



Analisis Kerusakan Swing Boom Pada Unit Mini Hydraulic Excavator Di Workshop Teknik Alat Berat Politeknik Negeri Jakarta

Alif Nur Prabowo¹, Fuad Zainuri, dan Abdul Azis Abdillah

¹Program Studi Teknik Alat Berat, Jurusan Teknik Mesin, Politeknik Negeri Jakarta, Jl. Prof. Dr. G. A. Siwabessy, Kampus UI, Depok, 16425

Abstrak

Swing boom merupakan salah satu implement pendukung pada unit mini hydraulic excavator. Hal tersebut bertujuan untuk memudahkan penggunaan dalam hal melakukan pekerjaan unit tersebut pada kondisi terbatas. Pada penelitian ini dilakukan untuk menemukan akar permasalahan yang terjadi pada kerusakan swing boom. Dalam melakukan pendalaman kerusakan menggunakan metode 8 step applied failure analysis, hal tersebut dilakukan untuk merorganisir pencarian akar permasalahan pada suatu kerusakan yang dialami implemen tersebut. Pendalaman permasalahan dilakukan dengan metode mengemukakan identifikasi, persiapan, pencacatan fakta, analisis permasalahan, kemungkinan penyebab, penyebab utama, berdiskusi kepihak bertanggung jawab, dan rekomendasi. Hasil permasalahan didapat dalam bentuk kerusakan yang dialami berupa kebocoran dan kontaminasi terhadap zat atau partikel lain masuk kedalam sistem kerja. Komponen berupa seal o-ring, ring wear, seal lip-type, seal u-cup, seal piston mengalami beragam kerusakan. Kerusakan tersebut didasari akibat kurangnya perawatan dan kontrol kontaminasi terhadap implemen swing boom. Oleh karena itu, perawatan pencegahan perlu dilakukan dalam interval waktu yang telah ditentukan dan kontrol kontaminasi pada setiap tempat unit tersebut beroperasi sehingga dapat meminimalisir potensi kerusakan swing boom terjadi kembali.

Kata-kata kunci: Swing Boom, Hydraulic, Excavator, AFA

Abstract

Swing boom is one of the supporting implements in mini hydraulic excavator units. It aims to facilitate the use in terms of doing the work of the unit in limited conditions. In this case was conducted to find the root of the problem that occurs in swing boom damage. In deepening the damage using 8 steps applied failure analysis method, it is done to organize the search for the root of the problem on a damage suffered by the implementation. Deepening of the problem is done by methods of bringing up identification, preparation, mutilation of facts, analysis of problems, possible causes, main causes, discussion of responsible parties, and recommendations. The result of the problem is obtained in the form of damage experienced in the form of leakage and contamination of substances or other particles into the working system. Components in the form of o-ring seals, ring wear, lip-type seals, u-cup seals, piston seals are damaged. The damage was caused by a lack of maintenance and contamination control of the swing boom implementation. Therefore, preventive maintenance needs to be carried out within a predetermined time interval and contamination control at each place where the unit operates so as to minimize the potential for swing boom damage to occur again.

