

# Implementasi FMEA Pada Kegagalan Komponen *Pneumatic Brake System* Kendaraan Berat

Legisnal Hakim<sup>1</sup>, Japri<sup>2</sup>, Yuhelson<sup>1</sup>, Indra Hasan<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Fakultas Teknik, program Studi Teknik Mesin, Universitas Muhammadiyah Riau  
Jl. Tuanku Tambusai Ujung Pekanbaru, Riau, Indonesia

<sup>2</sup>Fakultas Teknik, program Studi Teknik Mesin Otomotif, Universitas Muhammadiyah Riau  
Jl. Tuanku Tambusai Ujung Pekanbaru, Riau, Indonesia

*E-mail:* legisnalhakim@umri.ac.id

## **Abstract**

*The function of the brakes on a vehicle is to limit the movement of the brake components which aim to slow down and stop the driving wheels so that the vehicle stops. This study uses the Failure Mode Effect Analysis (FMEA) method to find out the causes of failure in the braking system of heavy-duty trailer cars, the results of the calculation of the FMEA value with the RPN (Risk Priority Number) get 2 pneumatic components that most often experience failure, namely the Control valve component. the trailer brake is 189, and the Chamber Brake component is 147, the results of the analysis using FTA (Fault Tree Analysis) factors that influence the failure of the pneumatic components of the brake system are human & machine factors.*

**Keywords:** FMEA, RPN, FTA

## **Abstrak**

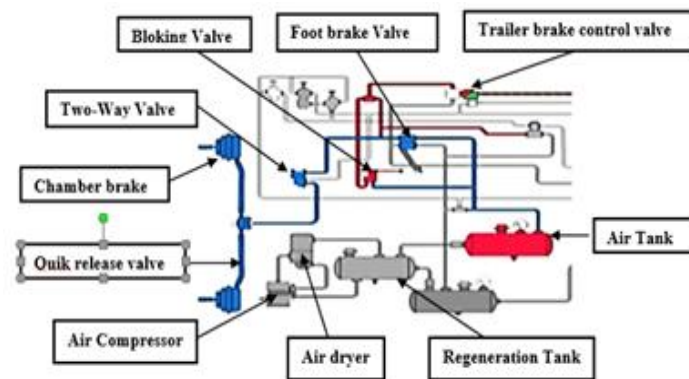
Fungsi rem pada kendaraan adalah untuk membatasi gerakan pada komponen rem yang bertujuan untuk memperlambat serta menghentikan roda penggerak sehingga kendaraan jadi berhenti. Penelitian ini menggunakan metode *Failure Mode Effect Analisis* (FMEA) untuk mengetahui penyebab kegagalan pada sistem pengereman kendaraan berat jenis mobil trailer, hasil analisis perhitungan nilai FMEA dengan RPN (*Risk Priority Number*) di dapatkan 2 komponen pneumatik yang paling sering mengalami kegagalan yaitu *Componen Control valve trailer brake* sebesar 189, dan *component Chamber Brake* 147, hasil analisis dengan menggunakan FTA (*Fault Tree Analisis*) faktor yang mempengaruhi kegagalan pada komponen pneumatik brake system adalah faktor manusia & mesin.

**Kata kunci:** FMEA, RPN, FTA

## **1. Latar Belakang**

Sistem rem merupakan sebuah sistem keselamatan yang sangat penting keberadaannya dan merupakan piranti sangat penting ( kritis ) yang wajib berfungsi dengan baik pada kendaraan, fungsi rem pada kendaraan adalah untuk membatasi gerakan pada komponen rem yang bertujuan untuk memperlambat serta menghentikan roda penggerak sehingga kendaraan jadi berhenti.[1]. Kerusakan yang terjadi pada *system pneumatic pengereman* mobil berat (*trailer tract*) adalah komponen katup pengontrol rem (*brake control valve*), yang mengakibatkan sistem pengereman tidak berfungsi dengan baik. Ini terjadi kasus pada Komponen

*Pneumatic Brake System Truck Volvo FH-16* Seri C. komponen utama pada system pengereman pneumatic yaitu *Foot brake* (pedal rem), *Quick release valve*, *Chamber brake*, *slack adjuster*, *Lining brake*, *Brake drum*, kompresor, tanki udara. Kerusakan yang terjadi pada sistem pengereman *pneumatic* dari tahun 2018 sampai dengan 2020 adalah 189 kerusakan dengan berbagai komponen. Dari penelitian ini diharapkan dapat diketahui penyebab kegagalan pada system pengereman *pneumatic truck volvo FH-16* seri C. Konstruksi sistem pengereman *pneumatic* dapat di lihat gambar dibawah ini:



Gambar 1. Sistem Pengereman Pneumatik Sederhana

Fungsi komponen utama system pengereman pneumatik sederhana yaitu antara lain:

