



## Penanganan Gangguan Gagal Balik Point Machine No. P1106 di Pocket Track LRT Jakarta Pada Saat Perawatan Menggunakan Metode FTA dan FMEA

Reinanda Avrellita <sup>1✉</sup>, Mariana Diah Puspitasari<sup>2</sup>, Dhina Setyo Oktaria<sup>3</sup>

Politeknik Perkeretaapian Indonesia, Kota Madiun, Indonesia<sup>(1, 2, 3)</sup>

DOI: 10.31004/jutin.v6i4.19979

✉ Corresponding author:  
[mariana@ppi.ac.id]

### Article Info

### Abstrak

*Kata kunci:*  
*point machine,*  
*FTA,*  
*minimal cut set,*  
*FMEA,*  
*MTBF,*  
*MTTR*

*Point machine* atau penggerak pada wesel merupakan salah satu peralatan eksternal pada sistem perkeretaapian yang berfungsi untuk memindahkan satu jalur ke jalur yang lainnya. Ada dua jenis yaitu mekanis dan elektrik. LRT Jakarta menggunakan penggerak wesel elektrik dengan nama produk Voestalpine dengan tipe Unistar HR EM. Sering kali terjadi gangguan gagal balik yang diakibatkan oleh *point machine* no P1106. Penelitian ini bertujuan untuk menganalisa penyebab gagal balik tersebut. Menggunakan dua metode analisis yaitu *Fault Tree Analysis (FTA)* dan *Failure Mode and Effect Analysis (FMEA)*. Hasilnya ditemukan penyebab dari gangguan gagal balik pada *point machine* no P1106 adalah dari komponen *switch* deteksi yang terjadi *bad contact* akibat terkena korosi dengan bentuk percikan bunga api.

### Abstract

*Keywords:*  
*point machine,*  
*FTA,*  
*minimal cut set,*  
*FMEA,*  
*MTBF,*  
*MTTR*

Point machine or drive on the wesel is one of the external equipment on the railroad system that functions to move one line to another. There are two types, mechanical and electrical. Jakarta LRT uses an electric vane drive with the Voestalpine product name with the Unistar HR EM type. There is often a back failure disturbance caused by point machine no P1106. This study aims to analyze the cause of the reverse failure. Using two analysis methods, namely *Fault Tree Analysis (FTA)* and *Failure Mode and Effect Analysis (FMEA)*. The results found that the cause of the reverse failure at point machine no P1106 is from the detection switch component that occurs bad contact due to corrosion with the form of sparks.

## 1. PENDAHULUAN

*Point machine* atau penggerak pada wesel merupakan salah satu peralatan eksternal pada sistem perkeretaapian yang berfungsi untuk memindahkan satu jalur ke jalur yang lainnya dengan menggunakan alat penggerak berupa penggerak mekanis. *Point machine* memiliki 2 jenis yaitu mekanik dan elektrik yang memiliki kesamaan fungsi yaitu menggerakkan lidah wesel mengikuti arah rute yang terbentuk. *Point machine* terdiri dari motor yang berfungsi sebagai penggerak dan dapat digunakan untuk menggerakkan jalur dari posisi lurus (normal) ke posisi belok (*reverse*) atau sebaliknya. Menjadi peralatan terpenting dalam infrastruktur perkeretaapian, karena pada pengoperasiannya secara langsung memengaruhi layanan, keamanan, dan pemeliharannya. Jika *point machine* mengalami kegagalan maka dapat mempengaruhi kualitas pelayanan karena bisa mengakibatkan pergerakan dari kereta api terbatas dan mengakibatkan keterlambatan (Alessi et al., 2016).

LRT Jakarta menggunakan penggerak wesel elektrik dengan nama produk Voestalpine dengan tipe Unistar HR EM. Di Indonesia, baru PT. LRT Jakarta yang menggunakan. Untuk menjaga keandalannya, *point machine* di LRT Jakarta melakukan perawatan rutin setiap 3 bulanan, 6 bulanan dan 1 tahunan. Pada perawatan dan pemeriksaan 3 bulanan dilakukan pengecekan kebersihan dan kondisi pada unit, perawatan 6 bulanan dilakukan pengecekan kebersihan, kondisi dan pengukuran tegangan pada unit, perawatan dan pemeriksaan 1 tahunan dilakukan pengecekan kebersihan, kondisi, tegangan *grounding* pada unit. Pada setiap perawatan juga dilakukan uji fungsi *point machine* dengan ganjalan 2mm, 3mm dan 4mm (Menteri Perhubungan Republik Indonesia, 2018).

Jalur *mainline* antara Stasiun Boulevard Utara dan Stasiun Pegangsaan Dua terdapat *pocket track*, dimana terdapat *point machine* dengan no P1106. Dari hasil pengamatan, selalu terjadi gangguan gagal balik pada saat tes uji fungsi *point machine* pada perawatan 3 bulanan, 6 bulanan maupun tahunan. *Pocket track* di LRT Jakarta ini jarang digunakan pada saat waktu operasional kereta, tetapi *point machine* ini selalu dilewati LRV selama 102 kali tiap hari. Adanya masalah tersebut diperkirakan dapat mengakibatkan dampak buruk bagi para tim perawat LRT maupun vendor yang melakukan perawatan berada di dekat *point machine* no P1106 yang berhubungan dengan keselamatan kerja para perawat (Mutmainnah, 2020). Serta dapat mengakibatkan keterlambatan pada perjalanan kereta api LRT Jakarta. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui penyebab gangguan gagal balik *point machine* Voestalpine no 1106, serta upaya yang dilakukan untuk mengatasi masalah tersebut.

