

MENURUNKAN KERUSAKAN YANG SERING TERJADI PADA ALAT BERAT *EXCAVATOR* KOMATSU PC200-8 DENGAN PROSES PERBAIKAN PADA SISTEM BAHAN BAKAR

Vuko Arief Tua Manurung¹, Danang Sigit Pamungkas², Yohanes Trijoko Wibowo³, Amir⁴
^{1,2,3} Politeknik Astra

Jl. Gaya Motor Raya no 8 Sunter II Jakarta

⁴ Teknik Mesin, Fakultas Teknik, Universitas Muhammadiyah Tangerang
Jl. Perintis Kemerdekaan, Kota Tangerang, Banten

e-mail : vuko.manurung@polytechnic.astra.ac.id

Submitted Date: September 13, 2023

Reviewed Date: November 07, 2023

Revised Date: Desember 06, 2023

Accepted Date: Januari 02, 2023

Abstract

Maintenance of heavy equipment units is required to maintain and ensure the performance of the unit in ready-to-use condition. Damage that occurs, especially in the fuel system line, often causes the excavator unit to become low power, even when the engine turns off. In PT XYZ, damage of the fuel system often occurs causing the unit to undergo unscheduled breakdown. By using the fishbone method to find the cause of the problem, it was found that the existing treatments were not optimal so that problems that started to appear were not immediately followed up. By monitoring the maintenance schedule and accelerating the replacement of fuel filters, unscheduled repairs can be overcome and the physical availability target is achieved.

Keywords: Fuel system, breakdown unscheduled, physical availability.

Abstrak

Perawatan (*maintenance*) unit alat berat diperlukan untuk menjaga dan memastikan performa unit dalam kondisi siap digunakan. Kerusakan yang terjadi, secara khusus pada jalur sistem bahan bakar sering menyebabkan unit excavator menjadi tidak bertenaga (*low power*), bahkan sampai mesin mati. Di PT XYZ sering terjadi kerusakan pada sistem bahan bakar sehingga unit mengalami perbaikan yang tidak terjadwal (*breakdown unscheduled*). Dengan menggunakan metode tulang ikan (*fishbone*) untuk mencari penyebab masalah, ditemukan bahwa perawatan yang ada belum maksimal sehingga permasalahan yang mulai muncul tidak segera di tindak lanjuti. Dengan melakukan monitoring *schedule maintenance* dan mempercepat pergantian saringan (*filter*) bahan bakar maka perbaikan yang tidak terjadwal dapat diatasi dan target *physical availability* tercapai.

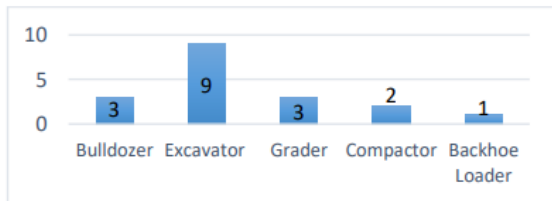
Kata Kunci : Sistem bahan bakar, kerusakan yang tidak terjadwal, *physical availability*.

I. Pendahuluan

Alat berat merupakan faktor penting dalam menunjang bisnis perkebunan kelapa sawit. Fungsi alat berat di perkebunan kelapa sawit untuk menunjang produktifitas agar tandan buah segar (TBS) segera diangkut dari lokasi perkebunan ke pabrik pengolahan untuk dijadikan *Crude Palm Oil (CPO)*. Menurut (Falgenti, K; Hambali, E., 2022; Krisdiarto, 2016) bila TBS tidak segera diantar ke lokasi pengolahan akan mengakibatkan kenaikan *FFA (Free Fatty Acid)* sehingga kualitas *CPO (Crude Palm Oil)* menjadi turun. Untuk menjamin agar proses pengangkutan TBS menjadi lancar (infosawit.com, 2023) maka perlu

disiapkan alat bantu yang memadai untuk mendukung aktivitas tersebut. Secara umum ada 3 faktor penentu keberhasilan (*key performance indicator*) dari suatu perkebunan kelapa sawit, yaitu panen, angkut dan olah. Dengan demikian angkut menjadi suatu indikator keberhasilan dalam perkebunan kelapa sawit. Fungsi alat berat di perkebunan kelapa sawit sebagai penunjang produktifitas, seperti evakuasi unit angkut buah apabila terperosok di jalan yang licin, becek ataupun berlubang besar, serta perawatan ruas jalan, dan perawatan sistem pengairan di dalam kebun (Kurniadi, Z., 2021; Abd Rahim Shuib, 2020).

