

Design And Construction Of Tools (Tracker) Disassemble the Shock Absorber

[Rancang Bangun Alat Bantu (Tracker) Bongkar Pasang Shock Absorber]

Akhmad Akhirudin¹⁾, Mulyadi²⁾

¹⁾Program Studi Teknik Mesin, Universitas Muhammadiyah Sidoarjo, Indonesia

²⁾ Program Studi Teknik Mesin, Universitas Muhammadiyah Sidoarjo, Indonesia

*Email Penulis Korespondensi: mulyadi@umsida.ac.id

Abstract. *Shock absorber is mechanical device designed to reduce shocks caused by kinetic energy, functions to reduce vibrations from rough road surfaces and is an important part of the suspension of heavily loaded trucks. The aim of designing tools (trackers) is to save time at work and reduce risks when working. The design process uses Solidworks professional 2018 software. The tool making process uses AISI 1035 Steel material with 3 stages, namely cutting, drilling and assembly. The results of testing the design of the shock absorber installation and disassembly tool were that the fastest removal time was 1 minute 25 seconds with an average time of 1 minute 29 seconds and the fastest installation was 2 minutes 2 seconds with an average time of 2 minutes 6 seconds. The results of spring strength with load of 250 kg, initial spring length of 23 cm and final spring length of 19.5 mm showed constant of 71.42 kg/cm². The results of calculating the spring strength of the shock absorber disassembly tool with load of 70 kg, obtained constant of 20 kg/cm².*

Keywords - design; disassembly tools; shock absorber

Abstrak. *Shock absorber adalah sebuah alat mekanik yang didesain untuk meredam hentakan yang disebabkan oleh energi kinetik, berfungsi untuk mengurangi getaran dari kasarnya permukaan jalan dan bagian penting dalam suspensi kendaraan truck bermuatan berat. Tujuan rancang bangun alat bantu (tracker) yaitu efisiensi waktu dalam bekerja dan mengurangi resiko saat bekerja. Proses desain menggunakan software solidworks professional 2018. Proses pembuatan alat menggunakan material AISI 1035 Steel dengan 3 tahapan yaitu pemotongan, pengeboran, assembly. Hasil pengujian rancang bangun alat bantu bongkar pasang shock absorber adalah waktu pelepasan tercepat yaitu 1 menit 25 detik dengan rata waktunya 1 menit 29 detik dan pemasangan tercepat adalah 2 menit 2 detik dengan rata waktunya 2 menit 6 detik. Hasil kekuatan spring dengan beban 250 kg, panjang awal spring 23cm dan panjang akhir spring 19.5 mm didapatkan konstanta 71,42 kg/cm². Hasil perhitungan kekuatan spring alat bantu bongkar pasang shock absorber dengan beban 70 kg, didapatkan konstanta 20 kg/cm².*

Kata Kunci – rancang bangun; alat bongkar pasang; shock absorber

I. PENDAHULUAN

Peredam kejut (*Shock absorber*) adalah sebuah alat mekanik yang di desain untuk meredam hentakan yang di sebabkan oleh energi kinetik, dalam kendaraan alat ini berfungsi untuk mengurangi getaran efek dari kasarnya permukaan jalan maka dari itu peredam kejut ini merupakan bagian penting dalam suspensi kendaraan *truck* bermuatan berat. [1] Kenyamanan pengendara alat berat akan begitu di pengaruhi oleh kondisi *shock absorber* bagian operator seat. Apabila *Shock absorber* atau *shock* bagian operator seat, maka hentakan atau kejutan yang terjadi selama perjalanan akan terasa dengan keras. Permasalahan ini dapat terjadi karena *shock absorber* sudah rusak atau mati, dan bisa juga karena oli yang bocor. [2]

Untuk melakukan service suspensi kendaraan (*Shock Absorber*) alat berat butuh beberapa tahapan. langkah pertama yang biasa di lakukan yaitu menekan penutup pegas (*spring*) bagian atas, lalu mencongkel ring pengunci [3]. namun ada juga model *shock absorber* yang lain yaitu harus melepas pangkon atas dengan cara menekan pir supaya dapat menahan baut piston atas dan membuka pangkon atas. [4] untuk menekan pegas tersebut memerlukan tenaga yang cukup besar dan waktu yang cukup lama. [5] Selanjutnya setelah pegas terlepas langkah selanjutnya yaitu melepas piston *road shock absorber* dengan cara meratakan pengunci rumah piston lalu menarik piston sampai terlepas, namun untuk dapat menarik piston supaya bisa terlepas itu juga membutuhkan tenaga yang cukup besar dan memerlukan waktu yang cukup lama. [6]

Berdasarkan data observasi di PT. UNITED TRACKTOR. Tbk, PT SICOMA INDO PERKASA dan PT GOLDEN TEKNIK, telah didapatkan cara melepas atau membongkar suspensi belakang menggunakan alat bantu berupa obeng (+), obeng (-) atau *tracker* pegas untuk menekan per, palu, ragum, dan kunci pas. [7] Berdasarkan data observasi terdapat beberapa kelemahan untuk membongkar dan memasang rangkaian *shock absorber* pada alat berat yaitu

memerlukan tenaga ekstra terutama saat penekanan pegas (*spring*) dan saat menarik *piston road* selain itu juga kurangnya keamanan (*safety*) saat proses pengerjaan, [8] maka dari itu perlu adanya alat bantu untuk membongkar ataupun memasang rangkaian *shock absorber* agar lebih mudah dan efisien. Untuk membuat alat bantu tersebut, maka perlu perhitungan yang teliti, [9] mendesain alat yang lebih baik dari sebelumnya yang sudah ada tanpa melupakan keamanan, menggunakan bahan dengan kualitas baik agar bisa fungsional, multifungsi dan mudah di gunakan. [10]

