

Perancangan *Tool Spanner Pull Stud* Menggunakan *CAD* (*Computer Aided Design*)

Fajar Putra Lintang*, Nurul Fadilah* and Lalu Giat Juangsa Putra*

* Politeknik Negeri Batam

Program Studi Teknik Mesin

Jl. Ahmad Yani, Batam Centre, Batam 29461, Indonesia

E-mail: fajarputralintang@gmail.com

Abstrak

Tool Spanner Pull Stud adalah salah satu perkakas yang digunakan untuk mempermudah melepas dan mengencangkan *pull stud* dari tool holder, Namun pada PT. X masih digunakannya Kunci inggris untuk membuka dan mengencangkan *Pull stud* hal tersebut tidak efisien karena dapat menyebabkan permukaan kunci lebih cepat aus dan mudahnya tergelincir pada saat penguncian. Tujuan dari penelitian ini adalah untuk mendapatkan perancangan desain *Tool spanner pull stud* yang sesuai dengan kebutuhan PT. X, kemudian menciptakan *tool spanner* yang terjangkau namun dengan fungsi yang sama dengan alat yang sudah ada dan untuk mempermudah penguncian/pembukaan *pull stud* pada saat melakukan pergantian dan pemasangan *pull stud*. Dalam melakukan perancangan ini dilakukan beberapa tahapan dimulai dari observasi dan perumusan masalah untuk menganalisa permasalahan yang terjadi lalu studi literatur agar mendapatkan ukuran dari *pull stud* melalui internet untuk tahap desain dan detail drawing sehingga mendapatkan perancangan dari *Tool Spanner Pull Stud* dan terakhir dilakukan tahap simulasi untuk mendapatkan validasi dari desain alat yang dirancang. Hasil dari penelitian didapatkan desain sesuai dengan tujuan dari perancangan *Tool Spanner Pull Stud* untuk meminimalisir terjadinya aus dan tergelincir pada saat membuka dan memasang *Pull Stud* setelah dilakukan simulasi menggunakan *software solidworks simulation* dengan hasil Tegangan *Von Mises Max* 223.689 Mpa, *Displacement Max* 0.622 mm, dan *Factor Of Safety* 2.050 dari semua hasil simulasi yang dilakukan alat masih berada di batas aman.

Kata kunci: Desain, *Solidwork*, *Tool Spanner Pull Stud*, *Von Mises*, *Displacement*, dan *Factor Of Safety*

Abstract

Tool Spanner Pull Stud is used to make it easier to remove and tighten the *pull stud* from tool holder, however at PT. X uses the Wrench to open a *pull stud* because function of the wrench key is less efficient and can cause the key surface to wear faster and easily slip at the time of locking. The purpose of this research to obtain *tool spanner pull stud* design that suits PT. X needs, then to create an affordable spanner tool but with the same function existing tool and to facilitate the locking/opening of the *pull stud* when making a change and installation of the *pull stud*. In processing this design, several stages were carried out starting from observation and problem formulation to analyzing the problems that occurred, then literature studies to get the size the *pull stud* via internet for the design stage and detailed drawing to get the design of the *Pull Stud Spanner Tool* and The last is a simulation carried out to obtain validation of the tool design. The results of the research show that the design is accordance with the purpose of designing the *Tool Spanner Pull Stud* to minimize the occurrence of wear and accidents when opening and installing the *Pull Stud* after carrying out simulations using *Solidworks simulation* software with results of Max *Von Mises Stress* of 223.689 MPa, Max *Displacement* of 0.622 mm, and *Factor of Safety* 2,050 from all simulation results carried out the tool is still within safe limits.

Keywords : Design, *Solidwork*, *Tool Spanner Pull Stud*, *Von Mises*, *Displacement*, and *Factor Of Safety*

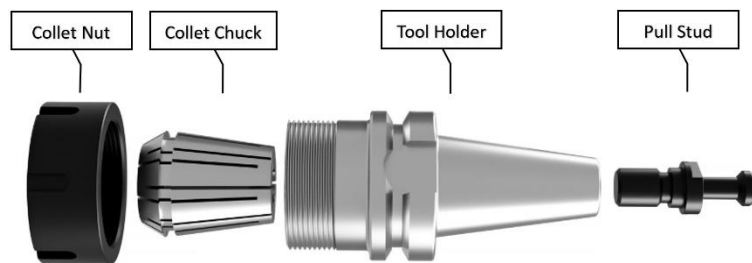
1 Pendahuluan

Industri sangat mementingkan efisiensi dan efektifitas yang tinggi. Untuk mencapai hal tersebut tidak hanya kualitas manusia saja yang diperhatikan, tetapi teknologi peralatan dan perkakas juga perlu ditingkatkan sehingga untuk mencapai hal tersebut, industri pada saat ini banyak menggunakan perkakas bantuan untuk membantu dan mempermudah serta menghemat waktu dalam pengerjaannya.[1]

