

VOLUME 04
NUMBER 01
April 2019

P. ISSN 2527-6212
O. ISSN 2541-2876

Journal of Mechanical Engineering and Mechatronics



Pengaruh Media Pendingin pada Proses *Hardening* terhadap Ketangguhan Baja S45C

Arianzas, et al

Studi Potensi Pembangkit Listrik Tenaga Gelombang Laut dengan Metoda *Oscilating Water Column* di Perairan Kendari Indonesia

Faulin

Menurunkan Kerusakan yang tidak Terjadwal (*Unschedule Breakdown*) Ssistem Bahan Bakar pada Unit Komatsu HD 1500-7 DIPT UT Site Kalimantan Timur

Manurung, et al

Perancangan Sistem Distribusi Zona II Tanjung Balai Karimun Kepulauan Riau

Raswoko, et al

Simulasi *Automatic Transfer Switch* dan *Automatic Mains Failure* dengan PLC OMRON SYSMAC CP1E

Suhant

FEM Simulation of Electric Car Chassis Design with Torsional Bar Technology

Sutisna, et al

JMEM

Volume 4

Nomor 1

Halaman
55-117

Cikarang
April 2019

ISSN
2527-6212



[Home](#) [About](#) [Login](#) [Register](#) [Search](#) [Current](#) [Archives](#) [Announcements](#)

[Home](#) > [About the Journal](#) > [Editorial Team](#)

Editorial Team

EDITOR-IN-CHIEF

[Lydia Anggraini](#), Departemen Teknik Mesin, Fakultas Teknik, Universitas Presiden, Indonesia

ASSOCIATE EDITOR

[Tohru Suwa](#), Departemen Teknik Mesin, Fakultas Teknik, Universitas Presiden, Indonesia

EDITORIAL BOARD

[Rianti Dewi Sulamet Ariobimo](#), Departemen Teknik Mesin, Fakultas Teknologi Industri, Universitas Trisakti, Indonesia

[Sunaryo Sunaryo](#), Departemen Teknik Mesin, Fakultas Teknik, Universitas Indonesia, Indonesia

[Tetuko Kurniawan](#), Departemen Teknik Mesin, Fakultas Teknik, Universitas Presiden, Indonesia

EDITORIAL ASSISTANT

[Rendi Hernawan](#), Departemen Teknik Mesin, Fakultas Teknik, Universitas Presiden, Indonesia



This work is licensed under a
[Creative Commons Attribution-NonCommercial 4.0 International License](#)

User

Username

Password

☐ Remember me

[Editorial Team](#)

[Reviewers](#)

[Focus & Scope](#)

[Publication Ethics](#)

[Author Guidelines](#)

[Article Template](#)

[Article Submission](#)

[Guideline Reviewer](#)

[Journal Content](#)

Search

Search Scope

All

Browse

» [By Issue](#)

» [By Author](#)

» [By Title](#)

» [Other Journals](#)

TOOLS



INDEX





[Home](#) [About](#) [Login](#) [Register](#) [Search](#) [Current](#) [Archives](#) [Announcements](#)

[Home](#) > [Archives](#) > **Vol 4, No 1 (2019)**

Vol 4, No 1 (2019)

JOURNAL OF MECHANICAL ENGINEERING AND MECHATRONICS

TABLE OF CONTENTS

ARTICLES

PENGARUH MEDIA PENDINGIN PADA PROSES HARDENING TERHADAP KETANGGUHAN BAJA S45C

10.33021/jmem.v4i1.655

Govar Arianzas, Dody Prayitno

PDF

1-6

STUDI POTENSI PEMBANGKIT LISTRIK TENAGA GELOMBANG LAUT DENGAN METODA OSCILATING WATER COLUMN DI PERAIRAN KENDARI INDONESIA

10.33021/jmem.v4i1.656

Faulincia Faulincia

PDF

7-14

MENURUNKAN KERUSAKAN YANG TIDAK TERJADWAL (UNSCHEDULE BREAKDOWN) SISTEM BAHAN BAKAR PADA UNIT KOMATSU HD 1500-7 DIPT UT SITE KALIMANTAN TIMUR

