

PERANCANGAN GRIPPER PADA LENGAN ROBOT PEMINDAH BAHAN TIPE CARTESIAN COORDINATE

Muhammad Iqbal Atmaja¹, Budi Hartono¹, Roy Waluyo¹

¹Program Studi Teknik Mesin, Fakultas Teknik dan Sains, Universitas Ibn Khaldun Bogor
Corresponden Author: iqbalatmojo@gmail.com

ABSTRAK

Berdasarkan data hasil survei Internasional Federasi Robotics (IFR) menerbitkan studi tentang robot didunia. Institusi ini dalam analisisnya meringkas hasil Pertumbuhan Industrial Robot di seluruh dunia dalam periode tahun 2003 – 2004 rata - rata setiap tahunnya meningkat sekitar 6% mencapai 1,000,000 robot yang digunakan untuk membantu proses industri. Gripper Arm Robot ini menggunakan robot manipulator sebagai end effector. Sebelumnya sudah ada yang membuat tapi berbeda jenisnya. Gripper Arm Robot 5 DOF (Degree Of Freedom) ini memiliki bagian utama yaitu kontruksi rangka yang menggunakan Alumunium 1060, sistem penggeraknya dengan Servo MG 995 dengan torsi 10 kgcm yang dibutuhkan untuk mencenggram benda dengan variasi massa 1000 gram, 600 gram dan 300 gram pada Gripper Arm Robot 5 DOF mendapatkan torsi sebesar 6.96 kgcm, 3.5 kgcm dan 2 kgcm. Gripper Arm Robot 5 DOF ini memliki Analisa gaya, dari Analisa gaya bisa ditemukan tegangan pada batang sebesar 0.546 MPa pada gaya normal sebesar 8,19 N. Dari semua Kontuksi dan sistem penggerak yang ada Gripper Arm Robot 5 DOF dapat disimpulkan aman digunakan sampai beban maksimal sebesar 1000 gram.

Kata kunci : *Gripper Arm Robot 5 DOF(Degree Of Freedom)*

ABSTRACT

Based on Survey result from International Federation of Robotics (IFR) published a study of robots in the world. In this analysis, the institution summarized the results of the Growth of Industrial Robots around the world in the period 2003 - 2004, on average each year it increased by around 6% to 1,000,000 robots used to assist industrial processes. Gripper Arm Robot uses a robotic manipulator as an end effector. Previously there were people who made but different types. Arm Robot Gripper 5 DOF (Degree Of Freedom) has a main part, namely frame construction using Aluminum 1060, the drive system with MG 995 Servo with 10 Kgcm of torque needed to grip objects with a mass variation of 1000 grams, 600 grams and 300 grams on Gripper Arm Robot 5 DOF gets torque of 6.96 kgcm, 3.5 kgcm and 2 kgcm. Arm DO 5 Robot Gripper has style analysis, from force analysis can be found the stress on the rod is 0.546 MPa in the normal force of 8.19 N. From all the construction and driving systems there is a Robot Arm DOF 5 Grip can be concluded safe to use until the maximum load amounting to 1000 grams.

Keywords : *Gripper Arm Robot 5 DOF (Degree Of Freedom)*

1. PENDAHULUAN

Berdasarkan data hasil survei Internasional Federasi Robotics (IFR) yang berada dibawah naungan PBB untuk Komisi Pengawas Ekonomi Eropa (UNECE) menerbitkan studi tentang robot didunia. Institusi ini dalam analisisnya meringkas hasil Pertumbuhan Industrial Robot di seluruh dunia dalam periode tahun 2003 – 2004 dan perkiraan untuk 2005-2008. Rata - rata setiap tahunnya meningkat sekitar 6% mencapai 1.000.000 robot yang digunakan untuk membantu proses industri (UNECE, 2005).

Salah satu robot yang membantu proses produksi , maka muncul gagasan untuk membuat Gripper Arm Robot sebagai end-efector pada Arm Robot. Gripper Arm Robot memiliki peran penting dalam hubungan dengan benda. Dari berbagai jenis Gripper Arm Robot yang ada, model Gripper dengan dua lengan mencenggram benda dan dapat bekerja secara otomatis dikarenakan Efisien untuk pemindah benda yang ada diindustri, salah satunya adalah Gripper Arm Robot (Sigit, 2007).

Pada perancangan struktur Gripper Arm Robot menggunakan 5 DOF (Degree of Freedom) akan mencenggram beban maksimal 1000 gram

dengan dimensi benda silinder berdiameter 50 mm. Dengan mekanisme yang bekerja pada setiap joint/nodal dan roda gigi. Bagian utama gripper arm robot 5 DOF (Degree of Freedom) adalah penggerak, gaya-gaya yang terjadi dan konstruksi rangka pada Gripper Arm Robot 5 DOF (Degree of Freedom) dengan beban dinamik yang diabaikan.