- a. **Air compressor** adalah mesin fluida yang berfungsi untuk menyalurkan udara ketangki penyimpanan untuk di manfaatkan sebagai sumber energi *pneumatic*.
- b. **Air dryer**, adalah komponen penumatik yang berfungsi untuk membersihkan dan mengeringkan udara yang kotor sebelum melewati sepanjang sistem udara di dalam sistem pengereman udara.
- c. **Air tank**, adalah Tangki udara berfungsi untuk menyimpan udara. Tangki ini memiliki fungsi sebagai kompresi udara dan tekanan udara sebagai sumber stabilisasi.
- d. **Four – way valve**, bertugas menyediakan udara ke berbagai sirkuit, yakni sirkuit rem depan, sirkuit rem belakang, sirkuit rem parkir dan sirkuit tambahan. *Four-way valve* juga berfungsi untuk memisahkan sirkuit jika terjadi *pressure drop* pada sebuah sirkuit dan tidak mengganggu kerja sirkuit lain.
- e. **Foot brake valve**, adalah *valve* pengontrol yang langsung berhubungan dengan *driver*, untuk mengatur *service brake*. Udara bertekanan yang masuk *foot brake valve* datang dari dua tangki udara yang berbeda, yaitu dari tangki sirkuit rem depan dan tangki sirkuit rem belakang. Ada perbedaan fungsi udara yang lewat melalui *foot brake valve* yaitu udara yang melewati sirkuit rem depan dan melewati *foot brake valve* adalah udara suplai yang akan digunakan untuk pengereman di *brake chamber*. Sedangkan udara yang melewati sirkuit rem roda belakang, dan *foot brake valve* adalah udara sinyal yang berfungsi untuk pengontrol kerja *relay valve*.
- f. **Load sensing valve**, berfungsi untuk mengatur besarnya daya pengereman pada Truk disesuaikan dengan beban yang ada pada Truk tersebut, semakin besar/berat muatan maka semakin besar daya pengeremannya, sebaliknya semakin kecil/ringan muatan maka semakin kecil pula daya pengeremannya.
- g. **Parking brake valve**, adalah tuas kontrol untuk menentukan posisi kerja system sirkuit rem parkir. Rem parkir dipasang dan dilepas oleh driver menggunakan tuas kontrol tersebut.
- h. **Blocking valve**, sebagai *valve* pengaman yang mencegah rem parkir terlepas (*release*), apabila tekanan system udara drop di bawah 5 bar, agar kendaraan tidak dapat berjalan di luar kontrol *driver*.
- i. **Two way valve**, Berfungsi untuk mengatur jalur yang masuk ke *Relay Valve*. Satu saluran disambungkan ke *Parking Brake Valve* dan satu saluran disambungkan ke *Foot Brake Valve*.
- j. **Parking brake relay valve**, Berfungsi untuk merelay/meneruskan suplay udara tekan dari saluran no. 1 dan dikeluarkan ke saluran no. 2 untuk diteruskan ke *Brake Chamber*.
- k. **Trailer brake control valve**, berfungsi untuk meneruskan suplai udara bertekanan dari *Head Truck* ke *Trailer* dan meneruskan sinyal pengereman dari *Head Truck* ke *Trailer* sesuai dengan sinyal pengereman dari *Head Truck*, baik dari *Foot Brake* atau *Trailer Brake*.
- l. **Quick release dan pilot valve**, kedua valve ini, baik *quick release* maupun *pilot valve*

diperuntukkan memberikan suplai udara ke sirkuit rem depan langsung dari *foot brake valve*. Bila pedal rem dilepas, udara dibuang secara cepat sejak udara dari *foot brake valve* dihentikan. Hal ini agar membuat respon pembebasan rem lebih cepat

- m. **Air chamber brake**, berfungsi untuk meneruskan tenaga pneumatic menjadi tenaga mekanik guna menggerakkan *brake shoe* agar memperlambat dan menghentikan laju kendaraan
- n. **Brake shoe Z – Cam**, berfungsi untuk menahan putaran *brake drum* melalui gesekan.

Untuk mengidentifikasi penyebab kerusakan atau kegagalan dapat menggunakan metode FMEA dimana FMEA merupakan suatu tools yang sangat baik dalam mengidentifikasi resiko. FMEA adalah sebuah metode evaluasi kemungkinan terjadinya sebuah kegagalan dari sebuah sistem, desain, proses atau servis. Dalam FMEA setiap kemungkinan kegagalan yang terjadi dikuantifikasi untuk dibuat prioritas penanganan. Kuantifikasi penentuan prioritas dilakukan berdasarkan hasil perkalian antara rating frekuensi, tingkat kerusakan dan tingkat deteksi dari resiko, dalam pengetahuan prioritas resiko maka kontrol yang dibuat adalah berdasarkan proses yang paling beresiko. Ada beberapa hal yang harus diperhatikan dalam metode FMEA yaitu:

- Setiap permasalahan itu berbeda satu sama yang lainnya  
Dalam memetakan permasalahan perlu melakukan prioritas permasalahan yang mungkin terjadi tanpa melihat kepentingannya. FMEA dibuat untuk membuat prioritas dari permasalahan yang mungkin terjadi, dengan memprioritaskan permasalahan maka kita akan dapat lebih efektif dalam menyelesaikan permasalahan tersebut.
- Mendefinisikan fungsi  
FMEA menganalisa setiap proses dari sisi tujuan dan fungsi keadaan kegagalan yang dibuat adalah kegagalan jika proses tidak tercapai dan tidak berjalan sesuai dengan fungsinya.
- Orientasinya adalah kepada pencegahan

Peningkatan yang berkelanjutan harus menjadi motor pelaksanaan FMEA, apabila tidak maka analisis yang dilakukan akan statis.

Adapun tujuan FMEA adalah untuk mengetahui dan mencegah terjadinya gangguan dengan mengetahui resiko yang mungkin terjadi dan membuat strategi penurunan resiko tersebut, dalam penelitian ini FMEA dilakukan untuk melihat risiko-risiko yang mungkin terjadi pada operasi dan perawatan *pneumatic brake system* Volvo FH-16 seri C. Dalam hal ini ada tiga hal yang membantu menentukan dari gangguan antara lain :

- Frekuensi (*occurrence*), menentukan seberapa banyak gangguan yang dapat menyebabkan sebuah kegagalan pada komponen *pneumatic brake system*.
- Tingkat kerusakan (*severity*), menentukan seberapa serius tingkat kerusakan (*severity*) yang dihasilkan dengan terjadinya kegagalan pada komponen *pneumatic brake system*.
- Tingkat deteksi (*detection*), menentukan tingkat deteksi (*detection*) bagaimana kegagalan tersebut dapat diketahui sebelum terjadi.