Keywords: Swing Boom, Hydraulic, Excavator, AFA

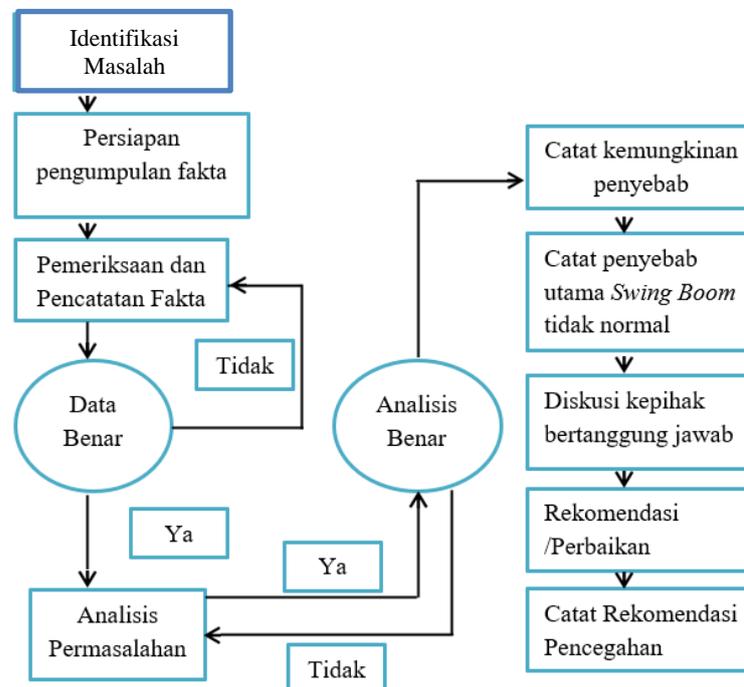
1. PENDAHULUAN

Perkembangan teknologi yang sangat cepat menyebabkan dunia mekanika dan fluida semakin cepat berkembang dan bahkan menjadi sebuah satu kesatuan yang saling bertautan guna mempermudah pekerjaan manusia. Mini Hydraulic Excavator 302.5 merupakan salah satu unit Caterpillar yang ada di workshop alat berat Politeknik Negeri Jakarta. Unit ini biasa digunakan sebagai fasilitas praktikum dalam menunjang sistem pembelajaran mahasiswa Program Studi Alat Berat Politeknik Negeri Jakarta. Sejalan dengan penggunaan unit *Mini Hydraulic Excavator 302.5* yang sangat dibutuhkan dalam kegiatan pembelajaran di workshop alat berat. Penggabungan antara mekanika dan fluida banyak ditemukan dalam dunia otomotif. Penggunaan teknologi fluida dapat ditemukan pada sistem hidrolik. Sistem ini merupakan sistem yang sangat penting dalam menggunakan berbagai macam unit alat berat, dasar-dasar hidrolik dipakai dalam rangka menerapkan berbagai cabang terapan sistem hidrolik, dengan menggunakan perantara penghantar berwujud zat cair fluida untuk mendapatkan daya lebih besar dibandingkan dengan daya awal dikeluarkan [1].

Penerapan sistem hidrolik pada beragam implemen pada *mini hydraulic excavator* merupakan hal terpenting dalam penggunaannya. Dalam penggunaan sistem hidrolik tidak menutup kemungkinan mengalami kerusakan atau keabnormalan dalam proses pengoperasian. Kerusakan seperti kebocoran, terkikis, dan tersumbat merupakan sedikit masalah dari banyaknya permasalahan pada penerapan sistem hidrolik. *Swing boom* di *Mini Hydraulic Excavator 302.5* merupakan implemen yang menggunakan penerapan sistem hidrolik dengan adanya indikasi keabnormalan pada proses pengoperasiannya. Oleh sebab itu, diperlukan langkah-langkah yang tepat untuk mendeteksi, menganalisis, mendiagnosa, dan melakukan penanganan terhadap keabnormalan pada unit Mini Hydraulic Excavator 302.5.

Dengan serangkaian permasalahan diatas dalam tugas akhir ini Penulis mengambil judul tentang Analisis Kerusakan Pada *Swing Boom* pada unit *Mini Hydraulic Excavator 302.5* di *Workshop Teknik Alat Berat Politeknik Negeri Jakarta*. Penelitian ini memiliki tujuan diantaranya untuk mengetahui penyebab kerusakan yang terjadi pada *swing boom* dan mengetahui langkah maupun tindakan dalam pencegahan pada permasalahan yang dialami *swing boom*.

2. METODE PENELITIAN



Gambar 1. Diagram Alir Metode Pemecahan Masalah

Identifikasi Masalah

Menyatakan permasalahan yang terjadi terkait objek permasalahan pada unit *Mini Hydraulic Excavator* 302.5. Pada unit tersebut jika terjadi perubahan dari bentuk fisik material dan fungsi dari komponen tersebut.

