

PERANCANGAN FLYWHEEL HOLDER YANG ERGONOMIS UNTUK MEMPERCEPAT PROSES KERJA

Ricky Farrel^{1,3)}, I Wayan Sukania^{1,4)}, Didi Widya Utama^{2,5)}

¹⁾Program Studi Teknik Industri, Fakultas Teknik, Universitas Tarumanagara

²⁾Program Studi Teknik Mesin, Fakultas Teknik, Universitas Tarumanagara

e-mail: ³⁾ricky.545210004@stu.untar.ac.id, ⁴⁾wayans@ft.untar.ac.id, ⁵⁾didiu@ft.untar.ac.id

ABSTRAK

Tingginya jumlah sepeda motor di Indonesia meningkatkan kebutuhan servis berkala, khususnya pada sistem CVT. Namun, proses servis CVT di bengkel motor masih menghadapi kendala seperti keterbatasan alat bantu, risiko cedera akibat pasanya komponen, serta rendahnya efisiensi kerja mekanik. Penelitian ini bertujuan untuk merancang alat bantu berupa Flywheel Holder yang ergonomis guna meningkatkan kenyamanan, keselamatan, dan kecepatan kerja pada saat pelepasan komponen CVT. Metode perancangan menggunakan pendekatan VDI 2221 untuk desain sistematis, TRIZ untuk pemecahan masalah desain dan prinsip ergonomi untuk menyesuaikan alat dengan kondisi kerja mekanik. Data diperoleh melalui observasi, wawancara, kuesioner skala likert, dan time study, serta dilakukan uji validitas dan reliabilitas terhadap instrumen pengumpulan data. Hasil penelitian menunjukkan bahwa suhu rata-rata pulley saat proses servis mencapai 56,1°C, sehingga tidak aman disentuh langsung dengan tangan. Alat yang dirancang terbukti mampu menahan pulley secara stabil, mempercepat proses servis, dan meningkatkan keselamatan kerja. Rancangan ini menjadi solusi yang tepat untuk mendukung efisiensi dan ergonomi kerja bengkel motor.

Kata kunci: Servis CVT, ergonomi, flywheel holder, perancangan, efisiensi kerja

ABSTRACT

The high number of motorcycles in Indonesia increases the need for regular servicing, especially for the CVT system. However, the CVT servicing process in motorcycle repair shops still faces obstacles such as limited tools, the risk of injury due to component fitting, and low mechanical work efficiency. This study aims to design an ergonomic Flywheel Holder to improve comfort, safety, and work speed when removing CVT components. The design method uses the VDI 2221 approach for systematic design, TRIZ for design problem solving and ergonomic principles to adapt the tool to the mechanic's working conditions. Data were obtained through observation, interviews, Likert scale questionnaires, and time studies, and validity and reliability tests were conducted on data collection instruments. The results showed that the average temperature of the pulley during the service process reached 56.1°C, making it unsafe to touch directly by hand. The designed tool was proven to be able to hold the pulley stably, speed up the service process, and improve work safety. This design is the right solution to support the efficiency and ergonomics of motorcycle repair shops.

Keywords: CVT service, ergonomic, flywheel holder, design, work efficiency.

