



**ANALISIS KERJA MESIN HIDROLIK PENCETAK PAVING  
DENGAN *SISTEM HAND CONTROL* HIDROLIK PADA  
WAKTU YANG DIBUTUHKAN LANGKAH NAIK DAN  
TURUN SILINDER HIDROLIK**

**Proyek Akhir**

**Disusun Dalam Rangka Menyelesaikan Studi Diploma III  
Untuk Mencapai Gelar Ahli Madya**

**Disusun Oleh:**

**Nama : Catur Sutimbul  
NIM : 5250303503  
Program Stutudi : Teknik Mesin DIII  
Jurusan : Teknik Mesin**

**FAKULTAS TEKNIK  
UNIVERSITAS NEGERI SEMARANG**

**2006**

## LEMBAR PENGESAHAN

Laporan Tugas Akhir ini telah dipertahankan dihadapan sidang penguji

Tugas Akhir Jurusan Teknik Mesin Universitas Negeri Semarang :

Hari :

Tanggal :

Pembimbing :

Drs. Pramono  
NIP : 131474226

Penguji I

Penguji II

Drs. Pramono  
NIP : 131474226

Basyirun,S.Pd. MT  
NIP : 132094389

Ketua Jurusan,

Ketua Program Studi

Drs. Pramono  
NIP : 131474226

Drs. Wirawan S, MT  
NIP : 131876223

Mengetahui,  
Dekan FT UNNES

Prof. Dr. Soesanto  
NIP : 130875753

## **MOTO DAN PERSEMBAHAN**

### **A. Motto**

1. Hari ini harus lebih baik dari hari kemarin.
2. Jadikanlah kegagalan sebagai motifasi untuk memperbaiki diri.
3. Pengalaman adalah guru yang terbaik.
4. Dengan agama hidup jadi bahagia, dengan ilmu hidup jadi maju.
5. Lebih baik gagal setelah mencoba dari pada gagal untuk mulai mencoba.

### **B. Persembahan**

Laporan Tugas Akhir ini kupersembahkan untuk:

1. Kedua orang tuaku atas segala doa, kasih sayang serta pengorbanan sangat besar yang tidak pernah ananda mampu balas.
2. Kakak dan adik-adiku yang kucintai.
3. Almamaterku.
4. Teman-teman seperjuangan.

## ABSTRAK

Catur Sutimbul, 2006, *Analisis Kerja Mesin Hidrolik Pencetak Paving dengan Sistem Hand Kontrol Hidrolik*, Proyek Akhir, Teknik Mesin, Fakultas Teknik Universitas Negeri Semarang.

Sistem hidrolik adalah sistem yang menggunakan fluida sebagai media untuk menggerakannya. Untuk mengembangkan teknologi dalam bidang hidrolik diperlukan analisis yang berkenaan dengan sistem tersebut. Diantaranya adalah menggunakan sistem hidrolik yang dapat menghasilkan suatu produk dengan kualitas terbaik dan untuk mendapatkan efektifitas kerja dalam pemenuhan kualitas hasil produksi.

Sistem hidrolik ini dibuat melalui beberapa tahapan antara lain. Mencari tau lebih dalam seluruh komponen hidrolik yang akan digunakan dalam pembuatan mesin pencetak paving tersebut, untuk mempermudah dalam perancangan model sesuai dengan fungsi dari masing-masing komponen tersebut. Kemudian dilanjutkan dengan merealisasikan rancangan tersebut ke dalam sebuah benda nyata. Pada tahap akhir adalah menganalisis cara kerja mesin tersebut.

Proyek akhir ini bertujuan untuk menganalisis cara kerja mesin hidrolik pencetak paving yang menggunakan hand kontrol hidrolik sebagai pengontrol kerja mesin. Dalam menganalisis cara kerja mesin hidrolik pencetak paving ini dengan mengujicoba mesin tersebut. Hasil dari analisis yang diketahui bahwa dalam pembuatan paving menggunakan mesin hidrolik pencetak paving ini dapat menghasilkan kualitas peneakanan yang lebih baik dibandingkan dengan pembuatan secara manual.

## KATA PENGANTAR

Puji syukur penulis panjatkan ke hadirat Allah SWT, atas rahmat, taufik serta hidayah-Nya, sehingga penulis dapat menyelesaikan pembuatan Proyek Akhir dan dapat menyelesaikan laporan Proyek Akhir dengan judul “Analisis Kerja Mesin Hidrolik Pencetak Paving dengan Sistem Hand Kontrol Hidrolik” ini dapat diselesaikan dengan baik.

Selanjutnya penulis mengucapkan terima kasih dan penghargaan sebesar-besarnya kepada semua pihak yang telah membantu penulis selama menyelesaikan pembuatan Proyek Akhir dan selama penulisan laporan Proyek Akhir khususnya kepada:

1. Dekan Fakultas Teknik Universitas Negeri Semarang.
2. Ketua Jurusan Teknik Mesin Universitas Negeri Semarang sekaligus yang telah membimbing penulis dalam menyusun laporan Proyek Akhir ini.
3. Drs, Wirawan Sumbodo, MT, Ketua Program Studi DIII Teknik Mesin Universitas Negeri Semarang.
4. Hadromi, S.Pd MT, Kepala Laboratorium Teknik Mesin Universitas Negeri Semarang.
5. Imam Sukoco, SST dan Drs. Widi Widayat, pembimbing lapangan yang telah banyak membantu dan memberi petunjuk dalam menyelesaikan Proyek Akhir.
6. Rekan-rekan satu tim yang telah bekerja keras dalam menyelesaikan Proyek Akhir ini.

7. Kedua orang tua dan keluargaku yang selalu memberi bantuan material dan dorongan spiritual.

Penulis menyadari sepenuhnya bahwa dalam penyusunan laporan ini masih terdapat kekurangan dan kesalahan, oleh karena itu penulis mengharapkan kritik dan saran yang konstruktif guna menambah wawasan penulis. Harapan penulis semoga laporan ini dapat berguna bagi pihak-pihak yang membutuhkan.

Semarang, Agustus 2006

Penulis

## DAFTAR ISI

	Halaman
HALAMAN JUDUL.....	i
HALAMAN PENGESAHAN.....	ii
HALAMAN MOTTO DAN PERSEMBAHAN.....	iii
ABSTRAK.....	iv
KATA PENGANTAR .....	v
DAFTAR ISI.....	vi
DAFTAR TABEL.....	viii
DAFTAR GAMBAR .....	ix
DAFTAR LAMPIRAN.....	x
<b>BAB I PENDAHULUAN</b>	
A. Latar Belakang Masalah.....	1
B. Alasan Pemilihan Judul.....	2
C. Perumusan Masalah.....	2
D. Pembatasan Masalah .....	3
E. Tujuan .....	3
F. Metode Pengambilan Data .....	4
G. Manfaat.....	4

BAB II ANALISIS KERJA MESIN PENCETAK PAVING DENGAN SISTEM  
*HAND CONTROL HIDROLIC* PADA WAKTU YANG  
DIBUTUHKAN LANGKAH NAIK DAN TURUN SILINDER  
HIDROLIK

A. Landasan Teori.....	5
1. Pengertian Sistem Hidrolik .....	5
2. Keuntungan dan Kerugian Sistem Hidrolik .....	7
3. Dasar-dasar Sistem Hidrolik .....	9
4. Komponen-komponen Penyusun Sistem Hidrolik.....	12
a Motor .....	12
b Kopling ( <i>Coupling</i> ).....	12
c Pompa Hidrolik.....	12
d Katup ( <i>Valve</i> ).....	16
e Silinder Kerja Hidrolik .....	18
<i>f Manometer</i> .....	20
g Saringan Oli ( <i>Oil filter</i> ).....	21
h Fluida Hidrolik.....	22
i Pipa Saluran Minyak.....	22
j Unit Pompa Hidrolik ( <i>Power Pack</i> ).....	23
5. Istilah dan Lambang Dalam Silinder Hidrolik.....	24
B. Perancangan Pembuatan Mesin Hidrolik Pencetak Paving .....	27
1. Spesifikasi tekanan yang dibutuhkan paving .....	27
2. Spesifikasi mesin hidrolik pencetak paving.....	28

3. Gambar kerja mesin hidrolik pencetak paving .....	28
4. Bahan yang dipakai dalam pembuatan meja hidrolik .....	29
5. Pembuatan meja hidrolik dan Dudukan Silinder Hidrolik serta Cetakan paving Atas dan Bawah .....	29
6. Cara Kerja Mesin Pencetak Paving.....	34
C. Analisis Kerja Mesin Hidrolik Pencetak Paving dengan Sistem Kontrol Hidrolik.....	36
1. Langkah-langkah yang Dilakukan Dalam Menganalisis Cara Kerja Mesin Pencetak Paving dengan Hand Kontrol.....	36
2. Hasil Dari Analisis Yang Dilakukan.....	37
D. Pembahasan.....	48
<b>BAB III PENUTUP</b>	
A. Simpulan.....	49
B. Saran.....	50
DAFTAR PUSTAKA .....	51
LAMPIRAN.....	52

## DAFTAR TABEL

	Halaman
Tabel 1. Simbol-simbol Untuk Pipa-Pipa Hidrolik.....	23
Tabel 2. Symbol Katup Pengarah Menurut Jumlah Lubang dan Posisi Control.....	24
Tabel 3. Simbol-simbol Untuk Melayani Katup .....	25
Tabel 4. Beberapa Lambang Komponen Penyusun dalam Hidrolik.....	26

## DAFTAR GAMBAR

	Halaman
Gambar 1. Diagram Aliran Sistem Hidrolik .....	6
Gambar 2. Fluida Dalam Pipa Menurut Hukum Pascal.....	10
Gambar 3. Pompa <i>Single Stage</i> Tekanan Rendah.....	13
Gambar 4. Pompa <i>Single Stage</i> Tekanan Tinggi .....	13
Gambar 5. Pompa <i>Double</i> .....	13
Gambar 6. <i>External Gear Pump</i> .....	14
Gambar 7. <i>Internal Gear Pump</i> .....	14
Gambar 8. Pompa Aksial Tipe Sumbu Bengkok ( <i>Bent Axl Type</i> ) .....	15
Gambar 9. Pompa Aksial Tipe Plat Pengatur ( <i>Swash PlateType</i> ) .....	15
Gambar 10. Katup Pengatur Tekanan .....	16
Gambar 11. Katup Pengatur Arah Aliran.....	17
Gambar 12. <i>Flow Contol Throttling Valve</i> .....	17
Gambar 13. Kontruksi Silinder Kerja Penggerak Tunggal .....	19
Gambar 14. Kontruksi Silinder Kerja Penggerak Ganda.....	19
Gambar 15. Pengukur Tekanan ( <i>Manometer</i> ) dengan Perinsip Kerja Bourdon .	20
Gambar 16. Filter Tangki.....	20
Gambar 17. Filter Saluran Pipa.....	20
Gambar 18. Konstruksi Meja Kerja dan Dudukan Silinder Hidrolik.....	30
Gambar 19. Meja Tampak Depan dan Dudukan Silinder hidrolik .....	30

Gambar 20. Meja Tampak Samping dan Dudukan Silinder hidrolik.....	31
Gambar 21. Cetakan Paving Atas dan Bawah .....	31
Gambar 22. Cetakan Paving Bawah Tampak Depan .....	31
Gambar 23. Cetakan Paving Bawah Tampak Samping .....	32
Gambar 24. Cetakan Paving Bawah Tampak Atas .....	32
Gambar 25. Rangkaian Sistem hidrolik Posisi Netral.....	34
Gambar 26. Rangkaian Mesin Hidrolik Pencetak Paving Posisi Netral .....	38
Gambar 27. Rangkaian Mesin Hidrolik Pencetak Paving Langkah Maju .....	40
Gambar 28. Rangkaian Mesin Hidrolik Pencetak Paving Langkah Mundur.....	42

## **DAFTAR LAMPIRAN**

- Lampiran 1. Dokumentasi Pembuatan Tugas Akhir
- Lampiran 2. Daftar Pembelian Komponen Hidrolik
- Lampiran 3. Surat Keterangan Selesai Alat
- Lampiran 4. Surat Pernyataan Selesai Bimbingan Tugas Akhir
- Lampiran 5. Surat Tugas Dosen Pembimbing Tugas Akhir
- Lampiran 6. Surat Keterangan Selesai Revisi
- Lampiran 7. Gambar Kerja Dan Gambar Detail

# **BAB I**

## **PENDAHULUAN**

### **A. Latar Belakang Masalah**

Hidrolika merupakan sebuah cabang dari ilmu perihai yang meneliti arus zat cair melalui pipa-pipa dan pembuluh-pembuluh tertutup, maupun dalam kanal-kanal terbuka dan sungai-sungai. Kata hidrolitik berasal dari kata “*hudor*” (bahasa Yunani), yang berarti air. Didalam teknik hidrolika berarti: penggerakan-penggerakan, pengaturan-pengaturan dan pengendalian-pengendalian, dimana berbagai gaya dan gerakan kita peroleh dengan bantuan tekanan suatu zat cair (air, minyak atau gliserin).