Gambar 1 adalah populasi alat berat yang ada di PT XYZ, dengan jumlah unit yang paling banyak adalah *excavator* komatsu PC200-8.



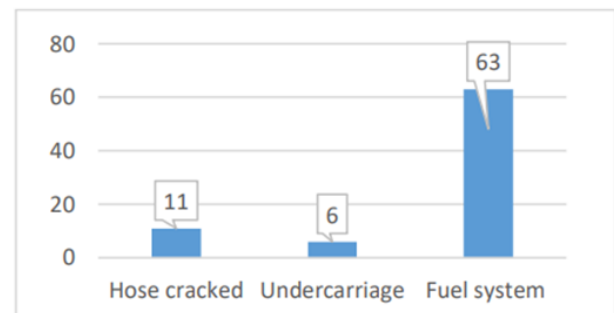
Gambar 1. Populasi unit alat berat

Secara umum perawatan dan pemeliharaan (*breakdown maintenance*) alat berat dibagi ke dalam dua kategori yaitu perawatan yang terjadwal (*scheduled breakdown*) dan perawatan yang tidak terjadwal (*unscheduled breakdown*). Dari kedua kondisi ini perawatan tidak terjadwal merupakan kondisi yang dihindari karena menyebabkan unit terhenti dan mengganggu produksi. Oleh karena itu perlu perhatian akan perawatan rutin dan terjadwal sehingga unit selalu siap untuk mendukung pelaksanaan produksi. Kebijakan perusahaan dalam menyediakan keandalan unit pendukung (*physical availability*) adalah sebesar 95% (Manurung, Vuko. A. T et al., 2019; Ari Ismu Gunarsa, 2017)

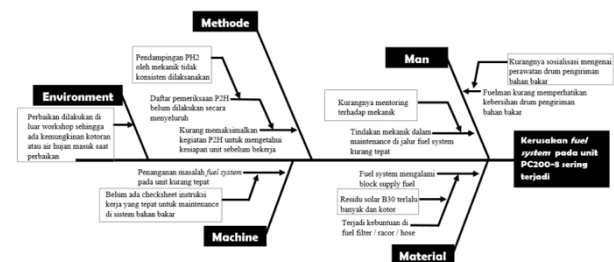
II. Metode Penelitian

Mengingat populasi unit yang paling banyak adalah *excavator* komatsu PC200-8 maka penelitian ini difokuskan pada penanggulangan kerusakan yang terjadi pada unit tersebut. Pengamatan dilapangan menunjukkan bahwa terjadi kerusakan pada *injector* di sistem pembakaran (Manurung, Vuko AT et al., 2019 ; Camila Balbontin et al.). Menurut (T Gilles, 2012; Technical Training Department, 2011; T. Hantanto, 2022) pelaksanaan perawatan rutin sesuai dengan buku pedoman pemeliharaan unit tersebut belum sepenuhnya dilaksanakan, serta pelaksanaan Pemeriksaan Pengecekan

Harian (P2H) juga kurang konsisten dalam pelaksanaannya sehingga mengakibatkan unit sering mengalami kerusakan secara berulang dan mengakibatkan angka kerusakan yg tidak terjadwal menjadi tinggi, ditambah dengan kualitas bahan bakar yang sampai ke lokasi kurang bersih/banyak endapan menyebabkan ke rusakan di sistem bahan bakar unit (John Dixon, 2010; Olufemi B. Akinluli et al., 2015). Gambar 2 merupakan data kerusakan yang sering terjadi pada unit *excavator* komatsu PC200-8.



Gambar 2. Kerusakan unit excavator PC



Gambar 3. Diagram tulang ikan (fish bone diagram).

