

Rancang Bangun Konstruksi Rangka Robot Pemotong Rumput

Michael Yudhea Saragih^{1*}, Setya Permana Sutinsa¹, Edi Sutoyo¹

¹Fakultas Teknik dan Sains, Universitas Ibn Khaldun Bogor

*e-mail: michaelyudhea1468@gmail.com

ABSTRAK

Penggunaan pemotong rumput manual tidak efisien dan juga mengandung resiko kecelakaan yang akan berakibat fatal bagi operator. Untuk itu perlu dirancang suatu robot pemotong rumput yang efisien dan dapat mengurangi resiko kecelakaan dalam menggunakan peralatan tersebut. Penelitian ini bertujuan untuk mendesain dan mengetahui kekuatan dari konstruksi dari setiap rangka yang diberi beban, nilai gaya, momen lentur, defleksi dan sambungan baut akibat beban rangka *frame x* mendapatkan beban sebesar 0,9 kg, beban rangka *frame Y* sebesar 1,13 kg, beban rangka *frame Z* sebesar 1,4 kg, beban rangka penyanggah pemotong pisau sebesar 0,7 kg. Perancangan dan pengujian menggunakan *software autodesk inventor profesional* untuk memvalidasi hasil perhitungan. hasil perhitungan teoritis dan simulasi pada masing-masing batang x,y,z,dan penyanggah pemotong pisau dengan material Aluminium 5052-0 maka besarnya nilai tegangan dan defleksi yang terjadi masih lebih kecil dari *tensile strength* material yaitu 215 Mpa, maka desain dapat dikatakan mampu menahan beban yang diberikan. dan hasil analisa sambungan baut pada rangka *frame x* yang mendapatkan beban sumbu y menggunakan material *Stainless BJ34* dari hasil perhitungan tegangan baut yang terjadi masih lebih kecil dari nilai *yield strength* material yaitu 172 Mpa. maka desain dapat dikatakan mampu menahan beban yang diberikan.

Kata kunci : defleksi; momen inersia; rancang bangun; robot pemotong rumput; simulasi; tegangan air

ABSTRACT

The use of manual lawn mowers is inefficient and also contains an accident risk that will be fatal for the operator. For this it is necessary to designed an efficient lawn mower and can reduce the risk of accidents in using the equipment. The research aims to design and know the strength of the construction of each loaded frame, style value, bending moment, deflection and bolt joints due to frame 0.9 x load of 1.13 kg, frames Z frame weight of 1.4 kg, frame load of knife cutter for 0.7 kg. Designing and testing using Autodesk inventor profesional software to validate calculation results. Theoretical and simulated calculations on each of the rods x, Y, Z, and blade cutter with aluminum material 5052-0, then the magnitude of the voltage and deflection that occurs is still smaller than the tensile strength of the material is 215 Mpa, then Design can be said to withstand the burden given. And the result of bolt connection analysis on frame x that gets load y axis using Stainless material BJ34 from the calculation result of bolt voltage that occurs is still smaller than the yield strength of material is 172 Mpa. Then the design can be said to withstand the burden given.

Keywords : Deflection; moment of inertia; design build; lawn mower; simulation; stress

PENDAHULUAN

Secara umum penelitian ini bertujuan untuk model ketersediaan tenaga kerja merupakan salah satu masalah yang dihadapi oleh pertanian negara-negara maju. Perkembangan teknologi pada zaman sekarang merupakan sesuatu hal yang sudah merambah ke segala bidang. Perancangan robot pemotong rumput sudah beberapa kali dilakukan

seperti pada penelitian *autonomous lawn mower* (Pranav,2014). Pada perancangan dan pembuatan alat ini pun adalah sebagai sarana Pendidikan di laboratorium Teknik Mesin Fakultas Teknik dan Sains Universitas Ibn Khaldun Bogor, dan akan menguraikan tentang Konstruksi robot pemotong rumput dengan pengaturan ketinggian potong yang bergerak secara *vertical*.

