

MESIN PRES HIDROLIK LIMBAH BOTOL PLASTIK

TUGAS AKHIR

Untuk Memenuhi Sebagian Persyaratan

Mencapai Derajat Sarjana S-1

Program Studi Teknik Mesin

Jurusan Teknik Mesin



Diajukan Oleh:

EDWARD YONATHAN Y.CH

NIM : 085214022

FAKULTAS SAINS DAN TEKNOLOGI

UNIVERSITAS SANATA DHARMA

YOGYAKARTA

2012

**HYDRAULIC PRESS MACHINE
OF PLASTIC BOTTLE WASTE**

FINAL PROJECT

As fulfillment of the Requirement
To obtain the Sarjana Teknik Degree

Mechanical Engineering Study Program
Mechanical Engineering Department



By:

EDWARD YONATHAN Y.CH

STUDENT NUMBER : 085214022

**SCIENCE AND TECHNOLOGY FACULTY
SANATA DHARMA UNIVERSITY
YOGYAKARTA**

2012

PLAGIAT MERUPAKAN TINDAKAN TIDAK TERPUJI

TUGAS AKHIR

MESIN PRES HIDROLIK LIMBAH BOTOL PLASTIK

Disusun oleh:


EDWARD YONATHAN Y.CH

NIM : 085214022

Telah disetujui oleh:

Pembimbing Utama

Tanggal, 31 Agustus 2012



Ir. Rines, M.T.

TUGAS AKHIR
MESIN PRES HIDROLIK LIMBAH BOTOL PLASTIK

Dipersiapkan dan disusun oleh:

Nama : Edward Yonathan Y.Ch

NIM : 085214022

Telah dipertahankan di depan panitia penguji pada tanggal 30 Agustus 2012
dan dinyatakan memenuhi syarat

Susunan Panitia Penguji :

Nama Lengkap	Tanda Tangan
Ketua : Dr. Drs. Vet. Asan Damanik, M.Si.	
Sekretaris : RB Dwiseno Wihadi, M.Si.	
Anggota : Ir. Rines, M.T.	

Yogyakarta, 31 Agustus 2012
Fakultas Sains dan Teknologi
Universitas Sanata Dharma
Yogyakarta

Dekan





(Paulina Heruningsih Prima Rosa, S.Si., M.Sc.)

PERNYATAAN KEASLIAN KARYA

Dengan ini saya menyatakan bahwa dalam Tugas Akhir ini tidak terdapat karya yang pernah dibuat dan belum pernah diajukan di perguruan tinggi manapun. Saya dapat mempertanggung jawabkan bahwa Tugas Akhir ini merupakan hasil karya yang otentik serta sepanjang pengetahuan saya juga tidak terdapat karya yang pernah ditulis atau diterbitkan oleh orang lain, kecuali yang secara tertulis diacu dalam naskah ini dan disebutkan dalam daftar pustaka.

Yogyakarta, 31 Agustus 2012



Edward Yonathan Y.Ch

MESIN PRES HIDROLIK LIMBAH BOTOL PLASTIK

Yang bertanda tangan dibawah ini, saya mahasiswa Universitas Sanata Dharma :

Nama : Edward Yonathan Y.Ch

Nomor Mahasiswa : 085214022

Demi pengembangan ilmu pengetahuan, saya memberikan kepada Perpustakaan Universitas Sanata Dharma karya ilmiah dengan judul :

MESIN PRES LIMBAH BOTOL PLASTIK

Dengan demikian saya memberikan kepada Perpustakaan Universitas Sanata Dharma hak untuk menyimpan, mengalihkan dalam bentuk media lain, mengelolanya dalam bentuk pangkalan data, mendistribusikan secara terbatas, dan mempublikasikannya di internet atau media lain untuk kepentingan akademis tanpa perlu meminta ijin dari saya maupun memberikan royalti kepada saya selama tetap mencantumkan nama saya sebagai penulis.

Demikian pernyataan ini yang saya buat dengan sebenarnya.

Dibuat di Yogyakarta

Pada tanggal 31 Agustus 2012

Yang menyatakan



Edward Yonathan Y.Ch

INTISARI

Limbah botol plastik merupakan sampah anorganik yang membutuhkan waktu lama untuk terurai. Limbah botol plastik dapat dimanfaatkan sebagai bahan daur ulang untuk dijadikan perabotan rumah tangga yang terbuat dari bahan plastik. Sebelum proses daur ulang limbah botol plastik dikumpulkan untuk dikirim pabrik-pabrik daur ulang. Oleh karena itu, penelitian ini ditujukan untuk membuat mesin pres hidrolik sederhana untuk proses pengepakan dan mengetahui hubungan tekanan dan kerapatan hasil pengepresan limbah botol plastik.

Mesin yang dibuat adalah mesin pres jenis hidrolik. Pengambilan data dalam penelitian ini adalah tekanan terukur dengan 7 variasi tekanan, yakni 40 kg/cm² sampai 100 kg/cm² dengan interval kenaikan tekanan 10 kg/cm², dan tinggi limbah botol plastik saat pengepresan selama 2 menit, serta tinggi setelah pengepresan. Data penelitian diolah dalam suatu perhitungan untuk mengetahui hubungan antara tekanan pengepresan dengan kerapatan.

Mesin pres yang berhasil dibuat memiliki daya motor 3,13 hp, laju aliran pompa 241 cm³/detik, kecepatan piston turun 2,53 cm/detik, dan kecepatan piston naik 3,61 cm/detik, dengan panjang stroke 50 cm. Dari penelitian ini, dapat disimpulkan bahwa kerapatan maksimal saat pengepresan 2 menit yang dihasilkan adalah 727 kg/m³ pada tekanan pengepresan yang diterima bahan 15,2 kg/cm² untuk berat bahan 2 kg, sedangkan kerapatan minimal setelah piston dilepas yang dihasilkan adalah 138 kg/m³ untuk tekanan pengepresan dan berat bahan yang sama.

Kata kunci : limbah botol plastik, mesin pres hidrolik, tekanan, dan kerapatan.

KATA PENGANTAR

Puji dan syukur penulis hadirkan kepada Tuhan Yang Maha Esa karena atas berkat dan rahmat-Nya tugas akhir ini yang berjudul “ Mesin Pres Hidrolik Limbah Botol Plastik ” dapat diselesaikan dengan baik dan merupakan salah satu persyaratan untuk mencapai derajat sarjana S-1 program studi Teknik Mesin, Fakultas Sains dan Teknologi, Universitas Sanata Dharma.

Dalam penyelesaian skripsi ini penulis menyadari bahwa dalam setiap proses penyelesaian skripsi ini tidak lepas dari bantuan dan dukungan dari berbagai pihak sehingga skripsi ini dapat terselesaikan dengan baik, maka pada kesempatan ini penulis mengucapkan terima kasih kepada:

1. Ibu Paulina Heruningsih Prima Rosa, S.Si., M.Sc. Selaku Dekan Fakultas Sains dan Teknologi Universitas Sanata Dharma.
2. Bapak Ir P.K Purwadi, M.T. Selaku Ketua Program studi Teknik Mesin.
3. Bapak Ir. Rines, M.T. Selaku dosen pembimbing tugas akhir yang telah mendampingi dan memberikan bimbingan dalam menyelesaikan Tugas Akhir ini.
4. Bapak RB. Dwiseno Wihadi, S.T., M.Si. Selaku pembimbing akademik.
5. Bapak Suhartono dan mas Yudi yang membantu dalam pembuatan tabung hidrolik, perakitan mesin dan biaya pembuatan mesin.
6. Teman kelompok Tugas Akhir ini, Dionisius, Gani Purwanto, Wasis Indra, dan Dadang Kurniawan yang selalu memberi masukan dalam pembuatan skripsi ini.

PLAGIAT MERUPAKAN TINDAKAN TIDAK TERPUJI

7. Laboran (Intan Widanarko) yang telah membantu memberikan ijin dalam menggunakan fasilitas yang diperlukan dalam penelitian ini.
8. Bapak Yulius Cherdenus dan Ibu Mahreti, orang tua penulis yang selalu mendoakan dan memberi saran selama masa penyusunan skripsi, serta selalu mengasihi dan memberi dorongan kepada penulis untuk terus maju.
9. Kakak penulis, Alexander Y.Ch yang menjadi teman dalam susah dan senang.
10. Gina Vinrensia seorang terkasih yang menjadi penyemangat selama penelitian hingga selesainya penyusunan skripsi ini.
11. Teman-teman yang turut membantu menyelesaikan tugas akhir ini, seluruh Mahasiswa Universitas Sanata Dharma jurusan teknik mesin angkatan 2007 dan 2008.

Penulis menyadari bahwa masih ada kekurangan dalam penyusunan laporan ini karena keterbatasan pengetahuan yang belum diperoleh, oleh karena itu penulis mengharapkan adanya kritik dan saran dari berbagai pihak yang bersifat membangun dalam penyempurnaan tugas ini. Semoga karya ini berguna bagi mahasiswa Teknik Mesin dan pembaca lainnya. Apabila ada kesalahan dalam penulisan naskah ini penulis mohon maaf. Terima kasih.

Yogyakarta, 31 Agustus 2012



Edward Yonathan Y.Ch

DAFTAR ISI

HALAMAN JUDUL	i
TITLE PAGE	ii
HALAMAN PERSETUJUAN	iii
HALAMAN PENGESAHAN	iv
HALAMAN PERNYATAAN KEASLIAN KARYA	v
HALAMAN PERNYATAAN PERSETUJUAN PUBLIKASI.....	vi
INTISARI	vii
KATA PENGANTAR.....	viii
DAFTAR ISI.....	x
DAFTAR GAMBAR.....	xiii
DAFTAR TABEL	xv
BAB I. PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Rumusan Masalah	2
1.3 Tujuan Penelitian	2
1.4 Manfaat Penelitian	2
BAB II. DASAR TEORI.....	3
2.1 Pengertian Hidrolik	3
2.2 Persamaan-persamaan Dasar.....	6

PLAGIAT MERUPAKAN TINDAKAN TIDAK TERPUJI

2.2.1 Konversi Energi.....	6
2.2.2 Persamaan Kontinuitas.....	7
2.2.3 Kerapatan	8
2.2.4 Hukum Pascal	9
1. Tekanan Akibat Gaya Luar.....	9
2. Perpindahan Gaya Hidrolik.....	10
3. Prinsip Perpindahan Tekanan.....	11
4. Rugi-rugi Energi Akibat Gesekan.....	12
5. Konfigurasi-konfigurasi Aliran.....	12
2.3 Pompa Hidrolik.....	13
2.3.1 Pompa Roda Gigi Internal.....	15
2.3.2 Pompa Roda Gigi Eksternal.....	16
2.4 Motor Listrik.....	17
2.5 Komponen-komponen Kendali dalam Sistem Hidrolik.....	17
2.5.1 <i>Directional Control Valve</i>	17
2.5.2 <i>Pressure Control Valve</i>	21
2.5.3 <i>Flow Control Valve</i>	22
BAB III. METODE PENELITIAN.....	24
3.1 Diagram Alir Penelitian.....	24
3.2 Obyek Penelitian.....	25
3.3 Waktu dan Tempat Penelitian.....	25
3.4 Alat dan Bahan	25
3.5 Langkah Percobaan.....	34
3.6 Sistem Kerja Hidrolik.....	35

PLAGIAT MERUPAKAN TINDAKAN TIDAK TERPUJI

BAB IV. PERHITUNGAN DAN PEMBAHASAN	38
4.1 Data Hasil Percobaan	38
4.2 Perhitungan Karakteristik Mesin dan Pengolahan Data.....	49
4.2.1 Luas Silinder dan Rod (Batang Piston).....	40
4.2.2 Laju Aliran Yang Dibutuhkan Pompa.....	40
4.2.3 Kecepatan Piston Pada Saat Turun dan Naik.....	41
4.2.4 Daya Motor Yang Dibutuhkan.....	41
4.2.5 Perhitungan Gaya.....	42
4.2.6 Perhitungan Tekanan Yang Diterima Bahan.....	42
4.2.7 Perhitungan Volume.....	43
4.2.8 Perhitungan Kerapatan.....	43
4.3 Hasil Perhitungan.....	44
4.4 Grafik Hasil Perhitungan.....	47
4.4.1 Grafik Selisih Tinggi Limbah Botol Plastik.....	47
4.4.2 Grafik Hubungan Antara Kerapatan Dengan Tekanan Pres.....	50
BAB V. PENUTUP	54
5.1 Kesimpulan	54
5.2 Saran.....	55
DAFTAR PUSTAKA	56
LAMPIRAN	57

DAFTAR GAMBAR

	Halaman
Gambar 2.1 Aliran Di Dalam Pipa Untuk Menjelaskan Persamaan Kontinuitas	7
Gambar 2.2 Dua Bejana Berhubungan Untuk Menjelaskan Hukum Pascal.....	9
Gambar 2.3 Aliran Laminer Dalam Saluran	13
Gambar 2.4 Aliran Turbulen Dalam Saluran.....	13
Gambar 2.5 Diagram Klasifikasi Pompa	14
Gambar 2.6 Pompa Roda Gigi Internal.....	15
Gambar 2.7 Pompa Roda Gigi Eksternal.....	16
Gambar 2.8 <i>Directional Control Valve</i>	18
Gambar 2.9 Katup Pengatur Aliran.....	18
Gambar 2.10 <i>Pressure Control Valve</i>	22
Gambar 2.11 <i>Flow Control Valve</i>	23
Gambar 3.1 Diagram Alir Langkah-langkah Penelitian	24
Gambar 3.2 Mesin Pres Hidrolik	25
Gambar 3.3 Kontruksi Mesin Pres Hidrolik	26
Gambar 3.4 Motor Listrik	27
Gambar 3.5 <i>Pressure Valve</i>	28
Gambar 3.6 Pompa Roda Gigi.....	29
Gambar 3.7 Pipa Pada Sistem Hidrolik.....	30
Gambar 3.8 Tangki.....	31
Gambar 3.9 <i>Limit Switch</i>	32
Gambar 3.10 <i>Directional Control Valve</i>	33
Gambar 3.11 Kotak Cetakan.....	33
Gambar 3.12 Sistem Hidrolik Posisi Hendel di Tengah.....	35

