



**DESAIN PERENCANAAN ULANG ALAT PRES KARET SEAL 4 TUMPUAN  
DENGAN SISTIM HIDROLIK**

**Setyo Nugroho**

Program Studi Teknik Mesin, Fakultas Teknik, Universitas 17 Agustus 1945 Surabaya  
Jalan Semolowaru No. 45 Surabaya 60118, Tel. 031-5931800, Indonesia  
email: tiok.ndroid@gmail.com

**ABSTRAK**

**RE-DESIGN TOOL DESIGN OF RUBBER SEALS FOUR POLES PRESS WITH  
HYDRAULIC SYSTEM**

*Research on the planning design tool Pressed rubber seal 4 pedestal with hydraulic systems. 4 pole is made with carbon steel with a type ST 37 and each pedestal to receive the load or force of 353,701.18 N. ST 37 types of steel material having a tensile strength of 360-370 N / mm<sup>2</sup>, the pressure (preasure) received in each pedestal is 134.87 N / mm<sup>2</sup> and a broad pedestal 302 500 mm<sup>2</sup>, it can be dimpulkan that 134.87 N / mm<sup>2</sup> < 360 N / mm<sup>2</sup>*

**Keywords:** *hydraulic, style, steel ST 37, a pressing machine*

**PENDAHULUAN**

Dalam dunia industri modern, banyak di jumpai mesin manufaktur dengan berbagai jenis dan fungsi yang berbeda. Mesin manufaktur adalah sebuah alat yang berfungsi mempermudah dalam pembuatan komponen dari suatu benda, seperti halnya mesin pengecoran logam, mesin pengukir material, dan adapun mesin yang mengubah dimensi dari suatu material. Mesin – mesin tersebut sangat cepat berevolusi di era pembangunan infrastruktur di tahun ini, dari yang manual menjadi robotic bahkan ada yang sudah bersifat otomatis sehingga manusia hanya mengeluarkan sedikit tenaga dan pekerjaan terasa lebih ringan. Dari banyaknya alat yang dikembangkan oleh manusia, munculah berbagai system untuk memudahkan pengoprasian alat – alat tersebut. Hidrolik dan Pneumatik adalah salah satu system yang banyak di aplikasikan terhadap mesin manufaktur di tahun ini.

Hidrolik merupakan suatu bentuk perubahan atau pemindahan daya dengan menggunakan media penghantar berupa fluida cair untuk memperoleh daya yang lebih besar dari daya awal yang dikeluarkan. Banyak keuntungan dalam pengaplikasian hidrolik terhadap mesin manufaktur diantaranya tenaga yang di hasilkan atau di keluarkan lebih besar di bandingkan tenaga awal untuk pengoprasian system hidrolik. Sudah sering kita jumpai mesin yang bertenagakan system hidrolik, diantaranya truck sampah, escavator, dan mesin pengepres ( karet, pemotong kertas, plat baja, dan sebagainya).

Dalam penelitian ini, saya akan menerapkan sistim hidrolik terhadap alat pencetak karet seal, dimana banyak produsen karet sealyang memproduksi dengan menggunakan cara dongkrak manual. Dengan pengaplikasian sistim hidrolik terhadap alat pencetak karet seal, akan

mempermudah pekerjaan dan memerlukan sedikit tenaga dalam pengoperasiannya

### Pengertian Gambar Teknik.

Gambar dalam bidang teknik merupakan hal terpenting dalam penggunaannya. Dalam hal ini gambar yang dimaksud adalah semacam bahasa yang berisikan simbol-simbol dalam teknik. Adapun ukuran – ukuran yang di sepakati dalam gambar tersebut.

#### 1. Ukuran kertas gambar

ukuran kertas gambar atau media gambar sangat banyak macamnya, mulai dari yang terbesar A0, A1, A2, A3, dst

#### 2. Pensil Gambar

Pensil gambar merupakan alat untuk menggoreskan warna ke dalam media gambar, adapun ukuran ketebalan atau kontras untuk pensil gambar, mulai dari yang paling tebal yaitu 7B, 6B, 5B, sampai 4H untuk yang paling tipis..

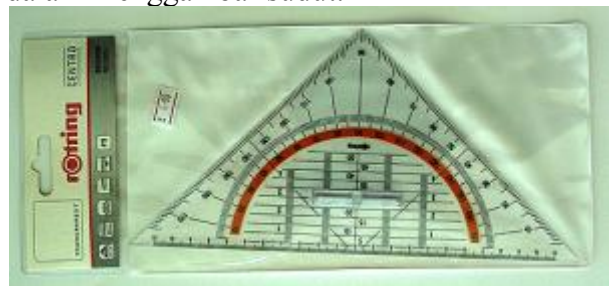
#### 3. Mal

Alat bantu untuk membuat gambar, misal garis lengkung dan ukuran font atau huruf yang pada dasarnya sudah di sepakati dalam gambar teknik



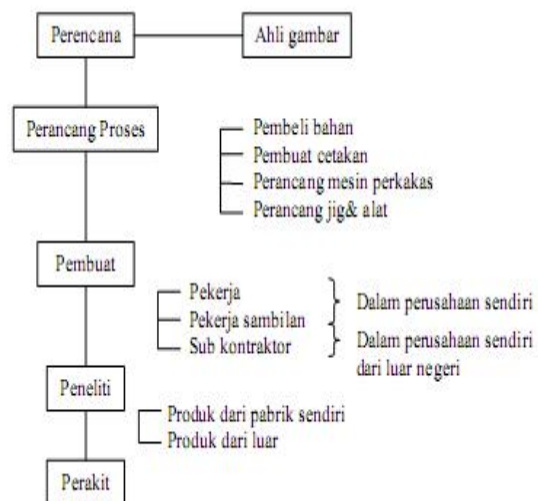
#### 7. Busur Derajat

Busur merupakan alat gambar untuk membantu menentukan atau mengukur sudut dalam menggambar sudut.



