

**ANALISIS FAKTOR-FAKTOR YANG MEMPENGARUHI  
KERUSAKAN BAN PREMATUR PADA UNIT *LOADER* TERHADAP  
PRODUKTIVITAS TAMBANG BAWAH TANAH  
(Studi Kasus : PT Freeport Indonesia, Papua)**

**TESIS**



**OLEH :  
YERIS TABUNI  
NIM 22.111.003**

**PROGRAM STUDI MAGISTER TEKNIK INDUSTRI  
PEMINATAN MANAJEMEN INDUSTRI**

**INSTITUT TEKNOLOGI NASIONAL MALANG  
AGUSTUS  
2024**

**ANALISIS FAKTOR-FAKTOR YANG MEMPENGARUHI  
KERUSAKAN BAN PREMATUR PADA UNIT *LOADER* TERHADAP  
PRODUKTIVITAS TAMBANG BAWAH TANAH  
(Studi Kasus : PT Freeport Indonesia, Papua)**

**TESIS**

Diajukan kepada  
Institut Teknologi Nasional Malang  
Untuk Memenuhi Salah Satu Persyaratan Dalam  
Menyelesaikan Program Studi Magister Teknik Industri  
Peminatan Manajemen Industri

**OLEH :  
YERIS TABUNI  
NIM 22.111.003**

**PROGRAM STUDI MAGISTER TEKNIK INDUSTRI  
PEMINATAN MANAJEMEN INDUSTRI**

**INSTITUT TEKNOLOGI NASIONAL MALANG  
AGUSTUS  
2024**

## LEMBAR PENGESAHAN

Tesis oleh Yeris Tabuni, 22.111.003 ini telah diperiksa dan disetujui dalam ujian.

Malang, 19 Agustus 2024

Pembimbing I



( Ir. Fourry Handoko, ST., SS., MT., Ph.D., IPU., ASEAN.Eng )  
NIP.Y. 072.011.6103

Pembimbing II



( Prof. Dr. Ir. Julianus Hutabarat, MSIE )  
NIP. 101.850.0094

Mengetahui:

Institut Teknologi Nasional Malang  
Program Pascasarjana

PPs ITN Malang  
Direktur,

  
  
Prof. Dr. Ir. Lalu Mulyadi, MT.  
NIP.Y. 101.870.0153

Magister Teknik Industri  
Ketua Program Studi

  
  
Dr. Renny Septiari, ST., MT.  
NIP.P. 103.130.0468



PERKUMPULAN PERSEKUTUAN PENDIDIKAN SAINS DAN TEKNOLOGI NASIONAL MALANG  
**INSTITUT TEKNOLOGI NASIONAL MALANG**

FAKULTAS TEKNOLOGI INDUSTRI  
FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN  
PROGRAM PASCASARJANA MAGISTER TEKNIK

PT. BINA PENDIDIKAN NASIONAL  
Jl. Raya Kertosono No. 100  
Kertosono, Jember, Jawa Timur 60132

Kampus 1 : Jl. Bontomatene Sengkulu No. 2, Telo (0341) 881437 (Hunting), Fax: (0341) 883019 Malang 60145  
Kampus 2 : Jl. Raya Kertosono, Km. 2 Telo (0341) 417000 Fax: (0341) 417001 Malang

## BERITA ACARA UJIAN TESIS

### PROGRAM STUDI : MAGISTER TEKNIK INDUSTRI

Nama : Yoris Tabuni  
NIM : 22.111.003  
Jurusan : Teknik Industri  
Peminatan : Manajemen Industri  
Judul : Analisis Faktor-Faktor Yang Mempengaruhi Kerusakan Ban Prematur Pada Unit *Loader* Terhadap Produktivitas Tambung Bawah Tanah (Studi Kasus : PT Freeport Indonesia, Papua)

Dipertahankan dihadapan Tim Penguji Ujian Tesis Jenjang Program Studi Pasca Sarjana Magister Teknik (S2)

Pada hari : Senin  
Tanggal : 19 Agustus 2024  
Dengan Nilai : 76,78 (B+)

#### Panitia Ujian Tesis

##### KETUA

Ir. Fourry Handoko, ST, SS, MT, Ph.D, IPU  
NIP.Y. 072.011.6103

##### SEKRETARIS

Prof. Dr. Ir. Julianus H, MSIE  
NIP. 101.850.0094

##### Penguji 1

Ir. Fuad Achmadi, MSc., Ph.D  
NIP.Y 103.130.0471

##### Penguji 2

Dr. Prima Vitasari, S.IP., M.T.  
NIP. 103.120.0406

## **PERNYATAAN ORISINALITAS TESIS**

Dengan ini saya menyatakan bahwa dalam tesis ini tidak terdapat karya yang pernah diajukan untuk memperoleh gelar kesarjanaan di suatu Perguruan Tinggi dan tidak terdapat karya atau pendapat yang pernah ditulis atau diterbitkan oleh orang lain, kecuali yang diacu dalam tesis ini dan disebutkan dalam daftar pustaka.

