

RANCANG BANGUN SISTEM SUSPENSI PADA ROBOT TEMPUR KOTA

Muhammad Arif Maulana¹, Agus Mulyono², Ardyanto D.³

Jurusan Teknik Otomotif Kendaraan Tempur, Poltekad Kodiklat Angkatan Darat

Poltekad Kodiklatad Ksatrian Pusdik Arhanud PO BOX 52 Malang

Email: maulanaarief365@gmail.com

ABSTRAK

Suspensi adalah kumpulan komponen tertentu yang berfungsi meredam kejutan, getaran yang terjadi pada kendaraan akibat permukaan jalan yang tidak rata sehingga dapat meningkatkan kenyamanan berkendara dan pengendalian kendaraan. Sistem suspensi kendaraan terletak di antara bodi (kerangka) dengan roda. *Air Suspension* adalah suatu sistem suspensi atau peredam getaran pada kendaraan yang memanfaatkan tekanan udara untuk meredam getaran. Silinder pneumatik merupakan perangkat mekanis yang menggunakan kekuatan udara bertekanan untuk menghasilkan kekuatan dalam gerakan bolak-balik piston secara *linier*/gerakan keluar masuk.

Sistem pneumatik ini banyak digunakan untuk peralatan industri. Pneumatik dipilih karena perawatannya yang mudah serta efisiensinya yang tinggi. Pada robot tempur kota ini sangatlah cocok apabila menggunakan sistem suspensi dengan sistem pneumatik karena efisiensi dari pneumatik yaitu mempunyai tingkat peredam getaran yang tinggi sehingga robot tempur kota dapat meredam dan menstabilkan robot jika ada rekoil senjata secara halus dan cepat. Oleh karena itu perlu adanya perencanaan dan perhitungan sistem suspensi pneumatik pada robot tempur kota agar robot tersebut dapat beroperasi dengan baik. Penelitian ini bertujuan untuk mendapatkan suatu suspensi yang cocok digunakan pada robot tempur kota berdasarkan kondisi jalan di perkotaan.

Metode penelitian ini dilaksanakan dengan cara menghitung beban maksimal robot tempur kota tersebut dan diperoleh berat maksimal adalah 80 kg. Hasil dari penelitian dan pengolahan data bahwa F_{total} pada robot tempur kota adalah 800 N maka setiap suspensi mendapat beban 200 N dan gaya yang dihasilkan dari suspensi sudut 15° adalah 193,2 N. Diperlukan diameter silinder sebesar 50 mm dan F dari sistem pneumatik adalah 1570 N lebih besar dari F_{total} robot tempur kota, sehingga suspensi dapat berfungsi dengan baik.

Kata Kunci : Sistem Suspensi, Silinder Pneumatik, Gaya pada robot tempur kota keadaan statis.

ABSTRACT

A suspension is a group of certain components that function to reduce shock, vibrations occur in vehicles due to off-road surfaces can improve driving comfort and control the vehicle. The vehicle suspension system is located between the body (frame) with wheels. The air suspension is a suspension system or shock breaker on a vehicle that utilizes air pressure to reduce vibrations. A pneumatic cylinder is a mechanical device that uses the compressed air power to produce force in the alternating movement of a piston in a linear or the in and out movement.

The pneumatic system is widely used for industrial equipment. The pneumatic is chosen because of its easy maintenance and high efficiency. In the city war robot is suitable for using a suspension system with a pneumatic system because a pneumatic efficiency namely it has a high shock breaker so the city war robot can neutralize and stabilize if there are smooth and fast recoils. Therefore, it is necessary to plan and to calculate the suspension system in the city war robot so that the robot can be used properly. This research aims to obtain a suspension suitable for using in the city war robots based on urban road conditions.

This research method was carried out by calculating the maximum load in the city war robot and the 80 kg is obtained a maximum weight. The result of research and data processing is F_{total} in the city war robot of 800 N then each suspension gets a load of 200 N and the force generated from a 15° angle suspension is 193.2 N. The required cylinder diameter of 50 mm and F of the pneumatic system is 1570 N greater than F_{total} the city war robots, so the suspension can be function properly.

Keywords: Suspension System, Pneumatic Cylinder, Force on statistical city war robots.

PENDAHULUAN.

Kenyamanan pada suatu kendaraan sangatlah penting di dalam sebuah perjalanan karena kendaraan harus mampu meredam dan mengurangi getaran yang terjadi akibat jalan yang tidak rata ataupun jalan yang ekstrim untuk dilalui. Karena fungsi suspensi adalah untuk meredam getaran dan kejutan dari permukaan jalan, menopang bodi serta memberikan kenyamanan

Air Suspension atau biasa yang disebut suspensi udara adalah suatu sistem suspensi/peredam getaran pada kendaraan yang memanfaatkan tekanan udara untuk meredam getaran. Pada robot tempur kota yang sistem suspensinya menggunakan *air suspension* sangatlah efektif karena suspensi udara memiliki tingkat redaman yang tinggi dan dapat diatur ketinggiannya sehingga saat robot tempur kota melakukan *manuver* di jalan yang tidak rata dan melakukan tembakan, maka suspensi pneumatik tersebut dengan cepat mestabilkannya.

Dari permasalahan di atas maka penulis bermaksud untuk membuat **RANCANG BANGUN SISTEM SUSPensi PADA ROBOT TEMPUR KOTA**, menggunakan suspensi pneumatik agar robot kota tersebut dapat meredam getaran lebih baik, cepat serta efisien.

Maksud dan Tujuan.

