



Pengoptimalan Fungsi Magnetik dan Sistem Hidrolik pada Alat Penyangga Mesin Mobil dalam Menerapkan Budaya K3 di Dunia Industri Otomotif

Zanuri Kristanto¹, Muhamad Andito Yogatama², Linda Widyawati³, Alyna Kirana Dewi⁴, Fauziyah Nur Lathifah⁵, Danar Susilo Wijayanto^{6*}

¹²³⁴⁵⁶Program Studi Pendidikan Teknik Mesin, FKIP, Universitas Sebelas Maret Indonesia

ARTICLE INFO

Article History

Received : Nov 17, 2023

Accepted : Jan, 25, 2024

Available Online : Jan, 29, 2024

Keywords:

Engine Holder

Magnetism

Hydraulic

HSO

ABSTRACT

Speed and accuracy of workmanship are important supporting factors for business actors operating in the service sector. The availability of adequate supporting equipment can increase work productivity and can reduce the risk of work accidents that can endanger the surrounding environment. Technological developments in the automotive industry always provide innovations. Even though it is like that, it still doesn't escape the new problems that accompany it. In the process of replacing a car clutch lining, the application of knowledge about lifting aircraft is very necessary. Differences in the load capacity of car engines that exceed human strength capacity require the use of tools according to specifications. The addition of a hydraulic system to the machine support can provide lifting power that is greater than the power produced by mechanics in lifting or holding loads that exceed their capacity. Apart from that, implementing a culture of occupational health and safety is important to realize workforce welfare. What is not expected when repairing a car's clutch lining is a shift in the load support of the car's engine which can cause damage to other components and can even endanger mechanical safety. The property of magnets that can attract metal objects can be used to improve K3 in the automotive industry as an effort to prevent engine supports from shifting position when repairs are carried out on car clutch linings.

ABSTRAK

Kecepatan dan ketepatan pengerjaan merupakan faktor penunjang yang penting untuk pelaku usaha yang bergerak pada bidang jasa. Ketersediaan alat penunjang yang memadai dapat meningkatkan produktivitas pekerjaan dan dapat mengurangi risiko terjadinya kecelakaan kerja yang dapat membahayakan lingkungan sekitarnya. Perkembangan teknologi pada dunia industri otomotif senantiasa memberikan inovasi baru. Meskipun seperti itu tetap tidak luput dari adanya permasalahan baru yang menyertainya pula. Dalam proses penggantian kampas kopling mobil, penerapan ilmu pengetahuan tentang pesawat angkat sangat diperlukan. Perbedaan kapasitas beban mesin mobil yang melebihi kapasitas kekuatan manusia mengharuskan dalam penggunaan alat bantu sesuai dengan spesifikasinya. Penambahan sistem hidrolik pada penyangga mesin dapat memberikan daya angkat yang lebih besar dari tenaga yang dihasilkan oleh mekanik dalam mengangkat atau menahan beban yang melebihi kapasitas dirinya. Selain itu menerapkan budaya kesehatan dan keselamatan kerja (K3) menjadi hal yang penting untuk mewujudkan kesejahteraan tenaga kerja. Hal yang tidak diharapkan pada saat melakukan perbaikan kampas kopling mobil yaitu terjadinya pergeseran penyangga beban mesin mobil yang dapat mengakibatkan kerusakan pada komponen lainnya bahkan dapat membahayakan keselamatan mekanik. Sifat magnet dapat menarik benda logam dapat dimanfaatkan untuk meningkatkan K3 dalam dunia industri

*Corresponding Author

Email address:

danarsw@staff.uns.ac.id

otomotif sebagai upaya pencegahan terjadinya penyangga mesin yang bergeser posisi pada saat dilakukan perbaikan pada kampas kopling mobil.

Dedikasi: [Community Service Reports](#) by UNS is licensed under Creative Commons Attribution 

1. LATAR BELAKANG

Keuntungan penggunaan kendaraan mobil selain kapasitas penumpang yang lebih banyak juga dapat melindungi dari cuaca alam yang dapat membahayakan keselamatan pengendara waktu dalam perjalanan. Untuk mencapai dan menjaga hal tersebut agar tetap berfungsi dengan baik, maka perlu dilakukan perawatan dan pengecekan kendaraan mobil secara berkala. Kampas kopling menjadi komponen penting dalam suatu sistem pemindah tenaga. Kopling pada kendaraan berfungsi untuk memperhalus dan memungkinkan terjadinya perpindahan roda gigi kecepatan. Dengan adanya sistem kopling maka dapat mengurangi hentakan yang terjadi ketika perpindahan roda gigi kecepatan sedang berlangsung. Dilihat dari sisi keselamatan, dengan adanya sistem kopling dapat meminimalisir kecelakaan lalu lintas yang dapat terjadi karena dorongan kejut akibat putaran *engine* yang ditransmisikan tidak tersalurkan secara harmonis ke roda penggerak kendaraan.