Persiapan Pengumpulan Fakta

Persiapan meliputi *literature*, alat kerja, dan referensi terkait objek permasalahan pada unit *Mini Hydraulic Excavator* 302.5. Penggunaan tersebut untuk menunjang pengerjaan sehingga tidak terjadi kesalahan dalam proses pengerjaan. Persiapan alat-alat penunjang dalam mencari fakta seperti kamera.

Pemeriksaan dan Pencatatan Fakta

Langkah ini dilakukan untuk mengetahui informasi terkait objek permasalahan secara detail dengan serangkaian data dan fakta *swing boom*. Setelah data yang ditemukan dengan serangkaian pemeriksaan dari awal hingga akhir, maka didapatkan sebuah data sebagai acuan untuk langkah penelitian selanjutnya. Melakukan inspeksi secara visual terhadap implemen *swing boom* baik dari segi kebocoran maupun terdapat kerusakan komponen. Pemeriksaan tersebut dilakukan ketika objek permasalahan dalam keadaan bersih/dibersihkan untuk mengetahui fakta yang ada. Fakta tersebut digunakan sebagai bahan pertimbangan dalam menentukan *root cause*. Pemeriksaan menggunakan *cycle time* dan mengukur *pressure* di beberapa bagian komponen digunakan pada langkah ini.

Analisis Permasalahan

Dalam menganalisis permasalahan tersebut digunakan 5 langkah dari 8 langkah *Applied Failure Analysis* (AFA). Untuk memungkinkan menemukan akar permasalahan pada langkah selanjutnya. Mencari permasalahan baik menentukan kemungkinan yang terjadi dan secara logis mengurutkan sebuah peristiwa sehingga menjadi kesatuan.

Catat Kemungkinan Penyebab

Menentukan kemungkinan-kemungkinan yang terjadi pada permasalahan tersebut. kemungkinan diambil dari runtutan peristiwa dari objek permasalahan dengan didukung oleh berbagai data dan referensi. Sebagai acuan dalam menentukan tindakan pada langkah selanjutnya.

Catat Penyebab Utama *Swing Boom* Tidak Normal

Menentukan penyebab utama yang terjadi setelah beberapa kemungkinan yang dijelaskan. Setelah data *root cause* telah didapatkan maka kemungkinan terjadi hal yang tidak diinginkan dapat direncanakan sesuai data dan fakta yang ada.

Diskusi Kepihak Bertanggungjawab

Mendiskusikan penanganan terkait permasalahan yang terjadi terhadap *swing boom*. Berdasarkan dari langkah sebelumnya yaitu *root cause* sehingga atasan dapat mempertimbangkan langkah yang tepat terkait hasil laporan yang telah dibuat. Penyelesaian permasalahan akan diurut sesuai kemudahan dalam penanganan masalah tersebut.

Rekomendasi/Perbaikan

Penyelesaian terkait rangkaian penelitian diatas. Melakukan rekomendasi penyelesaian/perbaikan terkait permasalahan sesuai arahan dari penyelia. Perbaikan tetap mengacu pada tingkat kemudahan dan literatur dilakukan pada *Mini Hydraulic Excavator* 302.5.

Catat Rekomendasi Pencegahan

Dalam serangkaian langkah penelitian, peneliti mampu memberikan rekomendasi pencegahan terkait objek permasalahan diatas. Hal tersebut bertujuan untuk meminimalisir permasalahan serupa terjadi kembali.

