

Teknik Mesin

Panduan Praktikum
Pompa

Disusun Oleh:
Dr. Ena Marlina, S.T., M.T.
Ir. Margianto, M.T.
Nur Robbi, S.T., M.T.



**PANDUAN PRAKTIKUM
POMPA**



Program Studi Teknik Mesin (PSTM)

Fakultas Teknik

Universitas Islam Malang

Revisi	:	1 (Satu)
Tanggal	:	18 September 2019
Dikaji ulang oleh	:	Sekretaris Program Studi Teknik Mesin
Dikendalikan oleh	:	Gugus Penjaminan Mutu
Disetujui oleh	:	Ketua Program Studi Teknik Mesin

Proses	Penganggung Jawab			Tanggal
	Nama	Jabatan	Tanda Tangan	
Perumus	Mochammad Basjir, ST., MT.	SekProdi PSTM		21 September 2019
Persetujuan	Nur Robbi, ST., MT.	KaProdi PSTM		30 September 2019
	H.M. Taqiyyuddin A, ST., MT.	WD I FT Unisma		1 Oktober 2019
Penetapan	Ir. H. Warsito, MT.	Dekan FT Unisma		1 Oktober 2019
Pengendalian	Artono Raharjo, ST., MT.	GPM PSTM		2 Oktober 2019

KATA PENGANTAR

Atas berkat rahmat Allah SWT, maka penyusun dapat menyelesaikan penyusunan buku petunjuk praktikum Pompa ini.

Buku praktikum ini dibuat untuk dipergunakan sebagai acuan para mahasiswa/i yang mengikuti kegiatan praktikum Pompa di Laboratorium Pompa Fakultas Teknik Universitas Islam Malang.

Sebelum melakukan kegiatan praktikum, mahasiswa/i diwajibkan untuk memahami proses pengoperasian mesin-mesin Pompa yang digunakan.

Diharapkan dengan adanya buku panduan praktikum ini dapat membantu mahasiswa/i dalam kegiatan praktikum serta penyusunan laporan.

Akhirnya tak lupa penyusun sampaikan terima kasih kepada semua pihak dan seluruh kerabat asisten praktikum Pompa 2003-2004 yang telah membantu terselesaikannya buku petunjuk praktikum ini.

Malang, 18 September 2019

Penyusun

(.....)

PERATURAN PRAKTIKUM

1. Labulaturium adakah tempat praktikum karenanya :
 - a. Jagalah sopan santun didalam laboraturium.
 - b. Berpakailah yang bisa dipakai dalam labolaturium, pakaian kerja yang sopan (bersepatu).
2. Para mahasiswa praktikum diwajibkan datang dan melakukan praktek sesuai dengan jadwal yang sudah ditetapkan.
3. Waktu praktikum :
 - a. Datanglah tepat pada waktunya, bila terlambat datang 15 menit atau lebih tanpa alasan yang bisa diterima maka praktikan tidak diperkenankan melakukan praktikum.
 - b. Bila praktikan tidak hadir pada waktu praktikum atau sampai selesainya praktikum maka biaya praktikum digugurkan.
4. Prosedur pengujian :
 - a. Sebelum pengujian hendaknya dilakukan pemahaman tentang cara pengoperasian alat-alat yang dipakai.
 - b. Sebelum menjalankan alat-alat hendaknya praktikan harus mendapat izin atau petunjuk asisten yang bertugas.
 - c. Setiap praktikan meninggalkan meninggalkan praktikumnya pada jam praktikum harus minta izin dari asisten yang bertugas.
5. Alat-alat :
 - a. Jagalah keamanan alat-alat yang saudara pergunakan, karena kerusakan/kehilangan alat-alat tersebut merupakan tanggung jawab praktikan.
 - b. Praktikan tidak boleh melanjutkan praktikumnya sebalum menyelesaikan tanggung jawabnya tersebut.
 - c. Setelah praktikum, praktikan harus mengatur kembali alat-alat dan membersihkannya.
6. Masing-masing praktikan harus membuat atau menyerahkan laporan hasil praktikumnya secara berkelompok, laporan harus jelas dan diketik di kertas A4.
7. Waktu penyerahan laporan di tentukan 4 minggu setelah praktum selesai.

DAFTAR ISI

KATA PENGANTAR	i
PERATURAN PRAKTIKUM	ii
DAFTAR ISI	iii
PERATURAN PRAKTIKUM	1
RANGKAIAN POMPA SERI PARALEL	2
Spesifikasi Dasar Rangkaian Pompa Air Seri Paralel	2
I. Komponen pada rangkaian pompa	3
II. Standart operasional (SOP) MANUAL	4
III. <i>Standart</i> operasional (SOP) OTOMATIS	5
IV. Keterangan pada <i>display</i> panel <i>box</i>	6
V. Jalur Air pada rangkaian Seri Manual	7
VI. Jalur Air pada rangkaian Paralel Manual	8
VII. Jalur Air pada rangkaian Seri Otomatis	9
VIII. Jalur Air pada rangkaian Paralel Otomatis	10
IX. Jalur Air EMERGENCY / Darurat pada rangkaian Paralel Seri Manual / Otomatis	11
X. Penyebab Error Code dan Pembetulan (Troubleshooting)	12
BAB I POMPA	13
1.1. Pendahuluan	13
1.2. Latar Belakang	13
1.3. Tujuan Pompa	14
1.4. Manfaat Pengujian	15
1.5. Teori Pompa	15
1.5.1. Klasifikasi Pompa	16
1.5.2. Pemilihan Dalam Pemakaian Pompa	23
1.5.3. Rumus Perhitungan Pompa	25
1.5.4. Pengujian Pompa	27
1.5.5. Manometer Kerja	27
BAB II PROSEDUR PERCOBAAN	31
2.1. Pemeriksaan Sebelum Pengujian	31
2.2. Langkah - Langkah Pengoperasian	31
2.3. Cara mematikan mesin	32
2.4. Rumus perhitungan	32
BAB III DATA TEKNIS	35

PERATURAN PRAKTIKUM

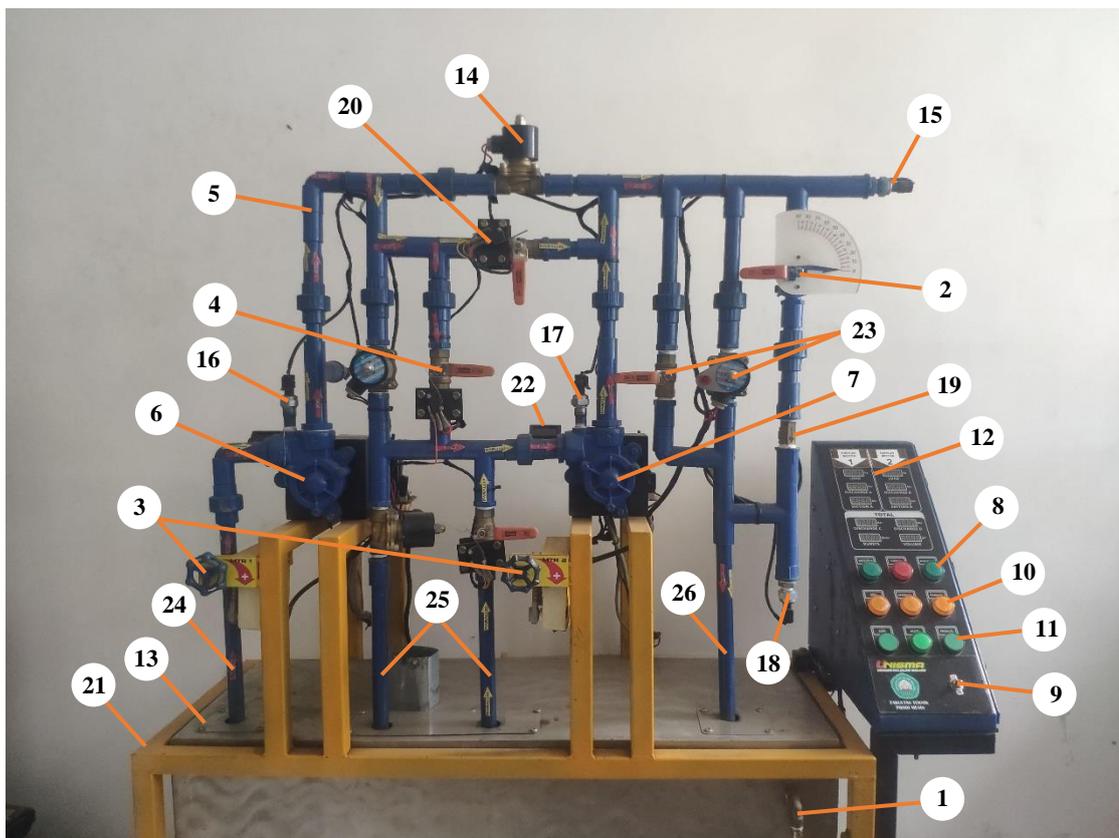
8. Labulaturium adakah tempat praktikum karenanya :
 - c. Jagalah sopan santun didalam laboratorium.
 - d. Berpakaianlah yang bisa dipakai dalam labolaturium, pakaian kerja yang sopan (bersepatu).
9. Para mahasiswa praktikum diwajibkan datang dan melakukan praktek sesuai dengan jadwal yang sudah ditetapkan.
10. Waktu praktikum :
 - c. Datanglah tepat pada waktunya, bila terlambat datang 15 menit atau lebih tanpa alasan yang bisa diterima maka praktikan tidak diperkenankan melakukan praktikum.
 - d. Bila praktikan tidak hadir pada waktu praktikum atau sampai selesainya praktikum maka biaya praktikum digugurkan.
11. Prosedur pengujian :
 - d. Sebelum pengujian hendaknya dilakukan pemahaman tentang cara pengoperasian alat-alat yang dipakai.
 - e. Sebelum menjalankan alat-alat hendaknya praktikan harus mendapat izin atau petunjuk asisten yang bertugas.
 - f. Setiap praktikan meninggalkan meninggalkan praktikumnya pada jam praktikum harus minta izin dari asisten yang bertugas.
12. Alat-alat :
 - d. Jagalah keamanan alat-alat yang saudara pergunakan, karena kerusakan/kehilangan alat-alat tersebut merupakan tanggung jawab praktikan.
 - e. Praktikan tidak boleh melanjutkan praktikumnya sebelum menyelesaikan tanggung jawabnya tersebut.
 - f. Setelah praktikum, praktikan harus mengatur kembali alat-alat dan membersihkannya.
13. Masing-masing praktikan harus membuat atau menyerahkan laporan hasil praktikumnya secara berkelompok, laporan harus jelas dan diketik di kertas A4.
14. Waktu penyerahan laporan di tentukan 4 minggu setelah praktum selesai.

