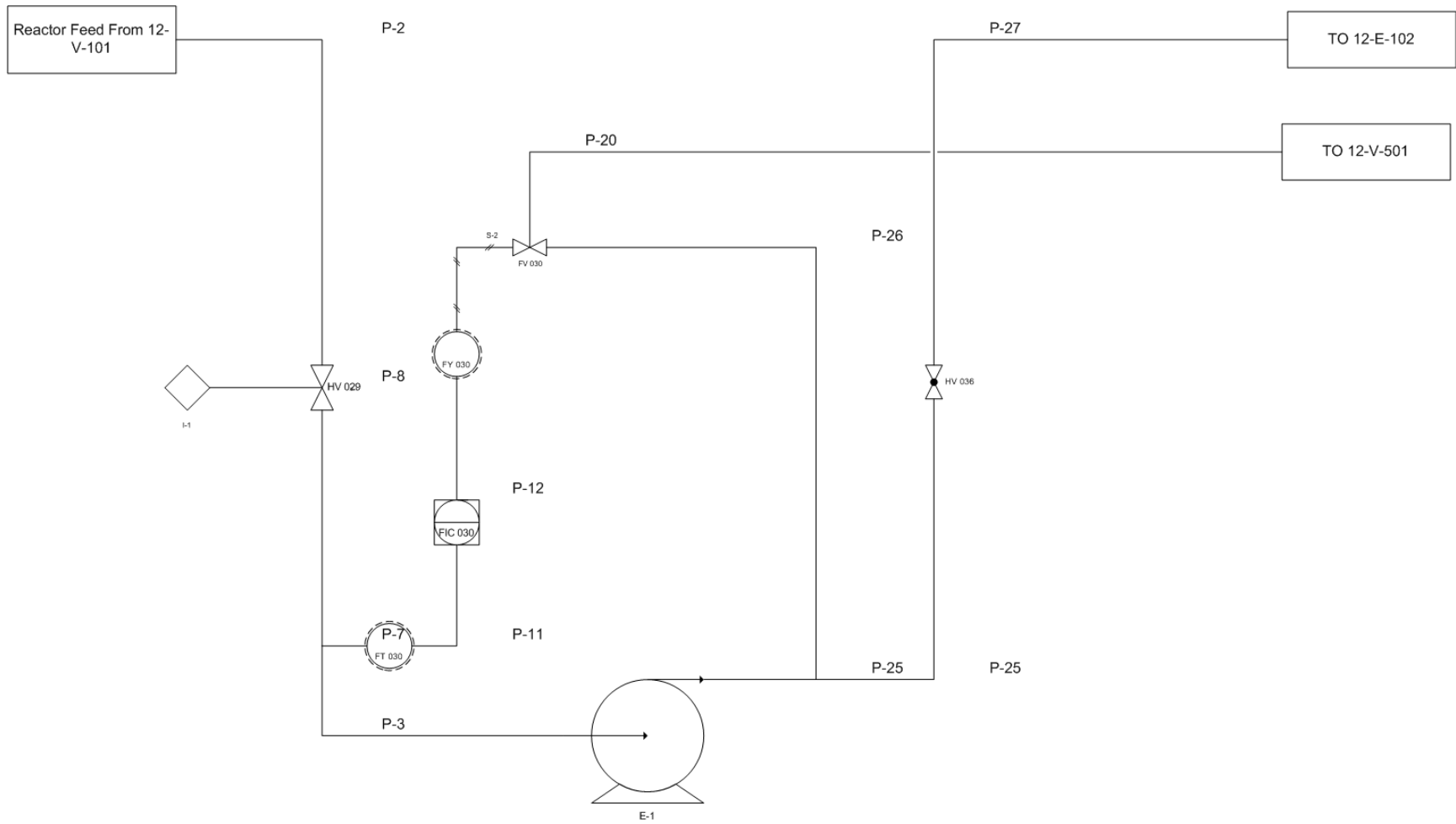
# LATAR BELAKANG

- Reactor Feed Pump 12-P-101 merupakan salah satu peralatan mekanik utama di unit ARHDM
- Reactor Feed Pump telah beroperasi sejak 1995
- Telah terjadi kegagalan fungsi selama waktu operasi yang menyebabkan kinerja pompa menurun
- BPCS dan SIS merupakan sistem yang mengontrol kinerja Reactor Feed Pump 12-P-101



CLOSE INTERLOCK



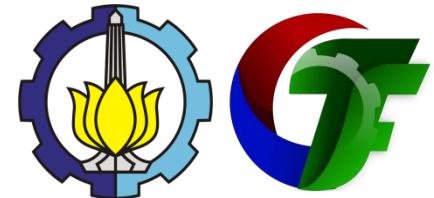


# TUJUAN

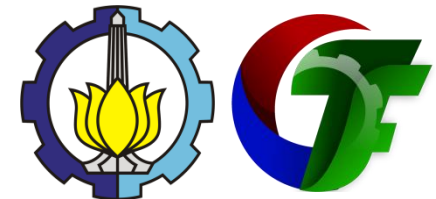
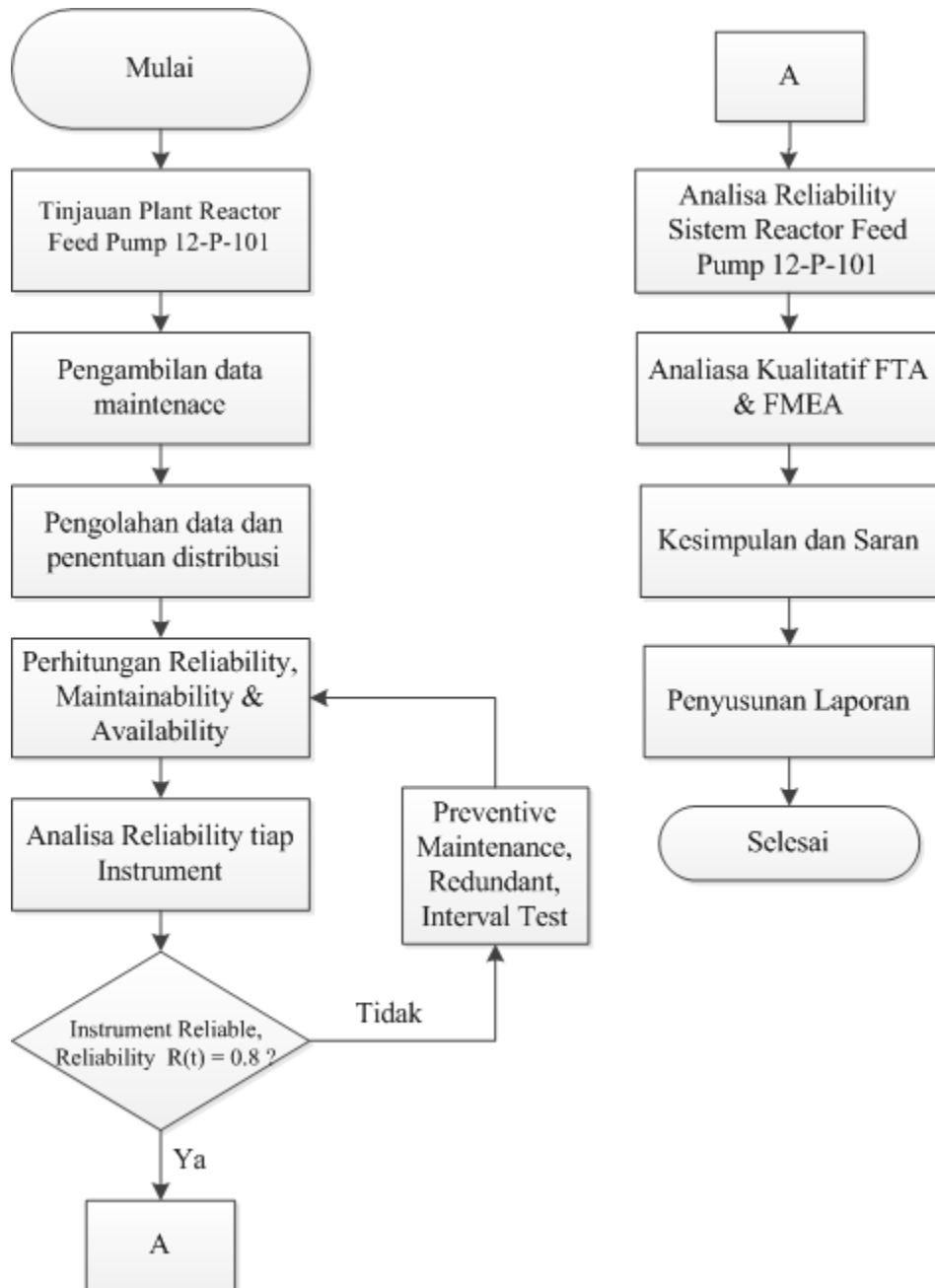
1. Menganalisa *reliability* dari sistem Reactor Feed Pump 12-P-101.
2. Menentukan strategi *maintenance* yang tepat agar *reliability* sistem reactor feed pump 12-P-101 meningkat.