3. HASIL

Nyatakan Masalah

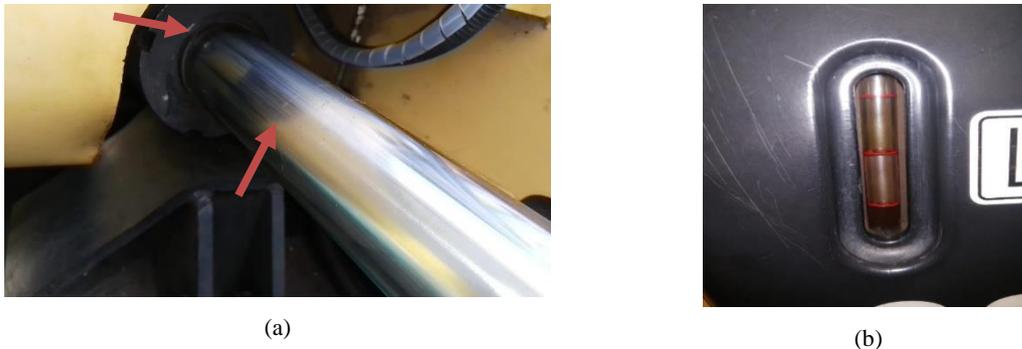
1. *Swing boom* bergerak tidak normal pada bagian *extend* sangat lama bergerak.
2. Saat proses unit beroperasi, *implement swing boom* bergerak *extend* dan terlihat *swing boom* mengalami keabnormalan.
3. *Swing boom* pada saat tertentu dapat digerakkan menggunakan tangan.

Persiapan Pengumpulan Fakta

1. Alat Pelindung Diri
2. Literatur (*service manual, operational maintenance manual, dan part book*)
3. *Service Information System (SIS)*

Pemeriksaan dan Pencatatan Fakta

Visual inspection awal



Gambar 2. Keluar oli pada silinder dan kerusakan pada *seal lip-type* gambar (a). Gambar (b) *low oil level*

Pada gambar 2. bagian (a) terlihat hasil visual inspeksi diperoleh adanya kerusakan pada *seal lip-type* dan oli hidrolik keluar pada bagian ini. Pada gambar 1. bagian (b) terlihat bahwa terdapat perubahan warna pada oli hidrolik menjadi kecoklatan dengan level dibawah spesifikasi batas minimum yang diperbolehkan.

Cycle Time

Tabel 1. Hasil Pengukuran *Cycle Time* Pada *Swing Boom*

<i>Swing Boom Cycle Time</i>					
Posisi	Spesifikasi	Uji 1	Uji 2	Uji 3	Rata-rata
<i>Extend</i>	8.0 ± 0.5 s	12.22 s	12.88 s	12.29 s	12.46
<i>Retract</i>	6.3 ± 0.5 s	9.73 s	10.1 s	9.98 s	9,93

Data hasil pengukuran *cycle time* pada *swing boom* diberikan pada tabel 1. spesifikasi didapat dalam *service information system* [2]. Pada tabel tersebut menunjukkan bahwa terdapat selisih lebih lambat sebesar 3.96 s pada bagian *extend* dan 3.13 s pada bagian *retract*. Sehingga hasil tersebut sebagai acuan bahwasanya terjadi keabnormalan pada bagian *swing boom*.

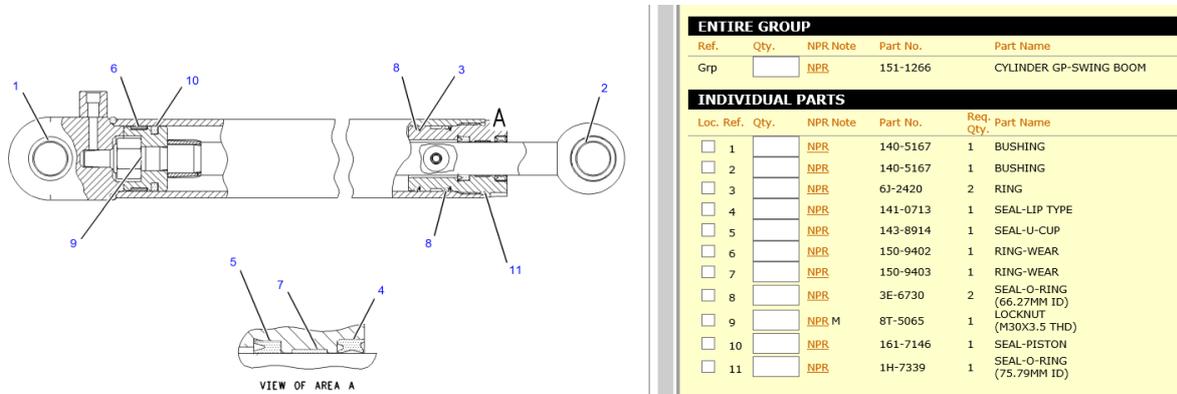
Pressure

Tabel 2. Hasil Pengukuran *Pilot System Pressure*

<i>Pilot System Pressure Test</i>					
Posisi	Spesifikasi	Uji 1	Uji 2	Uji 3	Rata-rata
<i>High Idle</i>	2560 ± 25 RPM	2535	2535	2535	2535
<i>Pilot</i>	3100 ± 300 kPa	3360	3360	3360	3360