PENDAHULUAN

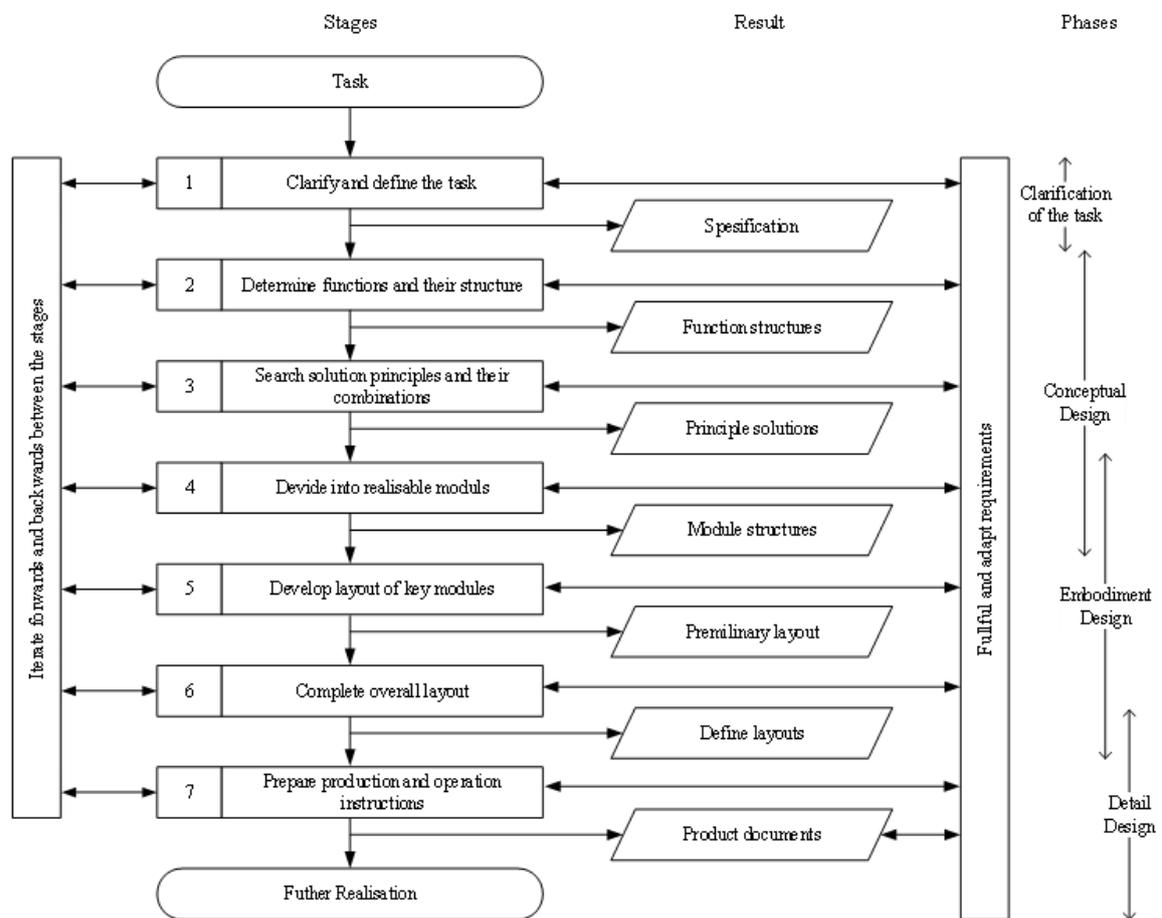
Penggunaan sepeda motor di Indonesia sangat tinggi, mencapai 137,3 juta unit pada Agustus 2024, dengan motor *matic* sebagai jenis motor yang paling umum digunakan [1]. Seiring meningkatnya jumlah kendaraan, kebutuhan akan layanan servis motor juga meningkat, mekanik harus dapat mengerjakan servis dengan jumlah yang banyak sehingga harus meningkatkan kualitas dari pengerjaannya berbagai aspek harus mereka perhatikan terutama pada aspek kecepatan dan keselamatan kerja. Salah satu proses servis yang paling sering dilakukan adalah pembongkaran CVT (*Continuous Variable Transmission*). Namun mekanik sering kali mengabaikan keselamatan mereka dengan memegang *pulley* saat membuka mur secara langsung menggunakan tangan, meskipun suhu komponen tersebut dapat mencapai lebih dari 56°C. hal ini menimbulkan risiko cedera akibat panas serta menurunkan efisiensi kerja.

Efisiensi dalam proses kerja menjadi indikator utama dalam menjaga produktivitas dan kualitas layanan bengkel. Waktu servis yang lama dapat menimbulkan antrean panjang dan

menurunkan kepuasan pelanggan. Di sisi lain, faktor ergonomi sangat berperan dalam kenyamanan dan keselamatan kerja mekanik [2]. Kontak langsung dengan komponen bersuhu tinggi tidak hanya memperlambat proses, tetapi juga meningkatkan risiko cedera jangka panjang pada pekerja. Faktor-faktor seperti frekuensi gerakan berulang, postur tubuh saat bekerja, tekanan statis pada tubuh, serta penggunaan alat atau mesin yang tidak sesuai dengan prinsip ergonomi menjadi perhatian utama dalam penilaian ini [3].