RANGKAIAN POMPA SERI PARALEL

Spesifikasi Dasar Rangkaian Pompa Air Seri Paralel

- *Pressure transducer transmitter DFROBOT.*
- *Digital weight sensor.*
- *Servo Motor Mitsubishi HC-PQ13BUE.*
- *Speed range 360 – 4200 rpm.*
- *Headpump Shimuzi P-128.*
- *Arduino MEGA2560 PRO (EMBED) ATmega 2560 by robotdyn.*
- *Bluetooth V.4 and Mini USB connection for programing.*
- *Material pipa, knee, tee, watermur, PVC Maspion 1/2 inchi .*
- *Onda Valve.*
- *Solenoid electric.*
- *Digital waterflow sensor.*
- *Raspberry Computer for android operating system.*
- *Tian Hong analog to digital converter.*
- *1300 watt.*
- *Rangka Besi hollow 3x3 tebal 3mm.*
- *Tangki air Stainless Steel 304 tebal 1.5mm.*
- *Dimensi 400 x 1200 x 1250mm.*

I. Komponen pada rangkaian pompa



Gambar. I

- | | |
|---|---|
| 1. Indikator level air. | 14. Selenoid. |
| 2. <i>Valve</i> sudut <i>output</i> air. | 15. Sensor tekanan air pompa 1 dan 2. |
| 3. Pengatur putaran motor (RPM). | 16. Sensor tekanan air pompa 1. |
| 4. <i>Valve</i> pengatur mode seri / paralel. | 17. Sensor tekanan air pompa 2. |
| 5. Pipa. | 18. Sensor tekanan air setelah melalui <i>valve</i> sudut buka (No. 2). |
| 6. <i>Head pump</i> / Motor 1. | 19. Sensor debit air. |
| 7. <i>Head pump</i> / Motor 2. | 20. Sensor <i>error code</i> . |
| 8. Kontrol panel <i>box</i> . | 21. Rangka. |
| 9. Saklar <i>ON / OFF</i> panel. | 22. Display RPM. |
| 10. Tombol <i>auto</i> seri. | 23. Selenoid dan <i>Valve</i> darurat. |
| 11. Tombol <i>auto</i> paralel. | 24. Pipa hisap pompa 1. |
| 12. Display operasional. | 25. Pipa hisap pompa 2. |
| 13. Tangki berisi air. | 26. Jalur pipa <i>output</i> .. |

II. Standart operasional (SOP) MANUAL

1. Periksa saklar (No.9) pastikan pada kondisi *OFF*.
2. Periksa level indikator air (No.1) minimal ketinggian air $\frac{1}{2}$ dari selang level dan maksimal $\frac{3}{4}$ dari tinggi selang level, tambahkan air bila ketinggian air kurang.
3. Sambungkan kabel sumber daya panel ke sumber listrik.
4. Buka sudut *valve* pada sudut target percobaan (No.2).



Gambar. II

5. Pastikan rotari pengatur RPM (No.3) pada kondisi *OFF* / putar berlawanan arah jarum jam (kiri) hingga batas maksimal.
6. Atur tuas *valve* manual (No.4) pada rangkaian seri atau paralel.
 - a. Seri : buka *valve* nomor 1 dan tutup nomor 2,3,4.
 - b. Paralel : buka *valve* nomor 2,3 dan tutup nomor 1,4.
7. Hidupkan kelistrikan panel ke arah ON (No.9).

Keberhasilan rangkaian seri / paralel ditandai nyala lampu indikator pada box panel.



Gambar. III

8. Putar rotari RPM (No.3) kearah jarum jam / kanan hingga mencapai target putaran dengan melihat *display* RPM (No.22) seperti gambar ini:



Gambar. IV

9. Catat semua keterangan di *display* pada lembar praktikum.
10. Matikan saklar (No.9) apabila akan mengubah type rangkaian seri ke paralel atau sebaliknya dan ulangi langkah 4 hingga 9.
11. Cabut kabel sumber daya panel dari sumber listrik apabila praktikum selesai.

III. Standart operasional (SOP) OTOMATIS

1. Matikan kelistrikan pada panel / pastikan saklar (No.9) pada kondisi OFF.
2. Sambungkan kabel sumber daya panel kesumber listrik.
3. Tutup semua valve 1,2,3, dan 4.
4. Putar rotari (No.3) kearah jarum jam (kiri) hingga batas minimal.
5. Hidupkan kelistrikan panel dengan mengarahkan tuas saklar (No.9) kearah ON.
6. Secara otomatis rangkaian akan menyala pada *type* SERI.
7. Putar rotari (No.3) kearah jarum jam (kanan) hingga motor 1 dan 2 mencapai target kecepatan.
8. Tekan tombol paralel (No.11 atau 10) akan mengubah rangkaian seri ke paralel atau sebaliknya.
9. Restart *display* jika rangkaian berpindah *type* SERI ke PARALEL menggunakan saklar (No.9) ON/OFF.
10. Catat semua keterangan di *display* pada lembar praktikum.

IV. Keterangan pada *display panel box*



Gambar. V

V. Jalur Air pada rangkaian Seri Manual

Pada gambar dibawah ini jalur berwarna hijau menunjukkan rangkaian *type* SERI *system* manual.



Gambar. VI

VI. Jalur Air pada rangkaian Paralel Manual

Pada gambar dibawah ini jalur berwarna hijau menunjukkan rangkaian *type* PARALEL system manual.



Gambar. VII

VII. Jalur Air pada rangkaian Seri Otomatis

Pada gambar dibawah ini jalur berwarna hijau menunjukkan rangkaian *type* SERI otomatis.



Gambar. VIII

VIII. Jalur Air pada rangkaian Paralel Otomatis

Pada gambar dibawah ini jalur berwarna hijau menunjukkan rangkaian *type* PARALEL *system* otomatis.



