

Design and Development of a Special Service Tools Sliding Hammer for Removing Injector Nozzles on the SAA4D125E Diesel Engine

Rancang Bangun Special Service Tools Sliding Hammer Untuk Melepas Injektor Nosel Pada Mesin Diesel SAA4D125E

Ari Aryadi ^{1*}, Reza Febriano Armas ¹, Budi Utomo Wisesa²

Abstract

This research focuses on designing a specialized tool called Special Service Tools Nozzle Attachment with a Sliding Hammer to remove injector nozzles in diesel engines. The fact that the long cycle time in the manual removal process of injector nozzles can be streamlined through this tool is emphasized. The researcher designed and developed this tool with the assistance of CAD. The research results show that by using this tool, the cycle time for removing injector nozzles can be reduced from 23 minutes to just 13 minutes. This indicates a significant improvement in work efficiency and productivity. This research has important implications for the industry, especially in the maintenance and repair of diesel engines.

Keywords

Special Tools, Sliding Hammer, Injector Nozzle, Cycle Time

Abstrak

Penelitian ini berfokus untuk merancang-bangun sebuah alat khusus yang disebut *Special Service Tools Nozzel Attachment* dengan *Sliding Hammer* untuk melepas *injector nozzle* pada mesin diesel. Fakta bahwa *cycle time* yang lama dalam pengerjaan proses pelepasan *injector nozzle* yang dilakukan secara manual diharapkan dapat di efisiensikan melalui alat ini. Peneliti merancang dan mengembangkan alat ini dengan bantuan CAD. Hasil penelitian menunjukkan bahwa dengan menggunakan alat ini, *cycle time* untuk melepas *injector nozzle* dapat ditekan dari 23 menit menjadi hanya 13 menit. Hal ini menunjukkan peningkatan yang signifikan dalam efisiensi waktu pengerjaan dan produktivitas hal ini memiliki implikasi penting dalam industri, terutama dalam perawatan dan perbaikan mesin diesel.

Kata Kunci

Special Service Tools, Sliding Hammer, Injector Nozzle, Cycle Time

¹ Prodi D3 Teknik Otomotif & Alat Berat, Fakultas Teknik, Universitas Muhammadiyah Jakarta
Jln. Cempaka Putih Tengah No 27 Jakarta Pusat, Provinsi DKI Jakarta, Indonesia

² Departemen Teknik Otomotif, Fakultas Teknik, Universitas Negeri Padang
Jalan Prof. Dr. Hamka, Air Tawar, Padang, 25131, Indonesia

* ari.aryadi@umj.ac.id

PENDAHULUAN

Dalam melakukan perawatan dan perbaikan pada mesin, terutama pada mesin kendaraan atau alat berat, seringkali diperlukan penggunaan alat khusus yang disebut *special tools*. *Special tools* adalah alat-alat yang dirancang secara khusus untuk memudahkan proses perawatan, perbaikan, dan pengujian pada bagian-bagian tertentu dari mesin. Keberadaan *special tools* juga berkaitan erat dengan efisiensi dan keamanan dalam melakukan perawatan mesin. Dengan menggunakan alat-alat yang tepat, teknisi atau mekanik dapat bekerja dengan lebih efektif, dan mempercepat proses perbaikan.

Injector Nozzle merupakan salah satu komponen penting dalam sebuah sistem bahan bakar *diesel engine* yang berfungsi untuk menyemprotkan bahan bakar ke dalam ruang bakar mesin diesel, dalam bentuk butiran-butiran bahan bakar yang sangat lembut [1]. Selama pengoperasian mesin, *injector nozzle* harus bekerja dalam kondisi yang sangat ekstrem, terpapar suhu tinggi, tekanan tinggi, dan kondisi lingkungan yang keras. Oleh karena itu, *injector nozzle* membutuhkan perawatan yang rutin. Pelepasan *injector nozzle* secara manual memerlukan keterampilan dan pengalaman yang baik dari mekanik atau teknisi. Teknisi harus memahami dengan baik sistem injeksi bahan bakar diesel dan prosedur yang tepat untuk menghindari kerusakan atau kesalahan saat melakukan pelepasan komponen akibat jelaga yang di timbulkan pada diameter luar *injector nozzle*. [2]

