

## Optimalisasi *Head Truck Maintenance* untuk Meningkatkan *Availability* dan *Reliability* di PT. TPS

Regiyan Drinin Kawasugi, Devina Puspita Sari, Yugowati Praharsi

Program Studi Manajemen Bisnis, Jurusan Teknik Bangunan Kapal  
Politeknik Perkapalan Negeri Surabaya, Surabaya 60111

### Article Info

#### Article history:

Received  
26 Desember 2018

Accepted  
19 July 2019

#### Keywords:

Head truck  
Failure distribution  
Maintenance  
The inspection time interval  
The replacement time interval

### Abstract

PT TPS Surabaya is a company engaged in terminal handling, especially containers. In carrying out operational activities to transport containers from the dock to the company's container yard, it uses eighty head truck fleets. Operational activities for transporting containers are carried out 24 hours a day so that maintenance is needed. Therefore, the operational head trucks do not experience sudden damage and disrupt operations. The malfunction of the device can occur due to damage to the components in the device. The design of the component replacement and the inspection intervals on the components is needed to avoid sudden component damage. Calculation of interval replacement and component checking is done by calculating the damage distribution followed by searching for index of fit and goodness of fit using Minitab software. The result showed that the inspection time interval of 1091 hours for the air system and 398.45 hours for the transmission system components. Besides, the replacement time interval for the component of the air system is 62 hours and the transmission system is 124 hours after inspection.

## 1. PENDAHULUAN

PT. TPS adalah sebuah perusahaan yang bergerak pada kegiatan *terminal handling* khususnya petikemas. Perusahaan ini memiliki dermaga untuk tempat bersandarnya kapal yang akan melakukan proses bongkar muat serta terdapat *container yard* untuk penumpukan petikemas yang berasal dari proses bongkar muat dan menunggu antrian untuk dibawa keluar dari wilayah PT TPS oleh *truck* pengangkut peti kemas. *Head truck* ini beroperasi selama 24 jam yang terbagi menjadi tiga *shift*. Dari delapan puluh satu armada yang tersedia, enam puluh diantaranya harus siap beroperasi untuk melayani pengangkutan petikemas dari dermaga menuju *container yard* sedangkan dua puluh unit diantaranya disediakan untuk bersiap menggantikan armada yang mengalami kerusakan secara tiba-tiba atau tidak terduga ketika dalam kegiatan operasional.

PT. TPS belum menerapkan penjadwalan perawatan untuk mencegah terjadinya kerusakan pada *head truck* ketika sedang melakukan kegiatan operasional. Tujuan dari penjadwalan perawatan adalah untuk mengurangi jumlah kerusakan yang secara tiba-tiba ketika *head truck* sedang dalam kegiatan operasional.

Oleh karena itu, penelitian ini bertujuan untuk mengidentifikasi *head truck* mana yang merupakan *head truck* kritis, mengidentifikasi komponen mana yang menjadi komponen kritis pada *head truck*, mengetahui jarak interval waktu optimal pemeriksaan dan penggantian komponen kritis.

## 2. METODOLOGI

### 2.1 Observasi awal

Pengamatan yang dilaksanakan adalah dengan cara observasi langsung ke lapangan dan ikut serta kedalam kegiatan *maintenance* yang ada di *workshop* PT. TPS. Selain melakukan observasi langsung juga dilakukan wawancara dengan mekanik yang melakukan proses *maintenance*. Beberapa hal yang dibahas ketika wawancara adalah mengenai masalah yang terkait dengan kegiatan pemeliharaan seperti bagaimana *standard operational procedure* (SOP) ketika melakukan *maintenance* pada *head truck*, apa saja komponen yang diganti, apa yang harus dilakukan apabila menemukan komponen yang rusak tetapi belum waktunya diganti, dan sebagainya. *Knowledge sharing* juga dilakukan dengan pegawai PT TPS pada divisi *engineering*.

**2.2 Pengumpulan data**

Pengumpulan data yang dilakukan adalah dengan mengumpulkan data histori dari perusahaan dan data kerusakan *head truck* yang didapatkan dari perusahaan. Data yang didapatkan adalah data *monthly performance* dari setiap unit *head truck* dan *daily report* perbaikan *head truck*. Perusahaan ini mempunyai head truck sebanyak 80 unit, pada penelitian ini mengambil 5 unit head truck yang mempunyai frekuensi *breakdown* tertinggi.