Gambar 3.13	Sistem Hidrolik Posisi Hendel Digerakan Ke Bawah.....	36
Gambar 3.14	Sistem Hidrolik Posisi Hendel Digerakan Ke Atas.....	37
Gambar 4.1	Grafik Selisih Tinggi Limbah Botol Plastik Dengan Berat 2 kg.....	47
Gambar 4.2	Grafik Selisih Tinggi Limbah Botol Plastik Dengan Berat 4 kg.....	48
Gambar 4.3	Grafik Selisih Tinggi Limbah Botol Plastik Dengan Berat 6 kg.....	49
Gambar 4.4	Grafik Hubungan Antara Kerapan Dengan Tekanan Pada Saat Pengepresan Selama 2 Menit dan Setelah Pengepresan Dengan Berat Bahan 2 kg.....	50
Gambar 4.5	Grafik Hubungan Antara Kerapan Dengan Tekanan Pada Saat Pengepresan Selama 2 Menit dan Setelah Pengepresan Dengan Berat Bahan 4 kg.....	51
Gambar 4.6	Grafik Hubungan Antara Kerapan Dengan Tekanan Pada Saat Pengepresan Selama 2 Menit dan Setelah Pengepresan Dengan Berat Bahan 6 kg.....	52

DAFTAR TABEL

	Halaman
Tabel 4.1 Limbah Botol Plastik Dengan Berat 2 kg	38
Tabel 4.2 Limbah Botol Plastik Dengan Berat 4 kg	38
Tabel 4.3 Limbah Botol Plastik Dengan Berat 6 kg	39
Tabel 4.4 Hasil Perhitungan Saat Pengepresan Dengan Berat 2 kg	44
Tabel 4.5 Hasil Perhitungan Saat Pengepresan Dengan Berat 4 kg	44
Tabel 4.6 Hasil Perhitungan Saat Pengepresan Dengan Berat 6 kg	45
Tabel 4.7 Hasil Perhitungan Setelah Pengepresan Dengan Berat 2 kg...	45
Tabel 4.8 Hasil Perhitungan Setelah Pengepresan Dengan Berat 4 kg...	46
Tabel 4.9 Hasil Perhitungan Setelah Pengepresan Dengan Berat 6 kg...	46

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar belakang

Plastik merupakan sampah anorganik yang membutuhkan waktu lama untuk terurai. Sampah anorganik khususnya limbah botol plastik dapat dimanfaatkan kembali setelah didaur ulang. Sebelum adanya proses daur ulang, limbah botol plastik yang dikumpulkan oleh pemulung akan diberikan kepada pengepul sedang dan selanjutnya dikemas sedemikian rupa untuk diberikan kepada pengepul besar. Pengemasan dilakukan untuk mempermudah pengiriman limbah botol plastik kepada pengepul besar, maka pengepul sedang harus mengepres sekecil-kecilnya limbah botol-botol plastik tersebut sehingga didapatkan efisiensi tempat serta harga yang semakin tinggi sesuai dengan berat limbah botol plastik tersebut.

Mesin pres hidrolik limbah botol plastik diharapkan mampu mengatasi kesulitan saat pengepakan limbah botol plastik. Sistem kerja hidrolik pada mesin pres ini menghasilkan tekanan untuk mengepres limbah botol plastik. Sehingga didapatkan limbah botol dalam bentuk pipih dan padat yang kemudian akan mempermudah pengepul untuk mengirimkan limbah botol plastik tersebut untuk didaur ulang. Semakin besar tekanan yang diberikan maka semakin padat pula limbah botol plastik yang dihasilkan, sehingga ruangan yang dibutuhkan untuk menyimpan limbah botol

plastik semakin kecil, sehingga dapat dikirimkan limbah botol plastik yang lebih banyak dalam satu pengemas.

1.2 Rumusan Masalah

Beberapa masalah yang timbul dapat dirumuskan sebagai berikut :

1. Banyaknya limbah botol plastik yang ada di lingkungan.
2. Dibutuhkan mesin pres hidrolis limbah botol plastik untuk memudahkan dalam proses pengepakan.

1.3 Tujuan

Penelitian mesin pres hidrolis botol plastik ini bertujuan untuk :

1. Membuat mesin pres hidrolis untuk pengolahan limbah botol plastik.
2. Mengetahui karakteristik mesin pres yang dibuat.
3. Mengetahui hubungan tekanan dan densitas hasil pengepresan limbah botol plastik.

1.4 Manfaat

Manfaat dari mesin pres botol plastik dengan sistem hidrolis ini adalah :

1. Mengurangi limbah botol plastik yang ada di lingkungan.
2. Memperkenalkan mesin pres hidrolis limbah botol plastik kepada masyarakat.
3. Menambah pengetahuan tentang sistem kerja hidrolis.

BAB II

DASAR TEORI

2.1 Pengertian Hidrolik

Kata “hidraulik” berasal dari kata Yunani “*hydor*” yang berarti “air”, (sumber : Esposito, A, 1980). Dahulu didefinisikan sebagai segala sesuatu yang berhubungan dengan air. Sekarang “hidraulik” dapat didefinisikan sebagai pemindah, pengaturan, gaya-gaya dan gerakan-gerakan zat cair.

Pada dasarnya hidrolik adalah teknologi mengenai pembangkitan, pengendalian, dan pentransmisi daya dengan menggunakan fluida bertekanan. Pada sistem berdaya fluida dirancang khusus untuk melakukan usaha yang dilakukan oleh fluida bertekanan yang diberikan kedalam sebuah silinder atau motor fluida. Umumnya sistem berdaya fluida terbagi menjadi dua sistem yaitu :

a. Sistem hidrolik

Medium yang digunakan dalam sistem hidrolik adalah zat cair (air, minyak mineral, minyak sintetis dan lain-lain) sebagai fluidanya.

b. Sistem pneumatik

Medium yang digunakan dalam sistem hidrolik adalah gas (udara, oksigen, nitrogen) sebagai fluidanya.

Daya fluida dikatakan sebagai otot otomatis karena mempunyai empat katagori keunggulan utama yaitu :

- a. Mudah dan akurat dalam pengendaliannya.

Hanya dengan tuas-tuas sederhana dan tombol-tombol tekan. Seorang operator sistem berdaya fluida dapat dengan cepat memulai, menghentikan, mengubah kecepatan dan menyalurkan gaya-gaya yang akan memberikan daya yang diinginkan.

- b. Mampu melipatgandakan gaya.

Sisitem berdaya fluida (tanpa memakai rodagigi, puli dan tuas-tuas yang merepotkan) dapat melipatkan gaya dengan mudah dan efisien.

- c. Memberikan gaya atau torsi yang tetap.

Hanya sistem berdaya fluida yang mempunyai kemampuan menyediakan gaya atau torsi yang tetap (konstan) yang tidak terpengaruh oleh perubahan kecepatan.

- d. Sederhana, aman dan ekonomis.

Umumnya sistem berdaya fluida menggunakan sangat sedikit bagian yang bergerak dibandingkan dengan sistem mekanis dan listrik, sehingga sistem-sistem ini lebih mudah untuk dirawat dan dioperasikan dengan aman, terpadu dan sangat dapat diandalkan.

Kelemahan-kelemahan penggunaan sistem hidrolik meliputi:

- a. Minyak-minyak hidrolik adalah termasuk fluida yang kotor, padahal kebocoran minyak tidak sepenuhnya dapat dihindari.
- b. Jika perancangan tidak dilakukan dengan benar, pipa-pipa hidrolik kemungkinan juga bisa pecah (meledak), sehingga dapat membahayakan.
- c. Kebanyakan minyak-minyak hidrolik termasuk mudah terbakar, sehingga juga dapat membahayakan terutama jika terdapat percikan api di sekitar kebocoran minyak.

Dalam sistem hidrolik terdapat komponen-komponen pokok yang diperlukan.

Komponen tersebut terbagi menjadi enam yaitu :

- a. Tangki (bak penampung)

Dalam sistem hidrolik tangki digunakan untuk menyimpan fluida, biasanya minyak hidrolik.

- b. Pompa

Untuk memaksakan cairan mengalir masuk kedalam sistem.

- c. Motor listrik

Sebagai sumber daya dan digunakan untuk menggerakkan pompa.

- d. Katup-katup

Untuk mengendalikan arah, tekanan, dan laju aliran fluida.

- e. Aktuator (silinder dan motor hidrolik)

Untuk mengkonversikan energi cairan kedalam gaya atau torsi mekanis untuk melakukan suatu pekerjaan tertentu.

- f. Pipa-pipa

Pipa pada hidrolik digunakan untuk membawa fluida dari satu ruang ke ruang lainnya.

2.2 Persamaan-persamaan Dasar

2.2.1 Konversi Energi

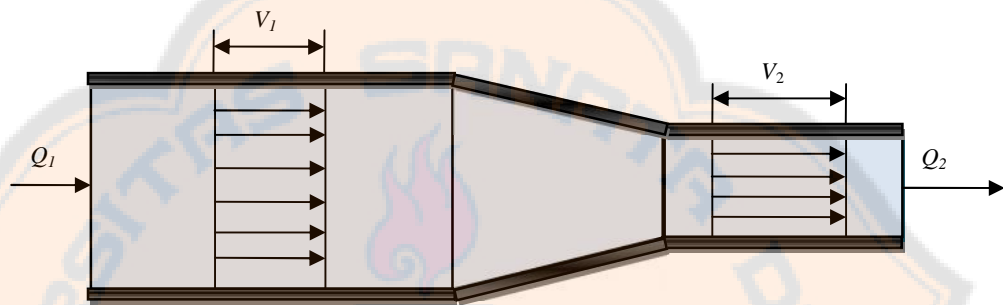
Hukum konversi energi adalah energi tidak dapat diciptakan maupun dimusnahkan. Total energi sama dengan energi potensial ditambah dengan energi kinetik. (sumber : Giles R.V, 1984).

Energi potensial terbentuk karena disebabkan oleh dua faktor yaitu:

- a. Energi potensial yang disebabkan oleh ketinggian fluida, adalah energi yang tersimpan didalam sekumpulan fluida yang terletak pada suatu ketinggian yang diukur dari sebuah bidang referensi.
- b. Energi potensial yang disebabkan oleh tekanan fluida, adalah energi yang tersimpan didalam sekumpulan fluida yang memiliki berat dan memiliki tekanan.

2.2.2 Persamaan Kontinuitas

Jika fluida mengalir di dalam pipa yang diameternya berubah, maka volume fluida yang sama akan mengalir dalam waktu yang sama, seperti yang ditunjukkan pada Gambar 2.1.



Gambar 2.1 Aliran di dalam pipa untuk menjelaskan persamaan kontinuitas

Jika tidak ada fluida yang ditambahkan atau terbuang, maka laju aliran di lokasi 1 dan 2 akan tetap sama.

Laju aliran dalam pipa berubah :

$$Q = \frac{V}{t} \dots\dots\dots(2-1)$$

Volume $V = A \cdot s \dots\dots\dots(2-2)$

Digunakan dalam $Q = \frac{A \cdot s}{t} \dots\dots\dots(2-3)$

Kecepatan $v = \frac{s}{t} \dots\dots\dots(2-4)$

dengan $Q = A \cdot v \dots \dots \dots (2-5)$

keterangan :

Q : volume aliran dalam liter/menit

V : volume dalam liter

t : waktu dalam menit

A : Luas penampang

s : jarak panjang

Dapat dihasilkan :

Persamaan Kontinuitas $A_1 \cdot v_1 = A_2 \cdot v_2 \quad Q_1 = Q_2 \dots \dots \dots (2-6)$

2.2.3 Kerapatan

Kerapatan suatu benda ditunjukkan oleh perbandingan antara massa suatu benda dengan volume benda tersebut.

$\rho = \frac{m}{V} \dots \dots \dots (2-7)$

dengan :

ρ : kerapatan (kg/cm³)

m : massa suatu benda (kg)

V : volume suatu benda (cm³)

2.2.4 Hukum Pascal

1. Tekanan Akibat Gaya Luar

Jika sebuah gaya F bekerja pada fluida tertutup melalui suatu permukaan A , maka akan terjadi tekanan pada fluida. Tekanan tergantung dari gaya yang bekerja tegak lurus atas permukaan dan luas.

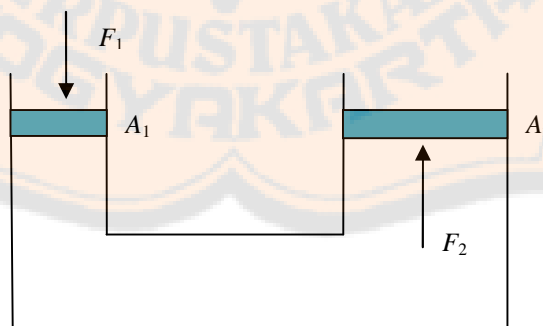
$$p = \frac{F}{A} \dots \dots \dots (2-8)$$

dengan : p = tekanan (bar)

F = gaya (Newton)

A = luas penampang (cm^2)

Pendasar hukum pascal, tekanan bekerja ke semua arah dan serentak, jadi tekanan disemua tempat sama. Hukum ini berlaku selama gaya tarik bumi dapat diabaikan, yang semestinya ditambahkan dalam perhitungan sesuai dengan tinggi zat cair. (sumber : Giles R.V, 1984).



Gambar 2.2 Dua bejana berhubungan untuk menjelaskan Hukum pascal

2. Perpindahan Gaya Hidrolik

Bentuk tangki tidak mempengaruhi tekanan yang masuk ke sistem karena tekanan dapat bekerja ke semua sisi dan besarnya sama. Untuk dapat bekerja dengan tekanan, yang berasal dari gaya luar.

Jika menekan dengan gaya F_1 atas permukaan A_1 , maka dapat menghasilkan tekanan :

$$p = \frac{F_1}{A_1} \dots\dots\dots(2-9)$$

Tekanan p beraksi diseluruh tempat dari sistem tersebut, juga atas permukaan A_2 . Gaya yang dicapai sama dengan beban yang diangkat,

$$F_2 = p \cdot A_2 \dots\dots\dots(2-10)$$

sehingga :

$$\frac{F_1}{A_1} = \frac{F_2}{A_2} \dots\dots\dots(2-11)$$

Tekanan dalam sistem ini selalu tergantung dari besarnya beban dan permukaan efektif, artinya tekanan dalam sistem meningkat sampai dapat mengalahkan hambatan yang gerakannya berlawanan dengan gerakan fluida.