Pada umumnya saat akan dilakukan proses pemesinan di mesin *CNC (Computer Numerical Control)* Milling machinist mencari tool yang sesuai dengan program yang telah dibuat oleh programmer dikarenakan *tool* yang digunakan bersifat *universal* pada setiap mesin maka dari itu yang membedakan dari tool tersebut adalah *pull stud* sesuai dengan mesin yang akan digunakan. Terkait dengan perancangan ini pada saat pergantian *pull stud* digunakannya kunci untuk membuka *pull stud* dari setiap *Tool Holder* yang digunakan untuk mengunci dan memastikan *pull stud* terkunci dengan kuat, pada PT. X masih digunakannya kunci inggris untuk membuka *pull stud*.

Dari latar belakang yang telah dijelaskan, maka tujuan dari penelitian ini adalah untuk mendapatkan perancangan desain *Tool spanner pull stud* yang efisien untuk mempermudah penguncian/pembukaan *pull stud* dan menjaga kualitas dari Kunci yang digunakan sesuai kebutuhan perusahaan. Adapun Batasan masalah dari perancangan *tool spanner pull stud* ini adalah perancangan *Tool spanner pull stud* ini hanya didesain untuk *pull stud* yang ada pada PT. X saja, dan penelitian ini tidak mencakup proses fabrikasinya melainkan hanya proses desain dan simulasi.

Tool holder merupakan salah satu penunjang pekerjaan permesinan CNC, dengan menggunakan mata pahat insert atau mata pahat yang dapat dilepas pasang sebagai alat potongnya. [3] yang bertujuan untuk memiliki akurasi yang tepat dan cengkraman yang kuat. *tool holder* ini memiliki beberapa bagian yang terdapat pada *tool holder* itu sendiri yaitu ada *Collet Nut*, *Collet Chuck*, *Tool Holder* dan *Pull Stud*.



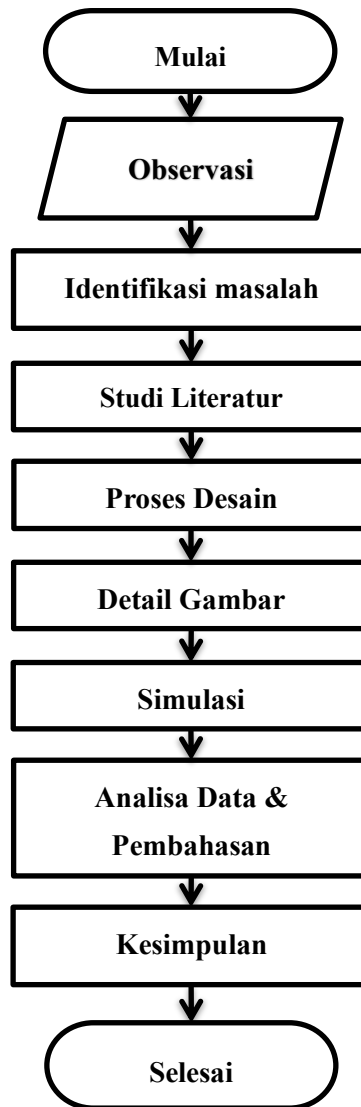
Sumber : <https://portlandcnc.com/blog/2021/5/how-to-setup-an-er32-cnc-tool-holder>

Gambar 1. *Tool Holder*

Pull stud (juga disebut knob retensi) adalah komponen berbentuk baut berulir yang berfungsi sebagai jembatan antara Tool Holder dan mesin.[2] *Pull stud* ini memiliki berbagai jenis dengan bentuk yang berbeda tergantung dengan mesin yang digunakan.

