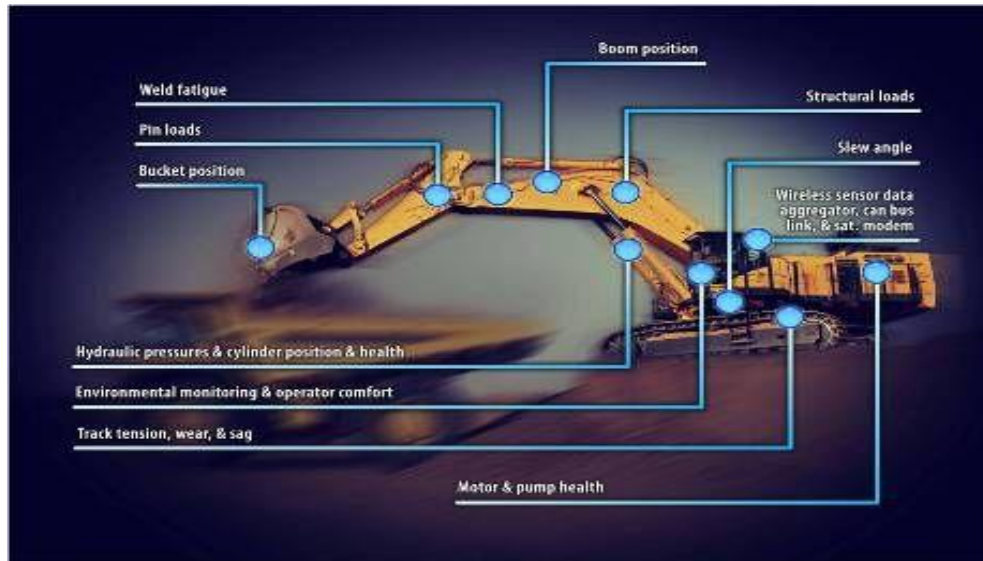


BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Pengertian *Excavators*



Gambar 2.1 Bagian-bagian *excavator*

Sumber : [lit 5, 2015]

Excavator adalah alat berat yang biasa digunakan dalam industri konstruksi, pertanian atau perhutanan. Mempunyai belalai yang terdiri dari dua piston yang terdekat dengan body disebut *boom* dan yang mempunyai *bucket* (ember keruk) disebut *dipper*. Ruang pengemudi disebut *House*, terletak diatas roda (*trackshoe*), dan bisa berputar arah 360 derajat.

Excavators ada yang mempunyai roda dari ban biasa digunakan untuk jalanan padat dan rata disebut "*Wheel Excavators*" dan ada yang mempunyai roda dari rantai besi yang akan memudahkannya untuk berjalan di jalanan yang tidak padat atau mendaki. *Excavators* beroda rantai besi ini disebut juga "*Crawler Excavators*" Tungkai dari *excavators* dioperasikan dengan sistem engsel (*winches*) yang ditarik oleh mesin *hydraulic* dengan menggunakan kawat baja.

Excavators memiliki fungsi utama untuk menggali dan memuat tanah galian tersebut kedalam truck atau lokasi penumpukan. Dalam industri perhutanan *Excavators* digunakan untuk mengangkut kayu (*logs*). Selain itu *Excavators* juga dapat digunakan untuk membuat kemiringan (*sloping*). Perlu operator berkeahlian tinggi untuk dapat membuat *sloping* ini.

Excavator diciptakan pertama kali pada tahun 1835 oleh seorang ahli mekanik berusia 22 tahun asal Amerika Serikat yang bernama William Smith Otis. *Excavators* ciptaan Otis pada awalnya digerakan oleh mesin uap dan menggunakan rel kereta api untuk dapat berjalan. Hal ini dikarenakan *excavators* tersebut awalnya di ciptakan untuk memudahkan pekerjaan penggalian rel kereta api.

Pada tahun 1939 Otis menerima hak paten atas mesin ciptaannya ini, namun pada tahun yang sama ia meninggal dunia. Otis meninggalkan 7 unit *excavators* yang kemudian dikembangkan oleh teknologi modern.

Excavators kadang disingkat dengan sebutan "*Exca*" atau "*PC*" (untuk *brand* Komatsu singkatan dari *Power Crane*). Menyebutnya dengan sebutan "Beko" tidak sepenuhnya benar, karena hanya mengacu kepada *Backhoe*, bagian lengan yang mempunyai *bucket* dan menggali kearah *House*.

2.2. Hydraulic Excavator Secara Umum

2.2.1. Definisi Hydraulic Excavator

Excavator adalah alat berat yang dipergunakan untuk menggali dan mengangkut (*loading and unloading*) suatu material (tanah, batubara, pasir dan lain-lainnya). Berdasarkan sistem penggerakannya, *excavator* dibedakan menjadi dua yaitu:

- A. Sistem Tali, pada saat sekarang jarang digunakan karena kurang efisien dalam operasionalnya.
- B. Sistem Hidraulik dengan media utama fluida, banyak digunakan dan terus mengalami perkembangan yang disebabkan efisiensi yang lebih baik, operasional yang lebih mudah dan perawatan yang sederhana. Untuk

selanjutnya *excavatory* yang dimaksud oleh penulis adalah *excavator* dengan sistem penggerak hidraulik (*hydraulic excavator*).

2.2.2. Fungsi *Hydraulic Excavator*

Fungsi dari *Hydraulic Excavator* secara umum adalah:

- A. Mengerjakan kegiatan pertambangan.
- B. Pembukaan lahan hutan untuk lahan pertanian.
- C. Pembuatan jalan perintis.
- D. Pembuatan parit dan saluran irigasi.
- E. Mengerjakan kegiatan kehutanan