Dewasa ini sistem hidrolitik banyak digunakan dalam berbagai macam industri makanan, industri minuman, industri permesinan, industri otomotif, hingga industri pembuatan robot. Sehingga pengetahuan tentang komponen dari sistem hidrolitik sangat penting dalam semua cabang industrial.

Untuk meningkatkan efektifitas dan produktivitas maka sekarang ini sistem hidrolitik banyak dikombinasikan dengan sistem lain seperti : sistem elektrik/elektronik, pneumatik, mekanik dan sebagainya sehingga akan didapat unjuk kerja dari sistem hidrolitik yang lebih optimal.

Tugas Akhir/Proyek Akhir ini dimaksudkan untuk memberikan suatu fasilitas penunjang yang dapat dimanfaatkan oleh mahasiswa dalam mempraktekkan dan mengamati secara langsung tentang fenomena pada sistem hidrolitik pada mata kuliah Pneumatik dan Hidrolitik.

Dalam sistem hidrolis kita harus dapat mengetahui bagaimana suatu kinerja/cara kerja suatu alat. Pada Tugas Akhir ini penulis tertarik untuk mengamati cara kerja mesin pencetak paving tersebut. Pengamatan yang penulis pilih adalah : **Analisis Kerja Mesin Hidrolik Pencetak Paving Dengan Sistem *Hand Control Hidrolic* Pada Waktu Yang Dibutuhkan Langkah Naik Dan Turun Silinder Hidrolik.**

### **B. Alasan Pemilihan Judul**

Tugas akhir ini dimaksudkan untuk memberikan kontribusi positif sebagai penyediaan alat peraga dilaboratorium pneumatik dan hidrolik, khususnya pada alat peraga yang menggunakan mekanisme sistem hidrolik (*hidrolic stand*) dan untuk menyajikan aplikasi dari mata kuliah pneumatik dan hidrolik yang telah disampaikan.

Secara pribadi penulis ingin mengetahui/mendalami lebih jauh tentang sistem dan komponen-komponen hidrolik dari sistem hidrolik khususnya pada komponen yang terdapat pada alat peraga yang kami buat yaitu mesin hidrolik pencetak paving yang menggunakan hand kontrol hidrolik. Sehingga penulis dapat menerapkan ilmu yang telah diperoleh dari bangku kuliah khususnya mata kuliah pneumatik dan hidrolik.

### **C. Perumusan Masalah**

Pokok-pokok permasalahan dalam merencanakan pembuatan alat peraga hidrolik ini dapat dirumuskan antara lain sebagai berikut:

1. Bagaimana sistem hidrolik dapat diterapkan dalam alat pencetak paving.
2. Bagaimana cara kerja mesin hidrolik pencetak paving dengan sistem *hand control hidrolic*

3. Bagaimana waktu yang dibutuhkan dalam langkah turun (maju) dan naik (mundur).

#### **D. Pembatasan Masalah**

Agar pembatasan masalah tidak melebar, lebih tertuju dan terkonsentrasi pada permasalahan yang akan dibahas yaitu:

1. Objek penelitian adalah alat peraga sistem hidrolik yang dioperasikan secara manual (menggunakan *hand control hidrolis*)
2. Model peraga yang dianalisis menekankan pada cara kerja dari mesin hidrolik yang pengoperasiannya menggunakan *hand control* dan tidak menekankan konstruksi model dari mesin tersebut.
3. Dalam pembuatan mesin hidrolik pencetak paving yang kami buat kelengkapan unit pompa hidrolik (*power pack*) tidak kami buat karena keterbatasan dari dana untuk pembuatan mesin hidrolik yang cukup mahal.
4. Analisis kerja dari mesin hidrolik tersebut sesuai dengan arah gerakan silinder hidrolik penggerak ganda dengan arah vertikal pada gerakan turun dan naik.

#### **E. Tujuan**

Tujuan dalam penulisan Tugas Akhir ini adalah sebagai berikut:

1. Menerapkan ilmu perkuliahan pneumatic dan hidrolik yang diperoleh dari bangkaku perkuliahan dan mengembangkannya.
2. Merencanakan dan membuat alat peraga hidrolik di laboratorium pneumatic dan hidrolik sehingga dapat digunakan untuk sarana praktikum.
3. Untuk melatih dan menuangkan kreativitas dalam berfikir serta memberikan masukan positif kepada pembaca tentang ilmu hidrolik.

4. Untuk menganalisis bagaimana cara kerja sistem hidrolik yang terdapat pada alat pencetak paving dengan kontrol hidrolik.

#### **F. Metode Pengambilan Data**

Data-data yang penulis ambil meliputi:

1. Studi Pustaka

Sebagai acuan atau landasan teori yang berhubungan dengan pembahasan Tugas Akhir, maka diperlukan literatur atau buku-buku yang menunjang sehingga hal-hal yang diungkapkan dalam Tugas Akhir ini mempunyai sumber yang dapat dipertanggungjawabkan.

2. Observasi

Pemulis melakukan penelitian terhadap alat peraga untuk mengambil data-data yang diperlukan sehingga dapat menganalisis sistem tersebut.

#### **G. Manfaat**

Manfaat yang diperoleh dari penyusunan laporan Tugas Akhir ini adalah sebagai berikut:

1. Memberikan informasi tentang bagaimana cara kerja sistem hidrolik mesin pencetak paving dengan kontrol hidrolik.
2. Bagi pembaca, dapat dijadikan sebagai masukan positif bagi yang ingin mempelajari dan mengembangkan sistem hidrolik lebih jauh.

**BAB II**  
**ANALISIS KERJA MESIN HIDROLIK PENCETAK PAVING DENGAN**  
**SISTEM *HAND CONTROL HIDROLIC* PADA WAKTU YANG**  
**DIBUTUHKAN UNTUK LANGKAH NAIK DAN TURUN PADA**  
**SISLINDER HIDROLIK**

**A. LANDASAN TEORI**

**1. Pengertian Sistem Hidrolik**

Dalam sistem hidrolik fluida cair berfungsi sebagai penerus gaya. Minyak mineral adalah jenis fluida yang sering dipakai. Pada prinsipnya bidang hidromekanik (mekanika fluida) dibagi mejadi dua bagian seperti berikut :

Hidrostatik : yaitu mekanika fluida yang diam, disebut juga teori persamaan kondisi-kondisi dalam fluida.

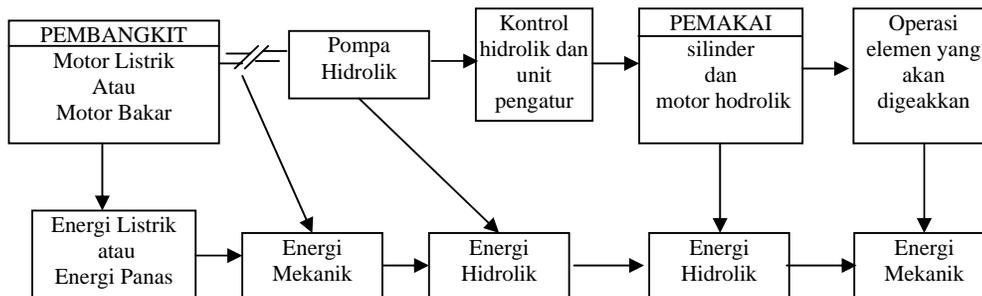
Yang termasuk dalam hidrostatik murni adalah pemindahan gaya dalam fluida. Seperti kita ketahui , contohnya adalah pesawat tenaga hidrolik.

Hidrodinamik : yaitu mekanika fluida yang bergerak, disebut juga teori aliran (fluida yang mengalir).

Yang termasuk dalam hidrodinamik murni adalah perubahan dari energi aliran dalam turbin pada jaringan tenaga hidro-elektrik.

Jadi perbedaan yang menonjol dari dua sistem di atas adalah dilihat dari fluida cair itu sendiri. Apakah fluida cair itu bergerak karena dibangkitkan oleh suatu pesawat utama (pompa hidrolik) atau karena beda potensial permukaan fluida cair yang mengandung energi (pembangkit tenaga hidro).

Perinsip dasar dari sistem hidrolik adalah karena sifatnya yang sangat sederhana. zat cair tidak mempunyai bentuk yang tetap, zat cair hanya dapat membuat bentuk menyesuaikan dengan yang ditempatinya. Zat cair pada prakteknya mempunyai sifat yang tidak dapat dikompresi, beda dengan fluida gas yang sangat mudah sekali dikompresi. Karena zat cair yang digunakan harus bertekanan tertentu, diteruskan kesegala arah secara merata, memberikan arah gerakan yang sangat halus. Hal ini sangat didukung oleh sifatnya yang selalu menyesuaikan bentuk yang ditempatinya dan tidak dapat dikompresi.



Gambar 1. Diagram aliran sistem hidrolik

Sistem 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. Dimana fluida penghantar ini dinaikkan tekanannya oleh pompa pembangkit tekanan yang kemudian diteruskan kesilinder kerja melalui pipa-pipa saluran dan katup-katup. Gerakan translasi batang piston dari silinder kerja yang diakibatkan oleh tekanan fluida pada ruang silinder dimanfaatkan untuk gerak maju dan mundur maupun naik dan turun sesuai dengan pemasangan silinder yaitu arah horizontal maupun vertikal .

## **2. Keuntungan dan Kerugian Sistem Hidrolik**

Keuntungan-keuntungan sistem hidrolik antara lain:

- a. Bila dibandingkan dengan metode tenaga mekanik mempunyai kelemahan pada penempatan posisi tenaga transmisi. Lain halnya dengan tenaga hidrolik saluran-saluran tenaga hidrolik dapat ditempatkan pada setiap tempat. Tanpa menghiraukan posisi poros terhadap transmisi tenaganya seperti pada sistem tenaga mekanik. Tenaga hidrolik lebih fleksibel dalam segi penempatan transmisi tenaganya.
- b. Dalam sistem hidrolik, gaya yang sangat kecil dapat digunakan untuk menggerakkan atau mengangkat beban yang sangat berat dengan cara mengubah sistem perbandingan luas penampang silinder. Hal ini tidak lain adalah karena kemampuan komponen-komponen hidrolik pada kecepatan dan tekanan yang sangat tinggi. Sehingga pada alat yang kecil dan ringan dapat memberikan tenaga yang sangat besar. Bila dibandingkan dengan motor listrik yang mempunyai kemampuan tenaga kuda yang sama. Dengan anggapan bahwa ukuran-ukuran poros dan roda gigi transmisi yang diperlukan untuk memperoleh gaya yang dapat dicapai oleh sebuah perangkat pres hidrolik kecil. Akan terbukti bahwa sistem hidrolik dapat memberikan kekuatan tenaga kuda yang lebih besar pada ukuran sama, sekalipun itu untuk sistem-sistem yang lain.
- c. Sistem hidrolik menggunakan minyak mineral sebagai media pemindah gayanya. Pada sistem ini bagian-bagian yang bergesekan terselimuti oleh lapisan minyak (oli). Sehingga pada bagian-bagian tersebut dengan sendirinya akan terlumasi. Sistem inilah yang akan mengurangi angka

gesekan, dan jika dibandingkan dengan sistem mekanik bagian-bagian ini bergerak (bergesekan) lebih sedikit. Hal ini terlihat dengan tidak adanya roda-roda gigi, rantai, sabuk (belt), dan kontak-kontak listrik.

