ANALISA STRUKTUR FENITE ELEMENT METHOD RANGKA PADA REMOTE CONTROL WEAPON SYSTEM KALIBER 12.7 MM

Hendro Nurhadi[1], Imam Wahyudi[2]
Jurusan Teknik Mesin FTI, Institut Teknologi Sepuluh Nopember -ITS
E-mail : hdnurhadi@me.its.ac.id , Wahyudi.imam13@mhs.me.its.ac.id

ABSTRACT

National defense is all forms of power and an attempt by the citizens who live in a country, which aims to protect and safeguard the sovereignty of the state of all forms of threats, both from outside and from within. One contributing factor is the state of the field of defense technology is the weapon design Remote Control Weapon Station (RCWS). RCWS dimensions are used depending on user needs. The larger the caliber, the bigger dimensions and weight RCWS. The result will be more difficult to control. For the design of the design, especially in the framework and the appropriate cradle required. The steps of the research is to design forms within their RCWS needs. To design a form desainya necessary design data transmission to be used. After the study of literature on the previous model. Furthermore, ending with testing the stability of the design. The test results fenite element method numerical analysis with the price of the allowable deflection of 0.05 m in frame 1.0 to obtain the maximum deflection 1,393265x10^{-8}m, in frame 2.0 to obtain the maximum deflection 2.0 1,30725x10^{-8}m.
Keywords: *RCWS, caliber 12.7mm, frame, FEM.*

ABSTRAK

Pertahanan negara merupakan segala bentuk daya dan upaya oleh warga negara yang tinggal di suatu negara, yang bertujuan untuk melindungi dan menjaga kedaulatan negara dari segala bentuk ancaman, baik dari luar maupun dari dalam. Salah satu faktor pendukung pertahanan negara adalah dari bidang teknologi adalah desain senjata Remote Control Weapon Station (RCWS). Dimensi RCWS yang digunakan tergantung dari kebutuhan pemakaian. Semakin besar kaliber peluru, maka semakin besar dimensi dan berat RCWS. Akibatnya akan semakin sulit dikendalikan. Untuk itu perancangan desain khususnya pada bagian Rangka dan cradle yang sesuai diperlukan. Langkah- langkah penelitian yang dilakukan adalah merancang bentuk RCWS yang sesui dengan kebutuhan. Untuk merancang bentuk desainya diperlukan data rancangan transmisi yang akan digunakan. Setelah itu studi literatur pada model sebelumnya. Selanjutnya diakhiri dengan pengujian kestabilan dari desain tersebut. Hasil pengujian fenite element method analisa numerik dengan harga defleksi yang diijinkan yaitu 0,05 m pada rangka 1.0 didapatkan defleksi maksimum 1,393265x10^{-8}m, pada rangka 2.0 didapatkan defleksi maksimum 1,30725x10^{-8}m.
Kata kunci: *RCWS, kaliber 12.7mm, rangka, FEM.*

PENDAHULUAN

RCWS dikenal sebagai sistem senjata yang di operasikan dari jarak jauh untuk senjata ringan dan kaliber menengah yang dapat diinstal pada kendaraan tempur darat, laut dan platform berbasis tempur udara. Senjata ini biasanya digunakaan pada kendaraan militer modern, karena memungkinkan penembak untuk tetap dalam perlindungan relatif kendaraan. Besar kecilnya *RCWS* yang digunakan tergantung pada kebutuhan pemakaian. Semakin besar kaliber peluru, maka semakin besar pula ukuran target yang dapat ditembak.

Berdasarkan latar belakang yang telah diuraikan sebelumnya, permasalahan yang akan dibahas dalam penelitian ini adalah.

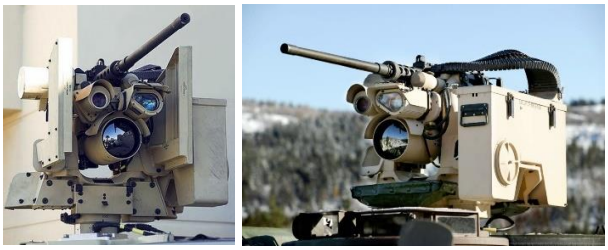
a. Bagaimana men*desain rangka RCWS 12,7 mm* pada alternatif 1.0 dan 2.0 ?
b. Bagaimana men*desain* komponen standart secara detail pada alternatif 1.0 dan 2.0 ?
c. Bagaimana menganalisa kekuatan konstruksi rangka dan cradle beserta komponen kritis berdasarkan analisa *quasi-static* statik menggunakan *software ANSYS 17.0*?

