

Perancangan Sistem Mekanik *Automatic Shooting Rest*

Ali, Liman Hartawan, Supriatna

Prodi Teknik Mesin, Fakultas Teknologi Nasional Itenas Bandung

Jl. PHH. Mustafa No.23 Bandung 40124

e-mail : ali@itenas.ac.id

Abstrak

Melihat dari kondisi sekarang ini manusia sangat tergantung dengan teknologi, khususnya teknologi dalam bidang elektronika dan mekatronika, begitu juga dalam inovasi shooting rest senjata. Shooting rest adalah dudukan senapan yang berfungsi untuk menopang senapan pada saat membidik sehingga tembakan lebih akurat, oleh karena itu dilihat dari fungsi shooting rest maka muncul lah idea untuk membuat Automatic shooting rest, dimana Automatic shooting rest dirancang dengan menggunakan sistem kontrol supaya mudah pada saat pengoperasiannya, selain itu dilengkapi juga dengan 3 buah motor servo, motor yang pertama dan kedua untuk menggerakkan sistim mekanisme poros ulir dan motor yang ketiga untuk menarik platuk pada senapan. pada penelitian ini dibahas mengenai perancangan sistim konstruksi Automatic shooting rest, mekanisme gerak dan analisa tegangan. Yang bertujuan untuk mendapatkan sistem mekanisme Automatic shooting rest yang akan digunakan, serta hasil rancangan konstruksi Automatic shooting rest. Hasil perancangan diperoleh mekanisme gerak menggunakan poros ulir dengan kecepatan motor 64rpm, tegangan normal maksimum sebesar $6,48 \times 10^6 \text{ N/m}^2$ bahwa dari hasil tegangan yang terjadi maka material tersebut masih aman, serta defleksi yang terjadi 0,15 mm, dan massa total Automatic shooting rest 31,05 kg.

Kata kunci: Mekanisme, Automatic Shooting Rest, Stress Analisis.

1. PENDAHULUAN

Melihat dari kondisi sekarang ini manusia sangat tergantung dengan teknologi, khususnya teknologi dalam bidang elektronika dan mekatronika, begitu juga dalam shooting rest senjata seiring dengan pemakaian senjata saat ini sangat pesat maka munculah inovasi untuk membuat Automatic shooting rest dimana mekanisme dudukan senjatanya dirancang secara flexible karena untuk mempermudah penggunaannya dalam melakukan penembakan. Automatic shooting rest itu sendiri adalah dudukan senapan yang bisa digunakan untuk menopang senapan pada saat membidik sehingga tembakan lebih akurat dibandingkan dengan dipegang langsung oleh manusia.

Ada beberapa perancangan Automatic shooting rest yang harus ditekankan, perancangan harus kokoh dan mampu menahan beban dampak dari senapan, dimana pergerakan Automatic shooting rest dirancang bisa bergerak secara vertikal dan horisontal dengan mengubah gerak rotasi pada putaran motor servo menjadi gerakan vertikal dan horisontal. Selain itu Automatic shooting rest juga dilengkapi dengan sistem pemrograman kontrol yang mempermudah dalam pengoperasian.

Berdasarkan latar belakang yang telah diuraikan, maka penelitian tentang Automatic shooting rest ini dirancang dengan menggunakan sistem kontrol supaya mudah pada saat pengoperasiannya selain itu dilengkapi juga dengan 3 buah motor servo yang mana motor yang pertama untuk menggerakkan poros ulir sebagai mekanisme yang ada dibagian rangka bawah