### Fungsi Gambar Teknik

Fungsi gambar teknik sebagai sumber informasi dan komunikasi, dapat diilustrasikan seperti gambar 1.2



### Jenis-jenis Gambar

- a. Sistem gambar satu-satu, adalah jenis gambar dimana suatu benda digambar pada satu lembar kertas gambar. Sistem ini cukup sederhana untuk merencanakan proses kerja, cara produksi, pembukuan dan sebagainya.
- b. Sistem gambar kelompok, adalah jenis gambar dimana beberapa benda digambar pada satu lembar kertas gambar. Sistem ini banyak digunakan karena mudah untuk menunjuk kembali hubungan- hubungan antara gambar yang satu dengan yang lain.
- c. Gambar berlembar banyak, adalah jenis gambar dimana sebuah benda digambar pada beberapa lembar kertas gambar. Jenis ini digunakan jika benda yang digambar cukup rumit dan tidak mungkin digambar dalam satu lembar kertas. Jenis gambar ini banyak digunakan di bidang teknik elektro, terutama untuk menggambarkan rangkaian kontrol di industri-industri besar.

### **Pengertian Proyeksi**

Proyeksi adalah bagian penting dalam proses mengsketsa gambar, entah itu secara manual digambar dengan tangan ataupun digambar dengan suatu software gambar teknik mesin (misal: AutoCAD, Autodesk Inventor, Solid Works, dll). Kita gak mungkin gambar setiap pandangan sedangkan gambar pandangan tersebut sudah terwakilkan oleh padangan yang sudah digambar. Bakal ribet jadinya. Nah, disinilah kita mesti tau proyeksi, karena dapat ngebantu dalam proses pengsketsaan gambar. Sebenarnya apa sih gambar proyeksi itu? Gambar proyeksi adalah gambar bayangan atau konstruksi suatu benda tentang kejelasan suatu objek secara matematis. Bisa juga gambar proyeksi merupakan gambar dari suatu benda nyata atau khayalan yang dilukiskan menurut garis-garis pandangan pengamat pada suatu bidang datar (bidang gambar). Setelah itu kita akan mengenal jenis-jenis proyeksi dan membahasnya satu

persatu. Proyeksi itu ada tiga, yaitu proyeksi piktorial, dan proyeksi ortogonal.

Jenis-jenis proyeksi :

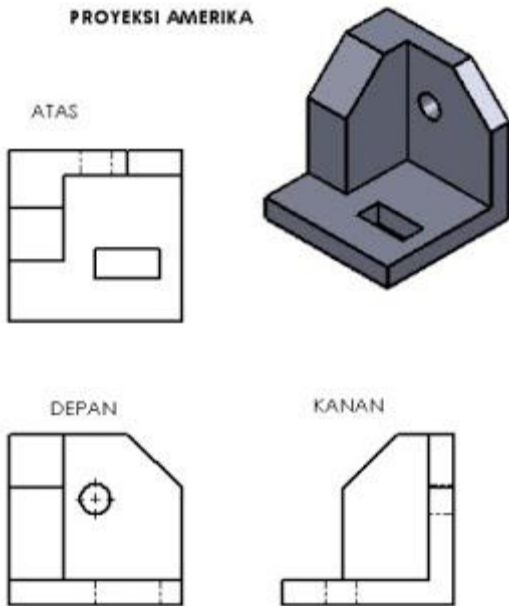
**Proyeksi Piktorial** adalah suatu cara menampilkan gambar secara tiga dimensi dalam dalam suatu bidang gambar (dua dimensi). Proyeksi piktorial dapat dilakukan dalam beberapa macam cara proyeksi sesuai dengan aturan menggambar. Beberapa cara macam proyeksi piktorial anatara lain :

1. Proyeksi Piktorial Isometris
2. Proyeksi Piktorial Dimetri
3. Proyeksi Piktorial Miring
4. Gambar Perspektif

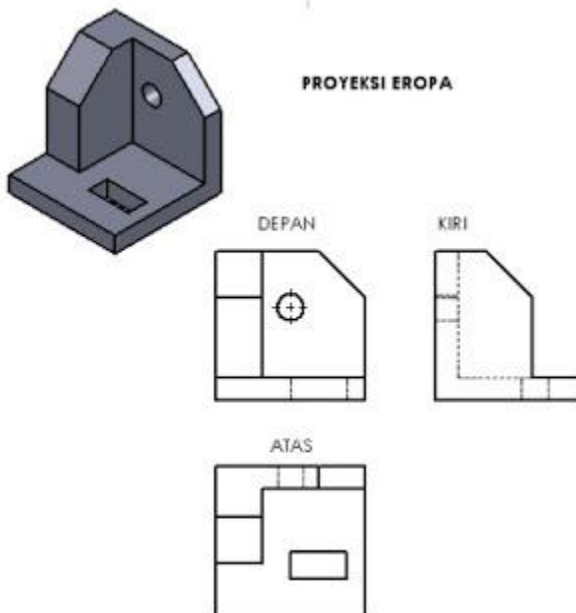
**Proyeksi Ortogonal** berbeda dengan proyeksi piktorial. Bila proyeksi piktorial menampilkan benda secara tiga dimensi dalam satu bidang (satu sudut pandang), maka proyeksi ortogonal menampilkan secara dua dimensi dari beberapa sudut pandang. Proyeksi ini dibagi menjadai dua, yaitu proyeksi kuadran I atau proyeksi eropa dan proyeksi kuadran III atau proyeksi amerika.

1. Ok kita mulai dengan proyeksi amerika. Proyeksi amerika adalah proyeksi yang disebut juga sudut ketiga atau proyeksi kuadran III, perbedaan istilah ini tergantung dari masing-masing pengarang yang menajdi referensi. Menurut saya proyeksi amerika merupakan proyeksi yang mudah dibayangkan kalau mau digambarkan, masuk akal lah kalau dibayangkan serta mudah difahami karena tata letaknya sama dengan pandangan kita. Untuk lebih jelasnya, coba perhatikan gambar di bawah ini.

**PROYEKSI AMERIKA**



2. Dan yang selanjutnya adalah proyeksi eropa. Proyeksi eropa disebut juga proyeksi sudut utama atau proyeksi kuadra I. Proyeksi eropa merupakan proyeksi yang letaknya terbalik dengan arah pandangnya. Untuk lebih jelasnya, perhatikan gambar di bawah ini.