# BATASAN MASALAH

1. Unit yang dianalisa *reliability* adalah reactor feed pump 12-P-101.
2. Data *maintenance* yang digunakan adalah *daily report* dari *Maintenance Area 2* PT Pertamina RU VI Balongan dari bulan januari 2011-2015.
3. Untuk pendekatan distribusi data, *software* yang digunakan adalah Reliasoft Weibull ++



# METODOLOGI



## ANALISA KUANTITATIF FT 030

# PEMBAHASAN

### DATA KERUSAKAN FT 030

plant started	plant complete	Time to Failure	Time to Repair	Time between Failure
1/1/2011	1/1/2011	0	0	0
4/7/2011	4/7/2011	2300	4	2304
2/20/2012	2/20/2012	7655	1	7656
8/8/2012	8/8/2012	4076	4	4080
10/10/2013	10/10/2013	10271	1	10272
12/22/2013	12/22/2013	1747	5	1752
3/14/2014	3/14/2014	1967	1	1968
8/11/2014	8/11/2014	3595	5	3600
8/1/2015	8/1/2015	8519	1	8520
10/2/2015	10/2/2015	1484	4	1488

### PARAMETER DISTRIBUSI WAKTU FT 030

TTF : Lognormal

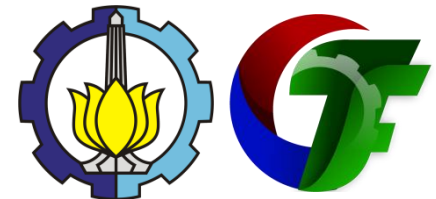
( $\mu = 8,20$   $\sigma = 0,78$ )

TBF Lognormal

( $\mu = 8,20$   $\sigma = 0,77$ )

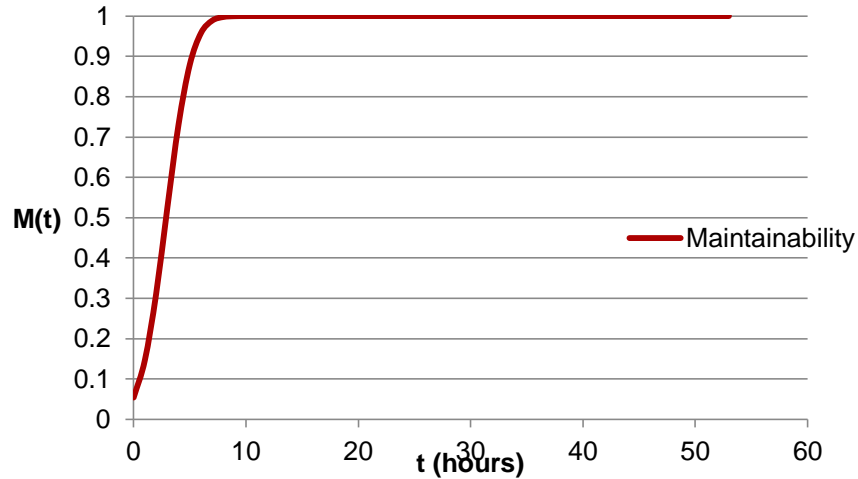
TTR : Normal

( $\mu = 2,89$   $\sigma = 1,79$ )



# PEMBAHASAN

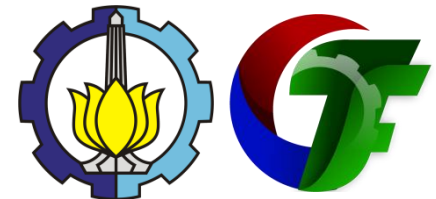
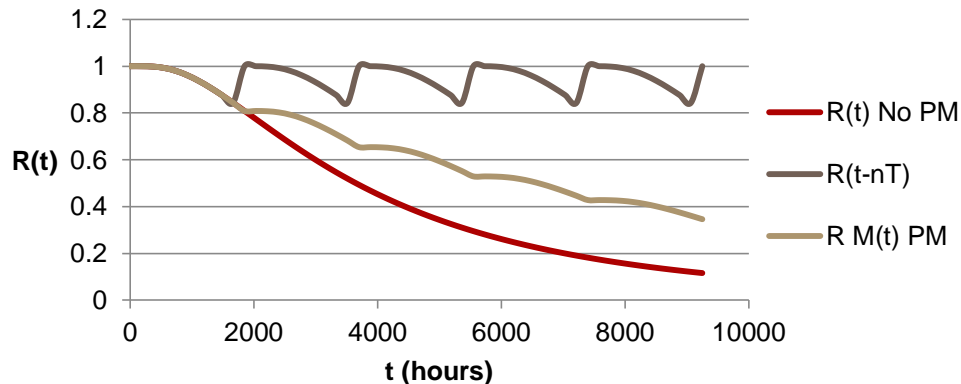
### Maintainability FT 030



