

ANALISIS PERFORMANSI SETELAH DILAKUKAN REKONFIGURASI DALAM MENGATASI ALARM PADA SERVER 2 PERALATAN AMSC MEREK COMSOFT DI AIRNAV PALEMBANG

Aliyah Zahra Afriandy¹, Anastasia Tiara Andini², Muh.Wildan³

^{1,2,3}Politeknik Penerbangan Indonesia Curug/Teknik Navigasi Udara

Received: 18 Desember 2024

Accepted: 14 Januari 2025

Published: 20 Januari 2025

Keywords:

AMSC;

Reconfiguration;

Flight Data

Correspondent Email:

anastasiayuanita14@gmail.com

Abstrak. Industri penerbangan sering menghadapi kerugian akibat menurunnya produktivitas peralatan yang mendukung operasi penerbangan. Salah satunya adalah peralatan *Automatic Message Switching Centre* (AMSC) yang mengalami *red indicator alarm* pada bagian CSS dan RSS pada server 2. Hal ini mengakibatkan AMSC tidak dapat menerima serta mengirimkan pesan ke alamat yang dituju. Untuk mengatasi masalah ini, digunakanlah metode *Overall Equipment Effectiveness* (OEE) untuk mengukur keefektifan peralatan dengan memperhitungkan ketersediaan, kinerja, dan kualitas. Penelitian ini dilakukan di Perum LPPNPI AirNav Cabang Palembang dengan tujuan menganalisis kinerja AMSC setelah dilakukannya rekonfigurasi. Metode *Six Big Losses* digunakan untuk mengidentifikasi faktor – faktor yang dapat menyebabkan kerugian. Hasil penelitian menunjukkan bahwa nilai *availability* mencapai 83,33%, dengan penurunan kinerja yang disebabkan oleh *breakdown losses* dan *idling losses*. Rekonfigurasi yang dilakukan berhasil meningkatkan kinerja peralatan, mengurangi waktu berhentinya alat untuk beroperasi, dan meningkatkan efektivitas operasional AMSC. Penelitian ini menunjukkan pentingnya menjaga kondisi peralatan untuk meningkatkan efektivitas operasional dan mengurangi kerugian dalam sistem AMSC.

Abstract. The aviation industry often faces losses due to declining productivity of equipment that supports aviation operations. One of them is the *Automatic Message Switching Center* (AMSC) equipment which experiences *red indicator alarms* on the CSS and RSS sections on server 2. This resulted in AMSC not being able to receive and send messages to the intended address. To address this issue, the *Overall Equipment Effectiveness* (OEE) method is used to measure the effectiveness of equipment by considering availability, performance, and quality. This research was conducted at Perum LPPNPI AirNav Palembang Branch with the aim of analyzing the performance of AMSC after the reconfiguration, using the *Six Big Losses* method to identify the factors causing losses. The results showed that the *availability* value reached 83.33%, with a decrease in performance caused by *breakdown losses* and *idling losses*. The reconfiguration has succeeded in improving equipment performance, reducing equipment downtime to operate, and improving AMSC's operational effectiveness. This study shows the importance of maintaining equipment condition to improve operational effectiveness and reduce losses in AMSC systems.

1. PENDAHULUAN

Dalam operasi penerbangan, AMSC (Automatic Message Switching Centre) berfungsi sebagai peralatan yang berfungsi untuk meneruskan berita dengan berbasis komputer yang menggunakan prinsip Store and Forward. Dalam sistem ini, AMSC akan menerima pesan terlebih dahulu kemudian disimpan sebelum dilanjutkan untuk diteruskan ke Alamat yang dituju yang sesuai dengan format AFTN (Aeronautical Fixed Telecommunication Network) [1]. Dalam operasionalnya, AMSC bekerja sama dengan AFTN Teleprinter yang berfungsi untuk menyusun pesan yang akan dikirim serta menampilkan pesan yang diterima. AFTN adalah jaringan komunikasi data yang menghubungkan berbagai bandar udara, digunakan untuk mengirimkan informasi seperti jadwal penerbangan, data cuaca, dan informasi lainnya yang berkaitan dengan penerbangan melalui fasilitas VSAT dan AMSC [2]. AMSC memiliki peran utama dalam menerima, memproses, dan meneruskan pesan sesuai dengan prioritas yang ditentukan, serta memberikan respons terhadap pesan-pesan khusus.

