



# Penerapan Overall Equipment Effectiveness (OEE) untuk meningkatkan efektivitas mesin Drum test II dalam pengujian ban di PT TÜV Rheinland Indonesia

Rizky Adhitiya Saputra<sup>1\*</sup>, Budi Yuwono<sup>1</sup>, Dhiya Luqyana<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Program Studi Teknik Mesin, Jurusan Teknik Mesin, Politeknik Negeri Jakarta, Jl. Prof. G. A. Siwabessy, Kampus UI, Depok, 16425

\*Corresponding author *E-mail address*: rizky.adhitiyasaputra.tm20@mhsw.pnj.ac.id

---

## Abstrak

*PT TÜV Rheinland Indonesia adalah perusahaan privat di bidang layanan pengujian, inspeksi, dan sertifikasi produk dan jasa. Salah satu jenis pengujian yang dilakukan oleh PT TÜV Rheinland Indonesia adalah pengujian ban kendaraan. Pengujian dilakukan untuk memastikan ban sudah memenuhi syarat mutu. Salah satu pengujian ban yaitu Pengujian Endurance yang dilakukan dengan mesin Drum test. Pada laboratorium memiliki 2 drum test, Drum test I di gunakan untuk menguji ban mobil penumpang, dan motor dan Drum test II di gunakan untuk menguji ban truk ringan dan ban truk dan bus, namun pada kedua drum test ini sangat minim maintenance. Oleh karena itu, tujuan dari penelitian yang dilakukan adalah untuk menghitung nilai Overall Equipment Effectiveness (OEE) pada mesin Drum test II, kemudian mengidentifikasi permasalahan pada proses pengujian berdasarkan Six Big Losses yang nantinya akan di lakukan analisis menggunakan diagram pareto dan menganalisis permasalahan terbesar menggunakan diagram fishbone. Hasil penelitian ini menunjukkan bahwa rata-rata nilai OEE adalah 81.53%. Sehingga termasuk kedalam kategori sedang. Faktor Six Big Losses yang paling mempengaruhi terhadap rendahnya efektivitas mesin Drum test II yaitu Setup and adjustment loss, dengan total time losses sebesar 75 jam.*

*Kata-kata kunci: Overall Equipment effectiveness, Drum test II, six big losses*

## Abstract

*PT TÜV Rheinland Indonesia is a private company engaged in product and service testing, inspection and certification services. One type of testing carried out by PT TÜV Rheinland Indonesia is testing vehicle tires. Testing is carried out to ensure that the tires meet quality requirements. One of the tire tests is the Endurance Test which is carried out with a Drum test machine. The laboratory has 2 test drums, Drum test I is used to test passenger car tires, and motorbikes and Drum test II are used to test light truck tires and truck and bus tires, but the two drum tests have very minimal maintenance practices. Therefore, the purpose of the research conducted is to calculate the Overall Equipment Effectiveness (OEE) value on the Drum test II machine, then identify problems in the testing process based on Six Big Losses which will later be analyzed using pareto diagrams and analyze the biggest problems using diagrams fishbone. The results of this study indicate that the average OEE value is 81.53%. So, it is included in the Average category. The Six Big Losses factor that most influences the low effectiveness of the Drum test II machine is Setup and adjustment loss, with a total time loss of 75 hours.*

*Keywords: Overall Equipment effectiveness, Drum test II, six big losses*

## 1. PENDAHULUAN

### Ban

Ban adalah bagian penting dari sebuah kendaraan yang merupakan peranti yang menutupi velg dan di gunakan untuk melindungi velg dari aus dan kerusakan, mengurangi getaran yang di sebabkan ketidakteraturan permukaan jalan serta memberikan kestabilan antara kendaraan dan tanah untuk meningkatkan percepatan dan mempermudah pergerakan (Almanaf, 2015).

Fungsi utama dari ban adalah membawa, memutar, mengendalikan, mengerem dan akselerasi bagi kendaraan. Ban harus tahan terhadap banyak bentuk agresi dan penggunaan, tahan lama dan memberikan pengaruh yang signifikan terhadap kenyamanan, mekanis, dan penggunaan bahan bakar (Rohmat.H, 2022a).