Dari kondisi tersebut maka pertama-tama dilakukan adalah mencari penyebab sehingga masalah yang sesungguhnya terjadi dapat di temukan kemudian dicari solusi yang tepat untuk menyelesaikannya (Manurung Vuko A T et al., 2020). Metode yang sering digunakan di perusahaan untuk mencari penyebab suatu permasalahan adalah: diagram tulang ikan (*fish bone diagram*). Diagram ini cukup efektif dalam menemukan akar

permasalahan dan tentunya solusi yang diberikan menjadi tepat ke sarasannya.

Dari analisis yang diperoleh dari gambar 3, maka akar permasalahannya segera dilaporkan ke managen perusahaan

agar segera diimplementasikan di lapangan. Untuk itu solusi yang akan di implementasikan di lapangan ditabelkan pada tabel 1.

Tabel 1. Akar permasalahan dan solusi yang akan diimplementasikan

| | <i>Root Cause</i> | <i>Alternative Solution</i> | <i>Benefit: cost</i> | Target | <i>Final Solution</i> |
|----------|---|--|----------------------|---|---|
| Man | Kurangnya mentoring terhadap mekanik | Melaksanakan <i>sharing</i> dan <i>mentoring</i> kepada mekanik | 7:2 | Mekanik mengetahui tata cara <i>maintenance</i> yang tepat dan memberikan kesempatan kepada mekanik untuk <i>sharing</i> | Melaksanakan <i>sharing</i> dan <i>mentoring</i> kepada mekanik |
| | | Menambah <i>man power</i> yang bertanggung jawab khusus untuk <i>mentoring</i> | 8:8 | Pemerataan pengetahuan <i>maintenance</i> yang tepat | |
| | Kurangnya sosialisasi mengenai perawatan drum pengirman bahan bakar | Melaksanakan sosialisasi mengenai <i>maintenance</i> drum bahan bakar agar tetap bersih dan aman | 8:2 | <i>Fuelman</i> lebih dapat menjaga kebersihan drum bahan bakar. | Melaksanakan sosialisasi mengenai <i>maintenance</i> drum bahan bakar agar tetap bersih dan aman |
| Material | Residu solar B30 terlalu banyak dan kotor | Melakukan <i>improvement</i> terhadap jadwal penggantian <i>pre filter/filter/racor</i> menjadi lebih cepat | 8:5 | <i>pre filter/filter/racor</i> diganti sebelum terjadinya kerusakan <i>residu</i> dan kotoran pada bahan bakar lebih tersaring sempurna | Melakukan <i>improvement</i> terhadap jadwal penggantian <i>pre filter/filter/racor</i> menjadi lebih cepat |
| | | Pemeriksaan dan <i>monitoring</i> pelaksanaan P2H dengan mengirim foto <i>selfie</i> dengan <i>stamptime</i> | 8:2 | Pemeriksaan dan <i>monitoring</i> pelaksanaan P2H dengan mengirim foto <i>selfie</i> dengan <i>stamptime</i> | Membuat jadwal untuk mekanik melakukan pendampingan P2H dengan operator |
| Machine | Belum adanya <i>cheksheet</i> intruksi kerja yang tepat untuk | Membuat <i>chekseet</i> intruksi kerja yang tepat dengan keadaan | 8:3 | Memastikan pelaksanaan <i>maintenance</i> di sistem bahan bakar lebih | Membuat <i>cheksheet</i> intruksi kerja yang tepat dengan keadaan |

| | | | | | |
|-------------|--|--|-----|---|--|
| Environment | <p><i>maintenance</i> di sistem bahan bakar perbaikan dilakukan diluar <i>workshop</i> sehingga memungkinkan adanya kotoran atau air terjun masuk saat perbaikan</p> | <p>lapangan yang ada</p> | 8:3 | <p>sesuai dengan keadaan lapangan</p> <p>Mencegah kotoran, oli dan air dari luar masuk ke dalam sistem bahan bakar saat dilakukan perbaikan</p> | <p>lapangan yang ada</p> <p>Pemanfaatan tutup <i>injector</i> dan <i>commonrail</i> untuk menutup <i>housing injector</i> dan lubang <i>commonrail</i></p> |
| | | <p>Membawa alat ke <i>workshop</i> saat diperlukan perbaikan</p> | 7:5 | <p>Menempatkan unit di tempat beratap untuk meminimalisir masuknya air hujan ke sistem bahan bakar saat dilakukan perbaikan</p> | |