Jika dengan gaya F_1 dan permukaan A_1 dapat menghasilkan tekanan yang diperlukan untuk mengalahkan gaya F_2 atas permukaan A_2 , maka beban F_2 dapat ditingkatkan (kehilangan akibat gesekan tidak perlu diperhatikan disini). (sumber : Esposito, A, 1980).

3. Prinsip Perpindahan Tekanan

Dua buah torak dengan ukuran penampang yang berbeda A_1 dan A_2 yang ditempatkan di dalam dua silinder yang saling berhubungan dan berisi zat cair. Bila penampang A_1 menerima tekanan P_1 , maka pada torak besar bekerja gaya sebesar,

$$F_1 = p \cdot A_1 \dots\dots\dots(2-12)$$

Gaya ini diteruskan ke torak kecil, maka pada torak kecil bekerja gaya sebesar,

$$F_2 = F_1 = F \dots\dots\dots(2-13)$$

yang akan menyebabkan tekanan pada penampang torak kecil,

$$p_2 = \frac{F_2}{A_2} \dots\dots\dots(2-14)$$

Berdasarkan hubungan-hubungan di atas, maka tekanan pada torak kecil dapat dihubungkan dengan tekanan pada torak besar.

$$\frac{p_1}{p_2} = \frac{A_2}{A_1} \dots\dots\dots(2-15)$$

4. Rugi-rugi Energi Akibat Gesekan

Jika fluida dalam keadaan diam tidak bergerak, maka tekanan di depan, di dalam dan di belakang *throttle* atau secara umum dalam sebuah saluran adalah sama. Jika fluida mengalir dalam sebuah sistem, maka gesekan akan mengakibatkan panas. Dengan demikian, sebagian dari energi berubah dalam bentuk energi panas, artinya kerugian tekanan.

Energi hidrolis tidak dapat dipindahkan tanpa kerugian. Besar kerugian akibat gesekan tergantung dari :

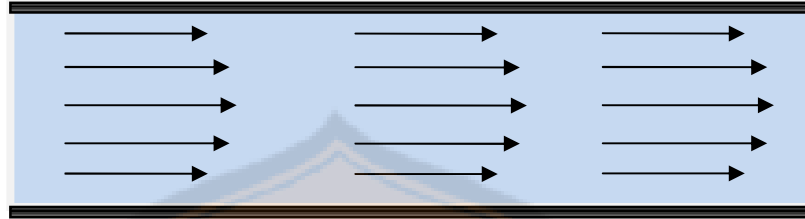
- a. Panjangnya saluran pipa
- b. Kekasaran dinding pipa
- c. Banyaknya belokan pada pipa
- d. Diameter pipa
- e. Kecepatan aliran fluida

5. Konfigurasi-konfigurasi Aliran

Konfigurasi aliran dan juga kerugian akibat gesekan berhubungan dengan diameter pipa dan kecepatan aliran pipa. Terdapat dua macam konfigurasi aliran (sumber : Esposito, A, 1980) :

- a. Aliran laminar

Dalam aliran laminar partikel-partikel fluida sampai dengan kecepatan tertentu bergerak dalam lapisan yang seragam dan hampir tidak saling mempengaruhi, dapat dilihat pada Gambar 2.3.

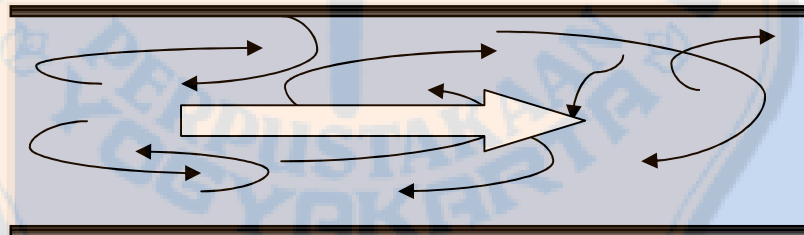


Gambar 2.3 Aliran laminar dalam saluran

b. Aliran turbulen

Jika kecepatan aliran bertambah, sedang diameter pipa sama, maka pada kecepatan tertentu perilaku aliran berubah. Aliran menjadi bertolak dan turbulen. Tiap-tiap partikel bergerak tak teratur pada satu arah, tapi saling mempengaruhi satu sama lain dan saling merintang.

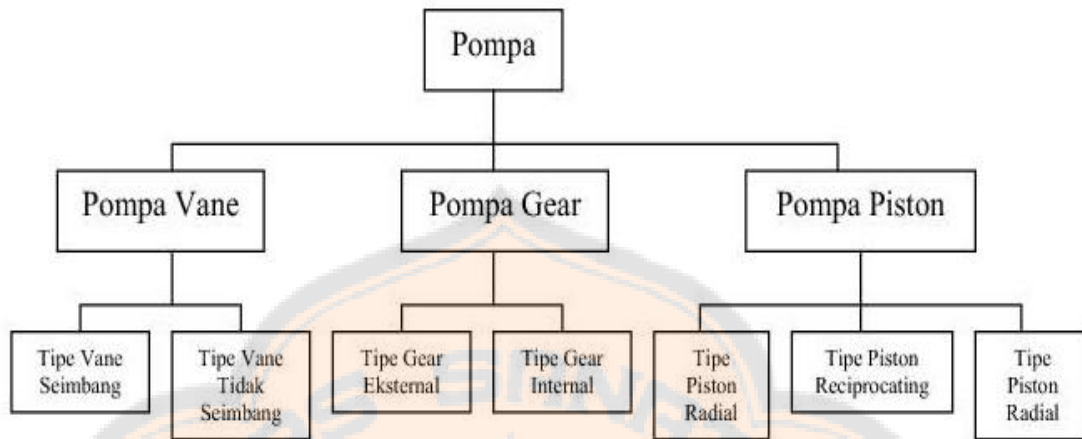
Aliran turbulen menimbulkan hambatan aliran dan memperbesar rugi-rugi. Oleh karena itu aliran turbulen tidak diharapkan terjadi dalam sistem-sistem hidrolis, seperti pada Gambar 2.4.



Gambar 2.4 Aliran turbulen dalam saluran

2.3 Pompa Hidrolik

Pompa hidrolik ada beberapa macam sesuai dengan fungsi dan kegunaannya. Macam-macam pompa (Sumber : Giles, R. V, 1984) dapat dilihat dari diagram klasifikasi pompa pada Gambar 2.5.



Gambar 2.5 Diagram klasifikasi pompa

Pompa membutuhkan tenaga penggerak (*electromotor*) untuk dapat bekerja. Pada sistem hidrolik, pompa bekerja untuk menciptakan aliran fluida (untuk memindahkan volume fluida) dan memberikan gaya yang dibutuhkannya.

Pompa menyedot fluida (biasanya dari tangki) dan mengalirkan keluar. Dari sana, fluida memasuki sistem mencapai piston dengan menggunakan tahanan pada fluida, sebagai contoh piston dari silinder langkah yang menerima beban sehingga terjadi peningkatan tekanan fluida hingga cukup tinggi guna mengatasi gaya-gaya tahanan.

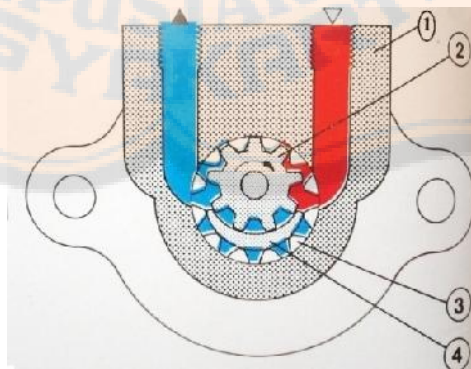
Tekanan pada sistem hidrolik tidak diciptakan oleh pompa hidrolik, melainkan terjadi dengan sendirinya karena tahanan yang berlawanan dengan arah aliran. Tinggi tekan fluida dilihat sebagai batang penghubung dimana pompa memberi gaya yang diperlukan.

2.3.1 Pompa Roda Gigi Internal

Bagian utama pompa roda gigi adalah sebuah rumah (1), dimana terdapat sepasang roda gigi yang bergerak (sedemikian rupa) dengan longgar dalam arah aksial dan radial sehingga unit tersebut praktis terendam minyak. Bagian penghisap dihubungkan dengan sistem hidrolis.

Roda gigi internal 2, bergerak sesuai arah panah menggerakkan roda gigi eksternal 3 pada arah yang sama. Putaran ini menyebabkan roda gigi terpisah sehingga rongga gigi menjadi bebas. Akibatnya terjadi tekanan negatif pada pompa sedangkan fluida pada tangki mempunyai tekanan atmosfer, sehingga fluida mengalir dari tangki ke pompa. Proses ini biasa disebut dengan hisapan pompa.

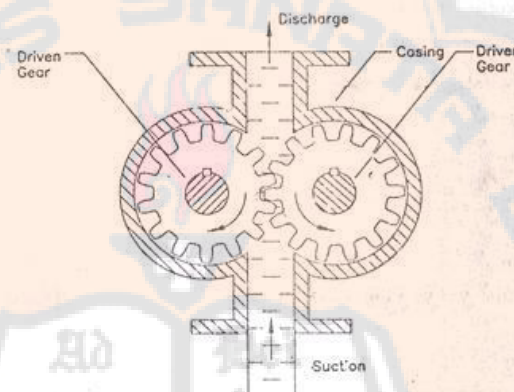
Fluida mengisi ruang roda gigi hingga membentuk ruang tertutup dengan rumah dan elemen berbentuk sabit 4 selama gerakan selanjutnya didorong ke bagian tekan. Roda gigi lalu sering rapat lagi dan mendorong fluida dari ruang roda gigi. Kedua roda gigi yang saling bersentuhan mencegah berbaliknya aliran dari ruang tekan ke ruang hisap, seperti pada Gambar 2.6.



Gambar 2.6. Pompa roda gigi internal
(Sumber: <http://www.pirate4x4.com/April 2012>)

2.3.2 Pompa Roda Gigi Eksternal

Pada kasus ini, dua roda gigi eksternal akan saling kontak. Roda gigi 2 digerakan sesuai panah yang menyebabkan roda gigi 3 bergerak berlawanan. Proses hisapan yang terjadi sama dengan jenis pompa roda gigi internal, seperti yang terlihat pada Gambar 2.7.



Gambar 2.7 Roda gigi eksternal
(Sumber: <http://cast.csufresno.edu/agedweb/agmech/graphics/toc.html>)

Fluida dalam ruang roda gigi 4 didesak keluar dan keluar dari celah roda gigi pada sisi tekan. Dari gambar potongan dengan mudah dapat dilihat roda gigi menutup celah-celahnya sebelum bagian itu jadi kosong. Tanpa mengurangi beban pada ruang yang tersisa, tekanan yang sangat tinggi dapat terjadi yang akan menyebabkan getaran keras pada pompa. Untuk itu dipasang lubang pengurang beban pada tempat ini yang terletak di samping blok-blok bantalan. Akibat tekanan tinggi, maka terbentuk fluida mampat yang masuk ke ruang tekan.

2.4 Motor Listrik

Motor listrik pada sistem hidrolik digunakan untuk menggerakkan pompa. Prinsipnya untuk mengetahui daya yang dibutuhkan motor agar dapat menggerakkan pompa maka dapat ditentukan dengan persamaan :

$$\text{Daya motor} = \frac{Q \cdot p}{1714} \text{ (hp)} \dots\dots\dots(2-16)$$

dengan :

Q : laju aliran fluida dalam pompa (gpm)

P : tekanan (psi)

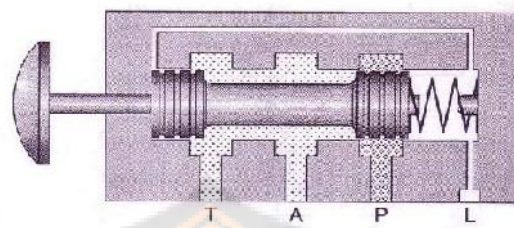
2.5 Komponen-komponen Kendali Dalam Sistem Hidrolik

Kendali merupakan salah satu aspek penting dalam berdaya fluida. Tepat tidaknya fungsi sebuah sistem secara menyeluruh ditentukan oleh benar tidaknya komponen-komponen kendali yang digunakan.

Sistem berdaya fluida terutama dikendalikan dengan menggunakan komponen-komponen yang disebut katup-katup (*valves*). Pada dasarnya terdapat tiga jenis komponen kendali dalam sistem berdaya fluida (Sumber : Esposito, A, 1980) :

2.5.1 *Directional Control Valve*

Directional control valve (DVC) digunakan untuk mengatur aliran fluida dalam sebuah sirkuit hidrolik, arah pergerakan dan posisi dari komponen-komponen yang dapat dilihat seperti pada Gambar 2.8. Katup ini dapat digerakan secara manual, mekanis, elektrik dan pneumatik.

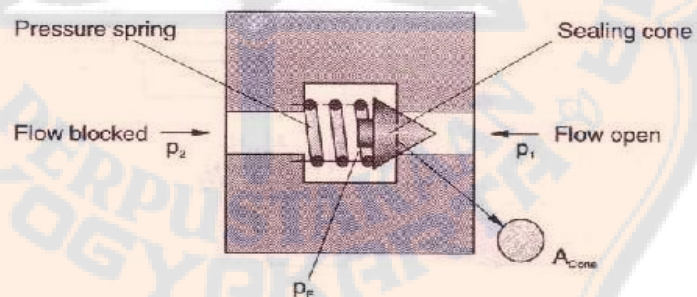


Gambar 2.8 *Directional control valve*
(Sumber: P.Croser, 1994, hal: 188)

Jenis- jenis DVC terdiri dari :

1. *Check valve*

Jenis DVC yang paling sederhana dan termasuk *one-way* DVC, karena hanya memungkinkan aliran bebas dalam satu arah dan menutup aliran dalam arah sebaliknya. Seperti yang ditunjukkan pada Gambar 2.9.



