

OPTIMASI PROSES PENGGANTIAN KAMPAS REM TRUK ISUZU GIGA DI PT AI-ISO CABANG DM JAKARTA

OPTIMIZATION OF THE REPLACEMENT PROCESS FOR THE BRAKE SHOES ISUZU GIGA TRUCK AT PT AI-ISO DM JAKARTA BRANCH

Vuko A T Manurung¹⁾, Mohammad Rizal Dwicahyo¹⁾, Yohanes T. Wibowo^{2)*}, Setyo Haryadi³⁾

¹⁾Program Studi Mesin Otomotif, Politeknik Astra, Jakarta Indonesia,

²⁾Program Studi Pembuatan Peralatan dan Perkakas Produksi, Politeknik Astra, Jakarta Indonesia,

³⁾Program Studi Teknologi Rekayasa Pemeliharaan Alat Berat, Politeknik Astra, Jakarta Indonesia,
Jl. Gaya Motor Raya No. 8 Sunter II Jakarta Utara

*email corresponding: yohanes.trijoko@polytechnic.astra.ac.id

INFORMASI ARTIKEL

Diperbaiki:
Revised
25/03/2023

Diterima:
Accepted
12/05/2023

Publikasi Online:
Online-Published
19/05/2023

ABSTRAK

Bengkel PT AI-ISO di cabang DM Jakarta menyediakan berbagai layanan perbaikan dan perawatan berkala. Pada perawatan berkala terdapat pekerjaan perbaikan rem yang memiliki masalah pada proses penggantian kampas rem (break shoe set) Truk Isuzu Giga, karena membutuhkan waktu sangat lama (sekitar 9 jam). Untuk mengurangi waktu pengerjaan lama, maka dilakukan proses perbaikan (improvement) sehingga diperoleh waktu pengerjaan yang lebih singkat sehingga pelanggan merasa lebih puas melakukan perbaikan kendaraannya. Dari pengamatan, lamanya waktu pengerjaan disebabkan proses pergantian kampas rem dilakukan di luar bengkel karena ketiadaan alat untuk memasang kampas remnya. Sebenarnya pihak bengkel menawarkan pergantian satu set kampas rem, tetapi harga yang mahal dibandingkan melakukan hanya penggantian kampas remnya saja maka pelanggan melakukan pilihan tersebut. Perbaikan yang dilakukan adalah pembuatan alat pemasangan rivet pada kampas rem yang dibuat berdasarkan cara kerja mesin rivet. Pertama-tama perlu dibuat dudukan kampas rem agar tidak mengalami pergeseran saat di tekan dan memastikan tekanan yang bekerja pada rivet sesuai dengan yang diminta. Alat yang dibuat ini juga dilengkapi Standard Operation Procedure (SOP) untuk memudahkan teknisi dalam melakukan penggantian kampas rem. Hasilnya adalah menurunnya waktu pengerjaan proses penggantian kampas rem dari rata-rata 9 jam menjadi 5 jam. Dengan pengaplikasian alat bantu ini maka proses perbaikan sistem rem dapat dipercepat dan tentunya ada dalam batas aman yang disyaratkan pada buku manual kendaraan tersebut, dan pelanggan menjadi lebih puas.

Kata Kunci : pemeriksaan rem, rivet, kampas rem

ABSTRACT

PT AI-ISO workshop on DM Jakarta provides various repair and periodic maintenance services. In periodic maintenance, there is a brake repair job that has problems with replacing the brake pads (brake shoe set) of Isuzu Giga Trucks that takes a very long time (about 9 hours). To reduce the long processing time, an improvement process is carried out so that a shorter processing time is obtained so that the customer feels more satisfied with repairing his vehicle. From observations, the length of work time was due to the process of changing the brake pads outside the workshop due to the absence of tools to install the brake pads. The repair shop offers to replace a set of brake pads, but the price is high compared to just replacing the brake pads, so the customer makes this choice. The improvement made was the manufacture of a rivet installation tool on the brake pads, based on the workings of a rivet machine. First, it is necessary to make a brake pad holder so that it does not shift when pressed and ensures that the pressure acting on the rivet is as requested. This tool is also equipped with a Standard Operation Procedure (SOP) to make it easier for technicians to replace brake pads. The result is a decrease in processing time for the brake pad replacement process from an average of 9 hours to 5 hours. With these tools, the process of repairing the brake system can be accelerated and within the safe limits required in the vehicle's manual, and the customer will be more satisfied.