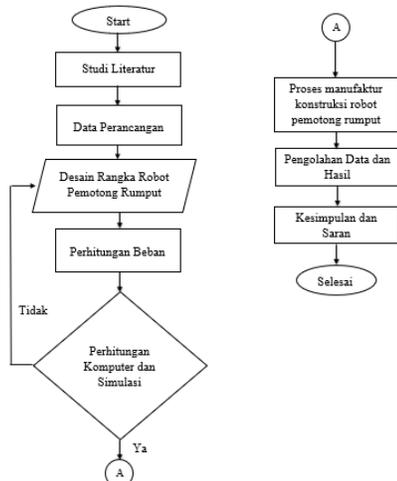
Tujuan penelitian yaitu mendapatkan desain konstruksi rangka robot pemotong rumput dengan pengaturan ketinggian potong dan mendapatkan nilai gaya, tegangan dan defleksi yang terjadi pada konstruksi rangka robot pemotong rumput. Dengan batasan masalah yaitu, Perancangan menggunakan material Alumunium tipe 5052-0 dengan bentuk profil penampang C dan dudukan pisau menggunakan profil penampang L dan Batang sumbu X dan Z mempunyai lebar 66 mm dan Panjang 216 mm dengan masing-masing beban 9N dan 14N dan kedua ujung diberi sambungan plat alumunium ukuran Panjang 300 mm agar saling berhubungan serta Konstruksi ini menggunakan sambungan baut.

Manfaat penelitian adalah terciptanya sebuah alat untuk memotong rumput yang memudahkan pengguna mengatur ketinggian potong rumput yang diinginkan dan membandingkan hasil analisis konstruksi dengan hasil simulasi konstruksi pada robot pemotong rumput

METODE PENELITIAN

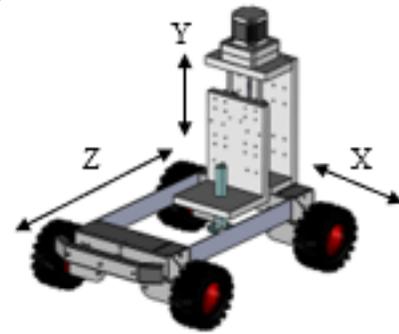
Metode penelitian ini dilakukan dengan cara penggabungan antara perancangan konstruksi robot pemotong rumput dan perhitungan momen, analisa gaya, tegangan, defleksi dan sambungan pada baut. Tempat untuk melaksanakan serta penelitian bertempat di laboratorium Sistem Kontrol dan Nano Teknologi Fakultas Teknik dan Sains Universitas Ibn Khaldun Bogor dari bulan juli sampai dengan bulan November 2019.

Diagram Penelitian



Gambar 1. Diagram alir penelitian

Konsep Desain



Gambar 1. Desain konstruksi robot pemotong rumput

Pada gambar diatas konsep desain rangka robot pemotong rumput seperti pada sumbu x itu menahan beban pada konstruksi sumbu y, pada konstruksi sumbu y menahan beban motor, plat l, poros as dan lead screw, untuk sumbu z menahan beban aki dan komponen elektronik dan untuk komponen plat l menahan komponen motor pisau untuk memotong.

Bahan-bahan Perancangan

Tabel 2. Bahan-bahan perancangan

Nama bahan	Tipe bahan	Jumlah	Ukuran
Alumunium lembaran	5052-0	1	1000 mm x 1000 mm x 3 mm
Linear rod ϕ 8	S45C	2	130 mm
Lead screw ϕ 8x4	vcn 150	1	150 mm
Nut lead screw	vcn 150	1	M8x4
Linear bearing block	Al 5052	2	ϕ 8
coupler	Al 5052	1	ϕ 8x20x40 mm
Baut+mur+ring	Stainless	12	M3

Bahan-bahan diatas adalah bahan yang mudah ditemukan dipasaran serta biaya nya tidak terlalu mahal untuk merancang sebuah konstruksi berdasarkan kebutuhan.