## 2. METODE

Untuk mencapai tujuan penelitian, peneliti menggunakan metode *Fault Tree Analysis* (FTA) dan *Failure Mode and Effect Analysis* (FMEA). Metode FTA merupakan teknik identifikasi penyebab-penyebab kegagalan dalam suatu proses dalam produksi yang bersifat kritis dan vital. Jika suatu proses produksi itu tidak berjalan sesuai fungsi dengan baik, maka dapat menyebabkan kegagalan fatal. FTA juga bisa mengidentifikasi tingkat probabilitas kerusakan suatu produk yang cukup tinggi (Anugrah et al., 2015). Sedangkan metode FMEA merupakan teknik yang digunakan untuk mengidentifikasi, mendefinisikan dan menghilangkan cara agar tidak terjadi kegagalan dan masalah pada proses produksi, baik dari permasalahan yang telah diketahui maupun potensi yang terjadi pada suatu system (Khatammi & Wasiur, 2022).

Tahapan yang dilakukan dalam pengolahan data diantaranya:

1. Identifikasi proses kinerja *point machine*. Hal ini untuk menggambarkan bagaimana kinerja *point machine* no 1106.
2. *Fault Tree Analysis* (FTA). Langkah-langkah dalam pembuatan metode FTA yaitu:
  - a. Mengidentifikasi masalah dan *boundary condition* dari proses kinerja *point machine* no 1106.
  - b. Pengonstruksian *Fault Tree*. Analisis secara sederhana yang dapat diuraikan sebagai teknis untuk analisis. Dalam membuat pohon kesalahan terdapat simbol-simbol yang mempunyai arti berbeda pada setiap simbolnya.
  - c. Menentukan minimal *cut set*. Tahap menentukan minimal *cut set* ini yaitu cara untuk mengetahui awal mula kegagalan atau akar dari permasalahan yang terjadi dengan tujuan mengetahui apa penyebab kegagalan yaitu *Top event*. Dimana merupakan kumpulan dari *basic event* atau kejadian dasar dari suatu kegagalan yang paling akhir sampai dengan kejadian paling bawah (*Top Down Analysis*). Tahapan ini dapat diperlukan sebuah prosedur algoritma yang digunakan untuk menganalisis sebuah kegagalan untuk mendapatkan minimal *cut set*, dengan diperlukannya metode algoritma MOCUS (*method for obtaining cut sets*).

3. *Failure Mode and Effect Analysis* (FMEA). Tahapan pengerjaan yang dilakukan antara lain (Andiyanto et al., 2017):
- Mengidentifikasi proses kinerja yang sedang berlangsung pada *point machine* no 1106.
  - Mengidentifikasi mode kegagalan pada *point machine* no 1106.
  - Mengidentifikasi dampak kegagalan *point machine* no 1106.
  - Mengidentifikasi akar penyebab kegagalan pada *point machine* no 1106.
  - Mengidentifikasi mode-mode deteksi pada *point machine* no 1106.
  - Menentukan rating terhadap *severity, occurrence, detection*, dan RPN tertinggi *point machine* no 1106 melalui kuisioner yang telah diisi oleh perawat tim vendor dan tim perawat prasarana di LRT Jakarta.
  - Analisis Kuantitatif. Menghitung nilai MTBF berdasarkan distribusi yang sesuai kemudian menentukan nilai reliability dari komponen tersebut. Adapun rumus MTBF berdasarkan distribusi (Anthony & Noya, 2017).
  - Distribusi Weibull  
Berdasarkan rumus MTBF dan reliability  

$$MTBF = \theta \cdot \Gamma\left(1 + \frac{1}{\beta}\right)$$

$$R(t) = \exp\left(-\left(\frac{t}{\theta}\right)^\beta\right)$$
  - Distribusi Lognormal  
Berdasarkan rumus MTBF dan reliability  

$$MTBF = \exp\left(\mu + \frac{1}{2}\sigma^2\right)$$

$$R(t) = 1 - \Phi\left(\frac{\ln t - \mu}{\sigma}\right)$$
  - Distribusi Normal  
Berdasarkan rumus MTBF dan reliability  

$$MTBF = \mu$$

$$R(t) = \Phi\left(\frac{\ln t - \mu}{\sigma}\right)$$
  - Distribusi Eksponensial  
Berdasarkan rumus MTBF dan reliability  

$$MTBF = \frac{1}{\lambda}$$

$$R(t) = e^{-\lambda t}$$
4. Perhitungan MTTR dan interval waktu perawatan. Menghitung nilai MTTR berdasarkan distribusi yang sesuai kemudian menentukan interval waktu perawatan dari komponen tersebut. Adapun rumus MTBF berdasarkan distribusi
- Distribusi Weibull  
Berdasarkan rumus MTTR  

$$MTTR = \theta \cdot \Gamma\left(1 + \frac{1}{\beta}\right)$$
  - Distribusi Lognormal  
Berdasarkan rumus MTTR  

$$MTTR = \exp\left(\mu + \frac{1}{2}\sigma^2\right)$$
  - Distribusi Normal  
Berdasarkan rumus MTTR  

$$MTTR = t_{med} e^{\frac{s^2}{2}}$$
  - Distribusi Eksponensial  
Berdasarkan rumus MTTR  

$$MTTR = \frac{1}{\lambda}$$
5. Menurut Septyani (Septyani, 2015) menyatakan untuk penentuan interval perawatan komponen dihitung berdasarkan data rata-rata jam kerja perbulan, jumlah kerusakan yang terjadi. Adapun rumus yang digunakan untuk menghitung interval waktu perawatan.
- Waktu rata-rata perbaikan

