

## **ANALISIS KARAKTERISTIK BAHAN LENGAN RCWS (*REMOTE CONTROL WEAPON SYSTEM*) PADA ROBOT TEMPUR KOTA TERHADAP SUDUT PENEMBAKAN**

**Latif Nur Khasan<sup>1</sup>, Mardjuki<sup>2\*</sup>, Dedy Pradigdo<sup>1</sup>**

<sup>1</sup>Jurusan Teknik Otoranpur, Poltekad

<sup>2</sup>Jurusan Teknik Mesin, Fakultas Teknik, Universitas Merdeka Malang

\*Email *corresponding author*: mardjuki@unmer.ac.id

### **Abstrak**

Robot tempur kota merupakan alat yang digunakan untuk pertempuran kota, senjata utama yang digunakan ialah senapan SS2 V1, senapan itu sendiri ditopang dan digerakan oleh lengan yang terbagi 2 yaitu lengan 1 dan lengan 2 mampu bergerak secara elevasi. Bahan lengan yang digunakan ialah aluminium paduan, bahan tersebut diharapkan mampu menahan beban dari gaya yang terjadi terutama ketika terjadi penembakan, untuk itu diperlukan suatu pengujian agar mengetahui karakteristik dari bahan lengan Rcws. Setelah dilaksanakan pengambilan data gaya terberat yang terjadi pada lengan 1 ialah 66,725 N pada sudut 60<sup>0</sup> dan pada lengan 2 ialah 169,602 N pada sudut 20<sup>0</sup>, bahan lengan yang digunakan ialah aluminium alloy seri 5083 mempunyai kandungan aluminium (Al) 94,978% dan unsur utama paduan magnesium sebesar 4,297% mempunyai sifat keuletan yang baik serta nilai kekerasan sebesar 23 HR<sub>B</sub>, harga impact sebesar 1,396 joule/mm<sup>2</sup>, kemudian untuk tegangan maksimal dari aluminium 5083 ialah 13,815 kgf/mm<sup>2</sup> dengan tegangan titik putus 11,41 kgf/mm<sup>2</sup> dan tegangan luluh sebesar 11,712 kgf/mm<sup>2</sup>. Pada saat uji penembakan, lengan dapat menerima beban terberat dari sudut yang ditentukan yaitu sudut 60<sup>0</sup> dan sudut 20<sup>0</sup>, dan kekuatan baut dengan tegangan yang diijinkan 10 N/mm<sup>2</sup> masih mampu menerimat tegangan yang terjadi yaitu 0,587 N/mm<sup>2</sup>, sehingga aluminium alloy seri 5083 cocok digunakan untuk bahan pembuatan lengan RCWS robot tempur kota.

**Kata Kunci** : *Lengan, Aluminium, Pengujian bahan.*

### **Abstract**

*City combat robot is a tool used for city battles, the main weapon used is the SS2 V1 rifle, the rifle itself is supported and moved by the arm which is divided into 2 arms 1 and arm 2 is able to move in elevation. Arm material used is aluminum alloy, The material is expected to be able to withstand the load from the force that occurs especially when shooting occurs, for that we need a test to determine the characteristics of the Rcws arm material. After taking the data, the heaviest force that occurs in arm 1 is 66.725 N at an angle of 60<sup>0</sup> and in arm 2 is 169.602 N at an angle of 20<sup>0</sup>, the arm material used is the aluminum alloy series 5083 which has an aluminum content (Al) 94.978% and the main element is magnesium alloy 4.297% have good tenacity and hardness value of 23 HRB, impact price of 1.396 joules / mm<sup>2</sup>, then for maximum stress of aluminum 5083 is 13.815 kgf / mm<sup>2</sup> with breaking point voltage of 11.41 kgf / mm<sup>2</sup> and yield stress of 11.712 kgf / mm<sup>2</sup>. At the time of the firing test, the arm can accept the heaviest load from the specified angle that is the angle of 60<sup>0</sup> and the angle of 20<sup>0</sup>, and the strength of the bolt with the allowable stress of 10 N / mm<sup>2</sup> is still able to accept the deviation of 0.587 N / mm<sup>2</sup>, so that the aluminum alloy series 5083 suitable for making RCWS city robot combat arm material.*

**Keywords** : *Arms, Aluminum, Material Testing*

## **PENDAHULUAN**

### **Latar Belakang**

Seiring perkembangan ilmu pengetahuan yang semakin canggih dibidang teknologi, mulai berkembang berbagai alat maupun perangkat yang memudahkan manusia, salah satu karya dibidang teknologi saat ini yang berada di kehidupan sehari-hari ialah robot. Oleh sebab itu dimilitar pun sudah memulai penggunaan tenaga robot. Dalam perkembangannya dapat diterapkan untuk membuat alat atau mesin yang mempunyai kemampuan mengikuti kegiatan militer. Untuk itu dibuatlah robot tempur yang diperuntukan khusus untuk pertempuran perkotaan dilengkapi dengan sebuah lengan penggerak sebagai pengatur pergerakan dan kedudukan senjata.

