

PERANCANGAN DAN PEMBUATAN **SPECIAL SERVICE TOOL PEMBUKA SNAPSRING SHOCK ABSORBER**

Irfanul Fikri¹, Bardianto²

Teknik Mesin, Sekolah Tinggi Teknologi Mandala Bandung

ABSTRAK

Dalam kemajuan teknologi sekarang ini kendaraan bermotor, pastinya diperlukan alat bantu atau SST (special service tools) untuk mempermudah proses service pada kendaraan sepedah motor. Seperti halnya sepeda motor Honda maupun Yamaha dari tipe matic atau bebek mempunyai suspensi yang begitu halus bagian depan maupun belakang demi kenyamanan berkendara. Seperti halnya pada saat shock absorber motor sudah waktunya mengganti oli atau sedang bermasalah, maka harus dibongkar. Akan tetapi pada saat proses pembongkaran untuk membuka snap ring pada shock absorber masih menggunakan 2 buah obeng (-) untuk menahan pegas dan mengambil snap ring tersebut, sehingga masih mengalami kesulitan pada saat pembongkaran dan komponen tersebut bisa mengalami scratch dan kebocoran pada seal. Maka dari itu dibutuhkan suatu alat SST (special service tool) merupakan peralatan khusus yang dibuat untuk mempermudah dan menyelesaikan pembongkaran pada saat perawatan. Alat ini di design seminimal mungkin agar bisa di pakai oleh semua orang, dan murah dari segi pembuatan, komponen tekan untuk menekan permukaan shock absorber dan batang penyangga sebagai dudukan alat ini. Alat ini sangat berguna untuk menghemat waktu pada saat melakukan penggantian komponen atau perawatan berkala. Bertujuan untuk lebih mempermudah teknisi dalam melakukan pembongkaran komponen tersebut dan diharapkan dapat lebih menghemat waktu ketika melakukan perawatan berkala. Dengan menggunakan metode penelitian eksperimental yang termasuk ke dalam metode kuantitatif bahwa eksperimental berart mencoba, mencari, dan mengkonfirmasi. Adapun hasil dari penelitian ini alat special service tool untuk sepedah motor matic maupun bebek baik dari tipe Honda atau Yamaha. Dengan menggunakan alat ini proses pembongkaran snap ring lebih mempermudah mekanik, mengurangi kecelakaan kerja, bisa digunakan baik dari jenis motor matic dan bebek, mempercepat mekanik dalam proses pembongkaran.

Kata kunci : *Special Service Tool*

1. PENDAHULUAN

Dalam kemajuan teknologi sekarang ini kendaraan bermotor, pastinya diperlukan alat canggih atau SST (special service tools) untuk mempermudah proses service pada kendaraan sepedah motor. Seperti yang kita ketahui sepedah motor Honda maupun Yamaha dari type matic atau bebek mempunyai suspensi yang begitu halus bagian depan maupun belakang demi kenyamanan berkendara. Seperti halnya pada saat shock absorber motor sudah waktunya mengganti oli atau sedang bermasalah, maka harus dibongkar. Akan tetapi pada saat proses pembongkaran untuk membuka snap ring pada shock absorber masih menggunakan 2 buah obeng (-) untuk menahan pegas dan mengambil snap ring tersebut, sehingga masih mengalami kesulitan pada saat pembongkaran dan komponen tersebut bisa mengalami scratch dan kebocoran pada seal. Maka dari itu dibutuhkan suatu alat SST (special service tools) merupakan peralatan khusus yang dibuat untuk mempermudah dan menyelesaikan pembongkaran pada saat perawatan. Alat ini di design seminimal mungkin agar bisa dipakai oleh semua orang, dan murah dari segi pembuatan, komponen tekan untuk menekan permukaan shock absorber dan batang penyangga sebagai dudukan alat ini. Alat ini sangat berguna untuk memperhemat waktu pada saat melakukan penggantian komponen atau perawatan berkala. Oleh karena itu penulis mengambil judul "Perancangan