2 Metodologi Penelitian

Penelitian ini dilakukan menggunakan *software solidwork 2022*. Dalam penelitian ini penulis mendesain *Tool spanner pull stud* untuk mendapatkan alat yang lebih efisien dan aman untuk kegunaan alat pengunci itu sendiri dan memudahkan suatu proses. Tahapan-tahapan proses yang akan dilakukan dalam penelitian ini dimulai dari data awal produk, studi literatur, studi lapangan, proses desain, detail gambar, dan Analisa data. Berikut dibawah ini adalah *flowchart* dari tahapan-tahapan yang akan dilakukan dalam perancangan alat ini.



Gambar 2. *Flowchart*

2.1 Observasi

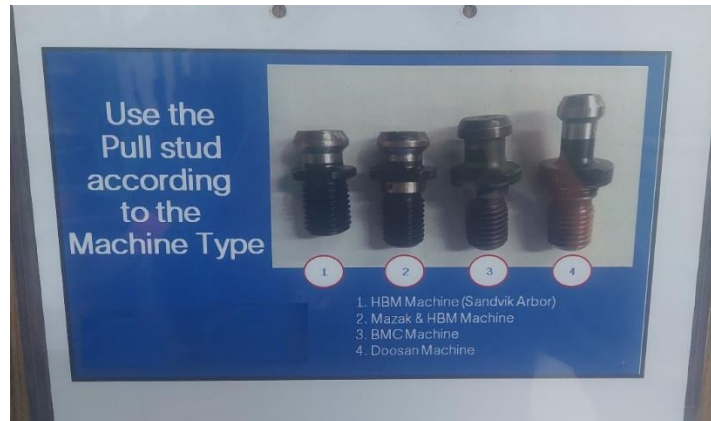
Observasi ini dilakukan di *workshop tool setter* untuk melihat dan melakukan secara langsung cara mengunci dan membuka *pull stud* pada *tool holder* yang akan digunakan pada mesin serta melihat kunci yang digunakan pada saat penguncian *pull stud*. berikut gambar pada saat penguncian *pull stud* menggunakan kunci inggris.



Sumber : Pengambilan foto dilakukan di PT. X

Gambar 2.1 Penguncian *Pull Stud* menggunakan kunci inggris

Tidak hanya satu *Pull stud* yang digunakan di PT. X ini ada 4 *Pull stud* yang digunakan yaitu untuk mesin HBM, Mesin Mazak, Mesin BMC, dan Mesin Doosan. *Pull stud* ini sangat dibutuhkan untuk setiap mesin yang ada di PT. X dikarenakan masih adanya *sharing tooling* disetiap mesin jika ingin menggunakan *tool* yang dibutuhkan dari mesin lain hanya perlu mengganti *pull stud* yang sesuai dengan mesin dan *tool* tersebut bisa digunakan. Berikut gambar dari *pull stud* yang digunakan di PT X.



Sumber : Pengambilan foto dilakukan di PT. X

Gambar 2.2 Jenis-jenis *Pull Stud*

2.2 Identifikasi masalah

Setelah dilakukannya observasi dengan melihat langsung kunci yang digunakan serta cara penguncian yang dilakukan ditemukannya permasalahan pada saat penguncian *pull stud* menggunakan kunci inggris *pull stud* akan menjadi aus sehingga mengalami kerusakan jika terus menerus mengalami hal tersebut dan menggunakan kunci inggris mudah terjadinya tergelincir pada saat penguncian. Pada perancangan ini akan membuat desain *tool spanner pull stud* yang lebih efisien.

2.3 Studi literatur

Sebelum membuat desain dari *Tool spanner pull stud* diperlukannya sumber acuan atau referensi ukuran dari *pull stud* itu sendiri agar memudahkan dalam menentukan ukuran desain yang akan dibuat. Sumber referensi didapatkan secara tidak langsung atau dari internet untuk mendapatkan ukuran dari keempat *pull stud* yang ada untuk menjadi acuan ukuran agar memudahkan dalam tahap Desain.

2.4 Proses desain

Dalam melakukan proses desain ada beberapa hal yang harus diperhatikan terlebih dahulu, yaitu pemilihan ukuran *Tool Spanner pull stud* yang akan dibuat agar sesuai dengan ukuran *pull stud*. Hal ini sangat penting diperhatikan karena akan mempengaruhi jenis material yang digunakan dan ukuran jadi dari alat ini sendiri.