Permasalahan yang akan dibahas dalam penelitian ini dibatasi sebagai berikut:

a. Perancangan desain menggunakan software *CAD solidwork 2016.*
b. Simulasi *quasi-statis* pada kekuatan konstruksi meng*gun*akan software *ANSYS 17.0*.
c. Pembahasan ada pada perhitungan statis beserta elemen mesin dan *software ANSYS 17.0*. Dimana hasil benda kerja tidak dibahas
d. Komponen yang dianalisa *rangka 1.0, rangka 2.0 dan cradle* karena lebih diutamakan keamananya.
e. Material rangka yang digunakan aluminium.
f. Jenis keling dan baut yang dipakai dianggap fix dan aman.
g. Perhitungan terhadap gaya dan getaran yang terjadi pada mesin diabaikan
h. Usia bearing yang dihitung hanya pada 1 tumpuan bearing pada cradle (*elevasi*) dan rangka (*azimuth*).
i. Tumpuan bearing lainnya diabaikan.
j. Metode las yang direncanakan sudah dianggap aman.
k. Pengujian kekuatan metode elemen hingga dipakai gaya tembakan maksimum pada *RCWS caliber 12,7 mm*

TINJAUAN PUSTAKA

Senjata adalah suatu alat yang digunakan untuk melukai, membunuh, atau menghancurkan suatu benda. Senjata dapat digunakan untuk menyerang maupun untuk mempertahankan diri, dan juga untuk mengancam dan melindungi. Apapun yang dapat digunakan untuk merusak (bahkan psikologi dan tubuh manusia) dapat dikatakan senjata. Senjata bisa sederhana seperti pentungan atau kompleks seperti peluru kendali balistik (*wikipedia.org*).



Gambar 1. *M153 Protector RCWS*
(Sumber : kongsbreg,2013)

Teknologi senjata *RCWS* bisa mengurangi resiko personil militer jadi korban serangan saat berperang, senjata ini bisa membuat mereka tetap mengendalikan senjatanya dari tempat yang lebih aman di dalam kendaraan. Maka dalam merancang $RCWS$, dimana jumlah komponen sangat banyak. Namun secara garis besar tersusun atas empat komponen utama, yaitu : Rangka, Cradle, Bodi, Senapan, Kotak Munisi, Kamera dan elektrik beserrta intrumennya.

Kebutuhan dalam Penelitian ini untuk merancang konstruksi rangka dan cradle dengan akselerasi kekuatan dan keamanan. Dari penelitian yang ada, PT. Pindad (Persero) adalah perusahaan industri dan manufaktur yang bergerak dalam pembuatan produk militer dan komersial di Indonesia. Teknologi *RCWS* saat ini masih berupa wujud rangka dan cradle dengan spesifikasi material AISI 4340.



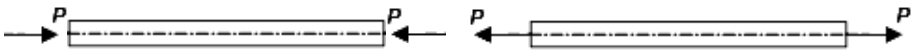
Gambar 2. (1) Rangka tampak Belakang, (2) Rangka tampak atas,
(3) Rangka tampak isometri, (4) Dudukan pada rangka

Rangka terbuat dari aluminum yang dirancang mampu untuk menahan sebagian besar beban yang ada dalam senjata *RCWS*. Fungsi utama dari rangka adalah :

1. Bagian rangka untuk mendukung gaya berat dari senjata *RCWS*.
2. Bagian rangka untuk menahan torsi dari motor, kopling sentrifugal, aksi percepatan dan perlambatan, dan juga untuk menahan gaya torsi ketika menembak.
3. Untuk menahan getaran ketika menembak.