III. Hasil Dan Pembahasan

1. Pembuatan Kertas Kerja (*Checksheet*) *Fuel Maintenance System*

Pembuatan kertas kerja sistem perawatan bahan bakar pada Tabel 2 dimaksudkan untuk menjadi acuan dalam

pelaksanaan perbaikan dan perawatan khusus di jalur sistem bahan bakar, mengingat masalah terkait sistem bahan bakar sering mengalami kerusakan pada unit *excavator* Komatsu PC200-8. Guna memudahkan dalam perawatan selanjutnya maka dibuatkan kertas kerja yang terkait dengan sistem bahan bakar dan proses pembakaran yang terjadi di unit tersebut.

Tabel 2. Kertas kerja (*check list*) pada sistem bahan bakar.

| Tanggal : | No unit : | | | | |
|-----------|---|---------|--------|--|--------------------|
| HM : | Jenis Unit : | | | | |
| No | Tindakan | Kondisi | | Keterangan | Keterangan kondisi |
| | | Ok | Not Ok | | |
| 1 | Cek tekanan bahan bakar di jalur <i>high pressure</i> (tekanan di dalam <i>common rail</i>) di layer panel | | | Pilih menu pemantauan: 1. Kecepatan mesin 2. Tekanan <i>rail</i> (actual) 3. Perintah tekanan <i>rail</i> (standard) | |
| 2 | Cek tekanan bahan bakar di jalur <i>low pressure</i> | | | Cek tekanan pada <i>fuel filter</i> dengan <i>pressure gage</i> standar 0,5-1,3 MPa atau 5,1-13,3 kg/cm ² | |
| 3 | Cek seluruh selang bertekanan (<i>hose</i>) di jalur <i>low pressure</i> | | | Periksa dan pastikan tidak ada sumbatan pada <i>hose</i> jalur <i>low pressure</i> | |

| | | |
|---|---|---|
| | kemungkinan terjadi sumbatan | |
| 4 | Cek elemen <i>racor</i> apakah masih berfungsi | <ol style="list-style-type: none">1. Masih dapat digunakan jika ada sedikit kotoran hanya perlu dibersihkan2. Tidak dapat digunakan bila terlalu banya kotoran sehingga harus diganti |
| 5 | Cek fungsi dan kondisi <i>pre-filter</i> | <ol style="list-style-type: none">1. Masih dapat digunakan jika ada sedikit kotoran hanya perlu dibersihkan.2. Tidak dapat digunakan bila terlalu banya kotoran sehingga harus diganti |
| 6 | Bersihkan bagian bawah <i>pre-filter</i> (<i>water separator</i>) | Bersihkan pada <i>water separator</i> pada bagian bawah <i>pre-filter</i> |
| 7 | Bersihkan kaca pengintip (<i>see glass</i>) | Bersihkan kaca pengintip (<i>see glass</i>) |
| 8 | Cek kondisi saringan bahan bakar (Fuel Filter) | <ol style="list-style-type: none">1. Masih sapat digunakan jika ada sedikit kotoran hanya perlu dibersihkan2. Tidak dapat digunakan bila terlalu banyak kotoran sehingga harus diganti |

Note:

Kertas kerja (*chek list*) digunakan saat:

1. Periode *service*
2. *Monitoring* alat pada saat inpeksi mingguan (*weekly inspection*)

2. Mempercepat Siklus Penggantian Racor, *Pre-Filter* dan *Filter*.

Dari pengamatan dilapangan dengan mengambil sampel pada unit *excavator* dengan nomor lambung Ex03, ditemukan bahwa bahan bakar (solar) yang ada di unit berwarna keruh dan terdapat banyak kotoran. Pemeriksaan *pre-filter* memperlihatkan banyaknya kotoran yang tersangkut sehingga menyumbat laju bahan bakar masuk ke *water separator* kemudian diteruskan ke *filter* dan masuk ke ruang pembakaran melalui *injector*. Gambar 4.a menunjukkan *pre-filter* yang kotor dan ada endapan menyerupai gel. Sedangkan gambar 4.b menunjukkan kualitas solar yang juga ada kotoran yang diambil setelah solar melewati *pre-filter* dan *filter* di unit yang menjadi sampel pengujian.