Implementasi metode FMEA perlu dilakukan dengan beberapa proses analisis yang memuat modus kegagalan potensial dan penyebab kegagalan mekanis yang muncul pada sistem tersebut antara lain:

- Mengidentifikasi fungsi dari proses dan *requirement*
- Menafsirkan efek kegagalan potensial pada komponen,
- Mengidentifikasi variabel proses yang berfokus pada mengurangi tingkat *occurrence* atau deteksi dari kondisi kegagalan,
- Mengembangkan rangking dari modus kegagalan potensial yang didapat dari system untuk mencegah pertimbangan aksi yang diambil,
- Prioritas *tooling*
- Pengambilan laporan dari semua kegagalan-kegagalan komponen

Implementasi FMEA agar mendapatkan hasil yang benar perlu dilakukan penggunaan prosedur FMEA yang konsisten. Prosedur yang dilakukan dalam pembuatan FMEA (*failure mode and effect analysis*) pada *pneumatic brake system* adalah sebagai berikut:

- Mereview proses, mereview proses atau merancang nama atau kode proses yang sesuai

- Brainstorm resiko potensial, melakukan brainstorm potensial dengan bagian *maintenance* dengan tujuan mengetahui kegagalan yang terjadi pada *pneumatic brake system*.
- Membuat daftar resiko, penyebab dan efek potensial, membuat daftar resiko yang didapat dari truk tersebut dan apa penyebab dan apa efek potensialnya.
- Menentukan tingkat *severity*, menentukan sifat *severity* dari setiap resiko, dimana tingkat *severity* adalah sebuah penilaian pada tingkat keseriusan suatu efek atau akibat dari potensial kegagalan pada suatu komponen yang berpengaruh pada suatu hasil kerja pada sistem tersebut.
- Menentukan tingkat *occurrence*, menentukan tingkat *occurrence* dari setiap resiko, yang mana *occurrence* adalah sebuah penilaian dengan tingkat tertentu dimana adanya sebuah sebab kerusakan secara mekanis yang terjadi pada *pneumatic brake system* tersebut, dari tingkat *occurrence* tersebut maka dapat diketahui kemungkinan terdapat nya kerusakan dan tingkat keseringan kerusakan tersebut.
- Menentukan tingkat *detection*, *Detection* merupakan suatu penilaian kemungkinan bahwa *current proses control* yang diusulkan akan mampu mendeteksi mode kegagalan potensial,
- Menghitung RPN, RPN adalah hasil perkalian antara *severity* (S), *Occurrence* (O), dan *Detection* (D). Dimana pernyataan matematisnya dapat dinyatakan sebagai berikut :<sup>[4]</sup>

$$RPN = (S) \times (O) \times (D)$$

*Severity*, *Occurrence*, dan *Detection* untuk proses FMEA dapat dilihat pada tabel berikut:

**Table 1.**  
Skala penilaian untuk *Severity* <sup>[5]</sup>

Rangking	<i>Severity</i>	Deskripsi
1	Tidak ada efek	Tidak ada resiko yang ditimbulkan
2	Efek sangat kecil	Resiko yang dihasilkan tidak berbahaya
3	Efek kecil	Sedikit berpengaruh pada kinerja sistem
4	Efek sangat rendah	Resiko yang kecil pada performa sistem
5	Efek rendah	Mengalami penurunan kinerja secara bertahap
6	Efek sedang	Sistem beroperasi dan aman tetapi mengalami penurunan performa sehingga mempengaruhi output
7	Efek tinggi	Sistem beroperasi tetapi tidak dapat dioperasikan secara penuh
8	Efek sangat tinggi	Sistem tidak bisa beroperasi
9	Berbahaya dengan peringatan	Kegagalan sistem yang menghasilkan resiko yang membahayakan sistem dan driver dengan peringatan
10	Berbahaya tanpa peringatan	Kegagalan sistem yang menghasilkan efek sangat membahayakan sistem dan driver tanpa peringatan

**Table 2.**  
Skala penilaian untuk *Occurrence* <sup>[6]</sup>

Rangking	<i>Occurrence</i>	Deskripsi
1	Hampir tidak pernah	Kerusakan hampir tidak pernah terjadi
2	Jarang terjadi	Kerusakan Jarang terjadi
3	Sangat sedikit	Kerusakan yang terjadi sangat sedikit
4	Sedikit	Kerusakan yang terjadi sedikit

5	Rendah	Kerusakan yang terjadi pada tingkat rendah
6	Sedang	Kerusakan yang terjadi pada tingkat sedang
7	Sedikit tinggi	Kerusakan yang terjadi agak tinggi
8	Kerusakan Tinggi	Kerusakan yang terjadi tinggi
9	Sangat tinggi	Kerusakan yang terjadi sangat tinggi
10	Hampir selalu	Kerusakan selalu terjadi