Pembebanan pada elemen mesin adalah beban (gaya) aksial, gaya geser murni, torsi dan bending. Setiap gaya menghasilkan tegangan pada elemen mesin, dan juga deformasi, artinya perubahan bentuk. Di sini hanya ada 2 jenis tegangan: normal dan geser. Gaya aksial menghasilkan tegangan normal. Torsi dan geser murni, menghasilkan tegangan geser, dan bending menghasilkan tegangan normal dan geser.

Balok pada Gambar 2.5 dibebani tarik sepanjang axis oleh gaya ***P*** pada tiap ujungnya. Balok ini mempunyai penampang yang seragam (uniform), dan luas penampang ***A*** yang konstan.



(a) (b)

Gambar 3. gaya aksial pada balok

Tegangan, dua gaya *P* menghasilkan beban tarik sepanjang axis balok, menghasilkan tegangan normal tarik σ sebesar :

$$\sigma = \frac{P}{A} \qquad (2\text{-}1)$$

Regangan, gaya aksial pada Gambar 2.5 juga menghasilkan regangan aksial □

$$\varepsilon = \frac{\delta}{L} \qquad (2\text{-}2)$$

dengan δ adalah pertambahan panjang (deformasi) dan *L* adalah panjang balok.

Dalam suatu rekayasa teknik, merupakan hal yang sangat penting untuk menentukan batasan tegangan yang menyebabkan kegagalan material tersebut. Untuk material yang ulet*(ductile)*, kegagalan biasanya ditandai dengan terjadinya luluh*(yielding)* dan jika material getas *(brittle)*, di tandai dengan terjadinya patahan [fracture adalah menentukan tegangan utama*(principal stress)* dan tegangan geser*(shear stress)]*

Definisi umum faktor keamanan adalah rasio antara tegangan maksimum (maximum stress) dengan tegangan kerja (working stress), secara matematis ditulis:

$$Faktor\ keamanan = \frac{Maximum\ stress}{Working\ atau\ design\ stress}$$

Untuk material yang ulet seperti baja karbon rendah, faktor keamanan didasarkan pada yield point stress (tegangan titik luluh);

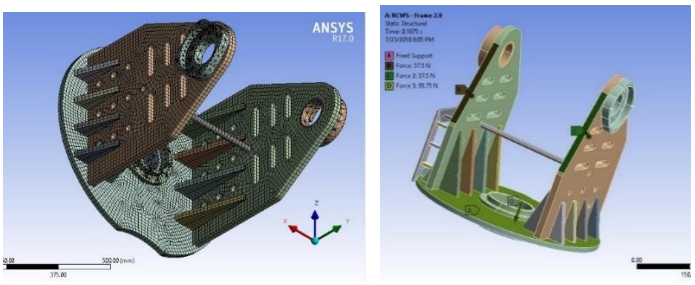
$$Faktor\ keamanan = \frac{Yield\ poin\ stress}{Working\ atau\ design\ stress}$$

Untuk material yang getas seperti besi cor, faktor keamanan didasarkan pada ultimate stress (kekuatan tarik);

$$Faktor\ keamanan = \frac{Ultimate\ stress}{Working\ atau\ design\ stress}$$

Hubungan ini bisa juga digunakan untuk material yang ulet. Catatan : rumus di atas untuk faktor keamanan pada **beban statis**.

Metode elemen hingga (*Finite element methode)* adalah sebuah metode penyelesaian permasalahan teknik yang menggunakan pendekatan dengan membagi-bagi (diskretisasi) benda yang akan dianalisa kedalam bentuk elemen-elemen yang berhingga yang saling berkaitan satu sama lain. Permasalahan teknik biasanya mendekati dengan sebuah model matematik yang berbentuk persamaan *differential*. Setiap model matematik tersebut memiliki persamaan-persamaan matematik lainnya yang ditentukan berdasarkan asumsi dan kondisi aktual yang disebut kondisi batas (*boundary condition).*



(a) (b)

Gambar 4. Software *ANSYS 17.0* pada tampilan *structural static*
(a) Hasil Meshing, (b) Hasil *Boundary condition*

METODE

- *RCWS* drive in traverse and elevation : *electrical*
  - Elevation : -10 °s.d. +60°
  - Azimuth/Rotation : 360°
  - Operation : *Automatic and Manually*