Hal yang sering dilakukan dalam pengecekan secara berkala pada komponen kopling yakni tingkat keausan kampas kopling yang berpengaruh besar dalam kinerja sistem kopling dan kenyamanan serta keselamatan pengendara. Pekerjaan perbaikan komponen kopling dan transmisi termasuk kedalam golongan pekerjaan bengkel yang berat. Tingkat kesulitan dan risiko besar yang mengharuskan mekanik mengeluarkan tenaga ekstra, bahkan tidak jarang membutuhkan bantuan tambahan untuk melakukan pekerjaan perbaikan pada sistem ini. Kelalaian pada saat melakukan pekerjaan perbaikan sistem kopling dan transmisi dapat berakibat fatal terhadap kesehatan dan keselamatan kerja (K3) mekanik hingga terjadinya kerusakan pada komponen kendaraan lainnya.

Di dalam dunia bisnis otomotif kecepatan dan ketepatan pengerjaan sangatlah penting untuk pelaku usaha terutama yang bergerak pada bidang jasa (Putri et al., 2018). Selain mengkonsumsi waktu yang cukup banyak, proses perbaikan kampas kopling mobil *FWD* yang dilakukan secara tradisional berpotensi mengalami kecelakaan kerja yang lebih besar. Dalam proses pengerjaan perbaikan kampas kopling mobil *FWD* dilakukan dengan posisi berbaring dibawah kolong mobil dengan keterbatasan gerak sehingga mekanik harus mengeluarkan tenaga yang lebih besar. Hal tersebut dipengaruhi dari ketersediaan alat penunjang yang dapat meningkatkan produktivitas pekerjaan dan mengurangi risiko terjadinya kecelakaan kerja yang dapat membahayakan keselamatan lingkungan kerja dan sekitarnya. Metode yang digunakan pada pelaksanaan ini adalah metode HIRARC, yaitu dengan mengidentifikasi bahaya, penilaian risiko, dan pengendalian risiko (Fauziah et al., 2021). Identifikasi bahaya merupakan suatu proses untuk menentukan risiko bahaya yang dapat terjadi. Sedangkan penilaian risiko dilakukan dengan menghitung indeks kemungkinan dan tingkat keparahan yang apabila terjadi kecelakaan kerja. Dengan hasil indentifikasi dan penilaian risiko yang telah dilakukan akan digunakan sebagai dasar dalam mengambil langkah pengendalian risiko.

Kinerja mekanik dipengaruhi oleh rasa aman dan kesejahteraan dalam melakukan pekerjaan (Purwanto et al., 2020). Kendala penerapan K3 pada umumnya antara lain adanya keterbatasan anggaran, budaya kerja yang belum terbiasa dengan penerapan K3, dampak penerapan terhadap biaya dan harga penjualan, serta kesadaran sumber daya manusia yang ada atas pentingnya menjaga kesehatan dan keselamatan di lingkungan kerja. Untuk mengurangi kecelakaan kerja diperlukan pemahaman manajemen yang bertujuan mengidentifikasi

kebutuhan yang diperlukan (Klimova et al., 2018).

2. TINJAUAN PUSTAKA

KESEHATAN DAN KESELAMATAN KERJA

Keselamatan kerja adalah menjamin keadaan, keutuhan dan kesempurnaan, baik jasmaniah maupun rohaniah manusia serta hasil karya dan budayanya tertuju pada kesejahteraan manusia. K3 merupakan upaya pencegahan penyakit akibat kerja untuk menjamin dan melindungi kesehatan dan keselamatan lingkungan kerja (Delvika & Mustafa, 2019). Keselamatan kerja di bengkel mobil, salah satu faktor penting yang harus diperhatikan oleh pemilik bengkel ataupun para mekaniknnya. Setiap orang yang bekerja disana harus memiliki tanggung jawab dan mengerti setiap bagiannya masing-masing untuk mengamankan dirinya juga rekan kerjanya.

KAMPAS KOPLING

Kampas kopling adalah bagian dari mobil yang berbentuk piringan yang berfungsi dalam pemindahan daya pada mesin mobil. Kampas kopling juga berfungsi sebagai penunjang berjalannya mobil. Sistem kerja kampas kopling adalah untuk meneruskan putaran mesin yang berasal dari poros engkol dan *flywheel* yang diteruskan oleh kopling, kemudian menuju sistem *transmisi* dan ke roda belakang.