©2023 The Authors. Published by
AUSTENIT (Indexed in SINTA)

doi:

[10.53893/austenit.v15i1.6621](https://doi.org/10.53893/austenit.v15i1.6621)

Keywords: Brake maintenance, rivet, brake shoe.

1 PENDAHULUAN

Divisi Service PT. AI-ISO cabang DM menyediakan layanan *booking service* dan *booking Bengkel Isuzu Berjalan (BIB)*, dengan tujuan agar pelanggan dapat mengatur jadwal perbaikan (*service*) kendaraannya. Dalam proses perbaikan kendaraan di bengkel ini terdapat 3 kategori utama yaitu *periodic maintenance*, *vehicle diagnosis*, dan *general repair*, serta ada satu kategori lain-lain (*other*). Secara umum aliran proses pelayanan service dimulai dari penerimaan pelanggan, cetak Perintah Kerja Bengkel (PKB), penyerahan PKB dari *Service Advisor (SA)* ke *foreman*. Kemudian *foreman* membagikan PKB ke teknisi yang menjadi bawahannya. Teknisi menerima PKB lalu mengambil suku cadang dan bahan lainnya yang diperlukan pada proses pengerjaan unit sesuai dengan PKB. Bila ditemukan masalah yang menyangkut fungsi atau disfungsi komponen yang sedang dikerjakan, teknisi akan menginformasikannya kepada *foreman* untuk tindakan selanjutnya. Bila proses perbaikan kendaraan telah selesai maka *foreman* melakukan pemeriksaan hasil pekerjaan teknisi dan kemudian memberi-tahu SA bahwa kendaraan telah selesai diperbaiki. SA akan segera memberi tahu pelanggan bahwa kendaraannya telah selesai diperbaiki.

Waktu pengerjaan di bengkel dan perbaikan sistem rem (*braking system*) memakan waktu yang lama lebih dari waktu standar proses pengerjaan yang dijanjikan ke pelanggan. Hal ini menyebabkan pelanggan kurang puas. Lamanya waktu pengerjaan disebabkan karena unit kampas rem (*brake lining*) dari kendaraan sudah harus diganti tetapi karena mempertimbangkan tingginya harga, pelanggan hanya meminta penggantian kampas remnya saja (PT Isuzu Astra Motor Indonesia, 2022).

Material kampas rem merupakan material dengan komposisi khusus, (Eka Utami, N. P. et al., 2022; Elvin Karana et al., 2013) dipilih dengan tujuan untuk memperlambat dan menghentikan laju kendaraan (Ferriawan Yudhanto et al., 2019; Thomas D. Gillespie, 2021). Proses pergantian kampas rem harus dilakukan di luar bengkel dan sejauh ini hasilnya memuaskan. Akan tetapi, lamanya waktu pengerjaan berdampak pada tidak mampunya bengkel menepati waktu estimasi penyelesaian kendaraan. Akibatnya pelanggan merasa dirugikan karena kendaraannya tidak dapat beroperasi selama waktu perbaikan, meskipun kondisi ini adalah pilihan customer sendiri.

Dengan banyaknya permintaan customer agar perbaikan sistem rem hanya mengganti kampasnya saja maka perlu di disain alat bantu ini. Tujuan utama dari penelitian ini adalah agar perbaikan sistem rem menjadi lebih cepat sehingga kepuasan customer tetap terjaga dengan demikian diharapkan akan melakukan perbaikan kembali

(*repeated order*) ke bengkel tersebut. Semakin cepat proses perbaikannya maka unit kendaraan akan lebih cepat digunakan kembali. Keuntungan lainnya adalah proses pengantiannya lebih memenuhi kriteria keamanan (*safety*) selama pemakaian dan yang tidak kalah pentingnya adalah biaya perbaikan ini akan menaikkan pendapatan dari bengkel tersebut. Dengan dasar inilah dibuat alat yang dapat mempercepat proses pergantian kampas rem di bengkel tanpa mengabaikan faktor keselamatan (*safety*) terhadap kendaraan dan penggunaannya (Roger F. Wells, 2012) selama penggunaan kampas rem hasil rekondisi tersebut (V A T Manurung et al., 2018).