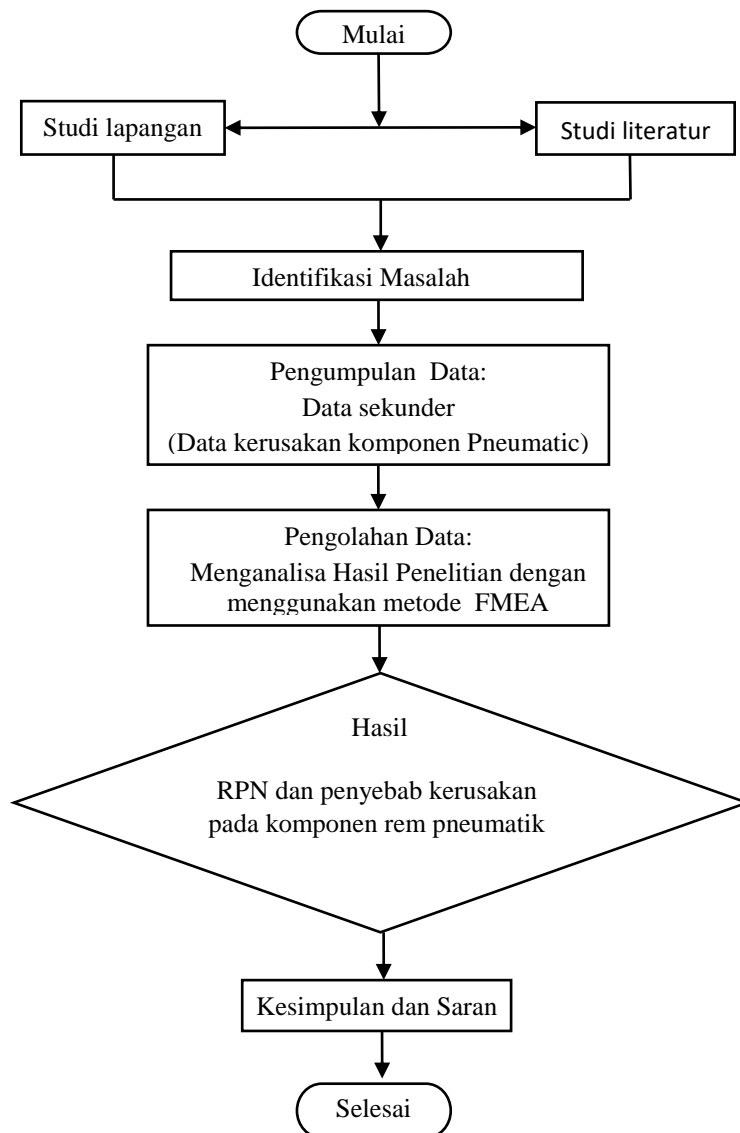
**Table 3 .**  
skala penilaian untuk *detection*<sup>[6]</sup>

Rangking	Detection	Deskripsi
1	Hampir pasti	Pengecekan akan selalu mendeteksi penyebab potensial atau mekanisme kegagalan dan mode kegagalan
2	Sangat tinggi	Pengecekan memiliki kemungkinan sangat tinggi untuk mendeteksi penyebab potensial atau mekanisme kegagalan dan mode kegagalan
3	Tinggi	Pengecekan memiliki kemungkinan tinggi untuk mendeteksi penyebab potensial atau mekanisme kegagalan dan mode kegagalan
4	Menengah ke atas	Pengecekan memiliki kemungkinan menengah ke atas untuk mendeteksi penyebab potensial atau mekanisme kegagalan dan mode kegagalan
5	Sedang	Pengecekan memiliki kemungkinan sedang untuk mendeteksi penyebab potensial atau mekanisme kegagalan dan mode kegagalan
6	Rendah	Pengecekan memiliki kemungkinan rendah untuk mampu mendeteksi penyebab potensial atau mekanisme kegagalan dan mode kegagalan.
7	Sangat rendah	Pengecekan memiliki kemampuan sangat rendah untuk mampu mendeteksi penyebab potensial atau mekanisme kegagalan dan mode kegagalan.
8	Kecil	Pengecekan memiliki kemungkinan kecil untuk mampu mendeteksi penyebab potensial atau mekanisme kegagalan dan mode kegagalan
9	Sangat kecil	Pengecekan memiliki kemungkinan kecil untuk mampu mendeteksi penyebab potensial atau mekanisme kegagalan dan mode kegagalan
10	Tidak pasti	Pengecekan akan selalu tidak mampu untuk mendeteksi penyebab potensial atau mekanisme kegagalan

## 2. Metodologi

Metode penelitian ini dilakukan dengan melakukan metode analisis kualitatif dan kuantitatif, dengan pengumpulan data sekunder dengan cara mengumpulkan catatan riwayat

perawatan kendaraan. Alat pengolahan data dengan FMEA, dan Analisa kuantitatif dengan *Risk Prioritas Number* (RPN). Langkah penelitian dapat di lihat diagram alir penelitian.



Gambar 2. Diagram Alir Penelitian

### 3. Hasil dan Pembahasan

Tabel 4.  
Kerusakan *Pneumatic Brake System*

Componen devect	Jumlah devect	% defect	% kumulatif
<i>c/v trailer brake</i>	75	40%	40%
<i>chamber brake</i>	34	18%	58%
<i>Hose pecah</i>	23	12%	70%
<i>air compressor</i>	17	9%	79%

<i>slack adjuster</i>	12	6%	85%
<i>Relay valve</i>	13	7%	92%
<i>Load sensing valve</i>	10	5%	97%
<i>foot brake</i>	5	3%	100%
<b>TOTAL DEFECT</b>	189	100%	

Dari data diatas diketahui komponen *pneumatic brake system* yang paling sering mengalami kerusakan yaitu komponen *Trailer brake control valve* dan *Chamber brake*.