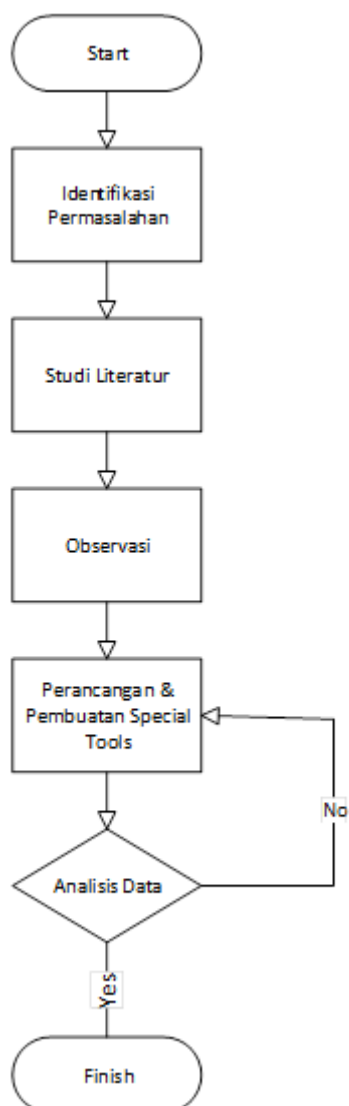
Untuk melepas dan memasang *Injector Nozzle* itu sendiri perlu mengetahui prosedur yang tepat dan membutuhkan waktu agar dapat dilepas. Sebagai perbandingan tool standar yang ada di saat ini masih manual menggunakan tenaga manusia [3], hal tersebut membutuhkan waktu yang cukup lama dikarenakan harus melepas *injector nozzle* satu per satu. Oleh karena itu, penulis memiliki ide untuk membuat *special tools Sliding Hammer*. *Special tool* ini digunakan untuk memasang atau melepas *injector nozzle* pada *engine* model SAA4D125E. Membuat *special tool* yang mudah digunakan, meningkatkan keamanan dan keselamatan kerja, serta dapat meningkatkan efisiensi waktu pada saat pemasangan dan pembongkaran. *Special tools* merupakan Alat bantu khusus yang digunakan untuk melepas atau memasang suatu komponen yang tidak dapat dilakukan dengan menggunakan *common tools*. Sedangkan *common tools* merupakan Alat bantu yang biasa digunakan untuk melakukan pekerjaan yang umum atau biasa [4]. Dengan desains *special tools* dapat mengurangi waktu *cycle time* [5].

Beberapa penelitian terdahulu telah dilakukan, Abrar, Ali, Dkk [6]. Melakukan *improvement* pada *special tools* ini dibuat untuk mempermudah dan meningkatkan keamanan pada proses pembongkaran dan pemasangan *valve* pada *cylinder head*. *Special tools* ini menggunakan dongkrak ulir mekanis 2 ton yang digunakan untuk menekan *spring valve* dan motor DC sebagai penggerak dongkrak yang dihubungkan dengan gearbox sehingga menekan *loading* dan *unloading time*. Rasma, Dkk [7]. Mendesain *Special tools* untuk meningkatkan produktivitas dan dapat menghemat pengeluaran biaya. Pada penelitian ini dengan studi kasus pada unit Komatsu PC200-8MO metode yang digunakan yaitu dengan pembuatan desain *Special tools* sehingga dapat menekan pemborosan waktu pada pelepasan dan pemasangan pada *track roller* untuk *general overhaul*.

Peran efisiensi dan produktivitas begitu penting dalam dunia industri. Sistem kerja, alat bantu dan kenyamanan kerja perlu dibuat agar pekerjaan secara keseluruhan terus membaik. Sesuai dengan permasalahan yang ada maka Tujuan penelitian ini adalah : Merancang dan Membuat *Special tools Sliding Hammer* untuk memasang atau melepas *injector nozzle* sehingga dapat menekan waktu *cycle time*.