Lengan robot merupakan komponen yang vital dari robot tempur kota, pada saat penembakan berlangsung lengan harus dapat menahan beban senjata dan recoil senjata, selain itu penembakan akan divariasikan dengan sudut tembak yang berbeda, oleh karena itu diperlukan bahan yang sesuai agar lengan robot tetap kuat saat menerima beban yang diterima.

Pemilihan bahan sangat berpengaruh pada fungsi kerja lengan, apabila bahan tidak sesuai akan mempengaruhi fungsi kerja lengan yaitu pada saat penembakan terjadi dapat terjadi kerusakan diakibatkan gaya dari

senjata, sehingga penembakan gagal dilakukan.

Berdasarkan permasalahan di atas maka diambil Tugas Akhir yang berjudul **"ANALISIS KARAKTERISTIK BAHAN LENGAN RCWS ROBOT TEMPUR KOTA TERHADAP VARIASI SUDUT PENEMBAKAN"**, untuk memastikan lengan tersebut kuat menopang senjata pada saat penembakan.

### **Rumusan Masalah.**

Adapun perumusan masalah yang timbul dalam perumusan ini yaitu :

Bagaimana karakteristik dari bahan lengan robot RCWS yang divariasikan pada sudut penembakan dengan kekuatan bahan yang direncanakan?

### **Batasan Masalah.**

Untuk memperjelas ruang lingkup permasalahan yang dibahas, maka penulis perlu adanya batasan-batasan yang tidak diuraikan dalam penelitian, antara lain :

1. Menganalisa material bahan yang digunakan pada konstruksi lengan dengan cara :
  - a. Uji komposisi bahan lengan.
  - b. Uji impak bahan lengan.
  - c. Uji kekerasan bahan lengan.
  - d. Uji tarik bahan lengan.
2. Menganalisa tiap gaya yang terjadi pada setiap pergerakan sudut lengan.

3. Analisa kekuatan baut.

**Tujuan Penelitian.**

Mengacu pada permasalahan di atas, tujuan yang ingin dicapai dalam penyusunan tugas akhir ini adalah :

Mengetahui bagaimana karakteristik dari bahan lengan robot RCWS yang divariasikan pada sudut penembakan dengan kekuatan bahan yang direncanakan

**Manfaat Penelitian.**

Manfaat dari penelitian ini adalah sebagai berikut :

1. Agar siswa mengetahui kekuatan bahan yang digunakan untuk lengan tersebut.
2. Agar menghasilkan lengan yang kuat terhadap beban yang diterima.
3. Dapat menganalisis kekuatan lengan secara teliti.

**STUDI PUSTAKA**

Dalam menganalisa karakteristik bahan yang digunakan untuk lengan RCWS pada robot tempur kota dilakukan perhitungan gaya yang terjadi terhadap lengan tersebut kemudian dilakukan pemilihan bahan yang sesuai dengan keperluan lengan tersebut, setelah ditentukan bahan dari lengan diperlukan beberapa pengujian karakteristik bahan yang digunakan, nantinya bahan tersebut akan diuji kekuatannya ketika menerima beban dari beberapa sudut yang ditentukan.

**Gaya dan Reaksi Gaya Pada Lengan.**

Gaya adalah penyebab pergerakan atau perubahan bentuk pada suatu benda berupa tarikan atau dorongan,

$$N = m \cdot g(N) \dots \dots \dots (1)$$

(Sumber: Sears Zemansky, 1982)

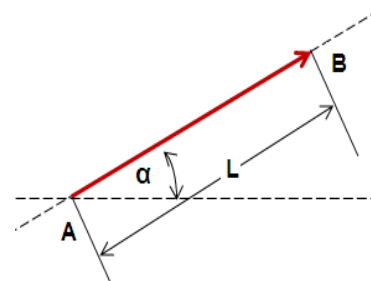
Dimana:

N = Gaya Normal (N)

m = Massa (kg)

g = Percepatan gravitasi (m/detik<sup>2</sup>)

Arah gaya ditentukan oleh garis aksi (garis kerja), dan tujuan gaya, garis kerja ini garis lurus yang tak terbatas dan dimana gaya tersebut bekerja, membentuk sudut terhadap suatu axis (sumbu) tetap



Gambar 2.1. Arah Gaya.

(Statika, TEDC Bandung, hal 3)

Keterangan :

A = Titik tangkap gaya.

B = Arah gaya.

AB = Garis kerja gaya.

L = Besar gaya.