Tabel 2. Mechanical properties Alumunium 5052-0

Tensile Strength	min	170	Mpa
	max	215	Mpa
Yield Strength		90	Mpa
Mass Density		2680	Kg/m ³
Modulus Elastisitas		68	Gpa
Elongation		7-27	%
Thermal Expansion Coefficient		2.38e-005	/K
Thermal Conductivity		138	W/m*k

Tegangan

Pada saat suatu balok dibebani oleh gaya atau kopel, tegangan dan momen akan terjadi diseluruh bagian interior balok untuk menentukan tegangan dan momen ini mula-mula harus mencari gaya internal yang bekerja pada balok.

Tegangan yang terjadi pada masing-masing batang menggunakan rumus seperti berikut :

$$\sigma_L = \frac{M}{I} e \tag{1}$$

Dimana :

- σ_L = Tegangan lentur (Mpa)
- M = Momen maksimal (Nm)
- I = Inersia profil (m⁴)

Defleksi

Hubungan gaya peralihan antara gaya dengan pembebanan di ujung batang dan perpanjangannya ditunjukkan seperti persamaan berikut :

$$\gamma = \frac{FL^3}{3EI} \tag{2}$$

Hubungan gaya peralihan antara gaya dengan pembebanan terpusat pada batang dan perpanjangannya ditunjukkan seperti persamaan berikut :

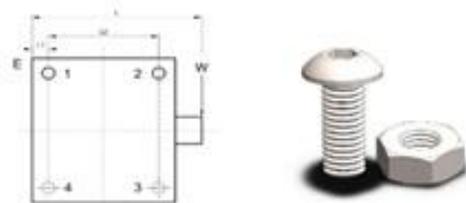
$$\gamma = \frac{\frac{1}{2}F \cdot \frac{1}{2}L^4}{384 EI} \tag{3}$$

Dimana :

- γ = Defleksi (mm)
- L = Panjang (mm)
- E = Elastisitas modulus (Gpa)
- I = Inersia profil (m⁴)

Sambungan Baut

Baut merupakan salah satu alat pengencang yang cukup populer disamping las, terutama baut mutu tinggi. Baut menggeser penggunaan paku keeling karena kemampuan menerima gaya yang lebih besar dan menghemat biaya konstruksi.yang ditahan oleh baut adalah adalah geser ke bawah oleh beban W terbagi sama rata untuk setiap baut dan ditambah beban geser ke bawah karena beban momen.



Gambar 12. Sambungan pada baut

$$F = \frac{\pi}{4} d_c^2 \sigma_t \tag{4}$$

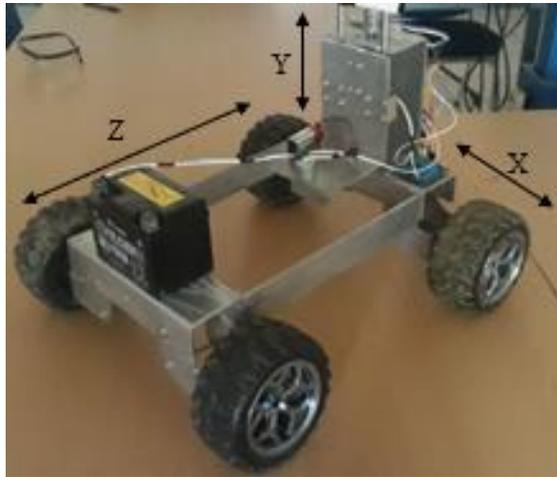
Dimana :

- F = Gaya yang terjadi pada baut (N)
- d_c = Diameter minor baut (mm)
- σ_t = Tegangan tarik baut (Mpa)