**2.3 Penentuan komponen kritis**

Komponen kritis ditentukan dengan cara melihat frekuensi kerusakan beberapa komponen yang paling sering terjadi. Komponen kritis ditentukan dari komponen yang memiliki frekuensi kerusakan yang paling sering terjadi setelah dilakukan penyortiran pada *daily report* yang dimiliki oleh perusahaan diketahui bahwa yang menjadi komponen kritis pada kelima head truck diatas adalah komponen *air system* dengan frekuensi kerusakan 511 dan *transmission system* dengan frekuensi kerusakan 339.

**2.4 Perhitungan Time to Failure (TTF) dan Time to Repair (TTR)**

Setelah didapatkan komponen kritis pada *head truck*, langkah selanjutnya adalah menghitung *time to failure* dan *time to repair* pada setiap komponen kritis yang telah didapatkan. Nilai TBF diperoleh dengan menghitung selisih waktu selesai perbaikan dengan waktu terjadinya kerusakan berikutnya. Nilai TTR didapat dengan menghitung selisih waktu mulai terjadi kerusakan sampai dengan waktu selesai perbaikan kerusakan yang terjadi.

**2.5 Perhitungan MMTF dan MTTR**

Setelah mendapatkan parameter dari TTF dan TTR selanjutnya mencari nilai dari MMTF (*Mean Time to Failure*) dan MTTR (*Mean Time to Repair*). MMTF ini akan menunjukkan interval waktu saat komponen selesai diperbaiki sampai pada saat komponen tersebut mengalami kerusakan kembali sedangkan untuk MTTR adalah rata-rata waktu yang dibutuhkan untuk memperbaiki suatu komponen (Ebeling, 1997; Ariyanto, 2015; Praharsi et al., 2015).

MMTF Distribusi *Weibull* :

$$MTTF = \theta_{\tau} \left(1 + \frac{1}{\beta}\right) \dots\dots\dots(1)$$

MMTR Distribusi *Weibull* :

$$MTTR = \theta_{\tau} \left(1 + \frac{1}{\beta}\right) \dots\dots\dots (2)$$

**3. HASIL DAN PEMBAHASAN**

**3.1 Penentuan mesin kritis**

Data alat yang diambil merupakan data *head truck* yang beroperasi di PT TPS. Perusahaan ini mempunyai *head truck* sebanyak 80 unit, pada penelitian ini mengambil 5 unit *head truck* yang mempunyai frekuensi kerusakan tertinggi (Tabel 1). Pada Tabel 1, terlihat jenis HT 211 yang memiliki frekuensi kerusakan paling sering sebesar 83.

**Tabel 1.**

Frekuensi kerusakan mesin

| No Unit | Frekuensi Kerusakan |
|---------|---------------------|
| HT 211  | 83                  |
| HT 203  | 74                  |
| HT 193  | 72                  |
| HT 191  | 71                  |
| HT 205  | 63                  |
| Total   | 363                 |

Sumber : PT. TPS

**3.2 Penentuan komponen kritis**

Tabel 2 menyajikan frekuensi kerusakan komponen kritis. Berdasarkan 10 variabel kerusakan, diambil 1 jenis kerusakan yang tertinggi dengan persentase frekuensi kerusakan yang paling besar yaitu komponen *air system* dengan jumlah persentase 27,30 %.

**Tabel 2.**

Frekuensi Kerusakan Komponen Kritis dalam bulan Januari 2017 – Desember 2017

| No | Jenis Kerusakan             | Frekuensi Kerusakan | Presentase |
|----|-----------------------------|---------------------|------------|
| 1  | TROUBLE AIR SYSTEM          | 511                 | 27,30      |
| 2  | TROUBLE TRANSMISSION SYSTEM | 339                 | 18,11      |
| 3  | BAN                         | 207                 | 11,06      |
| 4  | TROUBLE ELECTRICAL SYSTEM   | 159                 | 8,49       |
| 5  | TROUBLE COOLANT SYSTEM      | 134                 | 7,16       |
| 6  | TAMBAH COOLANT              | 126                 | 6,73       |
| 7  | TAMBAH OIL ENGINE           | 101                 | 5,40       |
| 8  | BULB ROTARY                 | 100                 | 5,34       |
| 9  | TAMBAH OIL POWER STEERING   | 99                  | 5,29       |
| 10 | TROUBLE ENGINE SYSTEM       | 96                  | 5,13       |