Gambar 2.9 Katup pengatur aliran
(Sumber: P.Croser, 1994, hal 201)

Katup ini mempunyai sebuah pegas ringan untuk menahan klep (*poppet*) sehingga dalam posisi tertutup. Dalam aliran bebas biasanya diperlukan tekanan

fluida sekitar 5 psi untuk mengatasi gaya pegas ini. Dalam arah aliran terblokir tekanan fluida akan membantu klep dalam menutup aliran.

2. *Pilot-operated check valve*

Jenis DVC ini selalu memungkinkan aliran bebas dalam satu arah tetapi hanya membiarkan aliran dalam arah sebaliknya jika tekanan diberikan port tekanan pilotnya.

Garis putus-putus dalam lambang menunjukkan saluran tekanan pilot yang dihubungkan ke *pilot pressure port*. Klep pada *check valve* ini mempunyai pilot piston yang dipasang pada tangkai klep dengan memakai sebuah mur. Pegas mempertahankan klep padaudukannya (dalam kondisi fluida tak mengalir) dengan mendorong pilot piston.

Sedangkan lubang cerat (*drain port*) dipakai untuk mencegah timbulnya tekanan dibagian dasar piston.

2. *Two-way valve dan four-way valve*

Jenis-jenis DCV lainnya adalah *two-way valve* (katup dua jalan) dan *four-way valve* (katup empat jalan) yang digunakan untuk mengarahkan aliran yang masuk ke dalam katup menuju ke salah satu dari dua *outlet port*-nya.

Kebanyakan DCV menggunakan sebuah spool geser untuk mengubah lintasan aliran yang melalui katup. Untuk posisi spool tertentu, sebuah konfigurasi lintasan aliran yang khas akan terbentuk dalam katup.

DVC dirancang dengan dua posisi spool atau tiga posisi spool. Konfigurasi lintasan aliran untuk masing-masing posisi spool yang khas ditunjukkan secara

simbolik dengan empat persegi panjang (kadang disebut amplop (*envelope*)). Untuk *two-way valve* aliran dapat bergerak dalam dua cara yang khas yang bergantung pada posisi spool :

a. Posisi spool 1

Aliran dapat bergerak dari P ke B sebagaimana yang ditunjukkan oleh garis lurus anak panah, port A dan T terblokir.

b. Posisi spool 2

Aliran dapat bergerak dari P ke A, port B dan T terblokir

Sedangkan *four-way valve* aliran dapat bergerak dengan empat cara yang khas yang bergantung pada posisi spool :

a. Posisi spool 1

Aliran dapat bergerak dari P ke A dan dari B ke T

b. Posisi spool 2

Aliran dapat bergerak dari A ke T dan dari P ke B

Four-way valve biasanya digunakan untuk mengendalikan silinder-silinder hidrolis aksi ganda (*double-acting hydraulic cylinder*). Spool dari DCV dapat diposisikan secara :

1. Manual
2. Mekanis
3. Dengan menggunakan pilot pressure atau
4. Dengan menggunakan solenoid listrik.

Spool adalah batang silindris yang mempunyai land-land (bagian berdiameter besar) yang di mesin sehingga dapat meluncurkan dalam sebuah lubang bodi katup bersuaian rapat. Dari kelonggaran radialnya kurang dari 0,001 inci.

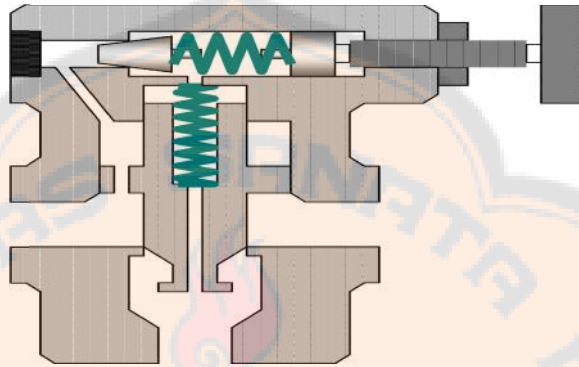
Alur-alur diantara land-land memberikan jalan aliran diantara port-port, dan di sini juga terdapat port tangki. Port tangki adalah port pada katup yang dihubungkan dengan pipa menuju (kembali) ketangki minyak hidrolik.

2.5.2 *Pressure Control Valve*

Tipe *pressure control valve* (PCV) yang paling banyak digunakan adalah *pressure relief valve*. Dalam *pressure* biasanya terdapat katup *normally closed* yang berfungsi untuk membatasi tekanan sampai pada harga maksimum yang ditentukan dengan cara menyimpangkan aliran pompa kembali ke tangki. Dalam sebuah poppetnya juga ditahan diatas dudukannya di dalam katup dengan menggunakan pegas yang cukup kaku. Ketika tekanan sistem mencapai sebuah nilai yang cukup tinggi, poppet didesak untuk bergeser dari dudukannya. Akan memungkinkan aliran melalui outlet menuju ke tangki selama tingkat tekanan yang tinggi tetap ada.

Dalam *pressure* terdapat sekerup yang dipakai untuk menyetel gaya pegas tersebut, dan akan menentukan berapa tekanan fluida yang memungkinkan spool mulai bergeser. Sistem hidrolik tidak memerlukan aliran maka semua aliran pompa akan kembalikan ke tangki melalui *relai valve*. *Relai valve* akan memberikan perlindungan terhadap beban lebih yang diterima aktuator dalam sistem. Maka dari

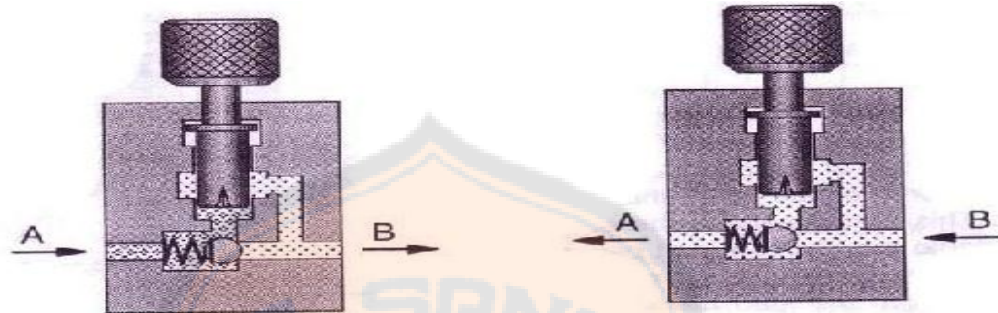
itu salah satu fungsi *relai valve* adalah membatasi gaya atau torsi yang dihasilkan oleh silinder atau motor hidrolis. Seperti yang terlihat pada Gambar 2.10.



Gambar 2.10 *Pressure control valve*
(Sumber : Rines, 2001)

2.5.3 *Flow Control Valve*

Flow control valve (FCV) berfungsi untuk mengatur kecepatan silinder-silinder dan motor-motor hidrolis dengan cara mengendikan laju aliran yang menuju ke aktuator-aktuator tersebut. Katup-katup ini dapat sesederhana sebuah orifis yang permanen atau *needle valve* yang dapat diatur. *Needle valve* dirancang agar dapat memberikan kendali aliran yang halus di dalam pipa-pipa berdiameter kecil. Dapat dilihat pada Gambar 2.11.



Gambar 2.11 *Flow control valve*
(Sumber: P. Croser, 1994, hal 219)

Ada dua tipe dasar FCV :

1. *Non-Pressure-Compensated* (FCV Non-PC)
2. *Pressure Compensated* (FCV PC)

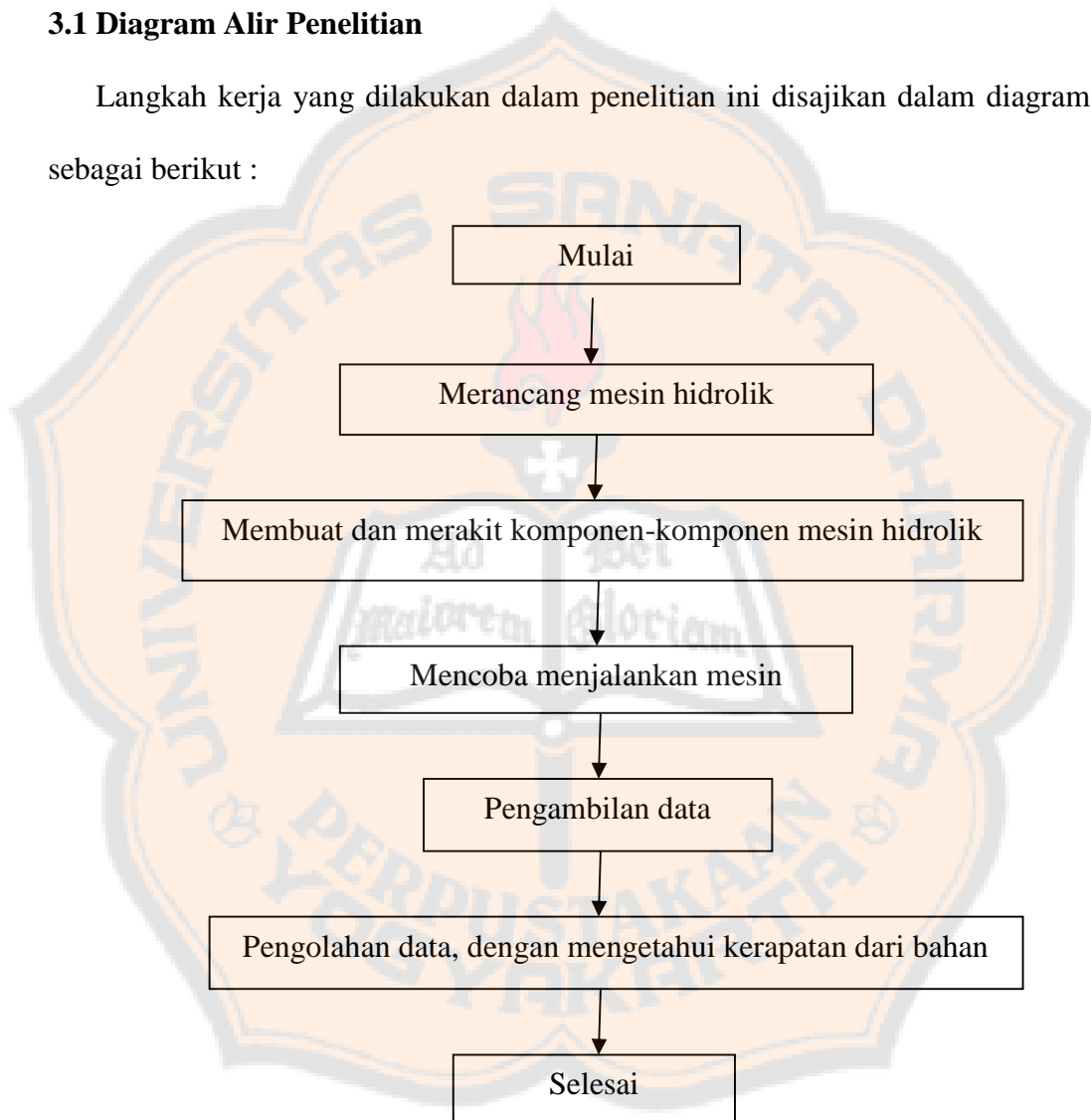
Non-Pressure-Compensated (FCV Non-PC) dipakai bila tekanan-tekanan sistem relatif konstan dan kecepatan-kecepatan penggerakan yang dihasilkan tidak terlalu penting. Katup-katup ini bekerja berdasarkan prinsip bahwa aliran yang melalui sebuah orifis akan konstan jika tekanan turun (*drop pressure*) yang terjadi konstan. Jika beban atas sebuah aktuator berubah secara signifikan, tekanan sistem akan berubah cukup besar. Dengan demikian laju aliran yang melalui FCV non-Pc akan berubah untuk setelan laju aliran yang sama.

BAB III

METODE PENELITIAN

3.1 Diagram Alir Penelitian

Langkah kerja yang dilakukan dalam penelitian ini disajikan dalam diagram alir sebagai berikut :



Gambar 3.1 Diagram alir langkah-langkah penelitian

3.2 Obyek Penelitian

Obyek dalam penelitian ini adalah pengepresan bahan limbah botol plastik dengan berbagai variasi berat bahan dan tekanan yang diatur. Dengan dimulai dari tekanan rendah ke tekanan tinggi sehingga diperoleh kerapatan bahan yang dipres.

3.3 Waktu Dan Tempat Penelitian

Proses pembuatan mesin hidrolik dimulai pada semester ganjil tahun ajaran 2010/2011 di bengkel las bubut Bumiayu- Jawa Tengah. Sedangkan pengambilan data penelitian dilakukan pada laboratorium Teknologi Mekanik Jurusan Teknik Mesin Universitas Sanata Dharma Yogyakarta pada semester genap tahun ajaran 2011/2012.

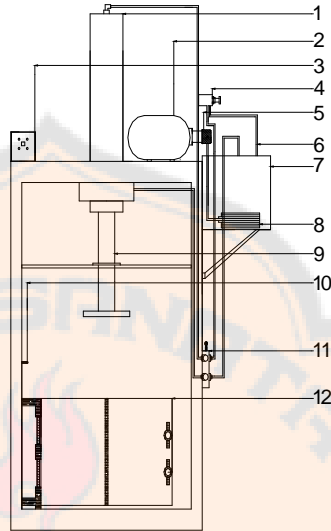
3.4 Alat Dan Bahan

Mesin pres hidrolik dapat dilihat pada gambar 3.2 dan kontruksinya dapat dilihat pada Gambar 3.3.



Gambar 3.2 Mesin pres hidrolik

Komponen-komponen yang digunakan pada sistem hidrolik.