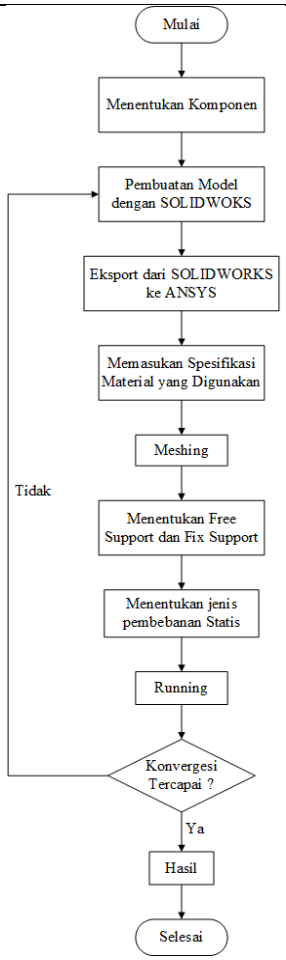
- Senapan Mesin Berat (SMB)-1.
  - Caliber : 12.7 mm
  - Weapon weight : 9,84 kg
  - Weapon length :1626 mm
  - Rifling : 8 grooves. rh. 1 turn in 381mm

- Maximum range of firing:
  - Against aerial targets :~ 1,500 *m*
  - Against ground targets : ~ 2,000 m

- Recoilling Force : 1140 N
- Kecepatan max azimuth : 30 rpm
- Kecepatan max elevasi : 25 rpm

- Aplikasi RCWS 12.7 mm
  - Panser Anoa 6x6
  - Kendaraan Taktis Komodo 4x4

(Sumber : User, 2015)



ISBN 978-602-98569-1-0

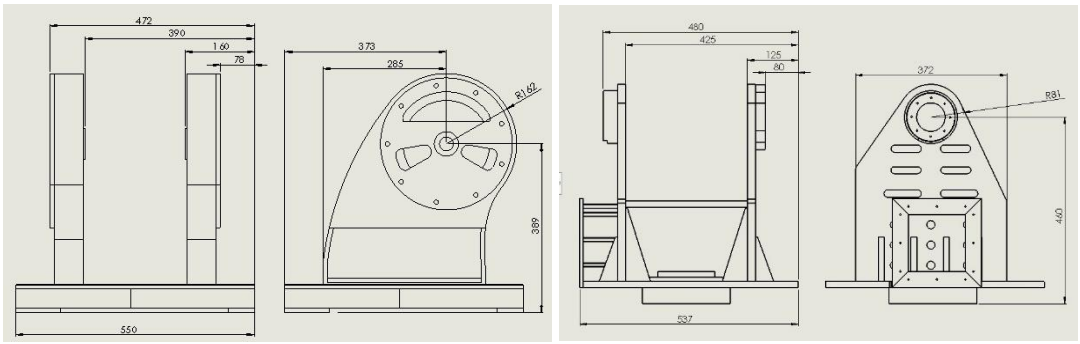
***Gambar 5** Diagram Alir Penelitian Secara Umum*

HASIL DAN PEMBAHASAN

Dalam perencanaan desain rangka *RCWS kaliber 12.,7 mm alternative 1.0 dan 2.0* dilakukan pemodelan desain dengan *software solidworks 2016*.



***Gambar 6.** Senjata RCWS diinstal pada Hexapod*



(a) ***(b)***

***Gambar 7.** Desain Bagian rangka*
(a) Alternatif Desain Rangka 1.0 (b) Desain Rangka Alternatif 2.0

a. Analias Titik Berat

Untuk menentukan titik berat suatu benda menggunakan rumus sebagai berikut :