### Pengujian Ban

Pengujian ban merupakan pengujian yang di lakukan untuk memastikan ban sudah memenuhi syarat mutu sebelum di perjual belikan. Pengujian di lakukan dengan mengacu beberapa parameter pada standar yang telah di tetapkan pada setiap negara seperti Eropa mengacu pada ETRTO, Jepang mengacu pada JIS (Japanese Industrial Standard), dan lain sebagainya. Indonesia sendiri mengacu pada SNI (Standar Nasional Indonesia).(Rohmat.H, 2022) Terdapat beberapa parameter pengujian ban yang di lakukan pada mesin *Drum Test* sebagai berikut:

- **Endurance**  
*Endurance* (ketahanan) adalah pengujian ketahanan ban pada mesin *Drum test* dengan kondisi beban yang terus naik dengan kecepatan tetap *constant*. Tujuan dari pengujian ini adalah menguji ketahanan ban untuk melaju pada jarak jauh secara terus menerus.
- **High speed**  
*High speed* (kecepatan tinggi) adalah pengujian ketahanan ban pada mesin *Drum test* dengan kondisi beban konstan namun kecepatan berangsur naik sesuai dengan persyaratan. Tujuan dari pengujian ini adalah ban harus mampu di gunakan untuk kecepatan tinggi tanpa adanya cacat pada ban.

### Drum Test Machine

Drum test adalah suatu alat atau mesin penguji berbentuk drum yang memiliki permukaan rata yang dibuat sebagai *prototype* jalan tol yang berfungsi untuk menguji *performance* ban terhadap ketahanan, kecepatan dan beban.(Diki.Z, 2023)

Mesin *Drum Test* adalah alat uji kinerja ban kendaraan yang sangat penting Dalam pengujian endurance dan high speed, ban kendaraan ditempatkan pada Drum dan diberikan beban yang meniru kondisi berat kendaraan yang sebenarnya. Tujuan dari pengujian ini adalah untuk mengukur karakteristik ban kendaraan seperti daya cengkeram, daya tahan, dan kestabilan kendaraan.(Diki.Z, 2023.)

### Overall Equipment Effectiveness (OEE)

*Overall Equipment Effectiveness* (OEE) merupakan pengukuran secara menyeluruh mengenai kinerja yang memiliki keterkaitan dengan availability dari proses *quality* dan *productivity*. Hasil dari pengukuran OEE dapat dijadikan sebagai gambaran apakah penggunaan sumber daya serta permintaan pelanggan sesuai dengan spesifikasi yang diminta dapat dikelola dengan baik (Nakjima, 1988). terdapat beberapa faktor yang ada pada metode *Overall Equipment Effectiveness* (ORE) yang dapat di jabarkan sebagai berikut:

- **Availability**  
*Availability* merupakan suatu persentase penggunaan mesin atau peralatan berdasarkan waktu yang tersedia. Rumus untuk menghitung persentase availability adalah sebagai berikut

$$Availability = \frac{Operation\ Time}{Loading\ Time} \times 100\% \quad (1)$$

Dimana,

$$\begin{aligned} Operation\ time &= Loading\ time - Downtime \\ Loading\ Time &= Available\ Time - Planned\ Downtime \\ Downtime &= Breakdown + Setup\ adjustment \end{aligned}$$

- Performance Rate

*Performance Rate* merupakan hasil perkalian dari *ideal cycle time* dan *net operation rate*, atau rasio kuantitas produk yang dihasilkan dikalikan dengan waktu siklus idealnya terhadap waktu yang tersedia yang melakukan proses produksi (*operation time*) Rumus untuk menghitung persentase *performance rate* adalah sebagai berikut

$$Performance = \frac{Processed\ Amount \times ideal\ cycle\ time}{Operating\ time} \times 100\% \quad (2)$$

Dimana,

*Operation Time*: Waktu mesin beroperasi dalam satu periode (menit)

*Ideal Cycle Time*: Waktu ideal untuk membuat satu produk (menit)

*Processed Amount*: Jumlah produk yang dihasilkan selama satu periode (unit)

- Quality Ratio

Difokuskan pada kerugian kualitas berupa berapa banyak produk yang rusak yang terjadi berhubungan dengan peralatan, yang selanjutnya dikonversi menjadi waktu dengan pengertian seberapa banyak waktu peralatan yang dikonsumsi untuk menghasilkan produk yang rusak Rumus untuk menghitung persentase *quality ratio* adalah sebagai berikut

$$Quality = \frac{Processed\ Amount - defect\ amount}{Actual\ Processed\ amount} \times 100\% \quad (3)$$