Beberapa penelitian sebelumnya telah membahas penerapan ergonomi dalam dunia industri dan otomotif. Dimana, Ergonomi merupakan ilmu yang mempelajari interaksi kompleks antara aspek pekerjaan yang meliputi peralatan kerja, tata cara kerja, dan proses atau sistem kerja dan lingkungan kerja dengan kondisi fisik, fisiologis dan psikis manusia/karyawan untuk menyesuaikan aspek pekerjaan dengan kondisi karyawan, sehingga karyawan dapat bekerja dengan aman, nyaman, efisien, dan lebih produktif [4]. Penelitian yang berkaitan dengan pembahasan mengenai ergonomi di bidang bengkel membahas mengenai postur tubuh mekanik untuk mengurangi rasa sakit yang dialami pada 28 titik rasa sakit [5]. Namun, penelitian yang spesifik membahas mengenai merancang alat bantu untuk proses servis CVT untuk meningkatkan efisiensi dan keselamatan kerja pengguna belum ditemukan. Inilah yang menjadi celah penelitian yang diisi oleh penelitian ini. Dengan merancang alat bantu yang sesuai dengan kondisi di bengkel kecil, penelitian ini mencoba memberikan Solusi praktis dan aplikatif.

Dalam buku *Engineering Design*, perancangan dan pengembangan produk dapat dibagi menjadi empat fase utama berdasarkan VDI Guidelines 2221 [6]. VDI 2221 menyatakan bahwa perancangan dan desain produk dapat dibagi menjadi empat fase utama yaitu *planning and task clarification*, *conceptual design*, *embodiment design*, dan *detail design*. Fase perancangan dan pengembangan desain produk dapat dilihat pada Gambar 1.



Gambar 1. Fase perancangan dan Pengembangan Desain Produk VDI 2221

Selain metode VDI Guideline 2221, metode yang digunakan untuk penyelesaian masalah utama menggunakan metode TRIZ atau dalam bahasa rusia Teorija Resenija Isobretatelskih Zadac merupakan suatu konsep creative problem solving yang diperkenalkan oleh Genrich Saulovich Altshuller pada tahun 1946. Metode ini menggabungkan metode pemecahan masalah yang terorganisir dan sistematis dengan teknik analisis dan peramalan yang berasal dari studi pola penemuan dalam literatur paten global [7]. TRIZ berkembang dari dasar penelitian terhadap ratusan ribu penemuan di berbagai bidang untuk menghasilkan pendekatan yang mendefinisikan pola dalam solusi inventif dan karakteristik masalah yang telah diatasi oleh penemuan tersebut.

Penelitian ini bertujuan untuk merancang alat bantu berupa *flywheel holder* ergonomis yang mengutamakan kecepatan dan kemudahan penggunaan yang dapat menahan *pulley* serta mempertimbangkan keamanan dari pengguna. Metode yang digunakan mencakup pendekatan VDI 2221 dan problem solving dari metode TRIZ untuk mendapatkan hasil akhir ideal yang merupakan solusi akhir dari suatu masalah ketika hasil yang diinginkan tercapai dengan sendirinya [8]. Sehingga dapat menghasilkan desain yang efektif dalam menyelesaikan kontradiksi teknis, penelitian ini didukung oleh data empiris seperti hasil observasi lapangan, *time study* yang merupakan metode analisis untuk mengukur waktu yang dibutuhkan pekerja untuk menyelesaikan tugasnya dan kuesioner. Kegiatan pembongkaran CVT dapat dilihat pada Gambar 2.