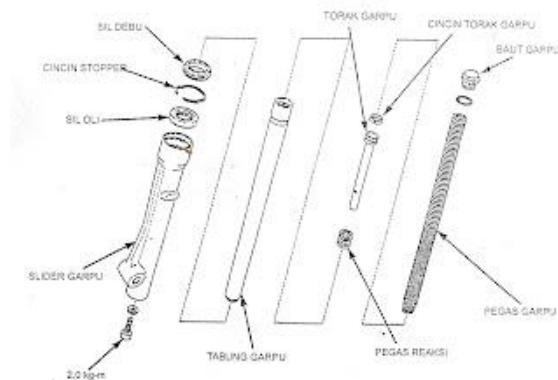
Dan Pembuatan Special Service Tool Pembuka Snap Ring Shock Absorber". Bertujuan untuk lebih mempermudah teknisi dalam melakukan pembongkaran komponen tersebut dan diharapkan dapat lebih menghemat waktu ketika melakukan perawatan berkala.

1.1. Tinjauan Pustaka Perancangan

Perancangan adalah suatu proses yang bertujuan untuk menganalisis, menilai, memperbaiki, dan menyusun suatu sistem, baik sistem fisik maupun non fisik yang optimum untuk waktu yang akan datang dengan memanfaatkan informasi yang ada. Pengertian perancangan lainnya menurut bin Ladjamudin (2005:39) "perancangan adalah tahapan perancangan (desain) memiliki tujuan untuk mendesain sistem baru yang dapat menyelesaikan masalah-masalah yang dihadapi perusahaan yang diperoleh dari pemilihan alternatif sistem yang terbaik" sedangkan perancangan menurut kusrini dkk (2007:79) "perancangan adalah proses pengembangan spesifikasi sistem baru berdasarkan hasil rekomendasi analisis sistem". Soetam Rizky (2011 : 140) mendefinisikan bahwa "perancangan adalah sebuah proses untuk mendefinisikan sesuatu yang akan dikerjakan dengan menggunakan teknik yang bervariasi serta didalamnya melibatkan deskripsi mengenai arsitektur serta detail mengenai komponen dan juga keterbatasan yang akan dialami dalam proses pengerjaannya".

Shock Breaker

Peredam kejut (Inggris: shock absorber, shock breaker, atau damper) adalah sebuah alat mekanik yang didesain untuk meredam hentakan yang disebabkan oleh energi kinetik. Dalam kendaraan, alat ini berfungsi untuk mengurangi efek dari kasarnya permukaan jalan. Tanpa peredam kejut, kendaraan dapat terlempar, seperti energi yang disimpan dalam per dan lalu dilepaskan pada kendaraan, barangkali melebihi gerakan suspensi. Kontrol gerakan berlebih pada suspensi tanpa peredam kejut diredam secara paksa oleh per yang kaku, yang dapat menyebabkan ketidak nyamanan dalam berkendara. Peredam kejut diperkenankan menggunakan per yang lembut yang mengontrol gerakan suspensi dalam merespon gundukan atau lubang. Dan juga, berhubungan dengan perlambatan efek fisik dalam ban itu sendiri, mengurangi gerakan naik turun per. Karena ban tidak selembut per, untuk meredam hentakan ban mungkin dibutuhkan shock yang kaku yang lebih ideal untuk kendaraan bermotor.



Gambar 1. komponen shock absorber

Proses Pemesinan

Proses pemesinan adalah proses pemotongan atau pembuangan sebagian bahan dengan maksud untuk membentuk produk yang diinginkan. Dalam membuat produk tersebut, untuk itu perlu dipahami lima elemen dasar proses pemesinan, yaitu :

- Kecepatan potong suatu material : v_c (m/min)
- Tebal material yang akan dihilangkan : a (mm)
- Volume pemakanan dalam setiap satuan waktu : z (cm^3/mm)
- Putaran benda kerja atau alat potong : n (RPM)
- Waktu yang diperlukan untuk pemesinan : T_c (min)

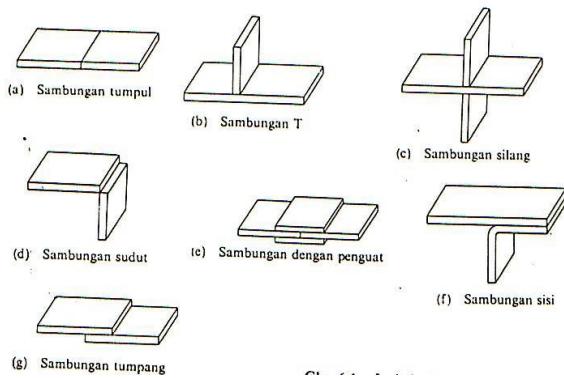
(Teori & Teknologi proses pemesinan, Taufiq rochim, hal 8)