Gaya dapat diuraikan menjadi komponen vertikal dan horizontal atau mengikuti sumbu x dan y, sehingga digunakan persamaan sebagai berikut:

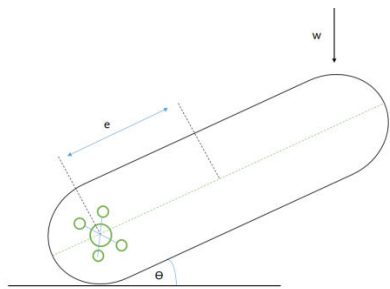
$$F_x = F \cos \theta \dots\dots\dots(2)$$

$$F_y = F \sin \theta \dots\dots\dots(3)$$

(Sumber: Sears Zemansky, 1982)

**Analisa kekuatan baut.**

Baut adalah alat sambung dengan batang bulat dan berulir, salah satu ujungnya dibentuk kepala baut ( umumnya bentuk kepala segi enam ) dan ujung lainnya dipasang mur/pengunci.



Gambar 2.4. Baut pada lengan.

1. Momen puntir pada baut (*M*).

$$M = W_{Total} \times e \text{ (Nmm)} \dots\dots\dots(11)$$

(R.S. Khurmi, *Machine Design*, 2005)

Dimana :

*M* = Momen baut (Nmm)

*W<sub>Total</sub>* = Beban total lengan (N)

*e* = Jarak pusat poros ke titik berat (mm)

2. Beban geser yang terjadi tiap-tiap baut (*W<sub>s</sub>*).

$$W_s = \frac{W_{Total}}{n} \text{ (N)} \dots\dots\dots(12)$$

(R.S. Khurmi, *Machine Design*, 2005)

Dimana :

*W<sub>s</sub>* = Beban geser yang terjadi pada baut (N)

*W<sub>Total</sub>* = Beban total lengan (N)

*n* = Jumlah baut

3. Gaya geser maksimal pada baut (*F*).

$$F = \sqrt{(W_{s1})^2 + (W_{s2})^2 + 2W_{s1} \times W_{s2} \times \cos \theta} \text{ (N)} \dots\dots(13)$$

Dimana :

*W<sub>s1</sub>* = Beban geser utama baut secara vertikal (N)

*W<sub>s2</sub>* = Beban geser kedua baut (N)

*θ* = Sudut arah gaya pada tiap-tiap baut (°)

4. Tegangan kerja (*τ*).

$$\tau = \frac{F}{A} \left( \frac{N}{mm^2} \right) = \frac{F}{\frac{\pi}{4} \cdot d^2} \text{ N/mm}^2 \dots\dots\dots(14)$$

Dimana :

*F* = Gaya pada tiap-tiap baut (N)

*A* = Luas penampang baut (m<sup>2</sup>)

*d* = Diameter baut (mm)

5. Tegangan yang di izinkan (*τ<sub>i</sub>*).

$$\tau_i = \frac{\sigma_B}{(sf_1 \times sf_2)} \text{ (N/mm}^2) \dots\dots\dots(15)$$

(Sularso, 1985)

Dimana:

*τ<sub>i</sub>* = Tegangan yang diizinkan (N/mm<sup>2</sup>)

Sf<sub>1</sub> = Faktor keamanan satu 6

( umum )

Sf<sub>2</sub> = Faktor keamanan dua 1

( umum )

### **Aluminium alloy.**

Aluminium adalah logam yang memiliki kekuatan yang relatif rendah dan lunak. Aluminium merupakan logam yang ringan dan memiliki ketahanan korosi yang baik, hantaran listrik yang baik dan sifat-sifat lainnya.

Aluminium paduan merupakan material berbasis aluminium kemudian ditambah dengan elemen paduan.

### **Uji komposisi kimia.**

Uji komposisi merupakan pengujian yang diperuntukan untuk mengetahui seberapa besar jumlah kandungan yang terdapat pada suatu logam *ferro* maupun *non ferro* dengan menggunakan mesin yang disebut *spectrometer*, uji komposisi biasa dilakukan pada saat memulai suatu penelitian dari suatu benda uji, pada penelitian lengan *rcws* bahan yang digunakan ialah *aluminium alloy*, pada dasarnya memiliki kandungan unsur-unsur yang berbeda didalamnya, untuk pelaksanaannya menggunakan *spectrometer* jenis *x-ray fluorescence (XRF)*.

### **Uji Kekerasan.**

Kekerasan adalah suatu sifat mekanik dari suatu material, kekerasan suatu material perlu diketahui terlebih pada penggunaan material yang mengalami gesekan dan deformasi plastis.

Pada penelitian lengan RCWS uji kekerasan dilakukan menggunakan metode rockwell karena metode ini mempunyai sifat yaitu sederhana, cepat, lebih sedikit koreksi hasil yang terjadi dan mengurangi kerusakan benda uji karena hanya sedikit penekanan yang diperlukan, pengujian dilakukan dengan metode Rockwell B yang mana beban pendahulu (minor) sebesar 10 kg dan beban utama (mayor) sebesar 100 kg dengan waktu penetrasi selama 5 detik, indentor yang digunakan ialah 1/16" ball

No	Standart AA	Keterangan
1	1001	Al murni 99,5% atau di atasnya
2	1100	Al murni 99,0 % atau di atasnya
3	2xxx	Cu merupakan unsur paduan utama
4	3xxx	Mn merupakan unsur paduan utama
5	4xxx	Si merupakan unsur paduan utama
6	5xxx	Mg merupakan unsur paduan utama
7	6xxx	Mg2Si merupakan unsur paduan utama
8	7xxx	Zn merupakan unsur paduan utama

### **Uji Impak.**

Untuk menentukan sifat perpatahan suatu logam, keuletan maupun kegetasannya,

dapat dilakukan suatu pengujian yang dinamakan dengan uji impact.