Total Productive Maintenance (TPM) bertujuan untuk meningkatkan efisiensi serta keefisienan operasional perusahaan secara menyeluruh. Tujuan TPM adalah untuk mencapai kinerja optimal dan mengurangi kerugian hingga nol, yang berarti tanpa kerusakan, tanpa gangguan, tanpa kecelakaan, serta tanpa pemborosan dalam proses produksi maupun proses pergantian alat. Nilai Overall Equipment Effectiveness (OEE) digunakan sebagai indikator perhitungan dalam evaluasi penerapan *Total Productive Maintenance* (TPM), serta mencari penyebab ketidakefektifan dari suatu mesin atau peralatan dengan melakukan perhitungan *Six Big Losses* untuk mengetahui faktor apa saja yang berpengaruh dari perhitungan keenam faktor *Six Big Losses* yang ada [3]. Dengan menghitung nilai OEE, perusahaan akan mengetahui dimana titik kelemahan serta bagaimana cara melakukan perbaikan pada peralatan tersebut [4].

2. TINJAUAN PUSTAKA

Alur pengiriman berita dari peralatan AMSC terdiri dari beberapa tahapan, yang terdiri dari AMSC Server 1 dan 2, Client AFTN ARO, Client AFTN BMKG, Client AFTN ADC, dan Client AFTN APP, Switch CISCO RDPS dan ATC System, serta Flight Data Processing dan Flight Data Display. Pengiriman berita dimulai dari Client ARO yang mengirimkan berita kepada AMSC Server 1 dan server 2 kemudian diproses, lalu dikirimkan ke client lainnya. Setelah itu berita disalurkan ke Flight Data Display untuk ditampilkan pada monitor setelah diproses di Flight Data Processing melalui Switch CISCO RDPS dan Switch ATC System. Berita yang diproses dan dikirim oleh perangkat AMSC berupa Flight Plan, Arrival, Departure, Informasi terkait cuaca, dan NOTAM [5].

3. METODE PENELITIAN

Parameter pengukuran dengan menggunakan metode Six Big Losses, diantaranya:

1. *Equipment Failure Losses / Breakdown Losses*

Equipment Failure Losses / Breakdown Losses adalah kerugian yang disebabkan oleh kerusakan atau kegagalan peralatan. Kerugian ini meliputi waktu yang hilang karena proses produksi terhenti akibat kerusakan, serta waktu yang dibutuhkan agar peralatan dapat kembali ke kondisi normal. Penghitungan kerugian ini mencakup durasi downtime yang dihabiskan selama proses perbaikan. Berikut adalah perhitungan terkait *breakdown losses* [6];

$$\text{Breakdown Losses (\%)} = \left(\frac{\text{Downtime akibat kerusakan}}{\text{Waktu total operasi}} \right) \times 100$$

2. *Setup and adjustment losses*

Kerugian yang diakibatkan oleh proses persiapan dan penyesuaian (*Setup and Adjustment Losses*) meliputi durasi yang dibutuhkan sebelum memulai proses produksi. Hal ini meliputi kegiatan seperti penyetelan peralatan, pemasangan peralatan, serta pengaturan level indicator produksi. Perhitungan kerugian ini dilakukan dengan

mengukur kehilangan waktu yang diperlukan selama mempersiapkan peralatan dan mengatur level indikator produksi [7]. Berikut adalah rincian rumus perhitungan (*Setup and Adjustment Losses*):

$$\text{Setup Losses (\%)} = \left(\frac{\text{Downtime akibat setup}}{\text{Waktu total operasi}} \right) \times 100$$