Dimana,

*Processed Amount*: total produk yang dihasilkan dalam satu periode produksi

*Defect Amount*: jumlah produk NG (*Not Good*) dalam satu periode produksi

Sehingga untuk menghitung nilai efektivitas mesin dan peralatan dapat menggunakan rumus OEE berikut ini:

$$OEE = Availability \times PerformanceRate \times Quality\ ratio \times 100\% \quad (4)$$

### Six Big Losses

Menurut (Denso, 2006), dapat dipengaruhi oleh enam jenis kerugian yang dikenal dengan istilah *Six Big Losses*. Penjelasan mengenai jenis-jenis *Six Big Losses* adalah sebagai berikut:

- Breakdown Losses

Kerugian yang diakibatkan karena terjadinya kerusakan mesin. Untuk menghitung persentase kerugian yang diakibatkan karena kerusakan mesin menggunakan rumus sebagai berikut:

$$Breakdown = \frac{Total\ Breakdown\ time}{Loading\ time} \times 100\% \quad (5)$$

- Setup and Adjustment losses

Kerugian yang diakibatkan karena waktu setting mesin membutuhkan waktu yang lama, tidak ada material produksi, tidak ada *man power* yang mengoperasikan mesin, dan lain sebagainya. Untuk menghitung persentase kerugian yang diakibatkan karena *set up and adjustment* menggunakan rumus sebagai berikut:

$$Setup/adjustment = \frac{Total\ setup\ adjustment\ time}{Loading\ time} \times 100\% \quad (6)$$

- Idling and Minor Stoppage loss

*Idling and Minor Stoppage* merupakan kerugian yang diakibatkan karena mesin berhenti dimana bisa disebabkan karena mesin harus dilakukan pembersihan, pengiriman material produksi terhalang, dan lain-lain. Untuk menghitung persentase kerugian yang diakibatkan karena *small stops* menggunakan rumus sebagai berikut:

$$Idling\ and\ Minor\ Stoppage\ loss = \frac{non\ productive\ time}{Loading\ time} \times 100\% \quad (7)$$

- Reduced Speed Loss

*Reduced speed loss* merupakan kerugian yang diakibatkan karena terjadi penurunan kecepatan produksi. Untuk menghitung persentase kerugian yang diakibatkan karena *reduced speed* menggunakan rumus sebagai berikut:

$$Reduced\ speed = \frac{Operation\ time - (ideal\ cycle\ time \times total\ product\ processed)}{Loading\ time} \times 100\% \quad (8)$$

- Yield Loss

*Yield loss* adalah kerugian produk yang tidak memenuhi spesifikasi yang telah ditentukan. Untuk menghitung persentase kerugian yang diakibatkan karena reject menggunakan rumus sebagai berikut:

$$Yield/scrap = \frac{Cycle\ time \times reject}{Loading\ time} \times 100\% \quad (9)$$

- Defect loss

Kerugian yang terjadi karena terdapat produk NG / *defect* saat proses produksi berlangsung. Untuk menghitung persentase kerugian yang diakibatkan karena *defect* menggunakan rumus sebagai berikut:

$$Defect = \frac{Cycle\ time \times rework}{Loading\ time} \times 100\% \quad (10)$$

### Diagram Pareto

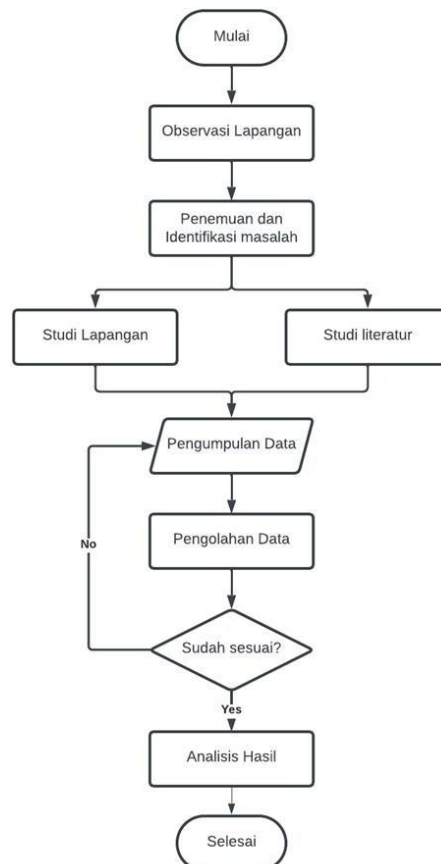
*Pareto chart* merupakan metode untuk menentukan masalah mana yang harus dikerjakan lebih dahulu. *Pareto chart*, mendasarkan keputusan pada kuantitatif. Penggunaan *pareto chart* untuk mengidentifikasi beberapa isu vital dengan menerapkan aturan perbandingan 80: 20, artinya: 80% peningkatan dapat dicapai dengan memecahkan 20% masalah terpenting yang dihadapi, (Hendradi, 2006)