Gambar. IX

IX. Jalur Air EMERGENCY / Darurat pada rangkaian Paralel Seri Manual / Otomatis

Pada saat terjadi keadaan darurat jalur berwarna hijau pada rangkaian seri ataupun paralel akan terbangun menuju jalur merah secara otomatis dan *display* akan menunjukan tanda **ERROR**



Gambar. X

X. Penyebab Error Code dan Pembetulan (Troubleshooting)

No.	Keterangan	Penyebab	Pembetulan
1	<i>Display</i> bertuliskan <i>error</i> berkedip.	- Pengaturan <i>valve</i> manual tidak tepat. - Sensor limit <i>switch</i> keluar dari jalur.	- Periksa rangkaian <i>valve</i> manual SOP No.6 - Periksa limit <i>switch</i> sensor seperti pada komponen No.20.
2	Lampu pada Selenoid No.23 selalu berkedip.	- Tekanan air terlalu besar dengan RPM motor terlalu tinggi. - <i>Valve</i> sudut <i>output</i> No.2 bersudut tajam atau tertutup.	- Kurangi RPM motor 1 dan 2 pada komponen No.3. - Buka sudut komponen No.3.
3	<i>Display</i> pada panel <i>box</i> selalu berkedip saat alat di operasionalkan.	- Dudukan kaki alat tidak rata menyebabkan getaran.	- Tempatkan alat pada tempat datar dan tidak bergetar saat beroperasi.
4	<i>Display</i> RPM motor 1 dan 2 tidak stabil saat alat beroperasi.	- Motor terbebani tekanan air saat pengoperasian.	- Tambahkan RPM pada motor sampai target tercapai.

Untuk segala kendala bila tidak teratasi bisa menghubungi [*anekamesin655@gmail.com*](mailto:anekamesin655@gmail.com)

BAB I

POMPA

1.1. Pendahuluan

Didalam kehidupan sehari-hari, seringkali menggunakan pesawat kerja / bantu yang memudahkan untuk menyelesaikan permasalahan secara tepat dan ekonomis. Dalam hal pemindahan suatu *fluida* dari satu tempat ke tempat lain menggunakan suatu pesawat pompa.

Pompa ada beberapa macam tetapi yang sering digunakan dalam kegiatan industri maupun rumah tangga adalah jenis pompa sentrifugal. Pompa sentrifugal mempunyai dua bagian penting, yaitu *impeller* yang berfungsi untuk memindahkan tenaga mekanis dari poros pompa ke *fluida* dengan cara diputar sehingga timbul gaya sentrifugal dan rumah pompa (*cagging*) yang mengarahkan *fluida* ke *impeller* dan sekaligus mengubah tenaga kinetik *fluida* menjadi tenaga tekanan.

Untuk dapat memecahkan suatu masalah yang berhubungan dengan pompa dalam kondisi yang serta terbatas. Jika ketinggian atau kapasitas yang diperlukan tidak dapat dicapai dengan satu pompa saja, maka dapat digunakan dua pompa-dua pompa atau lebih yang disusun secara paralel, seri dan tunggal.

Pada operasi pompa disusun seri diasumsikan terjadi peningkatan *head* tekan yang lebih besar dari pada pompa paralel, sedangkan pompa paralel diasumsikan akan terjadi peningkatan kapasitas pompa lebih besar daripada pompa seri.

Dalam penelitian ini membuat alat peraga (alat uji kerja) pompa untuk mengerti tentang karakteristik kerja pompa sentrifugal susunan seri, paralel dan tunggal.

1.2. Latar Belakang

Pompa merupakan pesawat angkut yang bertujuan untuk memindahkan zat cair melalui saluran tertutup. Pompa menghasilkan suatu tekanan yang berfungsi untuk mengalir zat cair bertekanan rendah ke tekanan yang lebih tinggi dan dari tempat yang rendah ke tempat yang lebih tinggi. Atas dasar kenyataan tersebut maka pompa harus mampu membangkitkan tekanan *fluida* sehingga *fluida* tersebut dapat mengalir atau berpindah. *Fluida* yang dipindahkan adalah *fluida inkompresibel* atau *fluida* yang tidak dapat dimampatkan. Pada penggunaan khusus, pompa dapat digunakan untuk

memindahkan zat cair tertentu seperti lumpur, pulp (bubur kertas) dan lain-lain. Prinsip kerja pompa adalah menghisap dan melakukan penekanan terhadap *fluida*. Pada sisi hisap (*suction*) elemen pompa akan menurunkan tekanan dalam ruang pompa sehingga akan terjadi perbedaan tekanan antara ruang pompa dengan permukaan *fluida* yang dihisap. Akibatnya *fluida* akan mengalir ke ruang pompa. Oleh elemen pompa *fluida* ini akan didorong atau diberikan tekanan sehingga *fluida* akan mengalir ke dalam saluran tekan (*discharge*) melalui lubang tekan. Proses kerja ini akan berlangsung terus selama pompa beroperasi.

Pembuatan alat instalasi pompa ini dimaksudkan untuk mewujudkan secara nyata dari teori-teori yang telah didapatkan selama masa perkuliahan serta digunakan untuk mengetahui karakteristik pompa dan mengetahui efisiensi pompa. Dalam mengetahui karakteristik dan efisiensi pompa dibutuhkan sebuah alat uji, guna untuk melakukan pengujian agar mendapatkan data-data yang dibutuhkan dalam mencari karakteristik dan efisiensi pompa. Alat uji yang diperlukan sebelumnya sudah ada akan tetapi terdapat beberapa kelemahan dalam instalasi pompa tersebut. Kelemahan yang terdapat didalam instalasi pompa ini antara lain :

1. Pada tekanan tinggi, rangkaian instalasi pompa mengalami kebocoran.
2. Rancangan instalasi pompa rumit, sehingga dalam melakukan pengujian mahasiswa sulit memahami rangkaian instalasi pompa tersebut.
3. Data hasil praktikum kurang akurat karena kualitas alat ukur terutama manometer yang kurang baik.

Dikarenakan terdapat beberapa kelemahan pada instalasi pompa, maka diperlukan modifikasi instalasi pompa guna memperbaiki kelemahan yang terdapat pada instalasi pompa tersebut.

1.3. Tujuan Pompa

Dalam percobaan pompa kita harus mengetahui karakteristik pompa untuk mengetahui hasil yang optimal, sedangkan karakteristik pompa merupakan ketergantungan dari *head* (H) tekanan (P) yang dibangkitkan oleh debit (Q) pada kecepatan putar (n).

Adapun tujuan percobaan untuk mendapatkan lengkung karakteristik pada :

- a. *Head* terhadap kapasitas.
- b. Efisiensi terhadap kapasitas.

- c. Daya poros terhadap kapasitas.
- d. Torsi terhadap kapasitas.

1.4. Manfaat Pengujian

Manfaat dari pengujian pompa ini supaya mahasiswa dapat mengaplikasikan teori yang didapatkan dari bangku perkuliahan dan dapat membedakan aliran mana yang lebih tepat di terapkan dalam suatu mekanisme yang sedang dianalisa, aliran serikan, tunggal atau parallel yang lebih efisien.

1.5. Teori Pompa

Pompa adalah jenis mesin *fluida* yang berfungsi untuk memindahkan *fluida* melalui pipa dari satu tempat ke tempat lain. Dalam menjalankan fungsinya tersebut, pompa mengubah energi mekanik poros yang menggerakkan sudu-sudu pompa mejadi energi kinetik dan tekanan pada *fluida*.

Jadi proses konversi energinya adalaa sebagai berikut:

1. Antara sudu *impeler* dan *fluida*, prosesnya energi mekanis alat penggerak dirubah menjadi energi aliran.
2. Pada *volume*, *fluida* diarahkan ke pipa tekanan, sebagai energi kinetis *fluida* dirubah menjadi energi tekan.



Gambar 1.1. Pompa

Sumber : Lab. Teknik Mesin UNISMA

Spesifikasi pompa dinyatakan dengan jumlah *fluida* yang dapat dialirkan per satuan waktu (kapasitas) dan energi angkat (*head*) dari pompa.

1) Kapasitas (Q)

Merupakan *volume fluida* yang dapat dialirkan persatuan waktu. Dalam pengujian ini pengukuran dari kapasitas dilakukan dengan menggunakan *venturi* meter. Satuan dari kapasitas (Q) adalah m^3/s , liter/s, atau ft^3/s .

2) Putaran (n)

Yang dimaksud dengan putaran disini adalah putaran poros (*impeler*) pompa, dinyatakan dalam satuan rpm. Putaran diukur dengan menggunakan *tachometer*.

3) Daya (P)

Daya dibagi menjadi dua macam, yaitu daya poros yang merupakan daya dari motor listrik, serta daya air yang dihasilkan oleh pompa. Satuan daya adalah *watt*.