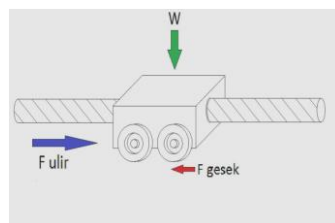
yaitu untuk menggerakkan kepala penggerak yang terhubung dengan rangka atas sehingga menghasilkan gerakan horisontal, ketika motor berputar searah jarum jam maka arah pergerakan rangka bawah ke arah sumbu Z positif dan ketika motor berputar berlawanan arah jarum jam maka pergerakan rangka bawah ke arah sumbu Z negatif, motor servo yang kedua berfungsi untuk menggerakkan sistem mekanisme poros ulir yang berada pada rangka atas yaitu untuk menghasilkan gerakan secara vertikal jadi ketika motor berputar searah jarum jam maka arah pergerakan rangka atas ke arah sumbu Y positif, ketika motor berputar berlawanan arah jarum jam maka pergerakan rangka atas ke arah sumbu Y negatif dan motor yang ketiga berfungsi untuk menarik pelatuk pada senapan.

Dalam melakukan penelitian mengenai *Automatic shooting rest* maka pembahasan dalam penelitian tersebut hanya dibatasi pada Perancangan *Automatic shooting rest* yang dapat menahan gaya impact dari senapan angin. Perancangan konstruksi *Automatic shooting rest* yang dapat menggerakkan arah senapan secara vertikal dan horisontal.

Adapun tujuan yang ingin dicapai pada penelitian ini adalah Mendapatkan sistem mekanisme *Automatic shooting rest* yang akan digunakan. Mendapatkan hasil perancangan konstruksi *Automatic shooting rest*, dudukan popor senapan dan penyangga laser pointer yang *flexible*. Serta menghasilkan rancangan yang memiliki kekuatan dan kekakuan yang baik.

Shooting rest biasanya digunakan untuk senjata laras panjang. Adapun senjata yang dipakai adalah senapan jenis PCP Sesuai namanya *Pre-Charged Pneumatic*, senjata angin ini menggunakan energi yang bersumber dari udara yang sudah dimampatkan terlebih dahulu kedalam tabung yang biasanya sudah terintegrasi dengan senjata (senapan maupun pistol) dan ditujukan agar bisa digunakan untuk beberapa kali penembakan. Berbeda dengan jenis pompa yang harus dipompa untuk setiap tembakan, PCP dipompa untuk beberapa kali tembakan. Karena ditujukan untuk beberapa kali penembakan maka udara dikompresikan pada tekanan yang tinggi, umumnya antara 1000 - 3000 psi.

Untuk menggerakkan rangka atas dengan menggunakan motor sebagai penggerak dan poros ulir sebagai pengubah gaya puntir motor menjadi gaya dorong pada rangka atas seperti gambar 1.



Gambar 1. Kepala Penggerak

Gaya dorong ulir dapat diketahui dengan perhitungan tenaga ulir (*Power screw*). Persamaan yang digunakan untuk menghitung torsi gaya dorong ulir (Shingley, 2015).

Persamaan torsi untuk menaikkan beban adalah:

$$T_R = \frac{F \cdot d_m}{2} \left(\frac{1 + \pi \mu d_m}{\mu d_m - \pi l} \right) \dots \dots \dots [1]$$

Sedangkan torsi untuk menurunkan beban adalah:

$$T_L = \frac{F \cdot d_m}{2} \left(\frac{\pi \mu d_m - l}{\mu d_m + \pi l} \right) \dots \dots \dots [2]$$

Persamaan yang digunakan pada perancangan *Automatic shooting rest* adalah sebagai berikut:

Untuk mencari gaya pada kepala penggerak dapat menggunakan persamaan sebagai berikut:

$$F_{\text{beban}} = \frac{W_s + W_f}{2} \dots\dots\dots [3]$$

Mencari torsi yang terjadi pada kepala penggerak menggunakan persamaan sebagai berikut:

$$T = F \cdot L \dots\dots\dots [4]$$

Untuk mencari gaya yang terjadi pada pin roda kecil dengan menggunakan persamaan sebagai berikut:

$$T = F' \cdot r \dots\dots\dots [5]$$

Menghitung tegangan geser pada link bawah digunakan persamaan sebagai berikut:

$$\tau = \frac{F'}{A} \dots\dots\dots [6]$$

Dimana :