HASIL DAN PEMBAHASAN

Pembahasan penelitian ini membuat konstruksi rangka robot pemotong rumput dengan pengaturan ketinggian potong pisau yang bergerak secara *vertical*. Analisa perhitungan pada rangka tidak terlepas dari desain perencanaan konstruksi rangka robot pemotong rumput itu sendiri. Dengan

memperhatikan setiap dimensi, kekuatan bahan profil serta sambungan konstruksi yang digunakan maka dapat diperoleh langkah2 perhitungan kekuatan rangka. Konstruksi rangka robot pemotong rumput menggunakan bahan material Alumunium 5052-0



Gambar 12. Konstruksi rangka robot pemotong rumput

Menghitung Beban

Tabel 1. Beban pada setiap batang *frame*

Nama Komponen	Jumlah Massa (Kg)
Batang <i>Frame X</i>	0,9
Batang <i>Frame Y</i>	1,13
Batang <i>Frame Z</i>	1,4
<i>Frame</i> Penyanggah	0,7
Pemotong Pisau	

Hasil Perhitungan

Data perhitungan dibawah ini menjelaskan tentang perbandingan hitungan teoritis dan simulasi sehingga didapat apakah struktur rangka tersebut mampu menahan beban yang diperoleh. Perhitungan dibedakan atas perhitungan teoritis tegangan dan simulasi maksimal pada kekuatan konstruksi rangka, serta perhitungan defleksi dan simulasi maksimal yang terjadi pada struktur tersebut.

Dari hasil perhitungan tegangan dan simulasi ditunjukkan pada tabel dibawah ini :

Tabel 2. Perbandingan nilai tegangan

Nama Komponen	Tegangan Teoritis (Mpa)	Tegangan Simulasi Maksimal
---------------	-------------------------	----------------------------

		(Mpa)
Batang <i>Frame X</i>	$1,33 \times 10^{-4}$	0,1123
Batang <i>Frame Y</i>	1,003	2,349
Batang <i>Frame Z</i>	$2,07 \times 10^{-4}$	0,1747
<i>Frame</i> Penyanggah	1,22	2,099
Pemotong Pisau		

Dari hasil perbandingan nilai tegangan teoritis menunjukkan bahwa hasil masih lebih kecil dibanding nilai tegangan simulasi maksimal dengan kekuatan tensile strength 215 Mpa. Dapat dipastikan bahwa struktur rangka tersebut aman untuk menahan beban yang diberikan.

Dari hasil perhitungan defleksi dan simulasi ditunjukkan pada tabel dibawah ini :

Tabel 3. Perbandingan nilai defleksi

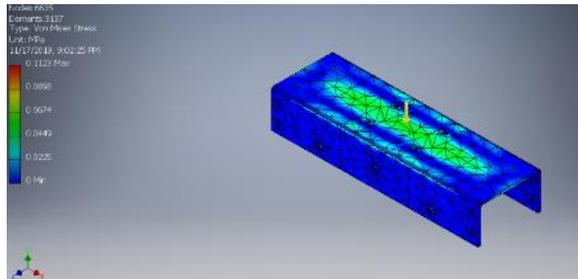
Nama Komponen	Defleksi Teoritis (mm)	Defleksi Simulasi Maksimal (mm)
Batang <i>Frame X</i>	$6,25 \times 10^{-12}$	$1,4 \times 10^{-4}$
Batang <i>Frame Y</i>	$7,5 \times 10^{-12}$	$3,8 \times 10^{-2}$
Batang <i>Frame Z</i>	$9,72 \times 10^{-12}$	$2,21 \times 10^{-4}$
<i>Frame</i> Penyanggah	$2,8 \times 10^{-12}$	$5,04 \times 10^{-2}$
Pemotong Pisau		

Dari hasil perbandingan nilai defleksi teoritis menunjukkan bahwa nilai yang diperoleh masih lebih kecil dibandingkan dengan nilai defleksi simulasi maksimal. Dapat dipastikan bahwa perubahan bentuk pada batang tersebut dianggap aman.