Untuk hal ini 3D desain dari *Tool Spanner Pull Stud* dan *Shaft* ini menggunakan *software solidwork*, *solidwork* sendiri merupakan program rancang bangun yang biasa digunakan oleh desainer manufacturing untuk membuat suatu desain rancangan dalam bentuk 3D dan 2D sama halnya dengan *software* 3D parametric lainnya seperti *autocad*, *Autodesk inventor*, dan *mastercam*. [4]

Solidworks sendiri memiliki keunggulan dari *software* lainnya, yang mana memiliki kemudahan dalam penggunaannya, tampilan yang lebih bagus, ketajaman gambar yang lebih baik serta memiliki banyak tools yang tidak ada di *software* lainnya.

2.5 Detail gambar

Detail gambar adalah sebuah bagian gambar yang memberikan ukuran secara detail, yang menjelaskan bagian pandangan dan dimension yang dibutuhkan untuk proses produksi bagi machinist agar part dapat diselesaikan sesuai dengan desain yang telah dibuat. Detail gambar tidak hanya untuk mendapatkan dimensi yang kita ingin ketahui tetapi material yang kita ingin pakai juga termasuk dari detail gambar atau biasa disebut dengan BOM (Bill Of Material).

2.6 Simulasi

Solidworks adalah *software* yang memiliki fitur simulasi yang memungkinkan setiap perancang dan insinyur untuk melakukan simulasi struktural pada bagian atau rakitan sebuah struktur dengan analisis elemen hingga (FEM). *Solidworks* mampu memperbaiki dan memvalidasi kinerja dan mengurangi kebutuhan akan prototipe atau perubahan desain yang mahal di kemudian hari [5].

Untuk mendapatkan perancangan yang sempurna perlunya validasi dari alat yang akan dirancang salah satu validasi yang dilakukan adalah melakukan simulasi agar mendapatkan data yang pasti dari alat tersebut. Simulasi yang akan dilakukan yaitu *static analysis* antara lain Tegangan *Von Mises*, *Displacement*, dan *Factor Of Safety* menggunakan *software solidwork*.

A. Tegangan *Von Mises*

Tegangan *Von mises* merupakan penentu sebuah material itu aman atau tidaknya ketika digunakan, atau bahkan terjadi kegagalan saat proses penggunaannya. *Von mises* bisa gagal apabila nilai tegangan *von mises*-nya lebih tinggi dari kekuatan materialnya [6].

B. *Displacement* / Deformasi

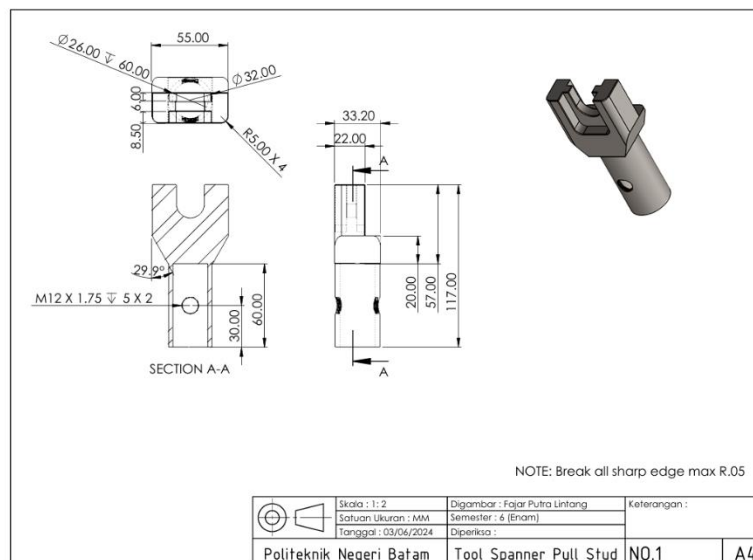
Indikator yang penting untuk menentukan apakah material yang digunakan tangguh menahan beban yang diberikan adalah deformasi. Deformasi diakibatkan karena material tersebut menerima gaya atau beban. Semakin kecil angka yang dihasilkan dari deformasi, maka material tersebut semakin kuat [7].

C. *Factor Of Safety* (FOS)

Factor Of Safety atau Faktor Keamanan adalah faktor yang digunakan untuk mengevaluasi agar perencanaan terjamin keamanannya dengan dimensi yang minimum (Awali dkk, 2013). Menurut Awwaluddin (2010) Faktor keamanan haruslah lebih besar dari 1,0 untuk menghindari kegagalan. Tergantung pada keadaan, maka faktor keamanan yang harganya sedikit di atas 1,0 hingga 10 yang perlu dipergunakan. Apabila keamanan sangat rendah, maka kemungkinan kegagalan akan menjadi tinggi dan karena itu desain strukturnya tidak diterima. Sebaliknya jika faktor keamanan sangat besar, maka strukturnya akan menjadi boros bahan dan kemungkinan tidak sesuai fungsinya misalnya menjadi sangat berat [8].