10.33021/jmem.v4i1.660

Vuko A.T. Manurung, Yohanes Trijoko, Randy Putra Afani

PDF

15-20

PERANCANGAN SISTEM DISTRIBUSI ZONA II TANJUNG BALAI KARIMUN KEPULAUAN RIAU

10.33021/jmem.v4i1.661

Ivan Cahya Raswoko, Syamsir Abduh, Maula Sukmawidjaja

PDF

21-26

SIMULASI AUTOMATIC TRANSFER SWITCH DAN AUTOMATIC MAINS FAILURE DENGAN PLC OMRON SYSMAC CP1E

10.33021/jmem.v4i1.662

Suhanto Suhanto

PDF

27-33

FINITE ELEMENT ANALYSIS WITH STATIC AND DYNAMIC CONDITIONS OF SPARE WHEEL CARRIER FOR OH 1526 FABRICATED BY SAPH 440 HOT ROLLED STEEL

10.33021/jmem.v4i1.663

Norbertus Krisna Aditya Utomo, Lydia Anggraini

PDF

34-44



This work is licensed under a
[Creative Commons Attribution-NonCommercial 4.0 International License](#)

User

Username

Password

☐ Remember me

Editorial Team

Reviewers

Focus & Scope

Publication Ethics

Author Guidelines

Article Template

Article Submission

Guideline Reviewer

Journal Content

Search

Search Scope

All

Browse

» [By Issue](#)

» [By Author](#)

» [By Title](#)

» [Other Journals](#)

TOOLS



INDEX



MENURUNKAN KERUSAKAN YANG TIDAK TERJADWAL (UNSCHEDULE BREAKDOWN) SISTEM BAHAN BAKAR PADA UNIT KOMATSU HD 1500-7 DIPT UT SITE KALIMANTAN TIMUR

Vuko A.T. Manurung^{1,a}, Yohanes Trijoko^{2,b}, Randy Putra Afani^{3,c}

¹Program Studi Mesin Otomotif Politeknik Manufaktur Astra, Indonesia

² Program Studi Teknik Mesin Manufaktur Politeknik Manufaktur Astra, Indonesia

^avuko.manurung@polman.astra.ac.id, ^byohanes.trijoko@polman.astra.ac.id,

^crandyputrafan@gmail.com

Abstrak.

Penelitian ini membahas mengenai modifikasi sistem bahan bakar pada unit Komatsu HD 1500-7, yang bertujuan untuk meningkatkan PA (physical availability) dan membuat downtime unit menjadi lebih cepat. Dasar dari penelitian ini dilakukan karena seringnya penggantian filter bahan bakar akibat tersumbatnya aliran bahan bakar sehingga biaya perbaikan dan akibat dari tidak beroperasinya unit tersebut menjadi tinggi. Proses perbaikan ini menggunakan Komponen utama berupa program Arduino Mega 2560, Lampu LED, LCD monitor dan Sensor. Prinsip kerja dari perbaikan (improvement) ini adalah alat tersebut bekerja sama untuk meneruskan sinyal voltage dari sensor menuju arduino, lalu sinyal tersebut akan diubah menjadi data berupa tulisan pada LCD. Lampu LED berfungsi sebagai warning lamp dan speaker yang ada di kabin berfungsi sebagai suara pengingat (warning sound). Hasil dari pembuatan sistem modifikasi ini adalah dapat ditentukan waktu yang tepat untuk mengganti filter bahan bakar sebelum terjadi kebuntuan dan mengakibatkan unit mati mendadak.

Kata kunci. sistem bahan bakar, Physical Availability, Downtime.

Abstract.

This study discusses the modification of the fuel system in the Komatsu HD 1500-7 unit, which aims to improve PA (physical availability) and make unit downtime faster. The basis of this research was carried out because of the frequent replacement of fuel filters due to clogged fuel flow so that the cost of repairs and the consequences of not operating the unit became high. This repair process uses the main components in the form of Arduino Mega 2560 program, LED lights, LCD monitors and sensors. The working principle of this improvement is that the tool works together to forward the voltage signal from the sensor to Arduino, then the signal will be converted into writing data on the LCD. The LED light functions as a warning lamp and the speaker in the cabin functions as a warning sound. The result of making this modification system is that it can be determined the right time to replace the fuel filter before a deadlock occurs and cause the unit to die suddenly.

Keywords. fuel system, Physical Availability, Downtime.