1. Maksud. Maksud penulisan tugas akhir ini adalah rancang bangun sistem suspensi robot tempur kota dengan menggunakan suspensi pneumatik.
2. Tujuan. Tujuan yang ingin didapatkan adalah untuk meningkatkan peredam kejutan robot tempur kota secara cepat, lebih efisien sehingga dapat menopang bantingan yang terjadi.

Rumusan masalah

Berdasarkan latar belakang tersebut, maka dirumuskan permasalahan yaitu bagaimana merancang bangun sistem suspensi pada robot tempur kota yang benar, efisien, mampu meredam getaran dan mampu memperlambat hentakan saat

melakukan tembakan serta mampu menahan beban pada robot tempur kota.

Batasan Masalah

1. Menghitung tegangan lentur baut
2. Menghitung tegangan geser lentur baut
3. Perencanaan poros
4. Menghitung tegangan punter
5. Menghitung momen inersia pada poros

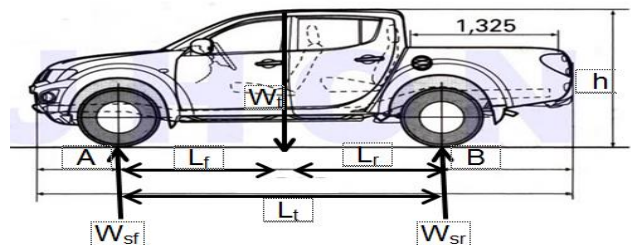
Manfaat penelitian

1. Sebagai acuan untuk meneliti dan mengembangkan alutsista di satuan TNI-AD.
2. Untuk mengurangi kerugian personel saat melaksanakan pertempuran kota.
3. Mempermudah personil menemukan target sasaran tanpa harus terjun langsung ke lapangan

TINJAUAN PUSTAKA.

Langkah awal dalam mempelajari perilaku suatu kendaraan adalah mencari titik berat kendaraan. Karena dari titik berat kendaraan bisa digunakan untuk mengetahui

gaya-gaya yang terjadi pada kendaraan. Untuk mengetahui titik berat pada posisi mendatar, terlebih dahulu harus diketahui titik berat total kendaraan dan panjang poros sumbu roda depan ke poros sumbu roda belakang. Perubahan distribusi beban bagian depan dan belakang, sisi kanan dan sisi kiri akan mempengaruhi letak titik berat kendaraan.



Gambar 1. Titik berat kendaraan pada posisi mendatar)
(Sumber. S. Timoshenko And D.H. Young 1990:279)

Menentukan persamaan jarak titik berat kendaraan terhadap sumbu roda depan

(L_f), seperti ditunjukkan pada gambar 1, ditinjau dari momen gaya terhadap titik A ($\Sigma M_A = 0$) adalah :

$$W_t \cdot L_f - W_{sr} \cdot L_t + W_{sf} \cdot 0 = 0$$

$$W_t \cdot L_f = W_{sr} \cdot L_t$$

$$L_f = \frac{W_{sr} \cdot L_t}{W_t}$$

Dimana :

W_t = Berat kendaraan (N).

W_{sr} = Berat statis pada roda belakang (N).

W_{sf} = Berat statis pada roda depan (N).

L_t = Jarak sumbu roda depan dengan belakang (mm).

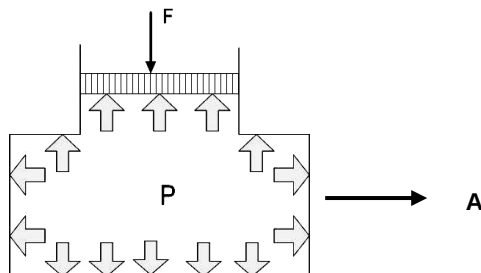
L_f = Jarak titik berat kendaran dengan roda depan (mm).

L_r = Jarak titik berat kendaran dengan roda belakang (mm).

Teori Dasar Pneumatik.

Ktesibios merupakan orang pertama yang dikenal sebagai pengguna alat pneumatik atau pemanfaatan udara kempa sebagai medianya. Istilah pneumatik tersebut berasal dari bahasa Yunani kuno yaitu "*pneuma*" yang berarti nafas/tiupan. Sedangkan pneumatik adalah ilmu yang mempelajari gerakan atau perpindahan udara/fenomena udara. Udara kempa juga dikenal sebagai udara bertekanan, tentu saja tekanan yang dimaksud memenuhi batas-batas tertentu.

a. Hukum Pascal. Pascal dalam teori tentang tekanan menjelaskan bahwa pada bejana tertutup tekanan fluida (P) akan menekan kesegala arah dengan kekuatan yang sama. Dalam suatu sistem pneumatik tekanan fluida dinyatakan dengan (P). Ilustrasi hukum Pascal dapat dilihat dari gambar dibawa



Gambar 2. Penjelasan Hukum Pascal (Sumber.Sugi Hartono, 1988, hal 27)

Apabila gaya (F) bekerja pada suatu fluida tertutup melalui permukaan (A) maka tekanan akan terjadi dalam fluida tersebut. Tekanan yang bekerja sesuai dengan jumlah gaya yang dipakai secara tegak lurus menekan luasan permukaan tersebut.

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

(Sugi Hartono, 1988, hal 27)

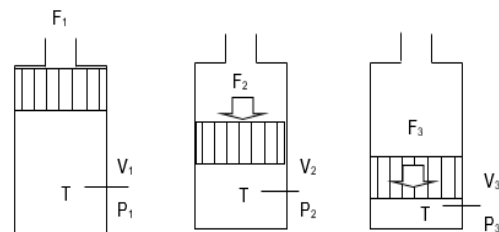
Dimana :

P = Tekanan (N/m^2)

F = Gaya (N)

A = Luas Penampang Silinder (m^2)

b. Teori Kompresibel Udara. Udara mempunyai sifat kompresibel atau dapat dimampatkan. Boyle dan Mariotte menyatakan udara tidak mempunyai bentuk yang khusus, udara berubah-ubah bentuk dengan sedikit hambatan yakni mengambil bentuk sesuai dengan bentuk sekelilingnya. Udara dapat dimampatkan dan berusaha keras untuk mengembang, dapat memakai hubungan yang diberikan dalam hukum Boyle Mariotte "yaitu pada temperatur konstan, volume gas berbanding terbalik dengan tekanan absolutnya", atau hasil dari tekanan absolute dan volume gas konstan.