Maintainability FT 030 mencapai 100% dalam jangka waktu 12 jam

Availability komponen FT 030 mencapai 99,94%

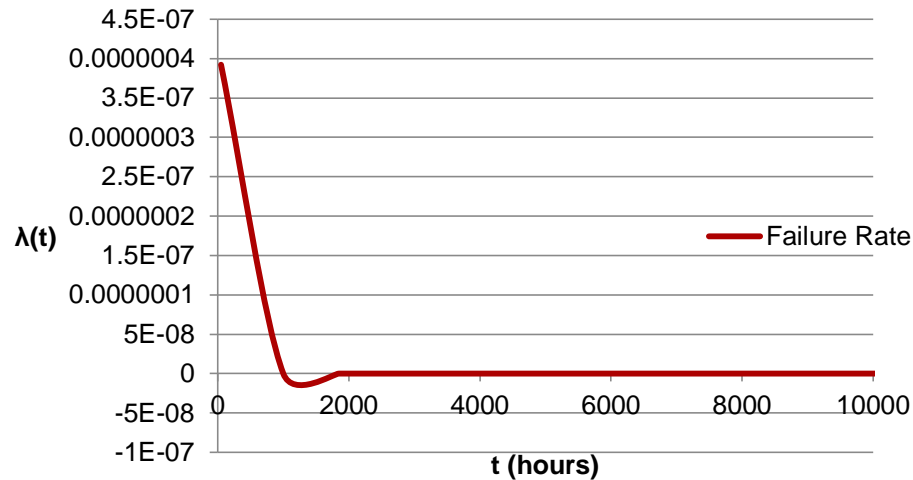
### Preventive Maintenance FT 030





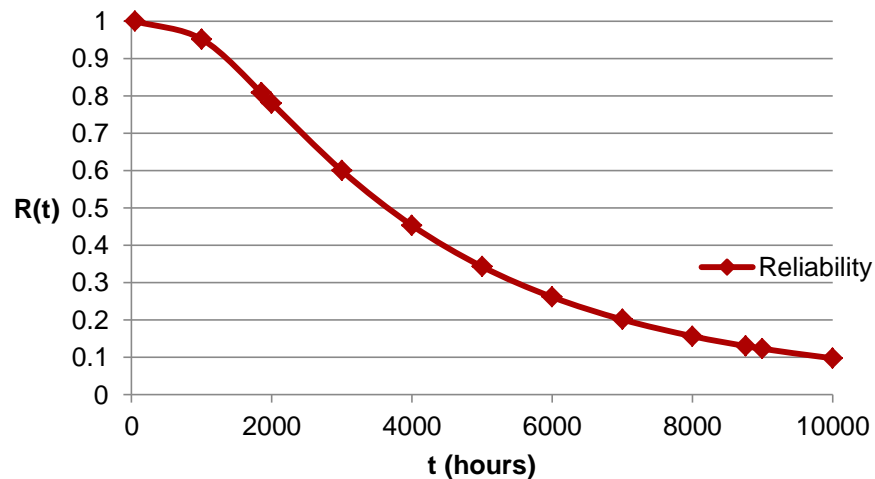
# PEMBAHASAN

## Failure Rate FT 030

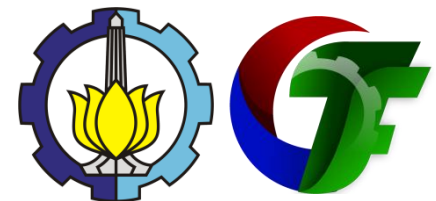


Laju Kegagalan FT 030 menurun (DFR) bergantung dengan lamanya waktu beroperasi

## Reliability FT 030



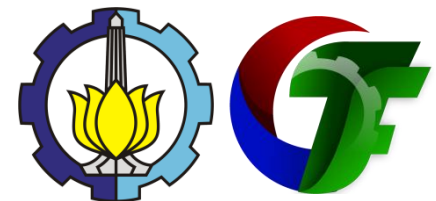
Reliability FT 030 mencapai nilai 0,8 pada waktu operasi 1850 jam



## ANALISA KUALITATIF FT 030

# PEMBAHASAN

Item/Function	Potential Failure Mode(s)	Potential Effect(s) of Failure	Potential Cause(s)/ Mechanism (s) of Failure	Current Design Control	Recommended action
FT 030  Flow Transmitter sebagai sensor flow crude oil dan mentransmisikan sinyal pembacaan menuju DCS	Flow Transmitter mengirimkan data pembacaan flow yang salah ke DCS. (failed to function on demand)	Nilai pengukuran flow yang tidak terbaca sesuai dengan set point dan menyebabkan plant trip	Setting nilai pembacaan flow transmitter mengalami pergeseran	Kalibrasi FT 030 dengan melakukan cek zero, span	Periksa rutin kondisi pembacaan FT 030 dengan kalibrasi rutin (life cycle 1850 jam)



## ANALISA KUANTITATIF FIC 030

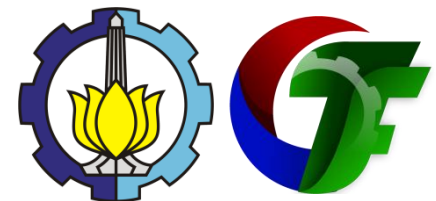
# PEMBAHASAN

### DATA KERUSAKAN FIC 030

plant started	plant complete	Time to Failure	Time to Repair	Time between Failure
4/7/2011	4/7/2011	0	0	0
8/20/2012	8/20/2012	12020	4	12024
10/15/2013	10/15/2013	10099	5	10104
12/14/2013	12/14/2013	1432	8	1440
8/22/2014	8/22/2014	6020	4	6024
11/15/2015	11/15/2015	10796	4	10800

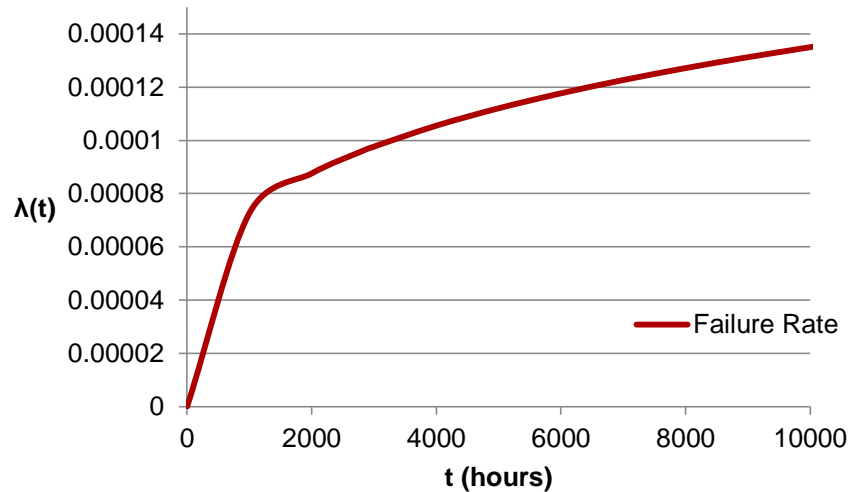
### PARAMETER DISTRIBUSI WAKTU FIC 030

TTF = Weibull 2 parameter	TTR = Lognormal	TBF = Weibull 2 parameter			
Beta ( $\beta$ )	1.2688	Mean ( $\mu$ )	1.5696	Beta ( $\beta$ )	1.2717
Eta ( $\theta$ )	9522.5862	Std ( $\sigma$ )	0.295	Eta ( $\theta$ )	9528.194