**Tabel 5.**  
FMEA Analisis work sheet pada Componen Pneumatik

No	Componen	Failure Mode	Failure Cause	Failure Effect
1	<i>Air compressor</i>	Udara dihasilkan sedikit	Kebocoran pada ring piston	Tangki udaralambat terisi penuh
2	<i>Chamber brake</i>	Tidak bisa menekan slack adjuster	Internal leak pada diahfarma	Pengereman tidak terjadi pada sat dibutuhkan
3	<i>Slack adjuster</i>	Tidak bisa bergerak	Slack adjuster keras	Tidak bisa menggerakkan as Z-cam
4	<i>Foot brake Valve</i>	Pedal keras saat diinjak	Seal valve lengket	Tidak bisa melakukan pengereman dengan baik
5	<i>Load sensing valve</i>	Terjadinya kebocoran didalam	Tidak bisa membedakan beban yang di hasilkan	Tidak sanggup melalukan pengereman jika beban lebih besar
6	<i>Parking brake relay valve</i>	Terjadinya kebocoran internal keak	Tidak bisa meneruskan suplay udara dgn baik	Tidak dapat meneruskan udara ke chamber brake
7	<i>Hose Line</i>	Terjadinya kebocoran pada hose	Karena ada gesekan dan getaran	Udara tidak masuk sepenuhnya ke system pengereman
8	<i>Control valve trailer brake</i>	Terjadinya kebocoran / internal leak	Masuknya udara pada 2 jalur hose line ke sistem chamber	Terjadinya pengereman pada saat tidak di butuhkan

**Tabel 6.**  
Potensial Failure Componen Pneumatik Dengan Severity

No	Componen	Failure Mode	Failure Cause	Failure Effect	Sev
1	<i>Air compressor</i>	Udara dihasilkan sedikit	Kebocoran pada ring piston	Tangki udara lambat terisi penuh	6
2	<i>Chamber brake</i>	Tidak bisa menekan slack adjuster	Internal leak pada diahgram	Pengereman tidak terjadi pada sat dibutuhkan	7
3	<i>Slack adjuster</i>	Tidak bisa bergerak	Slack adjuster keras	Tidak bisa menggerakkan as Z-cam	6
4	<i>Foot brake Valve</i>	Pedal keras saat diinjak	Seal valve lengket	Tidak bisa melakukan pengereman dengan baik	5

5	<i>Load sensing valve</i>	Terjadinya kebocoran didalam	Tidak bisa membedakan beban yang di hasilkan	Tidak sanggup melakukan pengereman jika beban lebih besar	6
6	<i>Parking brake relay valve</i>	Terjadinya kebocoran internal keak	Tidak bisa meneruskan suplay udara dgn baik	Tidak dapat meneruskan udara ke chamber brake	5
7	<i>Hose Line</i>	Terjadinya kebocoran pada <i>hose</i>	Karena ada gesekan dan getaran	Udara tidak masuk sepenuhnya ke system pengereman	7
8	<i>Control valve trailer brake</i>	Terjadinya kebocoran / internal leak	Masuknya udara pada 2 jalur hose line ke sistem chamber	Terjadinya pengereman pada saat tidak di butuhkan	7

**Tabel 7.**  
Potensial Failure Componen Pneumatik Dengan Occurrence

NO	<i>Component</i>	<i>Failure Mode</i>	<i>Failure Cause</i>	<i>Failure Effect</i>	<i>Occ</i>
1	<i>Air compressor</i>	Udara dihasilkan sedikit	Kebocoren pada ring piston	Tangki udaralambat terisi penuh	2
2	<i>Chamber brake</i>	Tidak bisa menekan slack udjuster	Internal leak pada diahgfram	Pengereman tidak terjadi pada sat dibutuhkan	7
3	<i>Slack udjuster</i>	Tidak bisa bergerak	Slack udjuster keras	Tidak bisa menggerakkan as Z-cam	3
4	<i>Foot brake Valve</i>	Pedal keras saat diinjak	Seal valve lengket	Tidak bisa melakukan pengereman dengan baik	2
5	<i>Load sensing valve</i>	Terjadinya kebocoran didalam	Tidak bisa membedakan beban yang di hasilkan	Tidak sanggup melakukan pengereman jika beban lebih besar	2
6	<i>Parking brake relay valve</i>	Terjadinya kebocoran internal keak	Tidak bisa meneruskan suplay udara dgn baik	Tidak dapat meneruskan udara ke chamber brake	2
7	<i>Hose Line</i>	Terjadinya kebocoran pada hose	Karena ada gesekan dan getaran	Udara tidak masuk sepenuhnya ke system pengereman	5
8	<i>Control valve trailer brake</i>	Terjadinya kebocoran / internal leak	Masuknya udara pada 2 jalur hose line ke sistem chamber	Terjadinya pengereman pada saat tidak di butuhkan	9

Perhitungan untuk menentukan nilai detection yang didapatkan

**Tabel 8.**  
Potensial Failure Componen Pneumatik Dengan Detection

No	<i>Component</i>	<i>Failure Mode</i>	<i>Failure Cause</i>	<i>Failure Effect</i>	<i>Det</i>
1	<i>Air compressor</i>	Udara dihasilkan sedikit	Kebocoren pada ring piston	Tangki udaralambat terisi penuh	2
2	<i>Chamber brake</i>	Tidak bisa menekan slack udjuster	Internal leak pada diahgfram	Pengereman tidak terjadi pada sat dibutuhkan	3
3	<i>Slack udjuster</i>	Tidak bisa bergerak	Slack udjuster keras	Tidak bisa menggerakkan as Z-cam	3



4	Foot brake Valve	Pedal keras saat diinjak	Seal valve lengket	Tidak bisa melakukan pengereman dengan baik	1
5	Load sensing valve	Terjadinya kebocoran didalam	Tidak bisa membedakan beban yang di hasilkan	Tidak sanggup melalukan pengereman jika beban lebih besar	5
6	Parking brake relay valve	Terjadinya kebocoran internal keak	Tidak bisa meneruskan suplay udara dgn baik	Tidak dapat meneruskan udara ke chamber brake	4
7	Hose Line	Terjadinya kebocoran pada hose	Karena ada gesekan dan getaran	Udara tidak masuk sepenuhnya ke system pengereman	2
8	Control valve trailer brake	Terjadinya kebocoran / internal leak	Masuknya udara pada 2 jalur hose line ke sistem chamber	Terjadinya pengereman pada saat tidak di butuhkan	3

### Perhitungan nilai Risk Prioritas Number ( RPN )

**Tabel 9**  
Nilai RPN dari *Componen Pneumatik*

NO	Komponen	S	O	D	RPN
1	Air compressor	6	2	2	24
2	Chamber brake	7	7	3	147
3	Slack adjuster	6	3	3	54
4	Foot brake Valve	5	3	1	15
5	Load sensing valve	6	2	5	60
6	Parking brake relay valve	5	2	4	40
7	Hose Line	7	5	2	70
8	Control valve trailer brake	7	9	3	189

Dari data hasil analisa FMEA (*Failure Mode and Effect Analysis*) Didapatkan 2 tertinggi nilai RPN (*Risk Priority Number*) yaitu pada komponen *trailer braka control valve* dan *Chamber brake*.