I. PENDAHULUAN

Banyaknya jumlah unit yang ditangani PT UT di area pertambangan daerah Kalimantan Timur, menuntut kesiapan performa dari segi peralatan, tenaga kerja, sampai ketersediaan suku cadang selama 24 jam. Dengan adanya *Full Maintenance Contract* (FMC) terhadap semua unit yang digunakan oleh pengelola tambang, maka diperlukan kinerja yang baik dalam merawat dan menjaga agar semua unit yang di kontrak kerjakan berjalan sesuai dengan yang diharapkan. Schedule breakdown disesuaikan dengan buku manual unit dan pengaturannya menjadi bagian dari kontrak perawatan unit tersebut^[1,2].

Komatsu jenis HD 1500-7 dari data dilapangan menunjukkan tingginya *Down Time* khususnya yang disebabkan oleh sistem bahan bakar (*Fuel System*). Kualitas bahan bakar sangat mempengaruhi banyaknya *downtime* karena bahan bakar sisa dari *injector* bercampur dengan oli dan kembali ke tanki dan juga adanya kotoran lain seperti gram besi dan kotoran yang tersaring di *fuel filter*. Adanya bahan-bahan lain ini menyebabkan terjadinya *clogging* di *fuel filter* yang kemudian akan membuat unit *Low Power*.

Beberapa penelitian terkait dengan sistem bahan bakar (*fuel system, fuel filter*) telah dilakukan untuk meningkatkan PA (Physical Availability) dan mengurangi kerusakan yang tidak terjadwal (*unschedule breakdown*) dari unit Komatsu yang beroperasi di area pertambangan dimana PT UT sebagai pemegang FMC (Full Maintenance Contract)^[3,4]. Pada penelitian ini yang menjadi fokus adalah unit HD 1500-7. Tabel 1, adalah data populasi unit HD (*Heavy Duty Dump Truck*).

Tabel 1. Populasi Unit Komatsu tipe HD

No	Type Unit	Quantity	Unit Code
1	HD 785-7	20	DT 4031 - 4050
2	HD 1500-7	10	DT 1051 - 1060

Keterangan : HD = Heavy Duty Dump Truck

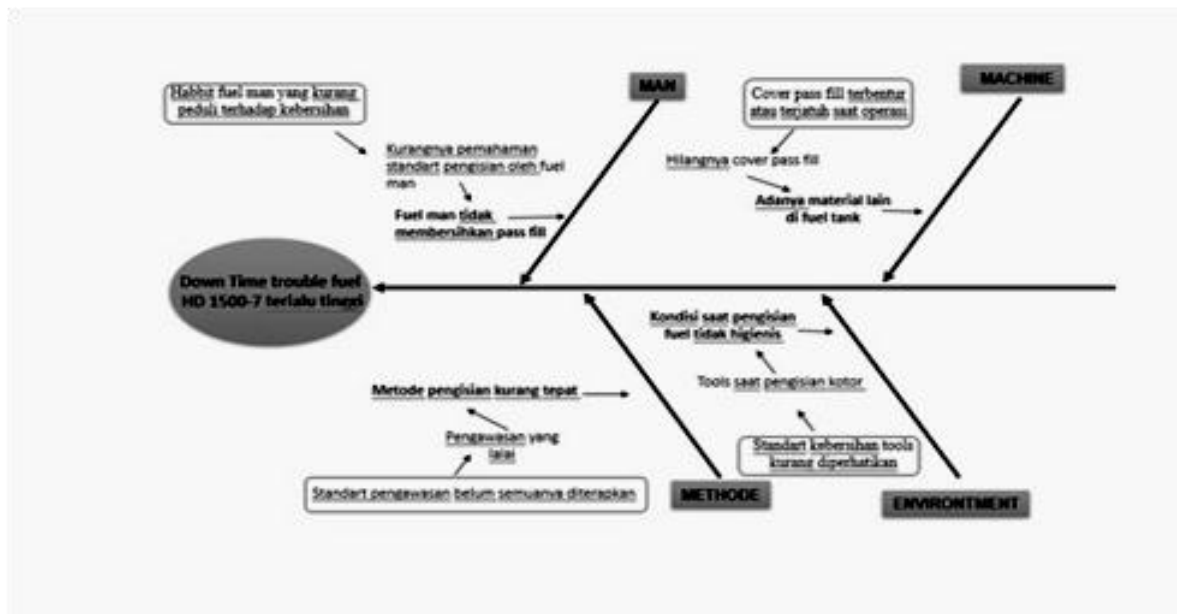
tabel 2, menunjukkan frekuensi *Unscheduled Breakdown* pada unit HD 1500-7. Dari gambar tersebut terlihat adanya peningkatan frekuensi *Unscheduled Breakdown* pada bulan Agustus sampai dengan Oktober 2016 yaitu dari 10x *Unscheduled Breakdown* menjadi 16x *Unscheduled Breakdown*. Peningkatan *Unscheduled Breakdown* ini karena banyaknya *Fuel Filter* yang harus diganti sebelum waktu penggantian yang dianjurkan oleh *Shop Manual*^[1].