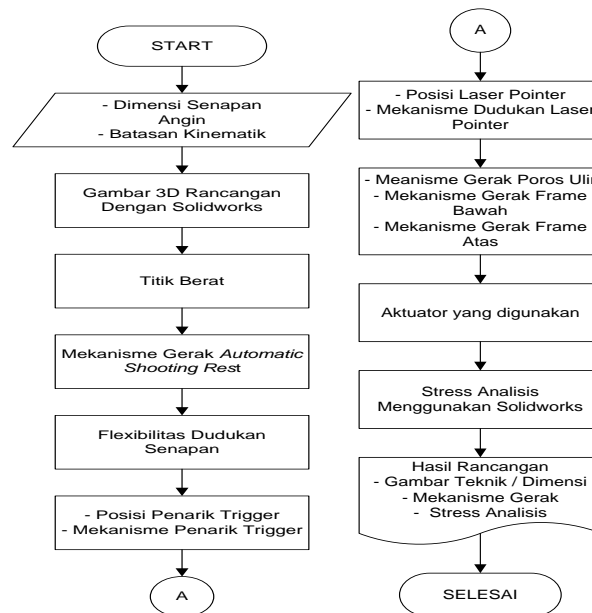
Seperti pada penjelasan sebelumnya bahwa mekanisme ini menggunakan penggerak untuk itu torsi yang dihasilkan motor harus lebih besar dari pada torsi yang bekerja pada ulir. Untuk menentukan torsi yang dihasilkan oleh sebuah motor digunakan persamaan berikut.

$$T_m = \frac{N}{\omega}$$

.....
 [7]

2. METODOLOGI PENELITIAN

Untuk melakukan perancangan *automatic shooting rest* harus diperhatikan tahapan-tahapan yang ditunjukkan oleh *flowchart* seperti pada gambar 2.



Gambar 2. Diagram Alir Perancangan

Gambar 2. Menjelaskan tentang diagram alir perancangan dimana pada diagram alir tersebut menjelaskan tahap yang dilakukan adalah studi literatur dan lapangan yang dilanjutkan dengan tahap perancangan. Tahap studi literatur dan studi lapangan meliputi pengamatan dan analisa dari model senapan yang ada. Tahap perancangan meliputi analisa kekuatan material dan penentuan dimensi *shooting rest* dengan bantuan *software solidworks*.

Spesifikasi senjata Dalam penelitian ini, jenis senjata yang digunakan adalah jenis senapan tipe PCP, Berikut ini adalah gambar dan spesifikasi PCP.

- Spesifikasi :
- Panjang total = 110 cm
 - Panjang laras = 85 cm
 - Berat = 5 kg
 - Kecepatan maksimum = 335 m/s
 - Tekanan maksimum = 250 bar
 - Tembakan per tabung = 50 Kali tembakan