Elemen proses pemesinan di atas dipengaruhi oleh dimensi benda kerja atau dimensi alat potong dan bahan alat potong atau bahan benda kerja. Proses pemesinan yang sekarang dibahas adalah proses pemesinan yang berhubungan dengan pembuatan special service tools, yaitu proses pemotongan dengan gerinda tangan dan proses pengeboran.

Pengelasan

Pengelasan merupakan proses penyambungan dari dua material atau lebih dengan menggunakan energi panas yang tinggi, dengan menggunakan bahan tambah ataupun tidak, dengan penekanan ataupun tidak yang membuat bisa menjadi satu dan padunya bahan dengan material induk,

material induk dengan material induk. Akibat panas maka logam di sekitar lasan akan mengalami siklus termal yang menyebabkan terjadinya perubahan metalurgi yaitu pada struktur mikro sehingga akan berpengaruh juga terhadap sifat mekanik dan logam yang disambung tersebut. Sambungan las dalam konstruksi baja pada dasarnya dibagi dalam sambungan tumpul, sambungan T, sambungan sudut dan sambungan tumpang. Sebagai perkembangan sambungan dasar tersebut diatas terjadi sambungan silang, sambungan dengan penguat dan sambungan sisi.



Gambar 2 klasifikasi sambungan las

Sambungan tumpul adalah merupakan jenis sambungan konstruksi kas yang paling efisien, dan sebaliknya jenis sambungan tumpang adalah jenis sambungan yang mempunyai efisien yang paling rendah, sehingga jenis sambungan tumpang ini jarang digunakan untuk penyambungan konstruksi utama.

Kekuatan Sambungan Las

Untuk mengetahui kekuatan statis pada sambungan las, biasanya dilakukan dengan pengujian Tarik, kemudian sifat-

sifat tariknya dapat dihitung dengan persamaan sebagai berikut :

Rumus perhitungan

$$[\sigma_s]' \geq \frac{P}{F}$$

Dimana :

$$F = \text{Luas lasan} \dots \text{mm}^2$$

$$= 2 \times h \times l$$

Sehingga rumus tegangannya menjadi

$$[\sigma_s]' \geq \frac{P}{2 \times h \times l}$$

$$\text{Panjang efektif las } l \geq \frac{P}{2 \times h \times [\sigma_s]'$$

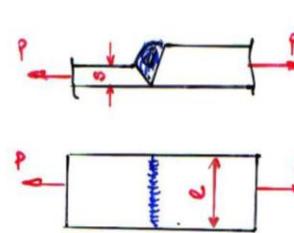
Jika h disubstitusikan dengan 0,7 a, maka panjang efektif las menjadi

$$l \geq \frac{P}{2 \times 0,7 \times a \times [\sigma_s]'} = \frac{P}{1,4 \times a \times [\sigma_s]'$$

Dengan demikian kaki las yang harus dilakukan dapat dihitung sebagai berikut

$$a \geq \frac{P}{1,4 \times l \times [\sigma_s]'$$

Perhitungan Sambungan Las Pada butt joint (sambungan tumpul), kemungkinan tegangan yang terjadi adalah tarikan (tension) atau tekanan (compression) pada sambungan las, dan perhitungan didasarkan pada tebal pelat yang paling tipis apabila pelat yang disambung mempunyai tebal yang berbeda.



Beban P bersifat tarik terhadap sambungan las :