Dalam penelitian terdahulu terhadap radiator kendaraan Peugeot (Vuko A T Manurung & Jatmiko Arif Wibowo, 2011), bila mengalami kerusakan/kebocoran maka harus segera diganti dengan yang baru. Namun, mempertimbangkan harga yang cukup mahal dan bagian yang bocor masih dapat dilakukan pengelasan (Oto Speed Car Teams, 2018). Atas persetujuan pelanggan dilakukan perbaikan di luar. Hal ini mengakibatkan lamanya waktu tunggu dan menyebabkan pelanggan tidak puas karena estimasi penyelesaian selalu meleset. Oleh karena itu, dibuatlah alat bantu khusus supaya proses pengelasan pada bagian radiator yang bocor dapat dilakukan di dalam bengkel. Dengan serangkaian tes yang dilakukan, kondisi hasil pengelasan dinyatakan memenuhi standar (Walker James, 2007).

Alat bantu seperti ini telah banyak dibuat dan terdapat di bengkel-bengkel kecil skala rumahan (*small enterprise*) dalam bahasa bengkel disebut "pantek rem" (Pantek Kampas Kopling/Rem Truk Mitra karyo Utomo, 2018) akan tetapi belum ada proses QC yang mumpuni sehingga kualitasnya sulit dipertanggungjawabkan. Di samping itu lamanya waktu pengerjaan yang sulit ditentukan menyebabkan kekecewaan dari customer karena kendaraannya tidak dapat beroperasi. Sulitnya memprediksi waktu penyelesaian inilah yang menjadi faktor dominan pembuatan alat bantu ini.

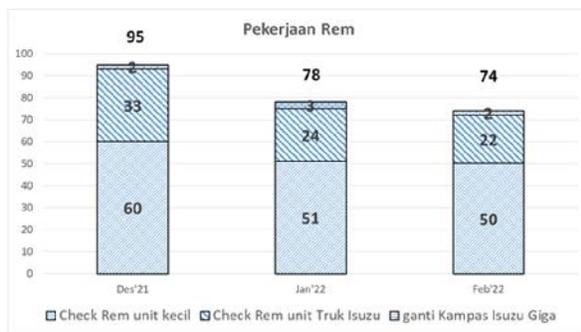
Guna mendapatkan hasil yang diharapkan, evaluasi hasil menggunakan metode *Quality Cost Delivery Safety* dan *Morale (QCDSM)* yang biasa digunakan di grup AI-SO. QCDSM merupakan salah satu dari banyak *management's tools* yang sering digunakan untuk mengevaluasi suatu proses perbaikan (*improvement*). Di perusahaan ini proses perbaikan lazim dilakukan dan sering disebut dengan *Kaizen (Auto2000, 2020; Andrew et al., 2007)* yang dilakukan oleh secara kelompok yaitu QCC atau *Quality Control Cycle* atau secara pribadi yaitu SS atau *Suggestion System*. Secara umum *improvement* sudah menjadi budaya di perusahaan ini dengan berlandaskan *Quality* (menghasilkan barang/jasa yang lebih baik), *Cost* (dalam arti menguntungkan dan ada penghematan dari sistem yang dibuat), *Delivery* (proses pengiriman/penyerahan ke pelanggan menjadi

lebih cepat), *Safety* (menjaga keamanan manusia dan kerusakan barang-barang yang menjadi tanggung jawabnya), *Morale* (Kepuasan pelanggan akibat dari proses-proses tersebut).

Setelah mengumpulkan data yang diperlukan maka didisain alat bantu kemudian melakukan proses pembuatannya dan yang paling penting adalah sosialisasi penggunaannya dan pembuatan SOP yang disetujui oleh penanggung jawab bengkel tersebut.

2. BAHAN DAN METODA

Unit yang masuk (*entry units*) untuk melakukan perawatan di bengkel PT AI-ISO cabang DM Jakarta pada bulan Desember 2021 ada 753 Unit, Januari 2022 ada 640 Unit, Februari 2022 ada 548 Unit. Dari semua unit yang melakukan perbaikan, rata-rata pekerjaan dengan jumlah terbanyak ada pada kategori *periodic maintenance* yaitu sebanyak 298 unit dan pekerjaan lainnya sebanyak 244 unit. Dalam kelompok pekerjaan *periodic maintenance* dan lainnya, secara detail terdapat pekerjaan pengecekan sistem rem (Gilles T., 2015).