1. Dari data hasil analisa FMEA (*Failure Mode and Effect Analysis*) Didapatkan nilai RPN (*Risk Priority Number*) tertinggi yaitu *Control Valve Trailer Brake* sebesar 189.

2. Dari data hasil analisa FMEA (*Failure Mode and Effect Analysis*) Didapatkan nilai RPN (*Risk Priority Number*) yaitu *Chamber Brake* sebesar 147.

### *Five Why Diagram*

*Five Why Diagram* digunakan untuk mengungkapkan akar dari permasalahan agar dapat diperbaiki dengan tepat, dengan bertanya sebanyak lima kali, mengapa terjadi ketidak sesuai dengan proses, faktor – faktor yang saling berkaitan dapat memperjelas permasalahan yang terjadi serta dapat mencari solusi yang tepat untuk mengatasi permasalahan tersebut, berdasarkan data yang di peroleh dari hasil RPN dari tabel diatas didapatkan dua nilai RPN yang paling tinggi.

**Tabel 10.** *Five why diagram* kategori *Trailer brake control valve*

Trouble	Why 1	Why 2	Why 3	Why 4	Why 5
<i>Trailer brake control valve</i>	Karena Udara masuk ke sistem <i>servis brake</i>	Karena <i>seal pada c/v</i> mengeras dan bocor	Karena udara yang masuk tidak bersih dan kering	Karena air dryer tidak mampu	Karena cuaca di area kerja

<i>multifungsi</i> <i>n</i>				membersihkan udara	sangat panas dan berdebu
--------------------------------	--	--	--	--------------------	--------------------------

Dari data diatas dapat disimpulkan bahwasanya *trailer brake control valve* sering mengalami kerusakan akibat dari ketidak mampunya *air dryer* untuk menyaring udara yang dihasilkan oleh *air compressor* dikarenakan area kerja dari unit

tersebut berdebu dan cuaca panas yang ekstrem sehingga kegagalan penyaringan mengakibatkan water menumpuk ke dalam tangki udara dan menghasilkan karat yang berlebih.

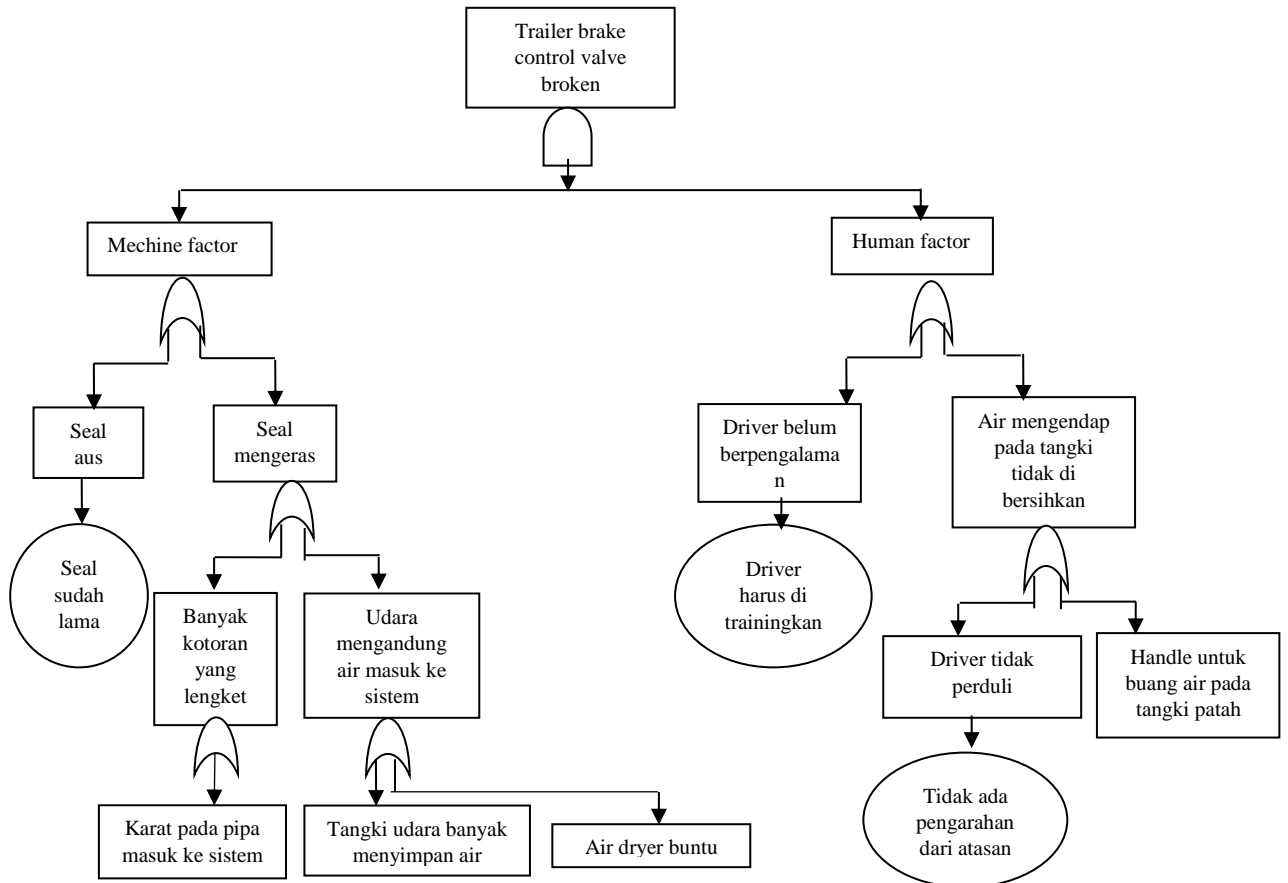
**Tabel 11.** *Five why* diagram kategori *Chamber brake*