DONGKRAK HIDROLIK

Dongkrak hidrolik adalah alat yang digunakan untuk mengangkat benda yang berkapasitas besar, seperti mobil beserta mesin-mesin yang mempunyai beban berat diatas kemampuan angkat manusia (Liu et al., 2023). Dongkrak ini disebut hidrolik karena menggunakan sebuah *liquid* atau cairan khusus yang dapat membantu proses pengangkatan alat besar(Purwanto et al., 2020). Sistem hidrolik memudahkan seseorang dalam melakukan pekerjaan berat (Fatxullojev et al., 2020).

MAGNET

Magnet merupakan benda yang memiliki kemampuan menarik benda-benda dari logam besi (*Fe*) yang ada di sekitarnya dengan jarak tertentu (Maksimova et al., 2022). Besarnya kekuatan magnet ditentukan oleh ukuran dari magnet itu sendiri. Magnet ada terbuat dari bijih-bijih magnet alam yang disebut dengan magnet alami, ada juga yang dibuat dari adanya induksi magnet oleh listrik yang disebut dengan *elektromagnetik*. Dapat terjadi gaya tarik-menarik kedua bilah magnet alami ketika kutub magnet yang berbeda saling didekatkan dan akan terjadi gaya tolak menolak kedua bilah magnet alami ketika kutub magnet yang sama saling didekatkan (Mukherjee et al., 2021). Sifat yang dimiliki sebuah magnet salah satunya yaitu ketika didekatkan dengan sebuah logam besi maka akan terjadi gaya tarik diantara keduanya (Huang et al., 2023).

ENGINE HOLDER

Engine holder adalah alat yang digunakan untuk menahan *engine* pada saat dipasang pada kendaraan atau mesin lainnya (Kumar et al., 2023). Alat ini dibuat dengan material penyusun berupa jenis logam besi (*Fe*) yang membuatnya kuat untuk mampu menahan beban *engine*. Selain itu *engine holder* juga berfungsi sebagai pelindung untuk menjaga mesin dari kerusakan.

3. METODE PELAKSANAAN

Dilakukan tahap pendalaman permasalahan dengan observasi langsung di *workshop*. Selain itu dilakukan juga studi literatur yang berkaitan dengan proses perbaikan, kesehatan dan keselamatan kerja, serta peralatan yang biasa digunakan pada saat perbaikan komponen kopling mobil *front wheel drive*. Dilanjutkan dengan perancangan secara fungsional dan struktural yang

kemudian di wujudkan menjadi alat seutuhnya untuk dilakukan ujicoba lapangan dan implementasi di *workshop*.

Untuk optimalisasi fungsi *engine holder*, maka dalam tahap pengujian dilakukan dengan uji daya angkat dan tahan beban serta daya rekat magnet pada *magnetic hydraulic engine holder*. Dalam tahap ini dilakukan pengambilan sejumlah data yang dilakukan di Laboratorium Bengkel Pendidikan Teknik Mesin Kampus V FKIP Universitas Sebelas Maret.

RANCANGAN FUNGSIONAL

Perakitan alat *magnetic hydraulic engine holder* disertai dengan analisis fungsional untuk pemilihan komponen pendukung yang tepat. Komponen penyusun *magnetic hydraulic engine holder* disesuaikan dengan kebutuhan serta beban penggunaan komponen dengan memperhitungkan kesehatan dan keselamatan kerja. Komponen yang diperlukan dalam penyusunan *magnetic hydraulic engine holder* sebagaimana ditunjukkan pada tabel 1.

Tabel 1. Fungsi Komponen Penyusun Magnetic Hydraulic Engine Holder

KOMPONEN	FUNGSI
Rangka utama	Menahan beban <i>engine</i> mobil Tempat dipasangnya sistem hidrolik Tempat dipasangnya rel penyetel posisi sistem hidrolik dan kaki-kaki <i>engine holder</i>
Kaki-kaki	Dudukan <i>engine holder</i> dengan fender bagian dalam Menopang rangka utama Tempat dipasangnya komponen magnet Tempat dipasangnya lengan tambahan
Lengan tambahan	Mengatur konsentrasi titik tumpu beban <i>engine</i> mobil pada <i>engine holder</i>
Magnet	Pengunci posisi kaki-kaki <i>engine holder</i> agar tidak bergeser
Sistem hidrolik	Mengangkat beban <i>engine</i> mobil Mengatur kekencangan tali rantai penahan beban <i>engine</i> mobil
Rantai	Pemegang beban <i>engine</i> mobil agar tetap berada pada posisinya
Pengunci rantai	Mengunci kedua ujung tali rantai
Rumah rantai	Dudukan tali rantai pada <i>engine holder</i>
Klem	Mencegah terjadi distorsi akibat menahan beban <i>engine</i> mobil
Rel	Mengatur posisi sistem hidrolik dan kaki-kaki <i>engine holder</i>