Gambar 1. Pekerjaan Sistem Rem

Gambar 1 menjelaskan total pekerjaan sistem rem pada bulan Desember 2021 sampai Februari 2022 ada 247 unit. Dalam jangka waktu 3 bulan, terdapat pekerjaan sistem rem untuk unit kecil sebanyak 161 unit, dan untuk unit truk sebanyak 86 unit. 86 unit tersebut sudah termasuk unit dengan pekerjaan penggantian kampas rem. Di sinilah ditemukan masalah untuk penggantian kampas rem truk harus dilakukan di luar bengkel (OPL= order pekerjaan luar) dengan waktu yang relatif lama.

Tabel 1 menjelaskan bahwa proses penggantian kampas rem truk besar memiliki total waktu sebesar 9 Jam 3 Menit pada OPL dan 7 Jam 35 menit di bengkel, yang dikerjakan oleh 2 orang teknisi. Dalam kondisi ini, target waktu masih sesuai dengan yang ditentukan. Akan tetapi menjadi membutuhkan waktu lebih dari 1 hari kerja (lebih dari 8 jam) hanya untuk pekerjaan penggantian kampas rem saja karena merupakan OPL. Bila dikerjakan sendiri, satu teknisi hanya memerlukan waktu pengerjaan selama 3 jam 26 menit. Namun,

karena diserahkan sebagai OPL dan dalam kondisi tertentu harus berada dalam satu antrian dengan pihak lain, serta membutuhkan waktu untuk perjalanan dari dan ke bengkel tempat OPL, maka pekerjaan ini menjadi lama dan menjadi sulit diprediksi waktu penyelesaiannya. Data pada tabel 1 merupakan nilai rata-rata dari sampel pengambilan waktu yang dilakukan sebanyak 5 kali untuk tipe kendaraan yang sama.

Tabel 1. Perbandingan Waktu Pengerjaan di Bengkel dan Diluar Bengkel (OPL) truk besar.

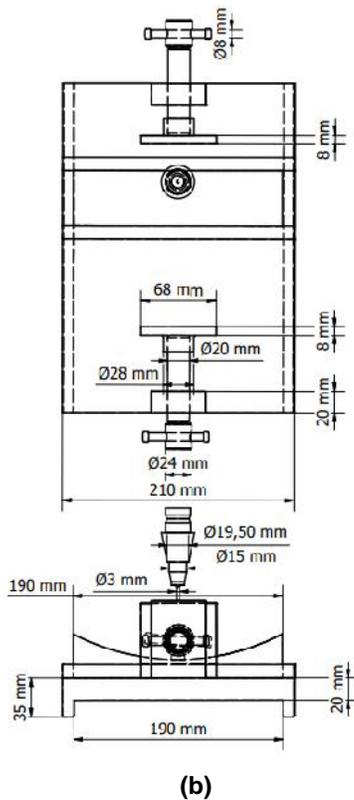
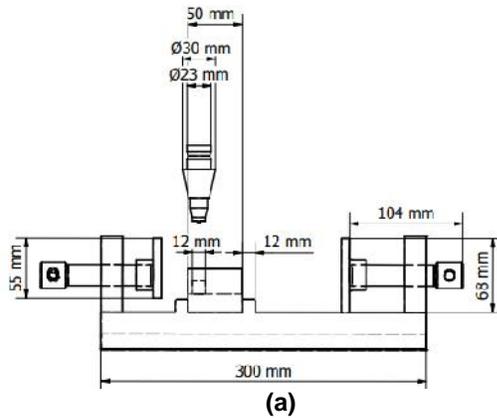
Kegiatan	Durasi Bengkel	Durasi OPL
Persiapan Peralatan	0:05:30	0:05:30
Jack Stand Truk FVZ	0:03:00	0:03:00
Pelepasan Roda	1:36:00	1:36:00
Pelepasan <i>Brake Shoe</i>	0:21:28	0:21:28
Perjalanan Ke OPL		0:20:00
Proses Penggantian		4:00:00
Pengambilan Barang		0:35:00
Pelepasan <i>Brake Lining</i>	0:20:20	
Proses <i>Rivet</i>	3:06:00	
Pemasangan <i>Brake Shoe</i>	0:30:00	0:30:00
Penggantian <i>Grease Bearing</i>	0:38:00	0:38:00
Pemasangan Roda	0:32:00	0:32:00
Penyetelan Rem	0:20:00	0:20:00
Penurunan Truk Isuzu Giga	0:03:00	0:03:00
Total Waktu	7:35:18	9:03:58