### Fishbone Diagram

*Fishbone diagram* (diagram sebab akibat) adalah teknik pemecahan masalah yang membantu kita berpikir melalui banyak kemungkinan sebab-sebab dari suatu masalah. Diagram sebab akibat ini digambarkan seperti diagram tulang ikan dimana "Kepala Ikan" menjadi masalah yang akan dipecahkan. (Hendradi, 2006)

## 2. METODE PENELITIAN

Pada proses pengerjaan tugas akhir ini dilakukan dengan beberapa tahapan. Berikut merupakan diagram alir proses pengerjaan tugas akhir:



Gambar 1. Diagram Alir Pengerjaan Tugas Akhir

### Observasi dan Pengumpulan Data

Observasi merupakan dasar semua ilmu pengetahuan, melalui observasi peneliti belajar tentang perilaku, dan makna dari perilaku tersebut. Metode ini digunakan untuk mengamati secara langsung peristiwa atau fenomena yang menjadi focus penelitian. Observasi merupakan tahap awal dalam melakukan penelitian dengan cara turun ke lapangan untuk mengamati proses p terutama pengujian *Endurance* pada mesin *Drum test II*.

### Penemuan dan Identifikasi masalah

Setelah di lakukan observasi dan berdasarkan pernyataan dari kepala lab, bahwa mesin Drum Test II sama sekali tidak di lakukan heavy maintenance pada bagian- bagian dalam mesin, maintenance hanya di lakukan dalam skala kecil dengan menambahkan grease dan pelumas pada bagian yang berputar. Hal ini terjadi karena tidak ada tim maintenance dalam lab dan heavy maintenance hanya dapat di lakukan oleh pihak ketiga ataupun pihak pembuat mesin yang berasal dari China. Tim test engineer tidak mengetahui banyak mengenai cara melakukan heavy maintenance pada mesin. Solusi yang dapat di lakukan untuk mengatasi masalah tersebut yaitu dengan menghitung efektifitas Drum test II untuk melihat urgensi maintenance yang harus di lakukan pada mesin Drum test II. Perhitungan efektifitas ini di lakukan dengan menggunakan teknik Overall Equipment Effectiveness (OEE). Perhitungan loss yang terjadi pada mesin Drum test II menggunakan metode six big losses juga di lakukan untuk mengetahui pada bagian mana loss terbesar yang terjadi yang akan menjadi bahan pertimbangan perbaikan yang utama.

### Studi Lapangan dan Studi Literatur

Studi lapangan di lakukan dengan turun langsung ke lapangan dan melakukan pengujian *Endurance* pada mesin Drum test II untuk lebih memahami proses kerja yang terkait masalah yang ingin di pecahkan.. Studi literatur dilakukan untuk memahami bagaimana prinsip kerja Drum test yang akan dibuat berdasarkan referensi yang sudah ada sebelumnya yang kemudian akan dibahas dan bisa menjadi solusi dari permasalahan. Studi literatur juga di lakukan pada metode overall equipment effectiveness dan six big losses untuk memahami sistem tersebut yang kemudian akan di gunakan untuk mengolah data.

### Pengumpulan data

Data yang perlu diambil adalah data primer dan data sekunder. Adapun data primer berupa hasil observasi dan data internal perusahaan seperti lamanya penyettingan mesin untuk setiap jenis ban, data history of running Drum test II, data maintenance, data kerusakan mesin. Data sekunder merupakan data-data yang mendukung jalannya penelitian tentang penerepan OEE pada mesin *Drum test II* yang di dapatkan dari berbagai sumber seperti hasil wawancara dengan para *test engineer* dan *lab manager*, *manual book* mesin *Drum test II*, internet, perpustakaan, jurnal ilmiah dan e-book

### Pengolahan Data

Setelah data di dapatkan, data dapat di olah menggunakan rumus yang sudah ada pada *teknik Overall Equipment effectiveness* maupun pada teknik *Six big losses*.