- $\frac{1}{\mu} = \frac{MTTR}{\text{rata - rata jam kerja perbulan}}$
- b. Waktu rata-rata pemeriksaan  
 $\frac{1}{i} = \frac{\text{rata - rata 1 kali pemeriksaan}}{\text{rata - rata jam kerja perbulan}}$
- c. Rata-rata kerusakan  
 $k = \frac{\text{jumlah kerusakan per ... bulan}}{\text{... bulan}}$
- d. Frekuensi pemeriksaan optimal  
 $n = \sqrt{\frac{k \times i}{\mu}}$
- e. Interval waktu pemeriksaan  
 $t_i = \frac{\text{rata-rata jam kerja perbulan}}{n}$  3.1
- f. Usulan perbaikan. Usulan perbaikan ini berupa saran dan masukan yang akan dituliskan pada saran dan kesimpulan, yang ditujukan untuk PT. LRT Jakarta.

### 3. HASIL DAN PEMBAHASAN

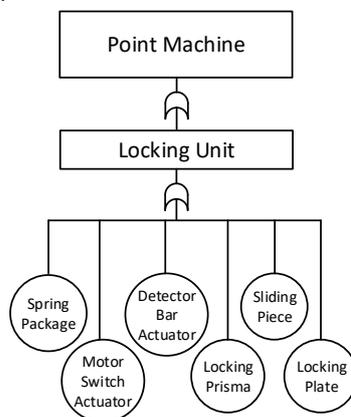
Penelitian ini difokuskan pada perangkat *point machine* dengan no perangkat P1106 merk Voestalpine Unistar HR EM yang berada di *pocket track* LRT Jakarta lintas stasiun Boulevard Utara menuju stasiun Pegangsaan Dua. Data yang diperoleh adalah data dari temuan ketidaknormalan saat perawatan dan pemeriksaan sesuai dengan workoffice mulai bulan Oktober 2021 - Mei 2023.

#### 3.1 Pohon Kesalahan (Fault Tree Analysis)

##### 3.1.1 Identifikasi Masalah dan Pengontruksian Fault Tree

Berdasarkan sistem pada *point machine* no P1106 yang beroperasi pada saat perawatan terdapat indikasi yang menjadi penyebab *point machine* P1106 terjadi gagal balik yaitu pada unit penguncian, unit elektrik, dan unit deteksi. Berikut pohon kesalahan dari indikasi yang menjadi penyebab gagal balik pada *point machine*:

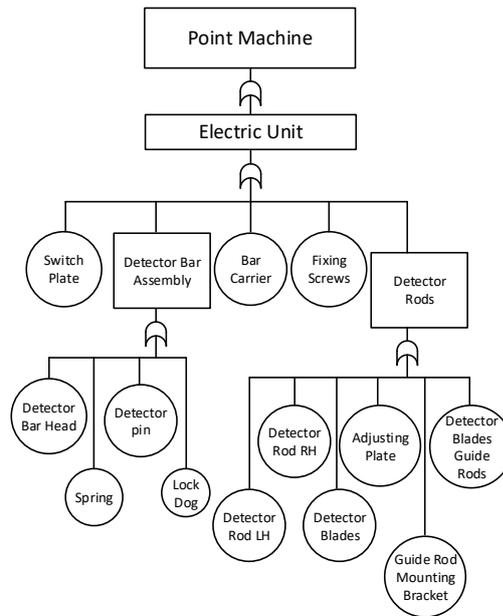
##### a) Fault Tree Analisis (FTA) Unit Penguncian



Gambar 1. Pohon Kesalahan Unit Penguncian

Potensi penyebab gagal balik pada *point machine* bisa disebabkan oleh sistem unit penguncian yang menyebabkan sistem penguncian yang ada pada *point machine* tidak bekerja atau beroperasi dengan baik. Sehingga dapat menyebabkan gagal balik pada *point machine*. Kegagalan tersebut dapat disebabkan oleh adanya gagal operasi atau gangguan pada operasi sub sistem maupun komponen yang ada pada unit penguncian yang terdiri dari *spring package*, *motor switch actuator*, *detector bar actuator*, *locking prisma*, *sliding piece* dan *locking place* (Claudio et al., 2022).

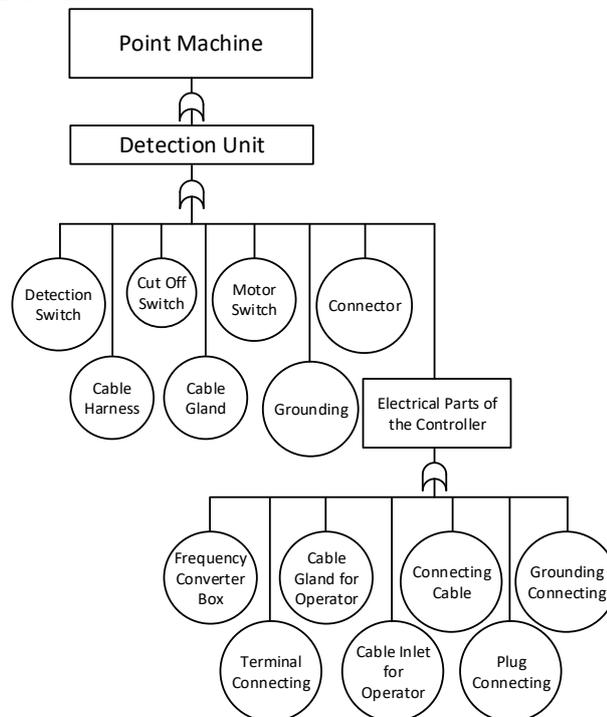
##### b) Fault Tree Analisis (FTA) Unit Elektrikal