Beberapa faktor lain yang menambah lamanya proses adalah bahwa perjalanan menuju tempat OPL yang tidak selalu lancar, waktu tunggu kadang lebih dari satu hari, juga waktu yang dibutuhkan untuk mengambil barang dari tempat OPL. Selain itu, ada juga bengkel OPL lainnya yang memberikan kualitas hasil yang baik tetapi secara lokasi berada di tempat yang sangat jauh dan terletak di daerah dengan kemacetan tinggi sehingga jika dikerjakan di sana akan menyita lebih banyak waktu (Pantek Kampas Kopling/Rem Truk Mitra karyo Utomo, 2018). Kondisi-kondisi tersebut sering kali membuat kendaraan harus menginap di bengkel. Hal ini merugikan bagi pihak bengkel maupun pelanggan. Yang tidak kalah pentingnya adalah permintaan customer agar yang diganti hanya kampasnya saja mengingat harga satu set sistem rem sangat mahal.

Untuk mengatasi permasalahan dan permintaan customer (murah, berkualitas dan cepat), dibuatlah alat bantu yang dapat mempercepat proses pergantian kampas rem sehingga tidak perlu lagi dilakukan di luar bengkel (OPL) karena ketiadaan alat. Alat bantu yang akan dibuat harus memenuhi standar dan prosedur yang

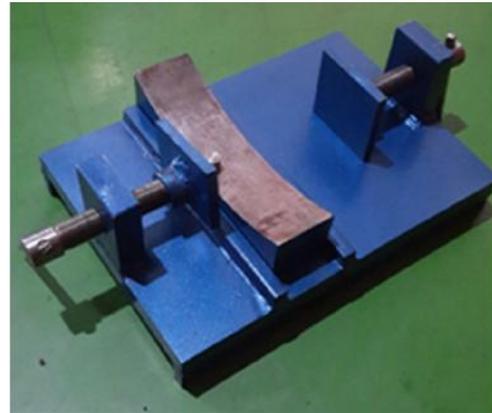
aman bagi pekerja (John Dixon, 2010) dan hasilnya memenuhi standar yang diterapkan di bengkel (Risitano A., 2011).

Tahap pertama adalah membuat alat bantu untuk memegang kampas rem yang akan dilekatkan ke *body* rem dengan menggunakan paku keling (*rivet*). Gambar 2 merupakan desain alat yang akan dibuat menggunakan *bantuan software Computer Aided Design (CAD)* (Chandra H, et al. 2022).



Gambar 2. Desain Alat Bantu dan ukurannya. (a) Pandangan Depan; (b) Pandangan samping

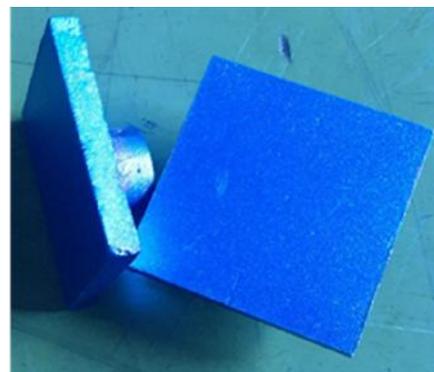
Gambar 3, Gambar 4, dan Gambar 5 merupakan gambar-gambar yang menjelaskan bentuk dan komponen alat bantu penggantian kampas rem secara utuh. Saat proses pemasangan, kampas harus dipastikan berada di lokasi dudukannya yang sudah disediakan seperti terlihat pada Gambar 3. Alat ini berfungsi untuk memposisikan kampas rem yang akan direkatkan ke bodi rem menggunakan *rivet*.