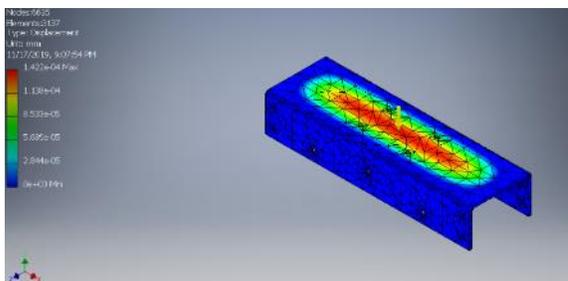
Hasil perhitungan tegangan tarik pada baut yang terjadi mendapatkan nilai sebesar $0,45 \text{ N/mm}^2$ dan tegangan ijin pada bahan material stainless BJ34 yaitu sebesar 172 N/mm^2 . dapat dipastikan bahwa tegangan baut yang terjadi masih dianggap aman terhadap nilai tegangan ijin baut.

Hasil Simulasi Menggunakan *Software Autodesk Inventor Pro*

Hasil Simulasi Batang *Frame X*

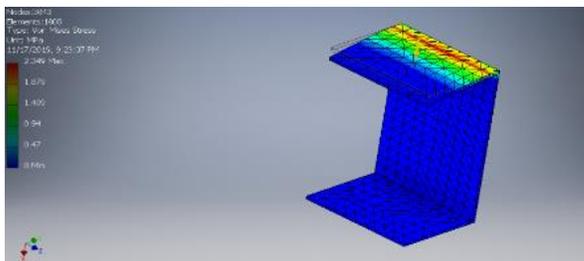


Gambar 12. Simulasi tegangan batang frame X

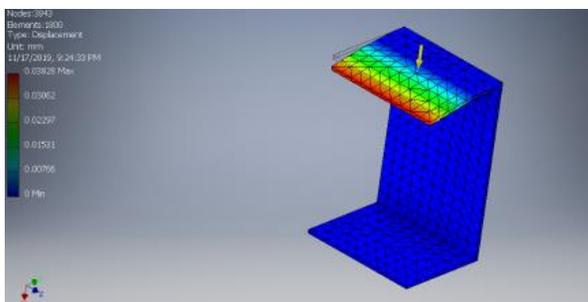


Gambar 12. Simulasi defleksi batang frame X

Hasil Simulasi Batang *Frame Y*

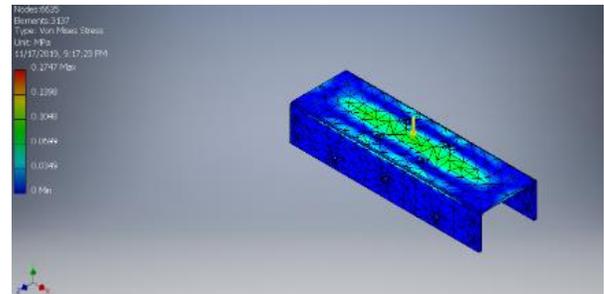


Gambar 12. Simulasi tegangan batang Y

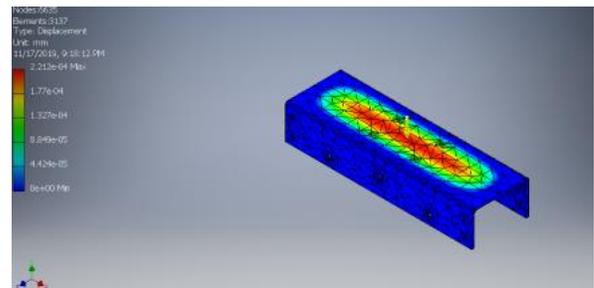


Gambar 12. Simulasi defleksi batang Y

Hasil Simulasi Batang *Frame Z*

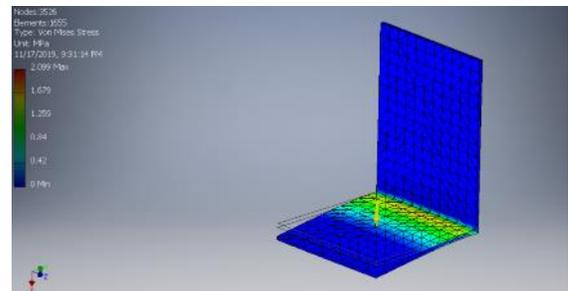


Gambar 12. Simulasi tegangan batang Z

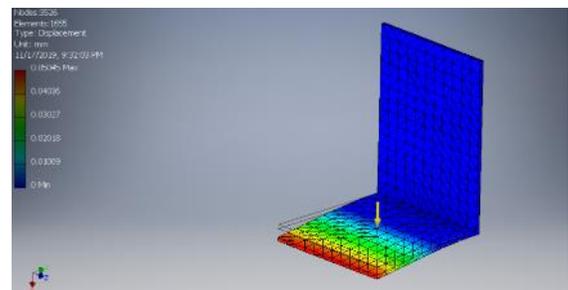


Gambar 12. Simulasi defleksi batang Z

Hasil Simulasi Batang Penyanggah Pemotong Pisau



Gambar 12. Simulasi tegangan batang penyanggah pemotong pisau



Gambar 12. Simulasi defleksi batang penyanggah pemotong pisau

KESIMPULAN DAN SARAN

Kesimpulan

Dari hasil penelitian telah dilakukan analisa tegangan dan defleksi yang terjadi pada konstruksi robot pemotong rumput dengan metode perhitungan secara teoritis dan simulasi menggunakan *software Autodesk Inventor Profesional* dengan hasil sebagai berikut

1. Hasil analisa secara teoritis kekuatan konstruksi rangka robot pemotong rumput:
 - a) Analisa pada batang frame sumbu X dengan material Aluminium 5052-O yang mendapat beban 0,9 kg atau 9 N pada kekuatan frame menimbulkan tegangan sebesar $1,33 \times 10^{-4}$ Mpa serta defleksi $6,25 \times 10^{-12}$ mm . besarnya nilai tegangan yang terjadi masih lebih kecil dari nilai tensile strength material yaitu 215 Mpa, maka desain dapat dikatakan mampu menahan beban yang diberikan.
 - b) Analisa pada batang frame sumbu Y dengan material Aluminium 5052-O yang mendapat beban 1,13 kg atau 11,3 N pada kekuatan frame menimbulkan tegangan sebesar 1,003 Mpa serta defleksi $7,5 \times 10^{-12}$ mm . besarnya nilai tegangan yang terjadi masih lebih kecil dari nilai tensile strength material yaitu 215 Mpa, maka desain dapat dikatakan mampu menahan beban yang diberikan.