Pada gambar di atas tata letak proyeksi terbalik dengan arah pandangan kita. Kalau menurut saya ini cukup membingungkan kalau dibayangkan.

**Hidrolik**  
**Pengertian Hidrolik**

Kata hidrolik berasal dari bahasa Inggris hydraulic yang berarti cairan atau minyak. Prinsip dari peralatan hidrolik memanfaatkan konsep tekanan, yaitu tekanan yang diberikan pada salah satu silinder akan diteruskan ke silinder yang lain., sesuai dengan hukum Pascal.

Peralatan hidrolik untuk memperbaiki bodi kendaraan memiliki ukuran yang sangat bervariasi, dari peralatan yang hanya memiliki kekuatan sekitar 1 ton, sampai dengan 50 ton. Jenis yang digunakan disesuaikan dengan kerusakan yang terjadi. Jenisnya juga beragam dan beberapa alat dapat saling dikombinasikan.

Untuk mendapatkan hasil yang maksimal, maka perlu diperbaiki prosedur perbaikan dengan alat hidrolik. Dalam penggunaan berbagai peralatan hidrolik, biasanya kita sering menggunakan oli sebagai perantara untuk menyalurkan tekanan. Jadi, perbaikan bodi kendaraan memanfaatkan oli untuk membantu pekerjaan kita. Konsep dari hidrolik banyak digunakan pada pemakaian sistem rem kendaraan, dongkrak kendaraan, alat pengangkat mobil ketika dicuci, juga pada berbagai alat berat seperti back hoe, excavator dan lain sebagainya.

Dalam perbaikan bodi kendaraan, baik kerusakan ringan maupun kerusakan berat, sering diperlukan peralatan hidrolik untuk memperbaiki kerusakan tersebut. Peralatan hidrolik yang sering digunakan adalah alat pengangkat mobil (car lift), dongkrak rantai, ram atau dongkrak tenaga serta alat-alat penarik dan penekan.

**Prinsip Kerja**

Prinsip kerja yang digunakan adalah Hukum Pascal, yaitu : benda cair yang ada di ruang tertutup apabila diberi tekanan, maka tekanan tersebut akan dilanjutkan ke segala arah dengan sama besar.

Sistem hidrolik adalah teknologi yang memanfaatkan zat cair, biasanya oli, untuk melakukan suatu gerakan sejaris atau putaran. Sistem ini bekerja berdasarkan prinsip jika suatu zat cair dikenakan tekanan, maka tekanan itu akan merambat kesegala arah dengan tidak bertambah atau berkurang kekuatannya. Prinsip dalam rangkaian hidrolik adalah menggunakan fluida kerja berupa zat cair yang dipindahkan dengan pompa hidrolik untuk menjalankan suatu sistem tertentu.

Dalam sistem hidrolik fluida cair berfungsi sebagai penerus gaya. Minyak mineral adalah jenis fluida cair yang umum dipakai. Pada prinsipnya mekanika fluida dibagi menjadi 2 bagian yaitu.

#### 1. Hidrostatik

Yaitu mekanika fluida dalam keadaan diam disebut juga teori persamaan kondisi dalam fluida diam. Energi yang dipindahkan dari satu bagian ke bagian lain dalam bentuk energi tekanan. Contohnya adalah pesawat tenaga hidrolik.

#### 2. Hidrodinamik

Yaitu mekanika fluida yang bergerak, disebut juga teori aliran fluida yang mengalir. Dalam hal ini kecepatan aliran fluida cair yang berperan memindahkan energi. Contohnya Energi pembangkit listrik tenaga turbin air pada jaringan tenaga hidro elektrik. Jadi perbedaan yang menonjol dari kedua sistem diatas adalah keadaan fluida itu sendiri.

Prinsip dasar dari hidrolik adalah sifat fluida cair yang sangat sederhana dan sifat zat cair tidak mempunyai bentuk tetap, tetapi selalu menyesuaikan bentuk yang ditempatinya. Karena sifat cairan yang selalu menyesuaikan bentuk yang ditempatinya, sehingga akan mengalir ke berbagai arah dan dapat melewati dalam berbagai ukuran dan bentuk, sehingga fluida cair tersebut dapat mentranferkan tenaga dan gaya. Dengan kata lain sistem hidrolik adalah sistem pemindahan dan pengontrolan gaya dan gerakan dengan fluida cair dalam hal ini oli. Fluida yang digunakan dalam sistem hidrolik adalah oli.

Syarat-syarat cairan hidrolik yang digunakan harus memiliki kekentalan (viskositas) yang cukup, memiliki indek viskositas yang baik, tahan api, tidak berbusa, tahan dingin, tahan korosi dan tahan aus, minimla konpressibility.

#### Manfaat /kelebihan sistem hidrolik

Bertahun-tahun lalu manusia telah menemukan kekuatan dari perpindahan air, meskipun mereka tidak mengetahui hal tersebut merupakan prinsip hidrolik. Sejak pertama digunakan prinsip ini, mereka terus menerus mengaplikasikan prinsip ini untuk banyak hal untuk kemajuan dan kemudahan umat manusia.

Hidrolik adalah ilmu pergerakan fluida, tidak terbatas hanya pada fluida air. Jarang dalam keseharian kita tidak menggunakan prinsip hidrolik, tiap kali kita minum air, tiap kali kita menginjak rem kita mengaplikasikan prinsip hidrolik.

#### Keuntungan Sistem Hidrolik

Sistem hidrolik banyak memiliki keuntungan. Sebagai sumber kekuatan untuk banyak variasi pengoperasian. Keuntungan sistem hidrolik antara lain:

- a. Ringan
- b. Mudah dalam pemasangan
- c. Sedikit perawatan
- d. Sistem hidrolik hampir 100 % efisien, bukan berarti mengabaikan terjadinya gesekan fluida.
- e. Tenaga yang dihasilkan sistem hidrolik besar sehingga banyak diaplikasikan pada alat berat seperti crane, kerek hidrolik dll.
- f. Oli juga bersifat sebagai pelumas sehingga tingkat kebocoran lebih jarang dibandingkan dengan sistem pneumatik.
- g. Tidak berisik.