Gambar 2. Pohon Kesalahan Unit Elektrikal

Potensi penyebab gagal balik pada *point machine* bisa disebabkan oleh sistem unit elektrikal yang tidak mencapai kesesuaian dengan ketentuan operasi *point machine* yang ada pada manual book yang tersedia pada LRT Jakarta dan menyebabkan sistem elektrikal yang ada pada *point machine* tidak atau beroperasi dengan baik yang dapat menyebabkan gagal balik pada *point machine*. Kegagalan tersebut dapat disebabkan oleh adanya gagal operasi atau gangguan pada operasi sub sistem maupun komponen yang ada pada unit penguncian yang terdiri dari *switch plate*, *detector bar assembly*, *bar carrier*, *fixing screws* dan *detector rods*. Pada sistem *detector bar assembly* terdiri komponen *detector bar head*, *spring*, *detector pin* dan *lock dog* (Sithi & Widiastuti, 2018). Pada sistem *detector rods* terdiri komponen *detector rod LH* maupun *RH*, *detector blades*, *adjusting plate*, *guide rod mounting bracket* dan *detector blades guide rods*.

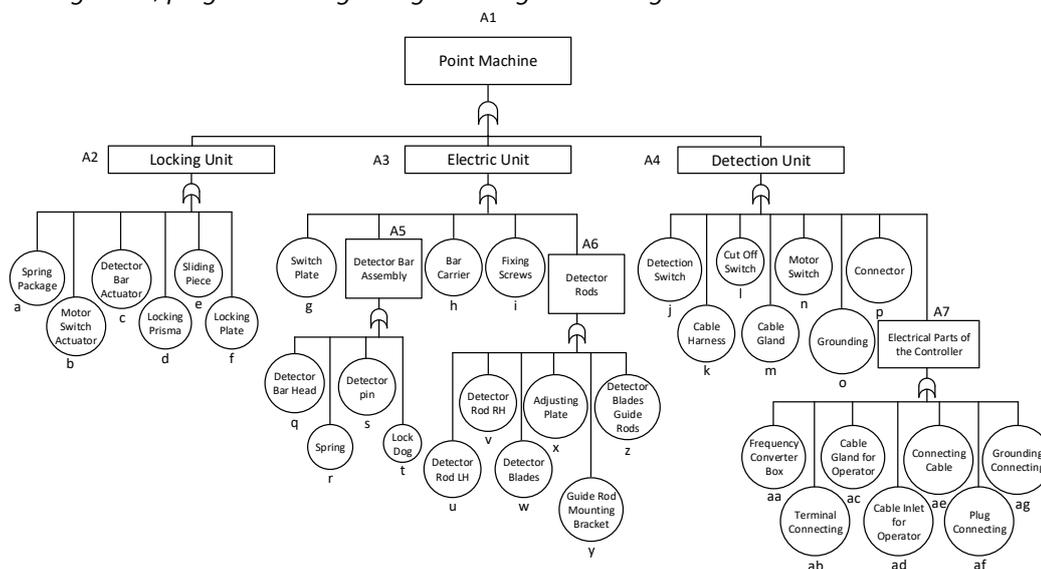
c) *Fault Tree Analisis* (FTA) Unit Deteksi



Gambar 3 Pohon Kesalahan Unit Deteksi

Potensi penyebab gagal balik pada *point machine* bisa disebabkan oleh sistem unit deteksi yang tidak dapat mendeteksi dengan baik sistem yang terdapat pada *point machine* yang dapat menyebabkan gagal balik

pada *point machine* tersebut. Kegagalan tersebut dapat disebabkan oleh adanya gagal operasi atau gangguan pada operasi sub sistem maupun komponen yang ada pada unit penguncian yang terdiri dari *detection switch, cable harness, cut off switch, motor switch, grounding, connector, electrical parts of controller*. Pada *electrical parts of controller* terdiri komponen *frequency converter box, terminal connecting, cable, gland for operator, cable inlet for operator, connecting cable, plug connecting dan grounding connecting*.



Gambar 4. Pohon Kesalahan Dari Semua Sub Sistem

Pada gambar di atas, ditemukan *top event* yaitu *point machine* gagal balik yang terhubung oleh 3 komponen *intermediate event*. Pada hal tersebut *top event* kemungkinan akan terjadi saat 3 komponen *intermediate event* terjadi gangguan. *Intermediate* akan terjadi gangguan karena disebabkan adanya *basic event* yang merupakan akar dari permasalahan atau kegagalan pada suatu sistem maupun komponen yang berada di perangkat *point machine* no P1106. Kesimpulan dari pohon kesalahan ini adalah *top event* akan terjadi karena adanya suatu *basic event*. Pada diagram pohon kesalahan diatas dapat diketahui:

- a) *Top event: point machine* gagal balik
- b) *Intermediate event: unit penguncian, unit elektrikal, unit deteksi* pada *point machine*.
- c) *Basic event: spring package, motor switch actuator, detector bar actuator, locking prisma, sliding place, locking plate, switch plate, bar carrier, fixing screws, detector switch, cable harness, cut off switch, cable gland, motor switch, grounding, connector, detector bar head, spring, detector pin, lock dog, detector rod LH, detector rod RH, detector blades, adjusting plate, guide rod mounting bracket, detector blades guide rods.*

### 3.1.2 Menentukan Minimal Cut Set

Menentukan minimal *cut set* adalah tahap lanjutan setelah membuat diagram pohon kesalahan. Minimal *cut set* pada gangguan gagal balik *point machine* no P1106 menggunakan algoritma MOCUS. Dibawah ini akan menunjukkan table dari proses algoritma MOCUS untuk mendapatkan *cut set* yang terdapat dari pohon kesalahan yang telah dibuat (Hari Nugroho et al., 2022).