RANCANGAN STRUKTURAL

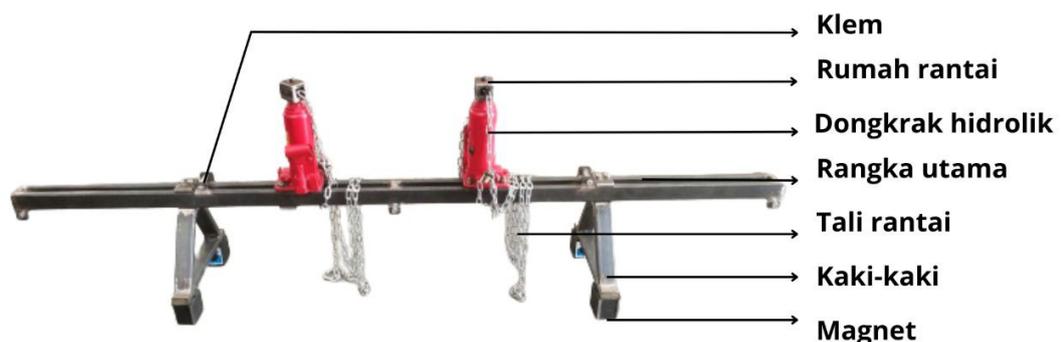
Desain *Magnetic hydraulic engine holder* dibuat dengan menggunakan aplikasi *Solidworks*. Untuk membuktikan validitas sebuah pembuatan rancangan maka dapat dilihat dari sebuah desain. Rangka merupakan komponen penting yang mendasari dirakitnya sebuah mesin dengan fungsi sebagai pendukung kinerja yang mampu menahan gaya yang ditimbulkan dari proses kerja sebuah mesin (Mohanty & Paul, 2023).

Dengan rancangan struktural dimaksudkan untuk mendapatkan spesifikasi bentuk, ukuran, dan bahan yang diperlukan dalam perakitan *magnetic hydraulic engine holder*. Pada rancangan ini juga telah dikaji secara mendalam dengan alat yang telah diterapkan sebelumnya. Seiring berkembangnya teknologi alat dalam industri menuntut adanya perubahan dinamis dalam perkembangan sesuai dengan yang dibutuhkan (Sarraf et al., 2020). Tahap ini dimaksudkan untuk mengetahui, mengkaji, serta menganalisis permasalahan prioritas pada mitra sehingga tercipta solusi alternatif yang berupa pengembangan teknologi alat *engine holder* (Rajan & Arockiarajan, 2021).

PABRIKASI

Magnetic hydraulic engine holder menerapkan fungsi pesawat angkat yang berperan menaikkan dan sebagai penahan beban *engine* mobil yang melebihi kapasitas kekuatan manusia pada umumnya untuk dapat melakukan pekerjaan tersebut (Dilshod et al., 2021). Pabrikasi *magnetic hydraulic engine holder* dilaksanakan di Laboratorium Mesin, Laboratorium Las, dan Laboratorium Kerja Bangku pada Program Studi Pendidikan Teknik Mesin yang berlokasi di Kampus V Fakultas Keguruan dan Ilmu Pendidikan (FKIP) Universitas Sebelas Maret Jl. A. Yani No.200, Dusun II, Pabelan, Kec. Kartasura, Kabupaten Sukoharjo, Jawa Tengah 57161.

Dalam proses pabrikasi alat ini juga dilakukan dengan menerapkan kaidah ilmu bahan, mekanika kekuatan material, dan juga elemen mesin untuk mendapatkan hasil alat dengan spesifikasi sesuai dengan yang diperlukan dengan mempertimbangkan segi K3. Komponen penyusun *magnetic hydraulic engine holder* disajikan dalam desain pada Gambar 1.