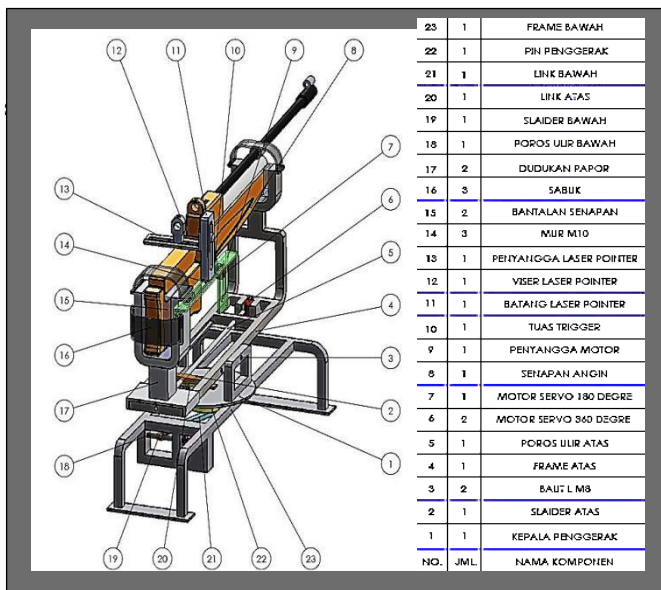


Gambar 3 Senapan Angin Jenis

Feinwerkbau P500

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

Perancangan yang dilakukan yaitu menentukan kriteria perancangan, perhitungan dan *stress analisis* dengan menggunakan *software solidwork*. Pada dasarnya untuk merancang suatu alat harus memperhatikan beberapa aspek sehingga hasil rancangan sesuai dengan apa yang diinginkan dibawah ini diperlihatkan hasil rancangan stuktur dudukan senjata pada gambar 4. Analisis dengan solidwork menggunakan data seperti pada tabel 1.



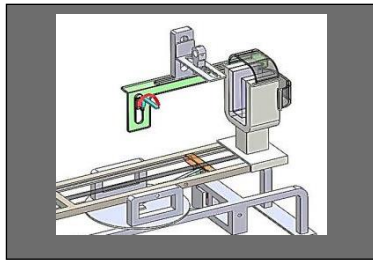
Tabel 1 Data yang di gunakan di

Name	:	AISI 1020
Yield strength	:	$3,51571 \times 10^8$ N/m ²
Tensile strength	:	$4,20507 \times 10^8$ N/m ²
Elastic modulus	:	2×10011 N/m ²
Poisson's ratio	:	0,29
Mass density	:	7900 kg/m ³
Shear modulus	:	$7,7 \times 10^{10}$ N/m ²
Berat senjata W_s	:	5 kg
Berat rangka atas W_f	:	9 kg

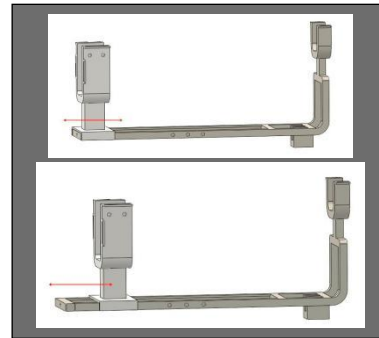
Gambar 4. Automatic Shooting Rest Hasil Perancangan

Perancangan Rangka Atas

Rangka bagian atas digunakan sebagai penyangga senapan, dimana rangka bagian atas tersebut terdapat pula dudukan motor listrik untuk penarikan trigger senjata dan untuk dudukan penyangga *laser pointer*, seperti pada gambar 5.a dan 5.b.



Gambar 5.a.Mekanisme Penarik Trigger



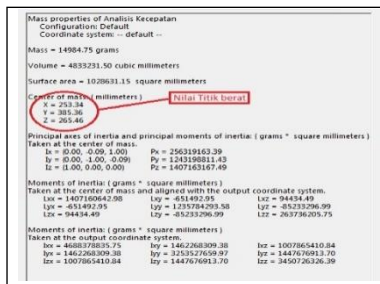
Gambar 5.b.Rangka Atas

Untuk gambar 5.a dimana penyangga laserpointer dan dudukan motor dipasang pada penyangga popor belakang. Dan untuk gambar 5.b menjelaskan tentang penyangga popor belakang, dimana penyangga popor dirancang secara *portable*.