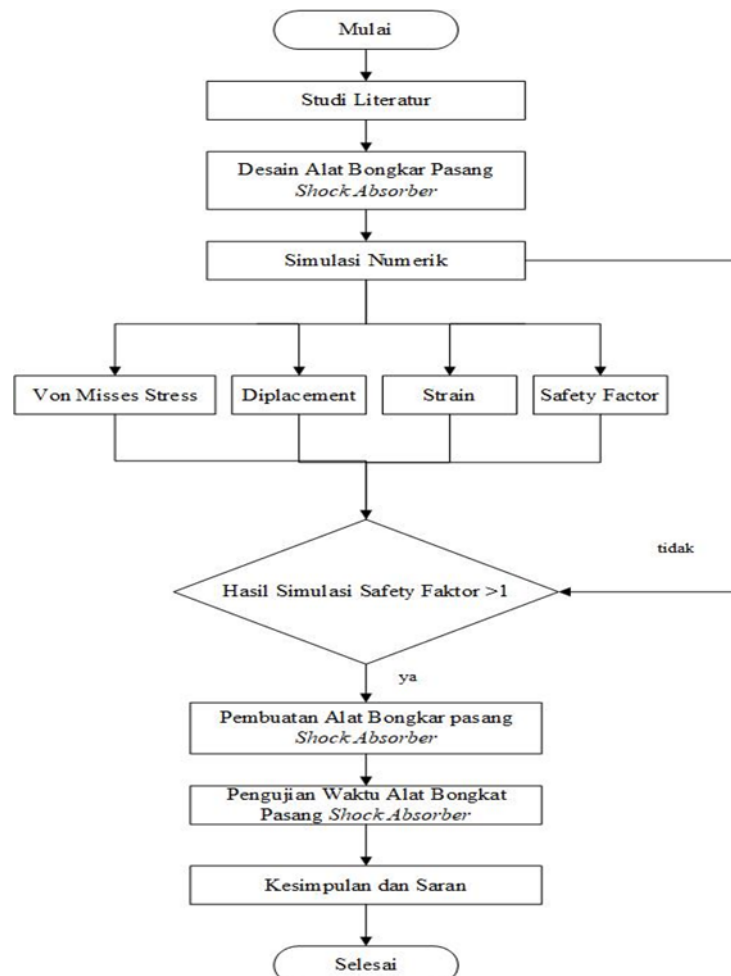
Rancang bangun merupakan sebuah proses untuk mendefinisikan sesuatu yang akan dikerjakan dengan menggunakan teknik yang bervariasi serta di dalamnya melibatkan deskripsi mengenai arsitektur serta detail komponen dan juga keterbatasan yang akan dialami dalam proses pengerjaannya, [11] menurut [12] Perancangan dan rancang merupakan serangkaian prosedur untuk menterjemahkan hasil analisa dan sebuah system kedalam bahasa pemrograman untuk mendeskripsikan dengan detail bagaimana komponen komponen system di implementasikan. [12]

Berdasarkan latar belakang di atas maka penulis mengambil topik rancang bangun alat bantu (*tracker*) bongkar pasang *shock absorber* alat berat". [13] Implikasi dari hasil penelitian saat menggunakan metode *konvensional* (manual) di temukan adanya kesulitan pada proses pembongkaran dan pemasangan yang beresiko terhadap keselamatan kerja. [14] Maka berdasarkan penelitian tersebut di perlukan adanya alat bantu (*tracker*) yang dapat menjadi metode yang lebih mudah dengan tujuan efisiensi waktu dalam bekerja dan mengurangi resiko saat bekerja. Oleh sebab itu penulis mengakat permasalahan tersebut dalam sebuah judul "Rancang Bangun Alat Bantu (*Tracker*) Bongkar Pasang Shock Absorber".

II. METODE

A. Diagram Alir Penelitian

Metodologi yang digunakan pada proses menyusun serta proses urutan pada saat penelitian ini digambarkan dalam diagram alir (*flowchart*). Berikut ini merupakan diagram alir penelitian yang dapat dilihat pada gambar 3.1 berikut:



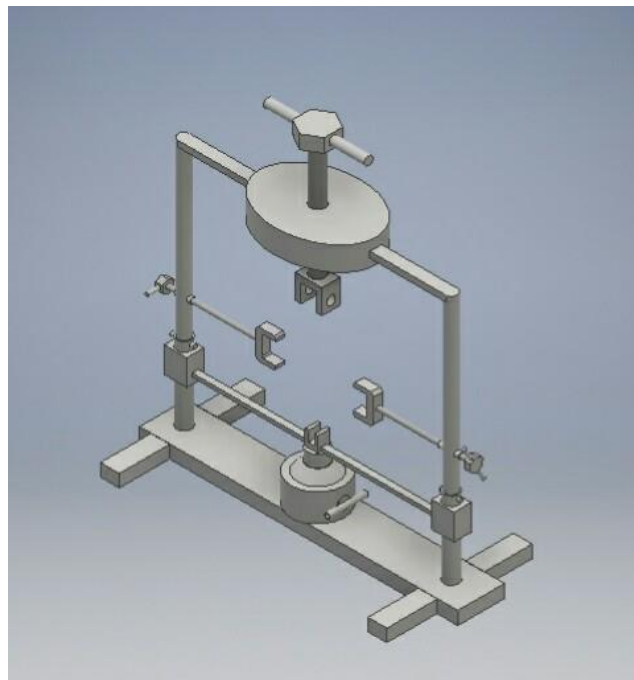
Gambar 1. Diagram Alir Penelitian

B. Studi Literatur

Studi literatur ini dilakukan sebagai tahap awal dan juga sebagai landasan materi dengan mempelajari beberapa referensi dari jurnal, artikel, buku, tugas akhir yang berkaitan, pengamatan secara langsung di lapangan, juga dari media internet, dan diskusi dengan dosen pembimbing yang ada kaitannya dengan besar perencanaan perancangan alat bantu (*tracker*) bongkar pasang *shock absorber*.