#### Keuntungan Mekanik

Dapat kita lihat ilustrasi dari keuntungan mekanik, ketika gaya 50 lbs dihasilkan oleh piston dengan luas permukaan 2 in<sup>2</sup>, tekanan fluida dapat

menjadi 25 psi . dengan tekanan 25 psi pada luas permukaan 10 in<sup>2</sup> dapat dihasilkan gaya sebesar 250 lbs.

### Komponen beserta Fungsi & Simbol

Sistem hidrolik ini didukung oleh 3 unit komponen utama, yaitu:

**1. Unit Tenaga**, berfungsi sebagai sumber tenaga dengan *liquid*/ minyak hidrolik

Pada sistem ini, unit tenaga terdiri atas:

- Penggerak mula yang berupa motor listrik atau motor bakar
- Pompa hidrolik, putaran dari poros penggerak mula memutar pompa hidrolik sehingga pompa hidrolik bekerja
- Tangki hidrolik, berfungsi sebagai wadah atau penampung cairan hidrolik
- Kelengkapan (*accessories*), seperti : *pressure gauge, gelas penduga, relief valve*

**2. Unit Penggerak (*Actuator*)**, berfungsi untuk mengubah tenaga fluida menjadi tenaga mekanik

Hidrolik *actuator* dapat dibedakan menjadi dua macam yakni:

- Penggerak lurus (*linier Actuator*) : silinder hidrolik
- Penggerak putar : motor hidrolik, *rotary actuator*

**3. Unit Pengatur**, berfungsi sebagai pengatur gerak sistem hidrolik.

Unit ini biasanya diwujudkan dalam bentuk katup atau *valve* yang macam-macamnya akan dibahas berikut ini.

3.1 Katup Pengarah (*Directional Control Valve = DCV*)

Katup (*Valve*) adalah suatu alat yang menerima perintah dari luar untuk melepas, menghentikan atau mengarahkan fluida yang melalui katup tersebut.

Contoh jenis katup pengarah : Katup 4/3 Penggerak *lever*, Katup pengarah dengan piring putar, katup dengan pegas bias.

3.2 Macam-macam Katup Pengarah Khusus

- 1) *Check Valve* adalah katup satu arah, berfungsi sebagai pengarah aliran dan juga sebagai *pressure control* (pengontrol tekanan)

- 2) *Pilot Operated Check Valve*, Katup ini dirancang untuk aliran cairan hidrolik yang dapat mengalir bebas pada satu arah dan menutup pada arah lawannya, kecuali ada tekanan cairan yang dapat membukanya.

- 3) Katup Pengatur Tekanan, Tekanan cairan hidrolik diatur untuk berbagai tujuan misalnya untuk membatasi tekanan operasional dalam sistem hidrolik, untuk mengatur tekanan agar penggerak hidrolik dapat bekerja secara berurutan, untuk mengurangi tekanan yang mengalir dalam saluran tertentu menjadi kecil.

Macam-macam Katup pengatur tekanan adalah:

- a. *Relief Valve*, digunakan untuk mengatur tekanan yang bekerja pada sistem dan juga mencegah terjadinya beban lebih atau tekanan yang melebihi kemampuan rangkaian hidrolik.

- b. *Sequence Valve*, berfungsi untuk mengatur tekanan untuk mengurutkan pekerjaan yaitu menggerakkan silinder hidrolik yang satu kemudian baru yang lain.

- c. *Pressure reducing valve*, berfungsi untuk menurunkan tekanan fluida yang mengalir pada saluran kerja karena penggerak yang akan menerimanya didesain dengan tekanan yang lebih rendah.

- d. *Flow Control Valve*, katup ini digunakan untuk mengatur volume aliran yang berarti mengatur kecepatan gerak *actuator* (piston).

Fungsi katup ini adalah sebagai berikut:

- untuk membatasi kecepatan maksimum gerakan piston atau motor hidrolik

- Untuk membatasi daya yang bekerja pada sistem

- Untuk menyeimbangkan aliran yang mengalir pada cabang-cabang rangkaian.

Macam-macam dari *Flow Control Valve* :

- *Fixed flow control* yaitu: apabila pengaturan aliran tidak dapat berubah-ubah yaitu melalui *fixed orifice*.

· *Variable flow control* yaitu apabila pengaturan aliran dapat berubah-ubah sesuai dengan keperluan

· *Flow control* yang dilengkapi dengan *check valve*

· *Flow control* yang dilengkapi dengan *relief valve* guna menyeimbangkan tekanan

### 2.3 Gaya Pengertian Gaya

Sebuah konstruksi dibuat dengan ukuran-ukuran fisik tertentu haruslah mampu menahan gaya-gaya yang bekerja dan konstruksi tersebut harus kokoh sehingga tidak hancur dan rusak. Konstruksi dikatakan kokoh apabila konstruksi tersebut dalam keadaan stabil, kestabilan tersebut akan terjadi bila gaya-gaya yang bekerja pada konstruksi dalam arah vertical dan horizontal saling menghilangkan atau sama dengan nol, demikian dengan momen-momen yg bekerja pada konstruksi tersebut pada setiap titik kumpul saling menghilangkan atau sama dengan nol.

Dalam analisa struktur terdapat metode penyelesaian dengan statis tertentu dan metode statis tak tentu. Pada metode statis tertentu berlaku prinsip berlaku prinsip gaya-gaya dalam arah vertical dan horizontal dan keseimbangan momen pada tumpuan dan dapat dinyatakan sebagai berikut :

- $\sum F_x = 0$
- $\sum F_y = 0$
- $\sum M = 0$

$F_x$  = Gaya Vertikal

$F_y$  = Gaya Horizontal

$M$  = Momen

Gaya didefinisikan sebagai penyebab terjadinya perubahan keadaan benda, yaitu dari keadaan diam ke keadaan bergerak atau dari keadaan bergerak ke keadaan diam. Gaya disimbolkan dengan huruf F.