2.2.3. Tenaga Penggerak

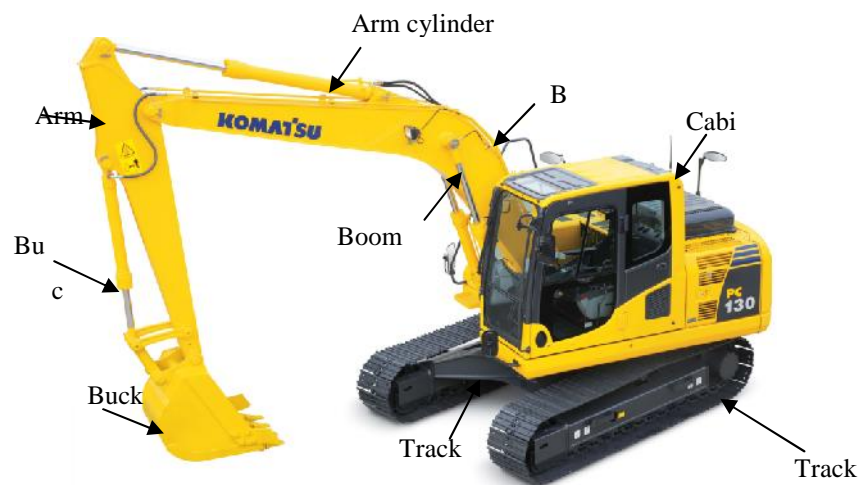
Pada dasarnya tenaga penggerak *Hydraulic Excavator* ada dua yaitu *Engine Type (Diesel)* dan *Battery Type (Motor Listrik)*. Secara umum tenaga penggerak utama *Hydraulic Excavator* adalah mesin *diesel* yang merubah energi mekanik menjadi energi hidraulik melalui tekanan pompa yang kemudian didistribusikan ke silinder hidraulik untuk menghasilkan gerakan. Sedangkan motor listrik untuk menstarter dan menyuplai energi komponen-komponen elektrik seperti dinamo, lampu, alat-alat ukur operator dan sebagainya.

2.2.4. Konstruksi

Secara umum konstruksi *Hydraulic Excavator* terdiri dari *attachment* dan *Base Machine* yang masing-masing meliputi:

- A. *Attachment* terdiri dari:
 - a. *Boom* adalah *attachment* yang menghubungkan *base frame* ke *arm* dengan panjang tertentu untuk menjangkau jarak *loading/unloading*.
 - b. *Arm* adalah *attachment* yang menghubungkan boom ke *Bucket*.
 - c. *Bucket* adalah *attachment* yang berhubungan langsung dengan material pada saat *loading*.

- d. *Grapple* adalah *attachment* yang berhubungan langsung dengan material pada saat loading kayu / *log (optional)*.
- B. *Base Machine* terdiri dari:
- Base Frame* adalah bagian yang terdiri dari *cabin* (untuk pusat operasional operator), mesin, *counter weight* dan komponen lainnya diatas *revo frame*.
 - Track Frame* adalah komponen yang terdiri dari *center frame* dan *crawler frame* yang menjadi tumpuan operasional *Hydraulic Excavator*.
 - Track Shoe* adalah komponen yang berfungsi seperti roda pada kendaraan, untuk menggerakkan *Hydraulic Excavator*. Untuk memperjelas konstruksi *Hydraulic Excavator* beserta bagian-bagiannya dapat dilihat pada berikut :



Gambar 2.2 Bagian-bagian dari *excavator* PC130F-8

Sumber : [lit 6, 2015]

2.2.5. Mekanisme Kerja

Mekanisme kerja pada *Hydraulic Excavator* yang digerakkan secara *hydraulic* adalah:

- Mesin Diesel memutar pompa yang kemudian mengalirkan *fluida hydraulic* dari tangki ke dalam sistem dan kembali lagi ke tangki.

B. Komponen-komponen yang mendapat distribusi *fluida hydraulic* dan pompa adalah *Bucket Cylinder*, *Arm Cylinder*, *Boom Cylinder*, *Swing Motor* dan *Travel Motor* untuk menghasilkan suatu kondisi kerja tertentu. Kondisi kerja *Hydraulic Excavator* dibagi menjadi enam (6), yaitu:

a. *Swing*

Pergerakan pada saat *Body* dan *Attachment Hydraulic Excavator* berputar sampai 360° . Sistem gerakan ini adalah dengan menggerakkan *lever* yang membuka katup pada *Control Valves* yang berisi *fluida hydraulic* agar mengalir ke *Swing Motor* sehingga *Hydraulic Excavator* akan berputar dengan putaran tertentu.

b. *Traveling Left Shoe*

Pergerakan ini dibagi menjadi dua gerakan yaitu gerakan maju dan gerakan mundur yang digerakkan oleh katup yang ada di *Control Valves*. Energi *hydraulic* dari pompa akan diubah lagi menjadi energi mekanis melalui *Travel Motor*. *Travel Motor* memutar *Sprocket* selanjutnya menggerakkan *Track Shoe* sehingga menghasilkan gerakan pada *Hydraulic Excavator*. *Traveling Left Shoe* merupakan gerakan *track shoe* yang sebelah kiri.

c. *Traveling Right Shoe*

Pergerakan ini dibagi menjadi dua gerakan yaitu gerakan maju dan gerakan mundur yang digerakkan oleh katup yang ada di *Control Valves*. Energi *hydraulic* dari pompa akan diubah lagi menjadi energi mekanis melalui *Travel Motor*. *Travel Motor* memutar *Sprocket* selanjutnya menggerakkan *Track Shoe* sehingga menghasilkan gerakan pada *Hydraulic Excavator*. *Traveling Right Shoe* merupakan gerakan *track shoe* yang sebelah kanan.

d. *Boom (Raise-Down)*

Pergerakan *Boom* dilakukan oleh *Boom Cylinder*. Sistem gerakan ini dilakukan dengan menggerakkan *lever* di ruang operator sehingga katup *Boom Raise* dan katup *Boom Down* pada *Control Valve* yang berhubungan dengan *Boom Cylinder* akan membuka. *Boom* akan melakukan gerakan mengangkat jika katup *Boom Raise* terbuka sedangkan katup *Boom Down* tertutup. Fluida akan mengalir dari katup *Boom Raise* dan menekan piston dari *Cylinder Boom* sedangkan untuk gerakan arm.