- d. Beban dengan mudah dikontrol memakai katup pengatur tekanan (*relief valve*). Karena apabila ada beban lebih tidak dengan segera diatasi akan merusak komponen-komponen itu sendiri. Sewaktu beban melebihi dari kemampuan penyetelan katupnya, pemompaan langsung dihantarkan kereservoir (tangki) dengan batas-batas tertentu terhadap torsi atau gayanya. Katup pengatur tekanan juga memberikan penyetelan suatu mesin untuk mengatur jumlah torsi atau gaya tertentu, seperti dalam operasi pencekaman atau pengekleman.
- e. Hanyalah sedikit kiranya penggerak-penggerak utama yang dapat dibalik seketika. Biasanya pada sistem yang lain apabila ingin membalik arah gerakannya harus menghentikan sistem secara penuh, baru dilaksanakan pembalikan arah gerakannya.
- f. Pada motor listrik dalam keadaan jalan (berputar) tiba-tiba dipaksa untuk berhenti karena bebannya melebihi maka saat itu juga sekering pengaman akan putus, sehingga sistem gerakan akan berhenti. Kemudian untuk menhidupkan kembali membutuhkan waktu yang cukup lama disamping itu juga harus mengurangi beban hantarnya. Lain halnya dengan sistem hidrolis, begituu pompa tidak mampu mengangkat, maka beban berhenti dan dapat dikunci pada posisi mana saja. Pada saat beban dikurangi dapat dijalankan saat itu juga tanpa harus persiapan lagi.

- g. Tenaga dapat disimpan dalam aktuator, dan apabila perlu sewaktu-waktu dapat digunakan tanpa harus merubah posisi komponen-komponen yang lain.

Kelemahan dari sistem hidrolik antara lain:

Sistem hidrolik membutuhkan suatu lingkungan yang betul-betul bersih. Komponen-kompennnya sangat peka terhadap kerusakan-kerusakan yang diakibatkan oleh debu, korosi, dan kotoran-kotoran lain, serta panans yang mempengaruhi sifat-sifat minyak hidrolik. Karena kotoran akan ikut minyak hidrolik yang kemudian akan bergesekan dengan bidang-bidang gesek komponen hidrolik, sehingga kebocoran-kebocoran akan timbul sehingga akan menurunkan efisisensi dari mesin tersebut.

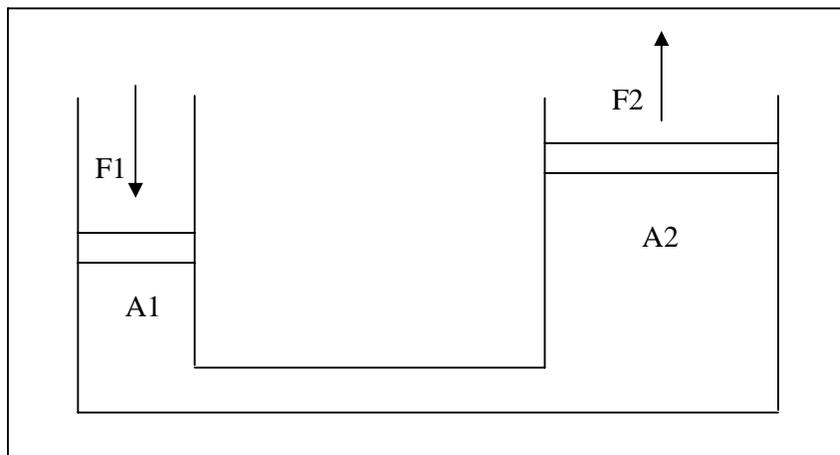
Berbagai hal yang dapat mengakibatkan penurunan efisisensi tersebut, maka sistem hidrolik membutuhkan perawatan yang intensif. Hal ini akan sangat menonjol sekali bila dibandingkan dengan sistem trasmisi mekanik, atau sistem-sistem lain.

### **3. Dasar-dasar Sistem Hidrolik**

Perinsip dasar dari sistem hidrolik berasal dari hukum Pascal, pada dasarnya menyatakan dalam suatu bejana tertutup yang ujungnya terdapat beberapa lubang yang sama maka akan dipancarkan kesegala arah dengan tekanan dan jumlah aliran yang sama. Dimana tekanan dalam fluida statis harus mempunyai sifat-sifat sebagai berikut:

- a. Tekanan bekerja tegak lurus pada permukaan bidang.
- b. Tekanan disetiap titik sama untuk semua arah.
- c. Tekanan yang diberika kesebagian fluida dalam tempat tertutup, merambat secara seragam kebagian lain fluida.

Gambar di bawah memperlihatkan dua buah silinder berisi cairan yang dihubungkan dan mempunyai diameter yang berbeda. Apabila beban  $F$  diletakkan disilinder kecil, tekanan  $P$  yang dihasilkan akan diteruskan kesilinder besar (  $P = F/A$ , beban dibagi luas panampang silinder ) menurut hukum ini, pertambahan tekanan dengan luas rasio penampang silinder kecil dan silinder besar, atau  $F = P.A$



Gambar 2. Fluida dalam pipa menurut hukum pascal

Gambar diatas sesuai dengan hukum pascal, dapat diperoleh persamaan sebagai berikut :

$$\frac{F_1}{A_1} = \frac{F_2}{A_2}$$

$$F_2 = \frac{F_1 \times A_2}{A_1}$$

$$F_2 = \frac{F_1 \times \pi \cdot r_2^2}{\pi \cdot r_1^2}$$

$$F_2 = \frac{F_1 \times r_2^2}{r_1^2}$$

Dimana :

$F_1$  = Gaya masuk

$F_2$  = Gaya keluar

$r_1$  = jari-jari piston kecil

$r_2$  = jari-jari piston besar

Persamaan diatas dapat diketahui besarnya  $F_2$  dipengaruhi oleh besar kecilnya luas penampang dari piston  $A_2$  dan  $A_1$ .

Dalam sistem hidrolik, hal ini dimanfaatkan untuk merubah gaya tekan fluida yang dihasilkan oleh pompa hidrolik untuk menggeserkan silinder kerja maju dan mundur maupun naik/turun sesuai letak dari silinder. Daya yang dihasilkan silinder kerja hidrolik, lebih besar dari daya yang dikeluarkan oleh pompa. Besar kecilnya daya yang dihasilkan oleh silinder hidrolik dipengaruhi besar kecilnya luas penampang silinder kerja hidrolik.

#### **4. Komponen-komponen Penyusun Sistem Hidrolik**

##### **a. Motor**

Motor berfungsi sebagai pengubah dari tenaga listrik menjadi tenaga mekanis. Dalam sistem hidrolik motor berfungsi sebagai penggerak utama dari semua komponen hidrolik dalam rangkaian ini. Kerja dari motor itu dengan cara memutar poros pompa yang dihubungkan dengan poros input motor. Motor yang digunakan adalah motor AC satu fasa  $\frac{1}{4}$  PK.

##### **b. Kopling ( Coupling )**

Fungsi utama dari kopling adalah sebagai penghubung putaran yang dihasilkan motor penggerak untuk diteruskan ke pompa. Akibat dari putaran ini menjadikan pompa bekerja (berputar).

### c. Pompa Hidrolik

Pompa hidrolik ini digerakkan secara mekanis oleh motor listrik. Permulaan dari pengendalian dan pengaturan sistem hidrolik selalau terdiri atas suatu unsur pembangkit tekanan, jadi fungsi dari unsur tersebut dipenuhi oleh pompa hidrolik. Pompa hidrolik berfungsi untuk mengubah energi mekanik menjadi energi hidrolik dengan cara menekan fluida hidrolik kedalam sistem.

Dalam sistem hidrolik, pompa merupakan suatu alat untuk menimbulkan atau membangkitkan aliran fluida (untuk memindahkan sejumlah volume fluida) dan untuk memberikan daya sebagaimana diperlukan.

Apabila pompa digerakkan motor (penggerak utama), pada dasarnya pompa melakukan dua fungsi utama:

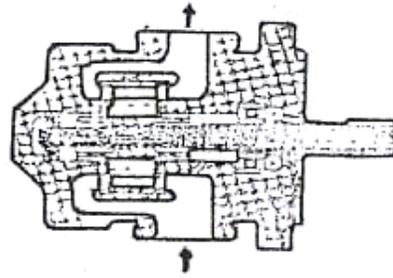
- 1) Pompa menciptakan kevakuman sebagian pada sluran masuk pompa. Vakum ini memungkinkan tekanan atmosfer untuk mendorong fluida dari tangki (reservoir) kedalam pompa.
- 2) Gerakan mekanik pompa menghisap fluida kedalam rongga pemompaan, dan membawanya melalui pompa, kemudian mendorong dan menekannya kedalam sistem hidrolik.

#### 1. Pompa *Vane*

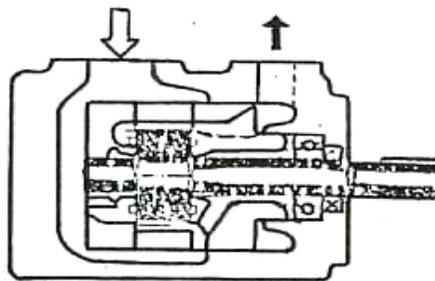
Ada beberapa tipe pompa *vane* yang dapat digunakan, antara lain :

##### a) Pompa *single Stage*

Ada beberapa jenis pompa *single stage* menurut tekanan dan *displacement* (perpindahan) dan mereka banyak digunakan diantara tipe-tipe lain sebagai sumber tenaga hidrolik.



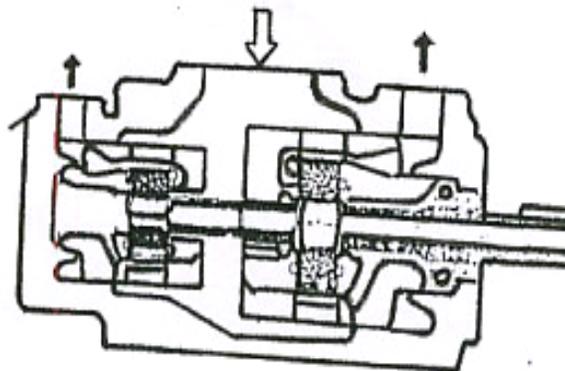
Gambar 3. Pompa *singl-stage* tekanan rendah



Gambar 4. Pompa *singl-stage* tekanan tinggi

b) Pompa Ganda ( Pomap *Double* )

Pompa ini terdiri dari dua unit bagian operasi pompa pada as yang sama, dapat dijalankan dengan sendiri-sendiri dan dibagi menjadi dua tipe tekanan rendah dan tekanan tinggi.



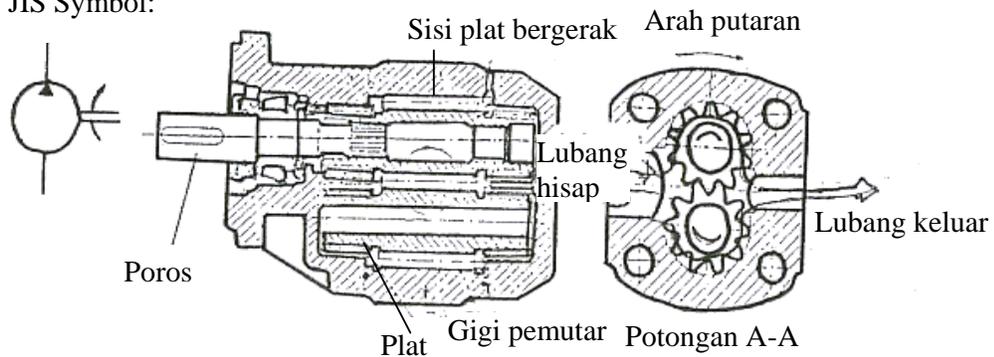
Gambar 5. Pompa *double*

## 2. Pompa Roda Gigi ( *Geare Pump* )

### a. Pompa Roda Gigi *external* ( *External Gear Pump* )

Pompa ini mempunyai konstruksi yang sederhana, dan pengoperasiannya juga mudah. Karena kelebihan-kelebihan itu serta daya tahan yang tinggi terhadap debu, pompa ini dipakai dibanyak peralatan konstruksi dan mesin-mesin perkakas.