Gaya berkaitan erat dengan Hukum Newton, berikut ini sedikit penjelasan tentang hukum newton:

Issac Newton dalam karya terbesarnya ‘Principia’ mengemukakan tiga buah hukum dasar bagi persoalan gerak yang dikenal dengan 3 hukum Newton

- Hukum Newton I : Setiap benda akan tetap berada dalam keadaannya yang diam atau bergerak lurus beraturan, kecuali bila dipaksa oleh gaya-gaya yang resultannya tidak nol yang bekerja padanya. Hukum ini dikenal pula sebagai hukum inersial (hukum kelembaman)
- Hukum Newton II: Kecepatan dan arah perubahan momentum suatu benda terhadap waktu adalah sebanding dan searah dengan gaya yang dikenakan pada benda tersebut

$$F = m \cdot A$$

F = gaya resultan (N atau kg.m/s<sup>2</sup>)

m= massa (kg)

a= percepatan (m/s<sup>2</sup>)

- Hukum Newton III: Setiap gaya aksi pada suatu benda ke benda lain akan menimbulkan gaya reaksi yang besarnya sama dan arahnya berlawanan dengan gaya aksi tersebut

$$F_{aksi} = - F_{reaksi}$$

### Macam – macam gaya

Gaya dapat dijumpai dalam kehidupan sehari – hari. Misalnya ketika kita melihat seekor kuda yang sedang menarik delman, atau adik kecil yang sedang mendorong mobil mainannya. Menarik dan mendorong itulah yang disebut sebagai salah satu dari macam gaya.

Pada dasarnya, gaya dibagi menjadi dua jenis yaitu :

- Gaya dorong, yaitu gaya yang dihasilkan dari dorongan suatu benda.

Gaya dorong ini terjadi dari belakang arah benda bergerak.

- Gaya tarik, yaitu gaya yang berasal dari tarikan suatu benda. Gaya tarik terjadi dari depan arah gerakan benda.

Gaya dorong dan gaya tarik ini ada bermacam – macam, yaitu sebagai berikut :

- Gaya gesekan, yaitu gaya yang menahan suatu benda, sehingga tidak bergerak ketika di tarik atau di dorong. Gaya ini terjadi karena pergesekan antara dua permukaan dan menuju ke semua arah. Contoh : ketika kita mengerem sepeda, yang terjadi adalah berkurangnya kecepatan sepeda.
- Gaya berat, yaitu gaya yang dihasilkan dari berat suatu benda. Gaya ini terjadi dari atas ke bawah yang dipengaruhi oleh gravitasi bumi. Karena adanya gaya gravitasi, maka semua benda akan jatuh ke bumi.
- Gaya gravitasi, yaitu gaya yang berasal dari gaya tarik bumi . gaya ini memiliki arah dari atas ke bawah. Gaya gravitasi ini dimiliki oleh bumi, bulan, matahari, dan benda – benda lain yang ada di langit.
- Berat adalah massa yang dipengaruhi oleh percepatan gravitasi. Satuan gaya adalah Newton (N). Nama ini diambil dari nama belakang si penemu gaya gravitasi yaitu isaac Newton. Selain satuan newton, satuan gaya lain yang bisa digunakan adalah kilogram gaya (kgf), dyne, dan gram gaya (gf).

1 kgf = 1000 gf  
 1 kgf = 9.8 newton  
 1 newton = 100000 dyne

- Massa benda adalah kualitas dari suatu benda. Massa ini tidak dipengaruhi oleh gaya gravitasi, sehingga massa suatu benda di mana

pun letaknya adalah sama. Satuan massa adalah gram atau kilogram.

### Sifat – sifat gaya

Sifat – sifat gaya sebagai berikut.

- Gaya dapat mengubah bentuk suatu benda.
- Gaya dapat mengubah arah gerak suatu benda.
- Gaya dapat menggerakkan atau memindahkan benda.

### Gaya total atau resultan gaya

Gaya total atau resultan gaya adalah jumlah semua gaya yang bekerja pada sebuah benda. Gaya merupakan besaran vektor karenanya gaya total dihitung berdasarkan aturan penjumlahan vektor.

Resultan gaya merupakan besaran vektor. Arahnya adalah arah dari sebuah gaya yang nilainya lebih besar dari gaya yang lainnya. Secara matematis, resultan gaya ditulis :

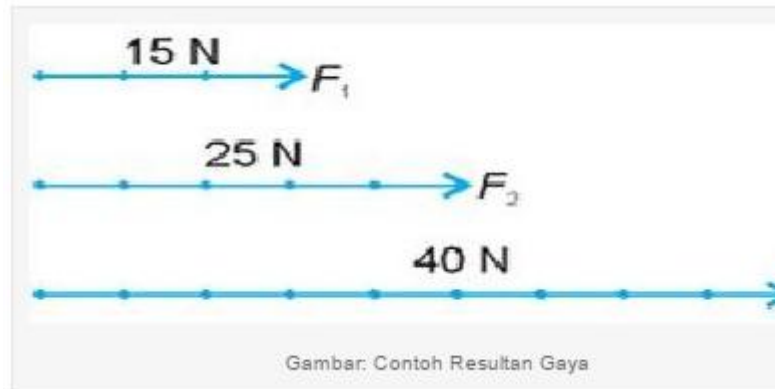
$$R = F_1 + F_2 + F_3 + \dots + F_n$$

Keterangan :

R = resultan gaya

F = Gaya yang dijumlahkan

N = banyaknya gaya



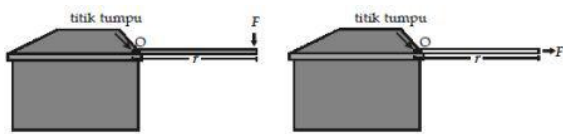
Gaya yang bekerja dengan arah yang sama akan saling menguatkan. Sedangkan, gaya yang bekerja dengan arah berlawanan akan saling melemahkan. Untuk mempermudah perhitungan, berikan *tanda positif* untuk gaya yang mengarah ke kanan dan ke atas, serta *tanda negatif* untuk gaya yang mengarah ke kiri dan ke bawah.

### Momen Gaya



**Pengertian Momen Gaya (torsi)-**

Dalam gerak rotasi, penyebab berputarnya benda merupakan momen gaya atau torsi. Momen gaya atau torsi sama dengan gaya pada gerak tranlasi. Momen gaya (torsi) adalah sebuah besaran yang menyatakan besarnya gaya yang bekerja pada sebuah benda sehingga mengakibatkan benda tersebut berotasi. Besarnya momen gaya (torsi) tergantung pada gaya yang dikeluarkan serta jarak antara sumbu putaran dan letak gaya. Contoh penggaris yang diberi tekanan dari atas dan di tarik dengan posisi penggaris di jepit ke meja.