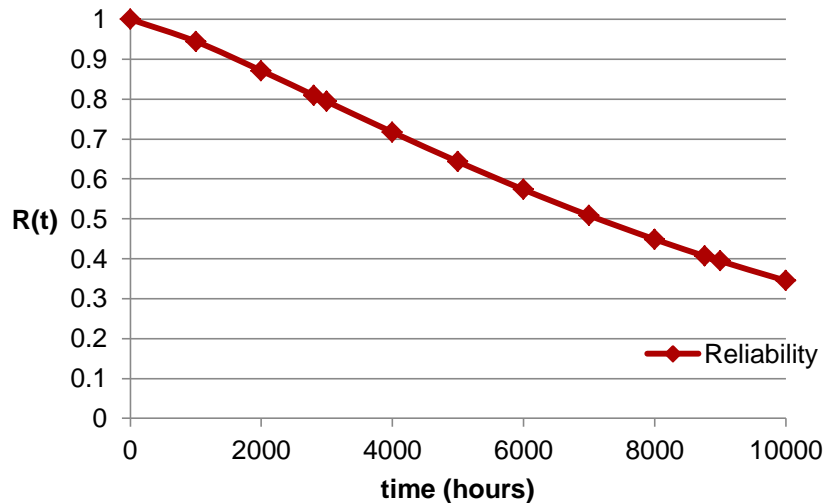
# PEMBAHASAN

## Failure Rate FIC 030

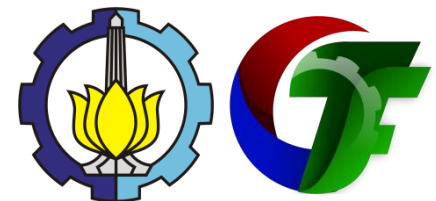


Laju Kegagalan FIC 030 meningkat (IFR) seiring dengan lamanya waktu beroperasi

## Reliability FIC 030

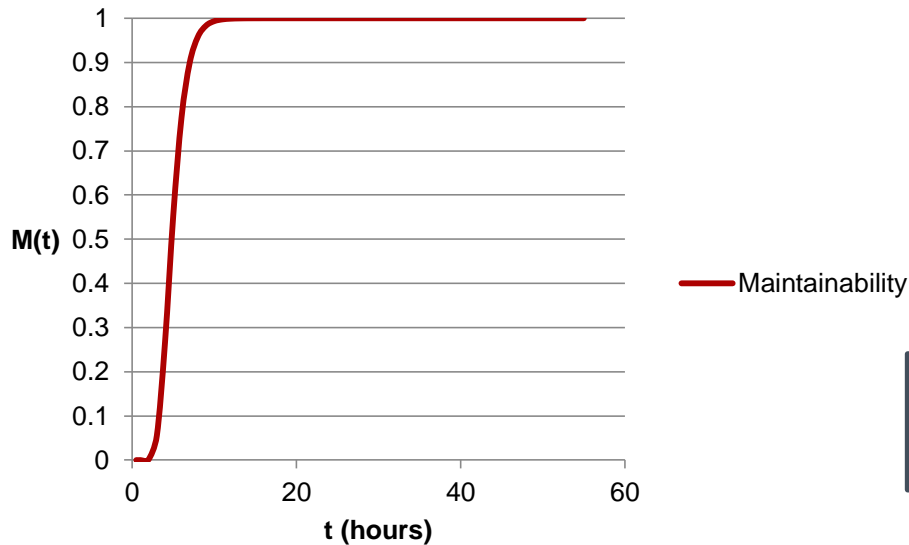


Reliability FIC 030 mencapai nilai 0,8 pada waktu operasi 2800 jam



# PEMBAHASAN

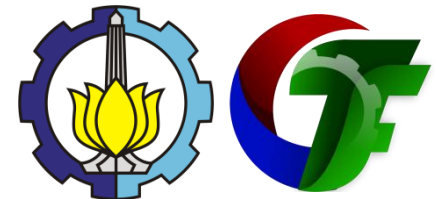
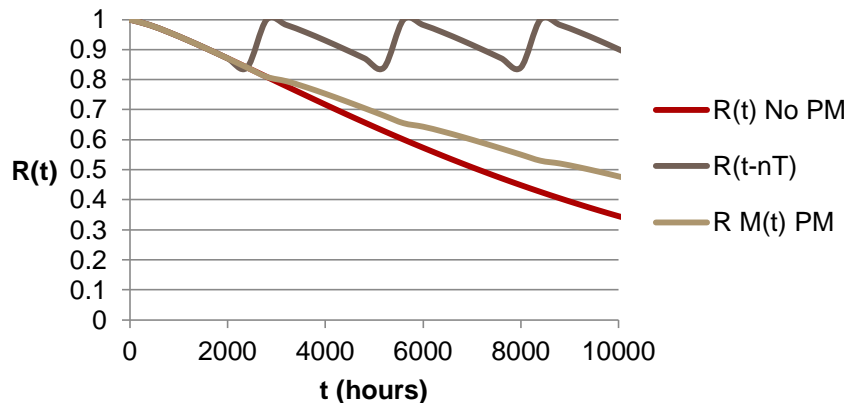
## Maintanability FIC 030



Maintainability FIC 030 mencapai 100% dalam jangka waktu 21 jam

Availability komponen FIC 030 mencapai 99,80%

## Preventive Maintenance FIC 030



# PEMBAHASAN

## ANALISA KUALITATIF FIC 030

Tabel FMEA FIC 030 Item/Function	Potential Failure Mode(s)	Potential Effect(s) of Failure	Potential Cause(s)/ Mechanism (s) of Failure	Current Design Control	Recommended action
FIC 030  Sebagai logic solver yang menerima sinyal pembacaan dari transmitter dan melakukan aksi pengendalian flow	FIC 030 tidak dapat menjalankan fungsinya sebagai logic solver (degraded)	Pengendalian proses pompa terganggu, pompa mengalami vibrasi tinggi dan menyebabkan kavitasi	Modul input/output rusak	Mengganti modul input/output yang rusak	Melakukan pemeriksaan rutin pada modul input/output DCS (life cycle 2800 jam)
	Melakukan aksi pengendalian yang tidak sesuai dengan design plant (failed to function on demand)	Gagal melakukan aksi pengendalian pada proses pompa dan sistem dapat trip	Sumber daya listrik pada logic solver tidak stabil	Memeriksa sumber power supply	Mermeriksa secara rutin koneksi listrik selalu tersedia, rutin memeriksa koneksi kabel (life cycle 2800 jam)

## ANALISA KUANTITATIF FY 030

# PEMBAHASAN

## DATA KERUSAKAN FY 030

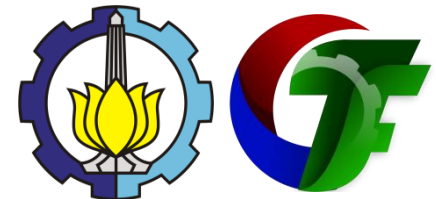
plant started	plant complete	Time to Failure (hours)	Time to Repair (hours)	Time between Failure (hours)
1/1/2011	1/1/2011	0	2	0
5/8/2011	5/8/2011	3047	1	3048
12/28/2012	12/28/2012	14398	2	14400
1/3/2013	1/3/2013	143	1	144
4/29/2014	4/29/2014	11542	2	11544
1/7/2015	1/7/2015	6071	1	6072

## PARAMETER DISTRIBUSI WAKTU FY 030

TTF : Eksponensial  
( $\lambda = 0,0001$  MTTF = 10000)

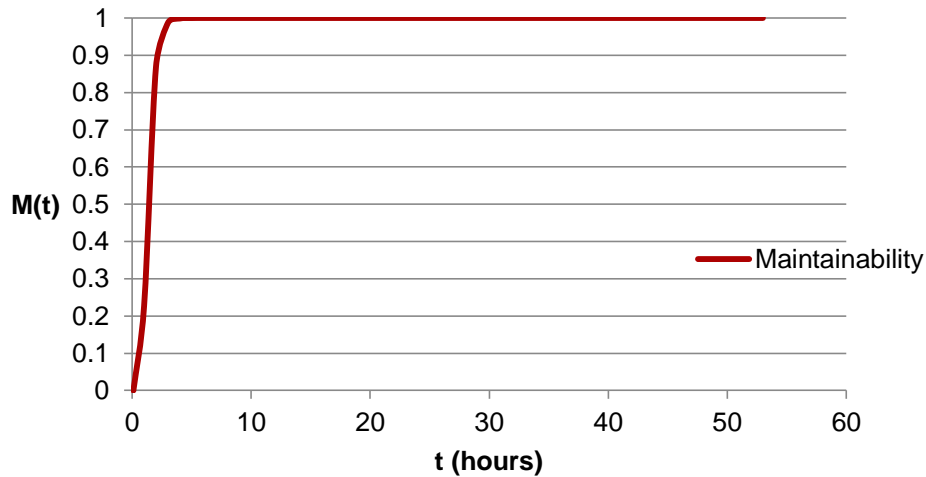
TTR : Lognormal  
( $\mu = 2,77$   $\sigma = 0,37$ )

TBF : Eksponensial  
( $\lambda = 0,0001$  MTTF = 10000)