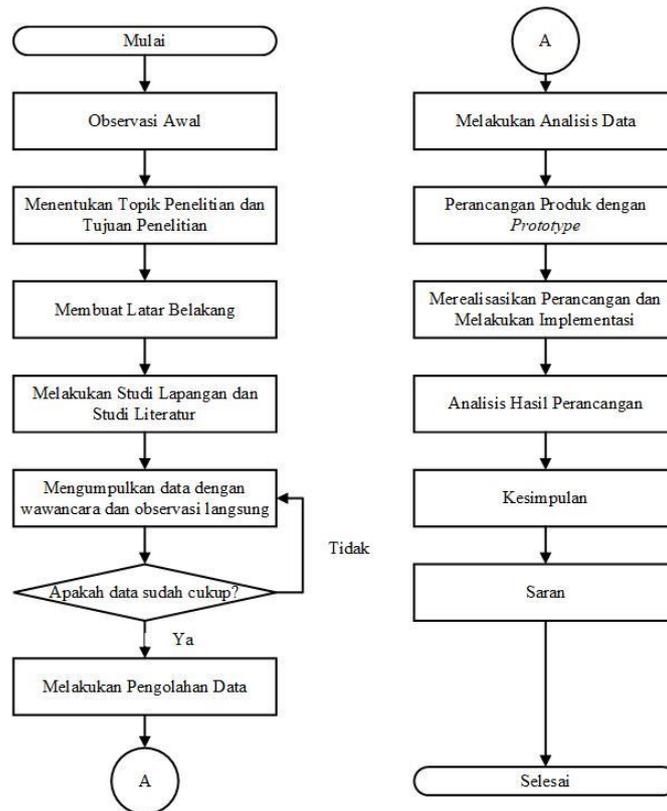
Gambar 2. Kegiatan Pembongkaran CVT

METODE PENELITIAN

Tahapan-tahapan untuk mengaplikasikan konsep perancangan alat bantu kerja menjadi produk yang berguna bagi mekanik di bengkel motor dilakukan di area sekitar Tangerang. Dengan penjelasan tahapan sebagai berikut.

- a) Melakukan observasi awal pada bengkel yang dihampiri untuk melihat kondisi kerja.
- b) Menentukan topik penelitian dan merumuskan permasalahan untuk mendapatkan tujuan penelitian.
- c) Membuat latar belakang yang menjelaskan topik penelitian yang diteliti.
- d) Melakukan studi lapangan dan studi literatur.
- e) Melakukan pengumpulan data melalui kuesioner dan wawancara serta pengamatan secara langsung.
- f) Melakukan pengolahan data menggunakan aplikasi SPSS dan *excel*.
- g) Melakukan perancangan alat bantu kerja berupa *Flywheel Holder*.
- h) Membuat *prototype* produk sesuai dengan konsep yang terpilih dan spesifikasi produk.
- i) Mengimplementasikan hasil rancangan alat bantu kerja tersebut untuk menganalisis hasil yang didapat dari perancangan.
- j) Menarik kesimpulan dan memberikan saran selanjutnya.

Diagram alir metodologi penelitian yang dilakukan pada penelitian ini dapat dilihat pada Gambar 3.



Gambar 3. Diagram Alir Metodologi Penelitian

HASIL DAN PEMBAHASAN

Pengolahan Data Kuesioner

Pengumpulan data dilakukan dengan melakukan wawancara dan pengamatan secara langsung ketika motor sedang ingin dibongkar. Data wawancara didapatkan dari 26 orang mekanik yang bekerja pada bengkel disekitar area pengamatan lalu dilakukan pengujian Validitas dan reliabilitas terhadap data-data yang akan digunakan pada perancangan. Hasil pengujian dapat dilihat pada Tabel 1 beserta keterangan dari penulisan data.

Tabel 1. Hasil Pengujian Validitas Data

Data (N)	R hitung	R tabel	Keterangan
Q1	0,938	0,388	Valid
Q2	0,859	0,388	Valid
Q3	0,907	0,388	Valid
Q4	0,866	0,388	Valid
Q5	0,753	0,388	Valid

Keterangan:

- Q1 = Kemudahan Penggunaan Alat
- Q2 = Kenyamanan Produk
- Q3 = Keamanan Produk
- Q4 = Kecepatan Produk
- Q5 = Adjustability Produk

Berdasarkan hasil pengujian tersebut, didapatkan pengujian validitas data dengan level signifikan 5% dan sampel sebanyak 26 orang, dengan nilai r tabel sebesar 0,388, terlihat bahwa nilai r hitung > r tabel yang menyatakan bahwa semua data yang diuji merupakan data yang valid.

Setelah itu dilakukan melakukan uji validitas untuk menentukan data yang didapatkan valid atau tidak, berikutnya dilakukan uji reliabilitas terhadap data kuisioner menggunakan

Cronbach's Alpha dengan level signifikansi 5%, jika nilai *Cronbach's Alpha* > 0,6 maka dinyatakan *reliabel*, tetapi jika nilai *Cronbach's Alpha* < 0,6 maka dinyatakan tidak *reliabel* [9]. Hasil perhitungan dapat dilihat pada Gambar 4.

Cronbach's Alpha	N of Items
.912	5

Gambar 4. Reliability Statistics

Dari hasil pengujian reliabilitas dengan software SPSS, didapatkan skor *Cronbach's Alpha* sebesar 0,912 dengan r tabel yang dipakai sebesar 0,388 sehingga dapat disimpulkan bahwa data yang didapatkan *reliable* dikarenakan nilai dari r tabel lebih kecil dibandingkan nilai r hitung.