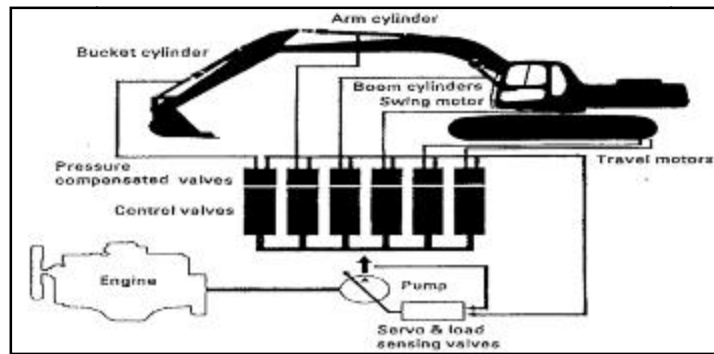
e. *Arm (In-Out)*

Pergerakan *Arm* dilakukan oleh *Arm Cylinder*. Sistem gerakan ini diatur oleh katup *Arm In* dan katup *Arm Out*. *Arm* akan melakukan gerakan mengangkat jika katup *Arm out* terbuka sedangkan katup *Arm In* tertutup. Fluida akan mengalir dari katup *Arm Out* dan menekan piston *Arm Cylinder*. Sedangkan untuk gerakan *Arm* turun, kondisi katup *arm in* dan *arm out* berlaku sebaliknya.

f. *Bucket (Crawl-Dump)*

Pergerakan *Bucket* dilakukan oleh *Bucket Cylinder*. Sistem gerakan ini diatur oleh pergerakan katup *Bucket Crawl* dan katup *Bucket Dump*. *Bucket* akan melakukan gerakan mengangkat (*dump*) jika katup *Bucket dump* terbuka sedangkan katup *Bucket Crawl* tertutup. Pada saat itu, fluida akan mengalir dari katup *Bucket dump* dan menekan piston *Bucket Cylinder*. Sedangkan gerakan *Bucket* menekuk (*crawl*) kondisi katup *bucketcrawl* dan katup *bucket dump* adalah sebaliknya.

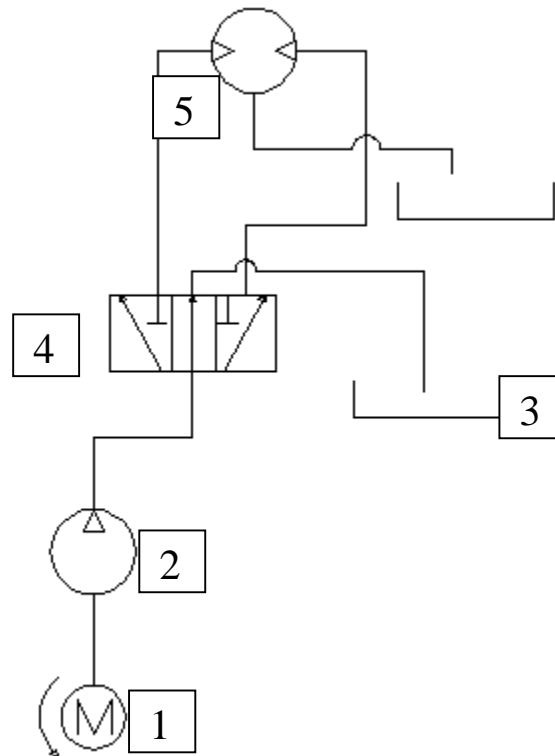
Mekanisme dan kondisi kerja *Excavator* secara *Hydraulic* dapat dilihat pada (Gambar 2.3):



Gambar 2.3 Diagram sistem *hydraulic excavator*

Sumber : [lit 7 , 2015]

2.3 Skema Kerja Simulas *Travel Motor*



Gambar 2.4 Gambar skema kerja hidrolik simulasi *travel motor*

Sumber: Diolah

Keterangan :

1. Motor listrik(AC)
2. Pompa Hidrolik
3. *Tank*
4. *Control Valve*
5. *Motor Travel*

2.4 Komponen-komponen Yang Digunakan Pada Simulasi *Travel Motor*

2.4.1 Motor Listrik



Gambar 2.5 Motor Listrik

Sumber : [lit 8 , 2015]

Motor listrik adalah suatu perangkat *elektromagnetik* yang digunakan untuk mengkonversi atau mengubah energi listrik menjadi energi mekanik. Hasil konversi ini atau energi mekanik ini bisa digunakan untuk berbagai macam keperluan seperti digunakan untuk memompa suatu cairan dari satu tempat ke tempat yang lain pada mesin pompa, untuk meniup udara pada blower, digunakan sebagai kipas angin, dan keperluan-keperluan yang lain. Berdasarkan jenis dan karakteristik arus listrik yang masuk dan mekanisme operasinya motor listrik dibedakan menjadi 2, yaitu motor AC, dan motor DC. Ada 2 jenis motor pada motor AC, yaitu :

- A. Motor sinkron, yaitu motor AC (arus bolak-balik) yang bekerja pada kecepatan tetap atau konstan pada frekuensi tertentu. Kecepatan putaran motor sinkron tidak akan berkurang (tidak slip) meskipun beban bertambah, namun kekurangan motor ini adalah tidak dapat *start* sendiri. Motor ini membutuhkan arus searah (DC) yang dihubungkan ke rotor untuk menghasilkan medan magnet rotor. Motor ini disebut motor sinkron karena kutub medan rotor mendapat tarikan dari kutub medan putar stator hingga turut berputar dengan kecepatan yang sama (sinkron).
- B. Motor induksi, yaitu motor AC yang paling umum digunakan di industri-industri. Pada motor DC arus listrik dihubungkan secara langsung ke rotor melalui sikat-sikat (*brushes*) dan komutator(*commutator*). Jadi kita

bisa mengatakan motor DC adalah motor konduksi. Sedangkan pada motor AC, rotor tidak menerima sumber listrik secara konduksi tapi dengan induksi. Oleh karena itu motor AC jenis ini disebut juga sebagai motor induksi.

Untuk menentukan daya motor dipengaruhi oleh daya yang terjadi pada poros, *pulley* dan kecepatan putaran poros penggerak, maka besarnya daya motor yang diperlukan untuk menggerakkan sistem yaitu :

$$P = T \times \frac{2f \times n}{60} \dots\dots\dots(1. 3.2011 : 14)$$

Dimana :

P = Daya motor bakar (Watt)

T = Torsi motor bakar (N-m)

n = Putaran motor bakar (rpm)

2.4.2 Pump Power steering

Pompa *power steering* atau dikenal juga dengan nama *Vane pump* adalah pompa pada sistem *power steering* yang berguna untuk mensirkulasikan minyak *power steering*. Pada *power steering* pompa ini berfungsi untuk membangkitkan tekanan *hydraulics* yang diperlukan untuk tekanan kerja.