4) Efisiensi (η)

Merupakan perbandingan antara daya air yang dihasilkan dari pompa, dengan daya poros dari motor listrik.

5) Torsi (T)

Torsi didapatkan dari pengukuran gaya dengan menggunakan dinamometer, kemudian hasilnya dikalikan dengan lengan pengukur momen (L). Satuan dari torsi adalah Nm.

1.5.1. Klasifikasi Pompa

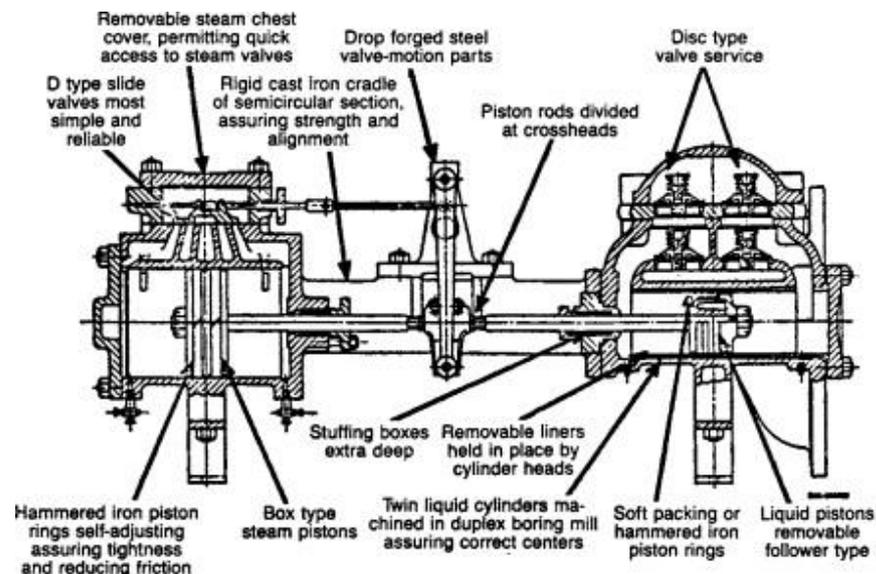
Menurut prinsip kerjanya, pompa diklasifikasikan menjadi dua macam, yaitu:

A. *Positive Displacement Pump*

Merupakan pompa yang menghasilkan kapasitas yang *intermittent*, karena *fluida* ditekan di dalam elemen-elemen pompa dengan *volume* tertentu. Ketika *fluida* masuk, langsung dipindahkan ke sisi buang sehingga tidak ada kebocoran (aliran balik) dari sisi buang ke sisi masuk. Kapasitas dari pompa ini kurang lebih berbanding lurus dengan jumlah putaran atau banyaknya gerak bolak-balik pada tiap satuan waktu dari poros atau engkol yang menggerakkan. Pompa jenis ini menghasilkan *head* yang tinggi dengan kapasitas rendah. Pompa ini dibagi lagi menjadi:

1) Reciprocating Pump (pompa torak)

Pada pompa ini, tekanan dihasilkan oleh gerak bolak-balik translasi dari elemen-elemennya, dengan perantaran *crankshaft*, *camshaft*, dan lain-lainnya. Pompa jenis ini dilengkapi dengan katup masuk dan katup buang yang mengatur aliran *fluida* keluar atau masuk ruang kerja. Katup-katup ini bekerja secara otomatis dan derajat pembukaannya tergantung pada *fluida* yang dihasilkan. Tekanan yang dihasilkan sangat tinggi, yaitu lebih dari 10 atm. Kecepatan putar rendah yaitu 250 sampai 500 rpm. Oleh karena itu, dimensinya besar dan sangat berat. Pompa ini banyak dipakai pada pabrik minyak dan industri kimia untuk memompa cairan kental, dan untuk pompa air ketel pada PLTU. Skema pompa torak ditunjukkan pada gambar 1.2.



Gambar 1.2 Skema Pompa Torak

sumber: marine engine room (2006)

2) Rotary Pump

Tekanan yang dihasilkan dari pompa ini adalah akibat gerak putar dari elemen-elemennya atau gerak gabungan berputar. Bagian utama dari pompa jenis ini adalah :

- a. rumah pompa yang *stasioner*.
- b. rotor, yang di dalamnya terdapat elemen-elemen yang berputar dalam rumah pompa.

Prinsip kerjanya adalah *fluida* yang masuk ditekan oleh elemen-

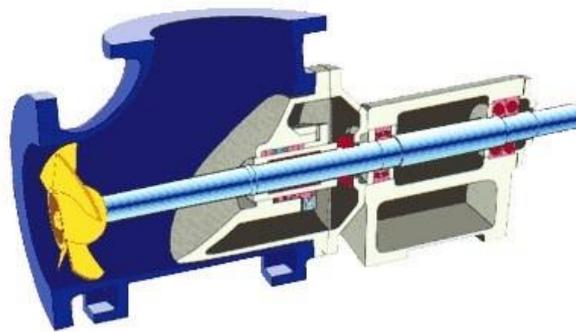
elemen yang memindahkannya ke sisi buang kemudian menekannya ke pipa tekan. Karena tidak memiliki katup-katup, maka pompa ini dapat bekerja terbalik, sebagai pompa maupun sebagai motor. Pompa ini bekerja pada putaran yang tinggi sampai dengan 5000 rpm atau lebih.

B. Dynamic Pump

Merupakan pompa yang ruang kerjanya tidak berubah selama pompa bekerja. Untuk merubah kenaikan tekanan, tidak harus mengubah *volume* aliran fluida. Dalam pompa ini terjadi perubahan energi, dari energi mekanik menjadi energi kinetik, kemudian menjadi energi potensial. Pompa ini memiliki elemen utama sebuah rotor dengan suatu *impeler* yang berputar dengan kecepatan tinggi. Yang termasuk di dalam jenis pompa ini adalah pompa aksial dan pompa sentrifugal.

1) Pompa Aksial

Prinsip kerja dari pompa ini adalah berputarnya *impeler* akan menghisap *fluida* yang dipompakan dan menekannya ke sisi tekan dalam arah aksial. Pompa ini cocok untuk aplikasi yang membutuhkan *head* rendah dan kapasitas tinggi, seperti pada sistem pengairan. Contoh pompa aksial terdapat pada gambar 1.3.



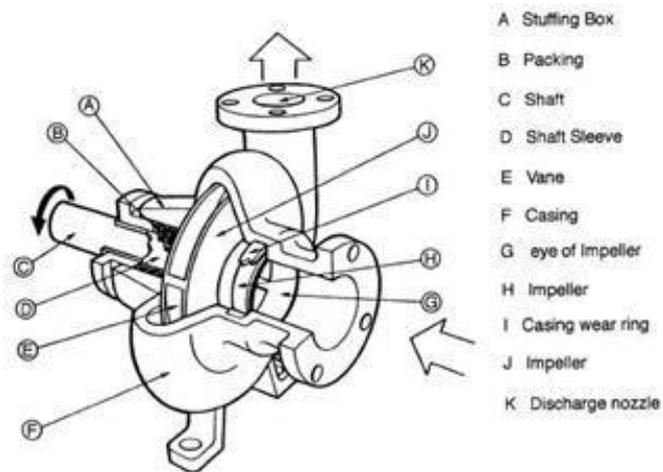
Gambar 1.3 Pompa Aksial

Sumber: <http://artikel-teknologi.com/prinsip-kerja-pompa-aksial/>

2) Pompa Sentrifugal

Elemen pokok dari pompa ini adalah sebuah rotor dengan sudu-sudu yang berputar pada kecepatan tinggi. *Fluida* yang masuk dipercepat oleh *impeler* yang menaikkan tekanan maupun kecepatannya, dan melempar *fluida* keluar melalui *volute* atau rumah siput. Pompa ini digunakan untuk

memenuhi kebutuhan *head* medium sampai tinggi dengan kapasitas aliran medium. Dalam aplikasinya, pompa sentrifugal banyak digunakan untuk proses pengisian air pada ketel dan pompa rumah tangga. Bagian-bagian dari pompa sentrifugal adalah *stuffling box*, *packing*, *shaft*, *shaft sleeve*, *vane*, *casing*, *eye of impeller*, *impeller*, *casing wear ring* dan *discharge Nozzle*.