### 3.3 Penentuan TTR dan TTF

Perhitungan *Time to repair* dan *Time to failure* pada komponen air system unit HT 211 dapat dilihat pada Tabel 3. Perhitungan ini digunakan untuk mengetahui berapa waktu perbaikan dan waktu ketika alat kembali mengalami kerusakan. Nilai TTR untuk komponen *air system* paling kecil terdapat pada tanggal 18 Mei 2017 yaitu 0,25 jam yang berarti bahwa perbaikannya memerlukan waktu kurang dari 30 menit. Nilai TTF yang terkecil terdapat pada tanggal 2 Juni 2017 yaitu 62,53 yang berarti komponen tersebut mengalami kerusakan setelah 62,53 jam beroperasi.

**Tabel 3.**  
Frekuensi Kerusakan Komponen Kritis dalam bulan Januari 2017 – Desember 2017

| Tanggal    | Time Start | Time Done | TTR (Jam) | TTF (Jam) |
|------------|------------|-----------|-----------|-----------|
| 14/01/2017 | 18.00.00   | 18.45.00  | 0,75      |           |
| 24/01/2017 | 01.00.00   | 04.00.00  | 3,00      | 198,25    |
| 10/02/2017 | 00.30.00   | 01.05.00  | 0,58      | 380,50    |
| 28/02/2017 | 13.00.00   | 14.00.00  | 1,00      | 417,91    |
| 06/03/2017 | 16.10.00   | 20.45.00  | 4,58      | 113,83    |
| 15/04/2017 | 00.15.00   | 00.45.00  | 0,50      | 915,50    |
| 07/05/2017 | 10.43.00   | 11.41.00  | 0,96      | 513,96    |
| 18/05/2017 | 08.00.00   | 08.15.00  | 0,25      | 236,31    |
| 30/05/2017 | 01.25.00   | 01.43.00  | 0,30      | 473,16    |
| 02/06/2017 | 16.15.00   | 17.00.00  | 0,75      | 62,53     |
| 11/06/2017 | 18.05.00   | 18.58.00  | 0,88      | 193,08    |
| 16/06/2017 | 02.30.00   | 04.00.00  | 1,50      | 79,53     |
| 03/07/2017 | 08.15.00   | 10.30.00  | 2,25      | 508,25    |
| 12/07/2017 | 08.20.00   | 10.30.00  | 2,25      | 189,83    |
| 02/08/2017 | 08.15.00   | 10.30.00  | 2,25      | 477,75    |
| 18/08/2017 | 15.00.00   | 17.00.00  | 2,00      | 364,50    |
| 17/09/2017 | 20.45.00   | 22.17.00  | 1,53      | 699,75    |
| 29/09/2017 | 14.10.00   | 14.30.00  | 0,33      | 255,88    |
| 14/10/2017 | 01.00.00   | 02.38.00  | 1,63      | 322,50    |
| 25/10/2017 | 09.38.00   | 10.14.00  | 0,60      | 247,00    |
| 10/11/2017 | 19.30.00   | 20.15.00  | 0,75      | 369,26    |
| 28/11/2017 | 17.15.00   | 18.15.00  | 1,00      | 405,00    |
| 07/12/2017 | 19.00.00   | 19.20.00  | 0,33      | 192,75    |
| 13/12/2017 | 12.09.00   | 12.31.00  | 0,36      | 112,81    |
| 30/12/2017 | 05.45.00   | 06.25.00  | 0,66      | 377,23    |

### 3.4 Penentuan distribusi kerusakan

Tahap berikutnya adalah mencari nilai parameter berdasarkan distribusi yang telah dipilih. Dengan mengetahui nilai parameter pada masing-masing komponen maka dapat dicari nilai *mean time to failure* dan nilai *mean time to repair* (Diana

dan Faizal, 2016; Frederik et al., 2013; Taufik dan Selly, 2015). Perhitungan *Index Of Fit* TTR dan TTF untuk komponen *Air System* sebagai berikut:

- $X_i = \ln(t_i) = \ln(ti) = -0,29$
- $F(t_i) = \frac{i-0,3}{n+0,4}, F(t_i) = \frac{1-0,3}{25+0,4} = 0,03$
- $Y_i = \ln \ln \left( \frac{1}{1-F(t_i)} \right), Y_i = \ln \ln \left( \frac{1}{1-0,03} \right) = -3,58$
- *r*weibull