### Analisis Hasil

Setelah data di olah dan mendapatkan hasil, hasil akan di olah menggunakan diagram pareto untuk melihat pada bagian mana urgensi harus di tangani, setelah di dapatkan urgensi tersebut, peneliti akan melakukan analisis *fishbone* sebagai teknik pemecahan masalah kemungkinan sebab dan akibat permasalahan tersebut.

### 3. HASIL DAN PEMBAHASAN

#### Hasil Rekapitulasi Data

Berikut merupakan hasil rekapitulasi data pengujian pada *Drum test II* dari bulan Januari 2021 sampai dengan Juli 2021

**TÜVRheinland®**  
Precisely Right.

**DATA RECAP FOR DRUM TEST II MACHINE TYPE TJR-2-TB**

Note : This data is made for research by one of our test engineer to accomplish his study in the university, DO NOT USE FOR WORK REASON

DATA PERIOD JANUARY 2021 UNTUUL JULY 2021

Month	Test Cycle	Available Time	Planned downtime	Breakdown	Machine set-up time	Total Test time	Actual Test Time
January	4	13440	180	0	420	12120	11280
February	5	16800	420	138	600	15180	14100
March	6	24360	1500	2280	840	18720	16920
April	6	20460	660	356	1020	18180	16920
May	3	10560	540	278	360	9240	8460
June	8	26880	420	224	900	24600	22560
July	2	7200	300	0	360	6240	5640

Data source : History of Running Master 2021 DRUM TEST II (RFT NOT INCLUDED)

**Data Explanation**

- Test Cycle** For 1 test cycle consist of 2 tyres on both position of the machines or 1 tyre on either one of the position
- Available Time** Time given by lab manager to do 1 cycle of testing. (Standard Time : 56 hours ± depends on the stituation)
- Planned downtime** Time for doing light maintenance such as cleaning and adding grease or oil
- Breakdown** Time which Drum test II broke or stop suddenly, The time is calculated from the time machine broke until the machine got fixed
- Machine set-up time** Time which Test engineer set up the machine and the tyre to perform the testing
- Total Test time** Test time based on the Test protocol reported by the test engineer
- Actual Test Time** Test time based on SNI standard for Endurance test. (Standard Time : 47 ± 3 hours)

PREPARED BY : RIZKY ADHITIYA SAPUTRA (RZ)      Reviewed by : Yudha Pramudita (YP)      Approved By : Rohmat Handoko (RH)

Gambar 2. Rekapitulasi data pengujian

#### Hasil Nilai Overall Equipment Effectiveness

Setelah di lakukan pengolahan data dari rekapitulasi data pengujian yang sudah di lakukan maka di dapatkan nilai OEE pada mesin *Drum test II*

Tabel 1. Hasil Perhitungan OEE mesin *Drum Test II*

Bulan	Availability	Performance rate	Quality ratio	OEE (%)
Januari 2021	94,57	97,09	93,07	<b>85,46</b>
Februari 2021	93,66	96,69	92,89	<b>84,12</b>
Maret 2021	86,09	98,52	90,38	<b>76,66</b>
April 2021	92,71	97,15	93,07	<b>83,82</b>
May 2021	93,13	93,28	91,56	<b>79,54</b>
Juni 2021	94,73	95,29	91,71	<b>82,79</b>
Juli 2021	93,72	92,42	90,38	<b>78,29</b>
Rata-Rata				<b>81,53</b>

Berdasarkan Tabel 1, dapat di simpulkan bahwa Pada periode Bulan Januari 2021 hingga bulan Juli 2021 di peroleh hasil persentase dari perhitungan nilai *Overall Equipment Effectiveness* (OEE) yang berkisar antara 75.66% - 85,46%. Selain itu diperoleh hasil persentase dari perhitungan nilai *Availability* berkisar antara 86,09% - 94,57%, sedangkan hasil persentase dari perhitungan nilai *Performance rate* berkisar antara 92,42% - 98.52%, dan hasil dari *perhitungan Quality Ratio* berkisar antara 90.38% - 93.07%. Dan dari sekian data hasil perhitungan nilai OEE, diperoleh rata-ratanya yaitu sebesar 81.53%. Berdasarkan rata-rata yang di dapatkan, dan standar nilai OEE yang telah ditetapkan oleh *Japan Institute of Plant Maintenance* (JIPM) tersebut maka nilai *Overall Equipment Effectiveness* masuk ke dalam kategori SEDANG sehingga perlu di lakukan tindakan perbaikan agar nilai OEE masuk kedalam kategori KELAS DUNIA.