Untuk mengetahui besarnya putaran pompa pada pompa *power steering* dapat menggunakan rumus berikut (2. 1. 1991 : 141):

$$n_p = 1000 Q_{pth} / V_p \quad (\text{p/menit})$$

$$Q_{pth} = 600 P_{pth} / p \quad (\text{l/menit})$$

$$n_p = 1000 p_{vol} \cdot Q_{pakt} / V_p \quad (\text{p/menit})$$

$$Q_{pakt} = 600 p_{tot} \cdot P_{pakt} / p \quad (\text{l/menit})$$

$$V_p = \cdot d_p^2 \cdot 2 \cdot e_p \cdot z_p / 4 \quad (\text{cm}^3/\text{put})$$

keterangan :

n_p = putaran pompa

Q_{pth} = debit teoritis dalam l/menit

V_p = volume langkah (dalam cm^3 /putaran)

P_{pth} = daya teoritis yang di serap oleh pompa dalam kW

p = tekanan dalam bar

η_{vol} = efisiensi pompa volume tric

η_{tot} = efisiensi pompa total

Q_{pakt} = debit actual

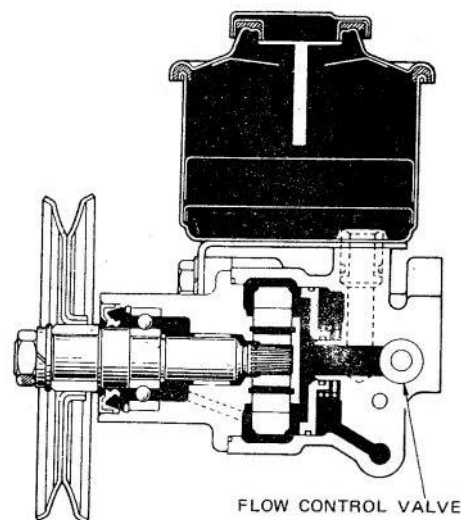
P_{pakt} = daya aktuat yang di serap oleh pompa

d_p = diameter *plunger* (cm)

e_p = eksentritas

z_p = banyak *plunger*

Dibawah ini merupakan gambar dari pompa *power steering*.

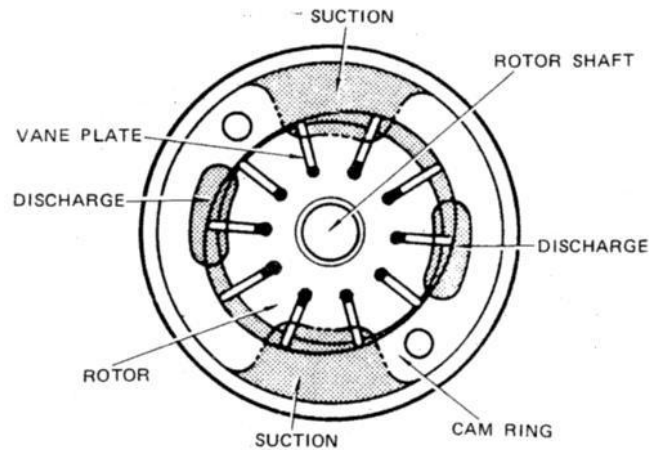


Gambar 2.6 *Pump Power steering*

Sumber : [lit 9, 2015]

Pompa *power steering* pada saat ini tipenya banyak sekali, sebagai contoh: pompa piston, membran, *plunger*, roda gigi luar, roda gigi dalam, *vane*, *screw* dan lain-lain. Tekanan yang diperlukan merupakan tekanan secara menerus (*continue*),

sehingga tipe pompa yang digunakan adalah tipe *Vane* atau Roda Gigi. Pompa menghasilkan tekanan dengan memanfaatkan putaran mesin, sehingga volume pemompaan sebanding dengan putaran mesin.



Gambar 2.7 Kontruksi Pompa *Power steering*

Sumber : [lit 10, 2015]

1. *Suction* adalah saluran masuk minyak *power steering*.
2. *Discharge* adalah saluran keluar minyak *power steering*
3. Rotor *shaft* adalah bagian pompa *power steering* yang menerima putaran mesin dari *pulley*.
4. Rotor adalah bagian dari pompa *power steering* berputar untuk melakukan kerja pemopaaan.
5. *Vane plate* adalah bagian dari pompa *power steering* yang membentuk ruang hisap dan ruang tekan bersama-sama dengan *cam ring* dan rotor.
6. *Cam ring* adalah bagian dari pompa *power steering* yang membentuk ruang hisap dan ruang tekan bersama-sama dengan *vane plate* dan rotor.

Sebelum saya menjelaskan cara kerja pompa *power steering*, saya akan jelaskan dulu mengenai gaya *sentrifugal*.

Gaya *sentrifugal* adalah gaya dari suatu benda yang berputar untuk terlempar keluar dari lintasan atau orbitnya. Seperti yang kita ketahui bahwa bentuk dari *cam ring* tidaklah bulat benar, maka terbentuklah ruang antara rotor dan *cam ring* yang tidak sama besar.

Maka cara kerja pompa *power steering* adalah sebagai berikut :

1. Hisap

Rotor *shaft* berputar karena menerima gaya putar dari mesin, gaya putar ini diteruskan untuk memutar *rotor*. Dengan berputarnya *rotor*, maka *vane plate* akan ikut berputar dan membuat ruang yang tidak sama besarnya dengan *cam ring* dan rotor. Pada saat *vane plate* dan rotor serta *cam ring* berada dekat *suction* terbentuklah ruang yang kecil. Kemudian rotor terus berputar dan membuat *vane plate* terlempar keluar dan merapat ke *cam ring*, sehingga terbentuklah ruang yang semakin besar. Rotor pun terus berputar dan *vane plate* pun terus terlempar keluar pada *cam ring* sehingga ruang di antara *cam ring*, rotor dan *vane plate* terus membesar. Pembesaran ruang di antara *cam ring*, *vane plate* dan rotor inilah yang membuat/terjadi kevakuman dalam ruang itu, sehingga minyak *power steering* akan terhisap dari saluran *suction*. Minyak *power steering* ini akan mengisi ruang diantara *vane plate*, rotor dan *cam ring*.