Gambar 3.3 Konstruksi mesin pres hidrolik

Keterangan gambar :

- | | |
|--------------------------|--------------------------------------|
| 1. Silinder | 7. Tangki |
| 2. Motor listrik | 8. Strainer |
| 3. Panel listrik | 9. Piston |
| 4. <i>Pressure valve</i> | 10. <i>Limit switch</i> |
| 5. Pompa | 11. <i>Directional control valve</i> |
| 6. Pipa | 12. Kotak cetakan |

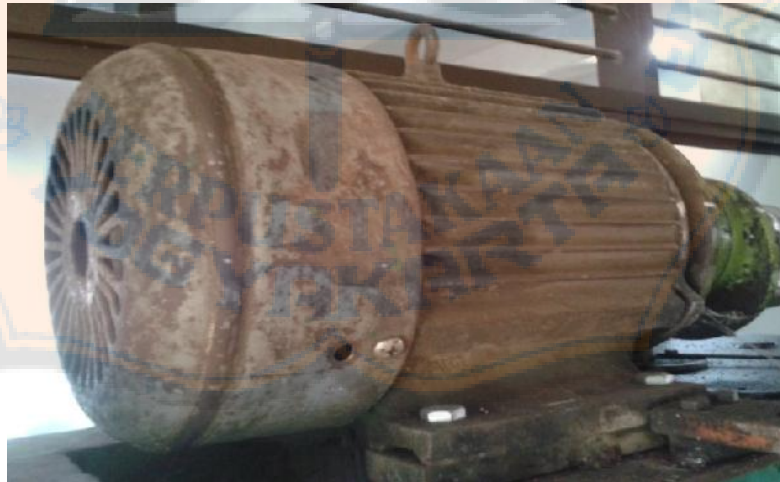
Dalam mesin pres hidrolik ada beberapa komponen yang penting sebagai pengatur jalannya sistem, diantaranya :

1. Silinder

Silinder berfungsi sebagai rumah piston. Aliran fluida mengalir ke dalam tabung hidrolik sehingga terjadi gaya untuk mendorong piston. Pemilihan silinder yang tepat untuk sistem hidrolik adalah menggunakan tipe *double acting cylinder*. Tipe ini dipilih karena dalam silinder terjadi dua aliran fluida.

2. Motor listrik

Motor listrik dalam sistem bekerja sebagai penggerak pompa hidrolik atau sebagai pemutar pompa. Motor listrik yang digunakan adalah motor 3 phase dan daya 3 hp. Motor listrik yang digunakan pada mesin pres dilihat pada Gambar 3.4



Gambar 3.4 Motor Listrik

3. Panel listrik

Komponen-komponen yang digunakan dalam panel listrik diantaranya : kontaktor, sekering, dan *push button*. Komponen-komponen tersebut dirakit menjadi suatu rangkaian dan di letakkan didalam box panel listrik. Fungsi panel listrik untuk menghidupkan dan mematikan mesin serta menahan arus berlebih menuju motor sehingga tidak terjadi konsleting.

4. *Pressure valve*

Pressure valve berfungsi sebagai pengatur tekanan aliran fluida sebelum memasuki silinder. Tekanan pada sistem dapat diatur, untuk mengatur tekanan dengan harga tertentu maka dapat dilihat pada *pressure gage*. Pengukur tekanan dapat dibaca dengan menggunakan manometer. *Pressure valve* yang digunakan dapat dilihat seperti pada Gambar 3.5.



Gambar 3.5 *Pressure valve*

5. Pompa

Pompa memiliki fungsi untuk menciptakan aliran fluida (untuk memindahkan volume fluida) dan memberikan gaya yang dibutuhkannya. Pompa menyedot fluida (dari tangki) dan mengalirkan keluar. Fluida masuk ke sistem mencapai piston dengan menggunakan tahanan pada fluida. Tekanan pada sistem hidrolik tidak diciptakan oleh pompa hidrolik, melainkan terjadi dengan sendirinya karena tahanan yang berlawanan dengan arah aliran. Sehingga dalam pengaplikasiaannya menggunakan pompa roda gigi. Pemilihan roda gigi dikarenakan memiliki sistem yang tidak rumit dan mudah didapatkan dengan biaya yang terjangkau. Pompa yang digunakan seperti pada Gambar 3.6.



Gambar 3.6 Pompa roda gigi

6. Pipa

Pipa digunakan untuk mendistribusikan fluida dari satu lokasi ke lokasi lainnya. Pipa umumnya terbuat dari pipa besi dan selang karet. Untuk sekarang ini mayoritas penggunaan pipa dalam industri menggunakan selang karet, karena lebih tahan lama dan tidak terjadi korosi. Tetapi dalam mesin ini menggunakan pipa besi, seperti yang terlihat pada Gambar 3.7, dikarenakan untuk menghemat biaya pembuatan mesin pres hidrolik.



Gambar 3.7 Pipa pada sistem hidrolik

7. Tangki

Tangki digunakan untuk menyimpan persediaan oli sekaligus untuk proses pendinginan (pembiasan panas) oli. Tangki harus dapat menampung semua oli pada sistem dan cadangannya. Tangki yang digunakan seperti dilihat pada Gambar 3.8.



Gambar 3.8 Tangki

8. Strainer

Strainer di dalam sistem hidrolik berfungsi sebagai penyaring oli yang akan masuk ke komponen-komponen sistem hidrolik. Tujuan dari strainer supaya oli yang masuk bersih dan tidak ada kotoran yang bisa merusak dari dinding silinder hidroliknya yang mengakibatkan adanya goresan pada dinding silinder. Strainer terdapat dalam tangki dipasang pada pipa saluran masuk oli ke silinder.

9. Piston

Piston dalam sistem berguna untuk menggerakkan cetakan pres naik maupun turun. Diameter piston sendiri adalah 110 mm dan diameter rod adalah 60 mm. Piston digerakan oleh fluida yang mengalir di dalam silinder. Piston akan keluar bila fluida masuk dari atas silinder dan dari bawah silinder fluida keluar. Sedangkan piston akan masuk bila fluida masuk dari bawah silinder dan dari atas silinder fluida keluar.

10. *Limit switch*

Limit switch berfungsi sebagai pembatas jarak dalam pengepresan. Posisi *limit switch* berada pada jarak maksimal saat piston turun. Cara kerja *limit switch* yaitu piston bergerak turun untuk mengepres sampai jarak aman yang ditentukan, pada saat melewati jarak aman piston menyentuh *limit switch* maka secara otomatis mesin akan mati. *Limit switch* yang digunakan seperti yang terlihat pada Gambar 3.9.



Gambar 3.9 *Limit Switch*

11. *Directional control valve*

Directional control valve berfungsi sebagai pengatur arah aliran fluida menuju ke sistem hidrolik. Seperti dilihat pada Gambar 3.10 bahwa terdapat handel untuk mengatur jalannya aliran. Piston akan turun bila handel ditekan ke bawah lalu aliran fluida akan menuju atas silinder dan mendorong piston keluar. Sedangkan piston akan naik bila handel ditarik ke atas lalu aliran fluida menuju ke bagian bawah silinder dan mendorong piston masuk.



Gambar 3.10 *Directional Control Valve*

12. Kotak cetakan

Kotak cetakan ini berfungsi sebagai tempat bahan yang akan dipres. Kotak cetakan ini berbentuk persegi empat dengan ukuran 25 cm x 25 cm. Kotak cetakan dibuat terbuka atau terbelah menjadi 2 bagian. Hal ini dibuat supaya dalam pengambilan bahan setelah dipres mudah mengeluarkannya. Kotak cetakan yang digunakan seperti pada Gambar 3.11.



Gambar 3.11 Kotak cetakan

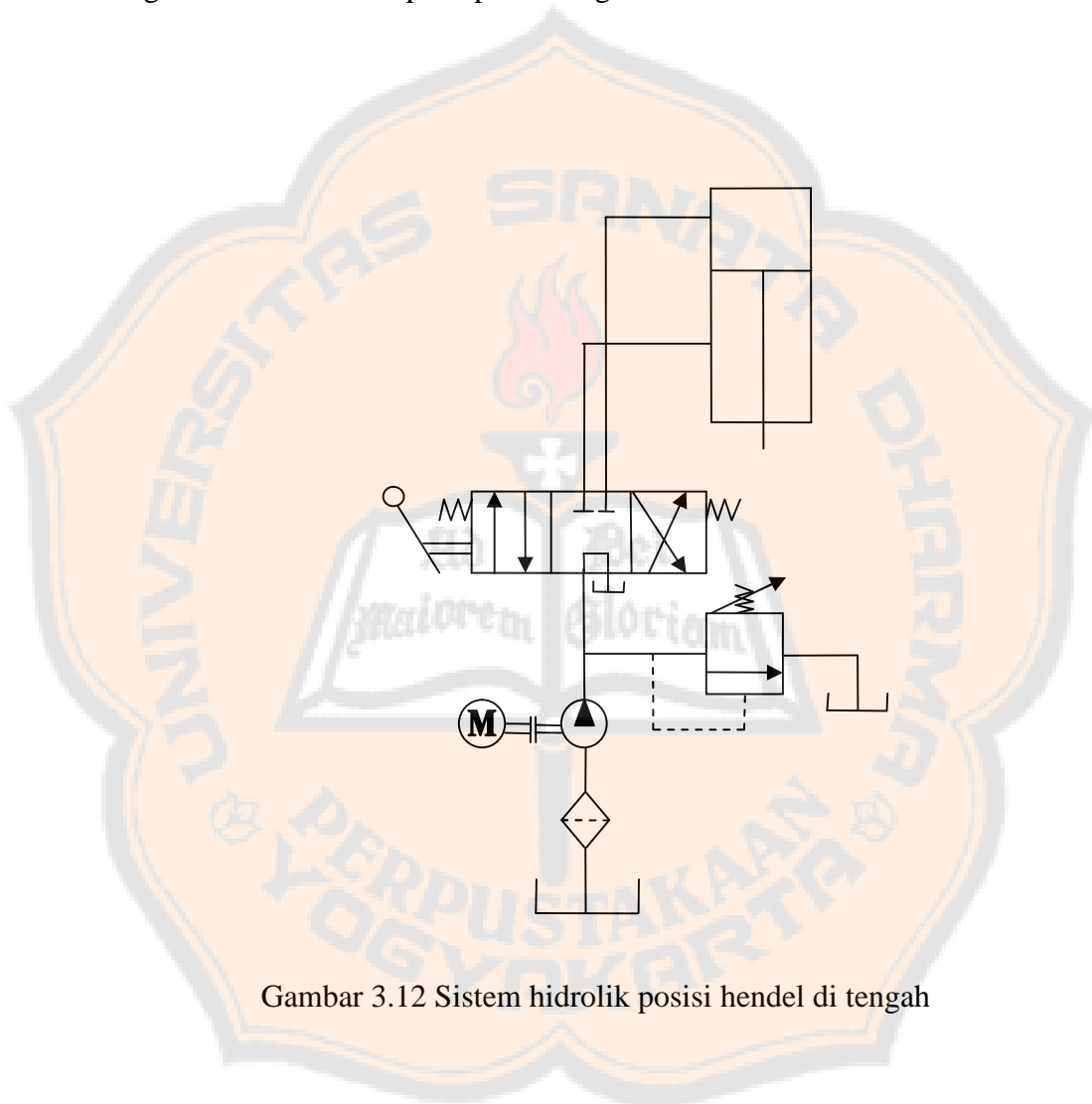
3.5 Langkah Percobaan

Pengambilan data ketinggian limbah botol plastik saat pengepresan dilakukan secara bertahap-tahap. Hal pertama yang dilakukan adalah mempersiapkan bahan yang akan dipres. Pengambilan data dilakukan dengan proses sebagai berikut :

1. Menimbang bahan yang akan dipres
2. Setelah bahan siap mesin mulai dihidupkan.
3. Mengatur tekanan dengan cara mengatur *pressure* hingga mencapai tekanan yang ditentukan.
4. Masukkan bahan yang telah ditimbang ke dalam cetakan
5. Pengepresan, pengepresan dilakukan dengan menurunkan handel *directional control valve* sampai tekanan yang ditentukan.
6. Pengepresan dilakukan selama 2 menit.
7. Setelah 2 menit buka cetakan lalu catat ketinggiannya.
8. Lalu naikan handel untuk menaikkan piston.
9. Catat ketinggian bahan setelah pengepresan.
10. Ulangi langkah 3 sampai 9 sampai variasi tekanan ke tujuh.