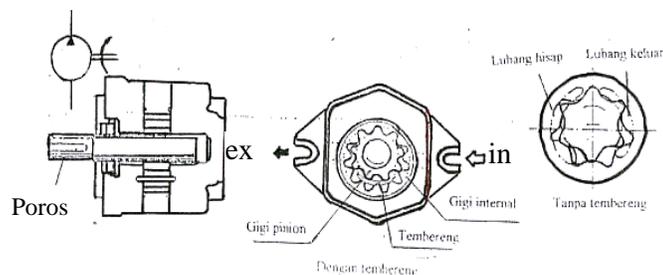
JIS Symbol:



Gambar 6. *External gear pump*

### b. Pompa Roda Gigi *internal* ( *Internal Gear Pump* )

Memiliki keunggulan pulsasi kecil dan tidak mengeluarkan suara yang berisik. *Internal gear pump* dipakai dimesin *injection moulding* dan mesin perkakas. Ukurannya kecil dibandingkan *external gear pump*, dan ini memungkinkan dipakai dikendaraan bermotor dan peralatan lain yang hanya mempunyai ruangan sempit untuk pemasangan.

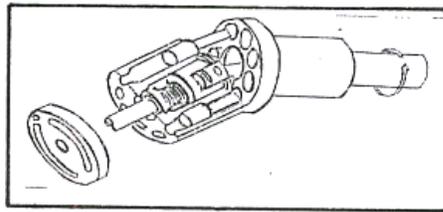


Gambar 7. *Internal gear pump*

### 3. Pompa Piston Aksial

#### a. Tipe Sumbu Bengkok (*Bent Axl Type*)

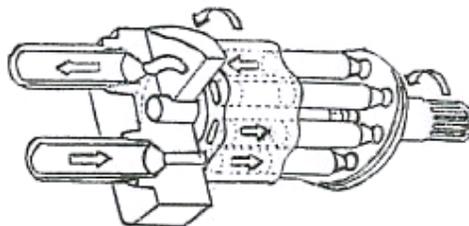
Dalam tipe ini, piston dan silinder blok tidak sejajar dengan as penggerak tapi dihubungkan dengan suatu sudut. Dengan mengubah sudut ini, keluarnya minyak dapat diatur. Bengkokan sumbu juga dapat dibuat menjadi berlawanan arahnya sehingga arah hisap dan keluar menjadi terbalik.



Gambar 8. Pompa aksial tipe sumbu bengkok (*bent axl type*)

#### b. Tipe Plat Pengatur (*Swash Plate Type*)

Dalam tipe ini letak piston dan silinder blok sejajar dengan as, dan pelat pengatur yang bisa miring memegang leher piston untuk mengubah stroke atas dan bawah atau kanan dan kiri didalam rotasi silinder blok. Pengeluaran minyak dapat disetel dengan bebas dengan mengubah sudut, dan saluran hisap dan keluar dapat dibalik dengan memiringkan plat pengatur kearah berlawanan.



Gambar 9. Pompa aksial tipe plat pengatur (*swash plate type*)

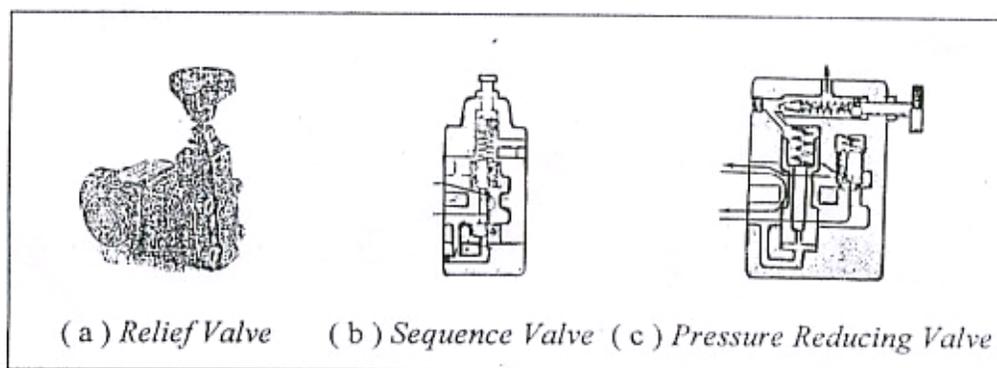
#### d. Katup ( Valve )

Dalam sistem hidrolik, katup berfungsi sebagai pengatur tekanan dan aliran fluida yang sampai kesilinder kerja. Menurut pemakaiannya, katup hidrolik dibagi menjadi tiga macam, antara lain :

1. Katup Pengatur Tekanan ( *Relief Valve* )
2. Katup Pengatur Arah Aliran ( *Direction Control Valve* )
3. Katup Pengatur Jumlah Aliran ( *Flow Control Valve* )

##### 1. Katup Pengatur Tekanan ( *Relief Valve* )

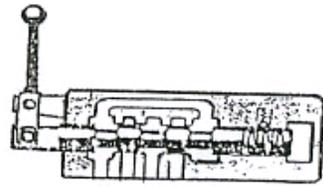
Katup pengatur tekanan digunakan untuk melindungi pompa-pompa dan katup-katup pengontrol dari kelebihan tekanan dan untuk mempertahankan tekanan tetap dalam sirkuit hidrolik minyak. Cara kerja katup ini adalah berdasarkan kesetimbangan antara gaya pegas dengan gaya tekan fluida. Dalam kerjanya katup ini akan membuka apabila tekanan fluida dalam suatu ruang lebih besar dari tekanan katupnya, dan katup akan menutup kembali setelah tekanan fluida turun sampai lebih kecil dari tekanan pegas katup.



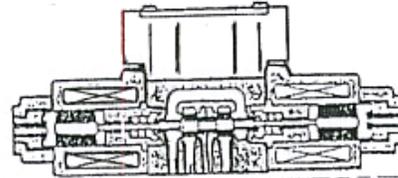
Gambar 10. Katup pengatur tekanan.

## 2. Katup Pengatur Arah Aliran ( *Flow Control Valve* )

Katup pengontrol arah adalah sebuah saklar yang dirancang untuk menghidupkan, mengontrol arah, mempercepat dan memperlambat suatu gerakan dari silinder kerja hidrolik. Fungsi dari katup ini adalah untuk mengarahkan dan menyuplai fluida tersebut ke tangki *reservoir*.



(a) *Manual Direction Control Valve*

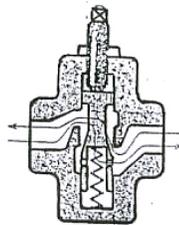


(b) *Solenoid Valve*

Gambar 11. Katup pengtur arah aliran

## 3. Katup Pengatur Jumlah Aliran ( *Flow Control Valve* )

Katup pengontrol jumlah aliran adalah sebuah katup yang berfungsi untuk mengatur kapasitas aliran fluida dari pompa kesilinder, jumlah untuk mengatur kecepatan aliran fluida dan kecepatan gerak piston dari silinder. Dari fungsi diatas dapat diambil kesimpulan bahwa kecepatan gerak piston silinder ini tergantung dari berapa fluida yang masuk kedalam ruang silinder di bawah piston tiap satuan waktunya. Ini hanya mampu dilakukan dengan mengatur jumlah aliran fluidanya.



Gambar 12. *Flow control throttling valve*

#### **e. Silinder Kerja Hidrolik**

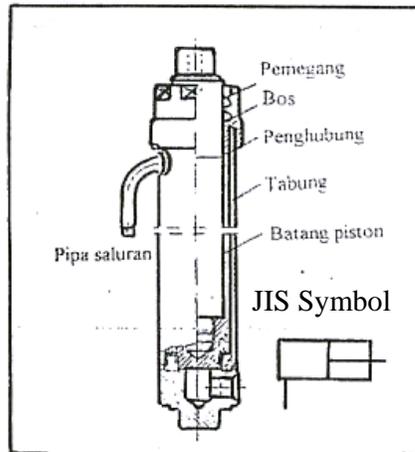
Silinder kerja hidrolik merupakan komponen utama yang berfungsi untuk merubah dan meneruskan daya dari tekanan fluida, dimana fluida akan mendesak piston yang merupakan satu-satunya komponen yang ikut bergerak untuk melakukan gerak translasi yang kemudian gerak ini diteruskan kebagian mesin melalui batang piston. Menurut konstruksi, silinder kerja hidrolik dibagi menjadi dua macam tipe dalam sistem hidrolik, antara lain :

##### **1. Silinder kerja penggerak tunggal (*Single Acting*)**

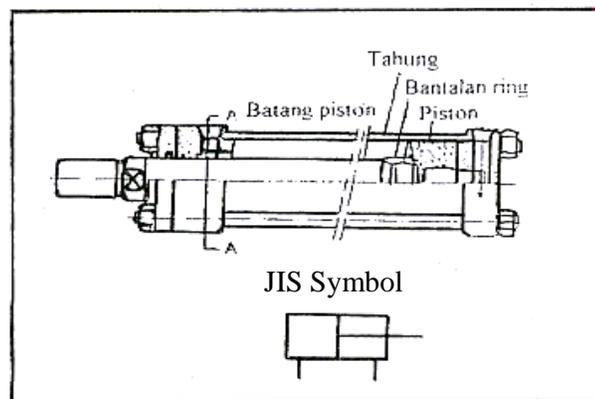
Silinder kerja jenis ini hanya memiliki satu buah ruang fluida kerja didalamnya, yaitu ruang silinder diatas atau dibawah piston. Kondisi ini mengakibatkan silinder kerja hanya bisa melakukan satu buah gerakan, yaitu gerakan tekan. Sedangkan untuk kembali keposisi semula, ujung batang piston didesak oleh gravitasi atau tenaga dari luar.

##### **2. Silinder kerja penggerak ganda (*Double Acting*)**

Silinder kerja ini merupakan silinder kerja yang memiliki dua buah ruang fluida didalam silinder yaitu ruang silinder diatas piston dan dibawah piston, hanya saja ruang diatas piston ini lebih kecil bila dibandingkan dengan yang dibawah piston karena sebagian ruangnya tersita oleh batang piston. Dengan konstruksi tersebut silinder kerja memungkinkan untuk dapat melakukan gerakan bolak-balik atau maju-mundur.



Gambar 13. Kontruksi silinder kerja penggerak tunggal

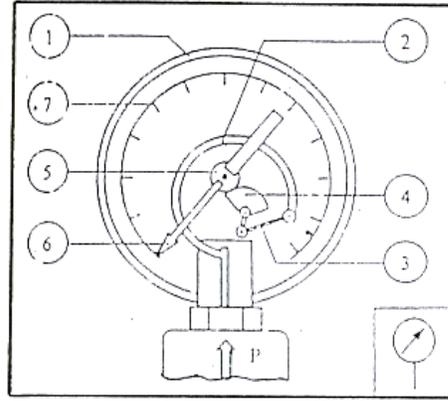


Gambar 14. Kontruksi silinder kerja penggerak ganda

#### f. Manometer (*Pressure Gauge*)

Biasanya pengatur tekanan dipasang dan dilengkapi dengan sebuah alat yang dapat menunjukkan sebuah tekanan fluida yang keluar. Perinsip kerja alat ini ditemukan oleh Bourdon. Oli masuk kepengatur tekanan lewat lubang saluran P. Tekanan didalam pipa yang melengkung Bourdon (2) menyebabkan pipa memanjang. Tekanan lebih besar akan mengakibatkan belokan radius lebih besar pula. Gerakan perpanjangan pipa tersebut kemudian diubah kesuatu jarum penunjuk (6) lewat tuas penghubung (3),

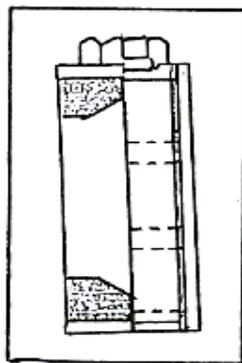
tembereng roda gigi (4), dan roda gigi pinion (5). Tekanan pada saluran masuk dapat dibaca pada garis lengkung skala penunjuk (7). Jadi, prinsip pembacaan pengukuran tekanan manometer ini adalah bekerja berdasarkan atas dasar prinsip analog.



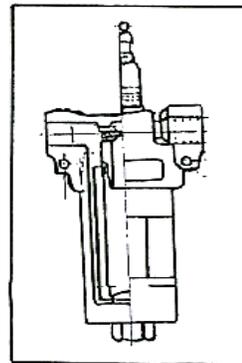
Gambar 15. Pengukur tekanan (*manometer*) dengan prinsip kerja bourdon

#### g. Saringan Oli (*Oil Filter*)

Filter berfungsi menyaring kotoran-kotoran dari minyak hidrolis dan diklasifikasikan menjadi filter saluran yang dipakai saluran bertekanan. Filter ditempatkan didalam tangki pada saluran masuk yang akan menuju ke pompa. Dengan adanya filter, diharapkan efisiensi peralatan hidrolis dapat ditinggikan dan umur pemakaian lebih lama.