2. Tekan

Seperti telah kita ketahui bahwa bentuk dari *cam ring* tidaklah bulat benar, maka akan terjadi ruang yang mengecil antara rotor, *vane plate* dan *cam ring*. Rotor yang terus berputar bersama-sama dengan *vane plate*, membuat *vane plate* akan terus terlempar keluar merapat ke *cam ring* karena gaya *sentrifugal*. Karena bentuk *cam ring* yang tidak bulat benar, maka ruang antara *cam ring*, *vane plate* dan rotor akan semakin mengecil seiring dengan berputarnya rotor dan *vane plate*. Minyak *power steering* yang berada di ruang antara rotor, *vane plate* dan *cam ring* akan semakin ditekan karena ruang yang semakin mengecil itu. Minyak *power steering* itu akan tertekan terus dan akhirnya keluar setelah ruang antara *vane plate*, rotor dan *cam ring* itu bertemu dengan saluran keluar atau *discharge*. Minyak *power steering* yang keluar dari saluran *discharge* ini akan disirkulasikan ke instalasi *power steering* berikutnya.

2.4.3 Pulley



Gambar 2.8 *Pulley*

Sumber : [lit 11, 2015]

Pulley merupakan suatu elemen mesin berbentuk lingkaran mesin yang berjari-jari menyerupai lingkaran sepeda yang berfungsi sebagaiudukan sabuk. *Pulley* ini ditempatkan disebuah poros yang diikat dengan menggunakan pasak. Adapun *pulley* yang digunakan adalah *pulley* jenis sabuk tipe Serpentine Pulley. Bahan *pulley* ini adalah jenis besi tuang yang dibuat dengan proses pengecoran.

Pada umumnya ukuran *pulley* merupakan suatu *standard* internasional. Maka untuk menentukan putaran dari poros motor penggerak (n_1) dan putaran yang direncanakan untuk poros (n_2) menggunakan perbandingan :

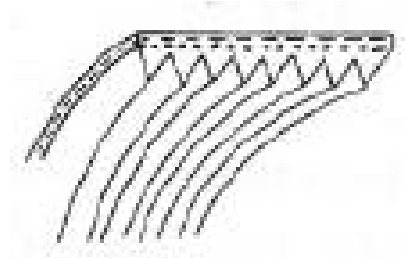
$$i = \frac{n_1}{n_2} = \frac{d_2}{d_1} \dots\dots\dots(3. 3. 2011:99)$$

Diamana :

d_p = Diameter *pulley* penggerak

D_p = Diameter *pulley* yang digerakan

2.4.4 Sabuk Berusuk Banyak (*Serpentine Belt*)



Gambar 2.9 Sabuk berusuk banyak

Sumber : [lit 12, 2015]

Sabuk adalah bahan fleksibel yang melingkar tanpa ujung, yang digunakan untuk menghubungkan secara mekanis dua poros yang berputar. Sabuk digunakan sebagai sumber penggerak, penyalur daya yang efisien atau untuk memantau pergerakan relatif.

Sabuk berusuk banyak dapat menghasilkan putaran dengan kecepatan empat sudut yang hampir tetap, dapat digunakan juga untuk mesin perkakas dan sebagainya, serta mempunyai batas temperature sampai 80°.

Terdapat perhitungan kecepatan rasio pulley dan belt yaitu

$$n_1 \cdot d_1 = n_2 \cdot d_2$$

Keterangan :

n_1 = kecepatan *pulley* 1

d_1 = diameter *pulley* 1

n_2 = kecepatan *pulley* 2

d_2 = diameter *pulley* 2

Serta Panjang Sabuk

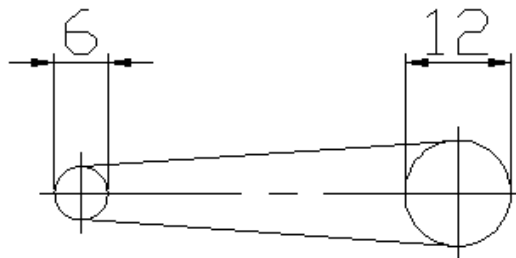
$$L = 2C + 1,57(D_2 + D_1) \frac{(D_2 - D_1)^2}{4C} \dots\dots\dots (4.3.2011:96)$$

Keterangan : L = Panjang Sabuk

C = Jarak antar poros

D_1 = Pitch diameter pulley 1

D_2 = Pitch diameter pulley 2



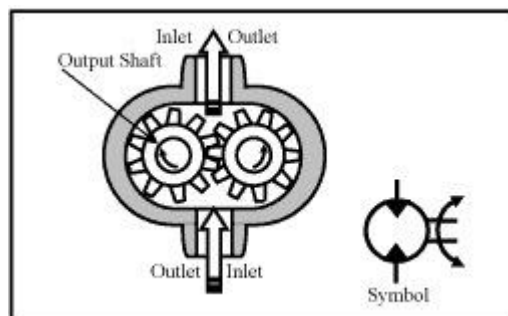
Gambar 2.10 Panjang Sabuk

Sumber : Dokumen pribadi

2.4.5 Motor Hidrolik

Motor hidrolik merupakan jenis motor yang digerakan menggunakan sistem aliran hidrolik bertekanan sehingga kecepatan putaran dari motor dapat diatur oleh aliran hidrolik yang dialirkan.

A. Hydraulic Gear Motor



Gambar 2.11 Hydraulic gear motor

Sumber : [lit 13, 2015]

Motorhydraulics ini menggunakan dua buah roda gigi yang berputar didalam *house*. Satu roda gigi sebagai *driven gear* dan lainnya berupa *idler gear*. Poros dari *driven gear* berhubungan dengan alat yang digerakkan. Dan poros dari *idler gear* hanya mengikuti berputar saja. Fluida *hydraulics* bertekanan masuk melalui sisi inlet, mengalir ke masing-masing sisi roda gigi dan menggerakannya, sehingga timbul torsi yang digunakan oleh proses selanjutnya. Jenis *motor hydraulics* sering digunakan dalam *hydraulics* dan di mesin pertanian untuk mendorong ban berjalan, konveyor sekrup dan lainnya.

Ada dua jenis *gearmotorhydraulics*. *Gearmotor*, yang sangat mirip dalam desain dengan pompa *gear* eksternal, adalah motor kecepatan tinggi. *Gearmotorepicyclic*, juga dikenal sebagai motor cincin orbit atau gigi, adalah motor kecepatan lambat.

Gearmotor adalah motor kecepatan tinggi. Jika pada operasinya membutuhkan kecepatan yang lebih rendah, dapat mengurangi kecepatan *output* poros dengan menggunakan gigi. Tekanan operasi dari *gear motor* biasanya cukup rendah antara 100 dan 150 bar. *Gearmotor* terbaru mampu beroperasi pada tekanan terus menerus hingga 250 bar.