Gambar 1. *Komponen Penyusun Magnetic Hydraulic Engine Holder*

Daya angkat dua buah dongkrak hidrolik kapasitas 4 ton dan besi *hollow* ukuran 20x40x1,6 mm dipilih sesuai yang dibutuhkan untuk mampu menahan beban *engine* mobil yang berkisar antara 90 hingga 160 kg untuk 4 silinder. Penahan beban *engine* mobil dari sisi atas menggunakan rantai baja dengan ukuran $\frac{3}{4}$ inchi atau setara dengan diameter 18 mm. Dua komponen mekanisme tersebut berfungsi agar mobil dapat dinaikkan *carlifter* dan meningkatkan efisiensi tenaga dalam proses pengerjaan perbaikan kampas kopling. Pada *magnetic hydraulic engine holder* juga dilengkapi dengan magnet dimasing-masing kaki alat ini sebagai keamanan pada saat digunakan untuk menghindari melesatnya kaki-kaki *engine holder* dari dudukannya dalam meningkatkan fungsi K3 (Mínguez Espallargas & Coronado, 2018). Besarnya kekuatan yang dihasilkan sebuah magnet ditentukan oleh jenis komposisi material penyusun dan besarnya ukuran. Semakin besar sebuah magnet akan memiliki sifat magnetis yang besar pula (W. Chen et al., 2020).

Rangka utama dan kaki-kaki *engine holder* dirangkai dalam satu kesatuan menggunakan sambungan las dan baut. Persiapan alat dan bahan berupa besi *hollow*, besi plat, pipa *stainless steel*, rantai besi, komponen magnet, dongkrak hidrolik, gerinda, mata bor, dan juga mesin las beserta elektroda las. Untuk melakukan *finishing* memerlukan cat primer, cat sekunder, *thinner* dan juga kompresor beserta *spray gun*. Tahap pabrikasi alat ini diuraikan sebagai berikut:

1. Menggambar desain alat pada *software solidwork*
2. Memotong bahan sesuai kebutuhan pabrikasi alat
3. Membuat kerangka utama dari *magnetic hydraulic engine holder* dengan sambunga las
4. Membuat elemen pendukung untuk tempat pemasangan magnet di bagian kaki-kaki dan sistem hidrolik

5. Membuat rel penyetelan posisi komponen dongkrak hidrolik dan rel kaki-kaki
6. Membuat dudukan rantai dan merangkai keseluruhan komponen menjadi kesatuan alat *magnetic hydraulic engine holder* lanjut *finishing* cat

EVALUASI DAN PENYEMPURNAAN ALAT

Tahap evaluasi ini dilakukan sebagai media untuk terus dapat mengembangkan alat ini hingga mencapai hasil program yang optimal sesuai dengan kebutuhan mitra. Dilakukan evaluasi berdasarkan pada hasil uji coba diterapkannya alat *magnetic hydraulic engine holder* yang telah dilakukan bersama mitra. Uji secara fungsional dilakukan untuk menyatakan bahwa *engine holder* mampu melaksanakan pekerjaan yang sesuai dengan spesifikasinya. Pada tahap ini dilakukan uji lapangan terhadap fungsi utama masing-masing komponen *engine holder*. Analisis hasil pengujian didasarkan pada parameter kecepatan perbaikan komponen kopling mobil *FWD*, jangkauan pemasangan, dan penerapan K3 di *workshop*. Hasil pengujian alat dan dengan literatur pendukung digunakan sebagai dasar dalam mengambil langkah untuk dilakukannya evaluasi dan penyempurnaan alat.

Kecepatan dalam perbaikan komponen kopling mobil *FWD* diukur dengan menggunakan *stopwatch*, penentuan jangkauan pemasangan *engine holder* dilakukan dengan pemasangan secara langsung, dan penerapan K3 sesuai dengan standar K3 di *workshop*. Dalam pengendalian risiko melesatnya dudukan dapat dilihat dari tingkat kestabilan tahanan magnet ketika menerima sebuah beban berat (Xing & Yong, 2023).

IMPLEMENTASI PADA MITRA

Pada tahap ini dilakukan implementasi alat pada mitra di *workshop* untuk membantu dalam proses pekerjaan perbaikan komponen kopling pada mobil *FWD* dengan memperhatikan K3. Pengenalan dan penjelasan komponen penyusun *engine holder* dipaparkan kepada mitra sebagai pembekalan operasional penggunaan *engine holder* sebelum pada akhirnya mitra mengoperasikannya secara mandiri.



Gambar 2. Implementasi Magnetic Hydraulic Engine Holder

Implementasi pada mitra dilakukan dengan koordinasi dan sosialisasi alat, dilanjutkan dengan pengoperasian *engine holder* di *workshop* serta perawatan yang harus diberikan pada komponen-komponen tertentu *engine holder* seperti pada Gambar 2. Selain itu pendampingan dalam penggunaan *magnetic hydraulic engine holder* ini juga dilakukan dengan menerapkan K3.