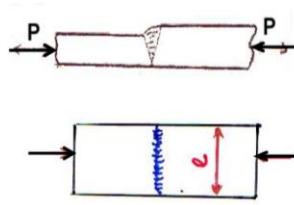
$$[\sigma_t]' \geq \frac{P}{F}$$

$$F = \text{Luas lasan} \\ = l \cdot s$$

Maka,

$$[\sigma_t]' \geq \frac{P}{l \cdot s}$$

Gambar 3 Kekuatan Sambungan Las
Beban P Bersifat Tarik Terhadap
Sambungan Las



Beban P bersifat tekan terhadap sambungan las :

$$[\sigma_c]' \geq \frac{P}{F}$$

Atau :

$$[\sigma_c]' \geq \frac{P}{l \cdot s}$$

Panjang Efektif las :

$$l \geq \frac{P}{[\sigma_c]' \cdot s}$$

Gambar 4 Kekuatan Sambungan Las Beban P Bersifat Tekan Terhadap Sambungan Las

Dimana $[\sigma_s]'$ dan $[\sigma_t]'$ adalah tegangan tarik dan tegangan kompresi yang diijinkan untuk hasil las-lasan yang tergantung dari Jenis elektroda dan cara pengelasannya. Adapun untuk harga $[\sigma_s]'$ dan $[\sigma_t]'$ dapat diambil melalui perbandingan sebagai berikut :

- Untuk Tarik : $= 0,60 \div 0,80$ (untuk las tangan)
- $= 0,80 \div 0,90$ (untuk las otomatis)
- Untuk Geser : $= 0,50 \div 0,65$ (untuk las tangan)
- $= 0,60 \div 0,70$ (untuk las otomatis)
- Untuk Tekan : $= 0,75 \div 0,90$ (untuk las tangan)
- $\geq 0,90$ (untuk las otomatis).

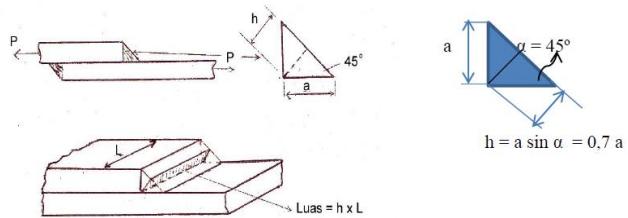
Perbandingan antara $[\sigma_s]'$ dan $[\sigma_t]'$ disebut dengan safety Faktor yang ditulis dengan simbol φ , atau :

$$\varphi = \frac{\sigma_t}{[\sigma_t]'$$

Bila harga $[\sigma_s]'$ = σ_t berarti kekuatan hasil las sama dengan kekuatan bahan yang disambung ($= 1$).

Pada sambungan las jenis lap joint seperti yang di contohkan pada gambar dibawah, kebanyakan pengelasan

dilakukan pada dua tempat (sisi kiri dan sisi kanan) dengan besar sudut 45° (las transversal). Gaya P yang bekerja pada konstruksi dapat menyebabkan terjadinya tegangan geser pada lasan. Karena jumlah lasan pada konstruksi ada dua, maka luas penampang yang menerima tegangan geser akibat gaya P tersebut adalah $2 h \cdot l$.



Gambar 5 Sambungan Las Lap Joint

Besar tegangan geser yang terjadi dapat dihitung sebagai berikut :

$$[\sigma_s]' \geq \frac{P}{F}$$

Diamana,

$$\begin{aligned} F &= \text{Luas lasan} \dots \text{mm}^2 \\ &= 2 \cdot h \cdot l \end{aligned}$$

Sehingga rumus tegangan geser menjadi :

$$[\sigma_s]' \geq \frac{P}{2 \cdot h \cdot l}$$

Dan Panjang efektif las :

$$l \geq \frac{P}{2 \cdot h \cdot [\sigma_s]'$$

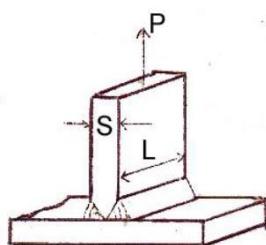
Jika h disubstitusikan dengan $0,7 a$, maka panjang efektif las menjadi :

$$l \geq \frac{P}{2 \cdot 0,7 a \cdot [\sigma_s]'} = \frac{P}{1,4 a \cdot [\sigma_s]'$$

Dengan demikian kaki las yang harus dilakukan dapat dihitung sebagai berikut :

$$a \geq \frac{P}{1,4 l \cdot [\sigma_s]'$$

Tee Joint dengan sambungan bentuk K



Gaya P menimbulkan tegangan tarik sambungan las sebesar :

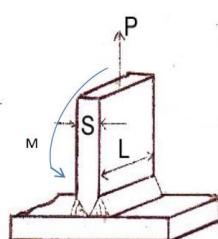
$$[\sigma_t]' \geq \frac{P}{F}$$

Dalam hal ini gaya P dianggap bekerja setebal s, sehingga luas las $F = l \cdot s$.