Metode *Charpy*, sampel uji memiliki dimensi ukuran yaitu 10x10x55 mm. Dengan posisi takik (notch) berada di tengah, kedalaman takik 2 mm dari permukaan benda uji, dan sudut takik 45 derajat. Bentuk takik berupa huruf U, V, key hole (seperti lubang kecil).

1. Energi gesekan tanpa spesimen uji.

$$E_f = m \cdot g \cdot R (\cos \beta_o - \cos \alpha_o) \dots (11)$$

(Sumber : Pengujian Logam, 2017)

Dimana :

$E_f$  = Energi gesek tanpa spesimen.

$m$  = Massa.

$g$  = Gravitasi.

$R$  = Radius.

2. Energi ideal untuk mematahkan spesimen

$$E_f = m \cdot g \cdot R (\cos \beta_o - \cos \alpha_o) \dots (12)$$

(Sumber : Pengujian Logam, 2017)

Dimana :

$E_f$  = Energi untuk patahkan spesimen.

3. Energi aktual untuk patahkan spesimen uji.

$$E_{ak} = E_a - F_f \dots (13)$$

(Sumber : Pengujian Logam, 2017)

Dimana :

$E_{ak}$  = Energi untuk patahkan material dengan beban.

4. Harga impact.

$$H_1 = \frac{E_{ak}}{h \times l} (\text{joule/mm}^2) \dots (14)$$

(Sumber : Pengujian Logam, 2017)

Dimana :

$H_1$  = Harga impact.

### Uji Tarik Bahan Lengan RCWS.

Pengujian ini merupakan proses pengujian yang biasa dilakukan karena pengujian tarik dapat menunjukkan perilaku bahan selama proses pembebanan.

Tegangan diperoleh dengan membagi gaya tarik dengan luasan penampang mula-mula dari spesimen

$$\sigma = F / A (\text{kg}_f / \text{mm}^2)$$

(Sumber : Surdia Tata, 2000, hal 8)

Dimana :

$F$  = Gaya aksial ( $\text{kg}_f$ )

$A$  = Luas penampang ( $\text{mm}^2$ )

Regangan adalah perbandingan antara pertambahan panjang ( $\Delta L$ ) terhadap panjang mula-mula ( $L$ ),

$$\varepsilon = \Delta L / L_o \dots (16)$$

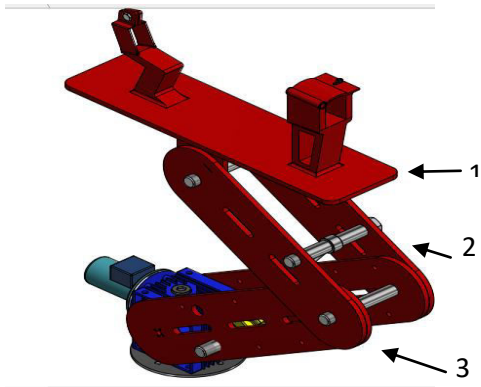
(Sumber : Surdia Tata, 2000, hal 8)

Dimana :

$\Delta L$  = perubahan panjang (mm)

$L$  = panjang awal (mm)

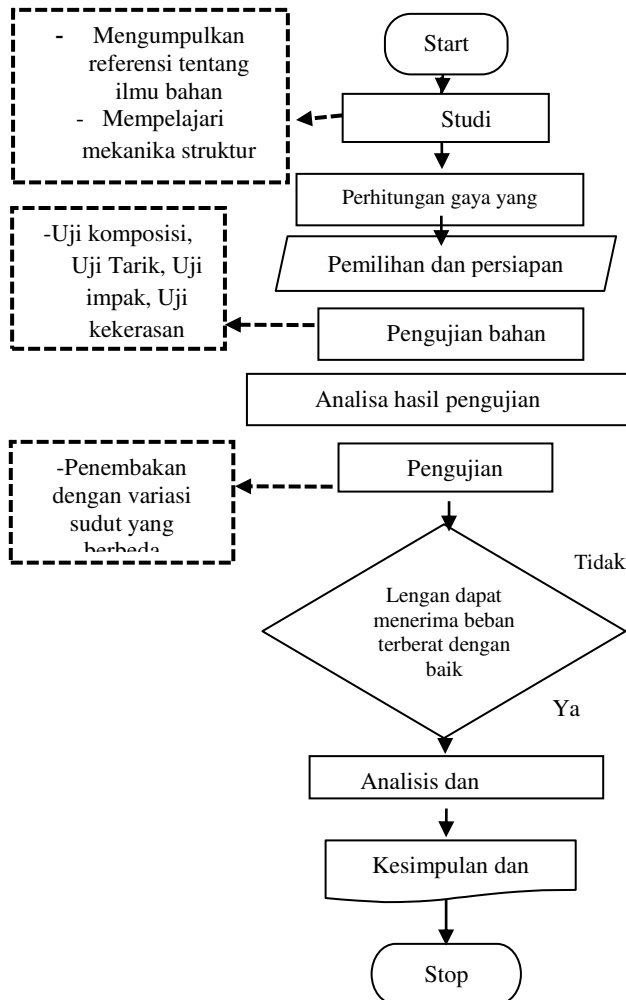
**Alat**



Keterangan :