Fitur utama dari motor gigi:

- a. Berat badan rendah dan ukuran
- b. Tekanan yang relatif tinggi
- c. Biaya rendah
- d. Wide berbagai kecepatan
- e. Kisaran suhu lebar
- f. Desain sederhana dan tahan lama
- g. Kisaran viskositas Lebar

Kelemahan utama motor gigi adalah bisa menghasilkan sejumlah besar kebisingan.

Motor gigi dengan hanya satu arah rotasi dirancang persis sama seperti gigi pompa eksternal. Sebuah motor gigi yang dapat mengubah arah rotasi memiliki

port kasus menguras dan bidang tekanan aksial berbeda. Efisiensi motor gigi relatif rendah akibat kebocoran minyak. Spesifikasi kerja *gear* motor adalah :

- a. Volume Pemindahan: 3 sampai 100 cc
- b. Maksimum tekanan: hingga 250 bar
- c. Rentang kecepatan: 500 ke 4.000 rpm
- d. Maksimum torsi: hingga 400 Nm

Motor ini dengan debit tetap atau konstan dibangun untuk satu arah atau dua arah putar oleh karena slipnya (S) besar, efisiensi adalah rendah dan pada temperature yang naik jangkauan 500 – 2500 rpm adalah 65-80 % tergantung pada tekanan kerja (p) dan viskositas minya yaitu 75-90%.

Momen puntir M_d hanya dapat kita atur dengan bantuan tekanan p. jika disekeliling roda penjalan sentral ditempatkan roda roda gigi yang lebih kecil maka momen puntar membesar berdasarkan persamaan

$$M_d = (d_t/2) \cdot (2m \cdot b \cdot p/10) \cdot z \quad (\text{m.N}) \dots \dots \dots (5. 1. 1991 : 144)$$

Debit teoritis yang diberlakukan adalah

$$Q_{th} = 2n \cdot m \cdot d_t \cdot b \cdot z \quad (\text{cm}^3/\text{omw}) \dots \dots (6. 1. 1991 : 144)$$

Untuk melakukan pengujian pada alat simulasi travel ini digunakan rumus efisiensi daya guna, yaitu sebagai berikut :

$$y = \frac{\text{Output daya yang berguna}}{\text{Input daya}} \times 100\% \quad \dots \dots (7. 21. 2014 : 144)$$

Keterangan :

M_d = momen puntir

d_t = diameter lingkaran tusuk (jarak bagi)

m = modul

b = lebar roda

p = tekanan dalam bar

z = banyak roda gigi

2.4.6 *Hose*



Gambar 2.12 *Hose*

Sumber : [lit 14, 2015]

Hydraulic Hose adalah salah satu bagian pada unit yang berfungsi sebagai penghantar oli *hydraulic* sesuai dengan tekanan yang di inginkan. Biasanya pada bagian ini sangat rentan pada kerusakan, bahkan jika tidak sesuai dengan tekanannya dalam 1 hari dapat terjadi penggantian 3 kali, tetapi hal tersebut bukan hanya terjadi akibat spesifikasi *hose* salah atau tekanan *pressing* tidak pas, pada saat instalasi juga mesti sangat di perhatikan.

2.4.7 *Pressure Gauge*



Gambar 2.13 *Pressure Gauge*

Sumber : [lit 15, 2015]

Pressure gauge adalah alat yang digunakan untuk mengukur tekanan *fluida* (gas atau liquid) dalam tabung tertutup. Satuan dari alat ukur tekanan ini berupa

psi (pound per square inch), psf (pound per square foot), mmHg (millimeter of mercury), inHg (inch of mercury), bar, atm (atmosphere), N/m^2 (pascal).

2.4.8 Amperemeter



Gambar 2.14 Amperemeter

Sumber : [lit 16, 2015]

Amperemeter adalah alat yang digunakan untuk mengukur kuat arus listrik. Umumnya alat ini dipakai oleh teknisi elektronik dalam alat *multi tester* listrik yang disebut *avometer* gabungan dari fungsi *amperemeter*, *voltmeter* dan *ohmmeter*.

Amperemeter dapat dibuat atas susunan *mikroamperemeter* dan *shunt* yang berfungsi untuk deteksi arus pada rangkaian baik arus yang kecil, sedangkan untuk arus yang besar ditambahkan dengan hambatan *shunt*.

Amperemeter bekerja sesuai dengan gaya *lorentz* gaya *magnetis*. Arus yang mengalir pada kumparan yang selimuti medan magnet akan menimbulkan gaya *lorentz* yang dapat menggerakkan jarum *amperemeter*. Semakin besar arus yang mengalir maka semakin besar pula simpangannya.

2.4.9 Mur dan Baut

Mur dan baut merupakan alat pengikat yang sangat penting dalam suatu rangkaian mesin. Jenis mur dan baut beraneka ragam, sehingga penggunaannya disesuaikan dengan kebutuhan. Pemilihan mur dan baut sebagai pengikat harus dilakukan dengan teliti untuk mendapatkan ukuran yang sesuai dengan beban yang diterimanya sebagai usaha untuk mencegah kecelakaan dan kerusakan pada

mesin. Pemakaian Mur dan baut pada konstruksi mesin umumnya digunakan untuk mengikat beberapa komponen, antara lain:

- a. Pengikat pada dudukan
- b. Pengikat pada dudukan motor listrik
- c. Pengikat puli



Gambar 2.15 Macam – macam mur dan baut

Sumber : [lit 17, 1994]

Penentuan jenis dan ukuran mur dan baut harus memperhatikan berbagai faktor seperti sifat gaya yang bekerja pada baut , cara kerja mesin, kekuatan bahan, dan lain sebagainya. Gaya – gaya yang bekerja pada baut dapat berupa beban statis aksial murni, beban aksial bersama beban puntir dan beban geser.

2.5 Perhitungan Waktu Permesinan

Proses Pengerjaan komponen – komponen rancang bangun simulator travel motor pada excavator dikerjakan dengan beberapa mesin yaitu :

- a. mesin bubut
- b. mesin bor

Disamping mempergunakan jenis mesin diatas, proses pengerjaannya juga dikerjakan dengan cara manual seperti :

- a. Mengikir
- b. Mengelas
- c. Menggerinda

Dibawah ini akan di uraikan perhitungan waktu produksi dengan menggunakan mesin dan secara manual.