Setelah mendapatkan data yang reliabel dilakukan pembobotan pertimbangan kebutuhan apakah kebutuhan yang didapatkan penting atau tidak menggunakan Skala likert. Hasil pertimbangan dapat dilihat pada Tabel 2.

Tabel 2. Hasil Pertimbangan Skala Likert

Matriks	Skala Kepentingan	Keterangan
Kemudahan Penggunaan Alat	79,231%	Penting
Kecepatan Produk	80,769%	Sangat Penting
Keamanan Produk	77,692%	Penting
Kenyamanan Produk	74,615%	Penting
Adjustability Produk	65,385%	Penting

Berdasarkan hasil tabel di atas, dapat disimpulkan bahwa setiap matriks kebutuhan masuk kedalam diantara kategori penting, dan sangat penting.

Proses *time study* melibatkan beberapa langkah utama, termasuk pemilihan pekerjaan yang akan dianalisis, pengamatan langsung terhadap pekerja, pencatatan waktu kerja dengan menggunakan alat seperti *stopwatch* [10]. Untuk data yang didapatkan dapat dilihat pada Tabel 3.

Tabel 3. Data Analisis Time Study

Aktivitas Besar	Kegiatan	Elemen	Waktu Baku
Melepas Komponen CVT	Melepas Clutch Cover	Mengambil alat Impact Drill dan Penahan	3,422
		Memasang Holder ke Cluch Cover	16,268
		Memasang mata drill 22mm	5,939
		Melepas Nut Clutch Cover, Melepas Clutch Cover, dan Menyimpan	12,887
		Melepas dan Meletakkan Holder dari Clutch Cover	6,028
Total			634,480

Berdasarkan data yang didapatkan pada tabel tersebut pada pengukuran kecepatan penyocokkan dan pemasangan *flywheel holder* ke *pulley* didapatkan waktu sebesar 16,268 detik untuk pemasangannya ini dapat dikatakan memakan waktu yang cukup banyak hanya untuk memasang *clutch holder* sehingga efektivitas gerakan menurun.

Setelah didapatkan bahwa data pengujian sudah mencukupi, dilakukan analisis mengenai kebutuhan dan menentukan spesifikasi produk. Sehingga mendapatkan hasil spesifikasi seperti yang dapat dilihat pada Tabel 4.

Tabel 4. Spesifikasi Target Produk Holder

Kebutuhan	Metrik	Solusi	Satuan	Nilai
Alat mudah digunakan	Merancang alat yang mudah digunakan	Desain dengan mekanisme penguncian cepat	Detik (s)	Waktu memasang di bawah 10 detik
Alat nyaman digunakan	Merancang alat yang nyaman digunakan	Pegangan disesuaikan bentuknya dengan tangan mekanik	Skala kenyamanan	Pengguna nyaman menggunakan alat tersebut
Alat aman digunakan	Merancang alat yang aman digunakan	Menghindari kontak langsung dengan <i>pulley</i> panas	Derajat Celsius (°C)	Alat tidak menghantarkan panas ke tangan

Lanjutan Tabel 4. Spesifikasi Target Produk Holder

Kebutuhan	Metrik	Solusi	Satuan	Nilai
Alat meningkatkan kecepatan bekerja	Merancang alat yang meningkatkan kecepatan mekanik dalam servis CVT	Desain memungkinkan penahan <i>pulley</i> tanpa perlu bantuan tangan kedua	Detik (s)	Waktu pemasangan alat dibawah 10 detik
Alat dapat diatur	Merancang alat yang dapat diatur dan disesuaikan dengan benda yang ditahan	Memiliki slot atau pin geser yang dapat disesuaikan dengan berbagai ukuran <i>pulley</i>	Milimeter (mm)	Memiliki pengunci dengan ukuran cukup presisi

Konsep Perancangan

Berdasarkan hasil spesifikasi dan perbandingan dengan beberapa alat yang ada di pasaran, dapat dibuat alternatif dan morfologi untuk konsep-konsep desain produk yang sangat memungkinkan untuk dijadikan model konsep yang dapat dilihat pada Tabel 5.