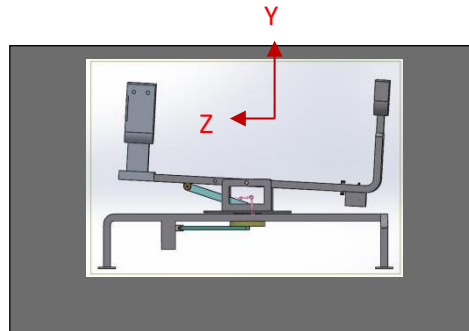
Menentukan Titik Berat Dengan Solidworks

Titik berat adalah titik dimana benda berada pada titik keseimbangan, untuk menentukan titik berat dengan menggunakan program Solidworks dapat dilakukan dengan cara membuat

komponen-komponen utama dari *shooting rest* setelah selesai membuat komponen kemudian lakukan proses *Assembly* kemudian klik *mass properties* maka pada Solidworks akan muncul tampilan seperti pada gambar 6.a dan 6.b.



Gambar 6.a.Nilai Titik Berat

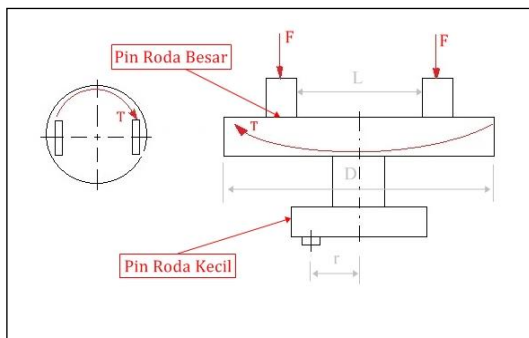


Gambar 6.b.Posisi Titik Berat

Jadi gambar 6.a dan 6.b menunjukkan bahwa titik berat *Automatic shooting rest* ada pada arah sumbu $X = 253,34$ cm, $Y = 385,36$ cm, dan $Z = 265,46$ cm.

Analisis Konstruksi *Shooting Rest*

Ada beberapa perhitungan untuk merancang *Automatic shooting rest* yang harus dilakukan dalam penelitian ini diantaranya seperti pada gambar 7.



Gambar 7. Diagram Benda Bebas

Diketahui :

$$D = 250 \text{ mm}$$

$$L = 150 \text{ mm}$$

$$r = 35 \text{ mm}$$

$$W_s = 5 \text{ kg}$$

$$W_f = 9 \text{ kg}$$

Untuk mencari gaya pada kepala penggerak dapat menggunakan persamaan sebagai berikut:

$$W_s = 5 \text{ kg} \cdot 9,81 \text{ m/s}^2 = 49,05 \text{ N}$$

$$W_f = 9 \text{ kg} \cdot 9,81 \text{ m/s}^2 = 88,29 \text{ N}$$

$$F_{\text{beban}} = \frac{49,05 \text{ N} + 88,29 \text{ N}}{2} = 68,67 \text{ N}$$

Dari perhitungan diatas gaya yang bekerja pada kepala penggerak sebesar 68,7 N, sehingga dapat menghitung torsi yang terjadi pada kepala penggerak dengan menggunakan persamaan sebagai berikut:

$$T = 68,67 \text{ N} \cdot 150 \text{ mm} = 10300,5 \text{ Nmm}$$

Dari perhitungan diatas maka didapat gaya yang terjadi pada kepala penggerak yaitu sebesar 10300,5 Nmm, sehingga untuk menghitung gaya yang terjadi pada pin roda kecil dapat digunakan persamaan sebagai berikut:

$$F' = \frac{10300,5 \text{ Nmm}}{35 \text{ mm}} = 294,3 \text{ N}$$

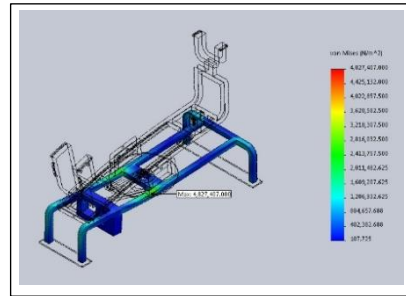
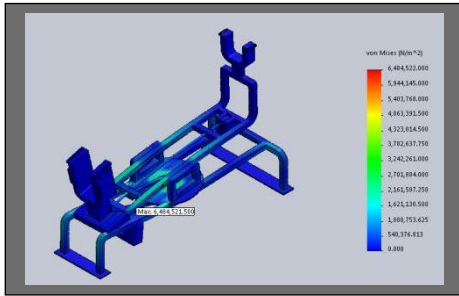
Dari hasil perhitungan diatas maka didapat gaya yang terjadi pada Pin roda kecil yaitu sebesar 294,3 N, sehingga untuk menghitung tegangan geser yang terjadi pada pin link bawah dapat digunakan persamaan sebagai berikut.