METODE PENELITIAN

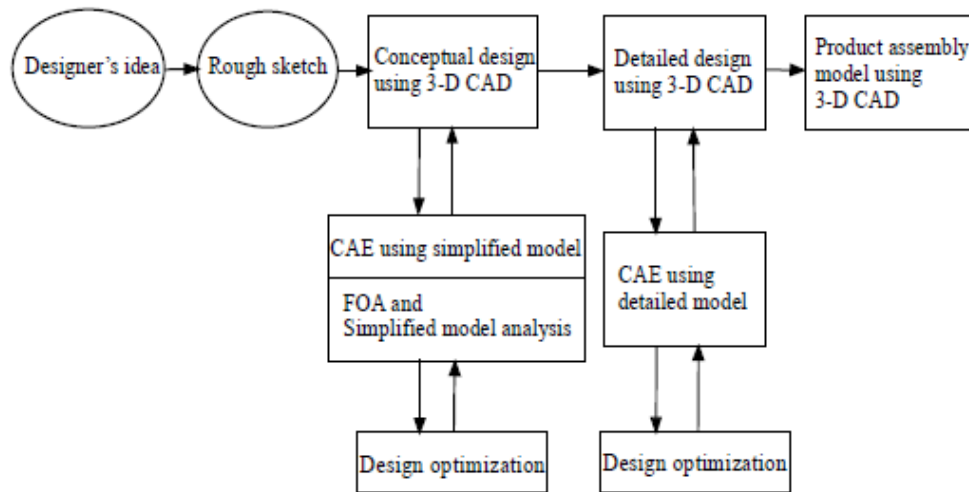
Gambar 1 menunjukkan diagram alur penelitian yang dilakukan. Penelitian diawali dengan mengidentifikasi permasalahan yang ada, yaitu pada saat pelepasan *injector nozzle* secara manual membutuhkan keterampilan dari mekanik agar tidak terjadi kerusakan pada *injector*. Pengumpulan studi literatur diperlukan untuk menambah ilmu dari referensi jurnal yang relevan yang berkaitan dengan *Special Tools*, *Injector Nozzle*, dan *Cycle time*. Tahapan selanjutnya adalah melakukan observasi melihat langsung kondisi sesungguhnya dari proses pelepasan dan pemasangan *injector nozzle* pada engine. Dari pengambilan data tersebut didapat beberapa informasi seperti *cycle time* pelepasan secara manual. Setelah sekiranya data yang dikumpulkan cukup maka akan dilanjutkan untuk memulai perancangan design special tools dan proses pembuatannya. Data yang dianalisis berupa data *cycle time* proses *remove injector nozzle* dari engine menggunakan *special service tools nozzle Attachment with sliding hammer*.



Gambar 1. Diagram alur metode penelitian

Metode optimasi desain menggunakan Teknik CAD digunakan pada tahapan perancangan & pembuatan tools. Strategi untuk menerapkan metode pengoptimalan secara efektif dapat dilakukan dengan, **Gambar 2** menunjukkan alur optimasi desain produk dengan menggunakan teknik CAD dan CAE, dari tahap desain konseptual. poin terpenting dalam

optimasi adalah bagaimana merumuskan masalah desain dengan menggunakan semua pengetahuan dan kecerdasan tentang objek yang diteliti, dan bagaimana mengevaluasi solusi yang diperoleh. Metode pengoptimalan mendukung secara logis mendapatkan solusi terbaik untuk masalah yang sedang dipertimbangkan [8]-[13].