 - c) Analisa pada batang frame sumbu Z dengan material Aluminium 5052-O yang mendapat beban 1,4 kg atau 14 N pada kekuatan frame menimbulkan tegangan sebesar $2,07 \times 10^{-4}$ Mpa serta defleksi $9,7 \times 10^{-12}$ mm . besarnya nilai tegangan yang terjadi masih lebih kecil dari nilai tensile strength material yaitu 215 Mpa, maka desain dapat dikatakan mampu menahan beban yang diberikan.
 - d) Analisa pada batang frame penyanggah pemotong pisau dengan material Aluminium 5052-O yang mendapat beban 0,7 kg atau 7 N pada kekuatan frame menimbulkan tegangan sebesar 1,22 Mpa serta defleksi $2,8 \times 10^{-12}$ mm . besarnya nilai tegangan yang terjadi masih
- lebih kecil dari nilai tensile strength material yaitu 215 Mpa, maka desain dapat dikatakan mampu menahan beban yang diberikan.
- e) Analisa sambungan baut yang terletak di batang sumbu X yang menahan beban struktur Y sebesar 9 N memiliki diameter 3 mm dan dipasang baut sebanyak 4 buah total tegangan yang terjadi pada baut mendapatkan nilai sebesar $0,45 \text{ N/mm}^2$. besarnya nilai tensile strength material BJ34 adalah 172 N/mm^2 . maka diameter baut tersebut aman terhadap beban yang diberikan.
2. Hasil analisa secara perhitungan simulasi software kekuatan konstruksi rangka robot pemotong rumput :
 - a) Analisa simulasi pada frame sumbu X nilai tegangan maksimal sebesar 0,1123 Mpa serta defleksi maksimal sebesar $1,4 \times 10^{-4}$ mm . besarnya nilai tegangan yang terjadi masih lebih kecil dari nilai tensile strength material yaitu 215 Mpa. maka desain dapat dikatakan aman terhadap beban yang diberikan.
 - b) Analisa simulasi pada frame sumbu Y nilai tegangan maksimal sebesar 2,349 Mpa serta defleksi maksimal sebesar $3,8 \times 10^{-2}$ mm . besarnya nilai tegangan yang terjadi masih lebih kecil dari nilai tensile strength material yaitu 215 Mpa. maka desain dapat dikatakan aman terhadap beban yang diberikan.
 - c) Analisa simulasi pada frame sumbu Z nilai tegangan maksimal sebesar 0,1747 Mpa serta defleksi maksimal sebesar $2,21 \times 10^{-4}$ mm . besarnya nilai tegangan yang terjadi masih lebih kecil dari nilai tensile strength material yaitu 215 Mpa. maka desain dapat dikatakan aman terhadap beban yang diberikan.
 - d) Analisa simulasi pada frame penyanggah pemotong pisau nilai tegangan maksimal sebesar 2,009 Mpa serta defleksi maksimal sebesar $5,04 \times 10^{-2}$ mm . besarnya nilai tegangan yang terjadi masih lebih kecil dari nilai tensile strength material yaitu 215 Mpa. maka desain