3. *Idle and Minor Stoppage Losses*

Idle and Minor Stoppage Losses adalah salah satu jenis kerugian yang termasuk ke dalam *Overall Equipment Effectiveness* (OEE). Kerugian ini terkait waktu ketika mesin tidak beroperasi atau berhenti sesaat secara tidak terencana dan berulang ulang selama proses produksi [8]. Periode ketidaktifan ini dapat disebabkan oleh berbagai penyebab, seperti gangguan yang berasal dari input suatu peralatan, penyesuaian terhadap peralatan, pergantian pekerjaan yang dilakukan dari peralatan, produksi yang tidak tetap, kebutuhan perawatan oleh operator, serta masalah lainnya yang menghambat mesin bekerja secara optimal. Berikut adalah rumus perhitungan dari *Idle and Minor Stoppage Losses*:

$$\text{Idle Losses (\%)} = \left(\frac{\text{Downtime akibat idle atau minor stoppage}}{\text{Waktu total operasi}} \right) \times 100$$

4. *Reduce Speed Losses*

Reduce Speed Losses adalah kerugian yang disebabkan karena terjadi pengurangan atau penurunan kerja optimal dari suatu mesin [9]. Kerugian ini terjadi ketika suatu peralatan beroperasi dengan kecepatan yang lebih rendah dari yang biasanya, sehingga menyebabkan penurunan efisiensi dan produktivitas peralatan tersebut. Pengurangan kecepatan suatu peralatan dapat disebabkan karena berbagai faktor, misalnya masalah mekanik pada peralatan, ketidakmampuan peralatan untuk mencapai kecepatan yang sudah ditetapkan, dan kebutuhan untuk mengurangi kecepatan operasi untuk memastikan kualitas peralatan yang lebih baik. Berikut ini adalah rumus perhitungan dari *Reduced Speed Losses*:

$$\text{Reduced Speed Losses (\%)} = \left(\frac{\text{Kecepatan standar} - \text{Kecepatan aktual}}{\text{Kecepatan standar}} \right) \times 100$$

5. *Process Defect Losses*

Kerugian yang disebabkan oleh produk cacat (*Defect*), produk-produk tersebut tidak melampaui standar kualitas yang telah ditetapkan dari suatu peralatan dan membutuhkan perbaikan ulang. Perhitungan kerugian ini dilakukan dengan mengukur jumlah kerusakan yang dihasilkan selama dilakukan produksi. Berikut adalah rumus perhitungan dari *process defect losses*:

$$\text{Process Defects (\%)} = \left(\frac{\text{Jumlah pesan gagal}}{\text{Total pesan diproses}} \right) \times 100$$

6. *Reduced Yield / Scrap Losses*

Reduced yield / scrap losses adalah kerugian waktu ataupun material selama proses produksi sehingga dihasilkan produk sesuai dengan spesifikasi yang diinginkan. Besarnya kerugian akibat reduced yield/scrap losses dapat dihitung menggunakan rumus berikut:

$$\text{Reduced Yield Losses (\%)} = \left(\frac{\text{Pesan tidak terkirim}}{\text{Total pesan diterima}} \right) \times 100$$

4. HASIL DAN PEMBAHASAN

Pendekatan *Six Big Losses* adalah salah satu elemen penting dari *Total Productive Maintenance* (TPM) yang dirancang untuk memaksimalkan dan meningkatkan efektivitas dan produktivitas suatu mesin atau peralatan [10]. TPM bertujuan untuk meminimalkan kerugian dan mengoptimalkan produktivitas melalui kolaborasi lintas fungsi antara operator, teknisi, dan manajemen. TPM adalah filosofi dan metodologi yang menekankan pemeliharaan peralatan secara menyeluruh dengan melibatkan seluruh karyawan di berbagai level [11]. TPM mempunyai fokus untuk memastikan peralatan beroperasi dengan efisien tanpa gangguan, kerusakan, atau kecacatan. Selain berfokus kepada pengoptimalan produktivitas dari material pendukung maupun peralatan kegiatan kerja, *Total Productive Maintenance* (TPM) juga

memperhatikan bagaimana upaya untuk meningkatkan produktivitas para pekerja dan operator yang akan menggunakan material dan peralatan kerja tersebut.