Data hasil pengukuran *pilot system pressure* diberikan pada tabel 2. spesifikasi didapat dalam *service information system* [3]. Pada tabel tersebut menunjukkan bahwa terdapat kesesuaian antara hasil uji dan spesifikasi. Indikator tersebut menunjukkan bahwa tidak terdapat permasalahan pada sistem kerja pilot untuk *swing boom*.

Visual inspection kedua



Gambar 3. Gambar komponen pada *swing boom*



(a)



(b)

Gambar 4. Kerusakan pada *seal lip-type* pada gambar (a). Gambar (b) kontaminasi *seal u-cup*

Pada gambar 4. bagian (a) terlihat hasil visual inspeksi diperoleh adanya kerusakan pada *seal lip-type* berupa terkikisnya bagian seal tersebut. Pada gambar 4. bagian (b) terlihat bahwa terdapat banyaknya kontaminasi yang terdapat pada bagian *seal u-cup* saat setelah dilakukan *disassembly*.



(a)



(b)

Gambar 5. Goresan *seal u-cup* pada gambar (a). Gambar (b) Kondisi *seal piston*

Pada gambar 5. bagian (a) terlihat hasil visual inspeksi diperoleh adanya kerusakan pada *seal u-cup* berupa goresan pada bagian dalam seal tersebut. Pada gambar 4. bagian (b) terlihat bahwa ditemukan *seal* piston hancur menjadi serpihan besar saat setelah dilakukan *disassembly*.



Gambar 6. Kondisi *ring wear* pada gambar (a). Gambar (b) Kondisi *seal o-ring*

Pada gambar 6. bagian (a) terlihat hasil visual inspeksi diperoleh adanya kerusakan pada *ring wear* berupa goresan melintang dari satu sisi ke sisi lain dan terdapat erosi yang terjadi bagian seal tersebut berupa titik abstrak menyebar pada sisi luar. Pada gambar 6. bagian (b) terlihat bahwa terlihat *seal o-ring* mengalami perubahan bentuk menjadi datar pada sisi luar dan dalam.

Pengukuran

Tabel 3. Hasil Pengukuran *Seal U-Cup*

<i>Seal U-Cup</i>			
Keterangan	I.D. (mm)	Width (mm)	O.D. (mm)
Spesifikasi	44.95	11.0	60.0
Aktual	44.7	10.2	61.4

Tabel 4. Hasil Pengukuran *Ring Wear*

<i>Ring Wear</i>			
Keterangan	Bore Diameter (mm)	Groove Axial Width (mm)	Groove Diameter (mm)
Spesifikasi	48.08	14.25	45
Aktual	47.3	14.3	44.0

Tabel 5. Hasil Pengukuran *Seal O-Ring*

<i>Seal O-Ring</i>		
Keterangan	Section Dia (mm)	Inside Dia. (mm)
Spesifikasi	3.53	66.27
Aktual	2.7	70.7

Tabel 6. Hasil Pengukuran *Seal Lip-Type*

<i>Seal Lip-Type</i>			
Keterangan	I.D. (mm)	Width (mm)	O.D. (mm)
Spesifikasi	45.00	7.00	54.97
Aktual	45.4	7.5	55.1

Berdasarkan hasil pengukuran pada tabel 3. [4], tabel 4. [5], tabel 5. [6], dan tabel 6. [7] spesifikasi didapat dalam *service information system* ditemukan bahwa ketidaksesuaian antara spesifikasi dan hasil pengukuran aktual yang dilakukan pada komponen tersebut. Ketidaksesuaian tersebut menunjukkan bahwasanya terjadi keabnormalan pada sistem *swing boom*.