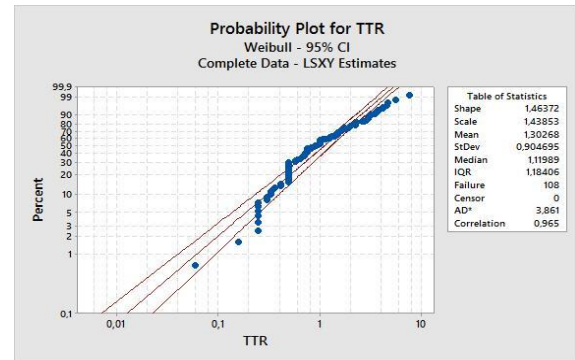
$$= \frac{n \sum_{i=1}^n x_i y_i - (\sum_{i=1}^n x_i)(\sum_{i=1}^n y_i)}{\sqrt{[n \sum_{i=1}^n x_i^2 - (\sum_{i=1}^n x_i)^2][n \sum_{i=1}^n y_i^2 - (\sum_{i=1}^n y_i)^2]}}$$

$$= \frac{(108 \times -2,57) - (-2,67 \times -59,02)}{\sqrt{[108 \times 83,38 - (-2,67)^2][108 \times 175,21 - (-59,02)^2]}}$$

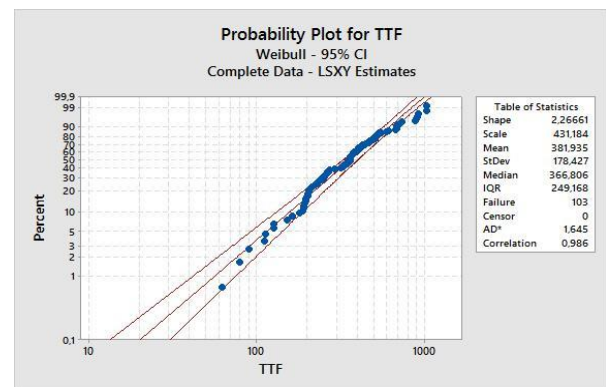
$$= 0,965$$

### 3.5 Goodness of fit TTR dan TTF air system

Dari Gambar 1 dan Gambar 2 diketahui untuk komponen *air system* dengan distribusi *weibull* memiliki nilai korelasi sebesar 0,965 dan nilai AD (*Anderson Darling*) sebesar 3,861 untuk nilai TTR sedangkan untuk nilai korelasi TTF memiliki nilai sebesar 0,986 dan nilai AD sebesar 1,648. Pola data yang dihasilkan dari kedua data mendekati garis lurus karena nilai korelasinya mendekati nilai 1.



**Gambar 1**  
Distribusi *Weibull* untuk TTR *Air System*



**Gambar 2**  
Distribusi *Weibull* untuk TTF *Air System*

**Tabel 4.**Perhitungan TTR Komponen *Air System* Distribusi *Weibull*

| No | Di   | $x_i = \ln(t_i)$ | $f(t_i)$ | $y_i(\ln \ln 1/1-f(t_i))$ | $x_i y_i$ | $x_i^2$ | $y_i^2$ |
|----|------|------------------|----------|---------------------------|-----------|---------|---------|
| 1  | 0,75 | -0,29            | 0,03     | -3,58                     | 1,03      | 0,08    | 12,80   |
| 2  | 3,00 | 1,10             | 0,07     | -2,67                     | -2,93     | 1,21    | 7,13    |
| 3  | 0,58 | -0,54            | 0,11     | -2,19                     | 1,19      | 0,30    | 4,78    |
| 4  | 1,00 | 0,00             | 0,15     | -1,85                     | 0,00      | 0,00    | 3,42    |
| 5  | 4,58 | 1,52             | 0,19     | -1,59                     | -2,41     | 2,32    | 2,52    |

**Tabel 5.**Perhitungan TTF Komponen *Air System* Distribusi *Weibull*

| No | $t_i$  | $x_i(\ln(t_i))$ | $f(t_i)$ | $y_i(\ln \ln(1 - f(t_i)))$ | $x_i y_i$ | $x_i^2$ | $y_i^2$ |
|----|--------|-----------------|----------|----------------------------|-----------|---------|---------|
| 1  | 198,25 | 5,29            | 0,03     | -3,54                      | -18,71    | 27,98   | 12,51   |
| 2  | 380,50 | 5,94            | 0,07     | -2,63                      | -15,61    | 35,30   | 6,91    |
| 3  | 417,91 | 6,04            | 0,11     | -2,14                      | -12,94    | 36,42   | 4,59    |
| 4  | 113,83 | 4,73            | 0,15     | -1,81                      | -8,55     | 22,42   | 3,26    |
| 5  | 915,50 | 6,82            | 0,19     | -1,54                      | -10,52    | 46,51   | 2,38    |