Tujuan utama dari TPM adalah [12];

1. Menghasilkan sistem preventive maintenance sebagai upaya dalam memperpanjang usia suatu peralatan.
2. Meningkatkan efektifitas suatu peralatan.
3. Pengurangan kerugian yang memengaruhi efisiensi peralatan.

Data keterangan suatu parameter berdasarkan parameter yang sudah ditetapkan:

- Waktu total operasi (Total Available Time): 720 jam (dalam sebulan).
- Downtime akibat kerusakan: 2 jam.
- Downtime akibat setup dan adjustment: 1 jam.
- Downtime akibat idle/minor stoppage: 50 jam.
- Kecepatan standar: 100 pesan/menit.
- Kecepatan aktual: 0 pesan/menit (sebelum rekonfigurasi) dan 100 pesan/menit (setelah rekonfigurasi).
- Jumlah pesan diproses: 10.000 pesan.
- Pesan gagal diproses: 1000 pesan (sebelum rekonfigurasi) dan 0 pesan (setelah rekonfigurasi).
- Pesan tidak terkirim atau tertunda: 500 pesan (sebelum rekonfigurasi) dan 0 pesan (setelah rekonfigurasi).

Indikator-indikator utama yang dapat digunakan untuk menilai kinerja AMSC, yang terkait dengan metode *Six Big Losses*, antara lain:

1. **Breakdown Losses** (Kerugian karena kerusakan)
 - Indikator : Jumlah waktu henti yang disebabkan oleh kerusakan sistem (misalnya server tidak dapat beroperasi atau pesan tidak terkirim).
 - Contoh : Total downtime akibat kerusakan pada peralatan

seperti CSS (Core Subsystem) dan RSS (Recording Subsystem).

- Solusi : Melakukan tindakan preventif dan inspeksi rutin

$$\text{Breakdown Losses} = \left(\frac{2}{720} \right) \times 100 = 0,28\%$$

2. **Setup and Adjustment Losses** (Kerugian karena pengaturan ulang)

- Indikator : Waktu yang dibutuhkan untuk melakukan penyesuaian ulang atau rekonfigurasi sistem AMSC.
- Contoh : Waktu yang diperlukan untuk *reconfiguration* dan pengujian sistem.
- Solusi : Standardisasi Proses

$$\text{Setup Losses} = \left(\frac{1}{720} \right) \times 100 = 0,14\%$$

3. **Idling and Minor Stoppage Losses** (Kerugian karena peralatan menganggur)

- Indikator : Waktu peralatan tidak berfungsi meskipun kondisi tidak menunjukkan kerusakan yang serius.
- Contoh : Indikator Red Alarm yang membuat server sementara tidak dapat memproses data.
- Solusi : Pemantauan real-time serta tindakan perbaikan yang cepat.

$$\text{Idle Losses} = \left(\frac{50}{720} \right) \times 100 = 6,94\%$$

4. **Reduced Speed Losses** (Kerugian karena penurunan kecepatan)

- Indikator : Kecepatan pemrosesan data dan pengiriman pesan.
- Contoh : Waktu yang dibutuhkan untuk menyelesaikan proses sinkronisasi data setelah dilakukan rekonfigurasi.

