

SKRIPSI

**ANALISIS PERFORMA POMPA RODA GIGI TERHADAP
PUTARAN DENGAN VARIASI PEMBUKAAN KATUP**

**OLEH :
HIKO DEVIES PAKIDING
D211 16 324**



**DEPARTEMEN MESIN
FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS HASANUDDIN
MAKASSAR**

2021

TUGAS AKHIR

**ANALISIS PERFORMA POMPA RODA GIGI TERHADAP PUTARAN
DENGAN VARIASI PEMBUKAAN KATUP**

OLEH :

HIKO DEVIES PAKIDING

D211 16 324

**Merupakan salah satu syarat untuk memperoleh gelar Sarjana Teknik pada
Departemen Teknik Mesin Fakultas Teknik Universitas Hasanuddin**

DEPARTEMEN TEKNIK MESIN FAKULTAS TEKNIK

UNIVERSITAS HASANUDDIN

MAKASSAR

2021

LEMBAR PENGESAHAN

Tugas akhir ini diajukan untuk memenuhi salah satu persyaratan Mengikuti Ujian Akhir guna memperoleh gelar Sarjana Teknik Mesin pada Jurusan Mesin Fakultas Teknik Universitas Hasanuddin

JUDUL :

**ANALISIS PERFORMA POMPA RODA GIGI TERHADAP PUTARAN
DENGAN VARIASI PEMBUKAAN KATUP**

HIKO DEVIES PAKIDING

D211 16 324


Telah diperiksa dan disetujui oleh:

Hari / tanggal : Jumat , 4 Juni 2021

Dosen Pembimbing I

Dosen Pembimbing II


Prof. Dr. Ir. Luther Sule, MT.


Dr. Eng. Andi Amijoyo Mochtar, ST., M.Sc.

NIP. 19570103 200801 1 009


NIP. 19760216 201012 1 002

Mengetahui,

Ketua Departemen Teknik Mesin

Universitas Hasanuddin




Dr. Eng. Ir. Jalaluddin, ST., MT.

NIP. 19720825 200003 1 001

PERNYATAAN KEASLIAN

Yang bertanda tangan dibawah ini:

Nama : Hiko Devies Pakiding
NIM : D21116324
Program Studi : Teknik Mesin
Jenjang : S1

Menyatakan dengan ini bahwa karya tulisan saya berjudul

ANALISIS PERFORMA POMPA RODA GIGI TERHADAP PUTARAN DENGAN VARIASI PEMBUKAAN KATUP

Adalah karya tulisan saya sendiri dan bukan merupakan pengambilan alihan tulisan orang lain bahwa skripsi yang saya tulis ini benar-benar merupakan hasil karya saya sendiri .

Apabila dikemudian hari terbukti atau dapat dibuktikan bahwa Sebagian atau keseluruhan skripsi ini hasil karya orang lain ,maka saya bersedia menerima sanksi atas perbuatan tersebut.

Gowa , 4 Juni 2021

Yang Menyatakan



Hiko Devies Pakiding

ABSTRAK

Jenis pompa yang digunakan adalah roda gigi dengan tipe roda gigi luar (eksternal gear pump). Kelebihan dari roda gigi ini tidak memerlukan head yang tinggi jika dibanding dengan pomp sentrifugal, putarannya tinggi, arah pemompaan bisa dibalik, dapat memompa cairan yang mengandung uap dan gas, pada waktu pengoperasiannya tidak bising, tidak ada beban bearing yang bergantung diatas dan merupakan jenis pompa rotari yang paling sederhana sehingga menghemat tempat dan ringan. Setelah melakukan pengujian variasi kecepatan putaran pada pompa roda gigi dengan memvariasikan kecepatan putaran sebesar 118,75 rpm , 237,5 rpm, 356,25 rpm, dan 475 rpm dengan pembukaan katup hisap pada setiap besar diameter sebesar 100%, 80%, 60%, 40%, dan 0%, hasil yang diperoleh menunjukkan bahwa jika pembukaan katup hisap diberikan mengakibatkan penurunan nilai debit, daya hidrolis serta efisiensi pada pompa roda gigi. Efisiensi optimum yang dihasilkan sebesar 9,48% yang terjadi pada kecepatan putaran 237,5 rpm dengan pembukaan katup 100%.

Kata Kunci : Pompa Roda Gigi, Pembukaan Katup, Efisiensi

ABSTRACT

The type of pump used is an external gear pump. The advantage of this gear is that it does not require a high head when compared to a centrifugal pump, has high rotation, the direction of pumping can be reversed, it can pump liquids containing steam and gas, when it is needed it is not noisy, there is no load bearing above and is a type of pump. the simplest rotary so that it guarantees a place and light weight. After testing variations in the rotation speed of the gear pump by varying the rotation speed of 118,75 rpm , 237,5 rpm, 356,25 rpm, dan 475 rpm with the opening of the suction valve on each large diameter of 100%, 80%, 60%, 40%, and 0%, the results obtained show that if the opening of the suction valve decreases the discharge value, hydraulic power and efficiency of the gear pump. The resulting optimal efficiency is 9.48% which occurs at a rotation speed of 237.5 rpm with the valve opening 100%.