Saat Anda memberikan gaya  $F$  yang arahnya tegak lurus terhadap penggaris, penggaris itu cenderung untuk bergerak memutar. Namun, saat Anda memberikan gaya  $F$  yang arahnya sejajar dengan panjang penggaris, penggaris tidak bergerak. Hal yang sama berlaku saat Anda membuka pintu. Gaya yang Anda berikan pada pegangan pintu, tegak lurus terhadap daun pintu sehingga pintu dapat bergerak membuka dengan cara berputar pada engselnya. Gaya yang menyebabkan benda dapat berputar menurut sumbu putarnya inilah yang dinamakan **momen gaya**. Torsi adalah hasil perkalian silang antara vektor posisi  $r$  dengan gaya  $F$ , dapat dituliskan

$$\vec{\tau} = \vec{r} \times \vec{F}$$



**Gambar 6.8** Sebuah batang dikenai gaya sebesar yang tegak lurus terhadap batang dan berjarak sejauh  $r$  terhadap titik tumpu  $O$ . Batang tersebut memiliki momen gaya  $\tau = r \times F$

Definisi momen gaya secara matematis dituliskan sebagai berikut.

$$\tau = r \times F$$

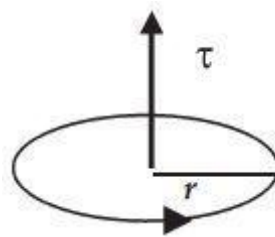
dengan:

$r$  = lengan gaya = jarak sumbu rotasi ke titik tangkap gaya (m),

$F$  = gaya yang bekerja pada benda (N), dan

$\tau$  = momen gaya (Nm).

Besarnya momen gaya atau torsi tergantung pada besar gaya dan lengan gaya. Sedangkan arah momen gaya mengikuti aturan putaran tangan kanan, seperti yang ditunjukkan pada Gambar berikut:



Jika arah putaran berlawanan dengan arah jarum jam maka arah momen gaya atau torsi ke atas, dan arah bila arah putaran searah dengan arah putaran jarum jam maka arah momen gaya ke bawah. Perhatikan **Gambar 6.9**. Pada gambar tersebut tampak dua orang anak sedang bermain jungkat-jungkit dan berada dalam keadaan setimbang, walaupun berat kedua anak tidak sama. Mengapa demikian? Hal ini berhubungan dengan lengan gaya yang digunakan. Anak yang lebih ringan berjarak 3 m dari titik tumpu ( $r_1 = 3 \text{ m}$ ), sedangkan anak yang lebih berat memiliki lengan gaya yang lebih pendek, yaitu  $r_2 = 1,5 \text{ m}$ . Momen gaya yang dihasilkan oleh masing-masing anak adalah

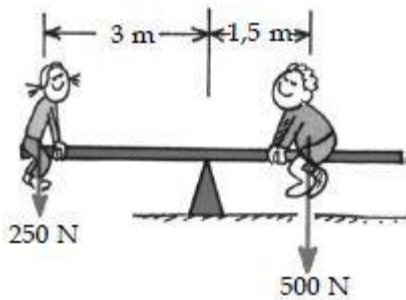
$$\tau_1 = r_1 \times F_1 = (3 \text{ m})(250 \text{ N})$$

$$= 750 \text{ Nm}$$

$$\tau_2 = r_2 \times F_2$$

$$= (1,5 \text{ m})(500 \text{ N})$$

= 750 Nm



**Gambar 6.9** Jungkat-jungkit setimbang karena momen gaya pada kedua lengannya sama besar.

Dapat disimpulkan bahwa kedudukan setimbang kedua anak adalah akibat momen gaya pada kedua lengan sama besar.

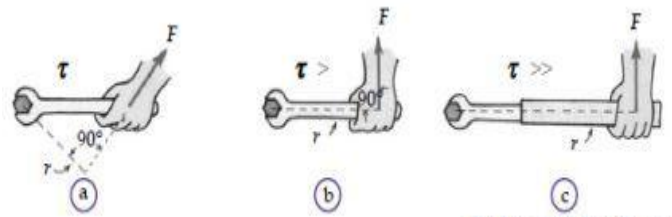


**Gambar 6.10** Momen gaya yang ditimbulkan oleh gaya yang membentuk sudut  $\theta$  terhadap benda (lengan gaya =  $r$ ).

Perhatikan **Gambar 6.10** Apabila gaya  $F$  yang bekerja pada benda membentuk sudut tertentu dengan lengan gayanya ( $r$ ), **Persamaan (6-18)** akan berubah menjadi

$$\tau = rF\sin\theta \dots\dots\dots (6-19)$$

Dari **Persamaan (6-19)** tersebut, Anda dapat menyimpulkan bahwa gaya yang menyebabkan timbulnya momen gaya pada benda harus membentuk sudut  $\theta$  terhadap lengan gayanya. Momen gaya terbesar diperoleh saat  $\theta = 90^\circ$  ( $\sin\theta = 1$ ), yaitu saat gaya dan lengan gaya saling tegak lurus. Anda juga dapat menyatakan bahwa jika gaya searah dengan arah lengan gaya, tidak ada momen gaya yang ditimbulkan (benda tidak akan berotasi). Perhatikanlah **Gambar 6.11a** dan **6.11b**.