Tabel 2. Troubleshooting Record^[5,6]

IIT Maintenance REPORT HD1500												
As of 2016 UCM REPORT												
No	C/Unit	S/N	HM	Date	Responsible UT			UCM	Component	Sub Comp	Cause Problem	
			Do: Ready		T/Down	T / Up	Dur					
42	DT1057	A30076	37,844	16 Jun 16	08:52	15:06	6.23	UCM	Engine	Fuel Filter	Leak	Replace Fuel Filter
175	DT1060	A30083	36,617	20 Aug 16	06:30	09:01	2.52	UCM	Engine	Fuel Filter	Clogged	Replace Fuel Filter
181	DT1054	A30065	38,629	23 Aug 16	03:26	05:52	2.43	UCM	Engine			Replace Fuel filter, Trouble shooting E/G
187	DT1053	A30057	39,117	25 Aug 16	13:27	14:22	0.92	UCM	Engine	Fuel PUMP	Leaking	Repair Fuel Pump Actuator
188	DT1056	A30071	39,456	26 Aug 16	7:23	9:21	1.97	UCM	Engine	Fuel Filter	Clogged	Replace fuel filter
192	DT1054	A30065	38,634	28 Aug 16	6:30	8:19	1.82	UCM	Engine	Prelube	Abnormal	Check & Replace Fuel filter
195	DT1053	A30082	38,587	28 Aug 16	1:53	4:17	2.40	UCM	Engine	Fuel Filter	Clogged	Replace Fuel Filter
197	DT1053	A30082	38,589	29 Aug 16	6:57	9:30	2.55	UCM	Engine	Actuator	problem	Replace fuel actuator engine LH
200	DT1059	A30082	38,601	30 Aug 16	9:28	12:37	3.15	UCM	Engine	Sensor	Abnormal	Replace fuel Pump pressure sensor
207	DT1057	A30076	38,866	31 Aug 16	22:08	23:57	1.82	UCM	Engine	Fuel Filter	Broken	Replace Fuel Filter
211	DT1053	A30057	39,200	1 Sep 16	6:30	9:55	3.42	UCM	Engine	Related	Error	Replace Fuel Filter & Replace Fuel Pump Actuator
224	DT1053	A30082	38,682	5 Sep 16	8:15	3:55	19.67	UCM	Engine	ECM	Broken	Trouble shooting engine low power, Replace Fuel Filter
230	DT1056	A30071	30,633	7 Sep 16	8:15	9:40	1.42	UCM	Engine	Fuel Filter	Kotor	Replace Fuel Filter 3 PCS + PPM
235	DT1060	A30083	36,916	9 Sep 16	9:05	11:07	2.03	UCM	Engine	Fuel Filter	Kotor	Replace Fuel Filter 3 PCS
239	DT1055	A30066	40,090	10 Sep 16	06:38	10:54	4.27	UCM	Engine	Related	Low Power	Replace Fuel Filter
250	DT1054	A30065	38,913	12 Sep 16	17:55	21:15	3.33	UCM	Engine	Fuel Filter	Clogged	Replace Fuel Filter
257	DT1053	A30057	39,352	13 Sep 16	08:00	10:00	2.00	UCM	Engine	Fuel Filter	Kotor	Replace Fuel Filter
277	DT1053	A30082	38,781	16 Sep 16	14:33	18:00	3.45	UCM	Engine	Electric	Short	Replace fuel filter
295	DT1052	A30056	38,907	20 Sep 16	10:37	16:33	5.93	UCM	Engine	Engine System	Abnormal	Trouble shooting engine, Replace fuel filter
302	DT1058	A30077	37,974	21 Sep 16	11:10	15:45	4.58	UCM	Engine	Fuel System	Dirty	Clean Fuel Line & Bleeding Fuel System
318	DT1052	A30056	38,975	30 Sep 16	21:40	04:23	6.72	UCM	Electrical	Electric	Short	Check Error + Ground test