4. PEMBAHASAN

Analisis Permasalahan

Seal o-ring

Hal tersebut penulis menganalisis keausan tersebut dengan tipe *abrasive wear* sehingga menghasilkan *adhesive wear*. Tipe tersebut dikarenakan perubahan pada *seal* yang terjadi berbentuk datar pada sisi dalam dan luar. Berkaitan hal tersebut *seal* tersebut kehilangan fungsinya sebagai penyekat antara dua komponen.

Ring wear

Titik abstrak tersebut berdasarkan hasil pengamatan Penulis merupakan tipe erosi. Hal tersebut memperlihatkan bahwa adanya titik abstrak seperti partikel kecil menabrak ring tersebut dan terbawa lagi oleh sistem dan terus menerus. Goresan tersebut berdasarkan penulis menunjukkan tipe kerusakan *abrasive wear*. Hal tersebut terlihat adanya goresan pada bagian dalam dan terdapat banyak partikel atau kotoran kontaminasi pada komponen tersebut [8].

Seal u-cup

Hal tersebut dapat merupakan tipe *abrasive wear* pada *seal* tersebut. Pada *seal* piston tidak mampu menahan kontaminasi sehingga kontaminasi pada *seal u-cup* dapat terjadi. Goresan halus pada *seal u-cup* tersebut disebabkan karena terdapat kontaminasi pada kurangnya menahan pada *seal* piston yang dapat menghasilkan kebocoran [8].

Seal lip-type

Penulis menganalisis tipe kerusakan adalah *abrasive wear*, *erosion*, dan *corrosion*. Dikarenakan pada permukaan luar sudah terkikis dengan kemungkinan disebabkan oleh partikel kecil dan keras masuk kedalam serta kinerja *swing boom* dilakukan terus menerus tanpa adanya pemeriksaan berkala pada implemen tersebut. *Corrosion* terjadi dikarenakan bagian dalam *seal* tersebut oleh bahan keras menunjukkan adanya perubahan kimia pada permukaan. Berdasarkan indikasi diatas dapat dikatakan bahwa terdapat *seal lip-type* tidak terpasang dengan benar atau kerusakan selama penggunaannya [8].

Seal piston

Berdasarkan hasil analisis, Penulis kerusakan ini merupakan kontaminasi air. Bagian ini bagian dari *seal* hancur dengan ukuran atau potongan yang besar dan hanya pada bagian luar *seal* tersebut. Kondisi tersebut dapat disebabkan karena adanya percampuran oli oleh air ataupun zat lain dalam hydraulic. Sehingga terdapat kemungkinan disebabkan oleh indikator oli *hydraulic* dibawah level dan kondensasi yang terjadi pada dinding tangki [8]. Hal tersebut berakibat pecah atau hancurnya bagian *seal* tersebut.

Penyebab Masalah

Berdasarkan hasil dari analisis diatas dapat disimpulkan bahwa terdapat kerusakan dominan pada bagian yang telah dilakukan analisis dan *visual inspection* ditemukannya bahwa kontaminasi merupakan penyebab utama pada kerusakan implemen tersebut.

Rekomendasi/Perbaikan

Penulis mendiskusikan permasalahan tersebut kepada pranata laboratorium dan dosen terkait. Adapun hasilnya melakukan penggantian terhadap *seal u-cup*, *seal lip-type*, *seal o-ring*, *seal* piston, dan *ring wear*. Adapun hasil rekomendasi ialah perlu dilakukan S.O.S (*Schedule Oil Sampling*) terhadap oli *hydraulic* dan pemeriksaan lanjutan terkait sistem *hydraulic*.