<i>Troble</i>	<i>Why 1</i>	<i>Why 2</i>	<i>Why 3</i>	<i>Why 4</i>	<i>Why 5</i>
<b><i>Chamber brake internal leak</i></b>	Karena <i>diaghfram service brake</i> bocor	Karena <i>diaghfram</i> bergesekan langsung dengan tanah	Karena tanah yang masuk menumpuk didalam chamber	Karena <i>seal dust</i> sudah mulai rusak	Karena bergesekan dengan <i>rod chamber service</i>

Dari data diatas dapat disimpulkan kenapa *chamber brake* terjadi internal leak adalah dikarenakan banyak nya tanah yang masuk kedalam ruangan *chamber brake* karena *seal dust* yang rusak sehingga debu atau kotoran jadi gampang masuk ke dalam sistem yang mengakibatkan *chamber brake* jadi bocor.

**Metode Fault Tree Analysis (FTA)**

Jenis kegagalan atau *defect* yang telah diidentifikasi kemudian didefinisikan kedalam level yang lebih rendah sampai tidak dapat diuraikan lagi. Jenis kegagalan *pneumatic brake system* yang pertama adalah *trailer brake control valve* yang di tampilkan pada gambar berikut:



Gambar 3. Fault Tree Analysis (FTA) C/V Trailer brake

Dari hasil analisa yang dilakukan dengan menggunakan metode FTA (*Fault Tree Analysis*) Pada gambar jadi ada beberapa faktor penyebab dari kegagalan komponen pneumatik pada *Control valve trailer brake*, disebabkan karena faktor manusia dan mesin faktor-faktor sebagai berikut : [5]