1. Perhitungan waktu produksi pada mesin bubut .

Kecepatan potong (V_c , m/menit)

Kecepatan potong adalah panjang potongan dalam mm/min (meter/menit), maka rumusnya adalah :

Putaran Mesin (rpm)

$$V_c = \frac{1000 \cdot \pi \cdot D}{60} \text{ (m/menit)} \quad \dots\dots\dots(7. 4. 2010 : 89)$$

Dengan V_c = Kecepatan potong (m / menit)

D = diameter benda kerja (mm)

Putaran Mesin (rpm)

Pembubutan permukaan

$$T_m = \frac{r}{S_r N} \quad \dots\dots\dots(8. 4. 2010 : 89)$$

Pembubutan Memanjang

$$T_m = \frac{L}{S_r N} \quad \dots\dots\dots(9. 4. 2010 : 89)$$

Dengan T_m = Waktu Pengerjaan (mm)

r = jari – jari benda kerja (mm)

L = panjang benda kerja (mm)

S_r = kedalaman permukaan (mm/put)

n = Putaran Mesin (rpm)

2. Perhitungan waktu produksi pada mesin bor .

Putaran mesin (rpm)

$$n = \frac{V_c \cdot 1000}{\pi \cdot D} \text{ (m/menit)} \quad \dots\dots\dots(10.4.2010:89)$$

Dengan n = Putaran mesin

V_c = kecepatan potong

D = Diameter mata bor

Waktu pengerjaan

$$T_m = \frac{L}{S_r \cdot n} \quad \dots\dots\dots (11.4.2010:89)$$

Dengan T_m = Waktu Pemakanan (Menit)

L = Kedalaman pemakanan (mm)

$$= 1 + 0,3 \cdot d \quad \dots\dots\dots (12.4.2010:89)$$

d = Tebal benda

S_r = Kedalaman pemakanan (mm)

Tabel 2.1 Tabel Vc Untuk Bahan Teknik

No	Bahan Benda kerja	Vc (m/menit)
1	Kuningan, Perunggu keras	30 - 45
2	Besi tuang	14 - 21
3	Baja >70	10 - 14
4	Baja 50-70	14 - 21
5	Baja 34-50	20 - 30
6	Tembaga, Perunggu lunak	40 - 70
7	Alluminium murni	300 - 500
8	plastik	40 - 60

2.6 Pengertian *Hydraulics*

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

Hydraulics adalah ilmu terapan dan rekayasa yang bersifat mekanik cairan. Pada tingkat dasar *hydraulics* adalah versi *pneumatic* dengan media zat cair. Ilmu mekanika fluida menjadi dasar teori *hydraulics* yang fokus pada penggunaan rekayasa fluida. Dalam tenaga fluida, *hydraulics* digunakan untuk pembangkit, kontrol dan transmisi daya menggunakan cairan bertekanan. Topik *hydraulics* berkaitan dengan ilmu pengetahuan dan kebanyakan ke modul teknik yang mencakup bahasan aliran pipa, fluida dan sistem kontrol cairan, pompa, turbin, pembangkit listrik tenaga air, komputasi dinamika fluida, pengukuran aliran, dan lain-lain.

Sistem *hydraulics* biasanya menggunakan tekanan 6,9 – 345 Mpa dan untuk aplikasi khusus *hydraulics* bisa memerlukan tekanan lebih dari 69 Mpa.

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

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

Dalam sistem *hydraulics* 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 *hydraulics*.

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 *hydraulics* 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 *hydraulics* adalah sistem

pemindahan dan pengontrolan gaya dan gerakan dengan fluida cair dalam hal ini oli. Fluida yang digunakan dalam sistem *hydraulics* adalah oli.

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

2.6.1 Manfaat Sistem *Hydraulics*

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

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

A. Keuntungan Sistem *Hydraulics*

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

- a. Ringan
- b. Mudah dalam pemasangan
- c. Sedikit perawatan
- d. Sistem *hydraulics* hampir 100 % efisien, bukan berarti mengabaikan terjadinya gesekan fluida.
- e. Tenaga yang dihasilkan sistem *hydraulics* besar sehingga banyak diaplikasikan pada alat berat seperti crane, kerek *hydraulics* dll.
- f. Oli juga bersifat sebagai pelumas sehingga tingkat kebocoran lebih jarang dibandingkan dengan sistem pneumatik.
- g. Tidak berisik.
- h. Tidak ada kemungkinan energi yang terbuang karena benda cair yang digunakan pada sistem *hydraulics* tidak menyerap energi yang diberikan.

- i. Mampu memindahkan beban jauh lebih besar karena bisa menghasilkan tenaga yang lebih besar.
- j. Sistem kerja *hydraulics* pada dasarnya non-kompresi sehingga ketika aliran fluida *hydraulics* dihentikan tidak perlu melepaskan udara untuk menghilangkan tekanan pada beban.

B. Keuntungan Mekanik

Dapat kita lihat ilustrasi dari keuntungan mekanik, ketika gaya 50 lbs dihasilkan oleh piston dengan luas permukaan 2 in, tekanan fluida dapat menjadi 25 psi .dengan tekanan 25 psi pada luas permukaan 10 in dapat dihasilkan gaya sebesar 250 lbs.

2.6.2 Macam-macam Sistem *Hydraulics*

Pompa *hydraulics* berfungsi mengisap fluida oli *hydraulics* yang akan disirkulasikan dalam sistim *hydraulics*. Macam-macam pompa *hydraulics* diantaranya sebagai berikut :

A. Pompa Sirip Burung

Pompa ini bergerak terdiri dari dari banyak sirip yang dapat *flexible* bergerak di dalam rumah pompanya. Bila *volume* pada ruang pompa membesar, maka akan mengalami penurunan tekanan, oli *hydraulics* akan terhisap masuk, kemudian diteruskan ke ruang kompresi. Oli yang bertekanan akan dialirkan ke sistim *hydraulics*.

B. Pompa Torak Aksial

Pompa *hydraulics* ini akan mengisap oli melalui pengisapan yang dilakukan oleh piston yang digerakkan oleh poros rotasi. Gerak putar dari poros pompa diubah menjadi gerakan torak translasi, kemudian terjadi langkah hisap dan kompresi secara bergantian. Sehingga aliran oli *hydraulics* menjadi kontinyu.