Pencegahan

Melakukan hal terkait *preventive maintenance* hal tersebut bertujuan untuk meminimalisir permasalahan dapat terjadi kembali pada implemen. Hal tersebut merupakan salah satu program yang bertujuan untuk menjaga suatu komponen / unit dalam kondisi siap kerja dengan performa terbaik serta meminimalkan potensi kerugian yang akan dialami oleh unit tersebut [9]. Disertai dengan pencegahan berupa “Contamination Control”.

5. KESIMPULAN

1. Kerusakan pada implemen *Swing Boom* yaitu berupa kerusakan terjadi pada komponen *seal o-ring*, *ring wear*, *seal piston*, *seal-lip-type*, dan *seal u-cup*. Penyebab utama kerusakan dari *swing boom* adalah kontaminasi partikel maupun zat lain berupa air masuk kedalam sistem *hydraulic*.
2. Pada komponen tersebut dilakukan perbaikan berupa penggantian komponen dengan komponen baru. Setelah dilakukannya perlu dilakukannya langkah *preventive maintenance* dan *contamination control* pada implemen tersebut sehingga dapat meminimalisir potensi kerusakan dapat terulang kembali

UCAPAN TERIMA KASIH

Penulis mengucapkan terima kasih kepada keluarga atas dukungan moral, ilmu, dan finansialnya pada penelitian ini serta dukungannya dalam keikutsertaan dalam kegiatan ilmiah ini. Penulis juga berterima kasih kepada pranata laboratorium (Pak Haidir) atas dikusi, bantuan teknis, dan bimbingan teknis yang bermanfaat. Ucapan terima kasih tidak lupa diberikan kepada Dosen Pembimbing yaitu Bapak Dr. Fuad Zainuri, S.T., M.Si dan Bapak Abdul Azis Abdillah, S.Pd., M.Si terkait kritik, penulisan, arahan, dan saran terkait penelitian ini.

REFERENSI

1. Direktorat Pembinaan SMK, *Modul Dasar Hidrolik dan Pneumatik*, Jakarta: Direktorat Pembinaan Sekolah Menengah Kejuruan, 2017.
2. Caterpillar, "Service Information System," Caterpillar, 11 03 2021. [Online]. Available: <https://127.0.0.1/sisweb/servlet/cat.dcs.sis.controller.techdoc.CSSISTechDocNavigationServlet?currentlevel=i7&calledpage=%2Fsisweb%2Fproductsearch%2Fproductheaderinfoframeset.jsp..> [Accessed 14 07 2021].
3. Caterpillar, Inc, "Hydraulic Information System," CAT Dealers, 24 05 2021. [Online]. Available: https://his.cat.com/his/his/cylinder_seals/cs_gas_u_cuprodseals_report_main.jsp?UCupType=All&MaterialType=All&PartNo=1438914&RodDia=&GrooveDia=&GrooveWidth=.. [Accessed 31 07 2021].
4. Caterpillar, Inc, "CAT Similiar Parts Search," CAT Dealers, 24 05 2021. [Online]. Available: <https://sis2.cat.com/similar-parts#/?partNumber=1509403&classId=2262..> [Accessed 30 07 2021].
5. Caterpillar, Inc, "Caterpillar O-Ring: Measuring Tools, Material Application, and Dash SIze Cross Reference," CAT Dealers, 24 04 2021. [Online]. Available: https://sis2.cat.com/?_ts=1627703190025#/detail?keyword=3E6730&tab=3&serialNumber=&infoType=32&serviceMediaNumber=NEHS0571&serviceIeSystemControlNumber=i04648233.. [Accessed 30 07 2021].
6. Caterpillar, Inc, "Hydraulic Cylinder Seal Failure Analysis," CAT Dealers, 27 04 2021. [Online]. Available: https://sis2.cat.com/?_ts=1627703190025#/detail?keyword=4az&serialNumber=&serviceIeSystemControlNumber=i02405885&tab=3. [Accessed 01 08 2021].
9. D. Sudrajat, *Pengaruh Preventive Maintenance Terhadap Hasil Produksi Pada Proses Produksi Mesin Area Line D di PT. Triangle Motorindo*, Semarang : Jurusan Teknik Mesin, Fakultas Teknik, Universitas Negeri Semarang, 2016.