### Hasil Nilai Six Big losses

Setelah di lakukan pengolahan data, didapatkan hasil nilai *Six big losses* dari mesin *Drum Test II* adalah sebagai berikut

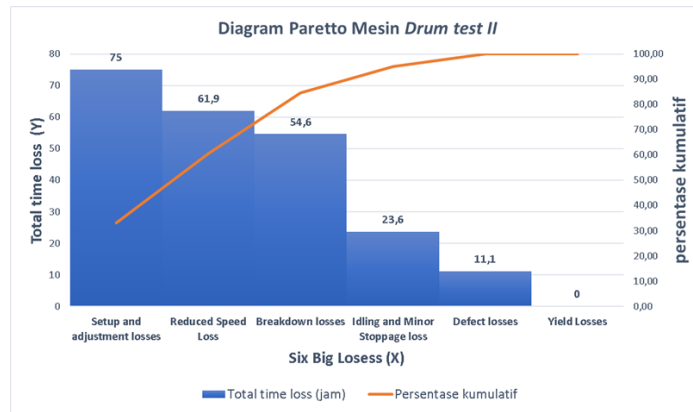
Tabel 2. Hasil Perhitungan Six big losses Drum Test II

<i>Six big losses</i>	<i>Total time loss (Hour)</i>	<i>Persentase (%)</i>
<i>Breakdown losses</i>	54,6	24,14
<i>Setup and adjustment losses</i>	75	33,16
<i>Idling and Minor Stoppage loss</i>	23,6	10,43
<i>Reduced Speed Loss</i>	61,9	27,37
<i>Yield Losses</i>	0	0
<i>Defect losses</i>	11.1	4,91
Total	226,2	100

Berdasarkan Tabel 2, dari keenam *six big losses* ada lima faktor yang mempengaruhi berkurangnya efektivitas mesin *Drum test II* di PT.TUV Rheinland Indonesia yaitu *Breakdown losses*, *setup and adjustment losses*, *Idling and minor stoppage loss*, *reduced speed loss*, dan *defect loss*. Sedangkan pada mesin *Drum test II* ini tidak terdapat permasalahan *Yield losses*. Dari presentasi di atas, dapat dilihat bahwa faktor *Setup and adjustment losses* merupakan faktor yang paling berpengaruh dalam *six big losses* dengan *total time loss* sebesar 75 jam dan presentase sebesar 33,16% di ikuti dengan faktor *Reduced speed loss* dengan *total time loss* 61.9 jam dan presentase sebesar 27,37%. Berikut adalah persentase kumulatif dari *total time loss* dimulai dari data yang mempunyai pengaruh *six big losses* terbesar

### Analisa Diagram Pareto Six Big losses

Analisa hasil perhitungan *Six Big Losses* ini ialah untuk menganalisa masalah utama faktor – faktor *Six Big Losses* yang mempengaruhi hasil perhitungan *Overall Equipment Effectiveness* yang telah di dapat. *Six Big Losses* terdiri dari *Breakdown losses*, *setup and adjustment losses*, *Idling and minor stoppage loss*, *reduced speed loss*, *defect loss*, dan *yield loss*. Berikut Diagram pareto yang di dapatkan untuk faktor *Six big losses* mesin *Drum Test II*

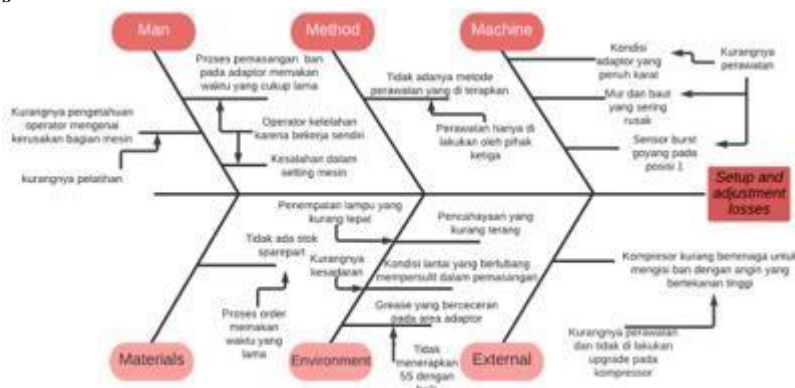


Gambar 3. Diagram Pareto Mesin Drum Test II

Berdasarkan Gambar 2, dilihat dari perhitungan serta diagram pareto diatas, terlihat kerugian terbesar berasal dari faktor *Setup and adjustment loss*, yang akan dianalisis lebih lanjut dengan *total time losses* sebesar 75 jam