Maka dari persamaan 6 dapat dihitung besar tegangan geser yang bekerja pada pin link bawah:

$$\tau = \frac{294,3 \text{ N}}{\frac{\pi}{4} (10 \text{ mm})^2} = 3,7 \text{ Mpa}$$

Dari hasil perhitungan diatas maka didapat tegangan geser yang terjadi pada Pin link bawah yaitu sebesar 3,7 Mpa.

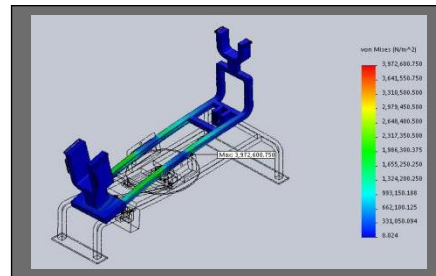
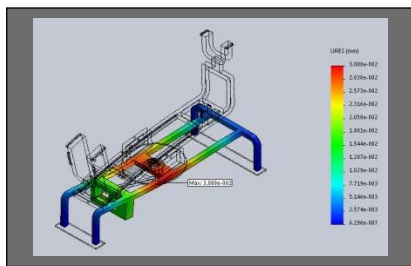
Untuk mengetahui tegangan yang terjadi pada *Automatic shooting rest* maka diperlukan analisis, untuk menganalisis tegangan yang terjadi maka digunakan analisis dengan Solidworks karena pada analisis Solidworks bisa diketahui *stress analisis* dan *displacement*. Dari hasil analisis menggunakan solidworks diperoleh Tegangan pada *Shooting Rest* tersebut, tegangan terbesar sebesar $6,48 \times 10^6 \text{ N/m}^2$ terjadi pada poros ulir bagian bawah, seperti ditunjukkan pada gambar 8.



Gambar 8. Analisis Tegangan Gambar 9. Analisis Tegangan Rangka Bawah

Serta untuk *rangka* bawah Tegangan terbesar diperoleh sebesar $4,82 \times 10^6 \text{ N/m}^2$ dan berada pada bagian tengah *rangka* bawah seperti pada gambar 9.

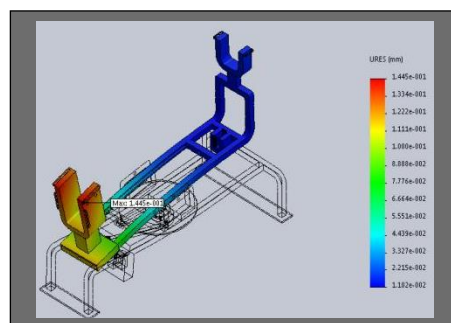
Pada *rangka* bawah diperoleh hasil *displacement* analisis dengan menggunakan solidworks maka, perubahan bentuk yang paling besar akibat gaya yang diberikan berada pada Bagian *rangka* bawah, dimana hasil yang diperoleh sebesar $3,08 \times 10^{-2} \text{ mm}$, seperti ditunjukkan pada gambar 10.



Gambar 10. Displacement Analisis Rangka bawah Gambar 11. Analisis Tegangan Rangka Atas

Untuk hasil analisis *rangka* atas diperoleh tegangan sebesar $3,9 \times 10^6 \text{ N/m}^2$, dimana tegangan tersebut berada pada daerah sekitar tumpuan, seperti pada gambar 11.