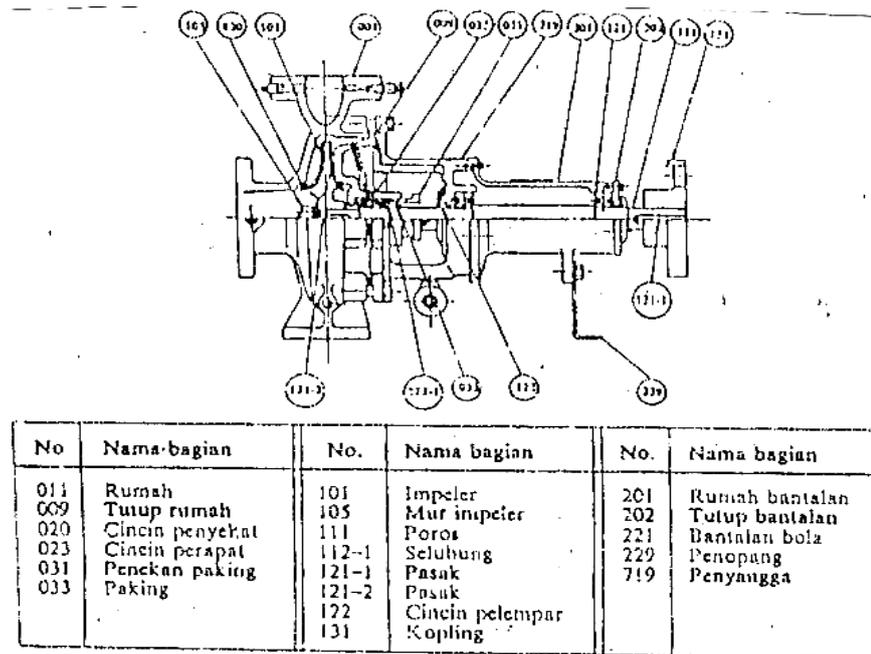


Gambar 1. 4 Penampang memanjang pompa sentrifugal

Sumber: Dietzel (1980:244)

a) Bagian-Bagian Pompa Sentrifugal

Pompa sentrifugal mempunyai konstruksi sedemikian rupa sehingga aliran zat cair yang keluar dari *impeler* akan melalui sebuah bidang tegak lurus poros pompa. Konstruksi dari pompa sentrifugal dapat dilihat pada gambar di bawah ini.



Gambar 1. 5 Bagian-bagian pompa sentrifugal

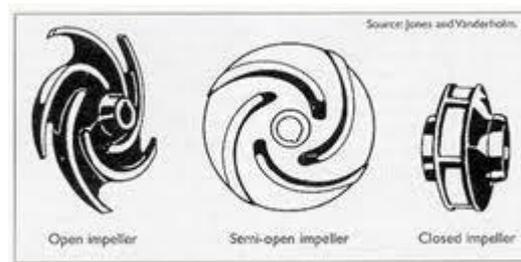
Sumber: Sularso (2000:75)

Impeler dipasang pada satu ujung poros dan pada ujung yang lain dipasang kopling untuk meneruskan daya dari penggerak. Poros ditumpu oleh dua buah bantalan. Sebuah paking atau perapat dipasang pada bagian rumah yang ditembus poros, untuk mencegah air membocor keluar atau udara masuk dalam pompa.

1) Impeler

Merupakan bagian yang berputar dari pompa dan memberikan daya pada air, sehingga air akan mendapatkan energi spesifik berupa kecepatan dan tekanan. Di dalam rumah siput, kecepatan air secara berangsur-angsur diubah menjadi tekanan statis. Jenis-jenis *impeler* ditunjukkan pada gambar 1.6. Jenis- jenis *impeler* yaitu:

- a. *Impeler* Tertutup
- b. *Impeler* Terbuka dan Semi Terbuka
- c. *Impeler* Pompa Berpusar/*Vortex*



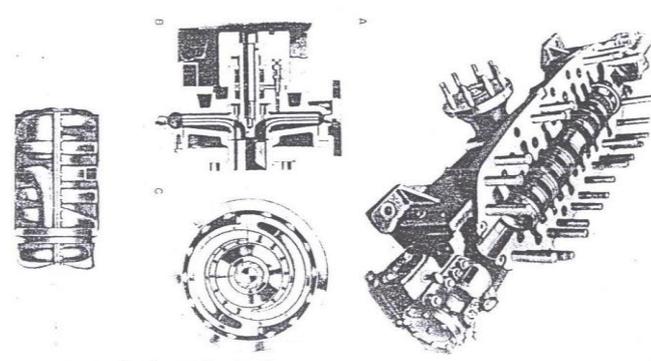
Gambar 1. 6 Jenis *impeler*
Sumber: *Anonymous* 8 (2013)

2) Rumah Pompa

Desain rumah pompa ditunjukkan oleh gambar 1.7.

Rumah pompa memiliki beberapa fungsi, antara lain:

- a. Berfungsi sebagai pengarah fluida yang dilemparkan *impeler*. Akibat gaya sentrifugal yang menuju pompa tekan, sebagian energi kinetik *fluida* diubah menjadi tekanan.
- b. Menutup *impeler* pada penghisapan dan pengiriman pada ujung dan sehingga berbentuk tangki tekanan.
- c. Memberikan media pendukung dan bantalan poros untuk batang torak dan *impeler*.



Gambar 1. 7 Desain rumah pompa
Sumber: Edward (1996:20)

3) Poros Pompa

Sebagai penerus putaran penggerak kepada *impeler* dan pompa.

Poros pompa dibedakan menjadi dua, yaitu :

- d. Poros pompa datar atau *horizontal*
- e. Poros pompa tegak atau *vertikal*

4) Cincin Penahan Keausan atau Cincin Perapat (*Waring Ring*)

Untuk mencegah keausan rumah pompa dan *impeler* pada sambungan yang bergerak (*running joint*), maka dipasang cincin penahan keausan (*waring ring*) yang disebut juga cincin rumah pompa atau cincin perapat.

5) Bantalan Poros

Bantalan yang banyak dipakai pada pompa sentrifugal adalah bantalan anti gesek, selongsong, rol bola, dan bantalan *kingsbury*. Bantalan anti gesek dapat berupa baris tunggal atau ganda. Bantalan rol banyak dipakai untuk poros pompa berukuran besar.

6) Selongsong Poros

Berfungsi untuk mencegah kebocoran udara ke dalam pompa bila beroperasi dengan tinggi isap (*suction lift*) dan untuk mendistribusikan cairan perapat secara merata di sekeliling ruang cincin (*anular space*) antara lubang peti dan permukaan selongsong poros. Selongsong poros disebut juga sangkar perapat atau cincin *lantern*. Skema selongsong poros pompa ditunjukkan oleh gambar 1.8.



Gambar 1. 8 Selongsong poros pompa

(Sumber: Edward (1996:22))

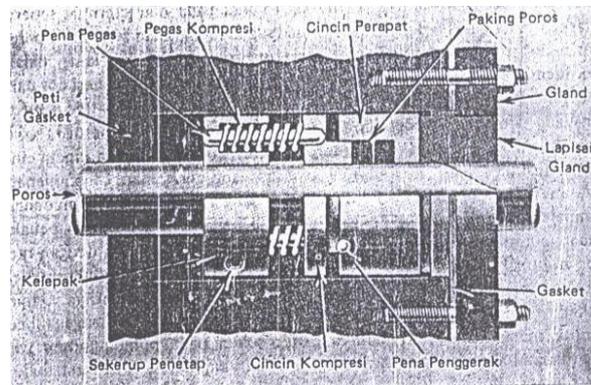
Selongsong poros ini menerima cairan yang bertekanan dari pompa atau sumber tersendiri lainnya. Kadang-kadang digunakan minyak gemuk sebagai medium perapat apabila cairan yang bersih tidak tersedia atau tidak dapat dipakai (pompa air kotor).

7) Peti Gasket

Berfungsi untuk mencegah udara bocor ke dalam rumah pompa bila tekanan di dalamnya berada di bawah tekanan atmosfer.

8) Perapat Poros (Perapat Mekanis)

Digunakan untuk mencegah kebocoran di sekeliling poros. Perapat poros ini juga dipakai apabila peti gasket tidak dapat mencegah kebocoran secara maksimal. Permukaan perapat tegak lurus terhadap poros pompa dan biasanya terdiri dari dua bagian yang dihaluskan dan dilumasi. Perapat poros dibedakan menjadi dua, yaitu jenis dalam dan jenis luar. Jenis luar dipakai apabila cairan yang dipompa berpasir dan tidak diinginkan adanya kebocoran pada peti gasket. Jenis dalam digunakan untuk cairan yang mudah menguap. Skema perapat mekanis dapat dilihat pada gambar 1.9.