Gambar 3. Posisi Kampas pada Alat Bantu



Gambar 4. Vice Bolt Pemegang Kampas Rem



Gambar 5. Penekan Bodi dan Kampas

Gambar 4 menjelaskan bentuk komponen pemegang kampas rem yang berupa sebuah baut untuk proses pengecaman. Baut ini dilengkapi

3.1 Quality

Dalam proses kerja, teknisi menjadi lebih profesional dalam melakukan proses penggantian kampas rem. Dari segi waktu juga terjadi penghematan waktu proses dimana waktu semula 9 jam 3 menit, setelah dilakukan perbaikan, waktu proses penggantian kampas rem truk Isuzu Giga menjadi 4 jam 51 menit. Dengan demikian, terjadi penghematan waktu atau efisiensi sebesar 46,35% dengan perhitungan matematis sebagai berikut sebagai berikut:

$$\begin{aligned} Efisiensi &= \frac{\delta \text{ Waktu}}{\text{Waktu Awal}} \times 100\% \\ &= \frac{543'58'' - 291'48''}{543'58''} \times 100\% \\ &= 46.35\% \end{aligned} \quad (1)$$

3.2 Cost

Biaya yang dapat dihemat dari pembuatan alat bantu adalah selisih antara penghematan yang dilakukan dengan biaya pembuatannya. Besarnya penurunan *leadtime* adalah 4 jam 12 menit (waktu rata-rata saat pengujian) untuk setiap unit kendaraan yang mengalami pergantian kampas rem. Dengan menggunakan tarif *flate rate* per menit adalah Rp. 4.444,00 (penetapan perusahaan), diperoleh nominal sebesar Rp. 1.119.888,00. Adapun total biaya pembuatan alat adalah Rp. 1.500.000,00 (dapat dilihat pada tabel 2). Bila ada 2 unit kendaraan yang melakukan pergantian kampas rem, maka titik *break event point* sudah terlampaui. Jika menggunakan data lampau dimana terdapat 86 unit selama 3 bulan, maka dapat dihitung bahwa angka yang tercatat hampir mencapai ratusan juta. Peralatan ini dapat juga diterapkan di bengkel lainnya dengan pekerjaan yang sama.

Tabel 2. Biaya Pembuatan Alat.

No	Material	Jumlah	Harga (Rp)
1	Plat Baja 300x210x20 mm	10 Kg	230.000
2	Plat Baja 300x210x10 mm	1 Kg	23.000
3	Plat Baja 75x50x20 mm	1.2 Kg	27.600
4	Plat Baja 190x50x40 mm	1	70.000
5	Pipa Kotak 12x12x210 mm	2	12.000
6	Pipa Bulat ST41 Ø25x103 mm	2	20.000
7	Pipa Bulat Ø28x15 mm	2	10.000

8	Pipa Baja Ø8x60 mm	2	8.000
9	Plat 140x70x8 mm	0.6	14.260
10	Pipa Baja Pejal ST41 Ø32x150 mm	1	65.000
11	Komponen Assembling	1	200.000
12	Biaya Engineering	1	820.140
		Total	1.500.000

3.3 Delivery

Dengan menggunakan alat bantu, proses pekerjaan penggantian kampas rem menjadi 4 jam 51 menit (rata-rata) dan proses tersebut juga tidak perlu dilakukan OPL. Dengan demikian, pelanggan tidak perlu menyediakan waktu yang lebih lama bagi kendaraannya untuk melakukan proses penggantian kampas rem di luar waktu yang sudah ditentukan. Pengukuran waktu dilakukan berdasarkan data di lapangan menggunakan alat yang baru dan langsung mengukurnya menggunakan *stop watch* dari beberapa mekanik dan kemudian dilakukan rata-rata pengukuran. Tabel 3 menggambarkan waktu yang diperlukan (*lead time*) pengerjaan penggantian kampas rem sebelum dan sesudah dibuatnya alat bantu ini.

Perbedaan waktu pengerjaan sebelum dan sesudah adanya alat adalah waktu perjalanan pulang dan pergi ke bengkel OPL. Bengkel tersebut masih merupakan bengkel kecil dan tradisional yang ketat menjaga rahasia. Hal tersebut terlihat dari tidak diijinkannya kami selaku pelanggan melihat prosesnya, mulai dari mencopot sampai dengan pemasangan kembali kampas rem. Informasi yang disampaikan ke pelanggan hanyalah silahkan datang 4 jam lagi. Berdasarkan pengalaman sebelumnya, waktu yang dijanjikan yaitu 4 jam selalu tidak bisa ditepati dan pelanggan masih harus menunggu karena belum selesai.