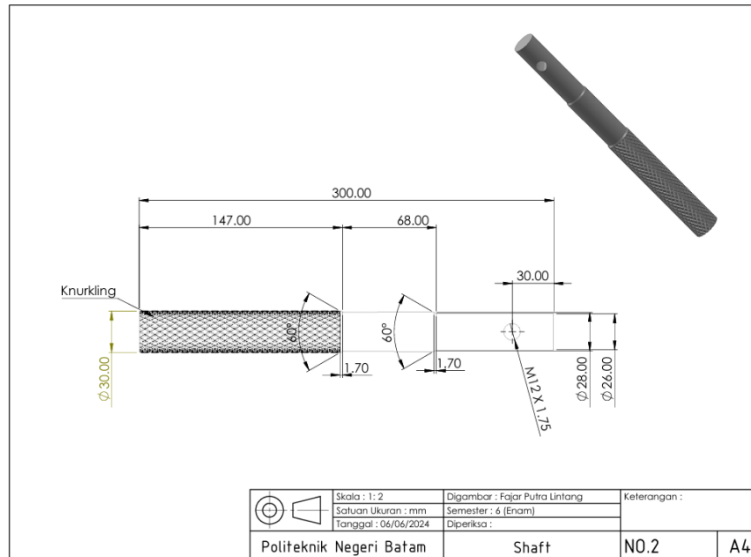
3 Analisa Data dan Pembahasan

Dari beberapa tahapan metodologi yang telah dilakukan mendapatkan hasil penelitian mulai dari desain dan detail drawing yang telah dirancang.



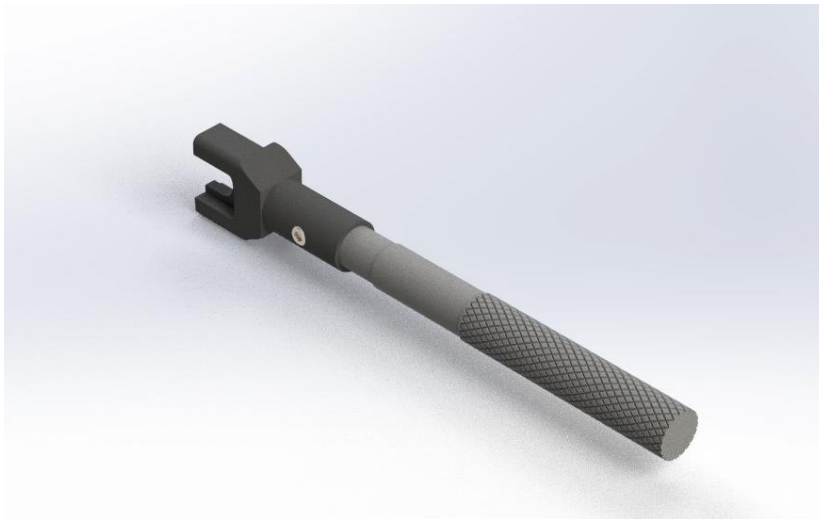
Gambar 2.4 Detail Drawing *Tool Spanner Pull Stud*

Berikut adalah desain dan detail drawing dari *Spanner Pull Stud* yang digunakan untuk membuka dan Memasang *pull stud*, material yang digunakan pada alat ini adalah AISI 4340 Steel, material tersebut memiliki sifat yang baik dalam hal ketahanan impak dan sifat tahan abrasinya yang dimana biasanya digunakan untuk alat yang mengalami gesekan dan aus. Berat dari *tool spanner pull stud* ini adalah 556.28 grams masih terbilang ringan untuk suatu alat perkakas.

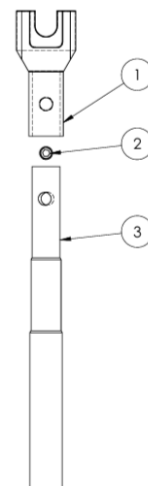


Gambar 2.6 Detail Drawing Shaft

Gambar diatas adalah desain dan detail *drawing* dari Shaft berfungsi untuk menyalurkan daya pada *spanner* agar memudahkan membuka dan mengencangkan *Pull Stud*, material yang digunakan pada alat ini adalah Stainless Steel 304 kelebihan dari material tersebut memiliki sifat tahan korosi dan kuat bukan hanya sifat tetapi harga dari material tersebut terbilang murah dan terjangkau untuk kategori stainless steel, Tidak hanya memiliki keunggulan di material tetapi pada safety penggunaan juga karena adanya knurling di bagian gagang shaft yang berfungsi agar tidak licin pada saat pemakaian alat. Berat dari shaft ini adalah 1503.16 grams.