C. Desain Alat Bongkar Pasang *Shock Absorber*

Berdasarkan dari konsep desain yang telah disusun dan mengacu pada referensi yang ada maka desain yang penulis usulkan untuk perancangan desain alat bantu (*tracker*) bongkar pasang *shock absorber* harus efisien, multifungsi, dan dapat mempermudah saat proses pengerjaan bongkar. Berdasarkan dari konsep desain yang telah disusun dan mengacu pada referensi yang ada maka desain yang penulis usulkan untuk perancangan desain alat bantu (*tracker*) bongkar pasang *shock absorber* harus efisien, multifungsi, dan dapat mempermudah saat proses pengerjaan bongkar pasang *shock absorber*.



Gambar 2. Desain Acuan *Tracker Shock* Sepeda Motor [3]

D. Simulasi Numerik

Dalam tahapan ini, simulasi numerik akan dijalankan dengan melakukan pembebanan static. Data yang dihasilkan akan mencakup *von mises stress*, *displacement*, *strain*, *safety factor*, dengan penjelasan di bawah ini:

- *Von mises stress* (Tegangan)

Tegangan adalah reaksi yang timbul diseluruh bagian plate insert molding dalam menahan beban yang diberikan. Satuan gaya yang digunakan dalam penjabaran tegangan adalah satuan gaya dibagi dengan satuan luas.

- *Displacement* (Perpindahan)

Displacement (Perpindahan) merupakan pergerakan akibat beban yang terdapat pada suatu material/komponen tertentu. Tinggi dan rendahnya nilai pergerakan tergantung pada sejauh mana beban yang diberikan kepada material/komponen tersebut.

- *Strain* (Regangan)

Strain (Regangan) dinyatakan sebagai perubahan panjang material dibagi dengan panjang awal/semula akibat gaya tarik maupun gaya tekan yang diberikan kepada material. Regangan dapat didefinisikan sebagai tingkat deformasi yang dapat memanjang, memendek, membesar bahkan mengecil.

- *Safety factor* (Faktor keamanan)

Safety factor (Faktor keamanan) merupakan faktor yang digunakan memprediksi serta mengevaluasi keamanan dari suatu bagian mesin. Untuk menghindari terjadinya kegagalan struktur (*Structure-failure*) maka kekuatan sebenarnya dari suatu material haruslah melebihi kekuatan yang dibutuhkan.

E. Pengujian Waktu Bongkar Pasang dan Perhitungan Kekuatan *Spring Shock Absorber*

Perhitungan waktu pelepasan dan pemasangan rangkaian *shock absorber* di mulai dari langkah pertama yaitu menekan pegas *spring* dengan bantuan alat (*tracker*) supaya dapat melepas dan memasang pengunci atas atau pangkon atas dari *shock absorber*. kemudian setelah *spring* terlepas atau terpasang langkah selanjutnya yaitu menarik batang *piston road* supaya terlepas dari tabung piston, namun sebelum menarik *piston road* yang harus di lakukan yaitu meratakan pengunci piston supaya *piston road* dapat terlepas. Perhitungan waktu pelepasan dan pemasangan rangkaian *shock absorber* tersebut dilakukan dengan bantuan alat yaitu *stopwatch*.

Perhitungan kekuatan *spring shock absorber* ini untuk mengetahui berapa kekuatan gaya pegas yang dihasilkan oleh *shock absorber* yang di uji.

$$F = K (\Delta X)$$

$$F = K (X1-X2)$$

Dimana :