Apabila ternyata didalam naskah tesis ini dapat dibuktikan terdapat unsur-unsur PLAGIASI, saya bersedia Tesis ini digugurkan dan gelar akademik yang telah saya peroleh (Magister Teknik) dibatalkan, serta diproses sesuai dengan peraturan perundang-undangan yang berlaku.

**Malang, 19 Agustus 2024**

**( Yeris Tabuni )  
NIM 22.111.003**

## KATA PENGANTAR

Kami ucapkan puji syukur Kehadirat Allah SWT yang telah memberikan anugerah-Nya, sehingga penyusun dapat menuntaskan tesis ini dengan judul : **Analisis Faktor-Faktor Yang Mempengaruhi Kerusakan Ban Prematur Pada Unit Loader Terhadap Produktivitas Tambang Bawah Tanah (Studi Kasus : PT Freeport Indonesia, Papua).**

Laporan tesis ini selain salah satu syarat akademis yang harus ditempuh oleh mahasiswa program pascasarjana, juga untuk menambah wawasan bagi penulis dan pembaca.

Melalui kesempatan ini, penulis ingin menyampaikan ucapan terima kasih kepada yang terhormat :

1. Bapak Awan Uji Krismanto, ST., MT., Ph.D., selaku Rektor Institut Teknologi Nasional Malang.
2. Bapak Prof. Dr. Ir. Lalu Mulyadi, MT., selaku Direktur Program Pascasarjana Institut Teknologi Nasional Malang.
3. Ibu Dr. Renny Septiari, ST., MT., selaku Ketua Program Studi Magister Teknik Industri, Institut Teknologi Nasional Malang.
4. Bapak Dr. Dimas Indra Laksamana, ST., MT., selaku Sekretaris Program Pascasarjana Institut Teknologi Nasional Malang.
5. Bapak Ir. Fourry Handoko, ST., SS., MT., Ph.D., IPU., ASEAN.Eng, selaku Dosen Pembimbing I.
6. Bapak Prof. Dr. Ir. Julianus Hutabarat, MSIE, Dosen Pembimbing II.
7. Bapak Ir. Fuad Achmadi, MSc., Ph.D dan Ibu Dr. Prima Vitasari, S.IP., MT selaku Dosen Penguji.
8. Bapak dan Ibu Dosen Magister Teknik Industri, Institut Teknologi Nasional Malang.
9. Bapak dan Ibu bagian administrasi Program Pasca Sarjana, Institut Teknologi Nasional Malang.

Tesis ini, penulis persembahkan untuk orang tua/bapak ibu, istri dan anak tercinta. Saran dan kritik yang sifatnya membangun dari berbagai pihak sangat

diharapkan guna kesempurnaan tesis ini dan dapat berguna bagi penelitian penelitian selanjutnya.

Akhirnya penulis mohon maaf kepada semua pihak yang terkait jika ada kesalahan kata atau perbuatan selama penulis belajar di Program Pascasarjana Institut Teknologi Nasional Malang dan semoga tesis ini dapat memberikan manfaat dalam menambah pengetahuan dan wawasan kepada kita semua. Amin.

**Malang, 19 Agustus 2024**

**( Yeris Tabuni)**

**NIM 22.111.003**

## **KATA PENGANTAR**

### **UCAPAN TERIMA KASIH KHUSUS**

Kami ucapkan puji syukur Kehadirat Tuhan Yesus yang telah memberikan anugerah-Nya, sehingga penyusun dapat menuntaskan tesis ini dengan judul : Analisis Faktor-Faktor Yang Mempengaruhi Kerusakan Ban Prematur Pada Unit Loader Terhadap Produktivitas Tambang Bawah Tanah (Studi Kasus : PT Freeport Indonesia, Papua). Pada kesempatan ini, dengan segala kerendahan hati, penulis ingin menyampaikan rasa terima kasih dan penghargaan yang setinggi-tingginya kepada:

1. Bapak Presiden Direktur PT. Freeport Indonesia, atas izin dan dukungan penuh yang telah diberikan kepada penulis untuk melanjutkan dan menyelesaikan studi Magister Teknik Industri (MTI) di Malang.
2. Bapak Kepala Teknik Tambang PT. Freeport Indonesia, atas dukungan, motivasi, dan segala fasilitas yang memungkinkan penulis untuk melaksanakan penelitian dan menyelaraskan kegiatan akademik dengan tugas profesional.
3. Bapak Kepala Divisi Operation Maintenance PT. Freeport Indonesia, atas arahan, bimbingan, dan kesempatan berharga untuk mendapatkan data serta wawasan praktis yang sangat relevan dan memperkaya substansi tesis ini.
4. Bapak Kepala Divisi Level Off Development (LOD) PT. Freeport Indonesia, atas segala dukungan moril maupun fasilitas yang telah diberikan, yang menjadi salah satu faktor penting dalam kelancaran proses penyelesaian studi S2 MTI di Malang.

Teristimewa, penulis menyampaikan penghargaan dan terima kasih yang tulus kepada: Seluruh Rekan Seperjuangan Magister Teknik Industri (MTI) ITN

Malang Angkatan 2022 dan Angkatan 2023 atas:

1. Dukungan, kebersamaan, dan rasa kekeluargaan yang terjalin selama masa perkuliahan, yang telah menciptakan suasana belajar yang suportif dan penuh semangat.

2. Diskusi, sharing ilmu, serta motivasi yang tak terhingga dalam menghadapi setiap tantangan akademik, terutama dalam proses pengumpulan data, analisis, dan penulisan tesis.

3. Bantuan dan support moril yang diberikan dari awal hingga akhir, yang menjadi energi tambahan bagi penulis untuk menyelesaikan studi S2 ini.

Kalian adalah bagian penting dari perjalanan akademik ini. Semoga kita semua sukses dalam karier dan kehidupan, serta terus menjalin silaturahmi.

Akhirnya penulis mohon maaf kepada semua pihak yang terkait jika ada kesalahan kata atau perbuatan selama penulis belajar di Program Pascasarjana Institut Teknologi Nasional Malang dan semoga tesis ini dapat memberikan manfaat dalam menambah pengetahuan dan wawasan kepada kita semua. Amin.

**Malang, 27 Agustus 2024**

**( Yeris Tabuni )**

**NIM 22.111.003**

## ABSTRAK

Yeris Tabuni, 2024. **Analisis Faktor-Faktor Yang Mempengaruhi Kerusakan Ban Prematur Pada Unit *Loader* Terhadap Produktivitas Tambang Bawah Tanah (Studi Kasus : PT Freeport Indonesia, Papua).** Tesis, Program Studi Teknik Industri, Program Pascasarjana ITN Malang, Pembimbing: (I) Ir. Fourry Handoko, ST., SS., MT., Ph.D., IPU., ASEAN.Eng (II) Prof. Dr. Ir. Julianus Hutabarat, MSIE.

Penelitian ini bertujuan untuk mengidentifikasi faktor-faktor yang berkontribusi terhadap kerusakan ban prematur dan menganalisis dampaknya terhadap pengeluaran PT Freeport Indonesia. PT. Freeport Indonesia, sebagai perusahaan tambang bawah tanah terbesar di Indonesia, menghadapi tantangan signifikan terkait kerusakan ban prematur pada unit produksi. Berdasarkan data kerusakan ban pada 114 unit yang beroperasi di area *DMLZ* dan *GBC*, tercatat masing-masing terdiri dari 23 unit *Truk AD60*, 47 unit *Loader LHD R1600*, dan 44 unit *Loader LHD R1700*. Sepanjang periode Januari hingga Desember 2023, terjadi sebanyak 2.463 kasus kerusakan ban pada unit produksi tersebut.

Metode penelitian yang digunakan adalah menggunakan metode kuantitatif dengan analisis regresi melalui perangkat lunak SPSS untuk mengetahui pengaruh faktor kerusakan terhadap pengeluaran perusahaan kemudian strategi usulan perbaikan dengan *brainstorming* dan FGD di 8 departemen terkait. Penelitian ini menggunakan teknik *sampling jenuh (census sampling)* karena jumlah populasi data masih terbatas dan dapat dianalisis secara menyeluruh. Populasi dalam penelitian ini adalah seluruh data *Tread Utilization Rate (TUR)* ban merek *Bridgestone* yang mengalami kerusakan prematur di PT Freeport Indonesia, dengan jumlah 453 data yang tercatat selama periode 12 bulan pada tahun 2023. Data diperoleh dari SAP PT Freeport Indonesia.