3.4 Morale

Berdasarkan wawancara dengan beberapa mekanik, secara umum alat bantu yang dibuat memberikan hasil sebagai berikut yaitu produktivitas meningkat, mekanik tidak perlu lagi menunggu waktu pengerjaan OPL serta meningkatnya kepuasan pelanggan karena tepatnya estimasi proses pekerjaannya. Bahkan, pelanggan menjadi lebih puas karena waktu perbaikan menjadi lebih singkat sehingga pemanfaatan kendaraan atau utilitas kendaraan menjadi meningkat.

Tabel 3. Waktu Sebelum dan Sesudah Penggunaan Alat Bantu

Deskripsi Pekerjaan	Sebelum Perbaikan	Sesudah Perbaikan
Persiapan Peralatan	0:05:30	0:05:30
Jack Stand Truk FVZ	0:03:00	0:06:00
Pelepasan Roda	1:36:00	1:25:00
Pelepasan <i>Brake Shoe</i>	0:21:28	0:23:28
Perjalanan Ke OPL	0:20:00	-
Proses Penggantian	4:00:00	-
Pengambilan Barang	0:35:00	-
Pelepasan <i>Brake Lining</i>	-	0:20:20
<i>Setting Rivet Installer</i>	-	0:24:30
Proses <i>Rivet</i>	-	1:33:20
Pemasangan <i>Brake Shoe</i>	0:30:00	0:30:00
Penggantian <i>Grease Bearing</i>	0:38:00	0:40:00
Pemasangan Roda	0:32:00	0:32:00
Penyetelan Rem	0:20:00	0:20:00
Penurunan Truk Isuzu Giga	0:03:00	0:05:00
Total Waktu	9:03:58	4:51:48

4. KESIMPULAN

Berdasarkan uraian dalam bagian-bagian terdahulu, diperoleh data bahwa dengan pembuatan alat bantu secara benar dan sesuai dengan standar kualitas yang ada, dapat menggantikan proses OPL menjadi proses pengerjaan internal di bengkel. Hasil pengujian yang dilakukan, baik secara visual maupun secara fungsional, telah menjawab kebutuhan pelanggan baik dalam hal waktu, biaya, maupun kualitas. Kepuasan pelanggan sebagai pihak yang berkepentingan dengan biaya yang dikeluarkan sudah terjawab dan terpenuhi. Kepuasan bengkel atas kinerja yang diberikan juga mampu meningkatkan moral para mekanis.

Dengan banyak hal positif ini, tentu kepercayaan pelanggan kepada bengkel akan semakin baik. Secara teknis, alat bantu mampu memberikan angka penghematan dalam hal proses pengerjaan penggantian kampas rema menjadi 4 jam 51 menit atau mengalami penurunan sekitar 46,35% dari waktu normal, dibandingkan dengan

waktu pengerjaan sebelum menggunakan alat bantu. Saat ini, proses pemasangan masih mengandalkan kekuatan fisik mekanik. Hal tersebut membuka potensi penelitian lanjutan untuk menerapkan konsep dan otomasi praktis untuk menjamin kesamaan hasil. Dengan tenaga mekanik, kelelahan mekanik berpotensi kurang kuatnya penekanan dari komponen penekan bodi. Dengan otomasi, kesamaan kekuatan tekanan dapat dipastikan sehingga potensi kesalahan karena aspek manusia dapat diminalisir.

5. UCAPAN TERIMA KASIH

Kami mengucapkan terima kasih kepada PT AI-ISO atas segala bantuan dan fasilitas workshop yang disediakan sehingga penelitian ini dapat terlaksana.