Pada *rangka* atas perubahan bentuk yang paling besar akibat gaya yang diberikan oleh senapan dan beban dari dudukan penyangga *laser pointer* berada pada bagian dudukan popor belakang. Dari hasil *displacement* analisis diperoleh hasil sebesar 0,15 mm yang berada pada bagian popor belakang, seperti pada gambar 12.

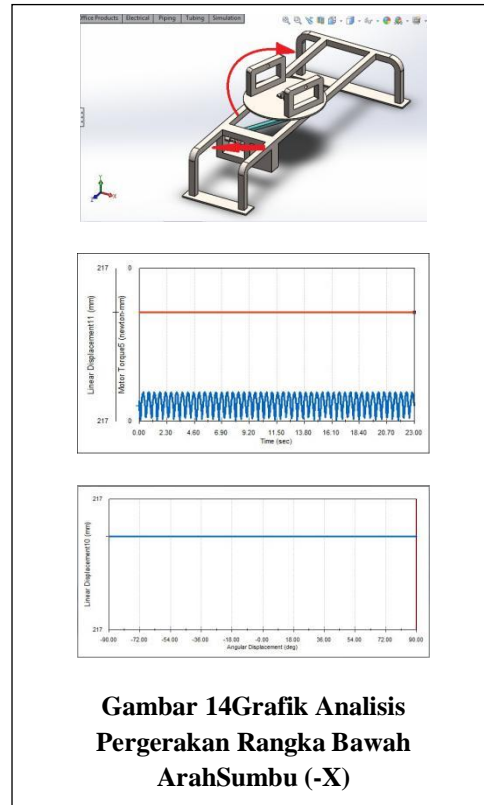
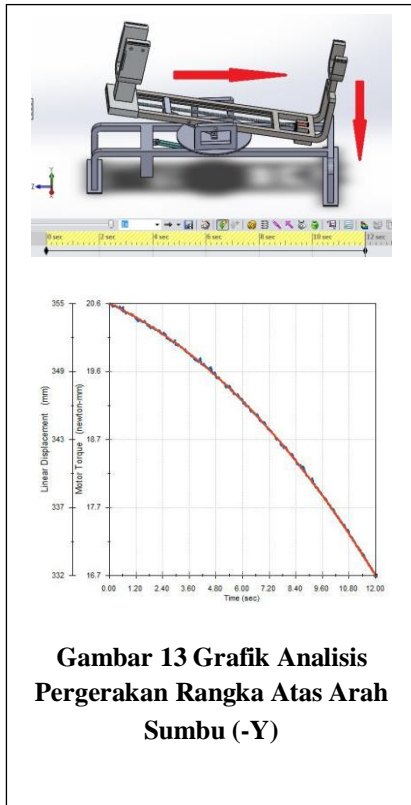


Gambar 12. Displacement Analisis Rangka

Mekanisme Shooting Rest

Pergerakan Rangka Atas Arah Sumbu (-Y)

Untuk hasil analisis kinematik dengan menggunakan solidworks dapat di tunjukan seperti pada gambar 13.



Gambar 13 menjelaskan bahwa arah pergerakan slider ke arah sumbu (-Z), ketika slider bergerak ke arah sumbu (-Z) maka dudukan popor bagian depan bergerak ke arah sumbu (-Y).