2. METODE PENELITIAN

Metode penelitian ini dilakukan dengan cara penggabungan antara perancangan gripper lengan robot mekanik pemindah bahan dan desain stuktur gripper, perhitungan, derajat kebebasan, Analisa gaya, tegangan dan kecepatan batang.

• Desain Gripper

Desain yang dibuat pada perancangan gripper ini menggunakan bahan aluminium 1060, sebagai end effector dan mengadopsi dari desain gripper adaptif yaitu, gripper yang bisa menjepit atau bisa menggenggam berbagai benda. Pada sistem penggeraknya menggunakan motor servo DC tipe MG995 6 volt dengan mempunyai jangkauan rotasi 180°.

• Derajat kebebasan (degree of freedom)

Derajat kebebasan atau yang dikenal dengan degree of freedom (DOF) Merupakan bilangan yang menyatakan jumlah masukan (penggerak) yang diperlukan oleh suatu mesin atau mekanisme dalam melakukan gerakan (Darmawan, 2018).

Dalam perancangan robot mekanik ini mempunyai 2 derajat kebebasan yaitu sumbu z yang mewakili gerakan naik turun dan sumbu x yang mewakili gerakan ke kanan atau kekiri. Persamaan mekanisme yang dipakai :

$$f = 3(n-1) - 2l - h$$

dimana :

f = derajat kebebasan

n = jumlah mata rantai

l = pasangan rendah

h = pasangan tinggi

• Gaya Normal

Gaya normal adalah gaya yang diakibatkan oleh benda yang bersentuhan dengan permukaan bidang sentuh yang gerak lurus dengan bidang seperti gambar 2.9, adapun persamaan menggunakan gaya normal $N = W = m.g$ (Hutahean, 2006).

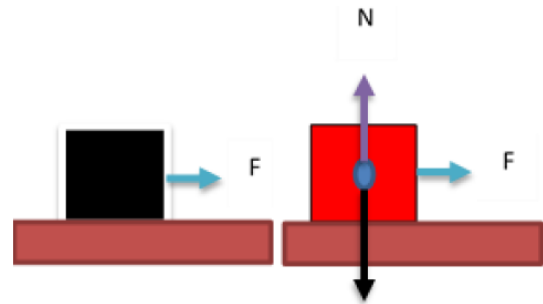
dimana:

$N = \text{Gaya Normal}$

$W = \text{Berat Benda}$

$m = \text{massa benda (Kg)}$

$g = \text{percepatan gravitasi}$



Gambar 1 Gaya Normal

• Gaya Gesek

Gaya gesek statis (f_s) adalah adalah gaya gesek yang bekerja pada benda benda selama benda tersebut diam. Menurut hukum Newton 1, selama benda masih diam berarti resultan gaya yang bekerja pada benda tersebut adalah nol. Jadi, selama benda masih diam gaya gesek ststis selalu sama dengan gaya yang bekerja pada benda tersebut. adapun persamaan sebagai berikut :

$$F_s = \mu_s \times N$$

dimana:

$F_s = \text{Gaya Gesek}$

$\mu_s = \text{Koefisien Gesek}$

$N = \text{Gaya Normal}$

• Gaya Tangensial

Gaya Tangensial adalah gaya yang dipindahkan dari roda gigi satu ke gigi yang lain seperti gambar 2.10.

$$F_t = F_n \times \omega$$

dimana:

$F_t = \text{Gaya Tangensial}$

$F_n = \text{Tekanan normal pada permukaan gigi}$

$\omega = \text{Sudut Tekan}$

• Tegangan (σ)

Tegangan (stress) secara sederhana dapat didefinisikan sebagai gaya persatuan luas penampang. $\sigma = FA (N/mm^2)$