Tabel 1. Algoritma MOCUS gangguan gagal balik Point Machine P1106

STEP		
1	2	3
A1	A2	a
		b
		c
		d
		e
		f

STEP		
1	2	3
	A3	g
		h
		i
	A4	j
		k
		l
		m
		n
		o
		p
	A5	q
		r
		s
		t
	A6	u
		v
		w
		x
y		
z		

Berikut penjelasan dari step-step yang terdapat di tabel 1.

a) Step 1

A1 merupakan top event dari diagram pohon kesalahan pada gambar 4.2 yang terhubung dengan OR gate yaitu A2, A3, A4, A5 dan A6.

b) Step 2

A1 terhubung dengan OR gate, pada intermediate event A2, A3 dan A4 dapat disusun dengan cara vertical. A5 dan A6 yang terdapat pada intermediate event A3 dan disusun vertikal.

c) Step 3

A2 akan terhubung dengan 6 basic event yaitu pada basic event a, b, c, d, e, f yang disusun dengan cara vertical. Pada A3 akan terhubung dengan 3 basic event yaitu g, h, dan i yang disusun dengan vertical, dan 2 intermediate event yang disusun vertical yaitu A5 dan A6. A5 terdiri dari 4 basic event yaitu q, r, s, dan t. A6 terdapat basic event yaitu u, v, w, x, y dan z. A4 terhubung dengan 7 basic event yaitu j, k, l, m, n, o, p. pada A1, A2, A3, A4, A5 dan A6 menampilkan OR gate maka semua input yang berada di intermediate event harus dicatat. A3 terhubung dengan OR gate, dimana basic event b dan c disusun secara vertical. Pada intermediate event A4 juga terhubung dengan OR gate, dimana basic event d, e dan f disusun secara vertical.

Dari semua event yang ada di step 3 pada algoritma MOCUS merupakan basic event yang terdapat pada di diagram pohon kesalahan gambar 4.2. Sehingga akan muncul minimal cut set yang terdapat di diagram pohon kesalahan diatas yaitu: {a}, {b}, {c}, {d}, {e}, {f}, {g}, {h}, {i}, {j}, {k}, {l}, {m}, {n}, {o}, {p}, {q}, {r}, {s}, {t}, {u}, {v}, {w}, {x}, {y}, dan {z}.

### 3.2 Analisis Kuantitatif Dengan Metode FMEA (*Failure Mode and Effect Analysis*)

Selanjutnya adalah analisis kuantitatif dengan menggunakan metode FMEA. Bagian ini digunakan untuk menentukan kegagalan fungsi dari perangkat, modus kegagalan, dan efek kegagalan dari sistem yang ada di *point machine* yang mengalami kerusakan. FMEA berfungsi untuk memperbaiki kinerja suatu sistem dengan cara mengidentifikasi dan mencegah potensi kegagalan sebelum terjadi (Mayangsari et al., 2015).

**Tabel 2. Hasil Nilai SOD**

No	Failure Mode	Potensi Efek Kegagalan	S	Penyebab Potensi Kegagalan	O	Proses Kontrol	D	RPN
1.	Point machine gagal balik	LRV akan stuck pada pocket track atau tidak bisa kembali ke mainline untuk menuju ke stasiun pegangsaan dua.	9	pocket track jarang digunakan akan mengakibatkan point machine jarang dioperasikan	5	Pemeriksaan pada point machine dengan melakukan percobaan LRV di area pocket track menuju keluar area pocket track ke stasiun pegangsaan dua	5	225
2.		LRV akan anjlok saat melewati point machine No P1106	9	Point machine berada di mainline yang setiap hari dilewati 102 kali oleh LRV yang akan menyebabkan kegagalan	5	Pemeriksaan pada komponen yang menjadi dugaan awal terjadinya kegagalan balik sesuai dengan aturan manual book	4	180
3.		Point machine akan bergerak sendiri ke posisi terakhir di request oleh tim perawat ke tim OCC	9	bad contact pada switch deteksi. ditemukan korosi berbentuk percikan bunga api pada bagian dalam switch deteksi	9	Pemeriksaan pada setiap komponen yang terdapat di perangkat point machine yang menjadi penyebab gagal balik	4	324
4.		Dasar point machine terdapat korosi pada bagian sheel	7	komponen yang terkena korosi akan merambat ke komponen yang berada disekitarnya	7	Pemeriksaan pada point machine no 1106 setelah hujan apakah terdapat embun	3	147
5.		Para perawat yang berada di sekitar point machine no P1106 akan terjepit lidah wesel	10	kurangnya melakukan perawatan pada point machine di LRT Jakarta	5	Melakukan perawatan dan pemeriksaan secara detail. Melakukan pemeriksaan pada komponen yang sesuai dengan workorder	5	250

Hasil dari pengolahan data pada tabel diatas yaitu:

1. Pada dasar perangkat *point machine* terdapat korosi memiliki nilai paling rendah yaitu 147,
2. LRV (sarana) anjlok saat melewati *point machine* no P1106 di *pocket track* LRT Jakarta yang memiliki nilai rendah yaitu 180,

3. LRV akan *stuck* pada *pocket track* atau tidak bisa kembali ke *mainline* untuk menuju ke Stasiun Pegangsaan Dua dengan nilai sedang yaitu 225,
4. Tim perawat Prasarana STT (Persinyalan dan Telekomunikasi) LRT Jakarta, tim vendor PT. LEN maupun perawat yang sedang merawat prasarana lain yang berada di sekitar perangkat *point machine* no P1106 akan terjepit *point machine* yang bernilai tinggi 250,
5. Terjadi *bad contact* pada komponen *switch deteksi* yang ditemukan korosi berbentuk percikan bunga api pada komponen *switch deteksi* dengan nilai paling tinggi yaitu 324.

Sesuai dengan hasil perhitungan dari nilai RPN diatas, bahwa dari permasalahan gangguan gagal balik pada *point machine* no P1106 dapat memberi efek yang besar terhadap keselamatan kerja para perawat yang berada di sekitar *point machine* no P1106.

**3.2.1 Perhitungan Time To Failure (TTF) dan Time To Repair (TTR)**

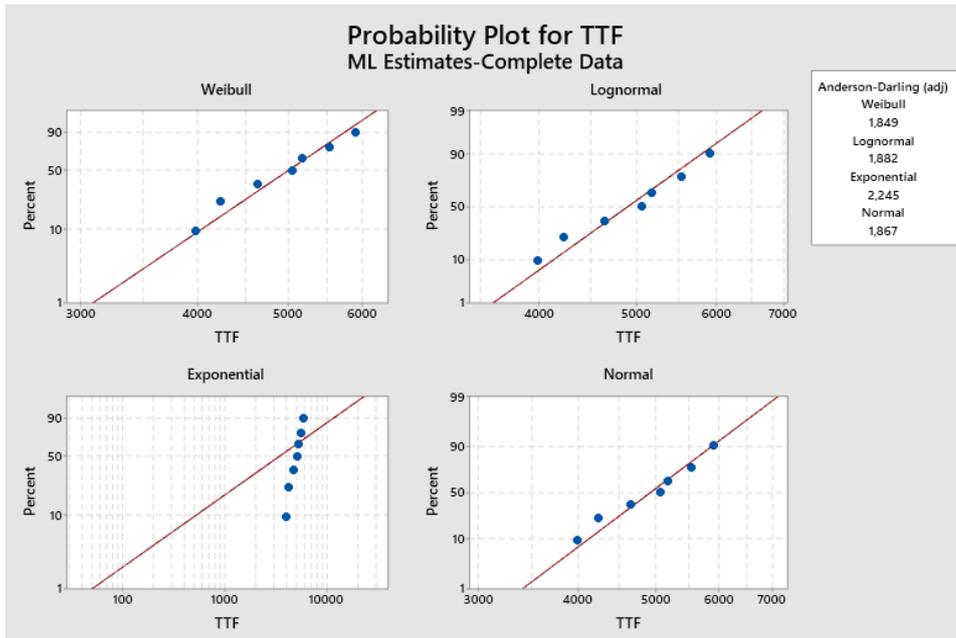
Menghitung waktu antar kerusakan (TTF) dalam satuan menit dan waktu antar perbaikan (TTR) dalam satuan menit, perhitungannya sebagai berikut:

**Tabel 3. Perhitungan Time To Failure (TTF) dan Time To Repair (TTR)**

No	Tanggal	Mulai	Selesai	TTR (menit)	TTF (menit)
1	25-Oct-21	00:14:46	00:27:56	13	
2	10-Jan-22	23:52:33	00:12:48	20	4639,8
3	12-Apr-22	01:21:39	01:36:57	15	5534,7
4	19-Jul-22	23:59:14	00:29:07	29	5908,8
5	13-Oct-22	01:09:06	01:21:19	12	5171,5
6	05-Jan-23	00:26:03	00:40:13	14	5053,8
7	12-Mar-23	00:59:46	01:20:57	21	3980,8
8	21 May 2023	00:01:28	00:27:38	26	4225,7

**3.2.2 Distribusi Terpilih TTF**

Dari data TTF yang telah didapatkan dilakukan uji keseuaian untuk menentukan nilai Anderson Darling terkecil menggunakan Software Minitab 19 untuk mengetahui distribusi apa yang akan digunakan untuk memperoleh nilai reliability dari suatu komponen.



**Gambar 5. Probability Plot TTF**

Dari gambar distribusi yang sesuai atau nilai Anderson Darling pada point machine yaitu distribusi Weibull dengan nilai terendah 1,849. Untuk menghitung nilai MTBF dan *reliability* dari *point machine* maka digunakan parameter-parameter yang sesuai dengan distribusi Weibull.

a) Menghitung nilai MTBF

Untuk menghitung nilai MTBF digunakan rumus untuk mencari MBTF dengan distribusi Weibull dan parameter yang telah didapatkan.