1. Penyangga senjata.
2. Lengan 1.
3. Lengan 2.

**Diagram Alir.**



**Variabel Penelitian.**

Variabel bebas adalah variabel yang digunakan sebagai data perancangan, diantaranya sebagai berikut :

1. Beban lengan.
2. Bahan lengan.
3. Sudut penembakan.

Variabel Terikat adalah Variabel yang diperoleh dari hasil analisa perhitungan variabel bebasnya. Dalam Rancang bangun ini variabel terikatnya adalah gaya pada lengan.

**Hasil Data Lengan RCWS.**

Berat total beban lengan 1.

Berat senjata ( $w_1$ ) = 48,02 N

Berat dudukan senjata ( $w_2$ ) = 39,24 N

Recoil penembakan ( $w_3$ ) = 46,2266 N

Beban total lengan 1 ( $w_{t1}$ ) = 133,45 N

**Tabel 4.1. Nilai Gaya Pada Lengan 1.**

No	$\alpha$	COS $\alpha$	F (N)
1	60°	0,5	66,725
2	70°	0,342	45,642
3	80°	0,173	23,173
4	90°	0	0
5	100°	-0,173	-23,173
6	110°	-0,342	-45,642
7	120°	-0,5	-66,725

Beban yang diterima lengan 2.

Total gaya pada lengan 1 = 84,633 N

Berat lengan 1 = 27,46 N

Berat penggerak lengan = 19,62 N

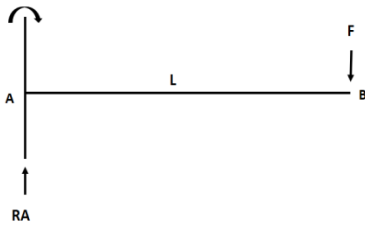
Beban total lengan 2 = 180,487 N

**Tabel.4.2. Nilai Gaya Pada Lengan 2.**

NO	$\alpha$	COS $\alpha$	F (N)
1	20°	0,939	169,602
2	30°	0,866	156,306
3	40°	0,766	138,261
4	50°	0,642	116,015
5	60°	0,5	90,2435
6	70°	0,342	61,73
7	80°	0,173	31,34
8	90°	0	0

Reaksi gaya yang terjadi pada setiap lengan.

1.Reaksi gaya pada lengan 1.



$$\sum F_Y = 0 \rightarrow R_A = F$$

$$R_A = 66,725 \text{ N}$$

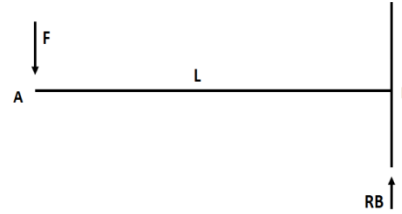
$$\sum M_A = 0$$

$$M_A = F \cdot L$$

$$M_A = 66,725 \text{ N} \cdot 0,48 \text{ m}$$

$$M_A = 32,028 \text{ Nm}$$

2. Reaksi gaya yang terjadi pada lengan 2.



$$\sum F_Y = 0 \rightarrow R_B = F$$

$$R_B = 169,602 \text{ N}$$

$$\sum M_B = 0$$

$$M_B = F \cdot L$$

$$M_B = 169,602 \text{ N} \cdot 0,59 \text{ m}$$

$$M_B = 100,065 \text{ Nm}$$

### Analisa Baut Pada Lengan RCWS Robot Tempur Kota.

1. Gaya total pada lengan(w) = 180,487 N
2. Jarak titik berat dengan pusat poros  
= 29,5 cm
3. Diameter baut  
= 7,3 mm

Diketahui data seperti diatas maka dapat diketahui kekuatan baut yang ada pada lengan RCWS.