Buku pedoman penggunaan alat disertakan untuk memberikan informasi segala sesuatu tentang *magnetic hydraulic engine holder*. Dengan adanya buku pedoman dapat menjadi dasar petunjuk operasional alat sesuai dengan fungsinya secara optimal. Untuk dapat melakukan perawatan dibutuhkan pemahaman model sebuah alat (B. Chen et al., 2022).

ANALISIS DATA

Kesesuaian *magnetic hydraulic engine holder* dengan fungsinya divalidasi secara langsung melalui uji eksperimental. Perbaikan komponen kopling mobil penggerak roda depan yang menjadi tujuan di rakitnya alat ini. Dengan demikian dilakukan pengambilan data dan analisis menggunakan metode komparasi yang meliputi tingkat produktivitas, lama waktu pengerjaan, dan penerapan K3 di workshop. Metode komparatif merupakan metode yang digunakan untuk membandingkan suatu objek dengan objek lainnya (Carrera et al., 2024). Dapat diketahui selisih perbandingan hasil yang diperoleh antara sebelum dan sesudah diterapkannya *magnetic hydraulic engine holder*. Mekanisme hidrolik memberikan tekanan besar untuk mengangkat beban berat (Uralov et al., 2021). Untuk pengujian hidrolik dilakukan dengan pemantauan tekanan yang dihasilkan (Syaiful et al., 2019).

4. HASIL DAN PEMBAHASAN

MAGNETIC HYDRAULIC ENGINE HOLDER

Alat yang berfungsi untuk menahan beban *engine* pada saat tidak ditopang oleh *engine mounting* telah dirancang dan diterapkan pada PT. Zaini Auto Motor pertama kalinya pada 26 September 2023. *Magnetic hydraulic engine holder* memiliki dimensi panjang 1700 mm, lebar 200 mm, dan tinggi 150 mm. Penyusunan ukuran tersebut didasarkan pada kebutuhan lapangan dan bentuk dudukan *engine holder* pada fender mobil *FWD*. *Magnetic hydraulic engine holder* dirancang untuk membantu perusahaan yang bergerak pada bidang jasa khususnya perbaikan dan perawatan kendaraan mobil dalam perbaikan komponen kopling mobil *FWD*.

Sebelum diterapkannya *magnetic hydraulic engine holder* dalam perbaikan komponen kopling mobil *FWD* menggunakan metode penahan berada dibawah beban *engine* yang beresiko tinggi terjadinya melesat antara kedua permukaan benda berbahan logam yang saling bersinggungan.

Tidak tersedianya semua *sparepart* perbaikan mobil secara langsung mengharuskan adanya penguluran waktu yang mengakibatkan penurunan produktivitas di *workshop*. Sedangkan ketersediaan *carlifter* yang terbatas tidak memungkinkan untuk dapat dipasangkan ke sejumlah mobil dalam antrian perbaikan. Perlu adanya pengalihan posisi mobil dalam masa perbaikan menunggu *sparepart* dan hal tersebut tidak dapat dicapai ketika *engine mounting* dalam keadaan dilepas serta menggunakan penahan yang bertumpu dengan lantai. Dengan adanya *magnetic hydraulic engine holder* keterbatasan tersebut dapat di abaikan karena tumpuan beban *engine* yang berada pada bodi mobil. Dengan kondisi demikian memungkinkan terjadinya perpindahan posisi tanpa harus mengubah posisi dudukan penahan *engine* mobil sesuai dengan kebutuhan perbaikan di *workshop*.

Biaya layanan penggantian kampas kopling mobil *FWD* pada umumnya di PT. Zaini Auto Motor antara Rp 2.500.000,00- hingga Rp 3.000.000,00-. Diasumsikan setiap satu kali biaya pelayanan sebesar Rp 2.750.000,00- yang dilakukan dengan cara konvensional memakan waktu 180 menit. Dengan implementasi *magnetic hydraulic engine holder*, mekanik dapat mengerjakan perbaikan tanpa posisi berbaring yang dapat mempengaruhi tingkat kecepatan waktu perbaikan selama 60 menit. Hal tersebut menentukan banyaknya permintaan pelayanan yang dapat ditangani. Semula dalam satu hari atau 6 jam masa kerja mekanik dapat memperbaiki komponen kopling sejumlah dua kali perbaikan. Dengan adanya *magnetic hydraulic engine holder* mencapai sejumlah tiga kali perbaikan komponen kopling mobil *FWD*. Produktivitas berbanding lurus dengan efektifitas dan efisiensi kerja. Cara konvensional yang dilakukan dengan penahan *jackstand* di *workshop* PT. Zaini Auto Motor selama 6 jam kerja mekanik tercapai dua kali perbaikan dengan biaya layanan masuk sebesar Rp 5.500.000,00-. Dengan penerapan *magnetic hydraulic engine holder* dapat meraut biaya layanan masuk dari 6 jam kerja