Gambar 2.7 Tool Spanner Pull Stud assembly

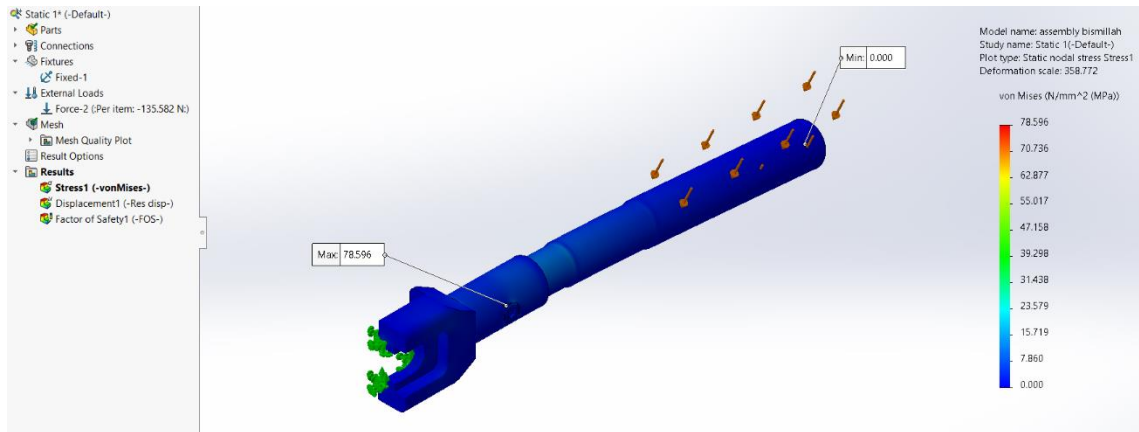


Gambar 2.8 Tool Spanner Pull Stud assembly

Gambar 2.7 dan 2.8 merupakan *assembly* dari *Tool Spanner Pull Stud* yang telah dirancang menyesuaikan ukuran spanner dengan pull stud dan shaft yang didesain agar *Pull Stud* bisa dilakukan penguncian dengan standar torsi dari *Pull Stud*, total berat dari keseluruhan *Tool Spanner Pull Stud* ini 2085.33 *grams* masih dalam jangkauan manual lifting yang memiliki maksimum pengangkatan 20 kg. Berikut merupakan *BOM (Bill of Material)* dari *Tool Spanner Pull Stud* :

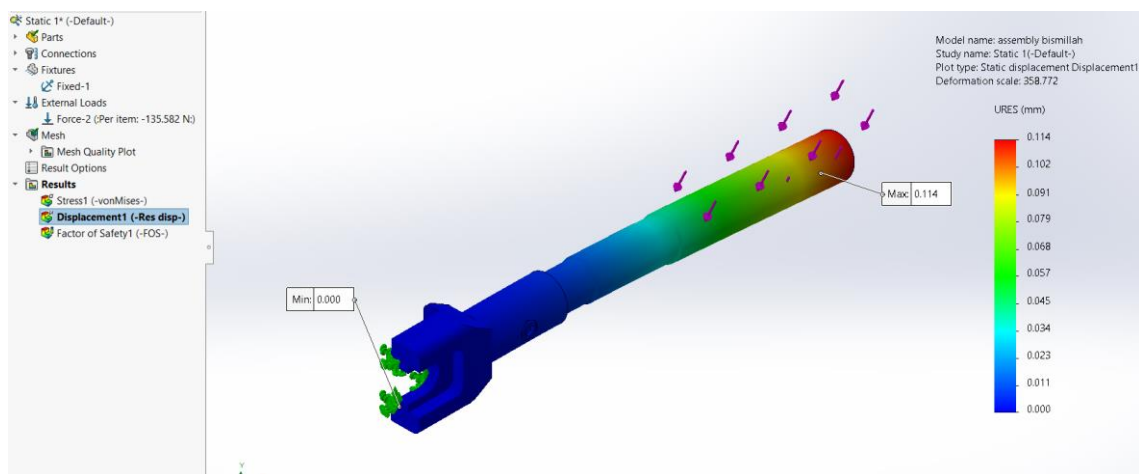
No	Part Name	Material	QTY
1	Spanner Pull Stud	AISI 4340 Steel	1
2	Baut M12 X 1.75	Alloy Steel	1
3	Shaft	Stainless Steel 304	1