$$[\sigma_t]' \geq \frac{P}{l \cdot s}$$

Gambar 6 Tee Joint dengan sambungan bentuk K

Bila gaya P dan momen M bekerja bersama-sama, tetapi timbulnya momen M bukan dikarenakan oleh adanya gaya P yang bekerja, maka rumus tegangannya menjadi sebagai berikut :



$$\sigma_1 = \frac{P}{F} = \frac{P}{s \cdot l} \quad (\text{Tegangan karena gaya P})$$

$$\sigma_2 = \frac{M}{W} \quad (\text{Tegangan karena momen M})$$

Dimana,

$$W = \text{momen kelembaman} = \frac{s \cdot l^2}{6}$$

Sehingga Tegangan totalnya :

$$\sigma = \frac{P}{s \cdot l} + \frac{6 \cdot M}{s \cdot l^2}$$

Jadi,

$$[\sigma_t]' \geq \frac{P}{s \cdot l} + \frac{6 \cdot M}{s \cdot l^2}$$

Gambar 7 Tee Joint dengan sambungan bentuk K dengan ada momen

2. METODE PENELITIAN

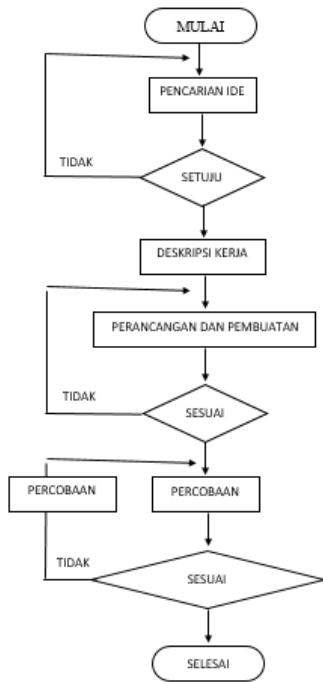
Dalam melaksanakan penelitian terdapat beberapa jenis metode penelitian, sudah barang tertentu metode yang dipilih harus berhubungan erat dengan prosedur, alat serta desain penelitian yang digunakan. Desain penelitian harus sesuai dengan metode penelitian yang akan dipilih. Dalam penelitian ini penulis menggunakan metode penelitian Eksperimental, yaitu di mana alat serta desain tersebut dibuat dan diatur oleh peneliti. Disini si peneliti bebas mengekspresikan atau bereaksi

dengan ide-idenya tentunya semua harus sudah terkonsep dengan baik. Metode eksperimen termasuk ke dalam metode kuantitatif. Fraenkel dan Wallen (2009) menyatakan bahwa eksperimen berarti mencoba, mencari, dan mengkonfirmasi.

Langkah PEmilihan Metode Penelitian

- Lakukan survei kepustakaan bagi masalah yang akan di garap.
- Identifikasi dan definisikan masalah.
- Rumuskan Hipotesis, berdasarkan atas penelaahan keputusan.
- Definisikan pengertian-pengertian dasar dan variable-variabel utama.
- Susun rencana eksperimen.
- Laksanakan eksperimen.
- Aturlah data kasar itu dalam cara yang mempermudah analisis selanjutnya, tempatkan dalam rancangan yang memungkinkan memperhitungkan efek yang diperkirakan akan datang.
- Terapkan test signifikan untuk menentukan taraf signifikan hasilnya.
- Buatlah intervensi mengenai hasil testing itu, berikan diskusi seperlunya.

Dalam perancangan dan pembuatan special service tools terdapat beberapa tahapan yang harus dilaksanakan bertujuan supaya tiap penggerjaan nya mempunyai tahapan-tahapan agar teratur. Seperti terlihat blok diagram di bawah ini.



2.1 Teknik Pengambilan dan Analisa Data

Pengumpulan data tidak lain dari suatu proses pengadaan data primer untuk keperluan penelitian, data yang dikumpulkan harus cukup valid untuk digunakan dalam tahap pengumpulan data, penulis melakukan beberapa metode, diantaranya :

- Observasi Langsung Metode ini adalah dengan cara pengambilan data dengan menggunakan mata tanpa ada pertolongan alat standar lain untuk keperluan tersebut. Dalam kegiatan sehari-hari kita menggunakan mata untuk mengamati sesuatu, seperti halnya metode ini digunakan penulis untuk terjun langsung kelapangan dan melakukan observasi. Tentunya semua yang akan di data sudah terkonsep dengan baik.