- a. Momen puntir pada baut lengan RCWS.

$$M = W_{\text{total}} \times e \text{ (Nmm)}$$

$$= 180,487 \text{ N} \times 295 \text{ mm}$$

$$= 53243,665 \text{ Nmm}$$



b. Beban yang terjadi pada baut( $W_s$ )

$$\begin{aligned} W_s &= \frac{W_{total}}{n} \text{ (N)} \\ &= \frac{180,487 \text{ N}}{4} \\ &= 45,122 \text{ N} \end{aligned}$$

c. Gaya geser maksimal pada baut

$$\begin{aligned} (F). \\ F &= \sqrt{(W_s)^2 + 2W_s \times \cos 20^\circ} \text{ (N)} \\ &= \sqrt{(45,122)^2 + 2.45,122 \times \cos 20^\circ} \\ &= 46,052 \text{ N} \end{aligned}$$

d. Tegangan kerja pada baut ( $\tau$ ).

$$\begin{aligned} \tau &= \frac{F}{\frac{\pi d^2}{4}} \left( \frac{\text{N}}{\text{mm}^2} \right) \\ &= \frac{46,052 \text{ N}}{\frac{3,14}{4} \cdot (10 \text{ mm})^2} \\ &= 0,587 \frac{\text{N}}{\text{mm}^2} \end{aligned}$$

e. Tegangan yang diizinkan ( $\tau_i$ ).

$$\begin{aligned} \tau_i &= \frac{\sigma_B}{(sf_1 \times sf_2)} \left( \frac{\text{N}}{\text{mm}^2} \right) \\ &= \frac{60 \text{ N/mm}^2}{(6 \times 1)} \\ &= 10 \text{ N/mm}^2 \end{aligned}$$

Tegangan yang diizinkan ialah 10 N/mm<sup>2</sup> lebih besar dari pada tegangan kerja pada baut 0,587 N/mm<sup>2</sup> sehingga

baut mampu menerima tegangan yang terjadi.

### Pengujian Komposisi Bahan.

NO	Unsur	%
1	Al	94,978
2	Cr	0,46
3	Cu	0,84
4	Fe	0,207
5	Mn	0,360
6	Ni	0,001
7	Si	0,105
8	Ti	0,011
9	Zn	0,071
10	Mg	4,296

Pada tabel 4.3 memperlihatkan bahwa kandungan aluminium (Al) sebesar 94,978%, unsur alloy utama pada paduan ini ialah magnesium (Mg) yaitu sebesar 4,297%. Berdasarkan *ASM Handbook vol 02 non ferrous* tabel 2 tentang aluminium paduan maka dapat diketahui bahwa bahan yang digunakan ialah aluminium alloy seri 5083 sesuai standar AA (*Aluminium Association of America*). Sifat dari aluminium 5083 itu sendiri ialah mempunyai keuletan yang baik, mudah dibentuk dan mempunyai ketahanan korosi yang tinggi.

**Pengujian Kekerasan.**

**Tabel.4.4. Tabel Pengujian Kekerasan Rockwell**

No Pengujian	Harga Kekerasan HR <sub>B</sub>	Rata-rata Kekerasan
1	21,5	
2	23	
3	22,5	23
4	23	
5	24	
6	24	

Jadi untuk harga kekerasan dari bahan aluminium seri 5083 ialah 23 HR<sub>B</sub>.

**Pengujian Kekuatan *Impack*.**

Diketahui data sebagai berikut :

Massa pendulum = 26,2 kg

Gravitasi yang digunakan =

9,81m/detik<sup>2</sup>

Radius lengan Pendulum = 0,75 m

**Tabel.5. Tabel Data Spesimen Uji.**

No	p (mm)	l (mm)	t (mm)	h (mm)	T (C <sup>0</sup> )	A (mm <sup>2</sup> )
1	58	10	10,25	8	25	80
2	58,5	10,5	10,25	8	25	84
3	58	10,35	10,25	8	25	82,8
4	55	10	10	7	25	70
5	55	10	10	7	25	70
6	55	10	10	7	25	70

7	55	10	10	7	25	70
---	----	----	----	---	----	----

**Tabel.6. Tabel Sudut Simpangan.**

No Beban	Sudut Simpangan Dengan Beban		Sudut Simpangan Tanpa Beban	
	Sudut α	Sudut β	Sudut α	Sudut β
1	100	65	100	92
2	100	55		
3	100	68		
4	100	79		
5	100	73		
6	100	70		
7	100	75		

**Perhitungan Energi.**

1. Energi titik A, yaitu nilai energi sebelum pendulum jatuh.

$$E_A = m.g.R.(1 - \text{Cos } \alpha)$$

$$E_A = 26,2 \text{ kg} \cdot 9,81 \text{ m/detik}^2 \cdot 0,75 \text{ m}(1 - \text{cos } 100^0)$$

$$E_A = 226,24 \text{ Joule.}$$

2. Energi titik B, yaitu nilai energi setelah pendulum jatuh.

$$E_{B1} = m.g.R.(1 - \text{Cos } \beta)$$

$$E_{B1} = 26,2 \text{ kg} \cdot 9,81 \text{ m/detik}^2 \cdot 0,75 \text{ m}(1 - \text{cos } 65^0)$$

$$E_{B1} = 111,3 \text{ Joule}$$

3. Energi yang diperlukan untuk mematahkan spesimen uji.

$$E_A - E_{B1} = 226,244 \text{ joule} - 111,3 \text{ Joule}$$

$$= 114,944 \text{ Joule}$$

**Tabel.7. Nilai Energi Untuk Patahkan Spesimen.**

Perhitungan Harga Impak(HI) Atau Impact Strenght(IS).