F = Beban dari *spring*

K = Konstanta *spring*

ΔX = Perubahan panjang *spring*

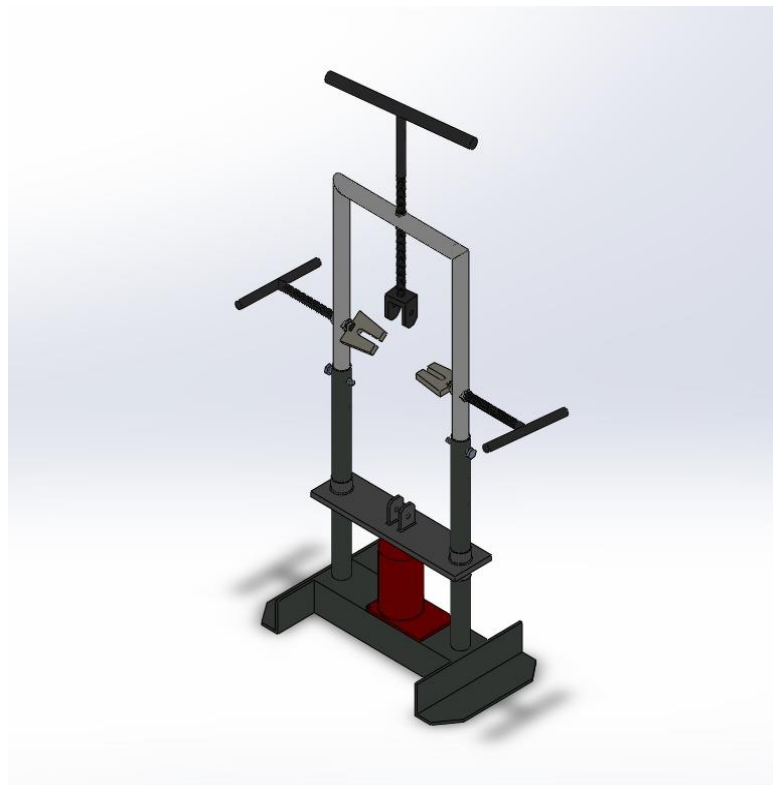
X1 = Panjang awal *spring*

X2 = Panjang akhir *spring*

III. HASIL DAN PEMBAHASAN

A. Proses Desain dan Simulasi Numerik

Pada proses desain pemilihan desain setelah mempertimbangkan kebutuhan yang telah ditetapkan sebelumnya. Jumlah konsep yang dapat dihasilkan ditentukan oleh variasi yang ada dalam setiap elemen yang tercantum dan kebutuhan kekuatan yang lebih dari pada desain referensi yaitu dengan menambahkan plat besi setebal 10 mm dan dongkrak dengan kekuatan 2 ton guna lebih kuat untuk proses bongkar pasang pada *shock absorber*.



Gambar 3. Desain Alat Bongkar Pasang *Shock Absorber*

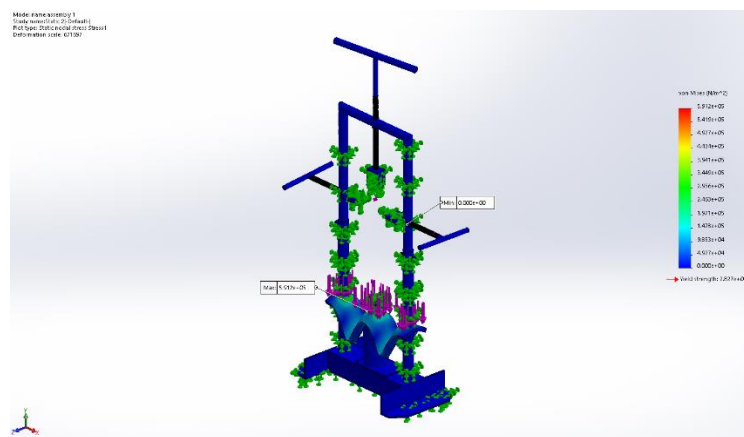
Tabel 1. Spesifikasi Material AISI 1035 *Stell* (SS)

Nama Material	Elastic Modulus	Yield Strength	Tensile Strength	Mass Density
AISI 1035 <i>Stell</i> (SS)	196 GPa	410 Mpa	620 MPa	7950 kg/m ³

Proses desain dan simulasi numerik menggunakan *software solidworks professional 2018*, sebuah program CAD yang mendukung pembuatan model 2D dan 3D untuk membantu dalam rancangan *prototype* secara visual. *software solidworks professional 2018* memiliki beberapa program simulasi *software* antara lain *von mises stress*, *displacement*, *strain*, *safety factor*.

1. Tegangan *Von mises* (*Von Mises Stress*)

Berikut merupakan hasil *von mises stress* dari alat bongkar pasang *shock absorber* :

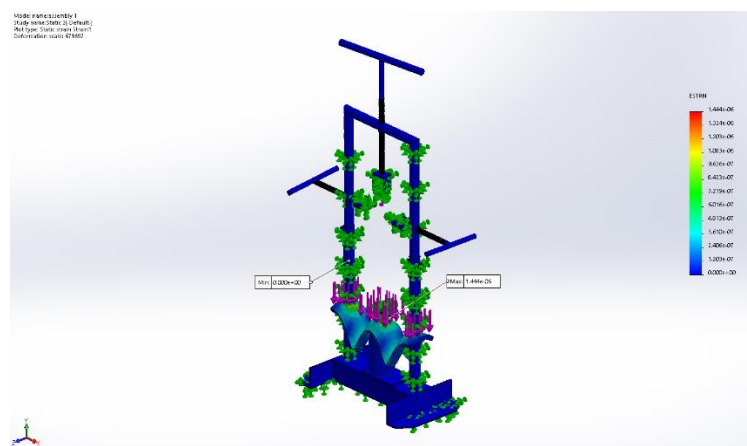


Gambar 4. Tegangan *Von Mises Stress*

Dari simulasi *software* tersebut diketahui bahwa desain alat bongkar pasang *shock absorber* mengalami tegangan maksimal sebesar $5,912e+05$ Mpa dan nilai minimal sebesar 0 Mpa.

2. Regangan (*Strain*)

Berikut merupakan hasil regangan (*Strain*) dari alat bongkar pasang *shock absorber* :

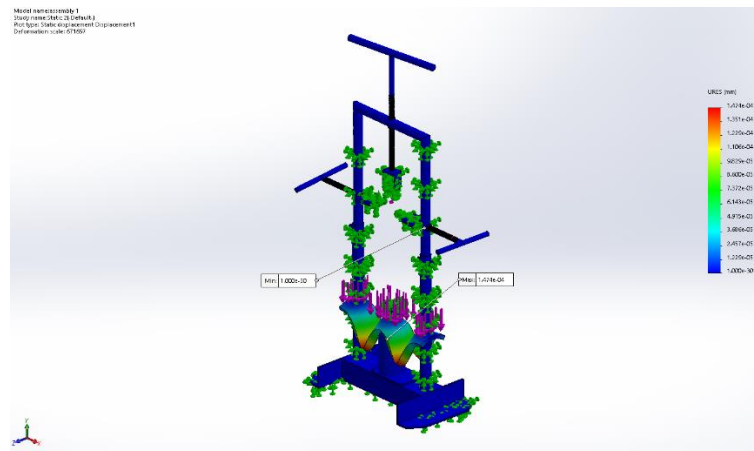


Gambar 5. Regangan (*Strain*)

Dari hasil simulasi *software* didapat nilai regangan maksimal sebesar $1,444e-06$, sedangkan nilai minimal sebesar 0.