- Wawancara

Selain dengan metode observasi, dapat juga diperoleh dengan mengadakan interview atau wawancara. Dalam hal ini wawancara adalah salah satu bentuk komunikasi verbal semacam percakapan yang bertujuan memperoleh informasi dan keterangan diperoleh langsung dari pembimbing atau informan. Namun komunikasi juga dapat dilakukan melalui telpon, video call, ataupun secara daring dengan menggunakan zoom meeting. Seiring interview dilakukan antara dua orang tetapi dapat juga dilakukan sekaligus dua orang atau lebih.

- Studi Literatur

Penulis mengambil data dari beberapa referensi-referensi yang berkaitan dengan perancangan dan pembuatan sebuah alat diantaranya mengenai teori-teori tentang shock absorber.

- Bibliografi (Data Kepustakaan)

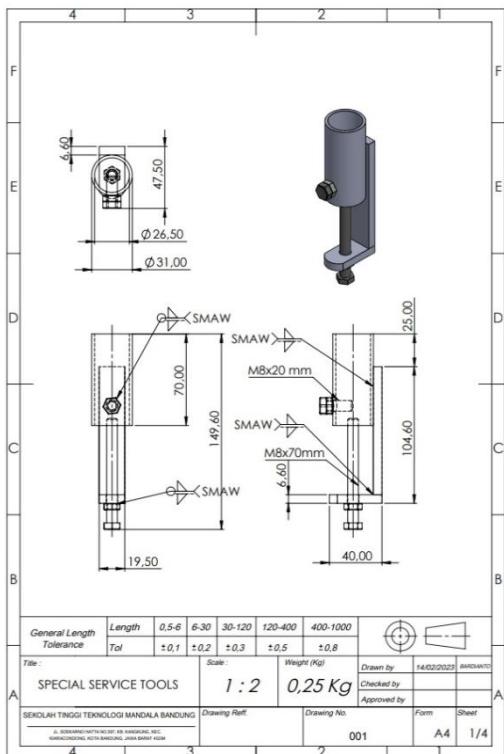
Yaitu dengan menambah literatur-literatur dari jurnal (majalah), encyclopedia (kamus istilah), review (tinjauan buku) dan media internet.

Data yang digunakan dalam penelitian ini merupakan data-data hasil dari proses eksperimen mengenai parameter yang diuji, data hasil penelitian yang didapatkan.

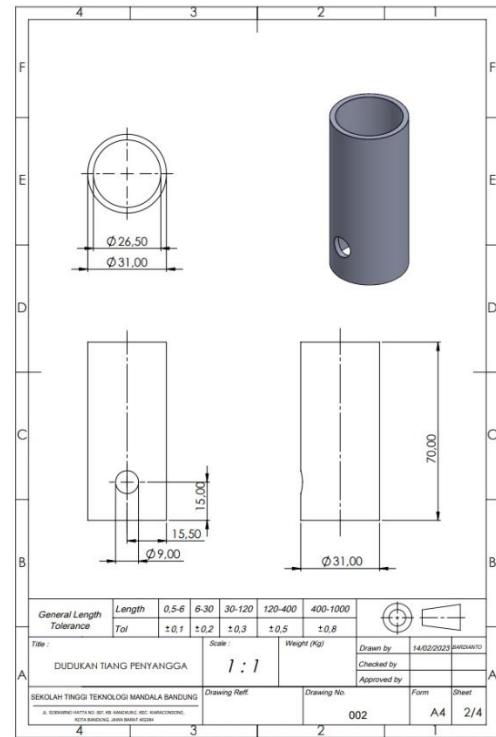
Data yang didapatkan kemudian diolah untuk mendapatkan hubungan antara pengaruh dari tiap-tiap parameter terhadap waktu pemrograman yang dihasilkan.