Gambar 16. Filter tangki



Gambar 17. Filter pipa

#### **h. Fluida Hidrolik**

Fluida hidrolik adalah salah satu unsur yang penting dalam peralatan hidrolik. Fluida hidrolik merupakan suatu bahan yang mengantarkan energi dalam peralatan hidrolik dan melumasi setiap peralatan serta sebagai media penghilang kalor yang timbul akibat tekanan yang ditingkatkan dan meredam getaran dan suara.

Fluida hidrolik harus mempunyai sifat-sifat sebagai berikut:

- 1) Mempunyai *viskositas* temperatur cukup yang tidak berubah dengan perubahan temperatur.
- 2) Mempertahankan fluida pada temperatur rendah dan tidak berubah buruk dengan mudah jika dipakai dibawah temperatur.
- 3) Mempunyai stabilitas oksidasi yang baik.
- 4) Mempunyai kemampuan anti karat
- 5) Tidak merusak (karena reaksi kimia) karat dan cat.
- 6) Tidak kompresible (mampu merapat)
- 7) Mempunyai tendensi anti *foatming* (tidak menjadi busa) yang baik.
- 8) Mempunyai kekentalan terhadap api.

#### **i. Pipa Sluran Minyak**

Pipa merupakan salah satu komponen penting dalam sebuah sistem hidrolik yang berfungsi untuk meneruskan fluida kerja yang bertekanan dari pompa pembangkit ke silinder kerja. Mengingat kapasitas yang mampu dibangkitkan oleh silinder kerja, maka agar maksimal dalam penerusan fluida kerja bertekanan, pipa-pipa harus memenuhi persyaratan sebagai berikut :

- 1) Mampu menahan tekanan yang tinggi dari fluida.
- 2) Koefisien gesek dari dinding bagian dalam harus sekecil mungkin.
- 3) Dapat menyalurkan panas dengan baik.
- 4) Tahan terhadap perubahan suhu dan tekanan.
- 5) Tahan terhadap perubahan cuaca.
- 6) Berumur relatif panjang.
- 7) Tahan terhadap korosi.

**j. Unit Pompa Hidrolik (*Power Pack*)**

Unit pompa adalah kombinasi dari tangki minyak, pompa, motor dan *relief valve*. Disamping itu *hand kontrol valve* dan peralatan perlengkapan dipakai sesuai keperluan:

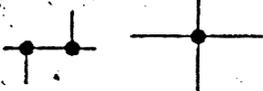
Syarat-syarat pembuatan unit pompa hidrolik (*Power Pack*) antara lain sebagai berikut:

- 1) Tangki minyak harus dirancang untuk mencegah masuknya debu dan kotoran-kotoran lain dari luar.
- 2) Tangki minyak harus dapat dilepaskan dari unit utama untuk keperluan maintenance dan memastikan akurasinya. Untuk membebaskan udara.
- 3) Kapasitas dan ukuran tangki minyak harus cukup besar untuk mempertahankan tingkat yang cukup dalam langkah apapun.
- 4) *Bufflu plate* (plate pemisah) harus dipasang antara pipa kembali dan pipa hisap untuk memisahkan kotoran.
- 5) Pipa pengembali dan pipa hisap pompa harus dibawah level minyak.

### k. Istilah dan Lambang dalam Sistem Hidrolik

Dalam pembuatannya, rangkaian sistem hidrolik diperlukan banyak komponen penyusunnya dan apabila dilakukan langsung dalam lapangan akan memakan waktu yang cukup lama. Oleh karena itu, pada sistem hidrolik terdapat lambang-lambang atau tanda penghubung sistem hidrolik yang dikumpulkan dalam lembar norma DIN 24300 (1966). Tujuan lambang atau simbol yang diberikan pada sistem hidrolik adalah:

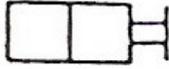
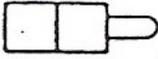
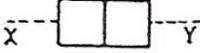
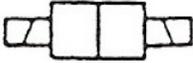
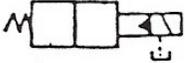
- a. Memberikan suatu sebutan yang seragam bagi semua unsur hidrolik.
- b. Menghindari kesalahan dalam membaca skema sistem hidrolik.
- c. Memberikan pemahaman dengan cepat laju fungsi dari skema sistem hidrolik.
- d. Menyesuaikan literatur yang ada dari dalam negeri maupun luar negeri.

Lambang	Keterangan
	Saluran pengisian dan saluran kerja.
	Saluran pengendali atau saluran buang.
	Saluran fleksibel selang, pipa spiral, dan sebagainya.
	Penyilangan saluran tidak terhubung.
	Penyilangan saluran terhubung.

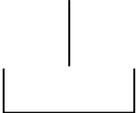
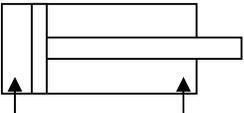
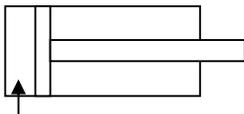
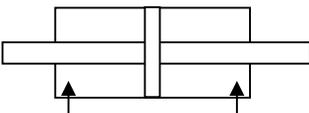
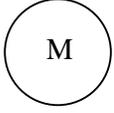
Tabel 1. Simbol-simbol pipa hidrolik

	Klasifikasi	Simbol	Keterangan
Jumlah lubang (jumlah hubungan)	2 lubang		Memiliki 2 lubang penghubung dan dipakai untuk membuka dan menutup saluran.
	3 lubang		Memiliki 3 lubang penghubung dan dipakai flow control dari sebuah lubang pompa ke dua arah.
	4 lubang		Memiliki 4 lubang penghubung dan dipakai untuk operasi maju / mundur dan pemberhentian aktuator.
	Banyak lubang		Memiliki 5 lubang penghubung atau lebih dan dipakai untuk tujuan khusus.
Jumlah posisi kontrol	2 posisi		Memiliki 2 posisi kontrol.
	3 posisi		Memiliki 3 posisi kontrol.
	Banyak posisi		Memiliki 4 posisi kontrol atau lebih yang dipakai untuk tujuan tertentu.

Tabel 2. Simbol katup pengarah menurut jumlah lubang dan posisi kontrol

	Klasifikasi	Simbol	Keterangan
Tipe operasi	Manual		Dioperasikan dengan level (pengungkit).
	Mekanikal		Dioperasikan dengan cam roller dan alat mekanikal lain.
	Tekanan pilot		Dioperasikan dengan pilot minyak hidrolik.
	Solenoid		Dioperasikan dengan gaya elektromagnetik.
	Solenoid hidrolik		Valve spool utama dioperasikan dengan pilot hidrolik yang menggunakan tenaga elektromagnetik.
Tipe pegas ( <i>spring</i> )	Spring offset		Direction control dilakukan dengan gaya operasi, dan kembali ke posisi semula dengan tenaga pegas saat gaya operasi dimatikan.
	Spring center		Spool kembali ke posisi semula dengan tenaga pegas saat gaya operasi dimatikan.
	Tanpa spring		Posisi katup ditahan pada tiap posisi kontrol.

Tabel 3. Simbol-simbol untuk melayani katup-katup

Lambang	Keterangan
	Saluran buang ke reservoir.
	Saluran dari reservoir.
	Silinder penggerak ganda ( <i>double acting</i> ).
	Silinder penggerak tunggal ( <i>single acting</i> ).
	Silinder penggerak ganda dengan dua batang piston.
	Motor listrik.
	Katup pengatur tekanan.
	Katup satu arah.
	Katup satu arah dengan menggunakan pegas.
	Akumulator

Tabel 4. Beberapa lambang komponen penyusun dalam sistem hidrolis

## **B. PERANCANGAN PEMBUATAN MESIN HIDROLIK PENCETAK PAVING**

### **Tahapan-Tahapan Dalam Perencanaan**

1. Menentukan spesifikasi tekanan yang dibutuhkan untuk membuat paving
2. Menentukan spesifikasi komponen-komponen yang dibutuhkan dalam mesin hidrolik pencetak paving
3. Membuat gambar kerja mesin hidrolik pencetak paving
4. Menentukan jenis dan ukuran plat untuk membuat meja hidrolik
5. Pembuatan meja hidrolik dan dudukan silinder hidrolik serta cetakan paving atas dan bawah.
  - a. Memotong bahan sesuai dengan gambar kerja yang telah dibuat
  - b. Merangkai bahan yang telah dipotong dengan cara mengelas sesuai dengan gambar kerja
  - c. Menggerinda hasil las yang kurang baik
  - d. Finishing (mengampelas kemudian mengecat meja kerja)

### **1. Spesifikasi tekanan yang dibutuhkan paving**

Dalam menentukan spesifikasi tekanan yang dibutuhkan paving berdasarkan:

Dalam pembuatan paving membutuhkan campuran antara semen dengan pasir dengan perbandingan 1 : 8 dan kasar air yang dibutuhkan 0,55 x banyaknya semen yang dipakai, dengan gaya yang dibutuhkan untuk

menekan/memadatkan sebesar 100 kg (berdasarkan analisa dilapangan dan diambil rata-ratanya). Jadi tekanan yang dibutuhkan paving :

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

$$p = \frac{100}{20.10}$$

$$p = 0,5 \frac{kg}{cm^2} = 0,5 bar = 50 kPa$$

Tekanan yang harus digunakan dalam mesin hidrolik pencetak paving harus disetel diatas tekanan secara manual.

## 2. Spesifikasi mesin hidrolik pencetak paving

- a. Motor AC satu phasa ¼ PK, 1500 rpm
- b. *Coupling* NM 82
- c. *Gear Pomp* ( Pompa roda gigi ) : HGP 1A F4R  
0008 D 12
- d. *Relief Valve* seri T06
- e. *Flow Control Valve* (dalam satu komponen *hand control valve 4/3 spring valve*)
- f. Silinder Hidrolik ø 50 x 100 mm
- g. *Mnometer*
- h. Filter Oli MF-45
- i. Pipa dan nepel saluran minyak
- j. Fluida ( oli )

## 3. Gambar kerja mesin hidrolik pencetak paving

Gambar kerja mesin hidrolik pencetak paving dalam lampiran.

#### 4. Bahan yang dipakai dalam pembuatan meja hidrolik

Bahan-bahan yang dipakai dalam pembuatan meja menggunakan bahan ST 37, menggunakan plat siku ukuran 5x5 mm, 3x3 mm, serta plat lembaran tebal 7 mm dan 10 mm. Serta dalam merangkai komponen tidak menggunakan las semua sebagian menggunakan mur + baut ukuran kunci 14 sebanyak 11 buah.