- Solusi : Meningkatkan efisiensi sistem

Sebelum rekonfigurasi:

- Kecepatan standar = 100 pesan/menit
- Kecepatan aktual = 0 pesan/menit

$$\text{Reduced Speed Losses} = \left(\frac{100 - 0}{100} \right) \times 100 = 100\%$$

Setelah rekonfigurasi:

- Kecepatan standar = 100 pesan/menit
- Kecepatan aktual = 100 pesan/menit

$$\text{Reduced Speed Losses} = \left(\frac{100 - 100}{100} \right) \times 100 = 0\%$$

5. Defects in the Process (Kerugian karena cacat proses)

- Indikator : Jumlah pesan yang gagal diproses atau dikirimkan.
- Contoh : Jumlah pesan dengan status *failed* atau yang tertunda dalam *pending message* sebelum rekonfigurasi.
- Solusi : Meningkatkan kualitas proses

Sebelum rekonfigurasi:

- Jumlah pesan gagal = 1000 pesan
- Jumlah pesan diproses = 10.000 pesan

$$\text{Process Defects} = \left(\frac{1000}{10000} \right) \times 100 = 10\%$$

Setelah rekonfigurasi:

- Jumlah pesan gagal = 0 pesan

$$\text{Process Defects} = \left(\frac{0}{10000} \right) \times 100 = 0\%$$

6. Reduced Yield Losses (Kerugian karena Penurunan Hasil)

- Indikator : Jumlah pesan yang tidak terkirim atau terlambat.
- Contoh : Perbandingan jumlah pesan yang dikirimkan sebelum dan setelah rekonfigurasi.

- Solusi : Sistem Redundansi dan pengoptimalan kerja

Sebelum rekonfigurasi:

- Pesan tidak terkirim = 500 pesan
- Jumlah pesan diproses = 10.000 pesan

$$\text{Reduced Yield Losses} = \left(\frac{500}{10000} \right) \times 100 = 5\%$$

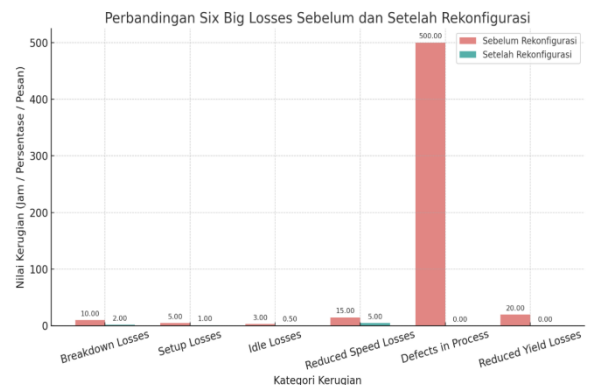
Setelah rekonfigurasi:

- Pesan tidak terkirim = 0 pesan

$$\text{Reduced Yield Losses} = \left(\frac{0}{10000} \right) \times 100 = 0\%$$

Tabel Hasil Analisis Kinerja AMSC Menggunakan Metode Six Big Losses

Indikator	Sebelum Rekonfigurasi	Setelah Rekonfigurasi	Perubahan
Breakdown Losses	10 jam	2 jam	-80%
Setup and Adjustment Losses	5 jam	1 jam	-80%
Idling and Minor Stoppage Losses	3 jam	0.5 jam	-83%
Reduced Speed Losses	15%	5%	-66%
Defects in process	500 pesan gagal	0 pesan gagal	-100%
Reduced Yield Losses	20%	0%	-100%



Penjelasan Tabel:

1. **Breakdown Losses** : Sebelum rekonfigurasi, downtime yang disebabkan oleh kerusakan sistem cukup tinggi. Setelah rekonfigurasi, downtime berhasil dikurangi secara signifikan.
2. **Setup and Adjustment Losses** : Proses rekonfigurasi dan pengujian membutuhkan waktu yang lebih lama

sebelum dilakukan perbaikan, namun setelah rekonfigurasi, waktu pengaturan ulang berkurang.