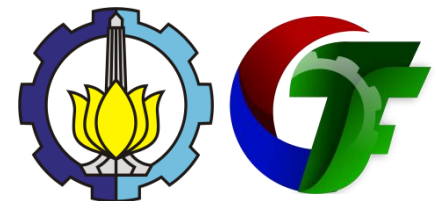
# PEMBAHASAN

Maintainability FY 030



Maintainability FY 030 mencapai 100% dalam jangka waktu 13 jam

Availability komponen FY 030 mencapai 99,99%

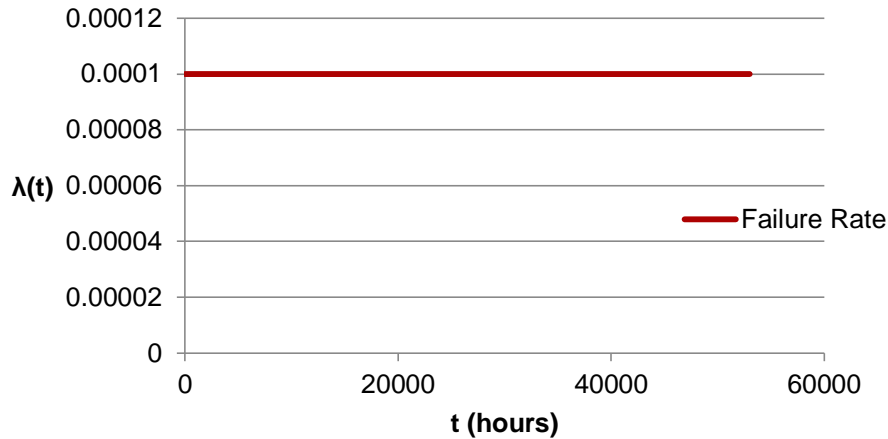




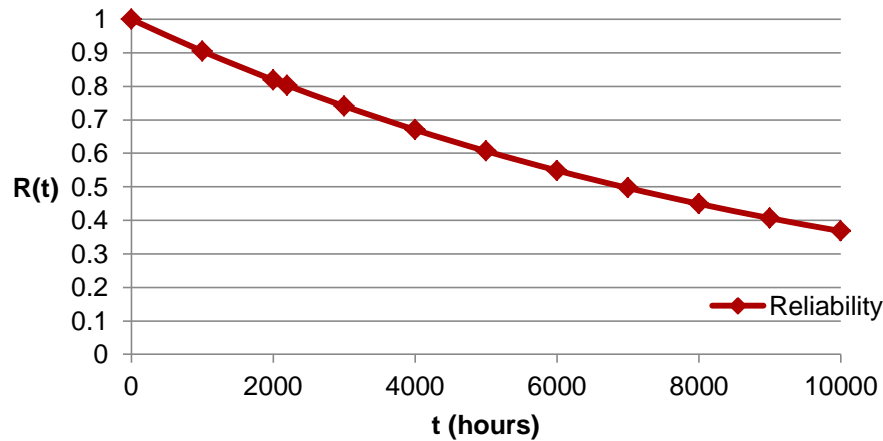
# PEMBAHASAN

Laju Kegagalan FY 030 Konstan sebesar 0,0001

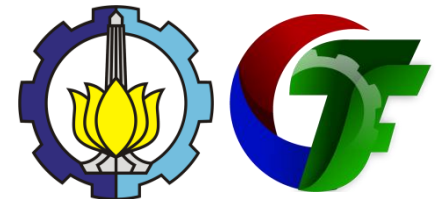
### Failure Rate FY 030



### Reliability FY 030



Reliability FY 030 mencapai nilai 0,8 pada waktu operasi 2200 jam



## ANALISA KUALITATIF FY 030

# PEMBAHASAN

Item/Function	Potential Failure Mode(s)	Potential Effect(s) of Failure	Potential Cause(s)/ Mechanism(s) of Failure	Current Design Control	Recommended action
FY 030  Sebagai converter yang menerima sinyal digital dari logic solver kemudian diubah menjadi sinyal pneumatik	Melakukan aksi konversi sinyal yang tidak sesuai dengan nilai konversi sebenarnya (failed to function on demand)	Pengendalian proses pada control valve tidak sesuai dengan design plant, sistem pompa mengalami gangguan	Setting nilai konversi FY 030 mengalami pergeseran	Kalibrasi nilai pembacaan converter	Melakukan kalibrasi rutin FY 030 dan cek rutin FY 030 (life cycle 2200 jam)
	FY 030 tidak dapat mengonversi sinyal elektrik menjadi pneumatic (degraded)	FY 030 tidak dapat menerima sinyal dari logic solver dan konversi sinyal terganggu	Kabel koneksi yang tidak terpasang dengan baik dan kendur	Melakukan pemeriksaan dan perbaikan pada kabel koneksi	Memastikan power supply selalu tersedia dan periksa kabel koneksi (life cycle 2200 jam)

# PEMBAHASAN

## HASIL ANALISA KUANTITATIF

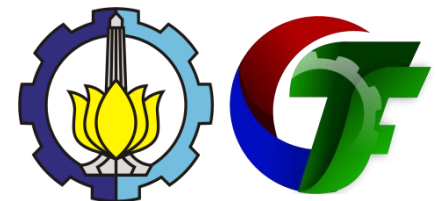
Komponen	Distribusi Data	R(t) pada 8760 jam	Life Cycle (jam)	Rekomendasi maintenance
FT 030	Lognormal DFR ( $\mu = 8,2026$ )	0,13	1850	Preventive maintenance
FY 030	Ekspensial CFR ( $\lambda = 0,0001$ )	0,42	2200	Corrective maintenance
FIC 030	Weibull 2 Parameter IFR ( $\beta = 1,2688$ )	0,41	2800	Preventive maintenance
FV 030	Weibull 2 Parameter 2 IFR ( $\beta = 1,2095$ )	0,31	2200	Preventive maintenance
Interlock USD (PLC)	Ekspensial IFR ( $\lambda = 0,0001$ )	0,41	2200	Corrective maintenance
HV 029	Weibull 2 parameter IFR ( $\beta = 1,778$ )	0,43	4100	Preventive maintenance