Gambar 2. Metode Optimasi Desain Menggunakan Teknik CAD

Agar pengoptimalan efektif, poin-poin berikut harus diterapkan:

1. Membantu pengambilan keputusan desain dari tahap desain konseptual
2. Memahami dan mengevaluasi bagaimana solusi secara optimal diperoleh
3. Menilai validitas solusi optimal yang diperoleh
4. Mendukung pembuatan ide tambahan untuk mendapatkan solusi yang lebih disukai

Dengan penerapan metode optimasi desain menggunakan teknik CAD, dapat secara efektif merancang *special tools sliding hammer* dengan memanfaatkan kemampuan visualisasi, analisis, dan simulasi dari perangkat lunak CAD untuk mendapatkan solusi terbaik yang dapat memenuhi kebutuhan dan tujuan desain secara lebih efisien. Dalam setiap perencanaan suatu alat/mesin, pemilihan bahan merupakan faktor utama yang harus diperhatikan, karena sebelum perencanaan dan pembuatan suatu alat/mesin harus diketahui terlebih dahulu jenis bahan yang akan digunakan yang sesuai dengan karakteristik perencanaan. [14].

HASIL DAN PEMBAHASAN

Identifikasi Permasalahan

Pelepasan *injector nozzle* secara manual memerlukan keterampilan dan pengalaman yang baik dari mekanik atau teknisi. Sebagai perbandingan *tools* standar yang ada di saat ini masih manual menggunakan *common tools*, hal tersebut membutuhkan waktu yang cukup lama dikarenakan harus melepas *injector nozzle* satu per satu. Dengan memperhatikan kondisi pelepasan komponen tersebut penulis ingin merancang dan membuat *special tools sliding hammer nozzle remover*.

Studi Literatur

Metode ini dilakukan dengan cara mengumpulkan teori-teori dan temuan-temuan ilmiah yang relevan dengan kajian penelitian yang dibahas. Pengumpulan teori-teori ilmiah dikumpulkan dari sumber seperti buku teks, jurnal ilmiah dan lain-lain.

Observasi

Data yang dikumpulkan berupa dimensi dari *injector nozzle* & *cycle time* proses pelepasan dan pemasangan *injector nozzle* menggunakan *common tools* / secara manual. Berikut ini adalah tahapan untuk melepas *injector nozzle*.

1. Persiapkan *common tools*
2. Membuka *connector*
3. Melepas *injector nozzle*

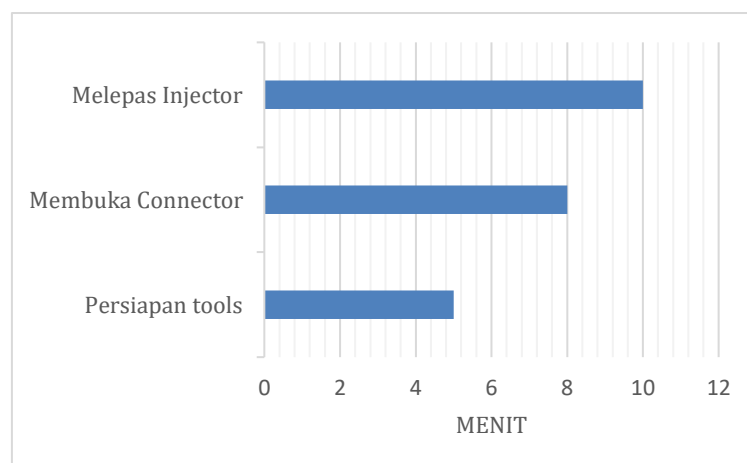
Gambar 3 berikut adalah ilustrasi proses pelepasan *injector nozzle* menggunakan *common tools*.



Gambar 3. Pelepasan *injector nozzle* menggunakan *common tools*

Data Waktu

Gambar 4 menunjukkan grafik tabulasi waktu pelepasan *injector nozzle* menggunakan *common tools* tanpa *special tools*.