Dari pengamatan dilapangan dengan mengambil sampel pada unit *excavator* dengan nomor lambung Ex03, ditemukan bahwa bahan bakar (solar) yang ada di unit berwarna keruh dan terdapat banyak kotoran. Pemeriksaan *pre-filter* memperlihatkan banyaknya kotoran yang tersangkut sehingga menyumbat laju bahan bakar masuk ke *water separator* kemudian diteruskan ke *filter* dan masuk ke ruang pembakaran melalui *injector*. Gambar 4.a menunjukkan *pre-filter* yang kotor dan ada endapan menyerupai gel. Sedangkan gambar 4.b menunjukkan kualitas solar yang juga ada kotoran yang diambil setelah solar melewati *pre-filter* dan *filter* di unit yang menjadi sampel pengujian.



Gambar 4.a



Gambar 4.b

Keterangan:

Gambar 4.a kotoran yang ada pada *pre-filter*. Gambar 4.b terdapat kotoran yang berwarna hitam.

Kemudian diusulkan agar siklus pergantian *racor*, *pre-filter*, dan *filter* dipercepat sehingga kotoran tidak terlalu banyak menumpuk dan kemungkinan kotoran lolos dan masuk ke ruang bakar melalui *injector* dapat dicegah. Bila kotoran sampai lolos dan masuk ke *injector* maka harus dilakukan *overhaul* dengan biaya yang tinggi dan memerlukan waktu pengerjaan yang cukup lama (John Dixon 2010; Risitano, A 2011). Untuk mengurangi endapan/kotoran di *racor*, *pre filter* dan *filter* bahan bakar, maka diusulkan kepada pihak perusahaan agar siklus pergantiannya dari HM (*Hour Meter*) sesuai standar pabrik 500 diubah menjadi 250. Percepatan ini mengakibatkan biaya perawatan naik dari biasanya, akan tetapi dibandingkan dengan tidak dilakukan percepatan, maka kemungkinan biaya yang akan dikeluarkan menjadi lebih besar.

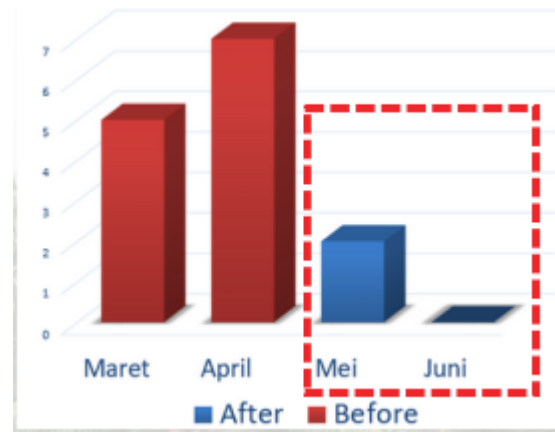
3. Implementasi.

Setelah disepakati proses percepatan pergantian *racor*, *pre-filter* dan *filter* maka

Tabel 3. Keuntungan yang dihasilkan dari proses perbaikan yang dilakukan

| <i>Benefit non finansial</i> | Sebelum | Sesudah |
|------------------------------|---------|---------|
|------------------------------|---------|---------|

dilakukan percobaan di unit dengan nomor lambung ex03 dan unit lainnya yang tidak dilakukan percepatan pergantian. Dari pengamatan dan analisis yang dilakukan maka diperoleh data seperti pada gambar 5. Terlihat di gambar tersebut terjadi penurunan kerusakan kerusakan yang sangat signifikan (Vuko A T Manurung et al., 2017; Wen, Y et al., 2016).