DAFTAR PUSTAKA

- Eka Utami, N. P., Mahendra, N. Y., Akbar, I. ., Gunawan, G., Romli, R., Fatoni, Z., & Pratiwi, D. K. (2022). Material Selection and Mechanical Properties in Leaf Spring Application: A Review. *Austenit*, 14(2), 113–118. <https://doi.org/10.5281/zenodo.7297749>
- Elvin Karana, et al., (2013). *Materials Experience: Fundamentals of Materials and Design (1st ed.)*, Butterworth-Heinemann, Elsevier, USA. <https://doi.org/10.1016/C2012-0-02198-9>
- Ferriawan Yudhanto, Santo Ajie Dhewanto, Suluh Widya Yakti. (2019). Karakterisasi Bahan Kampas Rem Sepeda Motor dari Komposit Serbuk Kayu Jati. *Quantum Teknika*. 1(1). 19–27. <http://dx.doi.org/10.18196/jqt.010104>
- Thomas D. Gillespie. (2021). *Fundamentals of Vehicle Dynamics, Revised Edition*. Society of Automotive Engineers, Inc. Warrendale, PA, USA. <https://www.sae.org/publications/books/content/r-506/>
- V A T Manurung, Y T Joko W, and R I Poetra, (2018), *Auto Drain Valve Water Separator Inside the Unit of Komatsu HD 465-7R*. Proceeding of 2nd International Conference on Innovation in Engineering and Vocational Education, IOP Conference Series: Materials Science and Engineering, Vol. 306. <http://doi.org/10.1088/1757-899X/306/1/012128>
- Vuko AT Manurung, Jatmiko Arif Wibowo. (2011). Meningkatkan Efisiensi Waktu Perbaikan Radiator pada Kendaraan Peugeot dengan Pembuatan Alat Bantu Khusus (Special Service Tool). *Technologic*, 2(1). <http://dx.doi.org/10.52453/t.v2i1.84>

- Oto Speed Car Teams. (2018). *Komponen Dan Cara Kerja Rem Angin Pada Truk Dan Bus*. <https://www.otospeedcar.com/2018/05/komponen-dan-cara-kerja-rem-angin.html>. (diakses 17 Mei 2022).
- Risitano, A. (2011). *Mechanical Design* (1st Edition). Boca Raton, CRC Press. <https://doi.org/10.1201/9781439895313>
- Chandra, H., Abdi, J., Homzah, O. F., Basri, H., Azhari, I., & Eka Utami, N. P. (2022). Design of Autoclave for Fresh Shrimp Sterilization Process Using Finite Element Analysis. *Austenit*, 14(2), 119–123. <https://doi.org/10.5281/zenodo.7306079>.
- Walker James. (2007). *High-Performance Brake Systems – Design, Selection and Installation*. S-A Design, Minnesota, USA. <https://books.google.co.id/books?id=XF0eAQAACAAJ>
- Pantek Kampas Kopling/Rem Truk Mitra karyo Utomo. <https://www.facebook.com/pantekkampaskoplingdotcom/>. (diakses 28 April 2023).
- Auto2000. (2020, April 8). 30 Tahun InnovAstra Budaya Inovasi Sebagai Kunci Prestasi. <https://auto2000.co.id/berita-dan-tips/30-tahun-innovastra-budaya-inovasi-sebagai-kunci-prestasi#> (diakses 28 April 2023).
- Andrew, James, Harold R., Sirkin, Hanaes, Knut, Michael, David C. (2007), *Measuring Innovation*, A BCG Senior Management Survey Boston. <https://web-assets.bcg.com/b0/b2/196ef6254aa5ba31c7485388d312/2007-innovation-report.pdf>
- Roger F. Wells. (2012), *Occupant Protection and Automobile Safety in the U. S. Since 1900*. SAE International, Warrendale, PA, USA. <https://www.sae.org/publications/books/content/r-404>
- Gilles T. (2015), *Automotive Service: Inspection, Maintenance, Repair, 5th Edition*. Cengage Learning. Boston, MA, USA. <https://books.google.co.id/books?id=Ji5-BAAAQBAJ&pg=PP1&pg=PA1761#v=onepage&q&f=false>
- John Dixon. (2010). *Modern Diesel Technology, Preventive Maintenance and Inspection*. Delmar Cengage Learning, USA. <https://books.google.co.id/books?id=0gwWWDb-OwC>
- Maclaurin, Bruce. (2018). *High Speed off-Road Vehicles: Suspensions, Tracks, Wheels and Dynamics*. John Wiley & Sons, New Jersey, USA. <https://books.google.co.id/books?id=OfBfDwAAQBAJ>
- PT Isuzu Astra Motor Indonesia. (2022). *Part Center Isuzu Giga Web Catalog*. <https://parts.isuzu.astra.co.id/marketing/catalog/index.php> (diakses 17 Mei 2022).