dapat dikatakan aman terhadap beban yang diberikan.

Saran

Berdasarkan hasil perancangan dan pengujian penulisan ini hal-hal yang perlu diperhatikan dalam berkelanjutan merancang struktur rangka robot pemotong rumput adalah sebagai berikut :

1. Pengembangan untuk alat dan penelitian selanjutnya diharapkan lebih memfokuskan pada jenis dan dimensi material yang digunakan.
2. Disarankan untuk memperhitungkan mekanisme sistem pegas.
3. Menentukan bahan material yang sesuai dengan kebutuhan beban yang diberikan agar tidak terjadi pemborosan material.

DAFTAR PUSTAKA

- UNECE (United Nations Economic Commission for Europe)/IFR Robotics survey. Geneva 11 Oktober 2005.
- Dr.RadenSupriyanto,2010. "*ROBOTIKA*".Jakarta ,Jurusan Sistem Komputer Fakultas Ilmu Komputer UNIVERSITAS GUNADARMA.
- Agustinus Purna Irawan.(2007) "Mekanika Teknik", (statika struktur). Jurusan Teknik Mesin Fakultas Teknik Universitas Tarumanegara,
- Mochamad Diki Mulyawan (2018). "*Rancang Bangun Konstruksi Rangka Mesin 3D Printer tipe Cartesian Berbasis Fused Deposition Modeling (FDM)*". Bogor, Program Studi Teknik Mesin Uninvestitas Ibn Khaldun Bogor.
- R Edy Purwanto, Akhmad Faizin,Imam Mashudi. (2016). "*ELEMEN MESIN 1*". Malang,Politeknik Negeri Malang (Polinema).
- Khurmi RS Gupta, JK., (2005), "*Text Book of Machine Design Eurasia*", Publising House, ltd Ram Nagar, New Delhi