#### 5. Pembuatan Meja Hidrolik dan Dudukan Silinder Hidrolik serta Cetakan Paving Atas dan Bawah.

Dalam rencana pembuatan pada alat peraga hidrolik stand meliputi pembuatan meja untuk menempatkan komponen hidrolik, cetakan paving dan yang paling utama adalah merangkai sistem. Dengan adanya perencanaan tersebut sehingga dapat diketahui perkiraan besarnya biaya yang akan dikeluarkan dan waktu yang diperlukan untuk proses pengerjaan hidrolik stand. Dibawah ini akan diuraikan secara rinci tahapan proses pembuatan tugas akhir yang meliputi:

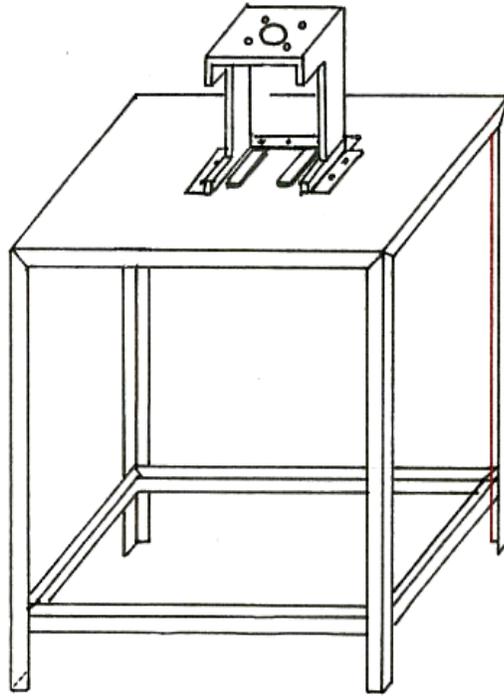
##### a. Peralatan dan Bahan yang Digunakan:

- |                                   |                        |
|-----------------------------------|------------------------|
| 1) Mesin gerinda dan batu gerinda | 6) Penggaris           |
| 2) Kuas                           | 7) Kikir               |
| 3) Mesin bor dan mata bor         | 8) Sarung tangan       |
| 4) Gergaji besi                   | 9) Mesin pemotong plat |
| 5) Mesin Las                      | 10) Ampelas            |

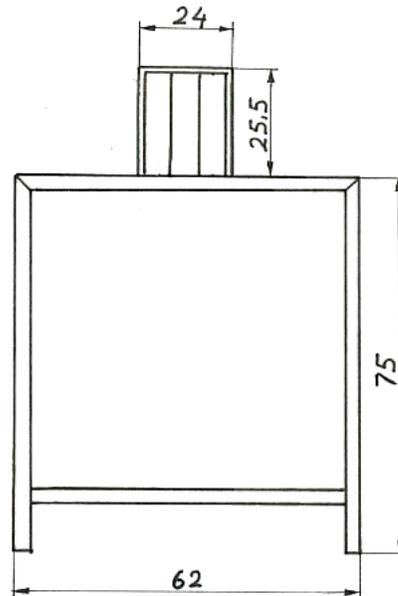
Bahan yang digunakan antara lain

- |                    |                                |
|--------------------|--------------------------------|
| 1) Plat Siku 5/5   | 4) Mur dan baut                |
| 2) Cat dan Thenner | 5) Dempul                      |
| 3) Elektroda las   | 6) Plat baja tebal 7 dan 10 mm |

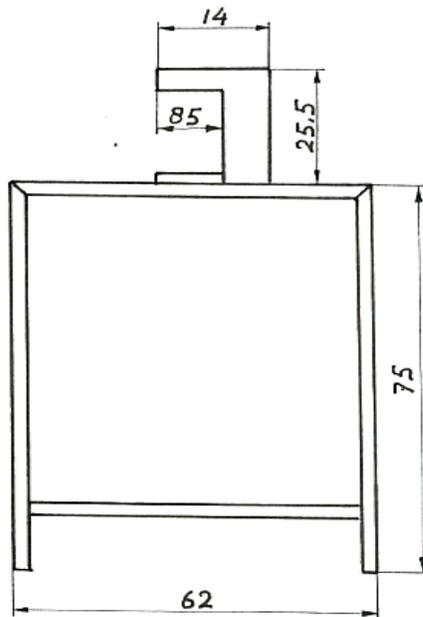
## Konstruksi Meja Mesin Pencetak Paving



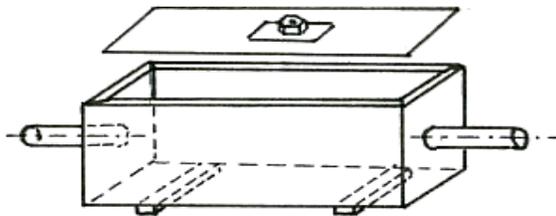
Gambar 18. Konstruksi meja kerja dan dudukan silinder hidrolik



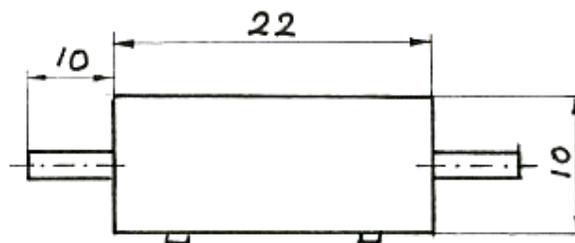
Gambar 19. Meja tampak depan dan dudukan silinder hidrolik



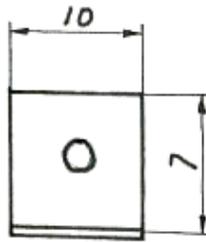
Gambar 20. Meja tampak samping dan dudukan silinder hidrolis



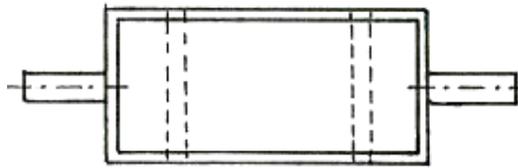
Gambar 21. Cetakan paving atas dan bawah



Gambar 22. Cetakan paving bawah tampak depan



Gambar 23. Cetakan paving bawah tampak samping



Gambar 24. Cetakan paving bawah tampak atas

b. Proses Pembuatan Meja serta Dudukan Silinder Hidrolik.

Dalam proses pembuatan meja pada alat peraga hal-hal yang perlu diperhatikan antara lain:

Bahan yang digunakan : plat lembaran tebal 10 mm dan 7 mm, pat siku 50 x 50 mm,

- 1) Memotong plat siku 750 mm, 4 buah.
- 2) Memotong plat siku 60 mm, 10 buah.
- 3) Memotong plat lembaran tebal 7 mm, 620 x 620 mm, satu buah.
- 4) Memotong plat lembaran tebal 7 mm, 240 x 140 mm, satu buah.
- 5) Memotong plat tebal 7 mm, 35 x 135 mm, 2 buah.
- 6) Memotong plat tebal 7 mm, 40 x 135 mm, 2 buah.
- 7) Memotong plat tebal 7 mm, 40 x 275 mm, 1 buah.

- 8) Mengelas plat yang sudah diukur dan telah dipotong sesuai dengan gambar rancangan.
- 9) Menggerinda hasil pengelasan.
- 10) Megebor plat sesuai ukuran untuk pemasangan baut.
- 11) Memberi dempul agar menjadi rata.
- 12) Mengampelas seluruh permukaan meja dan dudukan silinder hidrolik.
- 13) Mengecat meja kerja dan dudukan silinder hidrolik.

c. Proses Pembuatan Cetakan Paving Atas dan Bawah.

Dalam pembuatan pencetak paving bahan yang perlu diperiapkan antara lain:

- 1) Memotong plat lembaran tebal 7 mm, 65x 85mm, 1 buah
- 2) Memotong plat lembaran tebal 7 mm, 100 x 200 mm, 2 buah
- 3) Memotong plat lembaran tebal 7 mm, 220 x 100 mm, dua buah
- 4) Memotong plat lembaran tebal 7 mm, 100 x 70 mm, satu buah
- 5) Memotong pipa besi  $\varnothing$  30 mm, panjang 100mm, dua buah
- 6) Mengelas plat yang sudah diukur sesuai dengan gambar rancangan.
- 7) Menggerinda hasil pengelasan.
- 8) Mengampelas seluruh permukaan meja.
- 9) Mengecat benda kerja.

d. Keselamatan kerja

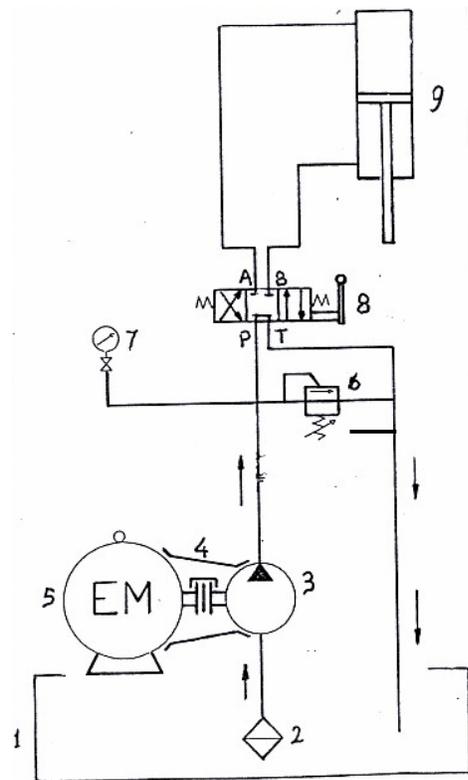
Keselamatan kerja merupakan hal yang sangat penting yang perlu diperhatikan selama proses pekerjaan berlangsung. Hal ini dimaksudkan untuk menghindari kecelakaan kerja yang tidak diinginkan.

Adapun hal-hal yang perlu diperhatikan antara lain:

- 1) Penggunaan alat sesuai dengan fungsinya
- 2) Menggunakan pakaian praktek
- 3) Menggunakan sarung tangan dan kacamata pelindung waktu mengelas
- 4) Menggunakan sepatu kerja
- 5) Merangkai secara hati-hati peralatan/komponen
- 6) Bila perlu, menanyakan kepada pembimbing sebelum merangkai komponen
- 7) Berdoa sebelum maupun setelah selesai bekerja

### Cara Kerja Mesin Pencetak Paving

**Posisi netral:** fluida yang dihisap oleh pompa disalurkan melalui relief valve kemudian kembali ke reservoir karena hand kontrol belum dioperasikan.



Gambar 25. Rangkaian Sistem Hidrolik Posisi Netral

Keterangan gambar:

- |                   |                               |
|-------------------|-------------------------------|
| 1. Tangki         | 6. Relief Valve               |
| 2. Filter oli     | 7. Pressure Gauge / Manometer |
| 3. Pompa hidrolik | 8. Hand Valve                 |
| 4. Coupling       | 9. Cylinder Hydrolyc          |
| 5. Motor Listrik  |                               |

**Langkah maju:** motor yang telah menggerakkan pompa sehingga pompa dapat menghisap fluida dalam *reservoir* kemudian pompa mengalirkan fluida melalui relief valve kemudian menyalurkan ke katup pengatur aliran melalui saluran P dan keluar melalui saluran A sehingga fluida dapat mendorong maju silinder dan fluida yang terdorong akan keluar dan kembali melewati saluran B dan keluar melalui saluran T pada katup pengatur aliran dan fluida tersebut kembali ketangki.

**Langkah mundur:** hand kontrol dioperasikan ke kiri sehingga fluida yang disalurkan oleh pompa akan mengalir melalui saluran P dan keluar melewati saluran B sehingga fluida akan mendorong torak untuk mundur. Fluida yang terdorong oleh silinder hidrolik akan keluar melewati saluran A dan keluar melalui saluran T pada katup pengatur aliran sehingga fluida kembali ketangki.

Catatan :

Dalam mengubah gerakan pada langkah naik dan turun cukup dengan menggerakkan tuas pada hand kontrol ke kanan atau ke kiri.

**C. ANALISIS KERJA MESIN HIDROLIK PENCETAK PAVING DENGAN  
*HAND CONTROL HIDROLIC* PADA WAKTU YANG DIBUTUHKAN  
LANGKAH NAIK DAN TURUN PADA SILINDER HIDROLIK.**

**1. Langkah-langkah yang dilakukan dalam menganalisis cara kerja mesin pencetak paving dengan *hand control*.**

Yang akan dilakukan sebelum dan sesudah pengambilan data antara lain sebagai berikut:

- a. Cek semua sistem yang ada, pastikan selang dan tangki hidrolis tidak ada yang bocor.
- b. Pasang manometer diantara *Relief Valve* (katup pengontrol tekanan) dan *Hand Control Valve* (katup pengontrol aliran).
- c. Hidupkan motor beberapa saat untuk pemeriksaan apakah terjadi kebocoran atau ada kerusakan pada sistem, apabila tidak ada kebocoran atau kerusakan pada sistem maka pengambilan data siap dilaksanakan.
- d. Selain untuk mengecek apakah terjadi kebocoran pada saluran-saluran, menghidupkan mesin beberapa saat sebelum dilakukan pengujian berfungsi untuk menghilangkan gelembung-gelembung udara yang ikut terbawa saat awal mesin dioperasikan.
- e. Sebelum melakukan pengambilan data setel selector pada *Relief Valve* (katup pengontrol tekanan) pada tekanan  $0,30 \text{ Kg/cm}^2$  untuk mengetahui berapa besar gaya dorong yang dihasilkan oleh silinder hidrolis tersebut.
- f. Setelah semua sistem dianggap aman untuk dioperasikan maka pengambilan data siap untuk dilakukan.

- g. Untuk memperoleh hasil data yang akurat, lakukan percobaan tersebut secara berulang-ulang minimal sebanyak tiga kali.