1. Energi gesekan (*friction*) ( $E_f$ ).

$$E_f = m.g.R.(Cos \beta - Cos \alpha)$$

$$E_f = 26,2 \text{ kg} \cdot 9,81 \text{ m/detik}^2 \cdot 0,75m(Cos 92^0 - Cos 100^0)$$

$$E_f = 192,77.(0,139)$$

$$E_f = 26,75 \text{ Joule}$$

2. Energi ideal ( $E_{id}$ ).

$$E_{id 1} = m.g.R.(Cos \beta_1 - Cos \alpha_1)$$

$$E_{id 1} = 26,2 \text{ kg} \cdot 9,81 \text{ m/detik}^2 \cdot 0,75 m(Cos 65^0 - Cos 100^0)$$

$$E_{id 1} = 192,77.(0,596)$$

$$E_{id 1} = 114,94 \text{ Joule}$$

3. Energi aktual ( $E_{ak}$ ).

$$E_{ak 1} = E_{id 1} - E_f$$

$$E_{ak 1} = 114,94 \text{ joule} - 26,75 \text{ joule}$$

$$E_{ak 1} = 88,19 \text{ Joule}$$

4. Harga Impak (HI).

$$HI_1 = \frac{E_{ak 1}}{A}$$

$$HI_1 = \frac{88,19}{80}$$

$$HI_1 = 1,102 \text{ Joule/mm}^2$$

**Tabel.4.8. Nilai Harga Impak Pada Beban**

NO BEBAN	E <sub>A</sub>	E <sub>B</sub>	ENERGI DIPERLUKAN UNTUK PATAHKAN SPESIMEN
1	226,24 Joule	111,3 Joule	114,944 joule
2		82,2 Joule	144,042 joule
3		120,554 Joule	105,667 joule
4		155,984 Joule	70,255 joule
5		136,407 Joule	89,833 joule
6		126,836 Joule	99,403 joule
7		142,874	83,365 joule

No Beban	E <sub>F</sub> (Joule)	E <sub>id</sub> (Joule)	E <sub>ak</sub> (Joule)	Harga Impak (joule/mm <sup>2</sup> )
1	26,75	114,94	88,19	1,102
2		144,04	117,289	1,396
3		105,685	78,935	0,956
4		70,255	43,509	0,621
5		89,833	63,086	0,901
6		99,4	72,657	1,037
7		83,365	56,619	0,808

Sifat ketangguhan pada material aluminium 5083, diperoleh harga impak terbesar ialah 1,396 joule/mm<sup>2</sup>, yaitu setiap 1 mm<sup>2</sup> mampu menahan energi sebesar 1,396 joule.

**Pengujian Tarik Bahan Lengan.**

Pengujian dilakukan untuk mengetahui nilai dari tegangan tarik maksimal dari bahan aluminium 5083 dan mengetahui titik putus dari bahan tersebut.

**Tabel.4.9. Hasil Pengujian Tarik.**

No	Lo (mm)	Bo (mm)	To (mm)	Lf (mm)	Bf (mm)	Tf (mm)	Ao (mm <sup>2</sup> )	Af (mm <sup>2</sup> )	Pmax (kgf)
1	58,6	13	6	71	10	2,1	78	21	815,5
2	54	13	5,8	65,7	10	2,1	75,4	21	1000
3	54,5	11,7	5,8	65,8	8,6	2,5	67,86	21,5	937,5
4	56	12,7	5,9	69,5	8,4	2,4	74,93	20,16	972,5

**Tegangan maksimal.**

$$\begin{aligned} \sigma &= \frac{F}{A} \\ &= \frac{815,5 \text{ kgf}}{78 \text{ mm}^2} \\ &= 10,45 \text{ kgf/mm}^2 \end{aligned}$$

**Tabel.4.10. Nilai Tegangan Maksimal.**

No Spesimen	F (kgf)	A (mm <sup>2</sup> )	Tegangan Maksimal (kgf/mm <sup>2</sup> )
1	815,5	78	10,45
2	1000	75,4	13,263
3	937,5	67,86	13,815
4	972,5	74,93	12,979

**Titik putus dan titik luluh.**

Untuk mengetahui pada titik berapa bahan lengan akan putus, gaya yang terjadi pada saat lengan putus, dan mengetahui berapa nilai titik luluh,

**Tabel.4.11. Nilai Grafik Kertas Uji pada Kertas.**

No Spesimen	Panjang Gaya Maksimal	Panjang Tekanan Putus	Panjang Tekanan Luluh
1	36 mm	27 mm	29 mm
2	47 mm	39 mm	42 mm
3	46 mm	38 mm	39 mm
4	48 mm	40 mm	43 mm

Setelah diketahui nilai dari tegangan maksimal dan luas penampang dari suatu spesimen yaitu pada tabel 4.10, akan diketahui nilai setiap mm dari gambar grafik uji tarik,