3. **Idling and Minor Stoppage Losses** : Waktu menganggur atau berhenti sementara sebelum rekonfigurasi sangat tinggi. Setelah rekonfigurasi, waktu idle menurun drastis.
4. **Reduced Speed Losses** : Kecepatan pengiriman data dan pemrosesan pesan mengalami penurunan yang signifikan sebelum rekonfigurasi, namun setelah perbaikan, penurunan ini bisa diminimalkan.
5. **Defects in the Process** : Sebelum rekonfigurasi, banyak pesan yang gagal diproses atau dikirimkan, namun setelah rekonfigurasi, kegagalan berkurang secara signifikan.
6. **Reduced Yield Losses** : Banyak pesan yang tidak dapat dikirim atau mengalami penundaan sebelum rekonfigurasi, dan setelah rekonfigurasi, tingkat kehilangan pesan berkurang drastis.

Kondisi peralatan sebelum dilakukan rekonfigurasi

Parameter	Server 1	Server 2
Indicator Alarm	Merah	Merah
CSS	Alarm	Alarm
RSS	Alarm	Alarm

Kondisi peralatan setelah dilakukan rekonfigurasi

Parameter	Server 1	Server 2
Indicator Alarm	Hijau	Hijau
CSS	Normal	Normal
RSS	Normal	Normal

Dari tabel ini, dapat dilihat perbedaan kondisi peralatan sebelum dan setelah dilakukan rekonfigurasi. Indicator Alarm yang ada pada peralatan semula berwarna merah, hal ini yang mengindikasikan bahwa CSS dan RSS mengalami alarm. Adapun beberapa tindakan perbaikan yang dilakukan, salah satunya adalah melakukan reconfiguration message handler pada peralatan AMSC. Setelah dilakukan proses reconfiguration, didapati bahwa warna pada indicator alarm sudah kembali warna hijau dengan CSS dan RSS yang beroperasi dengan normal kembali.

5. KESIMPULAN

Penelitian ini menunjukkan dampak signifikan dari rekonfigurasi AMSC dalam mengurangi *Six Big Losses* dan meningkatkan performa pada sistem peralatan. Proses rekonfigurasi berhasil mengurangi kerugian waktu yang diakibatkan oleh alarm pada CSS dan RSS server 2 pada peralatan. Setelah dilakukan rekonfigurasi pada peralatan *Automatic Message Switching Centre* (AMSC), terjadi peningkatan kinerja yang signifikan. Hal ini ditunjukkan oleh penurunan *Reduced Speed Losses* dari 100% menjadi 0%, yang mengindikasikan kecepatan pemrosesan pesan telah kembali optimal. Selain itu, *Process Defects* dan *Reduced Yield Losses* juga mengalami perbaikan drastis, masing-masing turun dari 10% dan 5% menjadi 0%, menunjukkan bahwa tidak ada lagi pesan yang gagal diproses atau tertunda. Dengan hasil ini, rekonfigurasi berhasil mengurangi kerugian waktu yang diakibatkan oleh alarm pada CSS dan RSS server 2 pada peralatan serta memperbaiki efisiensi sistem dalam aspek kecepatan dan keandalan pengiriman pesan, meskipun optimalisasi lebih lanjut masih dibutuhkan pada beberapa parameter lainnya. Hal ini meningkatkan efisiensi dalam pengiriman pesan, dimana berita dapat dikirimkan secara terus menerus ke alamat yang dituju sehingga mendukung kinerja operasional AMSC secara keseluruhan. Perubahan yang terjadi secara signifikan dalam setiap kategori menunjukkan bahwa perawatan serta pemeliharaan yang tepat dapat mengoptimalkan kinerja peralatan AMSC.