Hasil penelitian menunjukkan kerusakan ban prematur pada unit loader di tambang bawah tanah PT Freeport Indonesia disebabkan oleh *Puncture Steel*, *Rock Cut*, dan *Running Flat*, dengan hasil uji t menunjukkan ketiganya berpengaruh signifikan terhadap pengeluaran perusahaan. Kerusakan dominan *Rock Cut (X2)* diatasi melalui strategi *5M+E*: aspek *man* dengan pelatihan operator, penerapan SOP kecepatan, serta sistem reward–punishment; *machine* dengan perawatan suspensi, pengendalian beban, dan pemasangan TPMS; *material* dengan penggunaan ban sesuai spesifikasi, proteksi sidewall, serta evaluasi supplier; *method* melalui inspeksi harian, grading jalan terjadwal, dan sosialisasi SOP; serta *environment* dengan perbaikan jalan, peningkatan drainase, pembersihan batu loose, dan monitoring pascahujan.

**Kata Kunci :** Freeport Indonesia, Kerusakan *Ban Loader Prematur*, Tire, SPSS

## **ABSTRACT**

*Yeris Tabuni, 2024. **Analysis of Factors Affecting Premature Tire Damage on Loader Units on Underground Mine Productivity (Case Study: PT Freeport Indonesia, Papua)**. Thesis, Industrial Engineering Study Program, ITN Malang Graduate Program, Advisors: (I) Ir. Fourry Handoko, ST., SS., MT., Ph.D., IPU., ASEAN.Eng (II) Prof. Dr. Ir. Julianus Hutabarat, MSIE.*

*This study aims to identify factors contributing to premature tire damage and analyze its impact on PT Freeport Indonesia's expenses. PT Freeport Indonesia, as the largest underground mining company in Indonesia, faces significant challenges related to premature tire damage in its production units. Based on tire damage data from 114 units operating in the DMLZ and GBC areas, there were 23 AD60 trucks, 47 LHD R1600 loaders, and 44 LHD R1700 loaders. From January to December 2023, there were 2,463 cases of tire damage in these production units.*

*The research method used was quantitative analysis with regression analysis using SPSS software to determine the effect of damage factors on company expenses, followed by proposed improvement strategies through brainstorming and FGDs in 8 related departments. This study used a census sampling technique because the population data was still limited and could be analyzed comprehensively. The population in this study was all Bridgestone tire Tread Utilization Rate (TUR) data that experienced premature damage at PT Freeport Indonesia, with a total of 453 data points recorded during a 12-month period in 2023. The data was obtained from SAP PT Freeport Indonesia.*

*The results of the study show that premature tire damage in loader units in the underground mine of PT Freeport Indonesia is caused by Puncture Steel, Rock Cut, and Running Flat, with the t-test results showing that all three have a significant effect on company expenses. The dominant Rock Cut (X2) damage was overcome through the 5M+E strategy: the man aspect with operator training, implementation of speed SOPs, and a reward-punishment system; the machine aspect with suspension maintenance, load control, and TPMS installation; material through the use of tires according to specifications, sidewall protection, and supplier evaluation; method through daily inspections, scheduled road grading, and SOP socialization; and environment through road repairs, improved drainage, loose rock cleaning, and post-rain monitoring.*