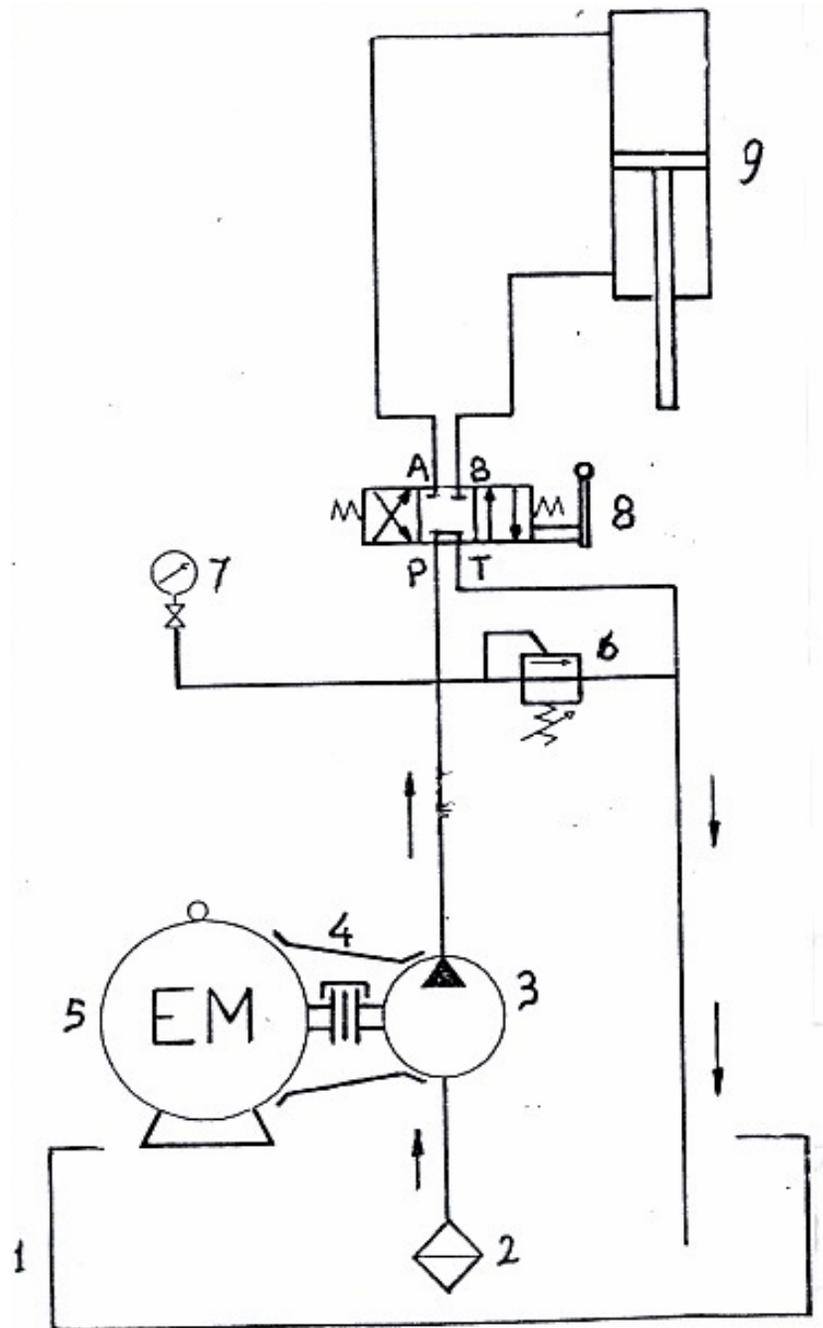
## 2. Hasil dari analisis yang dilakukan

Dari posisi dari silinder yaitu vertikal maka gerakan yang diperoleh posisi netral, gerakan maju (turun) dan gerakan mundur (naik).

### a. Posisi netral

Pada posisi netral dan motor listrik telah bekerja tetapi silinder hidrolik belum melakukan gerak maju (turun) dan mundur (naik), karena *hand control* belum dioperasikan sehingga katup belum terbuka dan fluida belum bisa mengalir sistem untuk mendorong silinder bergerak maju (turun) maupun mundur (naik). Setiap kali mesin hidrolik dioperasikan pada langkah naik maupun turun sebelum melakukan perpindahan langkah naik maupun turun pasti *hand control valve* akan melalui posisi netral terlebih dahulu. Sehingga kita dapat berhenti pada segala posisi dan bebas untuk membalikkan posisi kerjanya sesuai dengan keinginan pengoperasinya tanpa mengurangi tenaganya. Apabila motor dalam keadaan hidup dan *hand control valve* tidak dioperasikan maka pada saat itulah mesin dalam keadaan posisi netral. Untuk mencegah kerusakan pada komponen-komponen pada mesin hidrolik karena tekanan yang sangat kuat maka perlu dipasang *relief valve*. Fluida yang berasal dari tangki yang kemudian dihisap dan ditekan oleh pompa kemudian dialirkan melalui *relief valve* yang mana katup belum membuka sehingga fluida tidak dapat mengalir ke silinder sehingga silinder belum bisa bergerak naik maupun turun. Karena katup belum terbuka maka fluida akan dialirkan kembali melalui saluran

pengembali yang terdapat pada *relief valve* kembali ke tangki. Demikian seterusnya bila katup belum dibuka maka fluida akan selalu bersirkulasi terus menerus dari tangki dikembalikan ketangki mnggunakan *relief valve*.



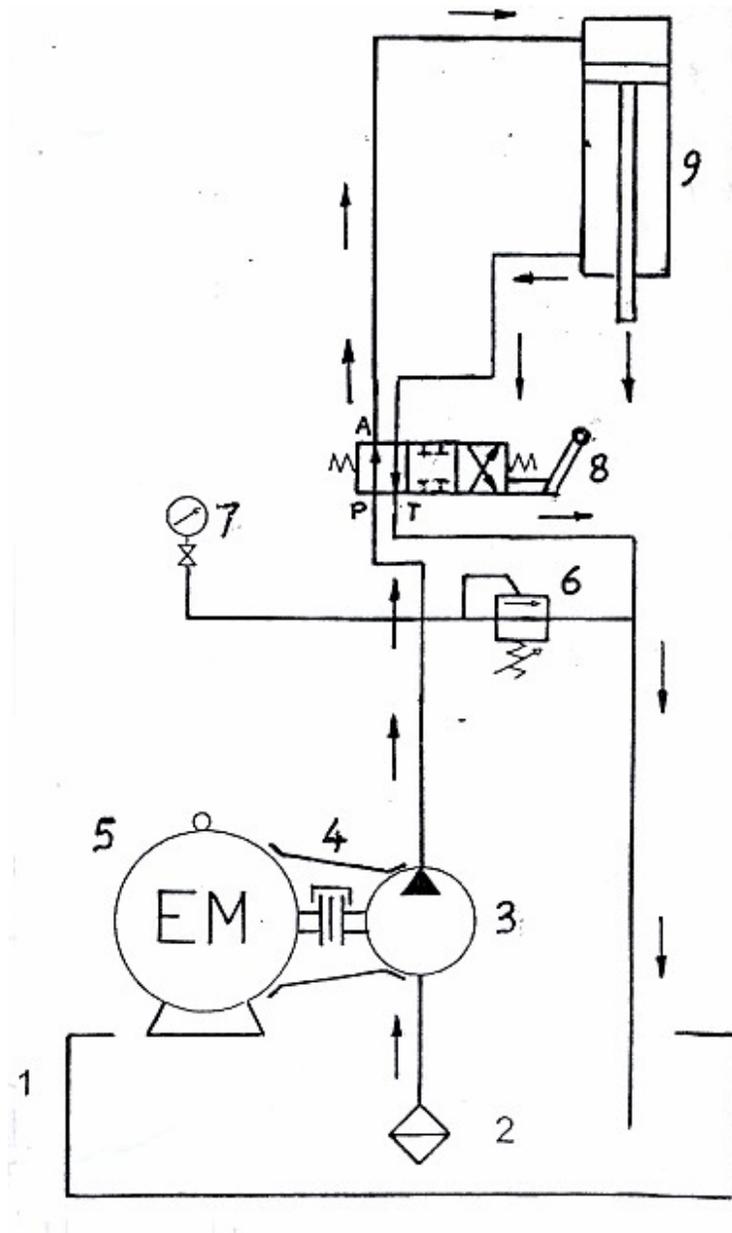
Gambar 26 Rangkaian mesin hidrolik pencetak paving posisi netral

Keterangan komponen-komponen pada rangkaian mesin pencetak paving.

1. Tangki / *reservoir*
2. Filter oli NF-04
3. Pompa hidrolis (*gear pump*)
4. *Coupling* NM 82
5. Motor listrik ¼ PK satu phase
6. *Relief Valve*
7. *Pressure Gauge* (*manometer*)
8. *Hand Valve*
9. Sikinder Hidrolis Ø 50 mm x 100

**b. Langkah turun (Maju).**

Sebelum *hand control* dioperasikan biarkan terlebih dahulu beberapa saat untuk menghilangkan gelembung-gelembung yang terhisap pada saat awal penghisapan pompa. Setelah beberapa saat kemudian *hand control* digeser kekanan untuk melakukan langkah maju. Katup yang digunakan adalah katup 4/3. Pada *hand control valve* terdapat 4 saluran yaitu P,A,B dan T. Pada saat hand kontrol digerakkan kekanan maka katup pengatur aliran fluida tersebut akan membuka. Sehingga fluida yang dihisap oleh pompa kemudian disalurkan melalui relief valve kemudian diteruskan ke *hand control valve* melalui saluran P dan keluar melalui saluran A. Maka fluida akan mendorong piston untuk bergerak maju. Sedangkan fluida yang terdorong oleh piston akan keluar dari silinder hidrolis dan mengalir melalui saluran B dan keluar melalui saluran T *hand control valve* kemudian fluida tersebut akan kembali menuju ke reservoir,



Gambar 27. Rangkaian mesin hidrolis pencetak paving langkah maju (turun)

Dengan adanya *relief valve* maka tekanan fluida yang sangat besar dapat dihindari sehingga kerusakan-kerusakan pada komponen-komponen hidrolis dapat dihindari. Fluida tersebut akan bersirkulasi secara terus menerus selama proses berlangsung.

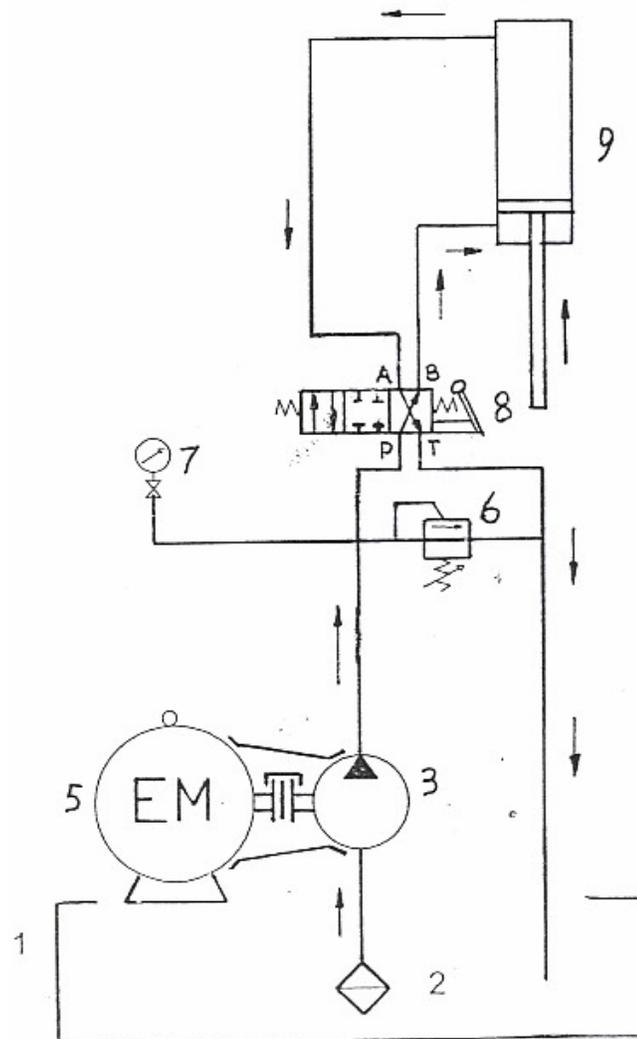
Setiap kali mengoperasikan mesin pencetak paving pada langkah maju harus memperhatikan hal-hal sebagai berikut:

1. Pastikan pada saat mengoperasikan mesin pencetak paving waktu langkah maju dalam keadaan yang aman. Jangan bercanda pada saat pengoperasian, karena bila terjepit oleh mesin akibatnya bisa fatal.
2. Pada saat melakukan pengepresan pastikan pencetak paving bagian atas masuk kecetakan paving bagian bawah sedalam 10cm, sehingga dapat menghasilkan paving dengan kualitas tekanan sesuai yang telah ditentukan.
3. Saat melakukan langkah maju/melakukan pengepresan pastikan cetakan paving bawah sesuai pada tempat dudukannya sehingga cetakan paving bagian atas dapat masuk dengan aman.
4. Dalam melakukan langkah maju/melakukan pengepresan *relief valve* disetel sesuai dengan kebutuhan sehingga diperoleh tekanan kerja sesuai dengan kebutuhan.