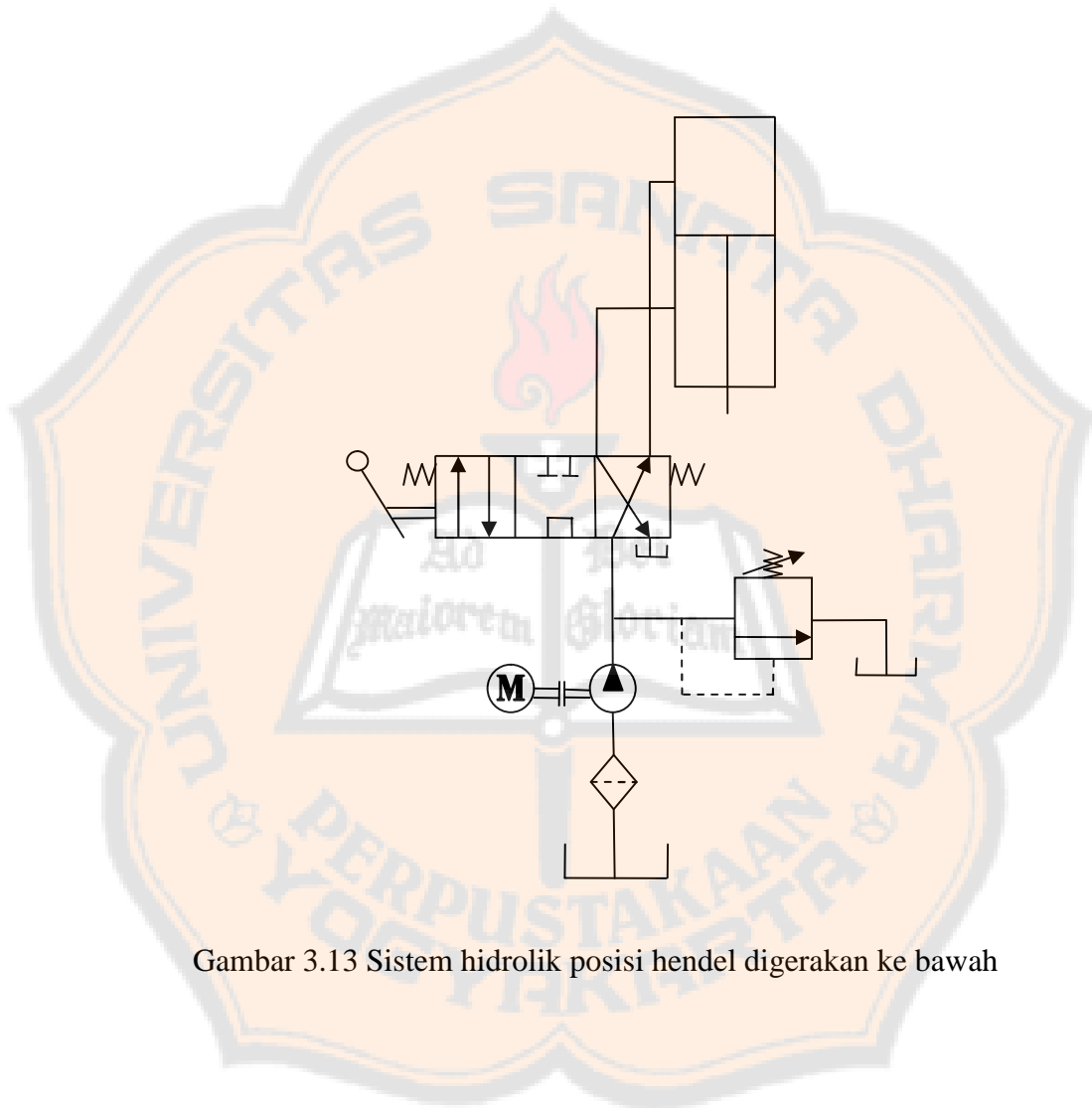
3.6 Sistem kerja hidrolik

1. Gambar 3.12 menunjukkan sistem kerja hidrolik pada saat hendel belum digerakan atau hendel pada posisi tengah.



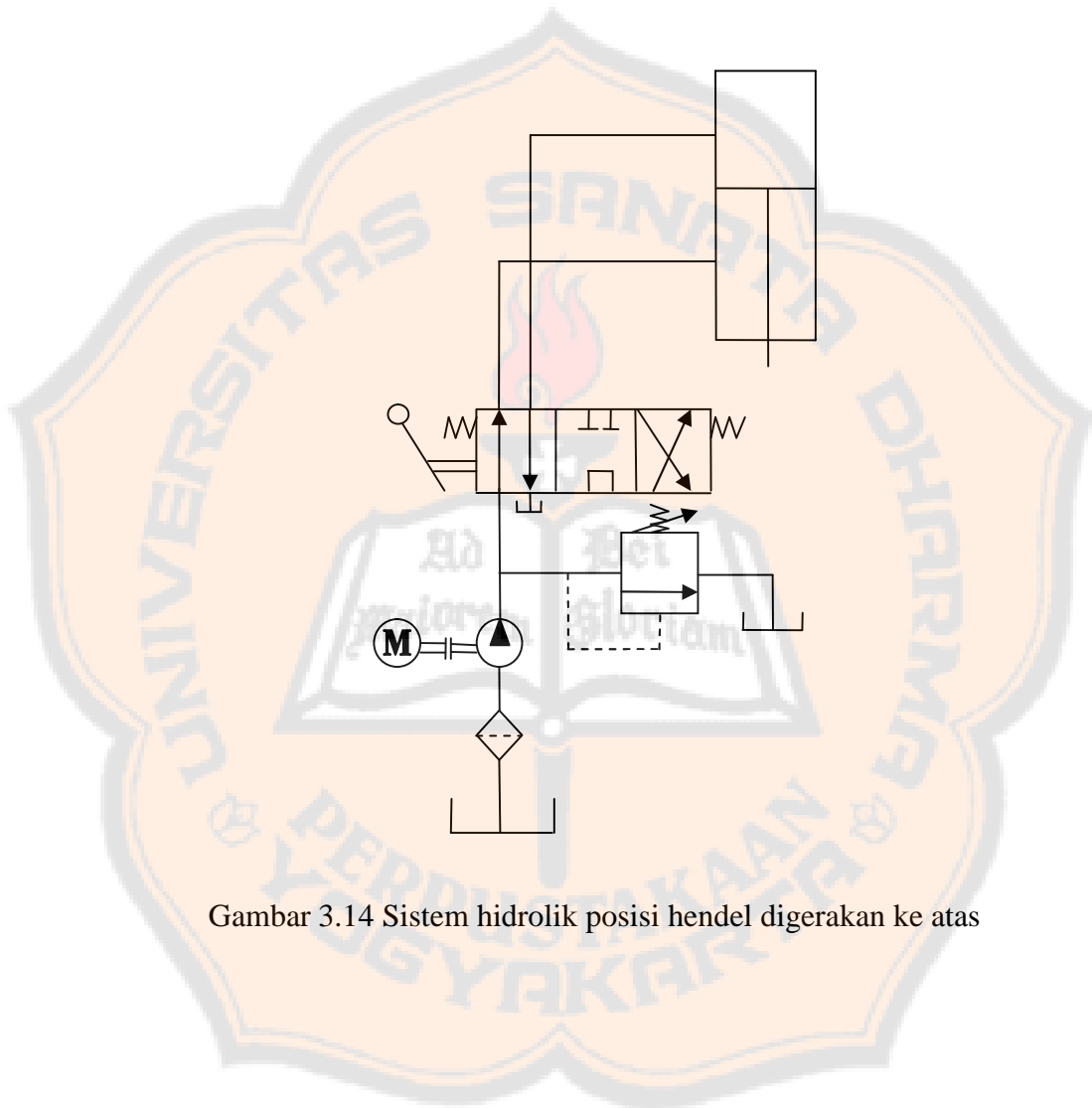
Gambar 3.12 Sistem hidrolik posisi hendel di tengah

2. Gambar 3.13 menunjukkan sistem kerja aliran hidrolik pada saat hendel digerakan ke bawah atau pada saat posisi mengepres.



Gambar 3.13 Sistem hidrolik posisi hendel digerakan ke bawah

3. Gambar 3.14 menunjukkan sistem kerja hidrolik pada saat hendel digerakan ke atas atau pada saat piston naik.



Gambar 3.14 Sistem hidrolik posisi hendel digerakan ke atas

BAB IV

PERHITUNGAN DAN PEMBAHASAN

4.1 Data Hasil Percobaan

Data hasil percobaan ditampilkan pada Tabel 4.1 untuk bahan limbah botol plastik dengan berat 2 kg, Tabel 4.2 dengan berat 4 kg, dan Tabel 4.3 dengan berat 6 kg.

Tabel 4.1 Limbah botol plastik dengan berat 2 kg

No	Berat bahan (kg)	Tekanan terukur (kg/cm^2)	Tinggi limbah botol plastik setelah 2menit (cm)	Tinggi limbah botol plastik setelah piston naik (cm)
1	2	40	7,5	23,1
2	2	50	6,5	21,3
3	2	60	5,9	18,5
4	2	70	5,5	17,1
5	2	80	5,2	16,7
6	2	90	4,8	16,4
7	2	100	4,4	14,5

Tabel 4.2 Limbah botol plastik dengan berat 4 kg

No	Berat bahan (kg)	Tekanan terukur (kg/cm^2)	Tinggi limbah botol plastik setelah 2menit (cm)	Tinggi limbah botol plastik setelah piston naik (cm)
1	4	40	14,7	38,2
2	4	50	13,8	36,3
3	4	60	11,7	31,7
4	4	70	11,2	31
5	4	80	10,3	29,2
6	4	90	9,6	28,7
7	4	100	9,2	26,3

Tabel 4.3 Limbah botol plastik dengan berat 6kg

No	Berat bahan (kg)	Tekanan terukur (kg/cm ²)	Tinggi limbah botol plastik setelah 2menit (cm)	Tinggi limbah botol plastik setelah piston naik (cm)
1	6	40	20,7	48,2
2	6	50	19,6	46,4
3	6	60	18,2	43,2
4	6	70	16,4	41,5
5	6	80	15,1	39,5
6	6	90	14,4	38,1
7	6	100	13,4	36,3

Data dari hasil percobaan dengan berat 2 kg, 4 kg, dan 6 kg dengan variasi tekanan. Dalam setiap berat, percobaan dilakukan sebanyak tujuh kali variasi tekanan.

4.2 Perhitungan Karakteristik Mesin Dan Pengolahan Data

Perhitungan karakteristik mesin bertujuan untuk mengetahui karakter mesin yang ditinjau secara teoritis. Contoh perhitungan untuk bahan limbah botol plastik dengan berat 2 kg pada Tabel 4.1 pada kondisi limbah botol plastik dipres lalu ditahan selama 2 menit dan pada saat setelah piston dinaikan. Perhitungan yang dilakukan untuk mengetahui volume dan kerapatan limbah botol plastik setelah dipres.

4.2.1 Luas Silinder dan Rod (Batang Piston)

Luas yang tersedia pada silinder dan rod (batang piston) dengan diameter silinder 11 cm dan diameter rod 6 cm maka dapat dihitung :

Luas silinder mesin pres

$$A_s = \frac{\pi}{4} d_s^2$$

$$A_s = \frac{\pi}{4} (11)^2$$

$$A_s = 94,985 \text{ cm}^2$$

Luas penampang lintang batang mesin pres

$$A_r = \frac{\pi}{4} d_r^2$$

$$A_r = \frac{\pi}{4} (6)^2$$

$$A_r = 28,26 \text{ cm}^2$$

4.2.2 Laju Aliran Yang Dibutuhkan Pompa

Laju aliran yang dibutuhkan pompa dengan putaran motor 1450 rpm dan kapasitas pompa 10 cc dapat dihitung sebagai berikut :

$$Q = (10 \text{ cc}) \cdot (1450 \text{ rpm})$$

$$Q = 14500 \frac{\text{cc}}{\text{menit}}$$

$$Q = 14,5 \frac{\text{liter}}{\text{menit}}$$

$$Q = 241 \frac{\text{cm}^3}{\text{detik}}$$

4.2.3 Kecepatan Piston Pada Saat Turun dan Naik

Kecepatan hidrolik dapat dihitung dengan laju aliran yang dibutuhkan pompa (Q) dibagi dengan luasan (A), dengan panjang stroke = 50 cm sehingga didapatkan hasil :

Kecepatan hidrolik pada saat turun

$$V_{\text{turun}} = \frac{Q}{A_s}$$

$$V_{\text{turun}} = \frac{241 \frac{\text{cm}^3}{\text{detik}}}{94,98 \text{ cm}^2}$$

$$V_{\text{turun}} = 2,53 \frac{\text{cm}}{\text{detik}}$$

Kecepatan hidrolik pada saat naik

$$V_{\text{naik}} = \frac{Q}{(A_s - A_r)}$$

$$V_{\text{naik}} = \frac{241 \frac{\text{cm}^3}{\text{detik}}}{(94,98 - 28,26) \text{ cm}^2}$$

$$V_{\text{naik}} = 3,61 \frac{\text{cm}}{\text{detik}}$$

4.2.4 Daya Motor Yang Dibutuhkan

Dengan mengetahui cairan yang dibutuhkan pompa (Q) = 241 (cm^3/detik) dan Tekanan maksimal (p) = 100 (kg/cm^2), maka daya motor dapat dicari :

$$\text{Daya motor} = \frac{Q \cdot p}{1714}$$

Q = debit minyak, gpm

$$= \frac{14,5 \text{ liter/menit}}{3,8 \text{ liter}}$$

$$= 3,81 \text{ gpm}$$

p = tekanan, psi

$$= \frac{100 \frac{\text{kg}}{\text{cm}^2}}{1,01 \frac{\text{kg}}{\text{cm}^2}} 14,224 \text{ psi}$$

$$= 1408,32 \text{ psi}$$

$$\text{Daya motor} = \frac{(3,81) \cdot (1408,32)}{1714}$$

$$\text{Daya motor} = 3,13 \text{ hp}$$

4.2.5 Perhitungan Gaya

Dengan mengetahui tekanan yang terbaca pada pressure gage = 40 kg/cm^2 dan luas silinder = $94,98 \text{ cm}^2$, maka didapatkan gaya sebesar :

$$F = p \times A_s$$

$$F = 40 \times 94,98$$

$$F = 3799,2 \text{ kg}$$

4.2.6 Perhitungan Tekanan Yang Diterima Bahan

Dengan mengetahui gaya yang diterima = $3799,2 \text{ kg}$ dan luas cetakan (A_c) = $25 \times 25 \text{ cm}$, maka dapat dihitung tekanan yang diterima bahan :

$$p_b = \frac{F}{A_c}$$

$$p_b = \frac{3799,2}{(25 \times 25)}$$

$$p_b = 6,078 \text{ kg/cm}^2$$

4.2.7 Perhitungan Volume

Dengan mengetahui luasan cetakan = 25x25 cm dan tinggi limbah botol plastik setelah di pres = 7,5 cm, maka volume dapat dihitung :

$$V = \text{panjang} \times \text{lebar} \times \text{tinggi}$$

$$V = 25 \times 25 \times 7,5$$

$$V = 4687,5 \text{ cm}^3$$

4.2.8 Perhitungan Kerapatan

Dengan mengetahui massa bahan yang dipres = 2 kg dan volume bahan setelah dipres = 4687,5 cm³, maka kerapatan dapat dihitung :

$$\rho = \frac{m}{V}$$

$$\rho = \frac{2 \text{ kg}}{4687,5 \text{ cm}^3}$$

$$\rho = 4,267 \times 10^{-4} \frac{\text{kg}}{\text{cm}^3}$$

4.3 Hasil Perhitungan

Dari percobaan yang telah dilakukan dengan berat limbah botol plastik dan mengatur tekanan pada sistem hidrolik, maka data yang didapatkan adalah sebagai berikut :

Tabel 4.4 Hasil perhitungan saat pengepresan dengan berat 2 kg

No	Berat bahan (kg)	Tekanan terukur (kg/ cm ²)	Gaya piston (kg)	Tekanan yang diterima bahan (kg/ cm ²)	Tinggi limbah botol plastik setelah 2menit (cm)	Volume bahan (cm ³)	kerapatan bahan (kg/m ³)
1	2	40	3799,2	6,08	7,5	4687,50	426,67
2	2	50	4749	7,60	6,5	4062,50	492,31
3	2	60	5698,8	9,12	5,9	3687,50	542,37
4	2	70	6648,6	10,64	5,5	3437,50	581,82
5	2	80	7598,4	12,12	5,2	3250	615,38
6	2	90	8548,2	13,68	4,8	3000	666,67
7	2	100	9498	15,12	4,4	2750	727,27