# PEMBAHASAN

## ANALISA KUANTITATIF REACTOR FEED PUMP 12-P-101

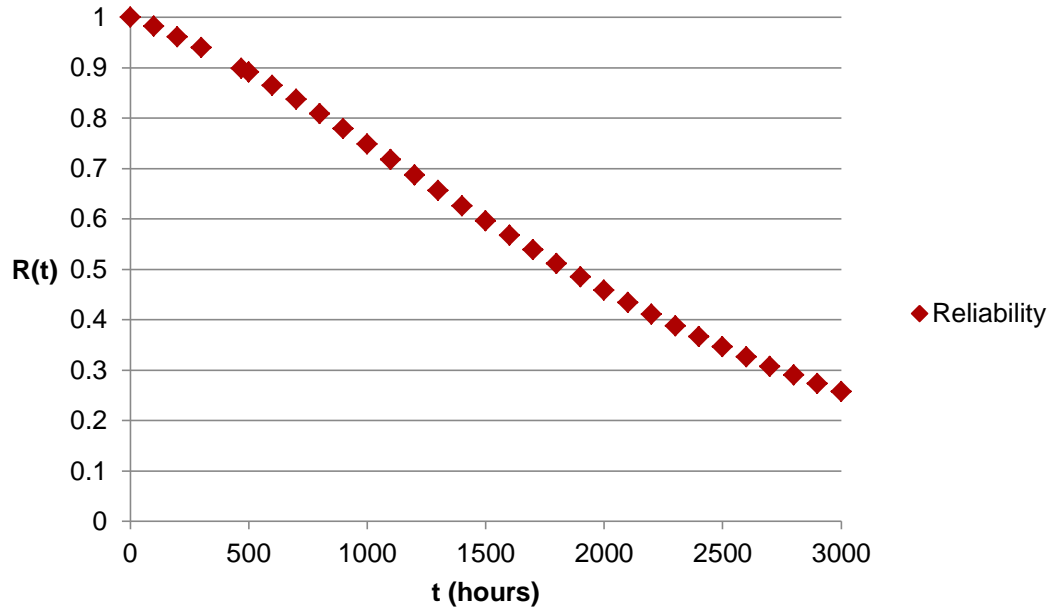


Availability Sistem Reactor Feed Pump 12-P-101 sebesar 99,84

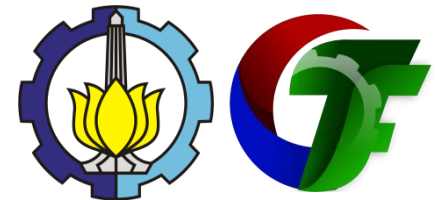


# PEMBAHASAN

Reliability Pump 12-P-101

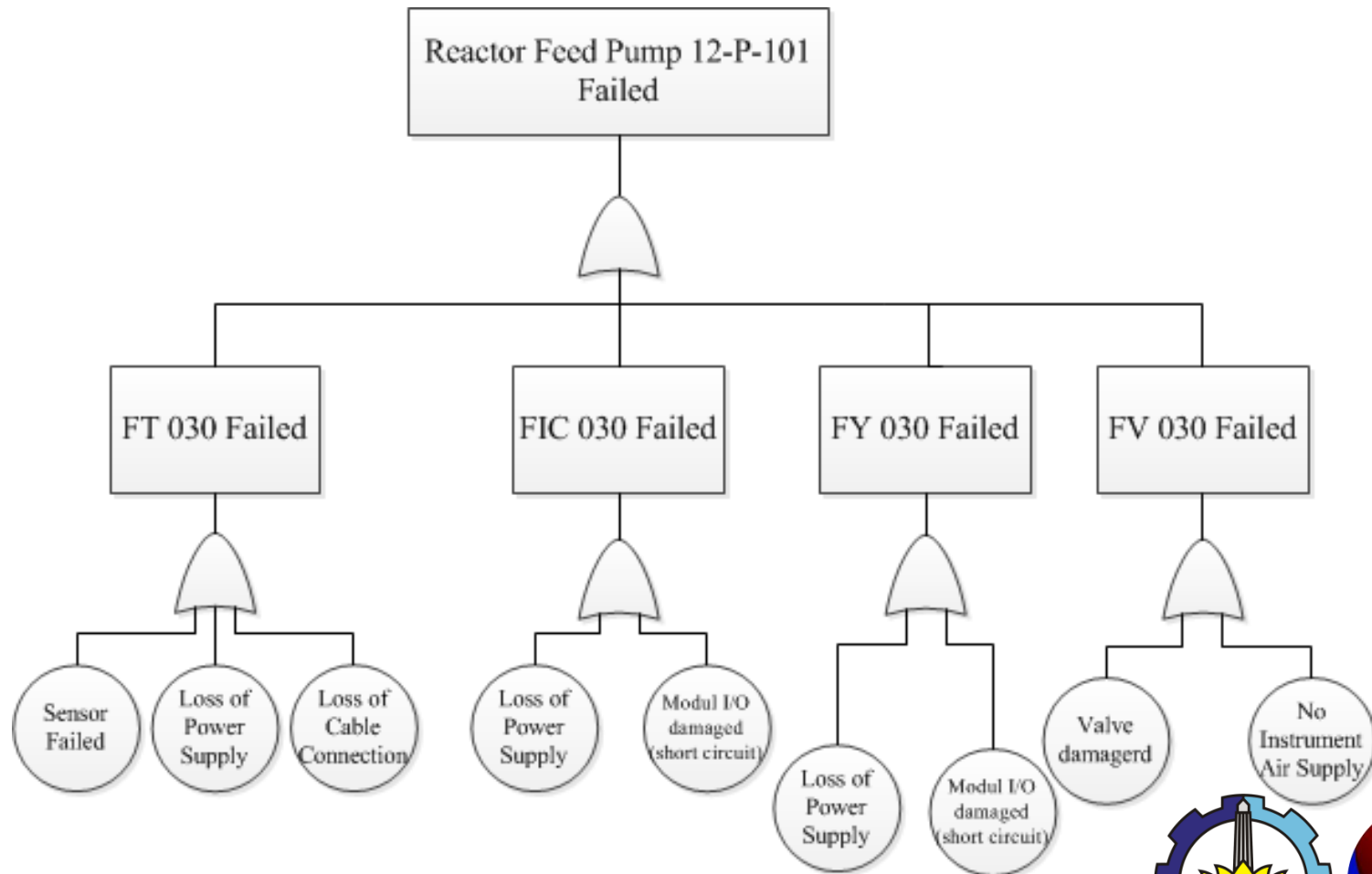


Reliability reactor feed pump 12-P-101  
mencapai nilai 0,8 pada waktu 800  
jam



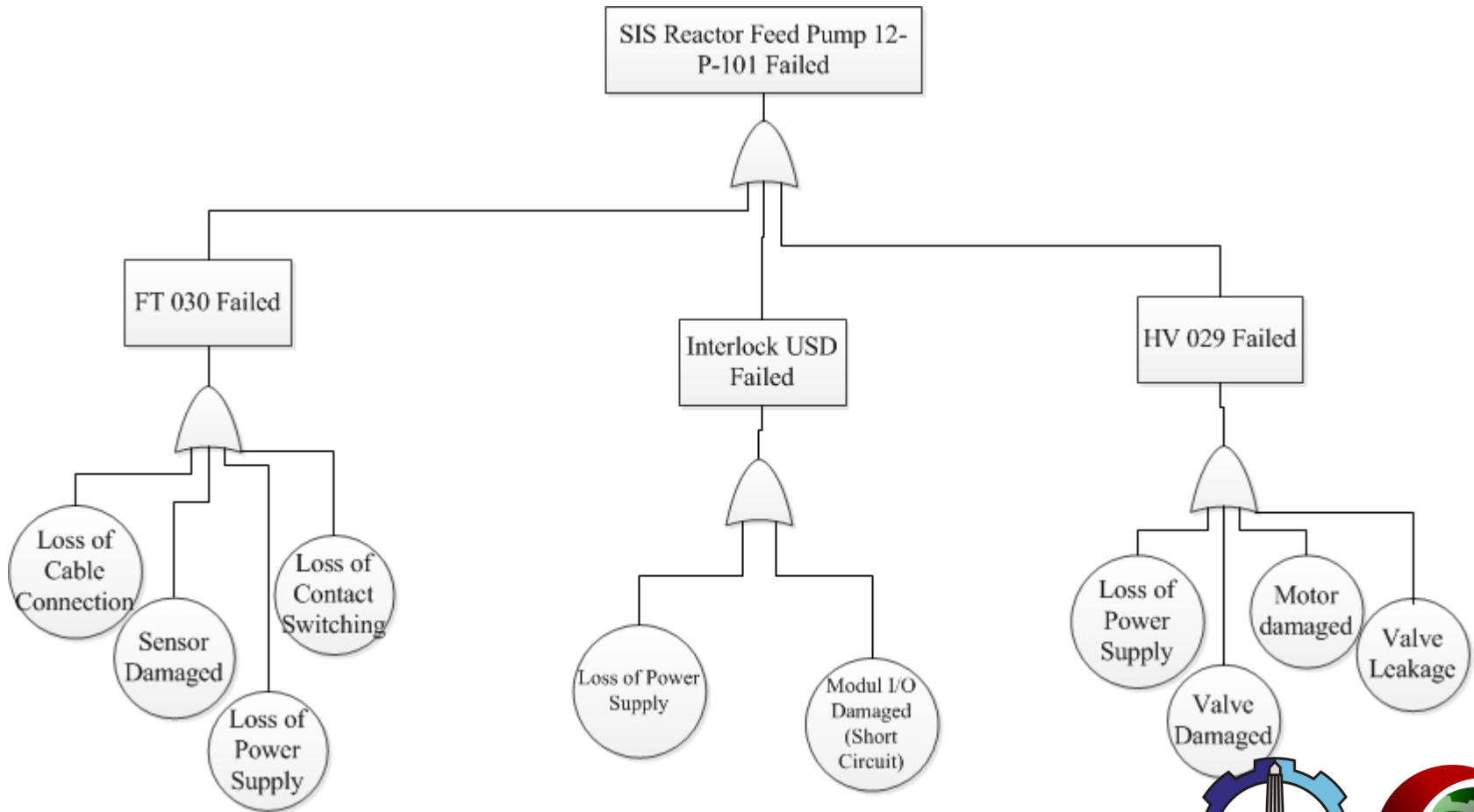
# PEMBAHASAN

## ANALISA KUALITATIF REACTOR FEED PUMP 12-P-101 DENGAN FTA



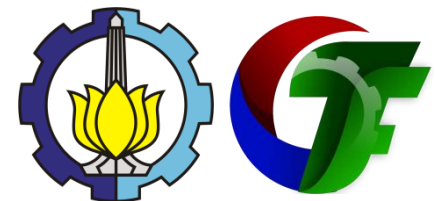
# PEMBAHASAN

## ANALISA KUALITATIF SIS REACTOR FEED PUMP 12-P-101 DENGAN FTA



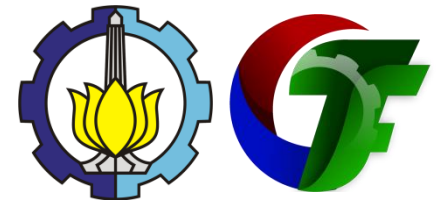
# KESIMPULAN

- Berdasarkan hasil analisa kualitatif dengan FTA diperoleh kejadian dasar penyebab kegagalan dari BPCS dan SIS *reactor feed pump* 12-P-101. Hasil analisa FMEA diperoleh informasi fungsi serta kegagalan fungsi dari BPCS dan SIS *reactor feed pump* 12-P-101.
- Semua komponen memiliki ketersediaan yang tinggi, yaitu sebesar 99,9%.
- Nilai *reliability* sistem *reactor feed pump* 12-P-101 mencapai 0,8 pada waktu operasi 800 jam. *Reactor feed pump* 12-P-101 memiliki ketersediaan tinggi yaitu sebesar 99,85%.
- Rekomendasi *preventive maintenance* diberikan untuk komponen FT 030, FIC 030, FV 030, dan HV 029. Rekomendasi *corrective maintenance* diberikan untuk komponen FY 030 dan Interlock USD.