Tabel 5. Morfologi Konsep Produk

Komponen	Alternatif 1	Alternatif 2	Alternatif 3
Cara dipegang	Satu gagang	Dua gagang	Injak
Bentuk holder	Huruf Y	Huruf X	Bulat bertongkat
Penahan	Baut dan Mur	Ratchet joint	sekrup
Material sabuk holder	Karet	Nylon	Karet dan Aluminium
Cara penggunaan	mendorong	memutar	campuran
Rancangan	Konsep 1	Konsep 2	Konsep 3

Dari alternatif bagian fungsi yang dibuat berdasarkan morfologi konsep produk, diperoleh tiga buah variasi produk yang dapat dideskripsikan sebagai berikut:

a. Konsep Pertama

Pada rancangan konsep pertama, menggunakan rancangan yang mekanis dengan penguncian satu arah atau mekanisme *ratchet* untuk mengencangkan dan dengan tarikan tuas untuk melepaskan penahan dengan lebih cepat. Gambar produk dapat dilihat pada Gambar 5.



Gambar 5. Konsep Pertama

b. Konsep Kedua

Untuk desain konsep Holder kedua berdasarkan dari gunting dengan 2 buah gagang yang digunakan untuk mengarahkan penahan pada lubang yang terdapat di rumah *pulley*, alat ini digunakan dengan satu tangan sementara tangan yang lain digunakan untuk membuka *pulley*. Tujuan desain ini adalah mempermudah pengambilan dan pengaturan posisi saat *pulley* dibuka. Gambar produk dapat dilihat pada Gambar 6.



Gambar 6. Konsep Kedua

c. Konsep Ketiga

Pada rancangan konsep ketiga, menggunakan rancangan 1 gagang sederhana dengan 2 buah Rivet yang didisangkutkan pada lubang housing dan ditahan menggunakan kaki agar alat tidak goyang. Gambar produk dapat dilihat pada Gambar 7.



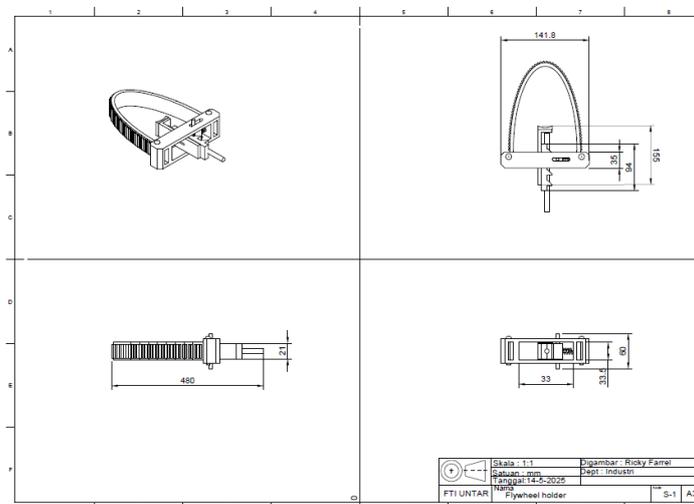
Gambar 7. Konsep Ketiga

Dari ketiga konsep rancangan tersebut, alat yang memiliki potensi berdasarkan seleksi yang dilakukan adalah konsep desain pertama yang berbentuk menyerupai *clutch holder*. Seleksi konsep dilakukan dengan memilih rancangan terbaik dari tiga konsep yang telah dibuat, perlu dilakukan proses seleksi untuk memastikan bahwa produk yang dihasilkan merupakan yang terbaik. Hasil seleksi konsep dapat dilihat pada Tabel 6.

Tabel 6. Seleksi Konsep Produk

Pembanding	K1	K2	K3
Kemudahan	+	+	+
Kenyamanan	o	+	-
Keamanan	o	o	o
Kecepatan	+	-	+
Adjustability	+	-	o
Total +	3	2	2
Total o	2	1	2
Total -	0	2	1
Nilai Akhir	3	0	1
Peringkat	1	3	2
Lanjutkan?	Ya	Tidak	Ya

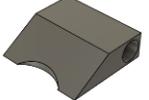
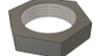
Dibandingkan dengan produk *benchmark*, ditemukan bahwa konsep pertama lebih mudah digunakan daripada produk pembanding. Konsep pertama juga memiliki kapasitas yang lebih luas dan lebih ringan daripada produk *benchmark*. Konsep pertama juga mempunyai fitur yang lebih lengkap dibandingkan produk pembanding dan memiliki tingkat keamanan yang lebih tinggi. Keunggulan-keunggulan inilah yang menjadikan konsep alternatif pertama menjadi konsep terpilih dari ketiga konsep yang ada. Untuk gambar kerja dari produk ini dapat dilihat pada Gambar 8.