Tabel 4.5 Hasil perhitungan saat pengepresan dengan berat 4 kg

No	Berat bahan (kg)	Tekanan terukur (kg/ cm ²)	Gaya piston (kg)	Tekanan yang diterima bahan (kg/ cm ²)	Tinggi limbah botol plastik setelah 2menit (cm)	Volume bahan (cm ³)	kerapatan bahan (kg/m ³)
1	4	40	3799,2	6,01	14,7	9187,50	435,37
2	4	50	4749	7,57	13,8	8625	463,77
3	4	60	5698,8	9,11	11,7	7312,50	547,01
4	4	70	6648,6	10,64	11,2	7000	571,43
5	4	80	7598,4	12,16	10,3	6437,50	621,36
6	4	90	8548,2	13,68	9,6	6000	666,67
7	4	100	9498	15,12	9,2	5750	695,65

Tabel 4.6 Hasil perhitungan saat pengepresan dengan berat 6 kg

No	Berat bahan (kg)	Tekanan terukur (kg/cm ²)	Gaya piston (kg)	Tekanan yang diterima bahan (kg/cm ²)	Tinggi limbah botol plastik setelah 2menit (cm)	Volume bahan (cm ³)	kerapatan bahan (kg/m ³)
1	6	40	3799,2	6,08	20,7	12937,50	463,77
2	6	50	4749	7,60	19,6	12250	489,60
3	6	60	5698,8	9,12	18,2	11375	527,47
4	6	70	6648,6	10,64	16,4	10250	585,37
5	6	80	7598,4	12,16	15,1	9437,50	635,76
6	6	90	8548,2	13,68	14,4	9000	666,67
7	6	100	9498	15,20	13,4	8375	716,42

Tabel 4.7 Tabel hasil perhitungan setelah pengepresan dengan berat 2kg

No	Berat bahan (kg)	Tekanan terukur (kg/cm ²)	Gaya piston (kg)	Tekanan yang diterima bahan (kg/cm ²)	Tinggi limbah botol plastik setelah piston naik (cm)	volume bahan (cm ³)	kerapatan bahan (kg/m ³)
1	2	40	3799,2	6,08	23,1	14437,50	138,53
2	2	50	4749	7,60	21,3	13312,50	150,23
3	2	60	5698,8	9,12	18,5	11562,50	172,97
4	2	70	6648,6	10,64	17,1	10687,50	187,13
5	2	80	7598,4	12,16	16,7	10437,50	191,62
6	2	90	8548,2	13,68	16,4	10250	195,12
7	2	100	9498	15,20	14,5	9062,50	220,69

Tabel 4.8 Tabel hasil perhitungan setelah pengepresan dengan berat 4 kg

No	Berat bahan (kg)	Tekanan terukur (kg/cm ²)	Gaya piston (kg)	Tekanan yang diterima bahan (kg/cm ²)	Tinggi limbah botol plastik setelah piston naik (cm)	volume bahan (cm ³)	kerapatan bahan (kg/m ³)
1	4	40	3799,2	6,08	38,2	23875	167,54
2	4	50	4749	7,60	36,3	22687,50	176,31
3	4	60	5698,8	9,12	31,7	19812,50	201,89
4	4	70	6648,6	10,64	31	19375	206,45
5	4	80	7598,4	12,16	29,2	18250	219,18
6	4	90	8548,2	13,68	28,7	17937,50	223,00
7	4	100	9498	15,20	26,3	16437,50	243,35

Tabel 4.9 Tabel hasil perhitungan setelah pengepresan dengan berat 6 kg

No	Berat bahan (kg)	Tekanan terukur (kg/cm ²)	Gaya piston (kg)	Tekanan yang diterima bahan (kg/cm ²)	Tinggi limbah botol plastik setelah piston naik (cm)	volume bahan (cm ³)	kerapatan bahan (kg/m ³)
1	6	40	3799,2	6,08	48,2	30125	199,17
2	6	50	4749	7,60	46,4	29000	206,90
3	6	60	5698,8	9,12	43,2	27000	222,22
4	6	70	6648,6	10,64	41,5	25937,50	231,33
5	6	80	7598,4	12,16	39,5	24687,50	243,04
6	6	90	8548,2	13,68	38,1	23812,50	251,97
7	6	100	9498	15,20	36,3	22687,50	264,46

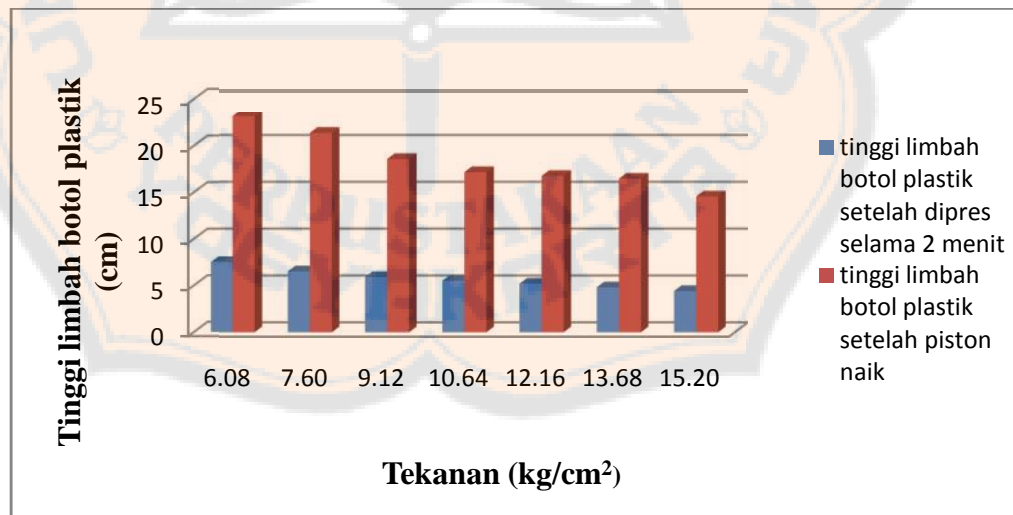
4.4 Grafik Hasil Perhitungan

Dari data yang telah diperoleh, kemudian diolah kembali ke dalam bentuk grafik untuk mengetahui tinggi limbah botol plastik setelah dipres selama 2 menit dengan tinggi limbah botol plastik setelah piston dinaikan setiap tekanan, dan kerapatan limbah botol plastik (kg/) dengan tekanan pres (kg/). Grafik yang disajikan untuk setiap percobaan dapat dilihat pada grafik berikut ini :

4.4.1 Grafik Selisih Tinggi Limbah Botol Plastik

1. Grafik selisih tinggi limbah botol plastik dengan berat 2 kg

Berdasarkan hasil pengambilan data pada Tabel 4.1, maka dapat dibuat grafik untuk mengetahui selisih tinggi limbah botol plastik setelah dipres selama 2 menit dengan setelah piston dinaikan yang disajikan pada Gambar 4.1.

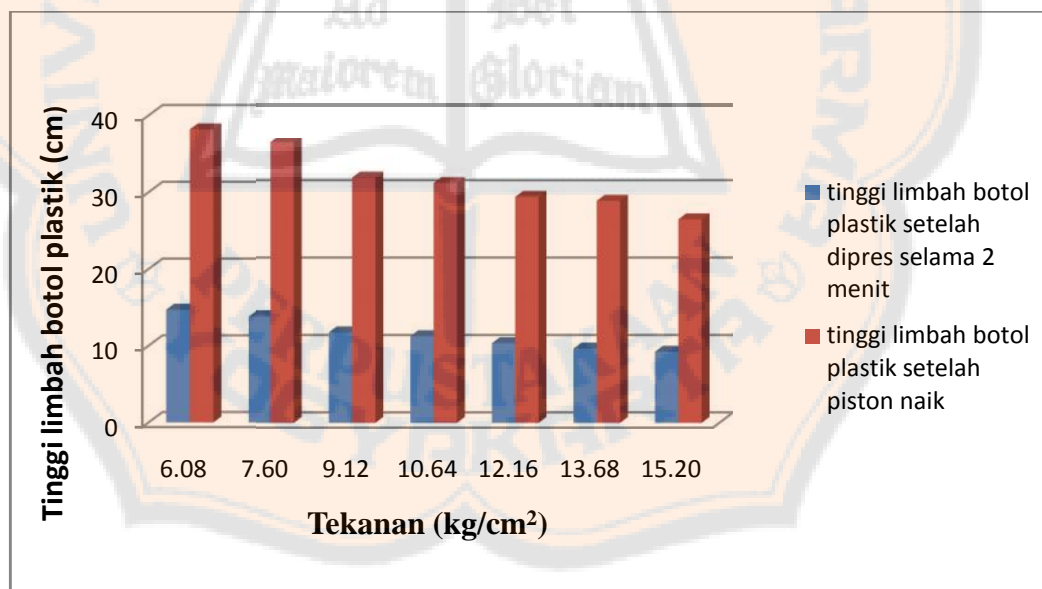


Gambar 4.1 Grafik selisih tinggi limbah botol plastik dengan berat 2 kg.

Dilihat dari Gambar 4.1 maka terjadi selisih antara tinggi limbah botol plastik setelah 2 menit dengan posisi piston menekan dan tinggi limbah botol plastik setelah piston dinaikkan. Selisih terjadi karena limbah botol plastik mengembang sehingga pada saat piston dinaikkan limbah botol plastik ikut naik. Tetapi semakin besar tekanan yang diberikan selisih yang terjadi semakin kecil.

2. Grafik selisih tinggi limbah botol plastik dengan berat 4 kg

Berdasarkan hasil pengambilan data pada Tabel 4.2, maka dapat dibuat grafik untuk mengetahui selisih tinggi limbah botol plastik setelah dipres selama 2 menit dengan setelah piston dinaikkan yang disajikan pada Gambar 4.2.

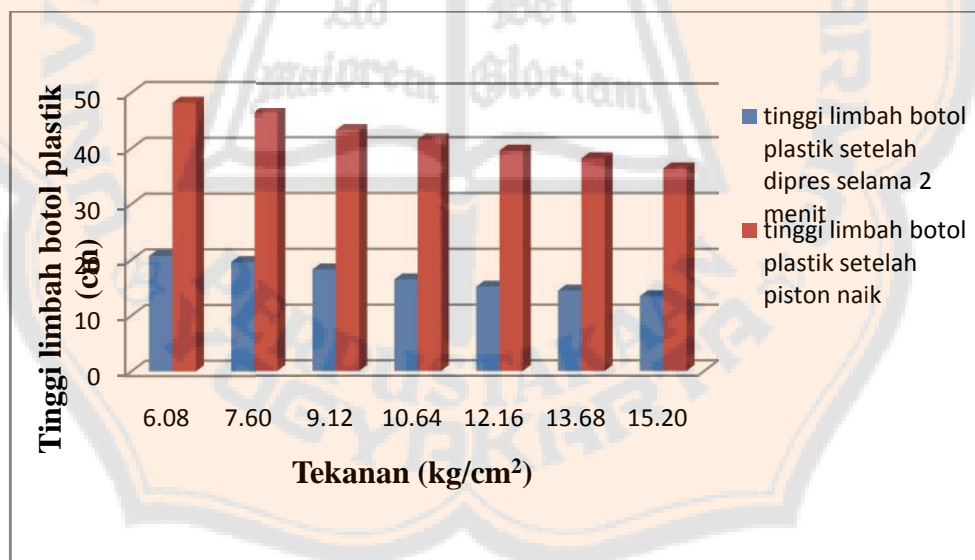


Gambar 4.2 Grafik selisih tinggi limbah botol plastik dengan berat 4 kg.

Dilihat dari Gambar 4.2 maka terjadi selisih antara tinggi limbah botol plastik setelah 2 menit dengan posisi piston menekan dan tinggi limbah botol plastik setelah piston dinaikkan. Selisih terjadi karena limbah botol plastik mengembang sehingga pada saat piston dinaikkan limbah botol plastik ikut naik. Tetapi semakin besar tekanan yang diberikan selisih yang terjadi semakin kecil.

3. Grafik selisih tinggi limbah botol plastik dengan berat 6 kg

Berdasarkan hasil pengambilan data pada Tabel 4.3, maka dapat dibuat grafik untuk mengetahui selisih tinggi limbah botol plastik setelah dipres selama 2 menit dengan setelah piston dinaikkan yang disajikan pada Gambar 4.3.



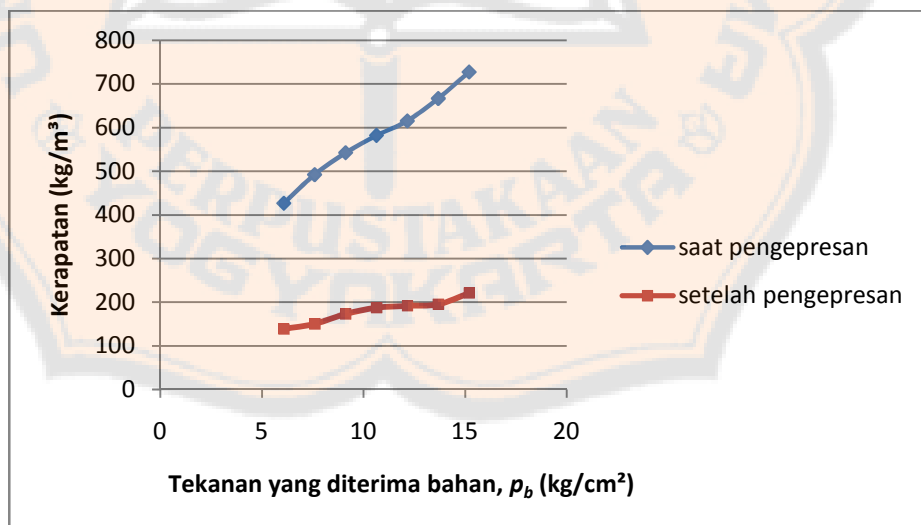
Gambar 4.3 Grafik selisih tinggi limbah botol plastik pada berat 6 kg.