Gambar 4. Grafik Tabulasi Waktu Proses

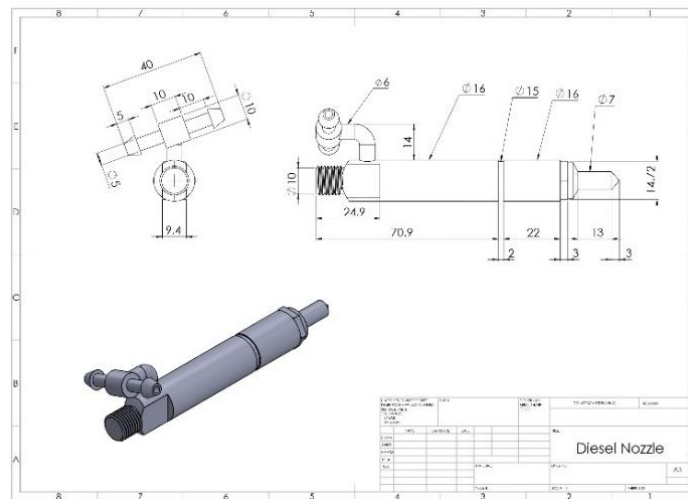
Dalam data pada grafik adalah proses pengerjaan tanpa menggunakan alat bantu kerja dengan *special service tools injector remover with sliding hammer to remove injectors*, waktu pengerjaan persiapan *common tools* diperlukan waktu 5 menit. Setelah tahap persiapan, tahapan selanjutnya adalah membuka *connector* dengan waktu 8 menit. Kemudian, dalam proses selanjutnya, yaitu melepas *injector nozzle* dari mesin, waktu yang dibutuhkan adalah

10 menit. Secara keseluruhan membutuhkan waktu 23 menit untuk melepas *injector nozzle* menggunakan *common tools*.

Data dimensi Injector Nozzle

Gambar 5 memberikan informasi dimensi pada *injector nozzle*. Dari data tersebut selanjutnya *sliding hammer* yang memiliki 3 komponen yaitu.

1. *Hammer*
2. *Sliding Shaft*
3. *Nozzle Attachment*



Gambar 5. Data dimensi *injector nozzle*

Perancangan & Pembuatan Sliding Hammer

Tahapan selanjutnya adalah membuat rancangan desain dari sliding hammer. Merancang desain suatu *Special Tools Sliding Hammer* harus dapat memvisualkan dan mengetahui fungsi dari *Sliding Hammer*, seperti dimensi dari *Injector Nozzle*, tingkat kesulitan saat pelepasan, dan juga posisi penempatan *Sliding Hammer* untuk melepas *Injector Nozzle* dari engine, dan juga material yang digunakan.