3. Perpindahan (*Displacement*)

Berikut merupakan hasil Perpindahan (*Displacement*) dari alat bongkar pasang *shock absorber* :

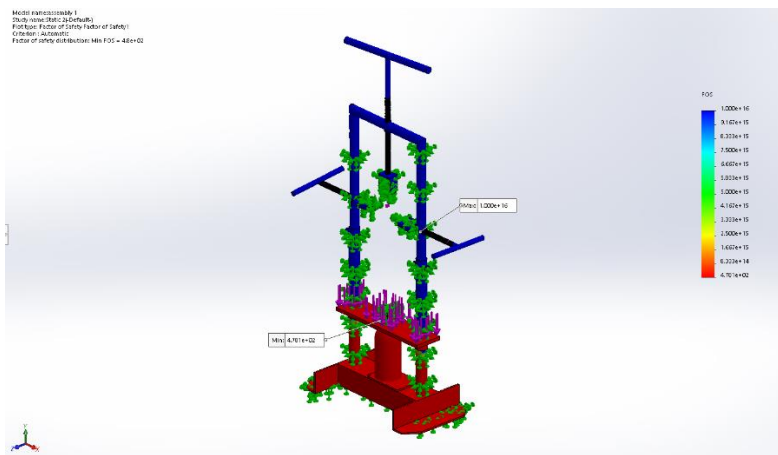


Gambar 6. Perpindahan (*Displacement*)

Dari hasil simulasi *software* didapat Perpindahan atau defleksi maksimum yang terjadi sebesar $1,747e+0,4$ mm dan perpindahan minimum terjadi sebesar $1,000e-30$ mm

4. Faktor Keamanan (*Safety Factor*)

Berikut merupakan hasil Faktor Keamanan (*Safety Factor*) dari alat bongkar pasang *shock absorber* :



Gambar 7. Faktor Keamanan (*Safety Factor*)

Faktor keamanan maksimum yang terjadi sekitar sebesar $4,781+e02$ terdapat pada bagian yang berwarna biru yang ditunjukkan pada tulisan max pada gambar. Sedangkan faktor keamanan min terdapat pada bagian yang berwarna merah yang ditunjukkan pada tulisan min sebesar $1,000e+16$. Hal yang terjadi karena pada daerah yang berwarna biru pada gambar terdapat tegangan paling besar sehingga faktor keamanannya kecil, sedangkan pada bagian yang berwarna merah yang terdapat tulisan *min* tegangan yang terjadi lebih kecil.

B. Persiapan Dan Pembuatan Alat Bongkar Pasang Shock Absorber

Pembuatan alat di lakukan di lab teknik mesin kampus 2 Universitas muhammadiyah sidoarjo. pemilihan tempat ini tidak lain agar mempermudah saat proses pembuatan dan kelengkapan alat - alat yang menunjang saat pembuatan alat bantu (*tracker*) bongkar pasang *shock absorber* dan memperoleh saran dan masukan dari pembimbing.

Berikut adalah alat dan bahan yang di gunakan dalam pembuatan alat bantu (*tracker*) bongkar pasang *shock absorber* :



Gambar 8. Alat dan Bahan Pembuatan Alat Bongkar Pasang *Shock Absorber*

Dalam proses pembuatan alat ini membutuhkan beberapa tahapan diantaranya yaitu :

1. Pemotongan Bahan

Potong bahan sesuai dengan ukuran dan bentuk yang sudah di tentukan :

- a. Pipa diameter 26 mm dengan panjang 340 mm dan 270 mm, diameter 34 mm dengan panjang 450 mm, dan diameter 40 mm dengan panjang 80 mm
- b. Plat dengan ukuran 55 mm x 65 mm, 320 mm x 80 mm, dan 40 mm x 30mm
- c. Siku 50 mm x 50 mm dengan panjang 300 mm
- d. Kanal U 120 mm x 60 mm dengan panjang 320 mm

2. Pengeboran Bahan

Lubangi titik titik yang sudah di tentukan dengan ukuran yang sudah di tentukan sesuai dengan design yang ada. Kemudian buat drat dalam pada lubang tersebut menggunakan bor tab sesuai dengan ukuran yang sudah di tentukan