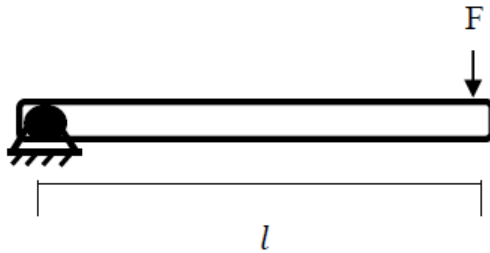
$F = \text{Gaya (N)}$

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

• Torsi

Rotasi, penyebab berputar benda merupakan momen gaya atau torsi sama dengan gaya pada gerak translasi. Momen gaya (torsi) adalah sebuah besaran yang menyatakan gaya yang bekerja pada sebuah benda sehingga mengakibatkan benda tersebut berotasi (Pramono, 2017). Persamaan

momen gaya (Torsi) ketika terjadi pembebanan pada sistem penggerak sebagai berikut:



$$T = F \times l$$

dimana:

$$T = \text{torsi (Nm)}$$

$$F = \text{gaya (Newton)}$$

$$L = \text{panjang lengan (m)}$$

Sedangkan hubungan torsi (Torque) terhadap daya (power) pada sebuah motor adalah :

$$P = \omega \cdot T$$

$$\omega = \frac{2\pi n}{60}$$

$$P = I \cdot V$$

dimana :

$$T = \text{Torsi (Nm)}$$

$$P = \text{Power (Watt)}$$

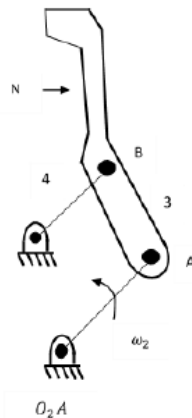
$$I = \text{Ampere (A)}$$

$$\omega = \text{kecepatan sudut (rad/s)}$$

$$n = \text{Rotation perminute (rpm)}$$

- Analisa Kecepatan

Pada mekanisme batang penghubung gripper mempunyai nilai kecepatan pada batang (link) saat membuka dan menutup. Dalam menganalisa kecepatan harus diketahui arah vektor pada tiap batang yang akan digunakan untuk mendapatkan nilai kecepatan batang :



3. HASIL DAN BAHASAN

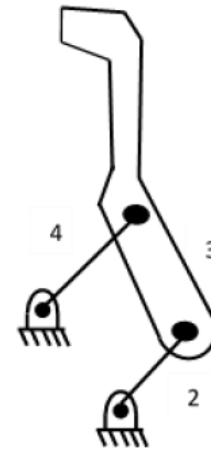
• Desain Gripper

Rancangan Gripper yang dibuat memiliki 8 link (Penghubung) pada setiap rahangnya, agar

rahang gripper mudah menyesuaikan dengan benda yang akan di cengram. Material yang digunakan Alumunium AISI 1060 dan ujung rahang yang kuat karena dilapisi dua batang yang menompa benda agar tidak mudah jatuh saat digenggam.



• DOF (Degree Of Freedom)



Gambar 6 Degree Of Freedom

$$F = 3(n-1) - 2 \times i - h$$

Keterangan=

F = Derajat Kebebasan

i = Pasangan Rendah

h = pasangan Tinggi

n = mata rantai (batang penghubung)

Diketahui: $I = 4$

$$n = 4$$

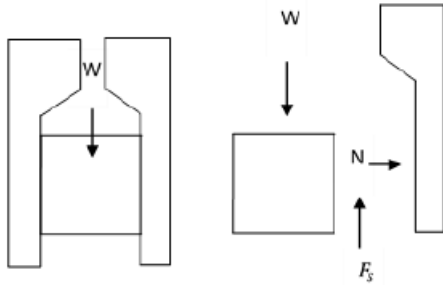
Ditanya: F (Derajat Kebebasan)?

Jawab,

$$F = 3(4-1) - 2 \times 4 - 0$$

Jadi dari mekanisme gripper menghasilkan nilai derajat kebebasan 1 yang berarti hanya memiliki satu masukan atau satu penggerak yaitu motor servo untuk menggerakkan 4 batang penghubung.

Gaya Normal



Gaya Normal studi kasus pertama $W = 1000$ gram

Diketahui :

$$W = 1000 \text{ gram}$$

$$F_s = W \div 2 = 1000 \text{ gram} \div 2 = 500 \text{ gram}$$

$$\text{Koefisien Gesek Alumunium} = 0,61$$

$$g = 10 \text{ m/s}$$

Penyelesaian :

$$F_s = \mu_s \times N$$

$$N = \frac{F_s}{\mu_s}$$

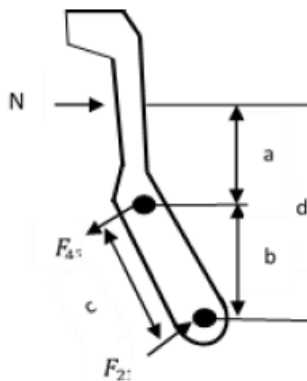
$$N = \frac{500 \text{ Gram}}{0,61}$$

$$N = 819,672 \text{ Gram}$$

Konversi ke Kg $N = 0,819 \text{ Kg}$

$$N = 8,19 \text{ N}$$

Analisa Momen Gaya



Gambar 7 Momen Gaya

Menentukan Analisa Momen Gaya studi kasus kedua pada batang 2, 3 dan 4

Diketahui :

$$N = 8,2 \text{ N}$$

$$a = 15 \text{ mm}$$

$$b = 20 \text{ mm}$$

$$c = 20 \text{ mm}$$

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

Penyelesaian :