Gambar 3. Variasi Hukum Boyle-Mariotte (Sumber. Sugiharto, 1985, hal 15)

Apabila temperatur konstan maka :

$$P_1 \cdot V_1 = P_2 \cdot V_2 = P_3 \cdot V_3 = \text{konstan}$$

(Sugiharto, 1985, hal 15).

Dimana :

F = Gaya (N)

P = Tekanan (N/m^2)

V = Luas Penampang (m^2)

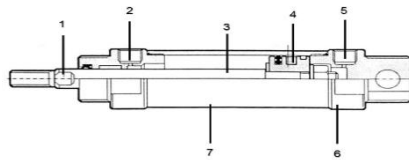
T = Temperatur ($^{\circ}C$)

Silinder Pneumatik.

Merupakan komponen sistem pneumatik yang berfungsi untuk menampung fluida kerja dari *recervoir*, sehingga tekanan didalam silinder meningkat dan mampu untuk mendorong piston bergerak vertikal maupun horizontal dan mampu mengangkat beban.



Gambar 4. Silinder pneumatik kerja ganda.



Gambar 5. Komponen silinder kerja ganda.

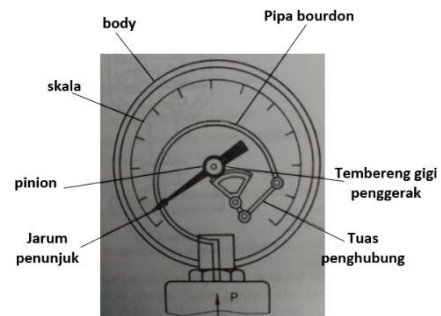
Keterangan :

1. Piston rod.
2. Saluran udara masuk
3. Batang torak.
4. Piston.
5. Saluran udara masuk
6. Tutup.
7. Tabung silinder

Pengukur Tekanan. Pengukur tekanan merupakan alat yang berguna untuk mengukur aliran fluida pada sistem pneumatik, alat ini dilengkapi dengan sebuah penduga/pengukur tekanan untuk menunjukkan besarnya udara kempaian yang mengalir melalui pengatur tekanan/tekanan sekunder.



Gambar 6. Pengukur Tekanan
(Sumber. http://www.wika.us/130_15_en_us
.WIKI)



Gambar 7. Bagian-Bagian Pengukur Tekanan
(Sumber. Sugihartono, hal 70)

Perencanaan Baut. Dalam sebuah rancang bangun perencanaan bahan, kedudukan dan beban yang diterima oleh baut adalah keharusan yang harus dilaksanakan untuk membuat sebuah kedudukan dari suatu benda.

1. Tegangan lentur baut. Tegangan lentur diakibatkan karena adanya gaya yang bekerja tepat ditengah – tengah dari panjang baut yang memungkinkan bengkokan bahkan patahnya baut. Besarnya tegangan kerja (σ_l) pada baut dengan panjang dan diameter tertentu dapat diketahui dengan persamaan:

$$\sigma_l = \frac{R}{\frac{\pi d^2}{4}}$$

Dimana :

σ_l : Tegangan lentur (N/mm^2)

R : Gaya yang bekerja pada baut (N)

d : Diameter baut (m)

(Suharto, 1991, Halaman 51)

2. Tegangan geser baut (σ_g). Dari bahan yang telah dipilih pada pembahasan sebelumnya (tegangan lentur baut), maka langkah berikutnya adalah menganalisa seberapa besar pengaruh gaya yang bekerja terhadap tegangan geser dari bahan tersebut.

Jika besarnya gaya yang bekerja pada masing-masing baut suspensi (F) adalah R_A, R_B dan berada tepat ditengah-tengah dari panjang baut, maka untuk menentukan

besarnya tegangan kerja masing-masing baut, diperoleh sebagai berikut:

$$\sigma_g = \frac{F}{\frac{\pi}{4} d^2} \text{ (N/mm}^2\text{)}$$

(Konstruksi sambungan tegar, Ir Suharto, halaman 44)

Perencanaan Poros. Apabila beban/ gaya-gaya yang bekerja pada poros sudah diketahui, maka perencanaan poros dapat dihitung dengan rumus sebagai berikut :

1. Torsi. Torsi pada poros suspensi (T) disebabkan adanya beban/gaya yang direncanakan (F) dan diameter poros yang direncanakan (d), sehingga dapat diketahui dengan persamaan sebagai berikut:

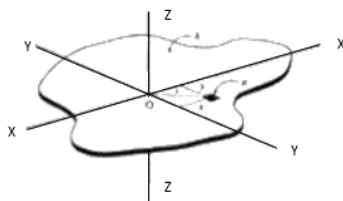
$$T = F \times r \text{ (N)}$$

Dimana :

F : Beban benda pada torsi (N)

r : Jari-jari poros (mm)

2. Momen inersia polar (J). Momen inersia polar pada poros yaitu momen inersia penampang pada satu titik atau persimpangan dari sumbu X dan sumbu Y.