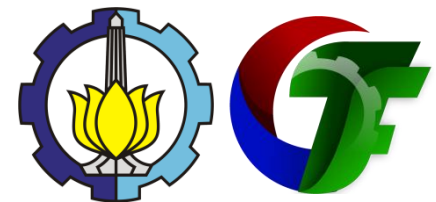


TERIMA KASIH



# DAFTAR PUSTAKA

- [1] Arsip PT Pertamina Refinery RU VI, Balongan West Java.
- [2] Sulzer, Centrifugal Pump Handbook, 2010.
- [3] K. B, "Availability Assessment of Reverse Osmosis Plant," Comparison Between Reliability Block Diagram and Fault Tree Analysis Method , 2012.
- [4] A. Winandi, "Reliability Centered Maintenance Pada Pompa," Universitas Indonesia, 2013.
- [5] C. Ebeling, An Introduction to Reliability and Maintainability Engineering, Mc-Grow Hills Book.co, 1997.
- [6] C. Eduardo, Gas and Oil Reliability Engineering, 2012.
- [7] B. Dhillon, Engineering Maintenance: A Modern Approach, America: CRC Press LLC, 2002.
- [8] J. E. Stayley and P. Sutcliffe, "Reliability Block Diagram Analysis," vol. 13, pp. 33-47, 1974.
- [9] S. P. Panchangam and V. N. A. Naikan, "Failure Analysis Methods for Reliability Improvement of Electronic Sensors," vol. 1, no. 3, pp. 2277-3878, 2012.
- [10] Y. S. Dandan Hu, "Mud Pump System Fault Tree Analysis," 2014.



## ANALISA KUANTITATIF FV 030

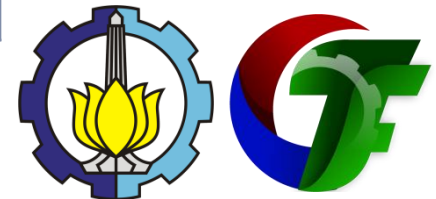
# PEMBAHASAN

### DATA KERUSAKAN FV 030

plant started	plant complete	Time to Failure	Time to Repair	Time between Failure
4/7/2011	4/7/2011	0	0	0
8/20/2012	8/20/2012	12018	6	12024
12/14/2013	12/16/2013	11514	30	11544
2/9/2014	2/10/2014	1358	10	1368
8/15/2014	8/15/2014	4482	6	4488
2/16/2015	2/16/2015	4432	8	4440

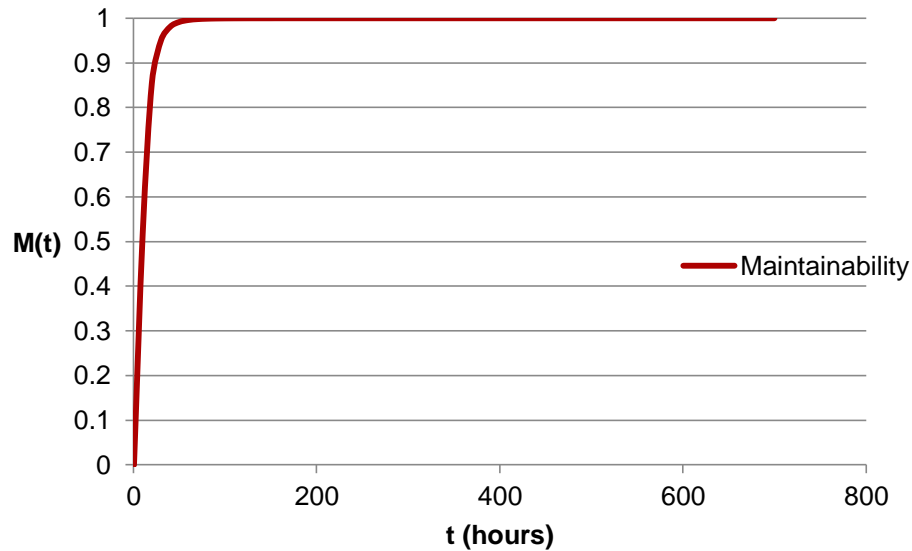
### PARAMETER DISTRIBUSI WAKTU FV 030

TTF = Weibull 2 Parameter	TTR = Lognormal	TBF = Weibull 2 Parameter
Beta ( $\beta$ )	1.2095	Mean ( $\mu$ )
Eta ( $\theta$ )	7777.0064	Std ( $\sigma$ )
		2.2733
		Beta ( $\beta$ )
		Eta ( $\theta$ )
		1.2126
		7789.87
		9



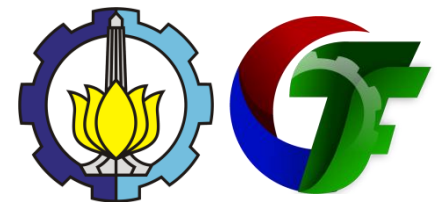
# PEMBAHASAN

Maintainability FV 030



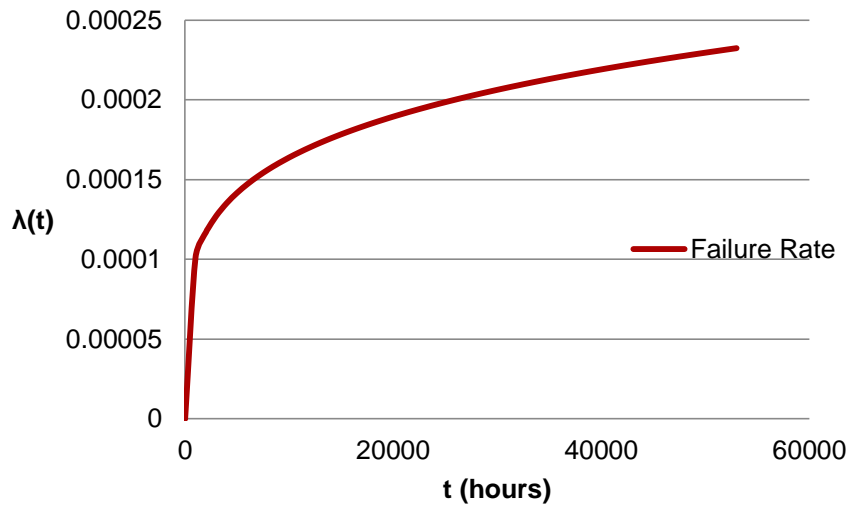
Maintainability FV 030 mencapai 100% dalam jangka waktu 640 jam