### Analisa Fishbone Diagram pada faktor setup and adjustment losses

Berikut adalah gambaran diagram sebab akibat (*fishbone*) pada penyebab tingginya faktor *Setup and adjustment losses*



Gambar 4. Diagram Fishbone Setup and adjustment losses

### Rekomendasi Perbaikan

Setelah di lakukan analisis permasalahan yang terjadi pada faktor *Setup and adjustment losses* menggunakan analisis diagram *fishbone* yang di sajikan pada Gambar 3, maka dapat di simpulkan rekomendasi perbaikan yang dapat di lakukan perusahaan adalah sebagai berikut

- Pelaksanaan training mengenai pengetahuan mesin
- Menghindari dan mengatasi *Bottleneck* yang terjadi
- Melakukan Upgrade kompresor dan maintenance
- Melakukan pelatihan mengenai TPM
- Melakukan perbaikan pada ruang mesin Drum test II

## 4. KESIMPULAN

Berdasarkan Hasil Perhitungan dan Pembahasan, maka dapat disimpulkan bahwa *Overall Equipment Effectiveness*, *Six big losses* dan rekomendasi perbaikan sebagai berikut:

- Data hasil perhitungan nilai OEE, diperoleh rata-rata yaitu sebesar 81.53%. Berdasarkan rata-rata tersebut maka nilai *Overall Equipment Effectiveness* masuk ke dalam kategori SEDANG sehingga perlu di lakukan tindakan perbaikan agar nilai OEE masuk kedalam kategori KELAS DUNIA.
- Dalam Faktor Six big losses, di dapatkan bahwa Faktor *Setup and Adjusment Losses* paling berpengaruh terhadap hilang time pada mesin dengan *total time loss* sebesar 75 jam.



- Rekomendasi Perbaikan dalam faktor yang terbesar seperti di lakukan pelatihan, menghilangkan *bottleneck* pada mesin, dan melakukan perbaikan mesin maupun ruangan.

## UCAPAN TERIMA KASIH

Penulis mengucapkan banyak terima kasih kepada Dosen Pembimbing Bapak Budi Yuwono, serta Bapak Rohmat dan Bapak Sunendri Tju selaku pembimbing industri dan serta rekan Test engineer Bapak Yudha pramudita, Bapak Purwanto, Bapak Muhammad Abdullah, Bapak Depi Komara Bapak Bayu purna dan Bapak Widodo yang telah memberikan bimbingan dan saran yang baik dan membangun. Selain itu, penulis juga berterima kasih kepada seluruh pihak yang ambil bagian dalam penyusunan tugas akhir ini

## REFERENSI

1. Almanaf. (2015). ANALISA CACAT DAN KEGAGALAN PRODUK PADA VULKANISIR BAN SISTEM DINGIN. [https://www.academia.edu/25013509/Analisa\\_Kegagalan\\_Produk\\_Vulkanisir\\_Ban](https://www.academia.edu/25013509/Analisa_Kegagalan_Produk_Vulkanisir_Ban)
2. Denso. (2006). Introduction to Total Productive Maintenance (TPM) and Overall Equipment Effectiveness (OEE). Study Guide.
3. Diki.Z. (2023.). Memahami Mesin Drum Test dan Spesifikasinya. 13 March 2023. <https://www.linkedin.com/pulse/memahami-mesin-drum-test-dan-spesifikasinya-diki-zulkarnain/?originalSubdomain=id>
4. Hendradi. (2006). Statistik Six Sigma dengan Minitab.
5. Nakjima, S. (1988). Introduction to TPM: Total Productive Maintenance. In Productivity Press, Cambridge (p. MA). [https://doi.org/http://www.plant-maintenance.com/articles/tpm\\_intro.shtml](https://doi.org/http://www.plant-maintenance.com/articles/tpm_intro.shtml)
6. Rohmat.H. (2022). Basic Tyre training. Modul 0, 15.
7. Rohmat.H. (2022). Skema Sertifikasi Ban Sesuai lampiran II Juknis 07/IKTA/PER/3/2016.