Gambar 8. Momen Inersia
(www.slideshare.net/tekpal_14/06-momen-inersia-3)

Dari gambar diatas maka momen inersia polar (J) dapat dihitung menggunakan persamaan sebagai berikut:

$$\begin{aligned} J &= I_x + I_y \\ &= \frac{\pi}{64} \times d^4 + \frac{\pi}{64} \times d^4 \end{aligned}$$

$$= \frac{\pi}{32} \times d^4 \text{ (mm}^4\text{)}$$

Dimana:

J : Momen inersia polar (mm⁴)

D : Diameter poros (mm)

I_x : Garis sumbu X

I_y : Garis sumbu Y

(Sumber : Prof. Dr. Ir. Dahmir Dahlan, M. Sc, 2012, hal 16)

3. Tegangan puntir (σ_p). Tegangan puntir pada poros disebabkan oleh adanya torsi (T) dan momen inersia (J). Sehingga besarnya tegangan puntir dapat diketahui sebagai berikut:

$$\sigma_p = \frac{T}{\frac{J}{r}} \text{ (N/mm}^2\text{)}$$

Dimana:

σ_p : Tegangan puntir (N/mm²)

T : Torsi (Nmm)

J : Momen inersia polar (mm⁴)

r : Jari-jari poros (mm)

(Sumber : Prof. Dr. Ir. Dahmir Dahlan, M. Sc, 2012, hal 16)

4. Tegangan tekan pada poros suspensi (σ_T). Tegangan tekan pada poros suspensi disebabkan oleh adanya gaya langsung dari beban diatasnya (F). Sehingga besarnya tegangan tekan dapat diketahui sebagai berikut:

$$\sigma_T = \frac{F}{A} \text{ (N/mm}^2\text{)}$$

$$\sigma_T = \frac{F}{\frac{1}{4} \pi d^2} \text{ (N/mm}^2\text{)}$$

Dimana:

F : Beban total (N)

σ_T : Tegangan tekan pada poros (N/mm²)

d : Diameter poros (mm)

5. Untuk menentukan besarnya tegangan bengkok (σ_B) dapat diketahui dengan persamaan sebagai berikut:

$$\sigma_B = \frac{4 \times F \times L_{\text{poros}}}{\pi \times d^3} \text{ (N/mm}^2\text{)}$$

Dimana:

σ_B : Tegangan bengkok pada poros (N/mm^2)

L_{poros} : Panjang poros (mm)

d : Diameter poros (mm)

(Gere & Timoshenko, 1996, Halaman 260)

6. Tegangan Geser Gabungan pada Poros (σ_R). Tegangan geser gabungan diperoleh dengan cara mencari resultan dari tegangan tekan pada poros (σ_T) dan tegangan bengkok (σ_B) yang terjadi pada poros, sehingga besarnya tegangan geser gabungan dapat diketahui dengan cara:

$$\sigma_R = \sqrt{\sigma_B^2 + \sigma_T^2}$$
$$\sigma_R = \sqrt{\left(\frac{F}{A}\right)^2 + \left(\frac{4 \times F \times L}{\pi \times d^2}\right)^2} \quad (N/mm^2)$$

Poros dikatakan aman apabila besarnya tegangan kerja gabungan lebih kecil dari pada tegangan geser ijin bahan ($\sigma_R \leq \sigma_g$).

dimana:

σ_T : Tegangan tekan bahan (N/mm^2) .

σ_g : Tegangan geser bahan (N/mm^2).

(Ir Suharto, 1991, halaman 56)

METODE PENELITIAN

Umum. Metode penelitian adalah suatu cara yang digunakan untuk melakukan kegiatan ilmiah berupa penelitian yang dilakukan secara terencana, sistematis, terarah dan bertujuan untuk mengumpulkan data yang relevan guna mencari solusi dari suatu perencanaan dalam rancang bangun sistem suspensi dengan pneumatik pada robot tempur kota ini. Sebelum melaksanakan perancangan terlebih dahulu mengetahui cara kerja dari suspensi pneumatik yang digunakan. Yang mana perencanaan sistem suspensi yang dibuat meliputi pengambilan data dan *study* literatur, data hasil perhitungan dan data lapangan yang berkaitan dengan tugas akhir ini. Dengan adanya data-data yang akurat, dapat meyakinkan bagaimana sebenarnya permasalahan yang terjadi di lapangan dikaitkan dengan perencanaan yang ada.

Tempat dan Waktu Perencanaan.

1. Tempat. Adapun tempat penelitian sistem suspensi robot tempur kota adalah :

- a. Bengkel di Singosari – Malang.

- b. Bengkel Poltekad.

2. Waktu penelitian dilakukan pada bulan Maret 2017 sampai dengan bulan Juli 2017.

Variabel yang direncanakan. Variabel yang digunakan pada perencanaan ini ada dua yaitu variabel bebas dan variabel terikat.

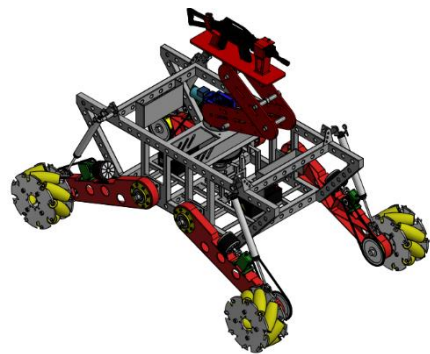
1. Variabel bebas adalah variabel yang bebas ditentukan oleh peneliti sebelum melakukan penelitian. Adapun variabel bebas yang digunakan dalam perencanaan ini adalah :

- a. Berat robot tempur kota (N).
- b. Sudut kedudukan suspensi ($^\circ$).

2. Variabel terikat. Variabel terikat adalah variabel yang besarnya tidak dapat ditentukan oleh peneliti tetapi besarnya tergantung pada variabel bebasnya. Dalam analisa ini variabel terikatnya adalah.