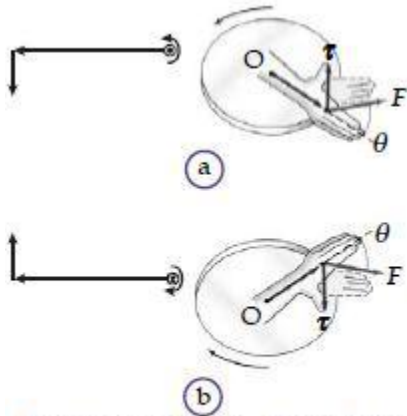


Gambar: conceptual physics, 1988

**Gambar 6.11** Semakin panjang lengan gaya, momen gaya yang dihasilkan oleh gaya akan semakin besar.

Arah gaya terhadap lengan gaya menentukan besarnya momen gaya yang ditimbulkan. Momen gaya yang dihasilkan oleh gaya sebesar  $F$  pada **Gambar 6.11b** lebih besar daripada momen gaya yang dihasilkan oleh besar gaya  $F$  yang sama pada **Gambar 6.11a**. Hal tersebut disebabkan sudut antara arah gaya terhadap lengan gayanya. Momen gaya yang dihasilkan juga akan semakin besar jika lengan gaya semakin panjang, seperti terlihat pada **Gambar 6.11c**. Dengan demikian, dapat disimpulkan bahwa besar gaya  $F$  yang sama akan menghasilkan momen gaya yang lebih besar jika lengan gaya semakin besar. Prinsip ini dimanfaatkan oleh tukang pipa untuk membuka sambungan antarpipa. Sebagai besaran vektor, momen gaya  $\tau$  memiliki besar dan arah. Perjanjian tanda untuk arah momen gaya adalah sebagai berikut.

- a. Momen gaya,  $\tau$ , diberi tanda positif jika cenderung memutar benda searah putaran jarum jam, atau arahnya mendekati pembaca.
- b. Momen gaya,  $\tau$ , diberi tanda negatif jika cenderung memutar benda berlawanan arah putaran jarum jam, atau arahnya menjauhi pembaca.



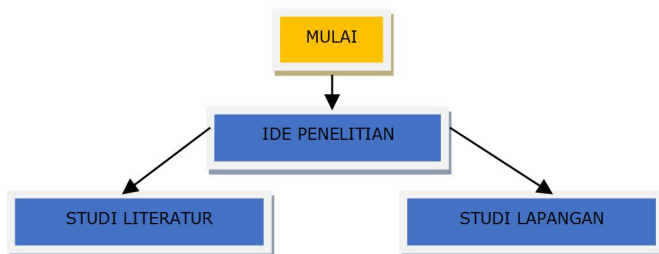
Sumber: contemporary college physics, 2000

**Gambar 6.12** (a) Gaya yang menghasilkan momen gaya positif (mendekati pembaca) ditandai dengan titik. (b) Gaya yang menghasilkan momen gaya negatif (menjauhi pembaca) ditandai dengan tanda silang.

Perjanjian tanda untuk arah momen gaya ini dapat dijelaskan dengan aturan tangan kanan, seperti yang ditunjukkan pada **Gambar 6.12**. Arah jari-jari merupakan arah lengan gaya, dan putaran jari merupakan arah gaya (searah putaran jarum jam atau berlawanan arah). Arah yang ditunjukkan oleh ibu jari Anda merupakan arah momen gaya (mendekati atau menjauhi pembaca). Perhatikan **Gambar 6.13**. Jika pada benda bekerja beberapa gaya, momen gaya total benda tersebut adalah sebagai berikut. Besar  $\tau$  yang ditimbulkan oleh  $F_1$  dan  $F_2$  terhadap titik O adalah  $\tau_1$  dan  $\tau_2$ .  $\tau_1$  bernilai negatif karena arah rotasi yang ditimbulkannya berlawanan arah putaran jarum jam. Sedangkan,  $\tau_2$  bernilai positif karena arah rotasi yang ditimbulkannya searah putaran jarum jam. Resultan momen gaya benda itu terhadap titik O dinyatakan sebagai jumlah vektor dari setiap momen gaya. Secara matematis dituliskan

$$\tau_{total} = \Sigma (r \times F) \text{ atau } \tau_{total} = \tau_1 + \tau_2$$

### PROSEDUR EKSPERIMEN

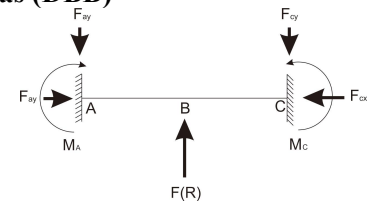


Gambar 4. Diagram Alir Prosedur Penelitian

### HASIL DAN PEMBAHASAN

**Analisa gaya reaksi ( $F_R$ ) molding atas terhadap atap rangka mesin pres**

#### a. Gambar Diagram Benda Bebas (DBB)



#### b. Pembahasan Diagram Benda Bebas (DBB)

Berdasarkan gambar teknik dan free body diagram diatas, maka dengan rumus kesetimbangan akan mendapatkan hasil sebagai berikut :

$$\begin{aligned} \text{Jika } F_R \\ = 14934,05 \text{ N} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} AB \\ = 550 \text{ mm} \end{aligned}$$

Maka untuk penghitungan gaya akan di dasari oleh syarat

kesetimbangan, syarat kesetimbangan gaya pada suatu benda adalah :

$$\begin{aligned} \sum F_x &= 0 \\ \sum F_y &= 0 \\ \sum M_A &= 0 \end{aligned}$$

➤ Gaya terhadap sumbu y ( $\sum F_y$ )

- $\sum F_x = 0$
- $\sum F_y = 0$
- $F_A - F_{Ay} = 0$
- $14934,05 \text{ N} - (F_{Ay} + F_{Cy}) = 0$
- $14934,05 \text{ N} = (F_{Ay} + F_{Cy}) \dots (1)$

➤ Gaya terhadap momen A ( $\sum M_A$ )

- $\sum M_A = 0$
- $F_R \cdot A - (F_{Ay} \cdot A + F_{Cy} \cdot A) = 0$
- $14934,05 \text{ N} \cdot 275 - (F_{Ay} \cdot 0 + F_{Cy} \cdot 550) = 0$
- $4106863,75 - F_{Cy} \cdot 550 = 0$
- $4106863,75 = F_{Cy} \cdot 550$
- $\frac{4106863,75}{550} = F_{Cy}$
- $7467,025 \text{ N} = F_{Cy} \dots \dots \dots (2)$

➤ Gaya terhadap momen A ( $\sum M_A$ )