Gambar 1. 9 Perapat Mekanis

(Sumber: Edward (1996:24))

1.5.2. Pemilihan Dalam Pemakaian Pompa

Jika pompa dibutuhkan dalam keadaan *variabel*, maka akan lebih ekonomis untuk memakai beberapa pompa yang dihubungkan ganda dari pada memakai pompa yang berukuran besar. Hal tersebut beralasan jika suatu saat kebutuhan menurun, maka seluruh pengeluaran (Discharge) harus kita tutup sebagian, yang mana hal ini dapat mengurangi efisiensi pompa. Begitupun jika salah satu atau beberapa pompa mengalami kerusakan, atau pompa yang lain masih dapat dipergunakan. Apabila kita memakai pompa ukuran besar dan pada suatu saat mengalami kerusakan, atau pompa yang lain masih dapat dipergunakan. Apabila kita memakai pompa ukuran besar dan pada suatu saat mengalami kerusakan akan berhentilah kerja pompa tersebut.

A. Pompa Paralel

Pompa paralel diasumsikan sebagai dua atau lebih pompa yang identik bekerja sama-sama pada kapasitas rendah. Kapasitas total adalah penjumlahan dari masing-masing kapasitas pompa. Sedangkan *head* total pompa paralel cenderung lebih kecil dari pada *head* masing-masing kapasitas pompa, hal tersebut dikarenakan terjadi loses sepanjang saluran.

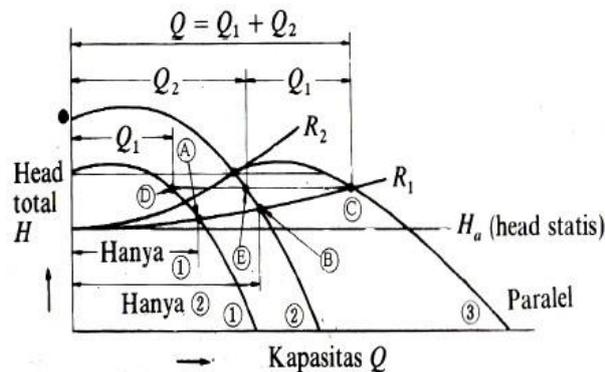


Diagram 1: Diagram *head* vs kapasitas pompa paralel

Pada diagram ditunjukkan karakteristik pompa paralel, kurva CD adalah hubungan *Head* dengan kapasitas pompa A, sedangkan FB adalah hubungan *head* dengan pompa B Brake Horse Power (BHP) masing-masing pompa, sedangkan daya dihitung :

$$Nh = \frac{(QA \pm QB)H}{550}$$

Dimana:

QA dan QB = Kapasitas pompa A dan B dalam (Lt/det)

H = Head (ft)

B. Pompa Seri

Jika dua pompa atau lebih dioperasikan secara seri, maka *head* kombinasi adalah penjumlahan masing-masing *head*. Break Horse Power (BHP) kombinasi juga sebagai penjumlahan BHP masing-masing pompa. Sedangkan daya *hidrolis* dihitung dengan :

$$Nh^2 = \frac{(HA \pm HB)Q}{550}$$

Dimana:

HA dan HB = Kapasitas pompa A dan B dalam (ft²/det)

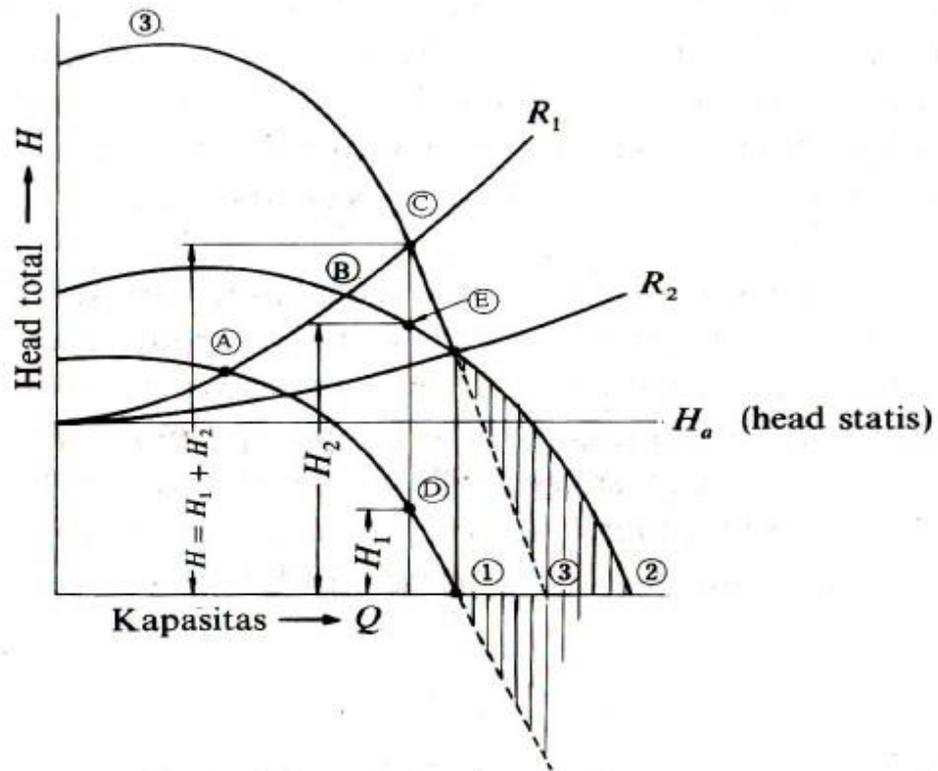


Diagram 2: Diagram *head* vs kapasitas pompa seri

1.5.3. Rumus Perhitungan Pompa

A. Daya Poros

Daya yang diberikan oleh motor listrik:

$$Nh^2 = \frac{(HA \pm HB)Q}{550} \text{ (watt)}$$

Dimana:

n = Putaran poros (rpm)

k = Konstanta brake 53,35

B. Daya Hidrolis

Daya air yang diberikan pompa:

$$W_2 = (P_d - P_s) \cdot Q \text{ (Watt)}$$

$$P_d - P_s = \text{head} \text{ (KN/m}^2\text{)}$$

C. Head (H)

1. Tinggi energi angkat atau daya dinyatakan sebagai satuan untuk daya pompa persatuan laju berat aliran *fluida*
2. Satuan meter

3. Pengukuran dilakukan dengan mengukur beda tekanan antara pipa isap dengan pipa tekanan pada pompa.

$$H \frac{(P_d - P_s)Q}{\alpha}$$

D. Kapasitas (Q)

- a. Jumlah *fluida* yang dapat dialirkan persatuan waktu
- b. Satuan liter/detik

E. Putaran (n)

- a. Diukur dengan *Tachometer*
- b. Satuan (rpm)

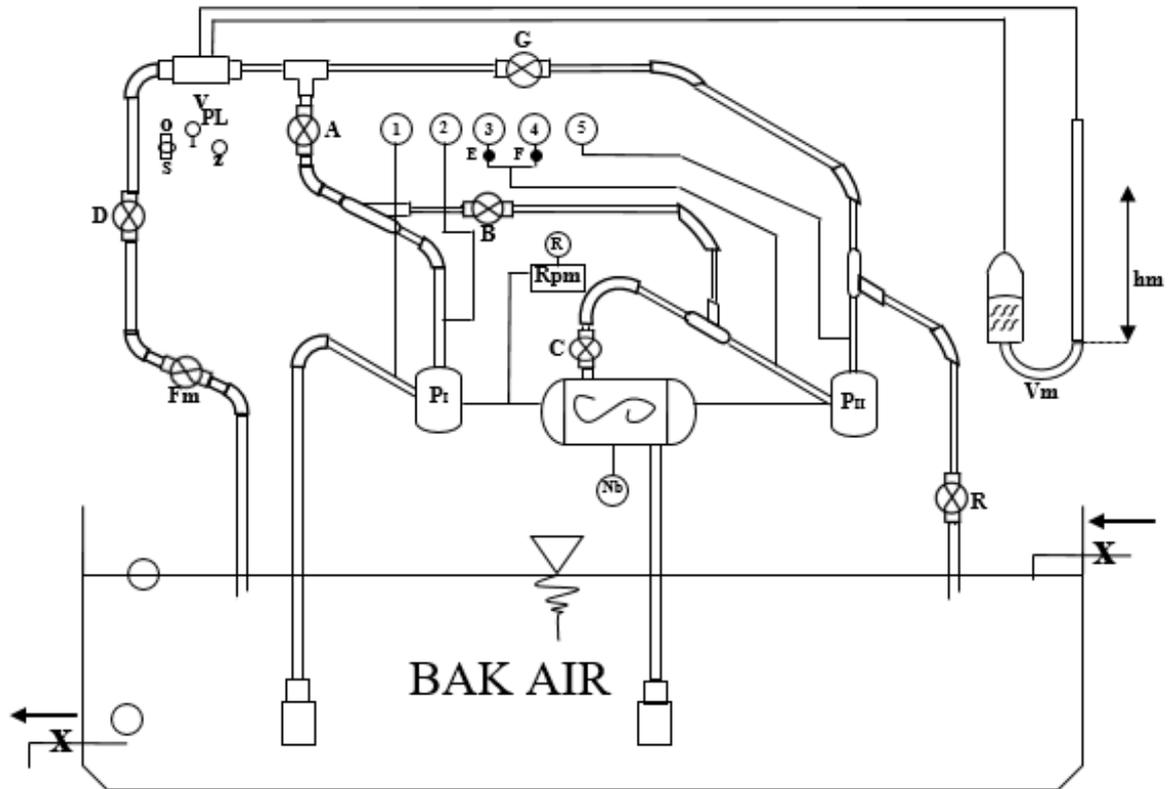
F. Moment Putar (T)