- a. Gaya yang terjadi pada suspensi robot dalam keadaan statis (N).
- b. Dimensi suspensi pneumatik (mm).
- c. Tekanan fluida sistem pneumatik (N/m^2).
- d. Dimensi baut dan poros kedudukan suspensi (mm)

Data Teknis Robot Tempur Kota. Pada robot tempur kota ini memiliki data teknis yang secara fisik di lapangan, adapun data teknisnya sebagai berikut :



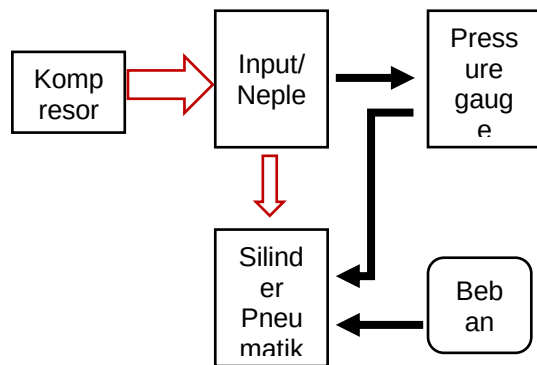
Gambar 7. Robot Tempur Kota

Keterangan :

- | | |
|-------------------------------|-----------|
| 1. Panjang robot tempur kota | : 1800 mm |
| 2. Jarak sumbu kerangka bawah | : 910 mm |
| 3. Jarak sumbu kerangka atas | : 1500 mm |
| 4. Lebar | : 750 mm |

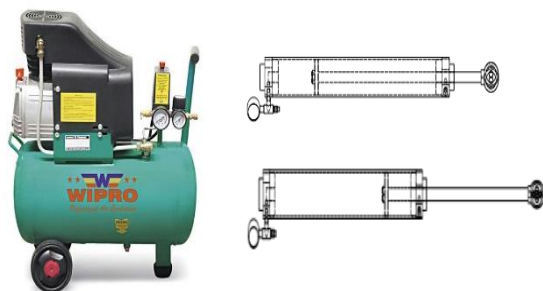
5. Berat roda : 300 N
6. Berat kosong / Tanpa roda : 800 N
7. Berat siap tempur / Total : 1100 N
8. Tinggi tanpa senjata : 950 mm
9. Tinggi menggunakan senjata : 1200 mm

Diagram Kerja Sistem Suspensi Pneumatik pada Robot Tempur Kota. Pada gambar dibawah ini merupakan diagram kerja sistem suspensi robot tempur kota dengan menggunakan suspensi pneumatik.



Gambar 8. Diagram Kerja Sistem Suspensi pada Robot Tempur Kota

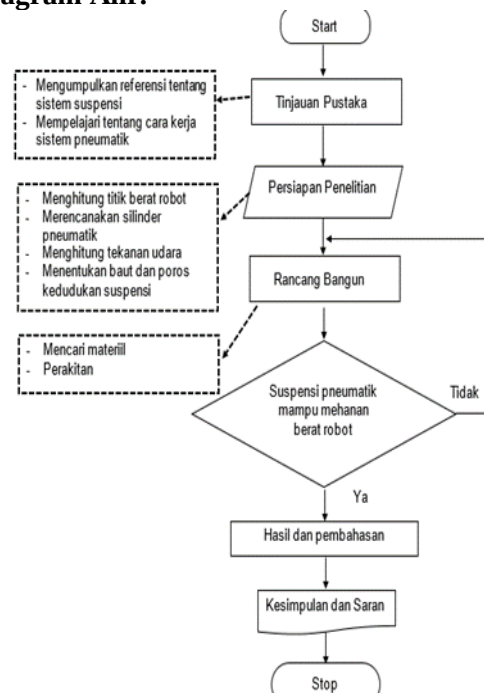
Prinsip Kerja Alat. Adapun Prinsip kerja dari silinder pneumatik pada sistem suspensi robot tempur kota sebagai berikut :



Gambar 9. Sistem Suspensi Pneumatik Robot Tempur Kota
kompresor digunakan untuk mengisi udara yang bertekanan menuju silinder pneumatik,

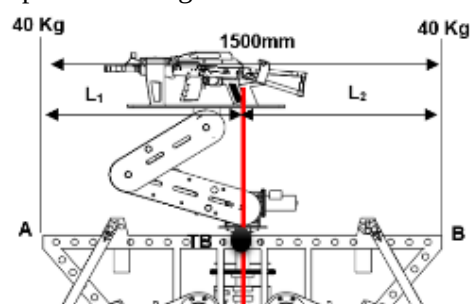
melewati *neple* pengisian/ input. Sehingga udara bertekanan mengalir dan menekan piston pada silinder pneumatik, piston pun melakukan langkah maju. *Output* dari tabung silinder ditutup/ di kunci oleh baut sehingga udara yang telah masuk ke dalam tabung silinder tidak dapat keluar kembali dan berada di dalam tabung silinder. Melalui *pressure gauge* kita dapat membaca udara yang dibutuhkan di dalam tabung silinder sehingga ketinggian dari batang piston dapat diatur tinggi maupun rendahnya berdasarkan beban total yang diterima. Setelah udara mencukupi pada tekanan udara yang dibutuhkan silinder maka udara yang mengalir masuk dari kompresor dapat di hentikan.

Diagram Alir.