Mencari Momen gaya B

$$\sum MB = 0 \text{ } \cup +$$

$$(-N \times a) + (F_{23} \times b) = 0$$

$$F_{23} = \frac{N \times a}{b}$$

$$F_{23} = \frac{8,2 \text{ N} \times 15 \text{ mm}}{20 \text{ mm}}$$

$$F_{23} = 6,2 \text{ N}$$

Mencari Momen gaya A

$$\sum MA = 0 \text{ } \cup +$$

$$(-N \times d) + (F_{43} \times c) = 0$$

$$F_{43} = \frac{N \times d}{c}$$

$$F_{43} = \frac{8,2 \text{ N} \times 35 \text{ mm}}{20 \text{ mm}}$$

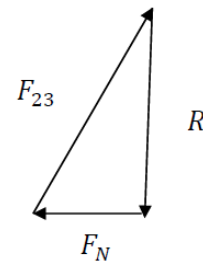
$$F_{43} = 14,33 \text{ N}$$

Mencari Resultan Gaya

Diketahui :

Gaya Normal : 8,2 N

Skala : 4,1 N = 1 cm



Gambar 8. Poligon Gaya

$$FR = 10,5 \times 4,1 \text{ N} = 43,05 \text{ N}$$

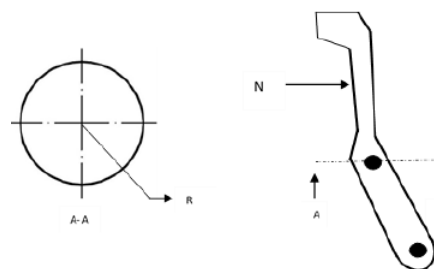
Jadi, dari polygon gaya ini didapatkan nilai 10,5 cm gaya resultan sebesar 43,05 N.

Tegangan Batang

Tegangan yang terjadi yang paling besar adalah di batang satu karena batang 1 langsung di berikan gaya normal dari benda yang di cengkram.

Persamaan yang digunakan sebagai berikut :

$$\sigma = \frac{F}{A}$$



Gambar 9 Penampang A-A

Diketahui :

$$a = 5 \text{ mm}$$

$$b = 3 \text{ mm}$$

$$FN = 8,19 \text{ N}$$

$$\sigma_{\text{AISI 1060}} = 28 \text{ Mpa}$$

Penyelesaian :

Mencari nilai Aa (Luas Penampang batang)

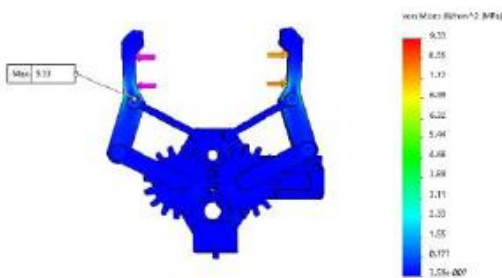
$$\begin{aligned} \text{Luas penampang A-A} &= \pi \times r^2 \\ &= \pi \times 1,195^2 \text{ mm} \\ &= 4,48 \text{ mm}^2 \end{aligned}$$

Tegangan yang terjadi :

$$\sigma = \frac{F}{A}$$

$$\begin{aligned} \sigma &= \frac{43,05 \text{ N}}{4,48 \text{ mm}^2} \\ \sigma &= 9,5 \text{ N/mm}^2 \end{aligned}$$

• Simulasi Tegangan



Gambar 10 Simulasi Tegangan

Jadi, tegangan pada gambar 4.1 yang terjadi pada batang satu dari Analisa perhitungan adalah 9,5 Mpa diperlihatkan disimulasi ada di warna merah, warna merah itu menandakan bahwa tegangan yang terbesar ada di titik merah tersebut.

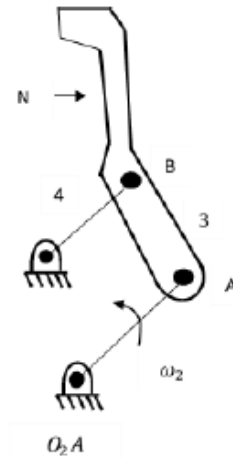
• Safety Faktor yang diperbolehkan :

$$\begin{aligned} SF &= \frac{f_i}{f_u} \\ SF &= \frac{28 \text{ Mpa}}{9,5 \text{ Mpa}} \\ SF &= 3 \end{aligned}$$

Jadi, Safety Factor yang terjadi pada batang satu adalah 3.