*Keywords: Freeport Indonesia, Premature Loader Tire Damage, Tire, SPSS*

## DAFTAR ISI

|                                                                              | Halaman   |
|------------------------------------------------------------------------------|-----------|
| HALAMAN JUDUL .....                                                          | ii        |
| LEMBAR PERSETUJUAN .....                                                     | iii       |
| BERITA ACARA UJIAN TESIS .....                                               | iv        |
| PERNYATAAN ORISINALITAS TESIS .....                                          | v         |
| KATA PENGANTAR .....                                                         | vi        |
| ABSTRAK .....                                                                | viii      |
| <i>ABSTRACT</i> .....                                                        | ix        |
| DAFTAR ISI.....                                                              | x         |
| DAFTAR TABEL.....                                                            | xii       |
| DAFTAR GAMBAR .....                                                          | xiv       |
| <b>2.1 PT. Freeport Indonesia Papua .....</b>                                | <b>9</b>  |
| <b>2.2 Ban Alat Berat Pada Industri Pertambangan. ....</b>                   | <b>11</b> |
| <b>2.3 Umur Ban (Tire Life).....</b>                                         | <b>14</b> |
| <b>2.4 TUR (<i>Tread Utilization Rate</i>) .....</b>                         | <b>15</b> |
| <b>2.5 Penelitian Terdahulu.....</b>                                         | <b>17</b> |
| <b>3.1 Tempat dan Waktu Penelitian .....</b>                                 | <b>22</b> |
| <b>3.2 Data dan Sumber Data.....</b>                                         | <b>22</b> |
| <b>3.3 Populasi dan Sampel.....</b>                                          | <b>23</b> |
| <b>3.4 Diagram Alur Penelitian .....</b>                                     | <b>23</b> |
| <b>3.5 Teknik Analisis Data Statistik .....</b>                              | <b>26</b> |
| <b>3.5.1 Uji Normalitas skewness dan kurtosis.....</b>                       | <b>26</b> |
| <b>3.5.2 Uji Analisa Statistik Deskriptif.....</b>                           | <b>26</b> |
| <b>3.5.3 Uji Hipotesis Regresi Linear Berganda.....</b>                      | <b>27</b> |
| <b>4.1 Gambaran Umum, Visi dan Misi PT Freeport Indonesia .....</b>          | <b>29</b> |
| <b>4.2 Faktor-Faktor Kerusakan Ban Alat Berat PT Freeport Indonesia.....</b> | <b>32</b> |
| <b>4.3 Uji Normalitas skewness dan kurtosis.....</b>                         | <b>38</b> |
| <b>4.4 Uji data Statistik Descriptive.....</b>                               | <b>45</b> |
| <b>4.5 Uji Hipotesis Regresi Linear Berganda.....</b>                        | <b>46</b> |

|            |                                                |           |
|------------|------------------------------------------------|-----------|
| <b>4.6</b> | <b>Interprestasi Hasil Uji Hipotesis .....</b> | <b>52</b> |
| <b>4.7</b> | <b>Strategi Usulan Perbaikan.....</b>          | <b>54</b> |
| <b>5.1</b> | <b>Kesimpulan .....</b>                        | <b>65</b> |

## DAFTAR TABEL

| Tabel                                                                         | Halaman |
|-------------------------------------------------------------------------------|---------|
| 2-1 Penelitian Terdahulu .....                                                | 31      |
| 2-1 Penelitian Terdahulu (lanjutan) .....                                     | 32      |
| 2-2 Gap Penelitian terdahulu berdasarkan hubungan variabel dan metode .....   | 33      |
| 3-1 Data Sekunder .....                                                       | 35      |
| 3-2 Diagram Alur Penelitian .....                                             | 37      |
| 4-1 Data <i>System Application Program (SAP)</i> mengenai kerusakan ban ..... | 47      |
| 4-2 Nilai OTD, RTD dan <i>TUR</i> .....                                       | 49      |
| 4-3 Cara memilih uji normalitas data penelitian .....                         | 51      |
| 4-4 Seleksi pemilihan pengambilan data .....                                  | 53      |
| 4-5 Descriptive Statistic Variabel independen (X) .....                       | 59      |
| 4-6. Kerangka Hipotesis .....                                                 | 60      |
| 4-7. Coefficients <sup>a</sup> variabel puncture steel .....                  | 62      |
| 4-8. Coefficients <sup>a</sup> variabel <i>Rock Cut</i> .....                 | 63      |
| 4-9. Coefficients <sup>a</sup> variabel <i>Runnig Flat</i> .....              | 64      |
| 4-10. Coefficients <sup>a</sup> Perbandingan Variabel X1, X2, dan X3.....     | 66      |
| 4-11. Hasil FGD ( <i>Focus Group Discussion</i> ) .....                       | 75      |

## DAFTAR GAMBAR

| Gambar                                                          | Halaman |
|-----------------------------------------------------------------|---------|
| 1-1 Grafik Premature Tire Failure th. 2023 (per kejadian) ..... | 16      |
| 4-1 Diagram Pareto – faktor-faktor kerusakan ban .....          | 48      |
| 4-2 Histogram X1 ( <i>Puncture Steel</i> ) .....                | 54      |
| 4-3 Histogram X2 ( <i>Rock Cut</i> ) .....                      | 55      |
| 4-4 Histogram X3 ( <i>Running Flat</i> ) .....                  | 56      |
| 4-5 Histogram X1, X2,danX3 .....                                | 57      |
| 4-6 Model Summary .....                                         | 61      |
| 4-7. Perbandingan nilai t (kekuatan Signifikansi) .....         | 68      |
| 4-8. Foto <i>Puncture Steel</i> .....                           | 69      |
| 4-9. Foto <i>Runnnig Flat</i> .....                             | 71      |
| 4-10. Foto <i>Rock Cut</i> .....                                | 72      |
| 4-11. Fishbone <i>Rock Cut</i> .....                            | 73      |