### **c. Langkah naik (Mundur)**

Pada saat langkah mundur, setelah *hand control valve* dioperasikan digeser kekiri atau didorong maju maka posisi *flow control valve* berubah. Setiap kali akan merubah gerakan langkah naik maupun turun terlebih dahulu melewati posisi netral terlebih dahulu. Dimana tekanan yang semula dari pompa yang melewati saluran P *flow control valve* maka fluida akan diteruakam ke saluran P pada *hand control valve* keluar melalui saluran B dan fluida tersebut akan mendorong torak tersebut mundur (kembali naik keatas). Sehingga fluida yang berada diatas torak akan terdorong oleh torak tersebut dan mengalir

melewati saluran A dan *flow control valve* akan mengarahkan fluida tersebut melewati saluran T kemudian fluida tersebut akan kembali ketangki. Fluida tersebut akan bersirkulasi secara terus menerus selama proses berlangsung sesuai pengoperasiannya. Naik turunnya fluida dikontrol menggunakan *hand control valve* dan arah aliran fluida diarahkan oleh katup pengatur arah aliran fluida. Demikian seterusnya, fluida tersebut akan berirkulasi secara terus menerus sesuai dengan katup pegatur arah alirannya.



Gambar 28. Rangkaian mesin hidrolis pencetak paving langkah mundur (naik)

Karena sifat fluida yang tidak dapat dikompresi sehingga tekanan fluida yang sangat besar maka kemungkinan besar terjadi kerusakan sangat besar sehingga perlu diberikan pengamanan. Untuk mengamankan dari tekanan fluida yang sangat besar maka perlu dipasang *relif valve* untuk mengurangi tekanan yang berlebihan sebelum katup berfungsi.

#### **d. Perhitungan-perhitungan pada mesin hidrolik pencetak paving**

Untuk mendapatkan hasil pengepresan/penekanan yang lebih baik maka mesin hidrolik pencetak paving harus disetel dengan tekanan diatas tekanan secara manual.

Diketahui :

Vollume fluida yang dipindahkan (V) = 1 cm<sup>3</sup> (terdapat pada spesifikasi pompa)

Spesifikasi pompa: HGP 1A F4R

0008 D 12

Putaran Pompa (n) = 1500 rpm

Mencari aliran rata-rata / debit pompa (Q):

$$Q = \frac{V \cdot n \cdot \eta_{vol}}{1000}$$

$$Q = \frac{1 \cdot 1500 \cdot 0,92}{1000}$$

$$Q = 1,38 \text{ L/menit}$$

dimana:

$V =$  Aliran Geometrik (pompa/motor)  $\text{cm}^3$

$p =$  Tekanan operasi (bar)

$\eta_{\text{tot}} = (\sim 0,8 - 0,85)$

$\eta_{\text{vol}} = (0,9 - 0,95)$

$\eta_{\text{hm}} = (0,9 - 0,95)$

Perhitungan pada silinder hidrolis

Diketahui:

Diameter torak ( $d_1$ ) = 50 mm = 5 cm

Diameter batang torak ( $d_2$ ) = 35 mm = 3,5 cm

Panjang kankah = 100 mm = 10 cm

Mencari luas penampang torak ( $A$ )

$$A = \frac{d_1^2 \cdot \pi}{4}$$

$$A = 0,785 \cdot d_1^2$$

$$A = 0,785 \cdot 0,5^2$$

$$A = 19,625 \text{ cm}^2$$

Luas penampang batang torak ( $A_r$ )

$$A_r = 0,785 \cdot d_2^2$$

$$A_r = 0,785 \cdot 3,5^2$$

$$A_r = 9,616 \text{ cm}^2$$

Jadi luas penampang kerja / analus area ( $A_R$ ) =  $A - A_r$

$$A_R = 0,785 \cdot (d_1^2 - d_2^2)$$

$$A_R = 0,785 \cdot (5^2 - 3,5^2)$$

$$A_R = 10,00875 \text{ cm}^2$$

Gaya Dorong Pada Torak

a. Gaya dorong maju ( $F_D$ ):

$$F_D = 0,785 \cdot p \cdot d_1^2$$

$$F_D = 0,785 \cdot 0,24 \cdot 5^2$$

$$F_D = 4,71 \text{ N}$$

b. Gaya dorong mundur ( $F_Z$ ):

$$F_Z = 0,785 \cdot 0,24 \cdot (d_1^2 - d_2^2)$$

$$F_Z = 0,785 \cdot 0,24 (5^2 - 3,5^2)$$

$$F_Z = 2,4 \text{ N}$$

Waktu Langkah Yang Dibutuhkan :

Langkah turun (secara teoritis):

$$t = \frac{A \cdot h \cdot 6}{Q \cdot 1000}$$

$$t = \frac{19,625 \cdot 10 \cdot 6}{1,38 \cdot 1000}$$

$$t = \frac{1177,5}{1380}$$

$$t = 0,85 \text{ detik}$$

Langkah Naik:

$$t = \frac{A_R \cdot h \cdot 6}{Q \cdot 1000}$$

$$t = \frac{10,0075 \cdot 10 \cdot 6}{1,38 \cdot 1000}$$

$$t = \frac{600,75}{1380}$$

$$t = 0,45 \text{ detik}$$

Jadi waktu yang dibutuhkan dalam satu kali langkah kerja:

Waktu langkah turun = 0,85 detik

Waktu langkah naik = 0,45 detik

Waktu untuk mengambil paving dari cetakan = 15 detik

Waktu untuk memasukkan semen kedalam cetakan = 15 detik

Waktu untuk istirahat = 10 detik

Jadi waktu keseluruhan yang dibutuhkan untuk membuat satu

paving dibutuhkan waktu =  $0,85 + 0,45 + 15 + 15 + 10$

$$= 41,3 \text{ detik}$$

Sedangkan waktu yang dibutuhkan dalam pembuatan paving secara

manual (masih dikerjakan oleh manusia) membutuhkan waktu :

Waktu untuk memasukkan semen kedalam cetakan = 15 detik

Waktu untuk memukul/memadatkan = 15 detik

Waktu untuk melepas paving dari cetakan = 15 detik

Waktu untuk memasukkan semen kedalam cetakan = 15 detik

Waktu untuk istirahat = 10 detik

Jadi waktu keseluruhan yang dibutuhkan untuk membuat satu

paving dibutuhkan waktu =  $15 + 15 + 15 + 15 + 10$

= 70 detik

Jadi pembuatan paving yang dilakukan secara manual (masih dilakukan oleh manusia) membutuhkan waktu yang relatif lebih lama dibandingkan dengan pembuatan paving menggunakan mesin pres hidrolik.

Hasil pengamatan waktu yang dibutuhkan langkah naik dan turun:

Waktu yang dibutuhkan pada langkah naik dan turun secara praktis diperoleh waktu:

Langkah naik : 0,51 detik

Langkah turun: 0,89 detik

Waktu yang dibutuhkan pada langkah naik dan turun terdapat selisih, dimana perhitungan secara teoritis lebih cepat dibandingkan dengan pengamatan dilapangan (praktis) dikarenakan adanya sedikit lemah pompa, sehingga bekerjanya kurang maksimum dan adanya kerugian-kerugian gesekan.

#### D. PEMBAHASAN

Dari hasil penelitian yang kami lakukan menghasilkan:

1. Penggerak utama dari mesin hidrolik pencetak paving adalah motor listrik yang mana motor listrik merupakan sumber tenaga utama untuk menggerakkan komponen hidrolik setelah dialiri dengan arus AC.
2. Waktu yang dibutuhkan pada langkah naik dan turun mempunyai selisih perbedaan. Langkah turun lebih cepat dibandingkan langkah naik.
3. Dari hasil perhitungan secara teoritis dengan yang dilakukan di lapangan (praktis) terdapat perbedaan waktu dimana hasil perhitungan secara teoritis lebih cepat dibandingkan dengan praktisnya.
4. Jumlah debit fluida yang dialirkan ke sistem, kecepatan aliran fluida dan kecepatan gerak piston dari silinder diatur oleh Katup Pengatur Jumlah Aliran (*flow control valve*).
5. Dari sifat fluida yang tidak dapat dikompresi maka Katup Pengatur Jumlah Aliran (*flow control valve*) yang menjadi satu kesatuan dengan *hand control hidrolik* sangat berperan dalam menjaga komponen-komponen hidrolik agar tidak cepat rusak karena tekanan fluida yang sangat tinggi.
6. Pengoperasian mesin hidrolik pencetak paving masih secara manual/menggunakan sistem *hand control hidrolik*.
7. Gaya yang sangat kecil dapat digunakan untuk menggerakkan atau menekan dengan kuat dengan cara mengubah sistem perbandingan luas penampang silinder.

## **BAB III**

### **PENUTUP**

#### **A. Simpulan**

Berdasarkan dari proses dan pembahasan serta uji coba mesin hidrolik pencetak paving dengan *hand control hidrolis*, maka penulis dapat mengambil kesimpulan sebagai berikut:

1. Mesin hidrolik pencetak paving pengoperasian masih secara manual atau menggunakan *hand control hidrolis*.
2. Hand kontrol berfungsi untuk mengarahkan fluida ke silinder melalui selang, sehingga silinder hidrolik dapat bergerak naik dan turun.
3. Waktu yang dibutuhkan dalam satu kali pembuatan paving masih secara manual membutuhkan waktu sebesar 70 detik, sedangkan waktu yang dibutuhkan oleh mesin hidrolik pencetak paving sebesar 41,3 detik, sehingga waktu yang dibutuhkan dalam satu kali proses pembuatan paving yang menggunakan mesin hidrolik lebih sedikit untuk menyelesaikan pembuatan paving.
4. Dengan gaya yang relatif kecil dapat menghasilkan daya yang lebih besar.

#### **B. Saran**

Sebagai akhir dari proyek ini penyusun akan memberikan saran sebagai berikut:

1. Perawatan sistem hidrolik hendaknya dilakukan secara rutin dan berkala agar mesin hidrolik tersebut dapat bekerja secara optimal serta menghindari kerusakan pada sistem.

2. Sebelum digunakan untuk penelitian, sebaiknya diperiksa kembali rangkaian terhadap kebocoran maupun kerusakan.
3. Agar didapatkan hasil pengepresan/penekanan yang lebih baik maka tekanan operasi pada mesin pencetak paving harus lebih besar dari pada secara manual. Dari hasil surfai tekanan untuk pembuatan paving diambil rata-ratanya sebesar 50 kPa, jadi untuk mesin hidrolik pencetak paving tekanan operasinya diatur diatas tekanan secara manual sehingga dapat menghasilkan penekanan yang lebih baik.

**DAFTAR PUSTAKA**

- Hartono Sugi Drs, 1988. *Sistem Kontrol Dan Pesawat Tenaga Hidrolik*. Bandung : Tarsito
- Sumbodo Wirawan Drs. MT, 2004. *Pneumatik / Hydrolic*. Semarang : Teknik Mesin UNNES.
- Prasetyo Eko, 2005. *Pengaruh Tekanan Terhadap Kecepatan Maju Gerak Silinder Hidrolic Penggerak Ganda Arah Horizontal* (Proyek Akhir). Semarang: tidak diterbitkan
- Anonim .*Dasar-Dasar Hidrolik Minyak*.Semarang: PT. Panca manunggal wiradinamika.
- Giles Ranald, 1986. *Mekanika Fluida Dan Hidrolika*, Alaih Bahasa Ir. Herman Widodo Soemitro, Jakarta : Erlangga.