• Analisa Kecepatan

Mengawali Analisa kecepatan dengan diagram kinematis kecepatan supaya bisa menentukan arah dan kecepatan gripper saat mencengram benda.



Gambar 11 Diagram Kinematis

Diketahui :

$$n = 27 \text{ rpm}$$

$$A = 3 \text{ cm}$$

$$B = 2 \text{ cm}$$

Penyelesaian :

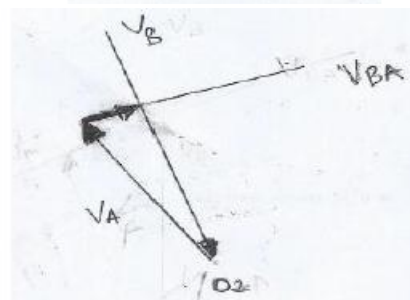
• Mencari Nilai ω

$$\begin{aligned} \omega &= \frac{2 \times \pi \times n}{60} \\ \omega &= \frac{2 \times \pi \times 27 \text{ rpm}}{60} \\ \omega &= 2,8 \text{ m/s} \end{aligned}$$

• Mencari nilai V_A

$$\begin{aligned} V_A &= O_2A \times \omega_2 \\ V_A &= 0,03 \text{ m} \times 2,8 \text{ m/s} \\ V_A &= O_2A \times \omega_2 \\ V_A &= \perp O_2A \\ V_B &= V_A \mapsto V_{BA} \end{aligned}$$

(a) (a,b) (a)



Gambar 11. Arah Analisa Kecepatan

V_A diketahui arah dan besarnya V_B hanya arahnya saja V_{BA} hanya arahnya saja jadi bisa dianalisa gayanya setelah membuat polygon tertutup lalu didapatkan besaran dengan cara menggunakan skala kecepatan $1 \text{ cm} = 0,021 \text{ m/s}$

- Mencari nilai Analisa kecepatan V_B
 $V_B = 3,8 \text{ cm} \times 0,021 \frac{\text{m}}{\text{s}} = 0,079 \text{ m/s}$
- Mencari nilai Analisa kecepatan V_{BA}
 $V_{BA} = 1 \text{ cm} \times 0,021 \frac{\text{m}}{\text{s}} = 0,21 \text{ m/s}$

4. KESIMPULAN DAN SARAN

- Masukan yang diperlukan Gripper Arm Robot 1 berarti membutuhkan 1 motor servo sebagai penggerak. Dari Polygon Gaya yang dibuat didapatkan Tegangan yitu sebesar 9,5 Mpa dan safety Faktor 3.
- Torsi pada gripper adalah 6,96 Kgcm, 3,5 Kgcm dan 2 Kgcm. Dari perhitungan torsi bisa diketahui servo yang digunakan adalah tipe Mg 996R dengan torsi 10 Kg/cm dengan Tegangan 5 Volt dan itu berarti aman untuk mencegkram barang yang akan diangkat.

Saran

Setelah melakukan perancangan dan pengujian penulis akan memberi masukan dan saran bagi para pembaca :

- Dalam pengembangan alat dan penelitian selanjutnya diharapkan lebih memfokuskan pada segi desain Gripper dan dari segi bahan pengujian yang digunakan, sehingga dapat memaksimalkan kembali desain Gripper yang sudah ada.

5. DAFTAR PUSTAKA

- Darmawan, D., Sutisna, S. P., & Sutoyo, E. (2018). Sistem Kontrol Pada Robot Pemindah Barang Tipe Cartesian Cordinat Menggunakan Arduino Uno R3. *AME (Aplikasi Mekanika dan Energi): Jurnal Ilmiah Teknik Mesin*, 4(2).
- Hutahaeen, R. Y. (2006). Mekanisme dan Dinamika Mesin. *Yogyakarta: Penerbit Andi*.
- Pramono, G. E., Supriatma, E., dan Sutisna, S. P. (2017). Retrofit Motor Stepper Mesin CNC 3 Axis UIKA Prototype 3. *AME (Aplikasi Mekanika dan Energi): Jurnal Ilmiah Teknik Mesin*, 3(2), 60.
- Sigit, R. 2007. Robotika, Sensor & Aktuator. *Yogyakarta: Graha Ilmu*.
- UNECE (United Nations Economic Commission for Europe)/ IFR Robotics survey. Geneva 11 Oktober 2005.