Gambar 5. Hasil perbaikan pada unit no. ex03

Dari gambar 5, terlihat perbedaan angka kerusakan pada unit ex03 yang menjadi unit sampel impelentasi percepatan pergantian *racor*, *pre-filter* dan *filter*, dengan unit lainnya yang tidak dijadikan sebagai sampel. Kerusakan pada unit dengan nomor ex03 dibulan maret dan april terdapat 5 kali dan 7 kali kerusakan, sedangkan setelah implementasi kerusakannya menurun drastis yaitu 2 kali pada bulan mei dan dibulan juni tidak ada lagi kerusakan pada sistem bahan bakar. Keuntungan yang diperoleh dari seluruh proses perbaikan ini ditinjau dari aspek *quality*, *cost*, *delivery*, *morale* dan *productivity* (Tongyuan Luo et al., 2017; Deng, X et al., 2013) dirangkum dalam tabel 3.

| | | |
|---------------------|---|--|
| <i>Quality</i> | Penanganan kerusakan di jalur <i>fuel system</i> kurang tepat | Penanganan kerusakan di jalur <i>fuel system</i> menjadi lebih tepat |
| <i>Cost</i> | Kerugian akibat unit <i>break down</i> besar | Kerugian akibat unit <i>break down</i> dapat dikurangi |
| <i>Delivery</i> | Waktu perbaikan unit berulang kurang efisien | Waktu perbaikan unit tidak berulang menjadi efisien |
| <i>Safety</i> | Benda asing masuk di <i>fuel system</i> | Tidak terdapat benda asing masuk di <i>fuel system</i> |
| <i>Morale</i> | Mekanik kurang konsisten melakukan monitoring | Mekanik menjadi konsisten dalam melakukan monitoring |
| <i>Productivity</i> | Unit sering mengalami <i>breakdown</i> | <i>Breakdown fuel system</i> unit di bulan mei turun menjadi dua kali kerusakan dan di bulan juni tidak terjadi <i>breakdown fuel system</i> |

IV. KESIMPULAN

Proses perbaikan yang sesuai dengan kondisi di lapangan dapat menurunkan kerusakan yang tidak terjadwal (*unscheduled breakdown*) unit *excavator*. Dengan demikian target perusahaan agar *physical availability* sebesar 95% dapat tercapai. Disarankan agar perlakuan bahan bakar solar saat tiba dilokasi sampai dengan di masukkan ke tangki unit kendaraan perlu dijaga kebersihannya sehingga bahan bakar tersebut tidak mengalami tambahan kontaminasi sebelum di masukkan ke dalam tangki unit kendaraan.

Ucapan Terima Kasih

Kami tim peneliti mengucapkan terima kasih kepada PT AAL yang memberikan kesempatan mengaplikasikan proses perbaikan dilakosi perkebunannya di daerah Kalimantan Tengah dan dukungan dana sehingga penelitian ini dapat terlaksana dengan baik dan sesuai dengan yang direncanakan.

DAFTAR PUSTAKA

Falgenti, K; Hambali, E. (July 2022). The analysis and design of independent

smallholders FFB palm oil supply system to support traceability of CPO product derivatives, OP Conference Series. Earth and Environmental Science; Bristol Vol. 1063, Iss. 1, 012035. DOI:10.1088/1755-1315/1063/1/012035.

Krisdiarto, A. W., & Sutiarto, L. (2016). Study on Oil Palm Fresh Fruit Bunch Bruise in Harvesting and Transportation to Quality. Makara Journal of Technology, 20(2), 7.

<https://www.infosawit.com/2023/01/01/begini-caranya-supaya-pengelolaan-dump-truck-efisien-di-kebun-sawit/>

Kurniadi, Z. (2021). Hubungan Sistem Transportasi Dump Truck pada Pengangkutan Tandan Buah Segar ke Pabrik Kelapa Sawit. Buletin Loupe, 17(01), 35–40. <https://doi.org/10.51967/buletinloupe.v17i01.476>.

Abd Rahim Shuib, Mohd Khairul Fadzly Md Radzi, Mohd Azwan Mohd Bakri, Mohd Ramdhan Mohd Khalid (2020), Development of a harvesting and transportation machine for oil palm plantations, Journal of the Saudi Society of Agricultural Sciences, Volume 19, Issue 5.