- a. Diukur dengan manometer dengan motor listrik arus searah yang dilengkapi dengan lengan (L)
- b. Satuan Nm
- c. $T = F \cdot L \dots \text{Nm}$
- d. Daya poros (W1)
- e. Daya air (W²)
- f. $W_2 = (P_d - P_s) - Q \dots \dots \text{(Watt)}$

G. Effisiensi (η)

Perbandingan antara daya air dengan daya poros.

1.5.4. Pengujian Pompa



Gambar 1.10 Schematic Diagram pengujian pompa

Keterangan:

S = Saklar	V = Ventury
Fm = <i>Flow meter</i>	R = Pengatur putaran
NB = <i>Neraca Beban</i>	P1 = Pompa I
Vm = <i>Ventury meter</i>	P2 = Pompa II
Z = Skring	1,3 = <i>Manometer vakum</i>
PL = <i>Lampu control</i>	2,4,5 = <i>Manometer kerja</i>
A,B,C,G, dan H = Katup pengatur aliran seri, paralel atau tunggal	
E,F = Katup pengatur tekanan statistik pompa II seri atau paralel	
Rpm = Pengukur putaran	

1.5.5. Manometer Kerja

Dalam pengujian suatu pompa, maka mutlak dilakukan pengukuran parameter, yang hasil pengukurannya merupakan sesuatu data pengukuran parameter tersebut meliputi :

A. Pengukuran Tinggi Tekan (*Head*)

Head adalah energi angkat atau dapat dinyatakan sebagai satuan untuk satuan daya persatuan laju aliran berat fluida (Satuan meter atau *feed fluida*). Harg-harga tinggi tekanan biasanya diperbandingkan terhadap sumbu poros. Untuk tekanan diatas kira- kira 30 ft, biasanya dipakai alat pengukur tekanan yang telah dikalibrasi.

Untuk tinggi tekanan yang biasanya dipakai kolam air atau tabung pipa U adalah air raksa, yang mempunyai gravitasi spesifik sebesar 13,6. *Fluida-fluida* lain seperti karbon *tetraklorida* (gravitasi spesifik sebesar 1,595), *acitelin etrabromida* (gravitasi spesifik 2,96) dan minyak tanah (gravitasi spesifik 0,85) juga sering digunakan. Pada umumnya pengukuran tinggi tekanan (*head*) yang digunakan pada mesin pengujian pompa diukur dengan manometer. Tinggi tekanan akibat kecepatan (*velocity head*) $V^2/2g$ dapat dinyatakan dalam bentuk $0,002594 (pm^2)$ atau $0,0025594 (pm)/D^4$.

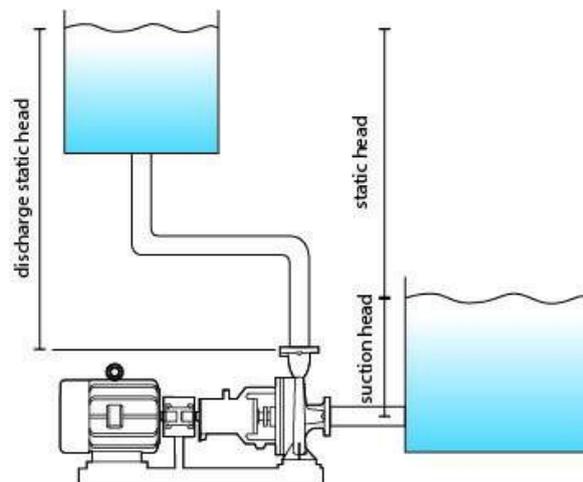
D = diameter pipa

Rumus Umum:

$$H = Z_d - Z_a + \frac{P_d}{t} \cdot \frac{P_s}{t} \cdot \frac{V_d^2}{2g} \cdot \frac{V_s^2}{2g}$$

Rumus untuk instalasi pengujian

$$H = \frac{P_2 - P_1}{t} \quad (\text{m})$$



Gambar 1. 11 *Head* pada sebuah pompa

B. Pengukuran kapasitas

Jumlah *fluida* yang terdapat aliran persatuan waktu (m^3/s atau ft^3/s). Metode yang paling nyata dalam pengukuran kapasitas adalah dengan menghisap atau mengalirkan cairan kedalam tangki dimana perubahan *volume* atau bobotnya dapat dicari untuk selang waktu tertentu. Akan tetapi metode yang paling umum digunakan adalah

ventury meter. Pada fluida mendekati leher (*throat*) atau penampang *ventury* yang paling kecil kecepatan akan bertambah besar dan tekanan statisnya akan menurun.

Laju aliran diukur dengan suatu persamaan yang didasarkan pada suatu *teorema bernaully* dan persamaan kontinuitas.

Bila meteran dipasang pada kedudukan *horizontal*, maka tidak ada perbedaan ketinggian, sehingga persamaan *bernaully* ditulis:

$$\frac{Vm^2}{2g} \cdot \frac{Pm}{t} = \frac{Vt^2}{2g} \cdot \frac{Pa}{t} \text{ atau } \frac{Pm - Pt}{t} = \frac{Vt^2 - Vm^2}{2g} = h$$

dan f menunjukkan mulut (*mouth*) dan leher (*throat*). Sedangkan Pm/Pt adalah manometer, dan luas penampangnya sebanding dengan kuadrat diameternya, persamaannya:

$$2gh = \frac{Q^2}{Am} \left[\frac{Dm^4}{Dt^4} - 1 \right]$$

Jika Dm/Dt diberi tanda R persamaan akan menjadi:

$$Q = Am \frac{\sqrt{2gh}}{\sqrt{R^2 - 1}}$$

$$2gh = \frac{\pi}{4} Dm^2 \text{ dan } T = \frac{\pi}{4} Dt^2$$

$$Am \frac{\sqrt{2gh}}{\sqrt{R^2 - 1}} = C \text{ adalah konstanta}$$

Maka:

$$Q = C \cdot h$$

Nilai konstanta dihitung dari *venturi* meter yang digunakan.

C. Pengukuran Putaran.

Putaran diukur dengan *tachometer* dengan satuan (rpm) untuk pengujian pompa diukur secara digital yang ditunjukkan oleh *electric counter*.

D. Pengukuran Moment Puntir

Moment puntir diukur dengan dynamo meter, dengan memakai motor listrik arus searah yang dilengkapi dengan lengan (L) pengukuran *moment*, satuan Nm atau rumus :

$$T = F \times L$$

Dimana :

F = berat beban timbang (N)

L = Lengan *Moment* (M)

BAB II

PROSEDUR PERCOBAAN

2.1. Pemeriksaan Sebelum Pengujian

1. Pemeriksaan kedudukan alat ukur, apakah ada yang menyimpang dari semestinya.
2. Catat (nol kan) kedudukan petunjuk alat-alat ukur tersebut.
3. Isi tangki air dengan air yang bersih secukupnya.
4. Pastikan bahwa dinamometer dalam keadaan seimbang (menunjukkan angka nol) dan penggerakannya tidak terganggu oleh kabel.
5. Teliti hubungan kabel dengan instrumen'
6. Pastikan bahwa kabel antara listrik sesuai dengan tegangan yang disarankan untuk pompa.
7. Jangan memutar pompa dalam waktu yang lama sebelum pompa diisi dengan air.