Hammer

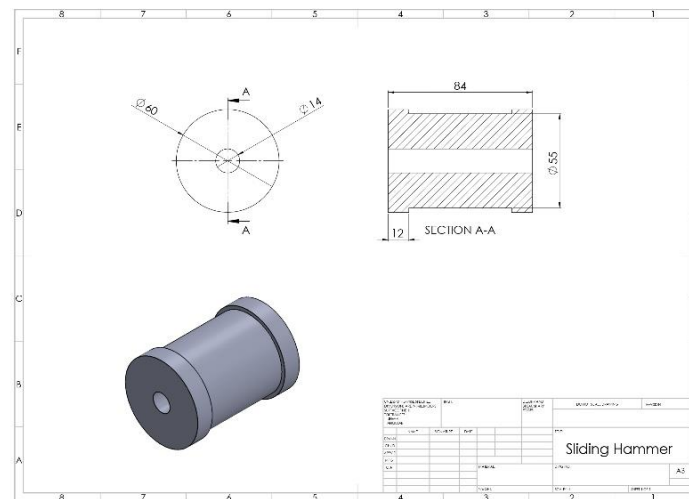
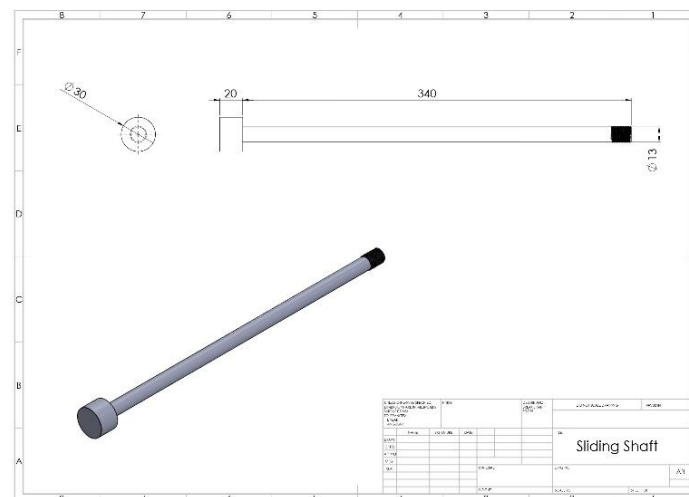
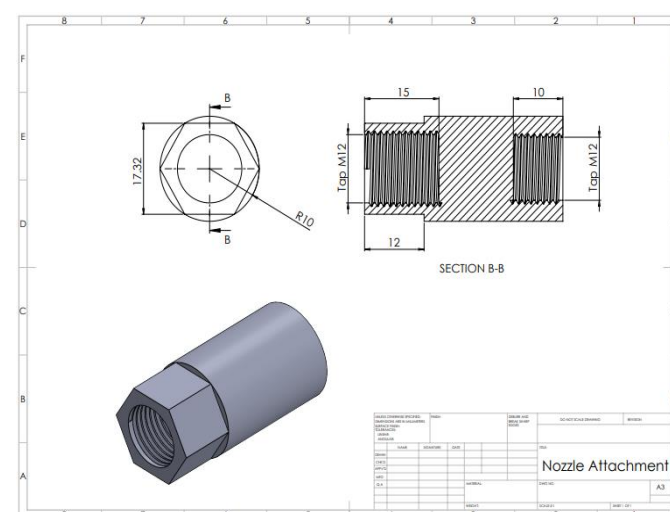
Gambar 6 berikut merupakan desain *hammer*, bagian komponen ini digunakan sebagai *impact sliding* dengan gerakan vertikal yang terhubung dengan *sliding shaft* dan memiliki lubang pada bagian dalam.

Sliding Shaft

Pada **Gambar 7** merupakan desain *Sliding Shaft* bagian dari *special service tools*, komponen yang terhubung dengan *sliding shaft* adalah *hammer* dan *nozzel attachment*, terdapat *stoper* pada bagian ujung sebagai penahan *impact* dari gerakan *hammer*.

Nozzle Attachment

Gambar 8 merupakan desain *nozzle attachment* bagian dari *special service tools*., digunakan sebagai pemegang *injector nozzle* dengan ulir dalam yang tersambung dengan *sliding shaft*.

Gambar 6. Desain *hammer*Gambar 7. Desain *sliding shaft*Gambar 8. Desain *nozzle attachment*

Proses Pembuatan Sliding Hammer

Pembelian Raw Material

Pemilihan material adalah tahap kritis dalam proses pembuatan *special tools* seperti "sliding hammer" yang memiliki fungsi khusus. Baja S45C telah menjadi pilihan yang populer dan banyak digunakan dalam industri perkakas karena memiliki karakteristik yang menguntungkan. Baja S45C merupakan jenis baja karbon menengah dengan kandungan karbon sekitar 0,45%, sehingga memberikan kekuatan dan kekerasan yang cukup untuk aplikasi perkakas. [15]

Proses Machining

Proses *machining* adalah tahap krusial dalam pembuatan *special tools* seperti *sliding hammer*. Mesin bubut merupakan salah satu mesin yang umum digunakan dalam industri perkakas untuk membentuk bahan mentah menjadi komponen dengan bentuk yang diinginkan. Proses *machining* dengan mesin bubut berlanjut hingga desain *special tools* "sliding hammer" selesai terbentuk. Setelah itu, dilakukan langkah-langkah penyelesaian seperti penghalusan permukaan dan penghilangan tepi tajam yang mungkin terbentuk selama proses pemotongan.