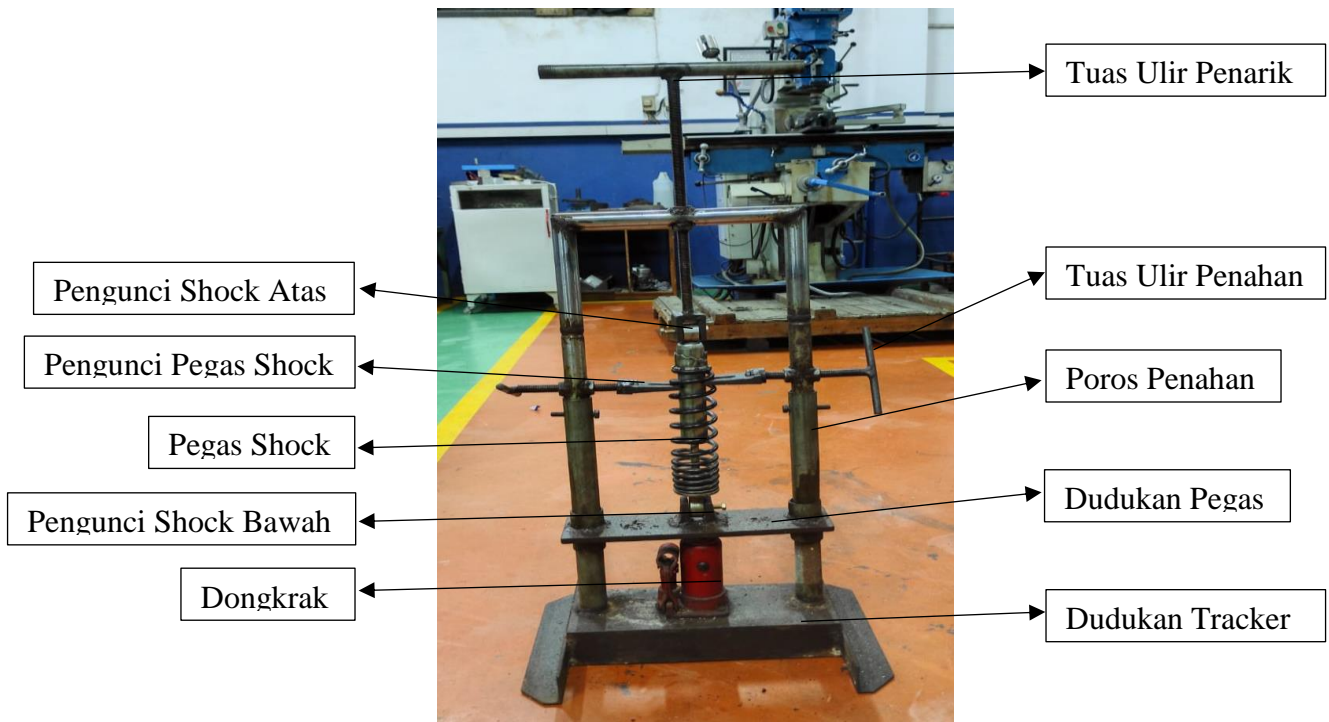
3. *Assembling*

Setelah semua bahan sudah di potong dan di betuk sesuai gambar dan sesuai dengan ukuran yang sudah di tentukan langkah selanjutnya yaitu menyatukan semua bahan (*assembling*) dengan menggunakan las listik. Pastikan pada saat proses ini semuanya siku atau lurus supaya alat (*tracker*) yang di buat dapat berfungsi dengan baik. Setelah semua part sudah di las, pasang dongkrak pada tempat yang sudah di tentukan sesuai dengan *design* dan ukuran yang ada

C. Pengujian Alat Bongkar Pasang *Shock Absorber*

Pengujian alat bantu (*tracker*) bongkar pasang *shock absorber* bertujuan untuk mengetahui fungsi pada alat tersebut dapat berfungsi dengan baik dan untuk mengetahui perbedaan dengan alat yang sudah ada. Hasil dari pengujian tersebut kemudian di analisa untuk mengetahui kekurangan ataupun kelebihan dari alat tersebut.

1. Pengujian Waktu Pelepasan dan Pemasangan *Spring (pir) Shock Absorber*



Gambar 9. Proses Pelepasan dan Pemasangan Pegas *Shock Absorber*

Perhitungan waktu pelepasan rangkaian *shock absorber* di mulai dari langkah pertama yaitu menekan pegas (*spring*) dengan bantuan alat (*tracker*) supaya dapat melepas pengunci atas atau pangkon atas dari *shock absorber*. kemudian setelah *spring* terlepas langkah selanjutnya yaitu menarik batang *piston road* supaya terlepas dari tabung piston, namun sebelum menarik piston road yang harus di lakukan yaitu meratakan pengunci piston supaya *piston road* dapat terlepas. Perhitungan waktu pelepasan rangkaian *shock absorber* tersebut dilakukan dengan bantuan alat yaitu *stopwatch*.

Tabel 2. Hasil Pengujian pelepasan pegas *Shock Absorber*

No	Pelepasan Pegas (Pir) <i>Shock Absorber</i>	Waktu	Keterangan
1	Pengujian 1	1 menit 31 detik	Berfungsi Dengan Baik
2	Pengujian 2	1 menit 25 detik	Berfungsi Dengan Baik
3	Pengujian 3	1 menit 30 detik	Berfungsi Dengan Baik
	Rata-rata	1 menit 29 detik	

Dari percobaan pertama sampai terakhir hasil yang di dapatkan cukup baik tidak terdapat kesulitan ataupun hambatan dan berfungsi dengan baik saat di lakukan proses pelepasan pir *shock absorber*. Hasil waktu yang di dapatlan rata rata yaitu kurang dari 1 menit 29 detik. dengan data tersebut maka dapat di simpulkan bahwa dengan menggunakan alat ini pelepasan pir *shock absorber* dapat lebih cepat dan lebih hemat tenaga jika di bandingkan dengan cara manual tanpa alat.

Tabel 3. Hasil Pegujian Pemasangan Pegas *Shock Absorber*

No	Pemasangan Pegas (Pir) <i>Shock Absorber</i>	Waktu	Keterangan
1	Pengujian 1	2 menit 2 detik	Berfungsi Dengan Baik
2	pengujian 2	2 menit 3 detik	Berfungsi Dengan Baik
3	Pengujian 3	2 menit 13 detik	Berfungsi Dengan Baik
	Rata-rata	2 menit 6 detik	

Dari percobaan pemasangan pir *shock absorber* mulai percobaan pertama sampai terakhir hasil yang di dapatkan cukup baik tidak terdapat kesulitan ataupun hambatan dan berfungsi dengan baik. Hasil waktu yang di dapatkan rata rata yaitu kurang dari 2 menit 6 detik. dengan data tersebut maka dapat di simpulkan bahwa dengan menggunakan alat ini pemasangan pir *shock absorber* dapat lebih cepat dan lebih hemat tenaga jika di bandingkan dengan cara manual tanpa alat.