**Tabel 6.**Perhitungan Interval Waktu Penggantian *Air System*

| $T_p$ (Jam) | $R(t_p)$ | $F(t_p)$ | $M(t_p)$ | $D(t_p)$ |
|-------------|----------|----------|----------|----------|
| 63          | 0,3898   | 0,6102   | 606,8863 | 0,001646 |
| 163         | 0,3446   | 0,6554   | 565,0320 | 0,001768 |
| 263         | 0,3264   | 0,6736   | 549,7654 | 0,001818 |
| 363         | 0,3121   | 0,6879   | 538,3370 | 0,001856 |
| 463         | 0,3016   | 0,6984   | 530,2434 | 0,001884 |
| 563         | 0,2946   | 0,7054   | 524,9816 | 0,001903 |
| 663         | 0,2878   | 0,7122   | 519,9691 | 0,001922 |
| 763         | 0,2810   | 0,7190   | 515,0515 | 0,001940 |
| 863         | 0,2743   | 0,7257   | 510,2963 | 0,001958 |
| 963         | 0,2710   | 0,7290   | 507,9863 | 0,001967 |
| 1063        | 0,2677   | 0,7323   | 505,6971 | 0,001976 |

**Tabel 7.**Perhitungan Interval Waktu Pemeriksaan Komponen *Air System*

| Komponen          | Frekuensi kerusakan | MTTR (Jam) | Interval waktu pemeriksaan (Jam) | $D(n)$ |
|-------------------|---------------------|------------|----------------------------------|--------|
| <i>Air System</i> | 108                 | 5,91       | 1091                             | 0.2234 |

### 3.6 Perhitungan Interval Waktu Penggantian Komponen (berdasarkan umur penggantian)

Hasil perhitungan interval waktu penggantian Air System disajikan pada Tabel 6.

- $T_p = 63$  jam
- $MTTF = 370,322$  jam
- $MTTR = 5,91$  jam
- $s = 8,33$
- $t_{med} = 5,751$

### 3.7 Perhitungan Interval Waktu pemeriksaan komponen kritis

Perhitungan Interval Waktu Pemeriksaan Komponen Air System disajikan pada Tabel 7. Berikut perhitungan interval yang dilakukan pada komponen air system :

- Data yang diperlukan dalam perhitungan interval pemeriksaan.
  - Frekuensi kerusakan = 108 kali
  - Periode penelitian = 12 bulan
  - MTTR = 5,91 jam
  - Rata-rata jam kerja/bulan =  $(24 \times 30) = 720$
- Tahapan perhitungan

- $k = \frac{\text{frekuensi kerusakan}}{\text{periode penelitian}} = \frac{108}{12} = 9$
- waktu rata-rata penggantian  
 $= \frac{\text{MTTR}}{\text{jam kerja/bulan}} = \frac{5,91}{720} = 0,00821$
- $\mu = \frac{1}{\text{waktu rata-rata penggantian}} = \frac{1}{121,803}$
- rata-rata waktu pemeriksaan  
 $= \frac{\text{waktu rata-rata penggantian}}{\text{waktu minimal penggantian}} = 0,169$
- $i = \frac{1}{\text{rata-rata wkt pemeriksaan}} = 5,92$
- $n = \sqrt{\frac{k \times i}{\mu}} = \sqrt{\frac{9 \times 5,92}{121,803}} = 0,66$
- interval waktu pemeriksaan  
 $= \frac{\text{jam kerja/bulan}}{n} = \frac{720}{0,66} = 1091$
- $D(n) = \frac{k}{n \times \mu} + \frac{n}{i}$   
 $= \frac{9}{0,66 \times 121,803} + \frac{0,66}{5,92} = 0,2234$

Tabel 7 menunjukkan hasil rekapitulasi perhitungan interval waktu pemeriksaan komponen. Untuk komponen air system waktu pemeriksaan yang optimal adalah 1091 jam.