mekanik sebesar Rp 8.250.000,00- dengan tercapai tiga kali perbaikan. Selain itu dengan *magnetic hydraulic engine holder* mekanik dapat meningkatkan K3 di *workshop*. Mengurangi risiko kecelakaan kerja yang dapat terjadi sewaktu-waktu dengan tidak dilakukan perbaikan secara konvensional dan dengan posisi berbaring di bawah kolong mobil. Kecilnya risiko pergeseran posisi penyangga meningkatkan rasa aman dan kesejahteraan mekanik pada saat melakukan perbaikan komponen kopling mobil *FWD*.

Keberhasilan yang menjadi tujuan program ini dapat dilihat dari indikator keefektifan dan efisiensi alat ini pada saat diterapkannya di lapangan dengan tetap mempertahankan sisi K3. Pengerjaan perbaikan kampas kopling mobil *FWD* dapat dikerjakan dengan waktu yang lebih singkat dan efisien.

5. KESIMPULAN

Dengan hadirnya alat *magnetic hydraulic engine holder* ini produktivitas dan K3 di *workshop* mitra akan meningkat. Waktu yang digunakan lebih efisien serta tingkat ergonomika mekanik dan memiliki risiko kecelakaan kerja yang kecil. Penggunaan alat *magnetic hydraulic engine holder* ini didapatkan peningkatan profit mitra sebesar 50% atau dengan menyelesaikan pekerjaan perbaikan komponen kopling mobil *FWD* secara efektif dan efisien. Program ini sudah selesai dan dampaknya sudah dirasakan oleh mitra dan terukur secara kuantitatif.

6. UCAPAN TERIMA KASIH

Terima kasih kepada Direktorat Pembelajaran dan Kemahasiswaan (Belmawa), Direktorat Jenderal Pendidikan Tinggi, Riset, dan Teknologi, Kementerian Pendidikan, Kebudayaan, Riset, dan Teknologi Republik Indonesia yang telah mendanai kegiatan ini dengan skema Program Kreativitas Mahasiswa-Penerapan Iptek (PKM-PI) tahun anggaran 2023 sesuai dengan surat edaran nomor: 2489/E2/KM.05.01/2023 dan Universitas Sebelas Maret yang telah memfasilitasi pelaksanaan kegiatan ini.

7. DAFTAR RUJUKAN

- Carrera, M. A., Sánchez, L. M., Morales, M. M., Fernández-Alba, A. R., & Hernando, M. D. (2024). Method optimisation for large scope pesticide multiresidue analysis in bee pollen: A pilot monitoring study. *Food Chemistry*, 436(October 2023). <https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2023.137652>
- Chen, B., Barboza, B. R., Sun, Y., Bai, J., Thomas, H. R., Dutko, M., Cottrell, M., & Li, C. (2022). A Review of Hydraulic Fracturing Simulation. In *Archives of Computational Methods in Engineering* (Vol. 29, Issue 4). Springer Netherlands. <https://doi.org/10.1007/s11831-021-09653-z>
- Chen, W., Yan, Z., & Wang, L. (2020). On mechanics of functionally graded hard-magnetic soft beams. *International Journal of Engineering Science*, 157, 103391. <https://doi.org/10.1016/j.ijengsci.2020.103391>
- Delvika, Y., & Mustafa, K. (2019). Evaluate the Implementation of Occupational Health and Safety (OHS) Management System Performance Measurement at PT. XYZ Medan to minimize Extreme Risks. *IOP Conference Series: Materials Science and Engineering*, 505(1). <https://doi.org/10.1088/1757-899X/505/1/012028>
- Dilshod, B., Markova, I., Sultanov, S., Kattakulov, F., & Baymanov, R. (2021). Dynamics of the hydraulic and alluvial regime of the lower reaches of the Amudarya after the commissioning of the Takhiatash and Tuyamuyun hydrosystems. *IOP Conference Series: Materials Science and Engineering*, 1030(1). <https://doi.org/10.1088/1757-899X/1030/1/012110>
- Fatxulloyev, A., Allayorov, D., & Otakhonov, M. (2020). Study of hydraulic parameters for concreting channels. *IOP Conference Series: Earth and Environmental Science*, 614(1).