C. Pompa Torak Radial

Pompa ini berupa piston-piston yang dipasang secara radial, bila rotor berputar secara eksentrik, maka piston-piston pada stator akan mengisap dan mengkompresi secara bergantian. Gerakan torak ini akan berlangsung terus-menerus, sehingga menghasilkan aliran oli.

D. Pompa Sekrup

Pompa ini memiliki dua rotor yang saling berpasangan atau bertautan (*engage*), yang satu mempunyai bentuk cekung, sedangkan lainnya berbentuk cembung, sehingga dapat memindahkan fluida oli secara aksial ke sisi lainnya. Kedua rotor itu identik dengan sepasang roda gigi helix yang saling bertautan.

2.6.3 Aplikasi Teknologi *Hydraulics*

Sistem *hydraulics* digunakan pada mesin-mesin yang biasadigunakan sehari-hari. Mesin-mesin yang menggunakan sistem *hydraulics* diantaranya adalah:

- A. Sistem *hydraulics* yang digunakan pada alat-alat berat, seperti, *splitter log*. Sistem *hydraulics* pada mesin berat ini bisa ditemukan pada bagian pompa *hydraulics*, mesin, silinder *hydraulics*, berbagai katup dan piston *hydraulics*.
- B. Sistem *hydraulics* yang digunakan pada mesin Heavy-Duty yang sering dipakai di konstruksi dan penggalian. Mesin excavator yang beratnya sekitar 30 ton dan mampu mengangkat tanah yang beratnya 2 ton dengan sangat mudah, karena excavator didesain dengan sistem *hydraulics* pada motornya di bagian track dan lengannya yang bertugas mengayun untuk memindahkan beban. Kendaraan konstruksi lain yang menggunakan sistem *hydraulics* adalah loading mesin atau biasa disebut skid. Mesin ini menggunakan 3 pasang piston *hydraulics* dan masing-masing rodanya juga dilengkapi dengan sistem *hydraulics*.
- C. *Hydraulics* juga digunakan dalam kursi roda mekanik untuk mendorong kursi roda ke depan. Sistem *hydraulics* ini digunakan untuk roda gigi pendaratan pesawat untuk mendorong roda keluar ketika pesawat mendarat.

2.6.4 Tindakan Penanganan Sistem *Hydraulics*

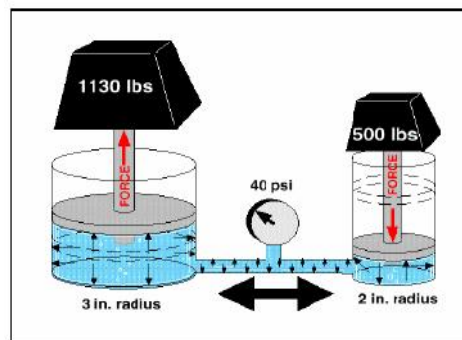
Komponen atau mesin yang menggunakan sistem *hydraulics* harus ditangani secara hati-hati. Tidak dianjurkan untuk menyentuh mesin dengan sistem *hydraulics* saat mesin ini sedang beroperasi atau saat sedang tidak beroperasi sekalipun, karena meskipun sedang tidak beroperasi cairan di dalam sistem *hydraulics* masih dapat mengalir dan memberikan tekanan. Dari segi *safety* sistem

hydraulics memang perlu hati-hati dalam menanganinya, karena memiliki tekanan yang sangat besar, berbeda dengan sistem *pneumatic* yang relatif lebih aman.

2.6.5 Perhitungan Dasar *Hydraulics*

Hukum Pascal

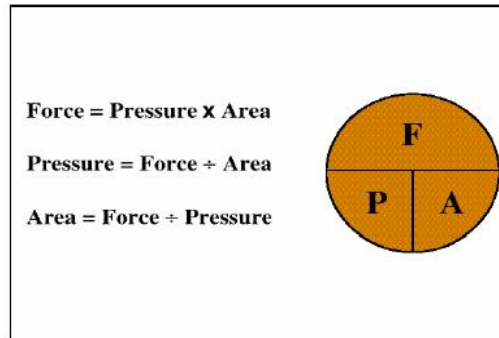
Tekanan yang bekerja pada suatu zat cair pada ruangan tertutup, akan diteruskan ke segala arah dan menekan dengan gaya yang sama pada luas area yang sama.



Gambar 2.16 Cara kerja hidrolik sistem

Sumber : [lit 18, 2015]

- A. Gaya biasanya dinyatakan dalam :
 - a. Pounds (Lbs)
 - b. Kilogram (Kg)
 - c. Newton (N)
- B. Pressure (tekanan), adalah gaya yang bekerja pada setiap satuan luas penampang. Pressure biasanya dinyatakan dalam :
 - a. Pounds per square inch (Psi)
 - b. Kilogram per centimeter persegi (Kg/Cm^2)
 - c. Kilopascal (Kpa)
- C. Area (luas penampang/permukaan), biasanya dinyatakan dalam :
 - a. Square inch (inch^2)
 - b. Milimeter persegi (mm^2)
 - c. Centimeter persegi (Cm^2)

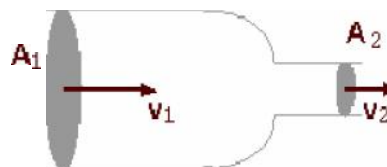


Gambar 2.17 Rumus dasar hidrolis

Sumber : [lit 19, 2015]

D. Persamaan kontinuitas

Persamaan kontinuitas adalah perhitungan pada luas penampang pipa yang tidak bertahap, ketika suatu penampang dari kecil ke besar atau sebaliknya, debit (Q) yang masuk atau mengalir melalui pipa tersebut akan mengalami perubahan debit, yaitu kehilangan akibat tabrakan, maka dari itu penting untuk diketahui seberapa besar kehilangan debit yang terjadi pada suatu penampang.



Gambar 2.18 Persamaan Kontinuitas

Sumber : [lit 20, 2015]

Rumus yang digunakan adalah (13. 1. 1991 : 90)

$$Q_1 = Q_2$$

$$V_1 \cdot A_1 = V_2 \cdot A_2$$

Keterangan :

Q_1 = debit pada penampang 1

Q_2 = debit pada penampang 2

V_1 = kecepatan pada penampang 1

V_2 = kecepatan pada penampang 2

A_1 = luas penampang 1

A_2 = luas penampang 2