II. METODOLOGI PENELITIAN

Untuk menemukan solusi dari permasalahan yang terjadi maka digunakan suatu alat pencari penyebab suatu masalah yaitu dengan menggunakan diagram tulang ikan (*fishbone diagram*)^[5-7] seperti pada gambar 2. Metode ini sudah lazim digunakan di PT UT untuk mencari akar masalah dan sekaligus solusinya. Dengan demikian terjadi proses perbaikan (*improvement*) yang terus menerus dan berkelanjutan. Alat ini meninjau persoalan dari sisi manusia, mesin, metode dan lingkungannya sehingga akar persoalan di tinjau secara komprehensif. Dengan demikian solusi yang diperoleh dan di aplikasikan juga akan menyelesaikan persoalan secara menyeluruh.



Gambar 2. Diagram tulang ikan

Pada sektor manusia (*man*) terdapat beberapa masalah terkait dengan kesadaran akan pentingnya kebersihan komponen saat akan mengisi *fuel* pada *refueling area*. Hal ini akan memicu tingginya tingkat kontaminasi dalam *fuel* sehingga akan menyebabkan unit menjadi *Breakdown*.

Pada sektor mesin (*machine*) terdapat beberapa masalah terkait dengan kerusakan komponen penutup pada *pass fill* di *fuel tank*. Hal ini memicu banyaknya kontaminasi yang akan masuk ke dalam *fuel tank* yang akan mengakibatkan adanya endapan kontaminasi di dasar *fuel tank*.

Pada sektor metode (*methode*) terdapat masalah pada pemberlakuan SOP saat melakukan *refueling* di *refueling area*. *Fuel man* belum melakukan semua SOP pada saat pengisian *fuel* sehingga ada kontaminasi yang melekat pada *pass fill*. Hal ini menyebabkan kontaminasi tadi dapat ikut masuk ke sistem pada saat pengisian *fuel*.

Pada sektor lingkungan (*enviromtment*) terdapat keadaan yang sangat memungkinkan bagi *fuel* untuk terkontaminasi, yaitu tempat pengisian dan kondisi *rerueling area* berada di lapangan terbuka sehingga memungkinkan komponen unit dan alat untuk pengisian terkontaminasi oleh debu dll.

III. HASIL, PEMBAHASAN DAN ANALISA

Berdasarkan diagram tulang ikan maka solusi yang ditawarkan adalah sebagai berikut:

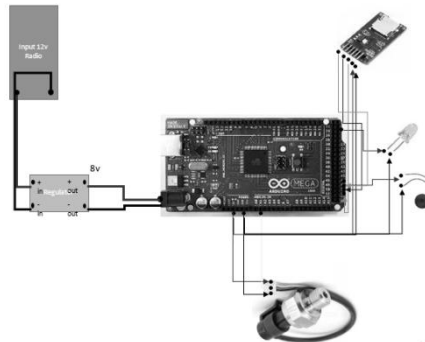
a. Manusia (*People*)

Pada sektor manusia, implementasi akan menggunakan metode *sharing in class*. Implementasi yang akan dilakukan adalah sosialisasi mengenai "Kebersihan pengisian bahan bakar". Sosialisasi ini

bertujuan untuk meningkatkan pengetahuan mekanik dan *fuel man* mengenai tahap pengisian bahan bakar yang benar di *Refueling area*. Materi yang disampaikan didapatkan dari standar “pengecekan kebersihan pengisian dan *tools*”. Pengimplementasiannya sudah di diskusikan dengan *Supervisor* dan *Quality Assurance*.

b. Mesin (Machine)

Dalam sektor ini penulis akan mengganti *coupler* di *supply pump* menjadi *sensor transmitter* agar dapat mendeteksi kebuntuan. Penulis juga akan membuat sebuah rangkaian *detector* yang akan bekerja beriringan dengan sensor. Jadi ketika *pressure fuel* berada di bawah *range* normal maka *detector* akan memberikan *warning* kepada operator.