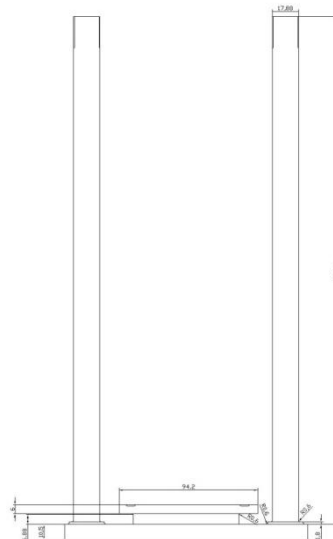
- $\sum M_A = 0$
- $F_R \cdot A - (F_{Ay} \cdot A + F_{Cy} \cdot A) = 0$
- $14934,05 \text{ N} \cdot 275 - (F_{Ay} \cdot 0 + F_{Cy} \cdot 550) = 0$

- $4106863,75 - F_{Cy} \cdot 550 = 0$
- $4106863,75 = F_{Cy} \cdot 550$
- $\frac{4106863,75}{550} = F_{Cy}$

- $7467,025 \text{ N} = F_{Cy} \dots \dots \dots (3)$

Maka, hasil yang di dapat dari penyelesaian persamaan kesetimbangan adalah :  $F_{Ay} = 7467,025 \text{ N}$  dan  $F_{Cy} = 7467,025 \text{ N}$

**Analisa deformasi yang terjadi pada batang baja.**



Setelah mendapatkan nilai P (Tekanan) yang terjadi pada setiap batang tiang rangka mesin pres karet seal, maka analisa selanjutnya deformasi yang terjadi pada tiang rangka

mesin. Berikut pengolahan data untuk mencari deformasi :  
Berdasarkan data gaya yang terjadi dan perencanaan pengukuran, dapat ditulis yaitu :

$$\begin{aligned}
 P_{\text{tekan}} &= 7467,025 \text{ N} \\
 \ell &= 776,36 \text{ mm} \\
 \varnothing &= 59,6 \text{ mm} \\
 E &= 210 \text{ Gpa} = 210 \times 10^3 \text{ N/mm}^2 \\
 A &= \frac{1}{4} \times \frac{22}{7} \times 559,6^2 = 2452,98 \text{ mm}^2 \\
 \mu &= m = 0,30
 \end{aligned}$$

E : Modulus Elastisitas

Tegangan yang diketahui :  $\sigma = \frac{7467,025 \text{ N}}{0,0025 \text{ m}^2} = 2986810 \text{ N/m}^2$

Maka regangan yang terjadi :  $\epsilon = \frac{\sigma}{E} = \frac{P}{AE} = \frac{7467,025 \text{ N}}{2452,98 \text{ mm}^2 \times (210 \times 10^3 \text{ N/mm}^2)} = 0,000015$

Perubahan panjang :  $\delta l = \epsilon \cdot l = \frac{\sigma \cdot l}{E} = \frac{P \cdot l}{AE} = \frac{7467,025 \text{ N} \times 776,36 \text{ mm}}{2452,98 \text{ mm}^2 \times (210 \times 10^3 \text{ N/mm}^2)} = 0,001 \text{ mm}$

Regangan lateral :  $\mu \times \epsilon = 0,30 \times 0,000015 = 45 \times 10^{-7}$

Jadi perubahan diameter :  $\delta \varnothing = \varnothing \times \text{tegangan lateral} = 59,6 \times (45 \times 10^{-7}) = 0,00027 \text{ mm}$

Dari hasil perhitungan diatas dan pengaruh gaya yang terjadi pada proses pengepresan karet seal sebesar 14934,05 N dengan masing – masing pilar pada rangka mesin menerima gaya sebesar 7467,025 N atau apabila di kofersikan ke pascal maka  $\frac{353701,18 \text{ N}}{2452,98 \text{ mm}^2} = 14,42 \text{ N/mm}^2$ . Maka berdasarkan material yang saya gunakan adalah baja ST 37 dimana material mampu menopang beban hingga 360 – 370  $\text{N/mm}^2$  dapat di simpulkan bahawa ukuran yang direncanakan aman untuk di gunakan. Dalam hasil analisa gaya yang terjadi dapat dikatakan “Ya” sehingga dapat dilanjutkan dalam proses pembuatan prototype.

## KESIMPULAN DAN SARAN

### Kesimpulan

Dari hasil analisa data yang didapat dari pengamatan perancangan gambar dan perhitungan maka di dapat kesimpulan sebagai berikut :

Gaya yang di terima di setiap tumpuan pada mesin pres karet seal tenaga hidrolik adalah 353701,18 N.

Dengan jenis matrial baja ST 37 yang mempunyai kekuatan tarik sebesar 360 – 370  $\text{N/mm}^2$ , tekanan (preasure) yang diterima di setiap tumpuan adalah  $134,87 \text{ N/mm}^2$ , dan luas alas tumpuan 302500  $\text{mm}^2$ , maka dapat disimpulkan bahwa  $134,87 \text{ N/mm}^2 < 360 \text{ N/mm}^2$ .

### Saran

Sebaiknya bengkel atau CV di bidang manufaktur yang melakukan proses pengepresan karet seal dengan menggunakan cara manual, agar menggunakan mesin pres karet seal dan menggunakan hasil analisa data kami sehingga dapat meningkatkan kapasitas dan kualitas yang baik dengan putaran 4 (empat) tumpuan dan berdiameter 57,80 mm.

## REFERENSI

- [1] Akhmad Zainun 2006, Elemen Mesin I, Surabaya : PT. Refika Aditama
- [2] Acmad Muhib Zainuri, 2008. Mesin Pemindah Bahan. Yogyakarta : CV. Andi Offset.
- [3] Juhana, Ir. Ohan – Suratman, M, S.pd, , 2000. Menggambar Teknik Mesin Dengan Standart ISO
- [4] Satria, Dian Putra Satria 2014, Perancangan Elemen Mesin – Analisa Umur Bearing (3213A) Pompa Feed Crude (Tag. No. 946-P1A) di PT Pertamina RU II Sei. Pakning. Teknik Mesin Fakultas Teknik Universitas Riau
- [5] Sulardohadi. 1984. Gambar Proyeksi Metode dan Macamnya. Jakarta: Wijaya.