**Tabel.4.12. Nilai Tegangan Titik Putus.**

No Spesimen	Tegangan Titik Putus	Tegangan Titik Luluh
1	7,837 kgf/mm <sup>2</sup>	8,41 kgf/mm <sup>2</sup>
2	11 kgf/mm <sup>2</sup>	11,582 kgf/mm <sup>2</sup>
3	11,41 kgf/mm <sup>2</sup>	11,712 kgf/mm <sup>2</sup>
4	10,81 kgf/mm <sup>2</sup>	11,627 kgf/mm <sup>2</sup>

Jadi tegangan maksimal dari bahan lengan RCWS yaitu aluminium 5083 ialah 13,815 kgf/mm<sup>2</sup>, dengan tegangan titik putus 11,41 kgf/mm<sup>2</sup> dan tegangan luluh 11,712 kgf/mm<sup>2</sup> dan gaya maksimal 937,5 kgf, nilai

tegangan maksimal lebih besar dibandingkan dengan nilai gaya maksimal yang diterima lengan RCWS yaitu sebesar 0,02 kgf/mm

### Uji Tembak

No	Sudut Lengan 1	Sudut Lengan 2	Hasil Penembakan
1	70	20	Mampu
2	80	40	Mampu
3	90	60	Mampu
4	110	80	Mampu

### Kesimpulan

Dari hasil analisis karakterisi bahan lengan RCWS pada robot tempur kota terhadap variasi sudut penembakan maka dapat diperoleh beberapa kesimpulan sebagai berikut :

- Pada lengan 1 dengan berat total 133,45 N gaya terbesar yang terjadi yaitu pada saat lengan membentuk sudut  $60^0$  dengan nilai 66,725 N.
- Pada lengan 2 dengan berat total 180,487 N gaya terbesar yang terjadi yaitu pada saat lengan membentuk sudut  $20^0$  dengan nilai 169,602 N.
- Analisa pada baut tegangan yang diizinkan ialah  $10 \text{ N/mm}^2$  lebih besar dari pada tegangan kerja pada baut  $0,587 \text{ N/mm}^2$  sehingga baut

mampu menerima tegangan yang terjadi.

d. Bahan lengan RCWS merupakan material alumunium paduan dengan seri 5083, mempunyai sifat keuletan yang baik, mudah dibentuk dan mempunyai ketahanan korosi yang tinggi dengan nilai kekerasan sebesar 23 HRB.

e. Ketangguhan pada material alumunium 5083, diperoleh harga impak terbesar ialah  $1,396 \text{ Joule/mm}^2$ , yaitu setiap  $1 \text{ mm}^2$  mampu menahan energi sebesar 1,396 joule.

f. Tegangan maksimal dari bahan lengan RCWS yaitu alumunium 5083 ialah  $13,815 \text{ kgf/mm}^2$ , dengan tegangan titik putus  $11,41 \text{ kgf/mm}^2$ , nilai tegangan maksimal lebih besar dibandingkan dengan nilai tegangan maksimal yang diterima lengan RCWS yaitu  $0,02 \text{ kgf/mm}^2$ .

g. Setelah dilaksanakan penembakan dengan berbagai sudut yang berbeda, lengan tetap mampu menahan beban yang terjadi.

### SIMPULAN

Dari hasil analisis karakteristik bahan lengan RCWS pada robot tempur kota terhadap variasi sudut penembakan dan pengujian lengan secara dinamis maka dapat diperoleh

beberapa saran agar dalam penelitian selanjutnya lebih baik dari penelitian sekarang :

- a. Perlu dilakukan uji kelelahan agar kedepannya dapat diketahui lebih banyak data karakteristik dari bahan lengan.
- b. Agar menghitung kekuatan komponen penggerak lengan 1.
- c. Diharapkan lengan tersebut lebih dikembangkan dengan berbagai fungsi militer lainnya dan mampu untuk menopang senjata yang lebih besar dari SS2.
- d. Agar menambahkan pengatur otomatis sudut gerak elevasi pada lengan.

#### DAFTAR PUSTAKA

*Handbook of Mechanics, Material, and Structures*, 316

Irawan Purna Agustinus, 2007, *Diktat Mekanika-Teknik-Statika Struktur*, hal 17.

Khurmi, R.S. Gupta, J.K. 2005. *A Textbook for the students of Machine Design (S.I. Units)*. Ram-Nagar, New Delhi : Eurasia Publishing House (PVT.) LTD.

Panduan Bimbingan dan Praktikum Pengujian Logam. 2017. Malang. Universitas Merdeka Malang.

R.E.Smallman, R.J.Bishop. 1995, *Metals and Materials*, hal 331.

Sears dan Zemansky. 1982. *Fisika untuk Universitas 1. Mekanika. Panas. Bunyi*. Bandung : Binacipta.

Statika, TEDC Bandung, hal 3.

Sularso, Ir. 1987. *Dasar Perencanaan dan pemilihan Elemen Mesin*. Jakarta: Pradya Paramita.

Surdia Tata. 2000. *Pengetahuan Bahan Teknik*. hal 18