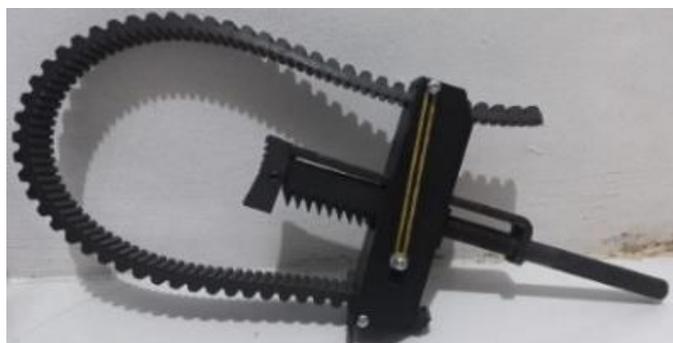
Gambar 8. Gambar Kerja Produk yang Terpilih

Berdasarkan gambar tersebut, ukuran panjang alat berada pada 480 mm dengan lebar 141,8 mm. Dengan spesifikasi bagian-bagian yang dapat dilihat pada Tabel 7.

Tabel 7. Daftar Spesifikasi Komponen Produk

No	Komponen	Deskripsi Komponen	Ukuran (mm)	Jenis Material	Total
1	 Gambar 9. Mekanisme Penahan	Mekanisme penahan	141,5 x 40 x 34,8	PLA Plastic	1
2	 Gambar 10. Gigi Penahan	Gigi Penahan	20,8 x 24,494,8	PLA Plastic	1
3	 Gambar 11. Penutup Mekanisme	Penutup Mekanisme	16,1 x 29,5 x 14,9	PLA Plastic	1
4	 Gambar 12. Pengunci	Pengunci	19,1 x 5,8 x 22	PLA Plastic	1
5	 Gambar 13. Karet Penahan	Karet Penahan	450 x 22 x 11,5	V-Belt	1
6	 Gambar 14. Lengan Tuas	Lengan Tuas	12,8 x 250	Baja (Cast Iron)	1
7	 Gambar 15. Lengan Penahan	Lengan Penahan	162 x 40 x 20	Baja (Cast Iron)	1
8	 Gambar 16. Baut	Baut	M4 x 60	Baja	3
9	 Gambar 17. Mur	Mur	M4	Baja	5

Penentuan daftar komponen produk bertujuan untuk hasil akhir yang berupa *prototype* produk holder yang dapat dilihat pada Gambar 18.



Gambar 18. Prototype Produk

Prototype produk ini kemudian dilakukan uji perbandingan dengan produk *benchmarking* yang ada dipasaran untuk dilihat efektivitasnya ketika digunakan pada proses servis berlangsung seperti yang dapat dilihat pada Tabel 8.

Tabel 8. Data Pengujian Produk

Pengujian	Prototipe		Benchmark	
	Pasang	Lepas	Pasang	Lepas
1	12	7	35	13
2	13	8	36	12
3	12	9	37	12
4	12	8	36	12
5	12	8	36	12
6	13	8	37	13
7	13	9	35	13
8	13	9	35	13
9	10	8	34	12
10	11	7	35	12
11	11	7	34	11
12	10	7	32	11
13	11	6	32	10
14	11	6	33	10
15	10	7	32	10
Rata-rata	11,6	7,6	34,6	11,7

Berdasarkan hasil pengujian yang dilakukan sebanyak 15 pada jenis motor yang sama yaitu Honda Spacy FI KZL didapatkan bahwa *Prototipe* rancangan memiliki rata-rata waktu pemasangan 11,6 detik dan pelepasan sebesar 7,6 detik sehingga alat digunakan selama 19,2 detik, jika dibandingkan dengan produk *benchmark* didapatkan waktu pemasangan sebesar 34,6 detik dan pelepasan sebesar 11,7 detik, sehingga alat digunakan selama 46,3 detik.