$$\theta = 64895,7 \beta = 1,13815$$

$$MTTF = \theta \cdot \Gamma\left(1 + \frac{1}{\beta}\right)$$

$$MTTF = 64895,7 \cdot \Gamma\left(1 + \frac{1}{1,13815}\right)$$

$$MTTF = 64895,7 \times \Gamma(1,878618811)$$

$$MTTF = 64895,7 \times 0,954620013$$

$$MTTF = 61950,733$$

Maka nilai MTTF Wesel adalah 61950, 733 menit atau 43 hari

b) Reliability Komponen

Setelah didapatkan nilai MTBF selanjutnya maka dapat diketahui nilai *reliability* dari komponen ini. Berikut perhitungan menggunakan rumus *reliability* (2-2) untuk mengetahui nilai *reliability*.

$$R(t) = \exp\left(-\left(\frac{t}{\theta}\right)^\beta\right)$$

t = MTBF, parameter  $\beta = 1,13815$  dan  $\theta = 64895,7$

$$R(t) = \exp\left(-\left(\frac{t}{\theta}\right)^\beta\right)$$

$$R(t) = \exp\left(-\left(\frac{61950,73398}{64895,7}\right)^{1,13815}\right)$$

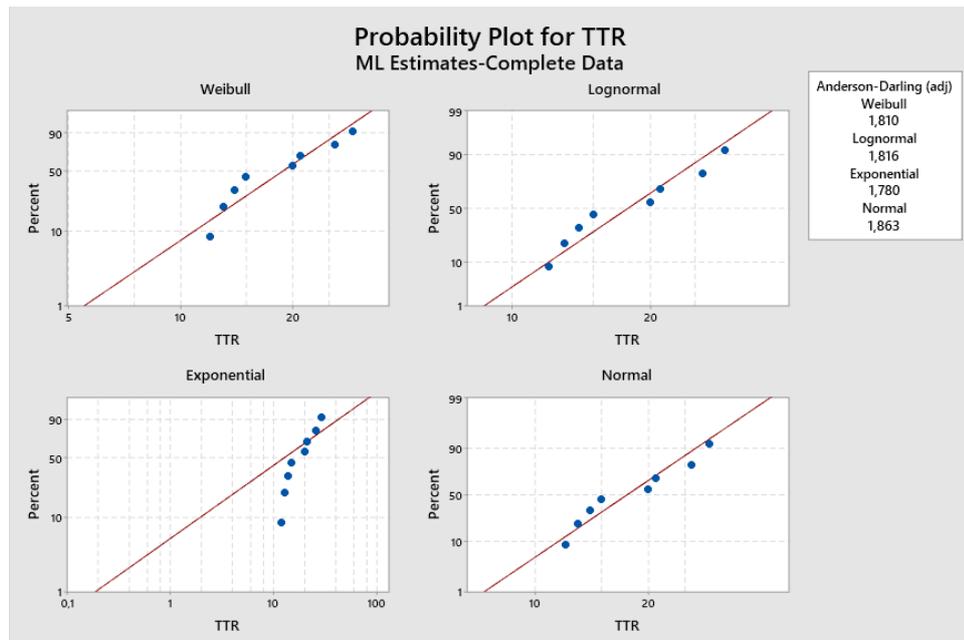
$$R(t) = 0,387$$

$$R(t) = 38,7\%$$

Maka diperoleh nilai *reliability* pada wesel saat ini adalah 38,7%

### 3.2.3 Distribusi terpilih TTR

Dari data TTR yang telah didapatkan dilakukan uji kesesuaian untuk menentukan nilai anderson-darling terkecil menggunakan software minitab 19 untuk mengetahui distribusi apa yang akan digunakan untuk memperoleh nilai *reliability* dari suatu komponen.



**Gambar 6. Probability Plot TTR**

Dari distribusi yang sesuai atau nilai anderson-darling pada komponen wesel yaitu distribusi Exponential dengan nilai terendah 1,780. Untuk menghitung nilai MTF dan Reliability dari Wesel maka digunakan parameter-parameter yang sesuai dengan distribusi Exponential.

a) Menghitung nilai MTTR

Untuk menghitung nilai MTTR digunakan rumus untuk mencari MTTR dengan distribusi Weibull dan parameter yang telah didapatkan.

$$\mu = 4,06865 \quad \sigma = 1,02558$$

$$MTTR = \exp \left( \mu + \frac{1}{2} \sigma^2 \right)$$

$$MTTR = \exp \left( 4,06865 + \frac{1}{2} 1,02558^2 \right)$$

$$MTTR = \exp (4,06865 + 0,525907168)$$

$$MTTR = \exp 4,594557168$$

$$MTTR = 98,94431016 \text{ menit}$$

$$MTTR = 1,649071836 \text{ jam}$$

Maka nilai MTTR Wesel adalah 1,649071836 jam

b) Interval Perawatan Komponen berdasarkan rumus (3-1)

1) Rata-rata jam kerja perbulan (1 bulan = 30 hari)

Hari kerja per bulan = 30 hari

Jam kerja tiap hari = 24 jam

Rata-rata jam kerja per bulan = 30 x 24 = 720 jam

2) Jumlah kerusakan

Jumlah kerusakan selama 28 bulan = 21 kali

3) Waktu rata-rata perbaikan

$$\frac{1}{\mu} = \frac{\text{rata - rata jam kerja perbulan}}{\text{MTTR}} = \frac{720}{1,649071836} = 0,002290378$$

$$\mu = \frac{1}{1/\mu} = \frac{1}{0,002290378} = 436,6092394 \text{ jam}$$

4) Waktu rata-rata pemeriksaan

Rata-rata 1 kali pemeriksaan = 45 menit = 0,75 jam

$$\frac{1}{i} = \frac{\text{rata - rata 1 kali pemeriksaan}}{\text{rata - rata jam kerja perbulan}} = \frac{0,75}{720} = 0,001041667$$

$$i = \frac{1}{1/i} = \frac{1}{0,001041667} = 960 \text{ jam}$$

5) Rata-rata kerusakan

$$k = \frac{\text{jumlah kerusakan per 28 bulan}}{28} = \frac{21}{28} = 0,75$$

6) Frekuensi pemeriksaan optimal

$$n = \sqrt{\frac{k \times i}{\mu}} = \sqrt{\frac{0,75 \times 960}{436,6092394}} = 1,28416192$$