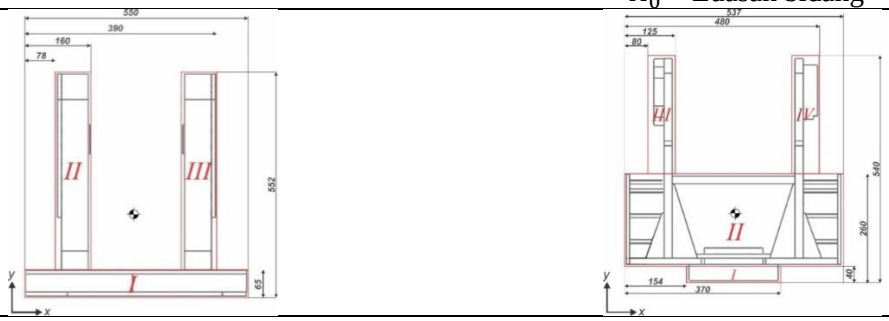
Untuk sumbu X ;

$$X_o = \frac{\sum A_n X_n}{\sum A_n}$$

Untuk sumbu Z ;

$$Y_o = \frac{\sum A_n Y_n}{\sum A_n}$$

Dimana :
X_0 =Absis (*mm*)
Y_0 =Ordinat (*mm*)
A_0 =Luasan bidang (*mm*^{2})



(a)	***(b)***

Gambar 8 Titik berat pada *Rangka*
(a) Alternative 1.0 dan (b) Alternative 1.0

Dimensi Bidang I sama dengan Bidang II,
Maka nilai X_0 dan Y_0 pada ***Rangka 1.0*** adalah

$$X_o = \frac{A_1X_1 + A_2X_2 + A_3X_3}{A_1 + A_2 + A_3}$$

$$X_o = \frac{35750.275 + 39934.119 + 39934.34}{35750 + 39934 + 39934}$$

$$X_o = \frac{981750 + 7946866 + 13936966}{115618}$$

$$\boldsymbol{X_o = 120,54\ mm}$$

$$Y_o = \frac{A_1Y_1 + A_2Y_2 + A_3Y_3}{A_1 + A_2 + A_3}$$

$$Y_o = \frac{35750.32,5 + 39934.243,5 + 39934.2}{35750 + 39934 + 39934}$$

$$Y_o = \frac{1161875 + 9723929 + 9723929}{115618}$$

$$\boldsymbol{Y_o = 178,26\ mm}$$

Dimensi Bidang III sama dengan Bidang IV,
Maka nilai X_0 dan Y_0 pada seluruh bidang ***Rangka 2.0*** adalah

$$X_o = \frac{A_1X_1 + A_2X_2 + A_3X_3 + A_4X_4}{A_1 + A_2 + A_3 + A_4}$$

$$X_o = \frac{8640.262 + 118140.119 + 126000.102,5 + 126000}{8640 + 118140 + 126000 + 126000}$$

$$X_o = \frac{2263680 + 14058660 + 12915000 + 57645000}{252000}$$

$$\boldsymbol{X_o = 167,27\ mm}$$

$$Y_o = \frac{A_1Y_1 + A_2Y_2 + A_3Y_3 + A_4Y_4}{A_1 + A_2 + A_3 + A_4}$$

$$Y_o = \frac{8640.20 + 118140.150 + 126000.400 + 126000.40}{8640 + 118140 + 126000 + 126000}$$

$$Y_o = \frac{172800 + 17721000 + 50400000 + 50400000}{252000}$$

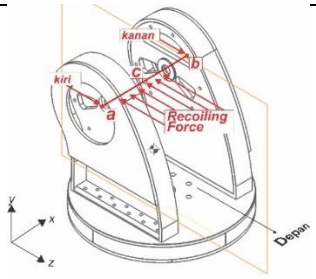
$$\boldsymbol{Y_o = 344,7\ mm}$$

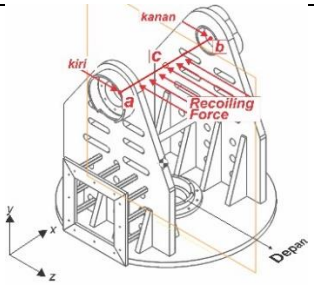
b. Analias Perhitungan Statis

Pada analisis dari beban statis, berikut penunjang data teknis adalah :

- Material = Alumunium alloy 2014-T6
- Rangka 1.0 (W_{R1}) = 28,8 *kg*
- Rangka 2.0 (W_{R2}) = 30,4 *kg*
- Cradle (W_C) = 8,5 *kg*
- Laras (W_L) = 9,8 *kg*
- Percepatan grafitasi, g = 9,80665 m/s^2