PERHITUNGAN DAN PEMBAHASAN

Titik Berat. Berdasarkan spesifikasi robot tempur kota diketahui berdasarkan spesifikasi berat robot tempur kota dengan senjata/ muatan maksimal (W_t) adalah $80 \text{ kg} \times 10 \text{ m/s}^2 = 800 \text{ N}$, jarak titik A ke B (L_t) adalah 1500 mm. Sehingga dapat dihitung titik berat robot tempur kota sebagai berikut :



Gambar 8. Titik Berat Robot Tempur Kota

Dimana :

Beban di (W_1) = $40 \text{ kg} \times 10 \text{ m/s}^2 = 400 \text{ N}$
 Beban di (W_2) = $40 \text{ kg} \times 10 \text{ m/s}^2 = 400 \text{ N}$
 Jarak W_1 dan W_2 (L) = 1500 mm
 Beban total (W_{Tot}) = $80 \text{ kg} \times 10 \text{ m/s}^2 = 800 \text{ N}$
 Gaya gravitasi (g) = 10 m/s^2

Maka :

Titik berat robot tempur kota adalah :

a. Jarak titik berat robot tempur kota terhadap B (L_2).

$$L_2 = \frac{W_1 \cdot L_t}{W_t} = \frac{400 \text{ N} \cdot 1500 \text{ mm}}{800 \text{ N}}$$

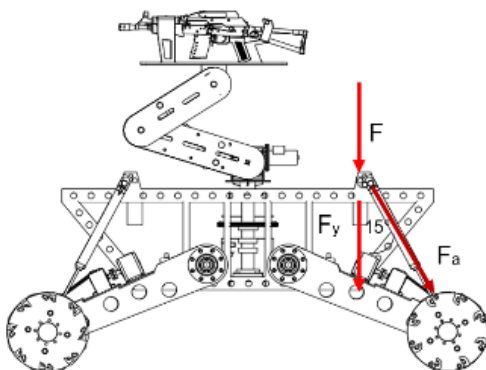
$$= 750 \text{ mm}$$

b. Jarak titik berat robot tempur kota terhadap A (L_1).

$$L_1 = \frac{W_2 \cdot L_t}{W_t} = \frac{400 \text{ N} \cdot 1500 \text{ mm}}{800 \text{ N}}$$

$$= 750 \text{ mm}$$

Gaya pada robot tempur kota saat keadaan statis. Diketahui beban total (F_{tot}) = 800 N , dibagi empat pada tiap-tiap suspensinya maka $F_y = 200 \text{ N}$.



Gambar 9. Gaya yang terjadi pada suspensi Robot Tempur Kota Pada keadaan statis

Dimana :

$$F_y = 200 \text{ N}$$

$$\text{Sudut } \alpha = 15^\circ$$

Maka :

$$F_a = F_y \cos \alpha$$

$$F_a = 200 \text{ N} \cdot \cos 15^\circ$$

$$F_a = 193,2 \text{ N}$$

Perencanaan Suspensi Pneumatik.

Diketahui batas tekanan operasi udara daradalah 800000 N/m^2 dan F_{tot} adalah 800 N

a. Dimensi Silinder.

$$F = P \cdot \frac{\pi \cdot D^2}{4} - R$$

Dimana R = Gesekan diambil 5 % dari F sebesar :

$$R = \frac{5}{100} 800 \text{ N}$$

$$= 40 \text{ N}$$

Diameter torak pada rangkaian pneumatik untuk suspensi robot tempur kota.

$$D^2 = \frac{(F + R) \cdot 4}{p \cdot \pi}$$

$$= \frac{(800 \text{ N} + 53,9 \text{ N}) \cdot 4}{800000 \text{ N/m}^2 \cdot 3,14}$$

$$= 0,0013 \text{ m}^2$$

$$D = \sqrt{0,0013 \text{ m}^2}$$

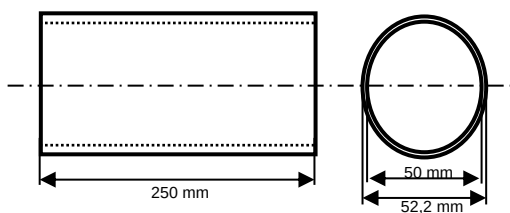
$$= 0,0365 \text{ m}$$

$$= 36,5 \text{ mm}$$

Jadi diameter silinder (D_s) sebesar $36,5 \text{ mm}$.

a. Karena dipasaran tidak ada tabung silinder berdiameter 36,5 mm maka digunakan tabung silinder yang berdiameter sebesar 50 mm dengan diameter batang piston 20 mm dan panjang langkah silinder 250 mm.

b. Silinder kerja (Aktuator). Diameter silinder pneumatik (D_s) = 50 mm dan panjang silinder (s) = 250 mm direncanakan terbuat dari baja karbon cor SC 37 dengan batas mulur 37 kg/mm².



Gambar 10. Penampang Silinder Pneumatik

c. Tebal Tabung Silinder Pneumatik.

$$t_s = \frac{D_s}{2} \left[\sqrt{\frac{sd + P}{sd - P}} - 1 \right]$$

Dimana :

$$\begin{aligned} Sd &= \frac{37 \text{ (kg/mm}^2\text{)}}{2} \\ &= 18,5 \text{ (kg/mm}^2\text{)} \cdot 10 \text{ m/s}^2 \\ &= 1,85 \cdot 10^8 \text{ N/m}^2 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Maka :} \\ t_s &= \frac{0,05 \text{ m}}{2} \cdot \left[\sqrt{\frac{185800000 \text{ (N/m}^2\text{)} + 800000 \text{ (N/m}^2\text{)}}{185800000 \text{ (N/m}^2\text{)} - 800000 \text{ (N/m}^2\text{)}}} - 1 \right] \\ &= 0,001108342 \text{ m} \\ &= 1,1 \text{ mm} \end{aligned}$$

d. Diameter Luar Pada Silinder Pneumatik.