2. Perhitungan Kekuatan *Spring* (pir) *Shock Absorber*

Perhitungan kekuatan *spring shock absorber* ini untuk mengetahui berapa kekuatan gaya pegas yang dihasilkan oleh *shock absorber* yang di uji.

$$F = K (\Delta X)$$

$$F = K (X1 - X2)$$

Diketahui :

$$X1 = 23 \text{ cm}$$

$$X2 = 19.5 \text{ cm}$$

$$F = 1000 \text{ Kg}/4 = 250 \text{ Kg}$$

Ditanya :

$$K (\text{kostanta}) = \dots\dots?$$

Jawaban :

$$F = K (\Delta X)$$

$$F = K (X1 - X2)$$

$$K = \frac{F}{(x1-x2)}$$

$$K = \frac{250}{(23 - 19.5)}$$

$$K = \frac{250}{3.5}$$

$$K = 71,42 \text{ Kg/cm}^2$$

Dimana :

F = Beban dari *spring*

K = Konstanta *spring*

ΔX = Perubahan panjang *spring*

X1 = Panjang awal *spring*

X2 = Panjang akhir *spring*

Jadi Hasil konstanta dari perhitungann kekuatan *spring shock absorber* dengan beban 250 kg yaitu 71,42 Kg/cm².

3. Perhitungan Kekuatan *Spring Shock Absorber* dengan Beban Penekanan 70 Kg

Perhitungan kekuatan *spring shock absorber* ini untuk mengetahui berapa kekuatan gaya pegas yang digunakan untuk membuka *spring shock absorber*.

$$F = K (\Delta X)$$

$$F = K (X1 - X2)$$

Diketahui :

$$X1 = 23 \text{ cm}$$

$$X2 = 19.5 \text{ cm}$$

$$F = 70 \text{ Kg}$$

Ditanya :

$$K \text{ (kostanta)} = \dots\dots?$$

Jawaban :

$$F = K (\Delta X)$$

$$F = K (X1 - X2)$$

$$K = \frac{F}{(x1 - x2)}$$

$$K = \frac{70}{(23 - 19.5)}$$

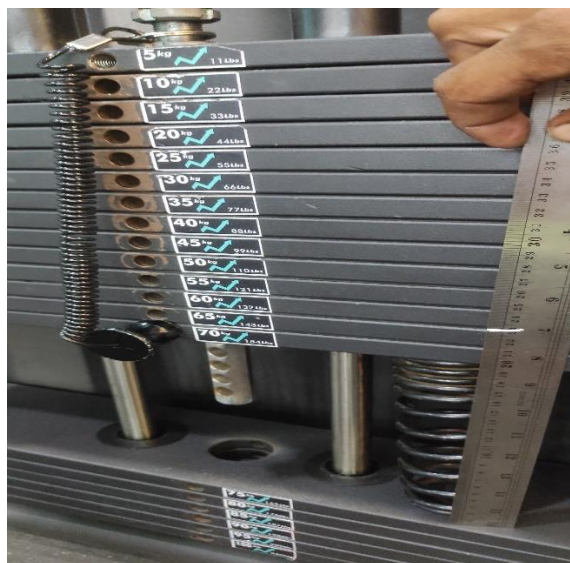
$$K = \frac{70}{3.5}$$

$$K = 20 \text{ Kg/cm}^2$$

Dimana :

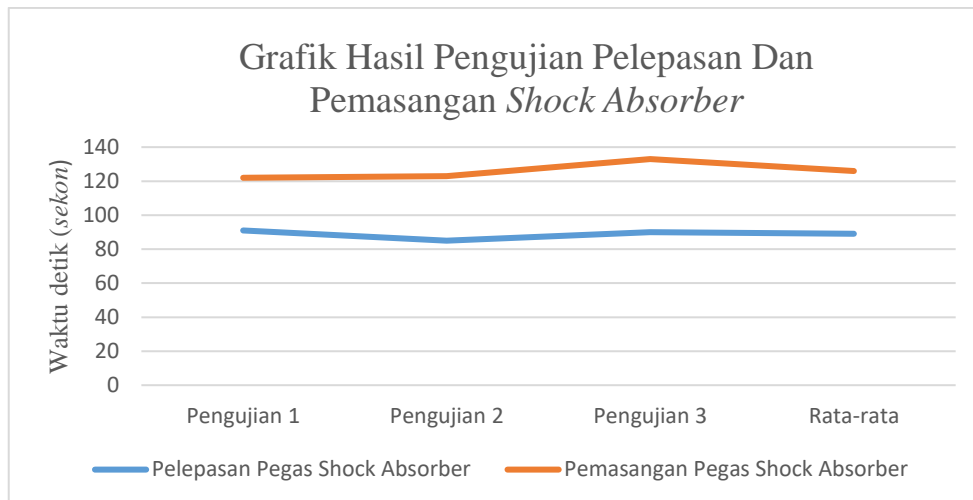
F = Beban dari *spring*
 K = Konstanta *spring*
 ΔX = Perubahan panjang *spring*
 X1 = Panjang awal *spring*
 X2 = Panjang akhir *spring*

Jadi Hasil Konstanta dari perhitungann kekuatan *spring shock absorber* dengan beban 70 kg yaitu 20 Kg/cm² supaya *spring shock absorber* dapat dibuka dengan alat bantu pembongkaran dan pemasangan *shock absorber*.