Dalam perhitungan defleksi ini, digunakan beban yang menimbulkan momen lenturan terbesan dimana diketahui *recoiling force* yang terjadi sebesar *1140 N* dan defleksi yang diijinkan, $y_a = 0,05\ m$





(a) ***(b)***

Gambar 9 *(a) DBB Rangka 1.0 di sumbu z (b) DBB Rangka 2.0 di sumbu z*

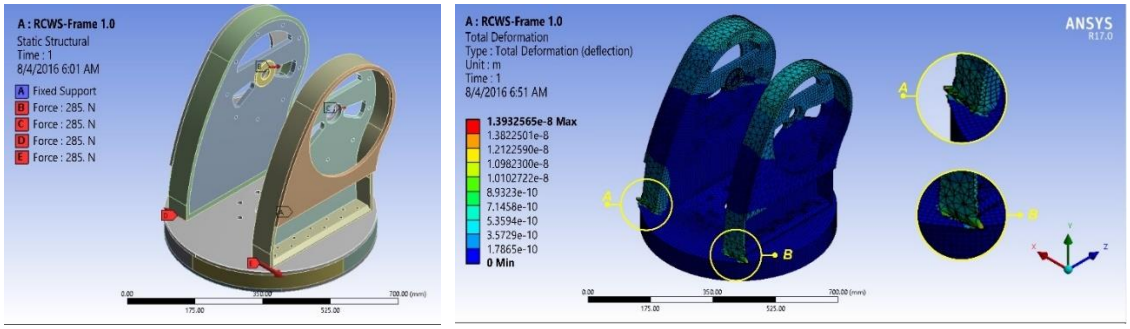
$$\delta_{max} = \frac{Recoilling\ Force\ .A'}{48\ .\ E.I}$$

$$\delta_{max} = \frac{Recoilling\ Force\ .A'}{48\ .\ E.I}$$

(Timoshenko, 1997)	*(Timoshenko, 1997)*
dimana :	dimana :
$Recoilling\ Force = 1140\ N$	$Recoilling\ Force = 1140\ N$
$W_{R1} = 28{,}8\ kg$	$W_{R2} = 30{,}4\ kg$
$A' = 115618\ mm^2 \approx 0{,}11\ m^2$	$A' = 252000\ mm^2 \approx 0{,}25\ m^2$
$E\ (Modulus\ Young) pada\ aluminium = 7.10^{10}\ N/m^2$	$E\ (Modulus\ Young)\ pada\ aluminium = 7.10^{10}\ N/m^2$
$I = \frac{1}{12}.(W_{R1}).(A')^2$	$I = \frac{1}{12}.(W_{R2}).(A')^2$
$I = \frac{1}{12}.28{,}8.(0{,}11)^2 = 0{,}029\ kgm^2$	$I = \frac{1}{12}.30{,}4.(0{,}25)^2 = 0{,}158\ kgm^2$
$\delta_{max} = \frac{1140.0{,}11^2}{48.7.10^{10}.0{,}029}$	$\delta_{max} = \frac{1140.0{,}25^2}{48.7.10^{10}.0{,}158}$
$\delta_{max} = 1{,}41.10^{-8}\ m \leq y_a$ (**Aman**)	$\delta_{max} = 1{,}3.10^{-8}\ m \leq y_a$ (**Aman**)

c. Hasil Analisa Simulasi Metode Elmen Hingga

Hasil meshing dari rangka 1.0 dengan sizing 10 mm didapatkan kerapatan dengan rata-rata 1,16 mm. *Hasil Boundary condition* terdiri dari *fix dan free support*. Untuk *rangka 1.0* menggunakan *cylinder support* dan *free support* terdapat gaya ke arah sumbu Z sejumlah 1140 N.