$$\begin{aligned} D_L &= D_s + (2 \cdot t_s) \\ &= 50 \text{ mm} + (2 \cdot 1,1 \text{ mm}) \\ &= 50 \text{ mm} + 2,2 \text{ mm} \\ &= 52,2 \text{ mm} \end{aligned}$$

Gaya Pada Sistem Pneumatik.

a. Gaya pada langkah maju ($F_{\max}$).

$$F_{\max} = P \cdot A \quad (\text{N})$$

$$F_{\max} = 800000 \text{ N/m}^2 \cdot \left(\frac{1}{4} \cdot 3,14 \cdot 0,05^2 \text{ m} \right)$$

$$F_{\max} = 1570 \text{ N}$$

b. Gaya pada langkah mundur ($F_{\min}$).

$$F_{\min} = P \cdot A \quad (\text{N})$$

$$F_{\min} = 800000 \text{ N/m}^2 \cdot \frac{1}{4} \cdot 3,14 \cdot (0,05^2 \text{ m} - 0,02^2 \text{ m})$$

$$F_{\min} = 1318,8 \text{ N}$$

Buckling/Bengkokan. Direncanakan panjang

batang silinder 0,25 m dan diameter dalam

batang piston 0,02 m.

a. Besarnya momen inersia pada batang piston :

$$I = \frac{\pi d^4}{64} \text{ (m}^4\text{)}$$

$$I = 7,85 \cdot 10^{-9} \text{ m}^4$$

b. Besarnya bengkokan sebagai berikut :

$$\begin{aligned} K &= \frac{3,14^2 E I}{L_k^2} = \frac{3,14^2 \cdot 210 \cdot 10^9 \text{ N/m}^2 \cdot 7,85 \cdot 10^{-9} \text{ m}^4}{0,25^2 \text{ m}} \\ K &= 65 \cdot 10^6 \text{ N} \end{aligned}$$

c. Besarnya gaya tekan yang diijinkan :

$$F = \frac{K}{S} \text{ (N)}$$

$$F = \frac{65014,2024 \text{ N}}{3,5}$$

$$F = 18,6 \cdot 10^6 \text{ N}$$

Jadi batang piston tidak mengalami bengkok karena besarnya gaya tekan diijinkan lebih besar dari gaya tekan sebenarnya

Tekanan udara pada sistem pneumatik.

Tekanan Udara yang terjadi dan dibutuhkan silinder pneumatik saat menerima gaya/ beban total.

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

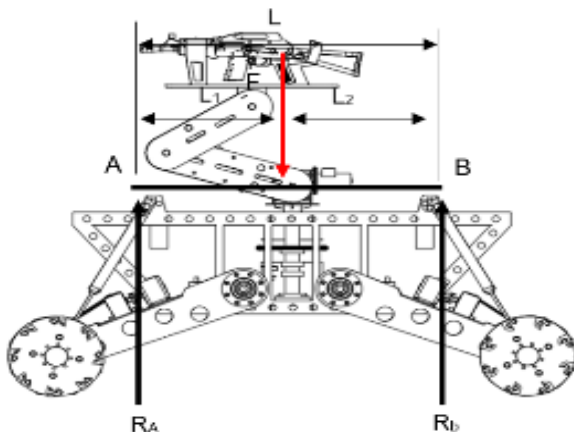
$$= \frac{800 \text{ N}}{0,0019625 \text{ m}^2}$$

$$= 407643,121 \text{ N/m}^2$$

Perencanaan Baut.

a. Perencanaan bahan baut. Perencanaan bahan yang dipilih adalah (S45C) yang mempunyai kekuatan tarik sebesar 58 kg/mm^2 , faktor keamanan satu (sf_1) sebesar 6 dan faktor keamanan dua (sf_2) sebesar 1.

b. Jarak titik berat robot tempur kota (TB_{rtk}) terhadap baut suspensi. Dari perhitungan titik berat robot tempur kota maka dapat diketahui jarak titik berat terhadap baut A dan B dapat digambarkan sebagai berikut :



Gambar 11. Jarak Titik Berat Terhadap Baut keudukan suspensi Robot Tempur Kota

Sehingga dari pengukuran, jarak masing-masing baut A dan B terhadap titik berat adalah :

- 1) Jarak baut A dan B (L) = 910 mm
- 2) Jarak titik berat terhadap baut A (L_1) = 455 mm
- 3) Jarak titik berat terhadap Baut B (L_2) = 455 mm
- 4) Beban total (F) = 800 N

c. Beban baut. Beban pada masing-masing baut A dan B adalah sebagai berikut :

1) Beban baut A (R_A).

$$R_A = \frac{F \cdot L_2}{L} (\text{N})$$

$$R_A = 400 \text{ N}$$

2) Beban baut B (R_B).

$$R_B = \frac{F \cdot L_1}{L} (\text{N})$$

$$R_B = 400 \text{ N}$$

d. Tegangan kerja.

Maka :

1) Tegangan lentur (σ_l).

- Baut A

$$\sigma_{lA} = \frac{R_A \cdot \frac{1}{2}}{\frac{\pi}{4} d^2} \left(\frac{\text{N}}{\text{mm}^2} \right)$$

$$= 1,13 \frac{\text{N}}{\text{mm}^2}$$

- Baut B

$$\sigma_{lB} = \frac{R_B \cdot \frac{1}{2}}{\frac{\pi}{4} d^2} \left(\frac{\text{N}}{\text{mm}^2} \right)$$

$$= 1,13 \frac{\text{N}}{\text{mm}^2}$$

2) Tegangan geser baut (σ_g).