Gambar 10. Pengujian *Spring Shock Absorber* dengan Beban 70 Kg

4. Grafik Hasil Pengujian Waktu pembongkaran dan Pemasangan *Shock Absorber*



Gambar 11. Grafik Hasil Pengujian Waktu Pelepasan dan Pemasangan *Shock Absorber*

IV. SIMPULAN

Berdasarkan hasil rancang bangun yang sudah dibuat yaitu Rancang Bangun Alat Bantu (*Tracker*) Bongkar Pasang *Shock Absorber*. Maka dapat diperoleh kesimpulan sebagai berikut :

1. Berdasarkan hasil pengujian waktu pelepasan dan pemasangan alat bantu bongkar pasang *shock absorber* sebanyak 3 kali pengujian didapatkan waktu pelepasan paling cepat adalah pada pengujian kedua yaitu 1 menit 25 detik dengan rata-rata waktunya 1 menit 29 detik dan waktu pemasangan *shock absorber* paling cepat adalah 2 menit 2 detik dengan rata-rata waktunya 2 menit 6 detik.
2. Hasil perhitungan kekuatan *spring* alat bantu bongkar pasang *shock absorber* dengan beban 250 kg, panjang awal *spring* 23cm dan panjang akhir *spring* 19.5 mm didapatkan konstanta sebesar 71,42 kg/cm².
3. Hasil perhitungan kekuatan *spring* alat bantu bongkar pasang *shock absorber* dengan beban 70 kg, panjang awal *spring* 23cm dan panjang akhir *spring* 19.5 cm didapatkan konstanta sebesar 20 kg/cm². Supaya *spring shock absorber* dapat dibuka dengan alat bantu pembongkaran dan pemasangan *shock absorber*.

UCAPAN TERIMA KASIH

Ucapan terima kasih saya ucapkan kepada Program Studi Teknik Mesin Universitas Muhammadiyah Sidoarjo yang telah memberikan ilmu dan wawasan yang bermanfaat serta rekan aslab, himpunan mahasiswa dan teman-teman yang telah membantu untuk menyelesaikan penelitian ini.

REFERENSI

- [1] I. G. A. M. Y. Mahaputra, i. G. A. P. R. Agung, and I. Jasa, "Rancang Bangun Sistem Keamanan Sepeda Motor Dengan Gps Tracker Berbasis Mikrokontroler Dan Aplikasi Android," majalah ilmiah teknologi elektro, vol. 18, no. 3, p. 361, dec. 2019, doi: 10.24843/mite.2019.v18i03.p09.
- [2] M. B. Rabbani, "Faktor Internal Dan Eksternal Yang Mempengaruhi Produktivitas Tenaga Kerja (Studi Kasus Pada Perusahaan Walang Emas Malang) jurnal ilmiah disusun oleh," 2019.
- [3] J. G. Armfirst And A.' Rasy Fahrudin, "Design Of Hydraulic Puller For Releasing Crankshaft Bearings On Motorcycle," rekayasa energi manufaktur) jurnal |, vol. 4, no. 2, 2019, doi: 10.21070/rem.v4i2.809.
- [4] P. Ferdianto and s. T. Iskandar, "Rancang Bangun Alat Pelepas Pegas Shockbreaker Dengan Tenaga Hidrolik," 2020.
- [5] A. Al aziz, p. Studi sarjana terapan manufaktur lanjutan, and j. Teknik mesin politeknik negeri jakarta kampus baru, "Perancangan Special Service Tool Coil Spring Compression Electric Untuk Shock Macpherson Strut Menggunakan Metode Eksperimen," 2023

- [6] M. Hanif dhiaulhaq and r. Febritasari, “Analisis Defleksi Dan Tegangan Pada Shock Absorber Roda Belakang Tipe Dualshock Dan Monoshock Pada Motor Yamaha Aerox 155,” 2021.
- [7] U. Kannengeisser and j. A. Gero, “*A Comparison Between Pahl And Beitz’ Systematic Approach And The Design Behaviour Of Mechanical Engineering Students*,” 2019.[online].Available: <http://bmedesign.engr.wisc.edu/course/syllabus/>.
- [8] S. N. Razali1, “Penerapan Alat Pelepas Pegas Shock Absorber Sistem Hidrolik Semi Otomatis Untuk Meningkatkan Perekonomian Usaha Kecil Perbengkelan Masyarakat Desa Jangkang Kecamatan Bantan Bengkalis,” *tanjak (jurnal pengabdian kepada masyarakat)*, 2023.
- [9] Muhammad Irvan, “Fase Pengembangan Konsep Produk Dalam Kegiatan Perancangan Dan Pengembangan Produk,” *jurnal ilmiah faktor exacta*, 2019.
- [10] A. Al aziz, p. Studi sarjana terapan manufaktur lanjutan, and j. Teknik mesin politeknik negeri jakarta kampus baru, “Perancangan *Special Service Tool Coil Spring Compression Electric* Untuk Shock Macpherson Strut Menggunakan Metode Eksperimen,” 2023..
- [11] I. Apriana and a. Ramdan, Aplikasi Metode Perancangan *Pahl-Beitz* Pada Perancangan Lini Produksi. 2020.
- [12] W. Simbolon,) ridho, and e. H. Gultom, “Rancang Bangun Alat Bantu Service *Shock Absorber Tipe Coil Spring* Menggunakan *Dongkrak Hidrolik* Otomatis Dengan Kapasitas 3,5 Ton,” 2021
- [13] Rifki yoga kusuma, “Rancang Bangun Alat Bantu Service Shock Absorber Menggunakan Dongkrak Hidrolik Otomatis Skripsi,” 2021
- [14] P. Ferdianto and s. T. Iskandar, “Rancang Bangun Alat Pelepas Pegas Shockbreaker Dengan Tenaga Hidrolik,” 2020

Conflict of Interest Statement:

The author declares that the research was conducted in the absence of any commercial or financial relationships that could be construed as a potential conflict of interest.