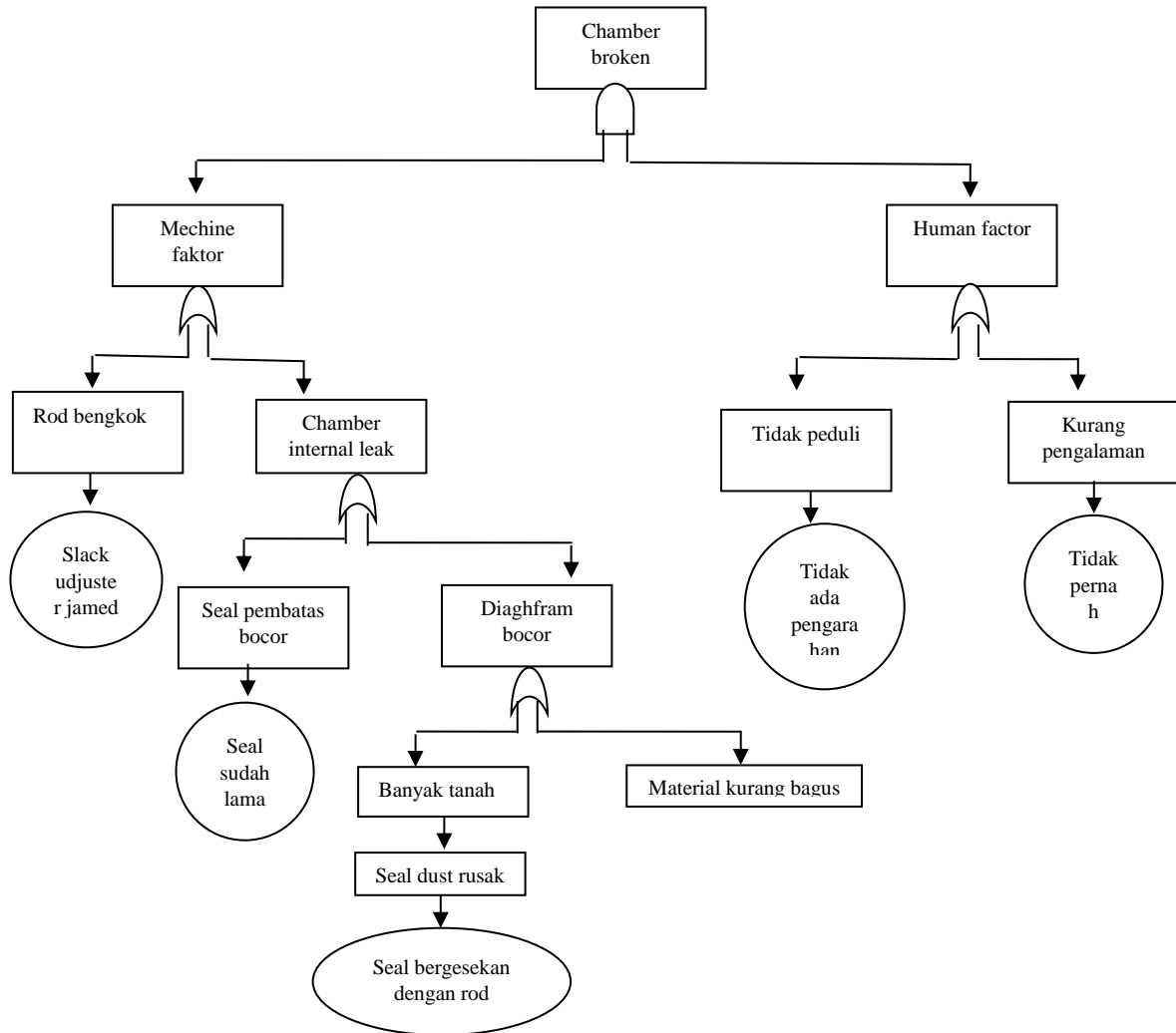
1. Faktor Manusia

Faktor manusia adalah faktor yang sangat berperan aktif dalam hal ini dikarenakan manusia adalah driver dalam hal ini, aman atau selamatnya suatu kendaraan tergantung dari driver mengemudikan kendaraan nya dan mau bertanggung jawab dan merawat kendaraan yang di kemudikan nya, beberapa faktor yang mempengaruhi *Driver* tidak peduli dengan air yang menggendap pada tangki

udara dan, kurang nya pengetahuan, tidak adanya pengarahan dari atasan.

2. Faktor mesin

Bagian mesin adalah salah satu yang paling penting karena tanpa danya mesin tidak bisa beroperasi dengan maksimal, hal ini dipengaruhi beberapa hal yaitu kerusakan pada seal yang mengeras atau kaku di sebabkan karena udara yang masuk ke sistem control valve tidak sepenuhnya bersih dikarenakan udara tidak tersaring dan dikeringkan secara maksimal dikarenakan filter *air dryer* tidak bisa bekerja dengan baik faktor cuaca yang panas dan debu yang berlebih mengakibatkan sistem kerja *air dryer* menjadi tidak maksimal.



Gambar 4. Fault Tree Analysis (FTA) Chamber brake

Dari hasil analisa yang dilakukan dengan menggunakan metode FTA (*Fault Tree Analysis*) Pada gambar 4 jadi ada beberapa faktor penyebab dari kegagalan komponen pneumatik pada *chamber brake*, disebabkan karena faktor manusia dan mesin faktor-faktor sebagai berikut :

#### 1. Faktor manusia

Faktor manusia adalah salah satu faktor yang paling berperan aktif dalam hal ini karena manusia adalah driver yang akan mengoperasikan kendaraan ini baik atau buruknya suatu sistem pada kendaraan driver lebih merasakan dampaknya secara langsung, beberapa faktor yaitu driver tidak mendapatkan training terkait hal ini, tidak berpengalaman, driver kurang peduli dengan kendaraannya, tidak ada arahan dari atasan.

#### 2. Faktor Mesin

Faktor mesin ini adalah yang paling penting dalam hal ini karena faktor permesinan inilah yang akan menjadi masalah jika tidak berada di performa terbaiknya untuk dioperasikan, hal ini dipengaruhi oleh beberapa hal akibat dari rusaknya komponen chamber brake, rod chamber bengkok disebabkan slack udjuter jamed, camber internal leak, disebabkan seal pembatas bocor, diaphragm bocor disebabkan banyak tanah yang menumpuk didalam chamber karena seal dustnya sudah rusak sehingga kotoran atau tanah lebih gampang masuk.

#### 4. Kesimpulan

Berdasarkan hasil dari penelitian yang telah dilakukan pada *componen pneumatik brake system truck volvo fh -16 seri c* dapat ditarik kesimpulan sebagai berikut:

- 1 Berdasarkan hasil analisa yang didapat dari perhitungan nilai RPN (*Risk Priority Number*) didapatkan 2 komponen pneumatik yang paling sering mengalami kegagalan yaitu *Componen Control valve trailer brake* sebesar 189, dan *component Chamber Brake* 147
- 2 Berdasarkan analisa yang telah dilakukan dengan menggunakan FTA (*Fault Tree Analysis*) faktor yang mempengaruhi kegagalan pada komponen *pneumatic brake system* adalah faktor manusia & mesin.

Kegagalan yang terjadi pada komponen *pneumatic brake system truck volvo fh-16 seri c* memiliki beberapa faktor yaitu faktor manusia dan mesin

#### Daftar Pustaka

- [1] M. Sabri and M. R. Putra, "Analisa Kegagalan pada Sistem Rem Daihatsu Taft Hilina dengan Menggunakan Metode FMEA (Failure Mode and Effect Analysis)," *Talent. Conf. Ser. Energy Eng.*, vol. 1, no. 2, pp. 181–190, 2018, doi: 10.32734/ee.v1i2.248.
- [2] Sudaryono, "Pneumatik dan Hidrolik," *Tek. Mekatronika*, no. 1, pp. 13–14, 2013.
- [3] R. Saunders, "Tujuan Pembelajaran Umum Tujuan Pembelajaran Khusus," pp. 1–32.
- [4] S. Imam and D. M. N. Pakpahan, "Risiko Kegagalan Pada Proses Produksi Kemasan Karton Lipat (Studi Kasus: PT. Interact Corpindo)," *J. Print. Packag. Technol.*, vol. 1, pp. 49–55, 2020.
- [5] Yumaida, "Analisis Risiko Kegagalan Pemeliharaan pada Pabrik Pengolahan Pupuk NPK Granular (Studi Kasus: PT. Pupuk Kujang Cikampek)," *Skripsi*, p. 79, 2011.
- [6] R. I. Yaqin, Z. Z. Zamri, J. P. Siahaan, Y. E. Priharanto, M. S. Alirejo, and M. L. Umar, "Pendekatan FMEA dalam Analisa Risiko Perawatan Sistem Bahan Bakar Mesin Induk: Studi Kasus di KM. Sidomulyo," *J. Rekayasa Sist. Ind.*, vol. 9, no. 3, pp. 189–200, 2020, doi: 10.26593/jrsi.v9i3.4075.189-200.