Dilanjutkan dengan melakukan simulasi menggunakan *software* solidworks untuk menganalisa desain *tool spanner pull stud* yang telah dirancang, simulasi ini dilakukan untuk mendapatkan hasil dari *Tegangan Von Mises*, *Displacement* dan *Factor Of Safety* yang merupakan bagian dari *Static Analysis*. Beban yang diberikan setiap simulasi adalah 100 ft/lbf atau setara dengan 135.582 N dikarenakan jenis *pull stud* yang digunakan di PT.X adalah BT50 dan standar torsi dari *Pull Stud* yang digunakan sebesar 75/90 ft/lbs.[9] maka disimulasikan lebih dari standar agar mengetahui kekuatan dari alat jika diberikan tekanan yang melebihi standar masih di batas aman atau sudah melebihi batas aman dari alat tersebut.



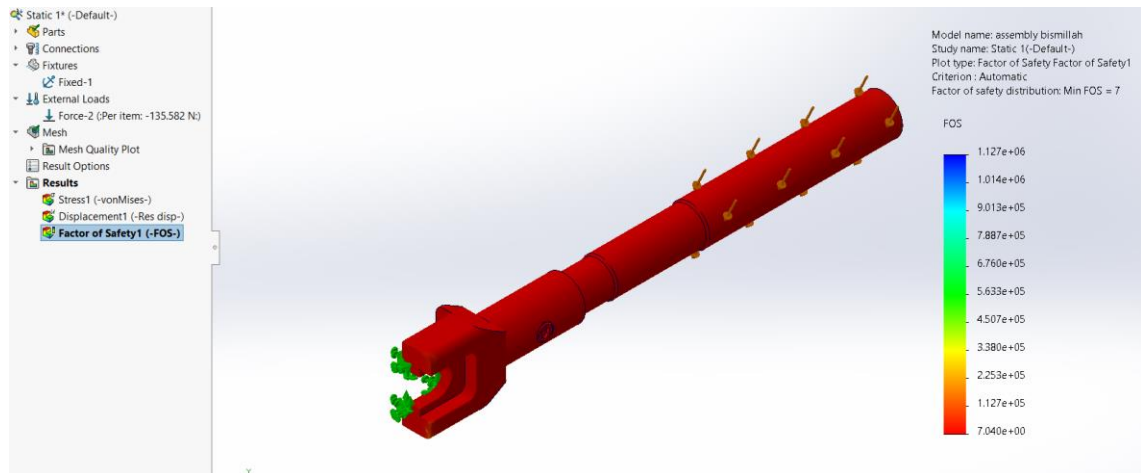
Gambar 2.9 Simulation Tegangan Von Mises

Diberikan beban sesuai dengan standar torsi dari *Pull Stud* yaitu sebesar 135.582 N mendapatkan hasil simulasi *Tegangan Von Mises Max* 78.589 Mpa dan *Min* 0.0001 Mpa, maka dapat disimpulkan bahwa titik dimana Alat akan mengalami deformasi plastis/permanen jika mendapatkan tekanan sebesar 78.569 Mpa.



Gambar 2.10 Simulation Displacement

Pada Gambar 2.10 adalah hasil dari simulasi *Displacement* yang mendapatkan hasil penyimpangan alat jika diberikan beban 135.582 N mendapatkan penyimpangan sebesar 0.114 mm dapat disimpulkan tidak terlalu besar penyimpangan yang terjadi pada *Desain Tool Spanner Pull stud* jika diberikan beban sesuai dengan standar Torsi *Pull Stud*.



Gambar 2.11 Simulation Factor of Safety

Gambar Diatas adalah simulasi terakhir yang dilakukan yaitu *factor of safety* atau Nilai keamanan, dari hasil simulasi *Factor of safety* ini bisa mengetahui nilai keamanan desain alat yang telah dibuat, dan dari simulasi yang telah dilakukan mendapatkan nilai *Min* sebesar 7.040 jika diberikan beban sebesar 135.582 N dapat disimpulkan desain masih terbilang aman dari batas minimal *Factor Of Safety* yaitu dibawah angka 1 (Satu).