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

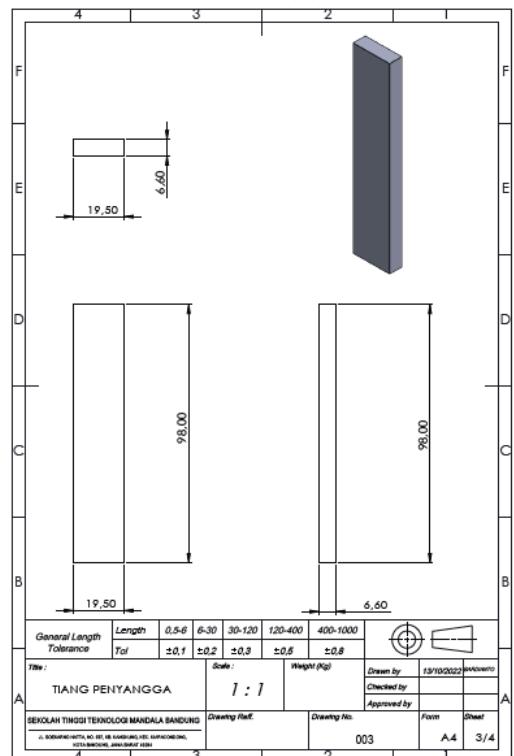
Desain Rencana Special Service Tools Dari data-data yang sudah dikumpulkan melalui observasi di lapangan maka penulis mencoba untuk merencanakan pembuatan desain special service tools (SST). Gambar teknik 2D dan 3D special service tools dibuat menggunakan software Solidworks. Penggambaran ini digunakan sebagai media penyampaian pesan dari drafter ke pelaksana kerja untuk menghasilkan suatu produk yang diinginkan. Proses awal pembuatan gambar special service tools dimulai dengan menggambar rancangan 2D dengan beberapa pandangan untuk mempermudah pembacaan dalam proses produksi kemudian dilanjutkan dengan pembuatan 3D. Berikut gambar teknik special service tools :



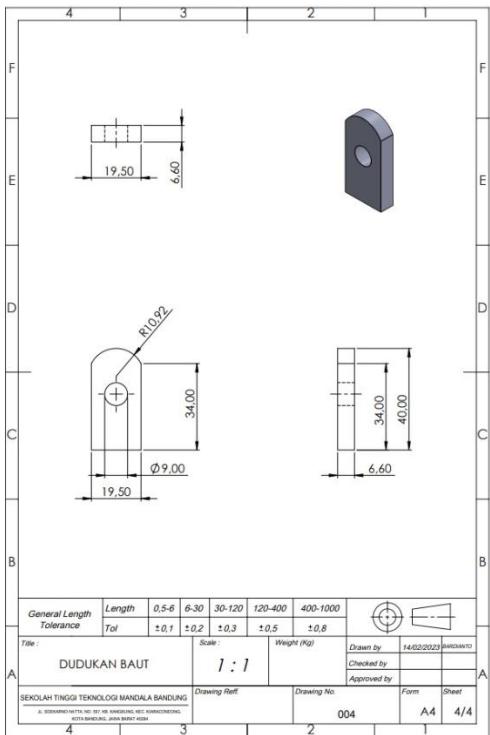
Gambar 8 Desain Special Service Tools



Gambar 9 Desain Dudukan Tiang Penyangga



Gambar 10 Desain Tiang Penyangga



Gambar 11 Desain Dudukan Baut

Perhitungan Pengelasan

Perhitungan Pengelasan dudukan tiang penyangga dan tiang penyangga Besar tegangan geser yang terjadi dapat dihitung sebagai berikut :