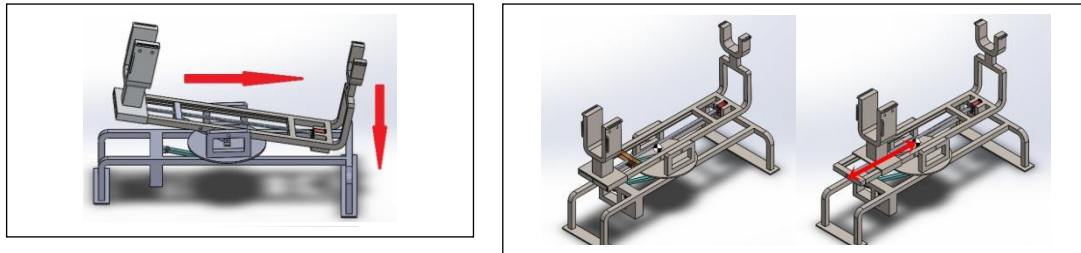
Untuk Rangka Bawah

Kepala penggerak berputar karena digerakan oleh slider bawah, ketika slider bawah bergerak ke arah sumbu (-X) maka kepala penggerak berputar searah jarum jam, seperti pada gambar 14.

4. KESIMPULAN

Dari hasil perancangan yang telah dilakukan ditambah dengan analisis yang telah dibuat maka dapat disimpulkan sebagai berikut:

Alat yang dirancang dalam penelitian ini adalah *Automatic shooting rest* dengan menerapkan mekanisme poros ulir yang bisa menggerakkan rangka atas ke arah sumbu Y sepanjang 9 mm, berputar searah jarum jam 45° , dan berputar berlawanan arah jarum jam 45° seperti pada gambar 15.



Gambar 15. Mekanisme gerakan shooting rest

Dari hasil perancangan diperoleh *Automatic shooting rest* yang bisa digunakan untuk beberapa jenis senapan.

Analisis dengan menggunakan solidworks di peroleh tegangan maksimum pada rangka atas dengan nilai $6,48 \times 10^6 \text{ N/m}^2$, dan lendutan terbesar pada rangka atas terjadi pada dudukan popor pada bagian belakang dengan nilai $1,45 \times 10^{-1} \text{ mm}$.

Tegangan maksimum pada *frame* bawah terjadi pada dudukan kepala penggerak dengan nilai $4,82 \times 10^2 \text{ N/m}^2$, dan lendutan maksimum pada *frame* bawah terjadi pada bagian tengah *frame* bawah dengan nilai $3,1 \times 10^{-2} \text{ N/m}^2$. Serta dari hasil perhitungan diatas menghasilkan rancangan yang memiliki kekuatan dan kekakuan yang baik dengan harga faktor keamanan diatas 1. Rancangan shooting rest ini memiliki massa total 31,05 kg.

Daftar Notasi

T = Torsi pada ulir [Nm]

d_m = Diameter efektif ulir [m]

F = Gaya dorong ulir [N]

μ = Koefisien gesek permukaan ulir

I = Kisar/pitch [m]

F' = Gaya yang bekerja pada kepala penggerak [N]

L = Panjang [mm]

r = Jari-jari pada pin roda kecil [mm]

τ = tegangan geser [N/mm^2]

A = luas penampang [mm^2]

W_s = Berat senapan [N]

W_f = berat rangka atas [N]

DAFTAR PUSTAKA

- [1] Budynas, Richard, G. and Nisbeth, Keith,. 2015. Shigley’s Mechanical Engineering Design. tenth edition. Mcgraw-Hill. New York.
- [2] Uthami, Ziqla, Azmi. 2010. Solidworks, Alat Bantu Merancang Komponen dengan Mudah. Penerbit Modula. Bandung.
- [3] Pahl, G., Beitz, W., Feldhusen J., Grote K. H.2003, Engineering Design. A Systematic Approach, Springer Verlag. Berlin Germany.
- [4] Sato, Takeshi G, dan Sugiarto N. 1999. Menggambar Mesin Menurut Standar ISO. PT. Pradnya Paramita. Jakarta.
- [5] E. Iflachah, D. Purnomo, and I. A. Sulistijono. 2011. “Coil gun turret control using a camera,” Final Project, EEPIS.
- [6] Tvazorek, Jan., dan Gullerova, Monika. 2012. Design of a Trigger Mechanism for a Sniper Rifle. AIJCR, Vol.2, No.7.