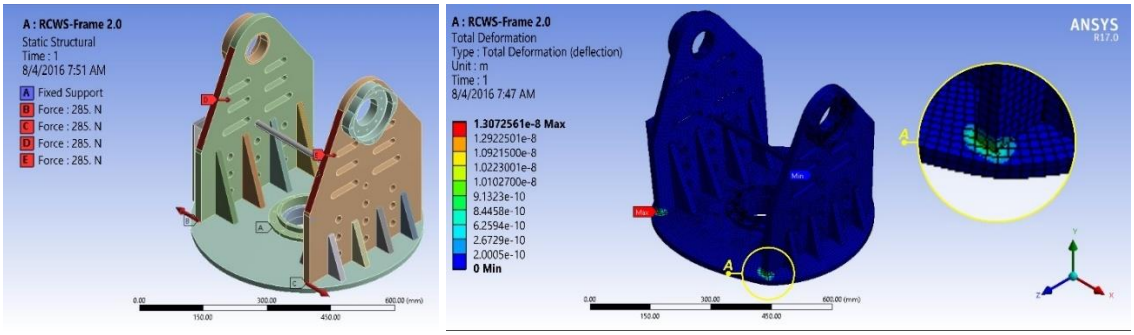


(a) ***(b)***

Gambar 10 ***(a)*** Hasil *Boundary Condition* pada rangka 1.0
(b) Hasil *total deformation (deflection)* pada rangka 1.0

Dari hasil analisa didapatkan defleksi maksimum yang terjadi sebesar *1,393265x10^{-8}.m* dan hasil verifikasi perhitungan teoritis defleksi maksimum sebesar *1,41x10^{-8} m.* Jadi dapat disimpulkan bahwa *ranga 1.0* dianggap aman karena harga dari defleksi yang diijinkan sebersar *0,05 m.*

Hasil meshing dari rangka 2.0 dengan sizing 10 mm didapatkan kerapatan dengan rata-rata 1,57 mm. *Hasil Boundary condition* terdiri dari *fix dan free support*. Untuk *rangka 2.0* menggunakan *cylinder support* dan *free support* terdapat gaya ke arah sumbu Z sebesar 1140 N.



(a) ***(b)***

Gambar 11 (a) Hasil *Boundary Condition* pada rangka 2.0
(b) Hasil *total deformation (deflection)* pada rangka 2.0

Dari hasil analisa didapatkan defleksi maksimum yang terjadi sebesar $1{,}3072561x10^{-8}.m$ dan hasil verifikasi perhitungan teoritis defleksi maksimum sebesar $1{,}3x10^{-8}$ *m.* Jadi dapat disimpulkan bahwa *ranga 1.0* dianggap aman karena harga dari defleksi yang diijinkan sebersar *0,05 m.*

KESIMPULAN

Dari analisa perancangan rangka pada *RCWS caliber 12,7 mm alternative 1.0 dan 2.0* menghasilkan analisa numerik metode elemen hingga dengan harga defleksi yang diijinkan yaitu *0,05 m* pada rangka 1.0 didapatkan defleksi maksimum $1{,}393265x10^{-8}$ *m.* pada rangka 2.0 didapatkan defleksi maksimum $1{,}30725x10^{-8}$ *m.*

DAFTAR PUSTAKA

[1] Sato, G. Takeshi, N. Sugiharto Hartanto. 1981. ***"Menggambar Mesin Menurut Standart ISO"***. PT. Pradnya Paramita : Jakarta.
[2] Deutscman, michels, wilson. 1975. "***Machine Design***". Macmillan Co,Inc.
[3] Hibbeler, R.C. 2001. "***Engineering Mechanics, statics***". Prentice-Hall : Upper Saddle River.
[4] J. C. Juang, C. F. Lin, and M. S. Mattice. 1992. "***A Nonlinear Controller for the Gun Turret System***," Proc. of ACC, pp. 424-428.
[5] Popov, E.P. ***"Mekanika Teknik (Mechanics Of Materials)"***. Terjemahan Zainul Astamar. Penerbit Erlangga. Jakarta. 1984.
[6] Shigly, Joseph Edward. ***"Mechanical Engineering Design"***. Fifth Edition. McGraw-Hill Book Co. Singapore. 1989.
[7] Sularso. MSME. Ir, Kiyokatsu Suga. 1997. ***"Dasar Perencanaan dan Pemilihan Elemen mesin"***. PT. Pradnya Paramita : Jakarta.
[8] Kalpakjian, Serope., Schmid,Steven R. 2009. "***Manufacturing engineering and technology***". Norte Dame.