$$[\sigma s]' \geq \frac{P}{F}$$

Dimana,

$$F = \text{Luas lasan} \dots \text{mm}^2$$

$$= 2 \times h \times L$$

$$[\sigma s]' \geq \frac{P}{2 \times h \times l}$$

Dimana

$$L = 45 \text{ mm}$$

$$p = 10 \text{ kg}$$

$$h = 0,7$$

Tegangan yang diijinkan untuk tegangan geser

$$\frac{[\tau s]'}{\sigma t} = 0,5 \div 0,65 \text{ untuk las tangan}$$

$$\frac{[\tau s]'}{\sigma t} = 0,5$$

$$\frac{[\tau s]'}{37} = 0,5$$

$$[\tau s]' = 0,5 \times 37$$

$$[\tau s]' = 18,5$$

Maka

$$I \geq \frac{P}{2 \times h \times [\tau s]'} \quad (1)$$

$$I \geq \frac{P}{2 \times 0,7 \times a \times [\tau s]'} \quad (2)$$

$$I \geq \frac{P}{1,4 \times a \times [\tau s]'} \quad (3)$$

$$a \geq \frac{P}{1,4 \times l \times [\tau s]'} \quad (4)$$

$$a \geq \frac{10}{1,4 \times 45 \times 18,5} \quad (5)$$

$$a \geq 0,0085 \text{ mm}$$

Jadi kaki las yang harus dilakukan $a = 0,0085 \text{ mm}$.

Sambungan tiang penyangga dan dudukan baut Besar tegangan geser yang terjadi dapat dihitung sebagai berikut :

$$[\sigma s]' \geq \frac{P}{F}$$

Dimana,

$$F = \text{Luas lasan} \dots \text{mm}^2$$

$$= 2 \times h \times L$$

$$[\sigma s]' \geq \frac{P}{2 \times h \times l}$$

Dimana

$$L = 19,5 \text{ mm}$$

$$a = 2 \text{ mm}$$

$$h = 0,7$$

Tegangan yang diijinkan untuk tegangan geser

$$\frac{[\tau s]'}{\sigma t} = 0,5 \div 0,65 \text{ untuk las tangan}$$

$$\frac{[\tau s]'}{\sigma t} = 0,5$$

$$\frac{[\tau s]'}{37} = 0,5$$

$$[\tau s]' = 0,5 \times 37$$

$$[\tau s]' = 18,5$$

Maka

$$l \geq \frac{P}{2xhx[\tau s]'} \quad \text{--- (1)}$$

$$l \geq \frac{P}{2 \times 0,7x a x [\tau s]'} \quad \text{--- (2)}$$

$$l \geq \frac{P}{1,4 x a x [\tau s]'} \quad \text{--- (3)}$$

$$a \geq \frac{P}{1,4 x l x [\tau s]'} \quad \text{--- (4)}$$

$$a \geq \frac{10}{1,4 x 19,5 x 18,5} \quad \text{--- (5)}$$

$$a \geq 0,019 \text{ mm}$$

Jadi kaki las yang harus dilakukan $a = 0,019 \text{ mm}$

4. KESIMPULAN

Berdasarkan hasil penelitian dan data yang diperoleh, maka untuk Perancangan Dan Pembuatan *Spesial Service Tool* Pembuka *Snap Ring Shock Absorber* dapat disimpulkan :

- dengan menggunakan alat ini proses membuka snap ring lebih mempermudah mekanik
- mengurangi kecelakaan kerja dalam proses pembongkaran
- bisa digunakan untuk jenis motor matic dan bebek
- mempercepat mekanik dalam proses pembongkaran shock absorber

DAFTAR PUSTAKA

- [1] Azhari M. Chusnul, 2021, Proses Produksi 1, Bandung : Exsismedia Grafindo
- [2] Azhari M. Chusnul, 2023, Teknologi Pengelasan Logam, Exsismedia Grafindo
- [3] Harsono Wiryosumarto, 2012, Teknologi Pengelasan Logam, Jakarta : PT. Pradnya Paramita
- [4] Joseph E Shingley Larry D MItchael, 2012, Perencanaan Teknik Mesin, Jakarta : Erlangga
- [5] M. Suratman, 2014 Service Dan Teknik Reparasi Sepeda Motor, Bandung : Pustaka Grafika
- [6] Sularso, 2014, Dasar Perencanaan Dan Pemilihan Elmen Mesin, Jakarta : Pradya Pramita
- [7] Widarto, 2008 Teknik Pemesinan jilid 1, Jakarta : Direktorat Pembinaan Sekolah Menengah Kejuruan
- [8] Wiryosumarto, H (2012). Teknologi Pengelasan Logam. Jakarta Pradnya Pramita
- [9] Zainun Achmad, 2013 Elmen Mesin 1, PT Refika Aditama
- [10] Edward R, 2018, Welding Princiles and Practices, Cengage Learning
- [11] Budyanas Richard, 2014 Mechanical Engineering Desain, Mc Graw Hill Education