Gambar 4. Clogging Detector

c. Metode (Methode)

Pada sektor metode, implementasi yang akan di jalankan adalah *cross check* tata cara pengisian *fuel* yang benar. Metode yang digunakan adalah diskusi dan *observasi* lapangan mengenai tahapan tahapan saat pengisian *fuel*. Penulis melakukan *observasi* lapangan dengan mengikuti kegiatan *daily inspection* ke unit HD 1500-7 dan melakukan riset kepada *fuel man* mengenai tata cara pengisian *fuel* yang benar. Tidak ada modifikasi aturan saat pengisian *fuel* karena aturan yang ada dinilai sudah memenuhi standart pengisian yang benar.

STANDART OPERATIONAL PROCEDURE PENGISIAN BAHAN BAKAR PADA UNIT DI REFUELING AREA		
NO : 01/SOP/PLN'18	PT UNITED TRACTORS Tbk FULL MAINTENANCE CONTRACT	REV : 01
TGL : 01 JUNI 2018		HAL : 1 / 2
LANGKAH TUGAS	URUTAN LANGKAH TUGAS	PENGENDALIAN KESELAMATAN
1	Periksa Alat Pelindung Diri (APD)	Menggunakan APD (Helm, sepatu, sarung tangan, kacamata, dan rompi reflektif).
2	Siapkan Alat dan Peralatan	1. Pada waktu membawa atau mengembalikan peralatan perhatikan tempat berjalan dari cereran air, minyak atau material lain. 2. Pastikan compressor siap untuk pengisian. 3. Bersihkan tool filling sebelum dipasangkan dengan quick coupler. Agar tidak timbul bahaya kebakaran, dilaraskan : DILARANG MEROKOK ATAU MENGGUNAKAN API SELAMA PROSES PENGISIAN BAHAN BAKAR
3	Siapkan Posisi Unit	1. Jangan berdiri di jalur lintasan unit. 2. Sebelum mengisi bahan bakar parkir unit disebelah tools filling, mesin idle sesaat, lalu matikan mesin dan aktifkan parking brake. Pastikan unit dalam keadaan berhenti stabil, pastikan posisi unit rata.

		3. Mesin unit yang mau diisi harus dimatikan selama pengisian bahan bakar dilakukan.
4	Isikan Bahan Bakar ke Tanki Bahan Bakar	1. Bersihkan Quick Coupler dengan majun basah lalu bersihkan kembali dengan majun kering. 2. Jangan menghirup uap bahan bakar dari tanki, bila perlu gunakan masker saat pengisian bahan bakar. 3. Selama bahan bakar disisakan Parking Brake harus dihidupkan. 4. Pastikan pada saat pengisian tidak ada tumpahan bahan bakar. 5. Jika ada tumpahan bersihkan segera dengan absorber. 6. Setelah proses pengisian selesai, bersihkan quick coupler dan tool filling . 7. Kembalikan tool filling sesuai dengan tempat awal.

Gambar 5. SOP pengisian *fuel*

d. Lingkungan (*Environment*)

Pada sektor lingkungan, implementasi yang akan dilakukan adalah membersihkan alat pengisian *fuel* sebelum dan sesudah mengisi *fuel* di *refueling area*. Sehingga dapat mengurangi kemungkinan masuknya benda asing kedalam sistem bahan bakar.

4. Manfaat

Manfaat yang diperoleh dari penelitian ini adalah PA (*Physical Availability*) yang meningkat yang diikuti dengan biaya (*cost*) yang dapat dihemat dalam operasional unit karena proses pergantian suku cadang yang sesuai dengan *schedule* dari buku manual. Disamping itu keuntungan lainnya adalah *image* dari perusahaan di mata pemberi kontrak kerja. Dengan demikian unit akan beroperasi secara maksimal dan efisien.