### 3.8 Analisis Biaya Penggantian Komponen

Analisis ini digunakan untuk mengetahui biaya yang diperlukan apabila menerapkan preventive maintenance dengan menggunakan

interval waktu pemeriksaan dan penggantian komponen. Biaya Penggantian Komponen Air System, sbb :

1. Waktu interval pemeriksaan adalah 1091 jam atau 45 hari hasil ini dapat dilihat pada Tabel 3.7 sedangkan untuk waktu interval penggantian adalah sebesar 63 jam atau 3 hari hasil ini dapat dilihat pada Tabel 3.6.

2. Perhitungan biaya penggantian komponen air system adalah sebagai berikut :

Waktu penggantian = 1091 jam + 63 jam = 1154 jam ( 48 hari )

Jumlah penggantian per tahun = 365 hari / 48 hari = 8 kali / tahun

Biaya penggantian per tahun = Rp 1.200.000,00 x 8 = Rp 9.600.000,00

Kesimpulannya adalah untuk preventive maintenance pada komponen air system sebaiknya dilakukan penggantian sebanyak 8 kali dalam satu tahun dengan biaya sebesar Rp 9.600.000,00 untuk biaya komponennya.

### 3.9 Analisis Resiko

Untuk komponen air system apabila tidak dilakukan penggantian bisa saja mengakibatkan sistem pengereman pada head truck mengalami gangguan karena sistem pengereman pada head truck menggunakan sistem rem angin, air system merupakan sistem pendukung dari pengereman pada head truck.

## 4. KESIMPULAN

Hasil pengolahan data breakdown alat di PT. Terminal Petikemas Surabaya, dengan menggunakan persentase frekuensi breakdown tertinggi maka terdapat lima alat yang menjadi mesin kritis yaitu HT 211, HT 203, HT 193, HT 191, HT 205. Dari hasil pengolahan data persentase frekuensi kerusakan pada head truck didapatkan dua komponen yang memiliki frekuensi kerusakan tpling seing yaitu komponen air system yaitu sebesar 511. Untuk meningkatkan availability dan reability dari 5 komponen head truck tersebut, maka dapat dilakukan dengan cara menentukan hasil Interval waktu pemeriksaan untuk komponen air system dan penggantian komponen air system sebagai langkah preventif yang bisa dilakukan perusahaan. Hasil interval waktu pemeriksaan untuk komponen air system adalah 1091 jam atau 46 hari. Sedangkan hasil Interval waktu terbaik untuk melakukan penggantian komponen kritis pada komponen air system adalah setiap 62 jam setelah dilakukan pemeriksaan. Dari hasil perhitungan interval waktu penggantian komponen kritis didapatkan biaya penggantian untuk masing-masing komponen kritis adalah sebesar Rp 9.600.000,00 untuk komponen air system.

## 5. DAFTAR PUSTAKA

1. Ariyanto, B. 2015. Analisis penggantian komponen mesin *tube splicing* dan mesin *tube curing* dengan distribusi Weibull dan perhitungan efisiensi biaya di PT Gajah Tunggal TBK. *Jurnal MIX*, 5 (1): 70-89.
2. Diana., P & Faizal M. 2016. Evaluasi manajemen perawatan dengan metode *Reliability Centered Maintenance (RCM)* II pada mesin blowing I di Plant I PT. Pisma Putra Textile. *Jurnal Teknik Industri*, 11(2): 73-80.
3. Ebeling, C. E. 1997. *An Introduction to Reliability and Maintainability Engineering*. The McGraw-Hill, New York.
4. Frederik., D, Sudjito, S & Rudy, S. 2013. Optimalisasi Sistem Perawatan Dan Perbaikan Terencana Mesin Produksi Berdasarkan Analisa Keandalan Pada Pltd Hatiwe Kecil Kota Ambon. *Jurnal Rekayasa Mesin*, 14 (2): 141-146.
5. Praharsi., Y, Kumala, I & Maya, D. 2015. Perancangan penjadwalan *preventive maintenance* pada PT. Artha Prima Sukses Makmur. *Jurnal Teknik Industri*, 14(1): 59-65.
6. Taufik & Selly, S. 2015. Penentuan interval waktu perawatan komponen kritis pada mesin turbin di PT PLN (Persero) Sektor Pembangkit Ombilin. *Jurnal Optimasi Sistem Industri*, 14(2): 238-258.