Finishing

Setelah proses *machining* selesai, komponen *special tools* "sliding hammer" siap untuk dilakukan proses *finishing*. Pertama-tama, permukaan komponen perlu dibersihkan secara menyeluruh dari kotoran, debu, atau sisa-sisa lain yang mungkin terdapat setelah proses *machining*. Membersihkan permukaan akan memastikan adhesi yang baik antara lapisan cat dan komponen. Proses *finishing* dengan memberikan lapisan cat semprot pada *special tools* "sliding hammer" bertujuan untuk memberikan perlindungan terhadap korosi. Lapisan cat yang baik dan tahan lama dapat memperpanjang umur pakai alat, menjaga penampilan visual yang baik, serta melindungi komponen dari paparan lingkungan yang buruk.

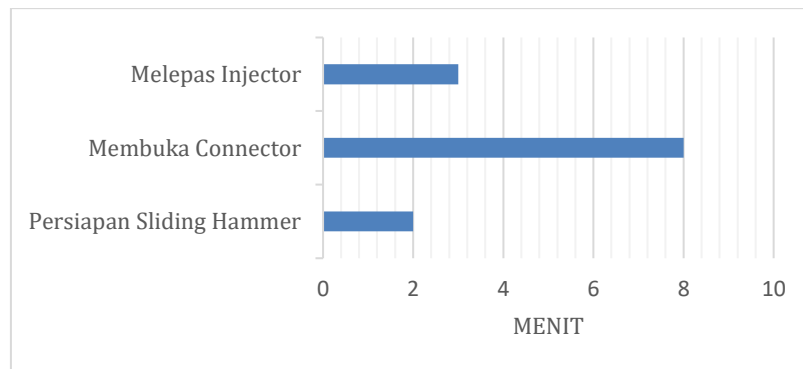
Analisis Data

Setelah proses produksi *special service tools injector nozzle remover* selesai, tahapan selanjutnya adalah melakukan pengujian dan mengambil data. Pada [Gambar 9](#) menunjukkan proses pelepasan *Injector Nozzle* menggunakan *Sliding Hammer*.



[Gambar 9](#). Pelepasan *injector nozzle* menggunakan *sliding hammer*

[Gambar 10](#) menunjukkan grafik tabulasi waktu pelepasan *injector nozzle* menggunakan *Sliding Hammer*.



Gambar 10. Grafik tabulasi waktu proses pengerjaan

Dalam data tersebut untuk persiapan *sliding hammer* diperlukan waktu 2 menit. Setelah tahap persiapan, tahapan selanjutnya adalah membuka *connector* dengan waktu 8 menit. Kemudian, dalam proses selanjutnya, yaitu melepas *injector nozzle* dari mesin, waktu yang dibutuhkan adalah 3 menit. Secara keseluruhan membutuhkan waktu 13 menit untuk melepas satu komponen *injector nozzle* menggunakan *sliding hammer*. Dengan demikian waktu proses dapat diperpendek, memberikan keuntungan signifikan dalam efisiensi kerja. Data ini menunjukkan penggunaan *special tools sliding hammer* dapat mengurangi *cycle time* dalam proses melepas *injector nozzle*.

SIMPULAN DAN SARAN

Simpulan

Penelitian ini telah berhasil mendesain dan membuat *special tool* untuk melepas komponen *injector nozzle* pada mesin *diesel engine 4 cylinder*. Hasil penelitian menunjukkan bahwa dengan *special tool* ini dapat menurunkan waktu proses dari sebelumnya dengan memakan waktu 23 menit menjadi hanya 13 menit saja.

Saran

Pada penelitian ini peneliti hanya memfokuskan pada pembuatan alat bantu kerja dan pengambilan data *cycle times* dalam pengerjaan pelepasan komponen *injector nozzle* diesel engine cummins SAA4D125E. Oleh karena itu pada penelitian selanjutnya dapat dilakukan inovasi desain material *special service tools (SST)* dengan menggunakan beberapa jenis material dan dilakukan uji kekuatan alatnya.