- Technical Training Department (2011). Basic Mechanic Course - Basic Maintenance. PT United Tractors Tbk. Jakarta.
- Manurung, V. A. T., Illiyin, D. E. H., & Amir, A. (2023). Perancangan Recoil Spring Cover untuk Excavator pc1250-8 di PT XX. *Motor Bakar: Jurnal Teknik Mesin*, 7(1), 37-42.
- Camila Balbontin, David A. Hensher, Loan Ho & Edward Wei (2023) Identifying the relationship between tyre performance, fuel consumption and maintenance costs in operating urban bus services: A case study in Sydney, Australia using telematics and fitted sensors, *International Journal of Sustainable Transportation*, 17:4, 348-368, DOI: 10.1080/15568318.2022.2039977
- Manurung, Vuko AT, Yohanes Tri Joko, and Agus Santosa (2020) "Reducing the High Temperature of Water Radiator Dump Truck (HD 785-7 Type) by Making Special Tool." *IOP Conference Series: Materials Science and Engineering*. Vol. 846. No. 1. IOP Publishing.
- V A T Manurung1, Y T Joko W1 and R I Poetral (2017) Auto Drain Valve Water Separator inside the Unit of Komatsu HD 465-7R, Published under licence by IOP Publishing Ltd *IOP Conference Series: Materials Science and Engineering*, Volume 306, 2nd International Conference on Innovation in Engineering and Vocational Education 25–26 October 2017, Manado, Indonesia
- T Gilles (2012), *Automotive Service Inspection, Meintenance, Repair*, 4th Edition, Delmar.
- Manurung, Vuko A. T., Jumraha, M. J., & Wibowob, Y. T. (2022), Menurunkan Lead Time General Overhaul Unit Excavator pc1250sp-8r di pt ut site loa janan dengan metode goh smart solution.
- T. Hantanto and J. Letjend Sudjono Humardani No, *Periodical Maintenance Service Volvo Truck FMX 440 di PT. Madhani Talatah Nusantara, Indones. J. Mech. Eng.*, vol. 2, 2022, [Online]. Available: <https://politap.ac.id/journal/index.php/injection>, diakses pada tanggal 18 April 2023.
- Manurung, Vuko. A. T, Trijoko, Y., & Afani, R. P. (2019). Menurunkan Kerusakan Yang Tidak Terjadwal (Unschedule Breakdown) Sistem Bahan Bakar Pada Unit Komatsu HD 1500-7 Dipt Ut Site Kalimantan Timur. *Jurnal Teknik Mesin dan Mekatronika (Journal of Mechanical Engineering and Mechatronics)*, 4(1), 15-20.
- John Dixon (2010), *Modern Diesel Technology, Preventive Maintenance and Inspection*, Delmar Cengage Learning, USA.
- Risitano, A (2011), *Mechanical Design*, Taylor & Francis Group, Bosa Roca, Available from: ProQuest Ebook Central, diakses 4 October 2022.
- Wen, Y., Wang, Y., Fu, C., Deng, W., Zhan, Z., Tang, Y., Shuai, S. (2016). The impact of injector deposits on spray and particulate emission of advanced gasoline direct injection vehicle. *SAE Technical paper 2016-01-22*
- Ari Ismu Gunarsa, (2017) Program Reduce Fuel Consumption Pada Unit Komatsu HD 1500-7 Di PT United Tractors FMC PAMA Site Batukajang Kalimantan Timur, Jakarta
- Olufemi B. Akinluli, Vincent A. Balogun, Temitayo M. Azeez (2015), Development of an expert system for the repair and maintenance of bulldozer's work equipment failure, *International 26.Asif Faiz, Walsh Michael P, Weaver Christopher S, (1996). Air Pollution From Motor Vehicles, Standards and Technologies for Controlling Emissions*, The World Bank Washington, D.C, USA.
- Tongyuan Luo, Chao Wu a, Lixiang Duan (2017), Fishbone diagram and risk matrix analysis method and its application in safety assessment of natural gas spherical tank, *Journal of Cleaner Production*, homepage: www.elsevier.com/locate/jclepr.
- Deng, X., Chen, Q., & Jiang, D. (2013). Application of Fishbone Chart Analysis Method in Prevention for Steam Turbine Overspeed Accident. *Guangdong Electric Power. Science Direct*, 20(02), 73-77.