Dilihat dari Gambar 4.3 maka terjadi selisih antara tinggi limbah botol plastik setelah 2 menit dengan posisi piston menekan dan tinggi limbah botol plastik setelah piston dinaikkan. Selisih terjadi karena limbah botol plastik mengembang sehingga pada saat piston dinaikkan limbah botol plastik ikut naik. Tetapi semakin besar tekanan yang diberikan selisih yang terjadi semakin kecil.

4.4.2 Grafik Hubungan Antara Kerapatan Dengan Tekanan Pres

1. Grafik hubungan antara kerapatan dengan tekanan pada saat pengepresan selama 2 menit dan setelah pengepresan pada berat bahan 2 kg.

Berdasarkan hasil perhitungan yang telah dilakukan pada Tabel 4.4, Tabel 4.7, maka dapat dibuat grafik hubungan antara kerapatan dengan tekanan pada saat pengepresan selama 2 menit dan setelah pengepresan limbah botol plastik dengan berat 2 kg, yang disajikan pada Gambar 4.4.

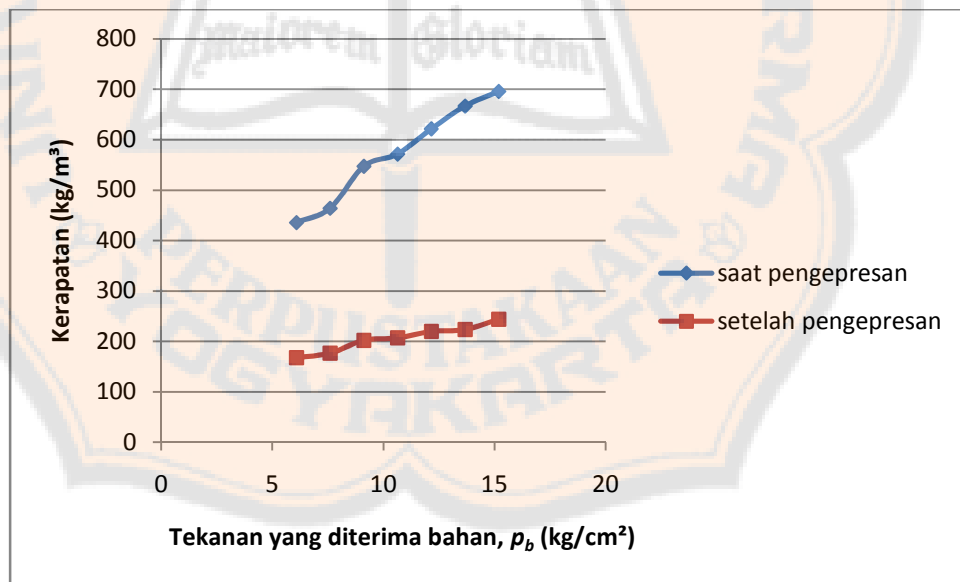


Gambar 4.4 Grafik hubungan antara kerapatan dengan tekanan pada saat pengepresan selama 2 menit dan setelah pengepresan pada berat bahan 2 kg.

Seperti yang ditunjukkan pada Gambar 4.4 hubungan antara kerapatan dan tekanan saat pengepresan limbah botol plastik selama 2 menit dan setelah pengepresan pada berat bahan 2 kg. Pada saat pengepresan kerapatan yang dihasilkan lebih besar dibandingkan kerapatan setelah pengepresan.

2. Grafik hubungan antara kerapatan dengan tekanan pada saat pengepresan selama 2 menit dan setelah pengepresan pada berat bahan 4 kg.

Berdasarkan hasil perhitungan yang telah dilakukan pada Tabel 4.5, dan Tabel 4.8, maka dapat dibuat grafik hubungan antara kerapatan dengan tekanan pada saat pengepresan selama 2 menit dan setelah pengepresan limbah botol plastik dengan berat 4 kg, yang disajikan pada Gambar 4.5.

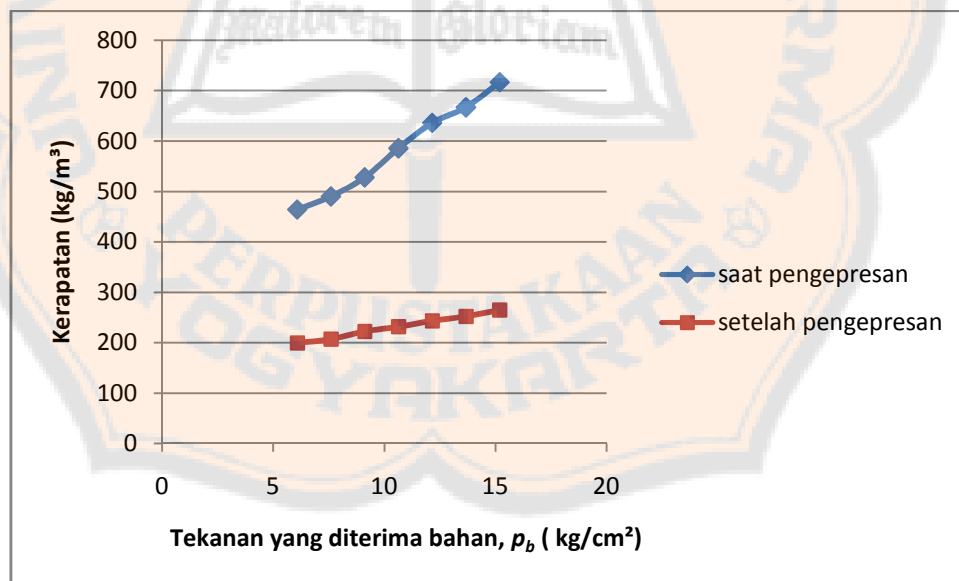


Gambar 4.5 Grafik hubungan antara kerapatan dengan tekanan pada saat pengepresan selama 2 menit dan setelah pengepresan pada berat bahan 4 kg.

Seperti yang ditunjukkan pada Gambar 4.5 hubungan antara kerapatan dan tekanan saat pengepresan limbah botol plastik selama 2 menit dan setelah pengepresan pada berat bahan 4 kg. Kerapatan yang dihasilkan pada saat pengepresan lebih besar dibandingkan dengan kerapatan setelah pengepresan.

3. Grafik hubungan antara kerapatan dengan tekanan pada saat pengepresan selama 2 menit dan setelah pengepresan pada berat bahan 6 kg.

Berdasarkan hasil perhitungan yang telah dilakukan pada Tabel 4.6, dan Tabel 4.9, maka dapat dibuat grafik hubungan antara kerapatan dengan tekanan pada saat pengepresan selama 2 menit dan setelah pengepresan limbah botol plastik dengan berat 6 kg, yang disajikan pada Gambar 4.6.



Gambar 4.6 Grafik hubungan antara kerapatan dengan tekanan pada saat pengepresan selama 2 menit dan setelah pengepresan pada berat bahan 6 kg.

Seperti yang ditunjukkan pada Gambar 4.6 hubungan antara kerapatan dan tekanan saat pengepresan limbah botol plastik selama 2 menit dan setelah pengepresan pada berat bahan 6 kg. Kerapatan yang dihasilkan pada saat pengepresan lebih besar dibandingkan dengan kerapatan setelah pengepresan.



BAB V

PENUTUP

5.1 Kesimpulan

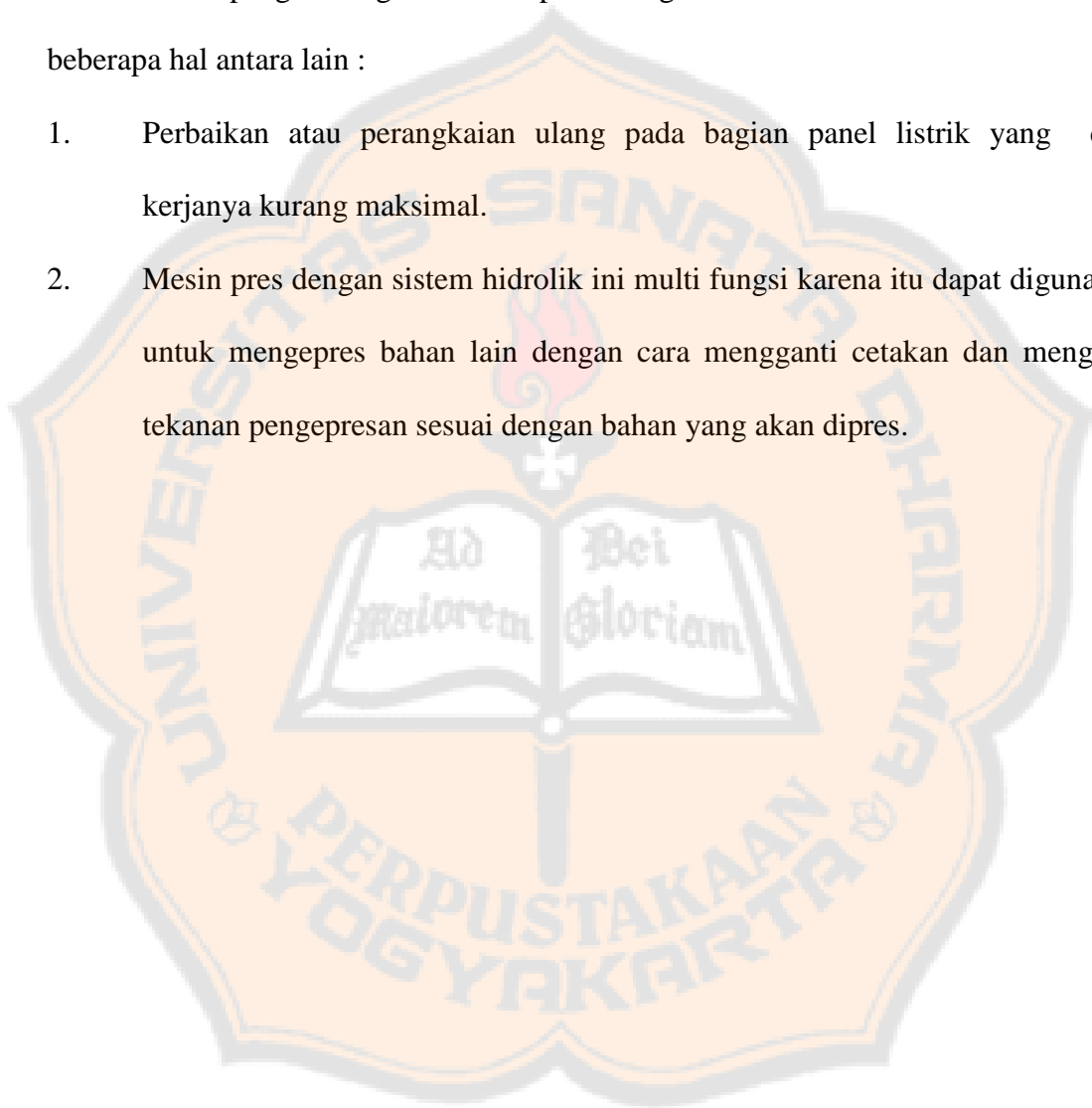
Dari pengujian mesin pres untuk limbah botol plastik dengan sistem kerja hidrolik yang telah dilakukan, maka dapat diambil beberapa kesimpulan sebagai berikut :

1. Telah berhasil dibuat mesin pres hidrolik limbah botol plastik.
2. Mesin pres yang berhasil dibuat memiliki daya motor 3,13 hp, laju aliran pompa 214 cm³/detik, kecepatan hidrolik yang dihasilkan pada saat turun adalah 2,42 cm/detik dan kecepatan pada saat naik adalah 3,45 cm/detik, dengan panjang stroke 50 cm. Tekanan maksimal yang terukur untuk pengepresan 100 kg/cm².
3. Dari penelitian ini, dapat disimpulkan bahwa kerapatan maksimal saat pengepresan 2 menit yang dihasilkan adalah 727 kg/m³ pada tekanan pengepresan yang diterima bahan 15,2 kg/cm² dan untuk berat bahan 2 kg, sedangkan kerapatan minimal setelah piston dilepas yang dihasilkan adalah 138 kg/m³ untuk tekanan pengepresan dan berat bahan yang sama. Semakin besar tekanan yang diberikan pada bahan maka semakin besar kerapatan yang dihasilkan.

5.2 Saran

Pada penelitian ini terdapat kekurangan dan kelebihan yang perlu diperhatikan, maka untuk pengembangan mesin pres dengan sistem hidrolik ini disarankan beberapa hal antara lain :

1. Perbaiki atau perangkaian ulang pada bagian panel listrik yang cara kerjanya kurang maksimal.
2. Mesin pres dengan sistem hidrolik ini multi fungsi karena itu dapat digunakan untuk mengepres bahan lain dengan cara mengganti cetakan dan mengatur tekanan pengepresan sesuai dengan bahan yang akan dipres.



DAFTAR PUSTAKA

Croser. P , 1994 : Festo didatic hydraulics . Indonesia : Festo

Esposito. A, Fluida Power With Applications, Fourth edition, 1980. Prentice Hall International, Inc.

Giles R.V, 1984, Mekanika Fluida dan Hidrolika. Jakarta : Penerbit Erlangga.

Rines, 2011. Bahan Ajar Hidrolik dan Pneumatik Bagian I. Yogyakarta

Rines, 2011. Bahan Ajar Hidrolik dan Pneumatik Bagian II: Pompa dan Komponen-komponen Kendali. Yogyakarta

<http://www.me.edu/~wkdufee/projects/ccefp/fp-chapter/fluid-pwr.pdf>.

Diakses pada tanggal 19 April 2012

<http://cast.csufresno.edu/agedweb/agmach/grapihics/toc.html>. Diakses pada tanggal 14 April 2012

http://www.pirate4x4.com/tech/PRHydro_Steering/index_1.html. Diakses pada tanggal 19 April 2012

LAMPIRAN



1. Gambar mesin pres



2. Gambar limbah botol plastik pada saat pengepresan



3. Gambar limbah botol plastik setelah pengepresan



4. Gambar *pressure gage*, alat pengukur tekanan



5. Kotak cetakan