Availability komponen FV 030 mencapai 99,99%



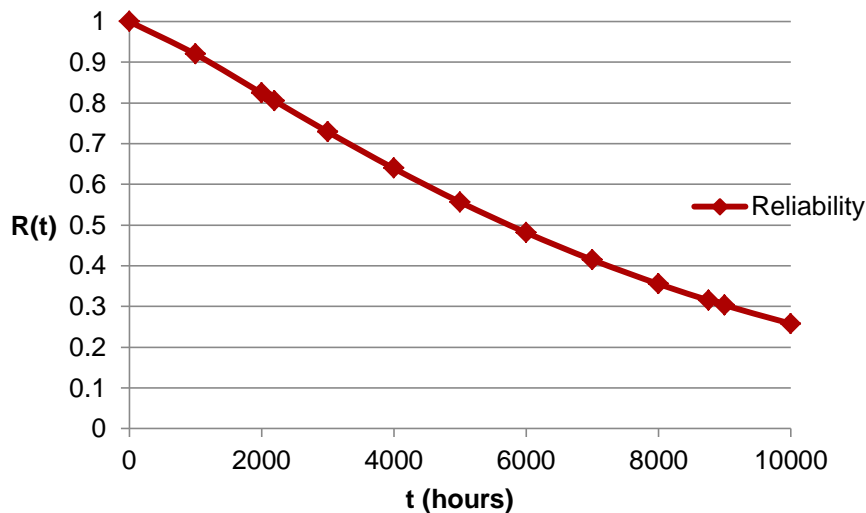
# PEMBAHASAN

### Failure Rate FV 030

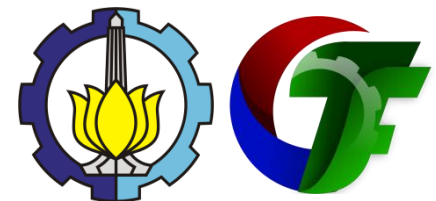


Laju Kegagalan FV 030 meningkat (IFR) seiring dengan lamanya waktu beroperasi

### Reliability FV 030



Reliability FV 030 mencapai nilai 0,8 pada waktu operasi 2200 jam



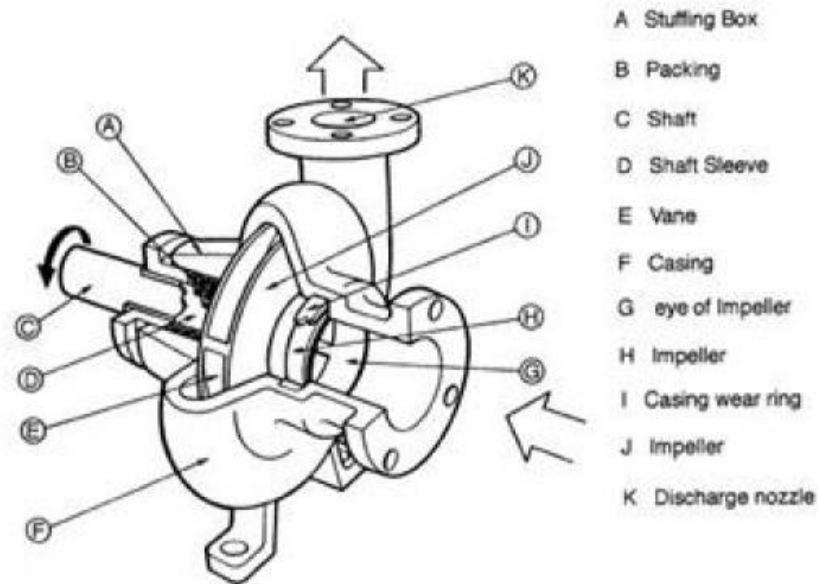
## ANALISA KUALITATIF FV 030

# PEMBAHASAN

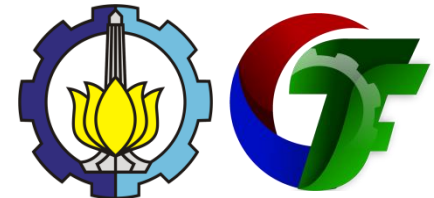
Item/Function	Potential Failure Mode(s)	Potential Effect(s) of Failure	Potential Cause(s)/ Mechanism (s) of Failure	Current Control	Design	Recommended action
FV 030 Berfungsi menjaga aliran fluida pada pompa dengan cara mengendalikan banyaknya aliran menuju vessel	FV 030 tidak dapat mengalirkan fluida karena terdapat kebocoran flank (degraded)	Fluida Crude oil terbuang dan menyebabkan potensi bahaya lainnya	Flank Valve tegores (rupture)	flank valve rusak diperbaiki		Melakukan pemeriksaan rutin komponen valve dan rekondisi FV 030 (life cycle 2200 jam)
	FV 030 Macet tidak dapat membuka/ menutup dengan tepat (Fail to open/ fail to close)	Pengendalian aliran pada pompa tidak sesuai dengan design plant	Tidak ada supply instrument air	Periksa power menggunakan air supply		Pemeriksaan rutin FV 030, rutin memberikan lubrikasi dan cek power pada actuator/piston valve (life cycle 2200 jam)

# TINJAUAN PUSTAKA

- POMPA SENTRIFUGAL



Prinsip kerja pompa sentrifugal mengubah energi kinetik (kecepatan) cairan menjadi energi potensial (dinamis) melalui suatu *impeller* yang berputar dalam *casing*

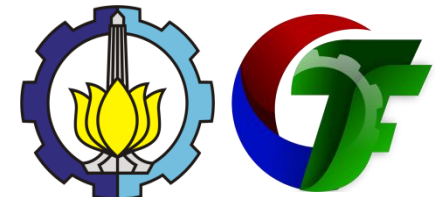
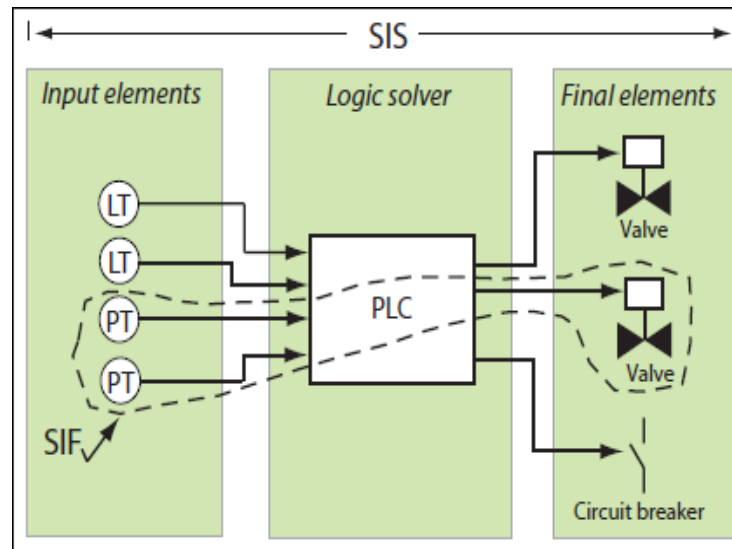


- **BASIC CONTROL PROCESS SYSTEM (BPCS)**

suatu sistem yang menangani proses kontrol dan monitoring dari suatu proses di industri. BPCS terdiri dari sensor, *logic solver* dan aktuator. Salah satu fungsi BPCS adalah mengontrol proses produksi sesuai dengan *set point* yang telah ditentukan, mengoptimasikan operasi *plant* sehingga menghasilkan kualitas produk produksi yang baik dan menjaga semua proses variabel berada pada kondisi aman/*safety*.

- **SAFETY INSTRUMENTED SYSTEM (SIS)**

Sistem yang terintegrasi baik itu hardware atau software yang berfungsi sebagai pengaman dalam suatu proses produksi pada industri. SIS pada umumnya akan terintegrasi dengan BPCS, dan akan berfungsi jika BPCS gagal melakukan fungsinya untuk mengontrol proses kontrol.





- **RELIABILITY (KEANDALAN)**

Kemungkinan/probabilitas dari peralatan atau sistem untuk berhasil menjalankan fungsi dan tugasnya untuk suatu periode waktu tertentu.

$$R(t) = 1 - \int_0^t f(t)dt$$

Dimana:

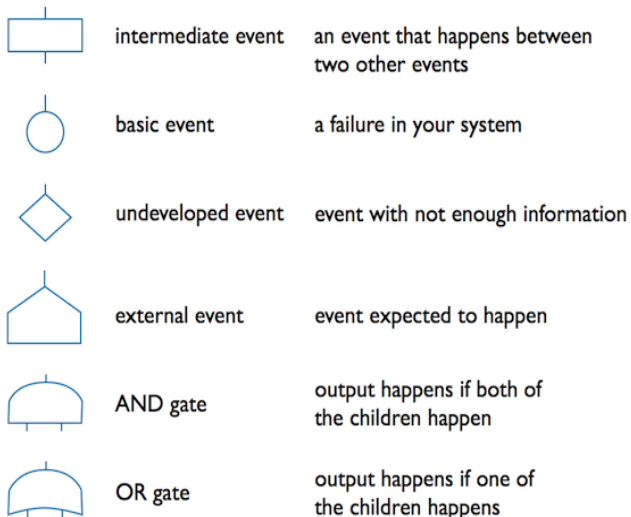
R(t) : fungsi keandalan

f(t) : fungsi kegagalan



KUANTITATIF: Probabilitas fungsi kegagalan

KUALITATIF : *Fault Tree Analysis (FTA), Failure Mode Effect Analysis (FMEA), Reliability Centered Maintenance (RCM)*



Item / Function	Potential failure Mode	Potential Effect(s) of Failure	Potential Cause(s) / Mechanism(s) of Failure	Current Design Controls	Recommended action(s)



- **MAINTAINABILITY**

probabilitas suatu komponen yang rusak untuk diperbaiki ke dalam kondisi dimana komponen tersebut dapat berkerja dengan baik dalam periode waktu tentu

$$MTTR = \int_0^{\infty} (1 - H(t))dt$$

Dimana:

MTTR : rata-rata waktu perbaikan kegagalan

H(t) : kumulatif fungsi kegagalan

- **AVAILABILITY**

kemampuan suatu komponen untuk menjalankan fungsinya dalam jangka waktu yang telah ditentukan.

$$A(i) = \frac{MTBF}{MTBF+MTTR}$$

dimana:

MTBF : rata-rata waktu antarkegagalan

MTTR : rata-rata waktu perbaikan kegagalan