- <https://doi.org/10.1088/1755-1315/614/1/012054>
- Fauziah, S., Susanti, R., & Nurjihad, F. (2021). Risk assessment for occupational health and safety of Soekarno-Hatta international airport accessibility project through HIRARC method. *IOP Conference Series: Earth and Environmental Science*, 700(1). <https://doi.org/10.1088/1755-1315/700/1/012048>
- Huang, W., Liu, M., & Hsia, K. J. (2023). A discrete model for the geometrically nonlinear mechanics of hard-magnetic slender structures. *Extreme Mechanics Letters*, 59, 101977. <https://doi.org/10.1016/j.eml.2023.101977>
- Klimova, E. V., Semeykin, A. Y., & Nosatova, E. A. (2018). Improvement of processes of professional risk assessment and management in occupational health and safety system. *IOP Conference Series: Materials Science and Engineering*, 451(1). <https://doi.org/10.1088/1757-899X/451/1/012198>
- Kumar, L., Alone, D. B., & Pradeep, A. M. (2023). Influence of an upstream transonic axial compressor stage on the performance of inter-stage duct. *Journal of Mechanical Science and Technology*, 37(5), 2179–2185. <https://doi.org/10.1007/s12206-023-2105-y>
- Liu, Y., Li, W., Lin, S., Zhou, X., & Ge, Y. (2023). Hydraulic system fault diagnosis of the chain jacks based on multi-source data fusion. *Measurement: Journal of the International Measurement Confederation*, 217(June), 113116. <https://doi.org/10.1016/j.measurement.2023.113116>
- Maksimova, A. N., Rudnev, I. A., Kashurnikov, V. A., & Moroz, A. N. (2022). Levitation Forces Acting on an HTS Sample in the Field of a Permanent Magnet. *Journal of Superconductivity and Novel Magnetism*, 35(11), 3093–3100. <https://doi.org/10.1007/s10948-022-06400-8>
- Mínguez Espallargas, G., & Coronado, E. (2018). Magnetic functionalities in MOFs: From the framework to the pore. *Chemical Society Reviews*, 47(2), 533–557. <https://doi.org/10.1039/c7cs00653e>
- Mohanty, S., & Paul, S. (2023). A frame work for comparative wear based failure analysis of CNG and diesel operated engines. *Energy*, 269(January), 126675. <https://doi.org/10.1016/j.energy.2023.126675>
- Mukherjee, D., Rambauser, M., & Danas, K. (2021). An explicit dissipative model for isotropic hard magnetorheological elastomers. *Journal of the Mechanics and Physics of Solids*, 151(January), 104361. <https://doi.org/10.1016/j.jmps.2021.104361>
- Purwanto, A., Kurnia Hadi, Y., Zaenal Abidin, R., Febri Prabowo, R., & Julyanto, O. (2020). Exploring Impact of Occupational Health and Safety Iso 45001 Implementation on Employee Performance: Evidence From Indonesian Industries. *Journal of Critical Reviews*, 7(15), 2007–2015.
- Putri, D. O., Triatmanto, B., & Setiyadi, S. (2018). The effect of occupational health and safety, work environment and discipline on employee performance in a consumer goods company. *IOP Conference Series: Materials Science and Engineering*, 337(1). <https://doi.org/10.1088/1757-899X/337/1/012036>
- Rajan, A., & Arockiarajan, A. (2021). Bending of hard-magnetic soft beams: A finite elasticity approach with anticlastic bending. *European Journal of Mechanics, A/Solids*, 90(July), 104374. <https://doi.org/10.1016/j.euromechsol.2021.104374>
- Sarraf, M., Kataria, S., Taimourya, H., Santos, L. O., Menegatti, R. D., Jain, M., Ihtisham, M., & Liu, S. (2020). Magnetic field (MF) applications in plants: An overview. *Plants*, 9(9), 1–17. <https://doi.org/10.3390/plants9091139>
- Syaiful, Sinaga, N., Yuniyanto, B., & Tony Suryo Utomo, M. S. K. (2019). Comparison of Thermal-Hydraulic Performances of Vortex Generators Mounted on Heated Plate: Experimental Study and Flow Visualization. *IOP Conference Series: Materials Science and Engineering*, 494(1).

<https://doi.org/10.1088/1757-899X/494/1/012011>

Uralov, B., Rakhmatov, N., Khidirov, S., Safarov, G., Uljaev, F., & Raimova, I. (2021). Hydraulic modes of damless water intake. *IOP Conference Series: Materials Science and Engineering*, 1030(1).
<https://doi.org/10.1088/1757-899X/1030/1/012123>

Xing, Z., & Yong, H. (2023). Numerical study on the instabilities of hard-magnetic soft materials with viscoelastic effects. *Mechanics of Materials*, 179(November 2022), 104602.
<https://doi.org/10.1016/j.mechmat.2023.104602>