7) Interval waktu pemeriksaan

$$t_i = \frac{\text{rata-rata jam kerja perbulan}}{n} = \frac{720}{1,28416192} = 560,676959 \text{ jam}$$

atau 23 hari

#### 4. KESIMPULAN

Dari hasil penelitian dan pengolahan data dengan menggunakan metode analisis FTA dan FMEA yang telah dilakukan dapat ditarik kesimpulan bahwa penyebab dari gangguan gagal balik pada *point machine* no P1106 adalah dari komponen *switch* deteksi yang terjadi *bad contact* akibat terkena korosi dengan bentuk percikan bunga api. Selanjutnya dari hasil perhitungan MTBF dan MTTR pada penelitian ini dilakukan tindakan pencegahan dengan menggantikan komponen *switch* deteksi dengan komponen yang baru pada saat atau sebelum batas umur yang telah ditetapkan.

#### 5. REFERENSI

- Alessi, A., La-cascia, P., Lamoureux, B., Pugnaroni, M., & Dersin, P. (2016). Health Assessment of Railway Turnouts: A Case Study. *Proceedings of the Third European Conference of the Prognostics and Health Management Society, 2007*, 5–8.
- Andiyanto, S., Sutrisno, A., & Punuhsingon, C. (2017). Penerapan Metode FMEA (Failure Mode And Effect Analysis) Untuk Kuantifikasi Dan Pencegahan Resiko Akibat Terjadinya Lean Waste. *Jurnal Online Poros Teknik Mesin*, 6(1), 45–57.  
<https://ejournal.unsrat.ac.id/index.php/poros/article/download/14864/14430>.
- Anthony, R., & Noya, S. (2017). the Application of Hazard Identification and Risk Analysis (Hira) and Fault Tree Analysis (Fta) Methods for Controlling Occupational Accidents in Mixing Division Dewa-Dewi Farm. *Jurnal Ilmiah Teknik Industri*, 3(2), 118–129.  
<https://doi.org/10.24912/jitiuntar.v3i2.502>
- Anugrah, N. R., Fitria, L., & Desrianty, A. (2015). Usulan Perbaikan Kualitas Produk Menggunakan Metode Fault Tree Analysis (Fta) Dan Failure Mode and Effect Analysis (Fmea) Di Pabrik Roti Bariton 1. *Reka Integra*, 3(4), 147–148.  
<https://ejournal.itenas.ac.id/index.php/rekaintegra/article/view/914>
- Claudio, D., Adzin Murdiantoro, R., Kunci, K., Perawatan Wesel BSG, W., Jalan Perkretapian, S., Claudio Teknik Elektro, D., Peradaban Jl Raya Pagojengan Km, U., Paguyangan Kab Brebes, K., & Tengah, J. (2022). *Analisis Gangguan Gagal Balik Pada Penggerak Wesel Elektrik Tipe BSG 9 Di Stasiun Purwokerto*.
- Hari Nugroho, W., Gede Eka Lesmana, I., & Camalia Hartantrie, R. (2022). Analisis Kinerja Motor Terhadap Kerusakan Kompresor Tipe B – 304 pada LRT Jakarta Seri 1100. *Jurnal Asimetrik: Jurnal Ilmiah Rekayasa & Inovasi*, 4, 89–96.  
<https://doi.org/10.35814/asiimetrik.v4i1.2429>
- Khatammi, A., & Wasiur, A. R. (2022). Analisis Kecacatan Produk Pada Hasil Pengelasan Dengan Menggunakan Metode FMEA (Failure Mode Effect Analysis). *Jurnal Serambi Engineering*, 7(2), 2922–2928. <https://doi.org/10.32672/jse.v7i2.3853>

- Mayangsari, D. F., Adianto, H., & Yuniati, Y. (2015). Usulan Pengendalian Kualitas Produk Isolator Dengan Metode Failure Mode And Effect Analysis (FMEA) dan Fault Tree Analysis (FTA). *Jurnal Online Institut Teknologi Nasional*, 13(2), 81–91.
- Menteri Perhubungan Republik Indonesia. (2018). PM 44 Tahun 2018 tentang Persyaratan Teknis Peralatan Persinyalan Perkeretaapian. *Mentri Perhubungan Republik Indonesia*, 13.
- Mutmainnah, S. (2020). Pemilihan Moda Transportasi Kereta Api Menuju Pelabuhan Bakauheni. *JICE (Journal of Infrastructural in Civil Engineering)*, 1(01), 33.  
<https://doi.org/10.33365/jice.v1i01.854>
- Septyani, S. (2015). *Penentuan Interval Waktu Pearwatan Komponen Kritis Pada Mesin Turbin DI PT PLN ( PERSERO ) Sektor Pembangkit Ombilin*. 14(2), 238–258.
- Sithi, D. N., & Widiastuti, A. (2018). Redesign Ketepatan Identitasi Pasien Dengan Metode FMEA di RSUD Pacitan Jawa Timur. *Ciastech 2018, September*, 368–375.