DAFTAR RUJUKAN

- [1] Denur, Denur, Dedi Dermawan, and Syafril Syafril. "Analisa Kerja Injector Terhadap Performance Engine pada Mesin Isuzu Cyz 51." *JISI: Jurnal Integrasi Sistem Industri* 3.2 (2017).
- [2] Padang Yanuar, Ampala Khoryanton, Gio Oktariza. Rancang Bangun Alat Uji Injektor Nozzle Spray Semi Otomatis, *Jurnal Rekayasa Mesin*, Vol.14, No.2, Agustus 2021, hal 279-285.
- [3] Komatsu, Service Tool Guide: Cylinder Head. PT. United Tractors Tbk., 2011.
- [4] Purwono, Hendro, Thomas Djunaedi, and Dicky Adriansyah. "PEMBUATAN ALAT BANTU KHUSUS PEMASANG DAN PELURUS DISC CLUTCH PADA UNIT DUMP TRUCK HINO FM 260 JD." *Prosiding Semnastek* (2021).
- [5] Abadi, Agus Haris, and Azhis Sholeh Buchori. "DESIGN OF SPECIAL SERVICE TOOLS (SST) MOTORCYCLE TIMING GEAR." *Journal of Mechanical Engineering Education* 8.2: 22-30.

-
- [6] Abrar, Ali, and Steven Hadi. "RANCANG BANGUN SPECIAL TOOL VALVE SPRING PUSHER PADA CYLINDER HEAD ENGINE DENGAN PENGGERAK MOTOR DC." *PROSIDING SNITT POLTEKBA* 5 (2021): 169-173.
- [7] Rasma, Ari Aryadi. "Pembuatan Alat Remove dan Install Track Roller Pada Unit PC 200-8MO untuk General Over Haul." *Prosiding Semnastek* (2022).
- [8] Yoshimura, Masataka, "System design optimization for product manufacturing." Springer Science & Business Media, 2010.
- [9] Insano, Surya, and Heru Santoso Budi Rochardjo. "Optimasi Desain Struktur Train Nose Frame dengan Finite Element Analysis." *KONSTELASI: Konvergensi Teknologi dan Sistem Informasi* 3.1 (2023): 73-84.
- [10] Al Aziz, Abdurrahman. "Perancangan Special Service Tool Coil Spring Compression Electric Untuk Shock Macpherson Strut Menggunakan Metode Eksperimen." *Seminar Nasional Inovasi Vokasi*. Vol. 2. 2023.
- [11] Kristianto, Stevanus Brian, Yohanes P. Agung Purwoko, and Andreas Edi Widyartono. "RANCANG BANGUN ALAT BANTU PEMASANGAN SPRING PISTON BRAKE NO 1 PADA AUTOMATIC TRANSAXLE DENGAN METODE PERANCANGAN FRENCH." *Technologic* 14.1 (2023).
- [12] Purwono, H., Rasma, R., Armas, R. F., Ramadhan, M. I., & Ramadhan, A. (2023). Analisa Kebocoran Oli Pada Penggerak Akhir Unit Bulldozer Komatsu D85ESS-2. *Suara Teknik: Jurnal Ilmiah*, 14(1), 44-50.
- [13] S. Sunardi, R. Lusiani, and A. Opera Fitra, "PENGARUH PACK CARBURIZING DAN KEKASARAN PERMUKAAN TERHADAP UMUR FATIK MATERIAL POROS BAJA S45C", *Journal Foundry*, vol. 3, no. 2, pp. 7-12, Feb. 2022.
- [14] Zulkarnain Fatoni, Sukarmansyah, PERENCANAAN ALAT BANTU UNTUK MEMASANG TORAK (PISTON INSTALLER), *Jurnal Desiminasi Teknologi*, Volume 6, Nomor 1, Januari 2018.
- [15] Purwono, Hendro, Reza Febriano Armas, and Azka Riziq Mubarok. "PEMBUATAN ALAT BANTU KHUSUS PELEPASAN DAN PEMASANGAN PISTON SEAL CYLINDER HYDRAULIC UNIT EXCAVATOR PC200-8MO." *Prosiding Semnastek* (2022).