Biaya yang dapat dihemat ini kemudian di konversikan kedalam bentuk NQI (*Net Quality Income*) berupa potensi keuntungan selama 1 tahun. Perhitungan tersebut adalah sebagai berikut:

- Ritase unit/jam = USD 56.01
- Populasi unit = 10 unit
- Downtime UCM = 125 jam

a. Biaya Penggantian *Fuel Filter*

- Harga 1 *Fuel Filter* HD 1500-7 = USD 24.47
- 1 unit HD 1500-7 ada 3 pcs fuel filter = USD 24.47 x 3 = USD 73.41
- *Filter Clogging* per unit = USD 73.41 x 25 (trouble/annum) = USD 1,835.25, maka untuk 10 unit adalah = USD 1,835.25 x 10 = USD 18,352.5
- Bila 1 USD = Rp. 14.303,00, maka total biaya penggantian *fuel filter*:
USD 18,352.5 x Rp. 14.303,00 = Rp. 262.495.808,00

b. Biaya *downtime* yang dapat di hemat per unit = Ritase unit x jumlah *downtime* =

USD 56.10/hours x 125 hours = USD 7,001.25. Dengan demikian untuk 10 unit biaya *downtime* adalah: USD 7,001.25 x 10 = USD 70,012.5. Dalam rupiah = USD 70,012.5 x Rp. 14.303,00 = Rp. 1.001.388.790,00

c. Harga pembuatan alat adalah = Rp 1.500.000,00

Dari perhitungan diatas maka NQI dari sistem yang dibuat adalah:

Harga Penggantian Filter + biaya *downtime* - Harga Pembuatan Alat adalah =

Rp 262.495.808,00 + Rp. 1.001.388.790,00. - Rp 1.500.000,00 = Rp 1.262.384.598,00

IV. KESIMPULAN

Dari penelitian ini diperoleh bahwa potensi penghematan terhadap perusahaan (NQI) sebesar Rp. 1.262.384.000,00. Disamping itu juga memberikan kesadaran terhadap kebersihan saat proses pengisian fuel dan image perusahaan menjadi lebih baik.

DAFTAR PUSTAKA

1. Komatsu Ltd. (2010). Shop Manual Komatsu HD 1500-7, Komatsu Ltd. Japan.
2. Komatsu Ltd. (2009). Specifications & Application Handbook Edition 30. Komatsu Ltd Japan.
3. Vuko AT Manurung, Erwin Setiawan (2018) Meningkatkan Efisiensi Anggaran Maintenance di PT United Tractors Area FMC SIMS Site Batukajang-Kaltim Studi Kasus Saringan Udara (Air Filter), Technologic vol.8 Politeknik Manufaktur Astra.
4. VAT Manurung, RI Poetra (2018) Auto Drain Valve Water Separator inside the Unit of Komatsu HD 465-7R, OP Conference Series: Materials Science and Engineering, vol. 306 IOP Publishing.
5. <https://www.cms.gov/medicare/provider-enrollment-and>

certification/qapi/downloads/fishbonerevised.pdf.

6. https://www.researchgate.net/publication/46567642_Application_Of_Fishbone_Diagram_To_Determine_The_Risk_Of_An_Event_With_Multiple_Causes.
7. https://www.researchgate.net/publication/46567642_Application_Of_Fishbone_Diagram_To_Determine_The_Risk_Of_An_Event_With_Multiple_Causes
8. Unit Maintenance Record (2016) HD 1500-7 . PT. United Tractors FMC PAMA Area Site Batukajang.
9. Unit Maintenance Record (2017) HD 1500-7. PT. United Tractors FMC PAMA Area Site Batukajang.
10. Unit Maintenance Record (2018) HD 1500-7. PT. United Tractors FMC PAMA Area Site Batukajang.
11. Huzij, Robert, Angelo Spano, SeanBennett (2009) Heavy Equipment System, Delmar
12. Gilles, Tim (2012) Automotive Service Inspection, Maintenance, Repair, 4th Edition, Delmar.
13. <https://www.smsequip.com/assets/documents/equipment/mining/mechanical-trucks/hd1500-7.pdf>
14. <http://www.komatsu.com.br/portal/wp-content/uploads/2014/05/HD1500-7-AESS727-00.pdf>
15. Anggraini, L. (2018). ANALISA STRUKTUR MIKRO PADA PROSES FIRING DALAM FABRIKASI WELDED BEAM DENGAN BAHAN SM490YB. *Prosiding Seminar Nasional Pakar* (pp. 363-367).