- Baut A

$$\sigma_{lA} = \frac{R_A}{\frac{\pi}{4} d^2} \left(\frac{\text{N}}{\text{mm}^2} \right)$$

$$= 2,26 \frac{\text{N}}{\text{mm}^2}$$

- Baut B

$$\sigma_{lB} = \frac{R_B}{\frac{\pi}{4} d^2} \left(\frac{\text{N}}{\text{mm}^2} \right)$$

$$= 2,26 \frac{\text{N}}{\text{mm}^2}$$

3) Tegangan geser yang diizinkan (σ_g^-)

$$\begin{aligned}\sigma_g^- &= \frac{\sigma_B}{(sf_1 \times sf_2)} \left(\frac{N}{mm^2} \right) \\ &= \frac{568,4 \text{ N/mm}^2}{(6 \times 1)} \\ &= 94,7 \frac{N}{mm^2}\end{aligned}$$

Karena (σ_g^-) < (σ_g) maka baut dudukan suspensi robot aman dari patahan.

Perencanaan Poros.

Dimana :

Beban pada poros (W_{Total}/F) = 800 N

Diameter poros (d) = 15 mm

Jari-jari poros (r) = 7,5 mm

Panjang poros (L_{poros}) = 45 mm

a. Perencanaan bahan poros. Bahan yang digunakan untuk bahan poros adalah (SC 42) dengan kekuatan tarik 42 kg/mm², faktor keamanan satu (sf_1) sebesar 6 dan faktor keamanan dua (sf_2) sebesar 2.

b. Torsi pada poros (T).

$$\begin{aligned}T &= F \times r \text{ (Nmm)} \\ &= 6000 \text{ Nmm}\end{aligned}$$

c. Momen inersia (J).

$$\begin{aligned}J &= I_x + I_y \text{ (mm}^4\text{)} \\ &= \frac{\pi}{32} \times d^4 \\ &= 4967,5 \text{ mm}^4\end{aligned}$$

d. Tegangan puntir pada poros (σ_p).

$$\begin{aligned}\sigma_p &= \frac{T}{\left(\frac{J}{r} \right)} \text{ (N/mm}^2\text{)} \\ &= 9 \text{ N/mm}^2\end{aligned}$$

e. Tegangan tekan pada poros (σ_T).

$$\begin{aligned}\sigma_T &= \frac{W_{\text{total}}}{A} \text{ (N/mm}^2\text{)} \\ \sigma_T &= 16,9 \frac{N}{mm^2}\end{aligned}$$

f. Tegangan bengkok pada poros (σ_B).

$$\begin{aligned}\sigma_B &= \frac{4 \times F \times l_{\text{poros}}}{\pi \times d^3} \text{ (N/mm}^2\text{)} \\ \sigma_B &= 13,58 \frac{N}{mm^2}\end{aligned}$$

a. Tegangan geser gabungan pada poros suspensi (σ_R).

$$\begin{aligned}\sigma_R &= \sqrt{\sigma_B^2 + \sigma_T^2} \text{ (N/mm}^2\text{)} \\ \sigma_R &= 21,68 \frac{N}{mm^2}\end{aligned}$$

b. Tegangan geser yang diizinkan (σ_g^-)

$$\begin{aligned}\sigma_g^- &= \frac{\sigma_B}{(sf_1 \times sf_2)} \left(\frac{N}{mm^2} \right) \\ &= 34,3 \frac{N}{mm^2}\end{aligned}$$

Karena (σ_g^-) < (σ_R) maka poros aman dari patahan.

Kesimpulan. Adapun kesimpulan yang diambil adalah sebagai berikut :

a. Berat total robot tempur kota adalah 800 N dibagi empat suspensi menjadi 200 N terhadap sudut 15° maka gaya yang diterima tiap suspensinya adalah 193,2 N.

b. Diameter silinder (D_s) adalah 36,5 mm menjadi 50 mm, diameter batang piston 20 mm dan panjang langkah adalah 250mm.

c. Gaya langkah maju silinder pneumatik adalah 1570 N dan langkah mundur adalah 1318,8 N.

d. Tekanan Udara pada silinder pneumatik terhadap gaya/ beban total robot tempur kota yang diterima adalah 407643,3 N/m²

e. Tegangan geser baut (σ_g) paling besar adalah 2,26 N/mm² tegangan geser yang diizinkan (σ_g^-) pada perencanaan bahan baut sebesar 94,7 N/mm². Karena (σ_g^-) <

(σ_g) maka bautudukan suspensi robot aman dari patahan.

f. Didapatkan hasil perhitungan tegangan geser poros (σ_R) adalah 21,68 N/mm² dan tegangan geser yang diizinkan (σ_g) pada perencanaan bahan poros sebesar 34,3 N/mm². Karena (σ_g) < (σ_R) maka poros aman dari patahan.

Saran. Diharapkan untuk kedepannya semua alutsista TNI AD menggunakan peredam udara/ pneumatik karena pneumatik mampu meredam getaran, hentakan dan kejutan lebih efektif dan halus dibandingkan peredam lainnya.

DAFTAR PUSTAKA

- S.Timoshenko & D.H.Young, 1990. **Professor of Enginering Mechanics, Stanford University. Mekanika Teknik edisi keempat.**Penerbit ERLANGGA, Jakarta.Jack Stolk,1991 **Elemen mesin dan bangunan mesin.**
- DRS. Sugihartono, 1996, **Dasar-dasar Kontrol Pneumatik**, Tatsito, Bandung
- Ernest , F 1981, **Fluid Power And Control System**, Mc Graw Hill Book Company, New york.
- Ir. Sularso, MS ME. 2004, **Dasar-dasar Perencanaan dan Pemilihan Elemen Mesin**, Pradnya Paramita, Jakarta.