2.2. Langkah - Langkah Pengoperasian

1. Isi bak aair melalui saluran pengisian dengan air bersih sebanyak 400 Lt. Sampai kelihatan pada gelas penduga atas (*upper singn glass*)
2. Kedua saluran isap (suction head) pada pompa 1 dan pompa 2 diisi air, dengan cara membuka tutup pengisian dan tuangkan air pelan-pelan. Setelah rumah pompa trisi penuh , kemudian tutup yang rapat (jangan sampai bocor)
3. Perhatikan posisi pengukuran putaran (RPM) pada minimum
4. Posisi semua jarum pada alat-alat ukur menunjukkan pada nol.
5. Posisi sekering (z) dalam siaga
6. Posisi katub A,B,C,D,E,F,G,H sesuai dengan kebutuhan pengujian.
 - a) Pengujian pompa seri
 - Katub B terbuka penuh, hendel katub B dan C searah saluran B (→) dan G (←).
 - Katub A, C, dan H pada posisi tertutup. Posisi hendel katub menyimpang saluran A dan C (←) sedang H (→).
 - Katub *manometer* E pada posisi tertutup *hendelnya* menyilang saluran (→) dibuka searah saluran.

b) Pengujian pompa paralel

- Katub A, C, dan G terbuka penuh. Posisi hendel searah saluran A (\uparrow), C (\uparrow), dan G (\leftarrow).
- Katub B dan H tertutup, posisi *hendel* arah menyilang saluran B (\downarrow) dan H (\leftarrow).
- Katub manometer E terbuka dan F tertutup arah *hendel* searah saluran E (\uparrow) dan arah F menyilang saluran (\rightarrow).

c) Pengujian pompa tunggal

- Katub A, C dan H terbuka penuh, *hendel* searah saluran A (\uparrow), C (\uparrow), dan H (\downarrow).
- Katub B dan G tertutup, hendel menyilang saluran B (), G ()
- Katub *manometer* E dan F ditutup, *hendelnya* menyilang saluran (\rightarrow)

7. Posisi katub D diatur sesuai dengan kebutuhan yang ditunjukkan oleh busur derajat, posisi 0^0 tertutup. Posisi 90^0 terbuka penuh.
8. Untuk menjalankan pengujian motor putar saklar (S) ke posisi 1.
9. Atur knop pengatur putaran (R) ke kanan arah maksimum untuk menaikkan putaran, kekiri arah minimum untuk menurunkan putaran. Jumlah putaran dapat dilihat pada pengukur putaran (Rpm).

2.3. Cara mematikan mesin

1. Buka katub D minimum.
2. Turunkan putaran motor dengan memutar *knop* (R) ke arah minimum.
3. Putar knop saklar (S) pada posisi (O).
4. Buang air pengujian melalui saluran buang.

2.4. Rumus perhitungan

1. Head : - adalah tinggi energi angkat, atau dapat dinyatakan sebagai satuan untuk daya pompa laju berat aliran *fluida*.
 - Satuan
 - Pengukuran dilakukan dengan mengukur beda tekan antara pipa isap dan pipa tekan pada pompa.

$$H = (P_2 - P_1) / \alpha \quad (\text{meter})$$

Diman : P_2 = tekanan pada pipa tekan.

P_1 = tekanan pada pipa hisap.

2. Kapasitas (Q) : - adalah jumlah *fluida* yang dapat dialirkan per satuan waktu.
 - Satuan : liter/detik.
 - Pengukur : *venturimeter*.

$$Q = C\sqrt{h} \text{ liter/detik}$$

Dimana :

h = beda ketinggian Hg pada veturi meter (mm)

C = 0,096 untuk single stage.

= 0,198 untuk two stage.

3. Putaran (n) : - diukur menggunakan *tachometer*.
 - Satuan Rpm diukur secara digital.

4. Moment putaran (T)

- Diukur dengan manometer, dengan memakai motor listrik arus searah yang dilengkapi dengan lengan (I).

- Satuan = N

$$T = F \cdot L \text{ (N.m)}$$

Dimana :

F : Beban berat timbangan (newton)

L : Lengan momen = 179 mm

5. Daya poros (W_1)

$$W_1 = \frac{F \cdot n}{K} \text{ (watt)}$$

$$\text{Dimana : } Hp = \frac{T \cdot n}{716,2 \cdot 9,8} = \frac{F \cdot 1 \cdot n}{716,2 \cdot 9,8}$$

$$Hp = \frac{F \cdot n}{9,8 \cdot \frac{716,2}{1}}$$

$$K = \frac{716,2 \cdot 9,8}{0,179 \cdot 736} = 53,35$$

$$1 = 719 \text{ mm}$$

$$1 \text{ Hp} = 736 \text{ watt}$$

6. Daya air yang dihasilkan pompa (W_2)

$$W_2 = (P_2 - P_1) Q \quad (\text{watt})$$

7. Efisiensi (n) : perbandingan antara daya air dan daya poros.

$$n = \frac{W_2}{W_1}$$

BAB III DATA TEKNIS

POMPA

PEDROLLO Buatan ITALY:

Q : 40 Lt/m pada H : 5 m

H_{max} : 42 m

Putaran : 2900 rpm

Q : 5 Lt pada H : 40 m,

Q_{max} : 45 Lt/m

PIPA :

Maspion AW “1”

Diameter dalam 26,5 ,mm

Diameter luar 32 mm

ELOKAN (*ELBLOW*) :

Jenis pendek 90⁰

Katup (*velve*)

kITZ diameter “1”

DRIVING MOTOR :

Tunggal

Supply : 220 volt : 1 *phase* : 50/60 Hz 6 ampere

Speed : *variable* 1500 – 3000 Rpm

Power Constant : $Watt = \frac{Newton \cdot \frac{Rev}{menit}}{53,35}$

ELECTRIC CONTROL :

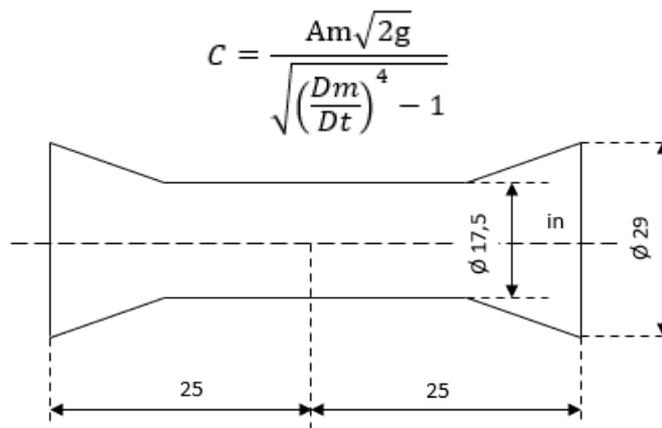
Type : SD – 1,5 KE

Capacity : 1,5 KVA

VENTURY :

Type : Desk Takagi Japan

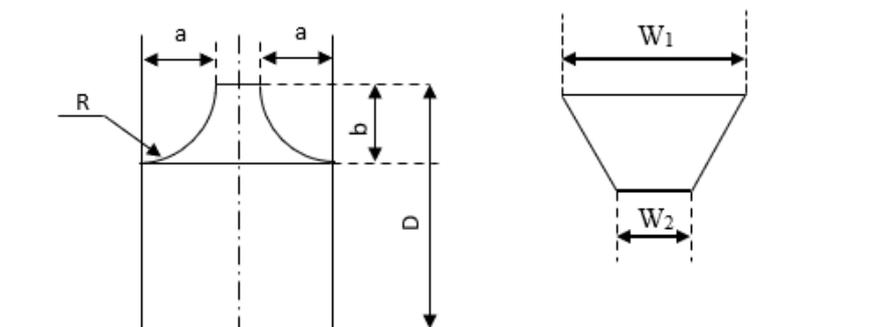
Serial No. :



TACHOMETER

Compact Type M4W—C Autonics.

IMPELLER



Jumlah Sudu : 36 x 2

$a = 3 \text{ mm}$

$W_1 = 4 \text{ mm}$

$b = 7,5 \text{ mm}$

$W_2 = 3 \text{ mm}$

$R = 7 \text{ mm}$

PRONY BRAKE

Panjang lengan (L) : 250 mm

Sekala neraca : 4,95 kg