Dari hasil perancangan yang dilakukan perlunya perbandingan alat sebelumnya dengan desain alat baru yang telah dibuat berikut adalah Tabel perbandingan dari desain alat baru dengan alat yang sebelumnya :

No	Metric	Desain Alat Baru	Alat Yang sebelumnya
1	Keamanan	Lebih aman pada bagian shaft dikarenakan memiliki knurling pada pegangan shaft agar tidak licin pada saat pemakaian.	Pada Permukaan Sambungan Pipa tidak memiliki Knurling ataupun tumpuan agar tidak licin pada saat pemakaian.
2	Ukuran Dan Berat	Lebih Pendek dan lebih ringan	Lebih Panjang dan lebih Berat
3	Pemakaian	Memiliki 2 Titik penguncian agar pada saat pemakaian tidak mudah tergelincir dan tidak menyebabkan aus pada permukaan kunci dan <i>Pull Stud</i> .	Hanya memiliki 1 titik penguncian menyebabkan mudah tergelincir dan aus pada permukaan kunci dan <i>Pull Stud</i> .
4	Penyimpanan	Lebih Sedikit Untuk Tempat Penyimpanan.	Lebih Banyak Untuk Tempat Penyimpanan.
5	Waktu pemakaian	Lebih cepat waktu pemakaian dikarenakan pada saat penggunaan alat langsung pakai.	Lebih Lambat waktu pemakaian dikarenakan pada saat penggunaan alat perlu menyetel untuk menyesuaikan dengan ukuran <i>Pull Stud</i> .

4 Kesimpulan

Dari perancangan ini didapatkan desain yang efektif untuk membuka dan memasang *pull stud* yang bertujuan untuk meminimalisir terjadinya aus pada *pull stud* itu sendiri dikarenakan tergelincir pada saat membuka dan memasang *pull stud*. Pada perancangan ini juga dilakukan simulasi untuk mendapatkan validasi dari desain yang telah dibuat dan dari hasil simulasi yang telah dilakukan dengan diberikan beban sebesar 135.582 N sesuai dengan standar torsi pada *pull stud* mendapatkan nilai dari Tegangan *Von Mises Max* 78.569 Mpa dan Min 0.0001 Mpa, Nilai dari *Displacement* / Deformasi mendapatkan penyimpangan sebesar 0.114 mm dan simulasi terakhir yang dilakukan adalah *Factor Of Safety* dengan nilai 7.040 masih batas aman karena tidak dibawah 1 (Satu).

5 Daftar Pustaka

- [1] Fhadilah Arief (2021). Perancangan Z Axis CNC Tool Setting Indicator LED Lamps. Batam: Politeknik Negeri Batam
- [2] Bad Lewis, 2002, Knob Knowledge, Cutting Tool Engineering, volume 54
- [3] Setiawan Sukardin (2023). RANCANG BANGUN HOLDER FACEMILL MENGGUNAKAN INSERT SEET12T3-DF UNTUK PROSES PERMESINAN CNC MILLING. Makassar : Politeknik ATI Makassar
- [4] Sarwanto. (2015). Belajar Cepat Desain Mesin 3D dengan solidworks. Slide Share, <https://www.slideshare.net/cruzsarwan/buku-solidworks>.
- [5] SIMULIA Community News. (2017). The Future Of Manufacturing Better Materials- Innovative Solutions. Dassault Systemes.
- [6] Angger Bagus Prasetyo (2023). Studi Numerik Pengaruh Variasi Pembebanan Troli Pengangkut Barang di Laboratorium Manufaktur ITNY Terhadap Analisis Struktur Menggunakan Metode Elemen Hingga.
- [7] L. A. N. Wibawa, "Desain dan Analisis Tegangan Alat Pengangkat Roket Kapasitas 10 Ton Menggunakan Metode Elemen Hingga," J. Energi dan Teknol. Manufaktur, vol. 2, no. 01, pp. 23–26, 2019, doi: 10.33795/jetm.v2i01.31.
- [8] Awwaluddin, M., Purwanta, E., 2014, Analisis Statik Support Pemegang Sumber Pada Prototip Pencitraan Peti Kemas Menggunakan ANSYS, Jurnal Perangkat Nuklir, ISSN, Vol. 08, No. 1978-3515, p. 35.
- [9] Thomas J. Davies. (2023). *Retention Knobs TJD*. United States of America, USA: T. J. Davies Company.