KESIMPULAN

Berdasarkan hasil yang didapatkan selama penelitian dilakukan, penelitian ini dapat disimpulkan sebagai berikut: 1) Proses perancangan mengikuti empat tahap utama VDI 2221 yang berdasarkan kebutuhan mekanik, dinilai sangat penting dalam alat bantu kerja. Sehingga urutan data tersebut dirumuskan menjadi spesifikasi teknis seperti sistem ratchet yang mudah digunakan; 2) Penerapan metode VDI Guideline 2221 terbukti relevan dan efektif untuk digunakan dalam perancangan teknik produk bengkel motor dengan struktur yang sistematis, dengan hasil *time study* dan analisis suhu CVT memperkuat kebutuhan perancangan alat yang mampu mempercepat mekanik dalam bekerja. Pendekatan VDI mempermudah pengambilan keputusan desain melalui tahapan seleksi konsep, morfologi, dan *benchmarking* yang sistematis; 3) Hasil *prototype* yang dibuat dapat menahan *pulley* secara stabil dan mempercepat waktu servis dengan rata-rata waktu penggunaan sebesar 19,2 detik, jika dibandingkan dengan produk *benchmark* dengan waktu 46,3 detik, dimana terjadinya peningkatan efisiensi sebesar 58%. Beberapa saran yang dapat penulis berikan, antara lain: 1) Disarankan bagi mekanik untuk menggunakan alat ini untuk meningkatkan efisiensi kerja juga menjaga keselamatan diri dari memegang rumah *pulley* secara langsung; 2) Perlunya diadakan uji ketahanan jangka panjang terhadap material alat terutama pada bagian plastik yang mengulir dengan besi baja.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] A. Novelino, "Jumlah Kendaraan di Indonesia Tembus 164 Juta Unit, 83 Persen Motor," *CNN Indonesia*, 2024. [Online]. Available: <https://www.cnnindonesia.com/otomotif/20241004133318-579-1151516/jumlah-kendaraan-di-indonesia-tembus-164-juta-unit-83-persen-motor>
- [2] F. Ilyas, "Perancangan Alat Bantu Kerja untuk Mempermudah Pekerjaan Mekanik," *Laporan PKM-T*, Program Studi Teknik Industri, Universitas Bina Darma Palembang, 2021.
- [3] H. Agustin, M.E. Saputro, S.M.M. Idrus, A. Fajrianty, N. Nurrohmah, M. Nawang S., N. Yudhistira, and A. Padya P., "Edukasi Manual Material Handling untuk Pencegahan

- Musculoskeletal Disorders pada Pekerja Industri Katering di Desa Banguntapan Bantul,” *JATTEC*, vol. 1, no. 2, pp. 63–73, 2020.
- [4] B. Istiar, M. Sahri, D.A. Irfansyah, R.A. Ratriwardhani, and A.A. Firmansyah, “Sosialisasi Pengetahuan Ergonomi Kerja kepada Karyawan CV. Rahayu Sentosa,” *Community Development Journal: Jurnal Pengabdian Masyarakat*, vol. 5, no. 1, pp. 317–320, 2024.
- [5] I.W. Sukania, “Perancangan Alat Bantu Kerja Berdasarkan Analisis Ergonomi Postur Kerja dan Keluhan Biomekanik Tenaga Mekanik Motor di Sebuah Bengkel Motor di Tangerang,” *J. Ilm. Teknik Industri*, vol. 8, no. 1, pp. 34–42, 2020.
- [6] G. Pahl, W. Beitz, J. Feldhusen, and K.H. Grote, *Engineering Design*, London: Springer, 2007.
- [7] L.O. Hidayat, “Studi Sustainability Competitive Advantage Pada Rumah Sakit Swasta di Kota Makassar,” Disertasi, Universitas Hasanuddin, 2022.
- [8] G.S. Edhi, “Desain Matras Multifungsi Dengan Menggunakan Metode TRIZ dan QFD,” Tugas Akhir, Universitas Islam Indonesia, 2016.
- [9] Y. Utami, P.M. Rasmanna, and Khairunnisa, “Uji Validitas dan Uji Reliabilitas Instrumen Penilaian Kinerja Dosen,” *J. Sains dan Teknologi*, vol. 4, no. 2, pp. 21–24, 2023.
- [10] F.N. Aini, “Analisis Produktivitas Penggunaan Alat Berat menggunakan Metode Time Study pada Pekerjaan Timbunan Tanah,” Tugas Akhir, Universitas Islam Indonesia, 2024.