UCAPAN TERIMA KASIH

Dengan penuh rasa syukur, penulis mengucapkan terima kasih kepada Politeknik Penerbangan Indonesia Curug yang telah menyediakan fasilitas dan kesempatan untuk melakukan On the Job Training, sehingga penulis dapat mengeksplor serta meneliti peralatan yang ada di Perum LPPNPI Cabang Palembang. Terima kasih juga kepada seluruh staf dan teknisi atas ilmu, dukungan, dan informasi yang telah diberikan selama proses pelaksanaan penelitian ini. Semua dukungan ini sangat berarti bagi penulis. Harapannya artikel ini bisa memberikan manfaat dan berkontribusi

dalam pengembangan sistem navigasi penerbangan di Indonesia.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] Wahyu Purnawan, P. (n.d.). Sistem Aplikasi AMSC Pada Jaringan AFTN di PT. Angkasa Pura II Jakarta.
- [2] Mardiansyah, M., Bangsa, I. A., Latifa, U., & Hidayat, R. (2021). Aeronautical Fixed Telecommunication Network: Komunikasi Peralatan Automatic Message Switching Center. *Jurnal Informatika dan Rekayasa Elektronik*, 4(2), 138-145.
- [3] Nakajima S. (1998). *Introduction to Total Productive Maintenance*. file:///D:/tuxdoc.com_seiichi-nakajima-introduction-to-tpm-total-productive-maintenance-1988-productivity-press-libgenlcpdf.pdf
- [4] Ika Rinawati, D., Cynthia Dewi, N., & Sudharto, J. S. (n.d.). Analisis Penerapan *Total Productive Maintenance* (TPM) Menggunakan *Overall Equipment Effectiveness* (OEE) DAN *Six Big Losses* Pada Mesin Cavitec di PT. Essentra Surabaya.
- [5] Sumaryanto, P. W. P. SISTEM APLIKASI AMSC PADA JARINGAN AFTN DI PT ANGKASA PURA II JAKARTA.
- [6] Nurqomaruddin, A., Tj, Y. S., & Haryono, H. (2022). Analisis Total Productive Maintenance dan Overall Equipment Effectiveness Pada Mesin Mill Unit 2 di PT. PJB UP Paiton. *Journal of Industrial System Engineering*, 1(1), 7-16.
- Diansyah, N., Pratama, R., Yudistiro, D., & Setyawan, D. L. (2019). Analisis *Total Productive Maintenance* (TPM) Menggunakan *Overall Equipment Effectiveness* (OEE) dan *Six Big Losses* Pada Mesin *Thermoforming* Di Pt. Kemasan Ciptatama Sempurna. In *Jurnal Stator* (Vol. 2, Issue 1).
- [7] Wijaya, Y. I. D., & Priadythama, I. (2017). Analisis Overall Equipment Effectiveness pada Mesin Wavetex 9105 di PT. PLN Puslitbang. In Seminar dan Konferensi Nasional IDEC (pp. 594-601).
- [8] Novitasari, D., & Susanty, A. (2014). Perhitungan Dan Analisis Nilai Overall Equipment Effectiveness Pada Mesin Pengisian Kapsul PT. X. *Industrial Engineering Online Journal*, 3(4).
- [9] Syuhada, R. (2015). Analisis Nilai Overall Equipment Effectiveness (OEE) Untuk Meningkatkan Produktivitas pada Mesin Screw Press di PTP Nusantara IV Pabatu (Doctoral dissertation, Universitas Medan Area).
- [10] Nusantara, S. A. (2011). Evaluasi Kegiatan Perawatan Berdasarkan Six Big Losses Dengan Menerapkan Total Productive Maintenance (TPM)(Studi Kasus Pada PT Madu Baru PG Madukismo).
- [11] Yudistira, A. D., Al Alif, R., & Syarief, S. MODEL ALAT UJI KERUSAKAN PADA POMPA SENTRIFUGAL MENGGUNAKAN SENSOR ACCELEROMETER UNTUK PREDICTIVE MAINTENANCE.
- [12] Hamzah, A. A. (2015). Analisa Total Productive Maintenance dengan Menggunakan Metode Overall Equipment Effectiveness di PT. Karung Emas (Doctoral dissertation, Universitas Muhammadiyah Gresik).