Keywords: Gear Pump, Valve Opening, Efficiency

KATA PENGANTAR

Puji syukur kehadiran Tuhan Yang Maha Esa atas berkat dan rahmat-Nya lah sehingga penulis dapat menyelesaikan tugas akhir dengan judul “**Analisis Performa Pompa Roda Gigi Terhadap Putaran Dengan Variasi Pembukaan Katup**”. yang mana merupakan salah satu syarat untuk memperoleh gelar sarjana teknik pada Departemen Teknik Mesin Fakultas Teknik Universitas Hasanuddin. Selama proses pengerjaan skripsi ini penulis menerima begitu banyak bantuan dari berbagai pihak. Untuk itu peneliti ingin mengucapkan terimakasih kepada :

1. Kedua orang tua tercinta Dr. Ir. Wempie Pakiding, M.Sc. dan Margareta Lungan serta semua keluarga yang selalu mendampingi, memberi semangat, dan mendoakan.
2. Dr. Ir. Luther Sule, MT dan Dr. Eng. Andi Amijoyo Mochtar, ST., M.Sc selaku dosen pembimbing dalam menyelesaikan tugas sarjana ini. Terima kasih atas bimbingan, pelajaran, dan semangat yang telah diberikan baik dalam pengerjaan tugas sarjana maupun dalam kehidupan.
3. Prof. Dr. Ir. H. Nasaruddin Salam, MT dan Dr. Rustan Taraka, ST. MT. selaku anggota tim penguji yang telah memberikan saran-saran selama proses pengerjaan skripsi.
4. Dr. Eng. Ir. Jalaluddin, ST., MT. sebagai Ketua Departemen Teknik Mesin Fakultas Teknik Universitas Hasanuddin beserta seluruh staf Departemen Teknik Mesin Fakultas Teknik Universitas Hasanuddin atas segala bantuan dan kemudahan yang diberikan.

5. Bapak/Ibu dosen Departemen Teknik Mesin Universitas Hasanuddin yang telah memberikan ilmu, nasehat, dan pengalaman kepada penulis selama menempuh studi di dunia perkuliahan.
6. Sahabat-sahabat yang menemani dalam waktu senang dan susah Yusuf, Javier dan Kak Erik yang selalu mendukung dalam segala hal.
7. Teman- Teman dari Kontrakan 09 yang selalu membuat sesuatu yang baru dan menyenangkan dalam lingkup perkuliahan.
8. Teman-teman Teknik Mesin angkatan 2016/COMPRESSOR'16 yang senantiasa mendukung dan berjuang bersama sejak mahasiswa baru hingga saat ini.
9. HMM FT-UH, yang telah menjadi tempat belajar dan mencoba banyak hal di kampus tercinta.
10. Pihak-pihak yang telah membantu yang tidak bisa disebutkan satu per satu.

Penulis menyadari bahwa skripsi ini masih jauh dari sempurna walaupun telah menerima bantuan dari berbagai pihak. Apabila terdapat kesalahan-kesalahan dalam skripsi ini sepenuhnya menjadi tanggung jawab penulis dan bukan para pemberi bantuan. Kritik dan saran yang membangun akan lebih menyempurnakan skripsi ini.

Gowa, 22 April 2021

DAFTAR ISI

TUGAS AKHIR.....	i
LEMBAR PENGESAHAN	ii
LEMBAR KEASLIAN	iii
ABSTRAK	iv
ABSTRACT.....	iv
KATA PENGANTAR	v
DAFTAR ISI	vii
DAFTAR GAMBAR	x
DAFTAR TABEL	xii
DAFTAR SIMBOL.....	xiii
BAB I PENDAHULUAN.....	1
1.1. Latar belakang.....	1
1.2. Rumusan masalah.....	3
1.3. Tujuan penelitian.....	3
1.4. Batasan masalah	4
1.5. Manfaat penelitian.....	4
BAB II TEORI DASAR	6
2.1. Pengertian pompa.....	6
2.2. Klasifikasi pompa.....	7
2.3. Jenis-jenis pompa rotari.....	9
2.4. Karakteristik pompa rotari.....	16
2.4.1. <i>Head</i> sistem pompa	16

2.4.2.	Kapasitas pompa.....	17
2.4.3.	Perbedaan tekanan pompa	18
2.4.4.	Daya pompa.....	18
2.4.5.	Efisiensi pompa	19
BAB III METODELOGI PENELITIAN.....		20
3.1.	Waktu dan tempat penelitian.....	20
3.2.	Instalasi pengujian.....	20
3.3.	Alat dan bahan Penelitian.....	23
3.4.	Diagram alir penelitian.....	25
BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN		26
4.1.	Hasil	26
4.1.1.	Contoh Perhitungan	26
4.1.2.	Hubungan daya hidrolik dengan daya input	30
4.1.3.	Hubungan efisiensi dengan putaran.....	33
4.1.4.	Hubungan kapasitas aliran dengan putaran	36
4.1.5.	Hubungan tekanan dengan putaran.....	39
4.2.	Pembahasan	43
4.2.1.	Hubungan daya hidrolik dengan daya input	43
4.2.2.	Hubungan efisiensi dengan putaran.....	44
4.2.3.	Hubungan kapasitas aliran dengan putaran	45
4.2.4.	Hubungan tekanan dengan putaran.....	46
4.2.5.	Pengaruh rendahnya efisiensi pompa akibat perubahan jenis fluida (oli diganti air)	48

BAB V KESIMPULAN DAN SARAN.....	50
5.1. Kesimpulan.....	50
5.2. Saran.....	51
DAFTAR PUSTAKA	52
LAMPIRAN	53

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1. Klasifikasi <i>Dynamic Pump</i>	8
Gambar 2.2. Klasifikasi <i>Displacement Pumps</i>	9
Gambar 2.3. Pompa Kam dan Piston	10
Gambar 2.4. Pompa Roda Gigi Luar (External Gear Pump)	10
Gambar 2.5. Cara Kerja Pompa Roda Gigi Luar (External Gear Pump).....	11
Gambar 2.6. Pompa Roda Gigi Dalam (Internal Gear Pump)	13
Gambar 2.7. Pompa Cuping	13
Gambar 2.8. Pompa Sekrup	14
Gambar 2.9. Pompa baling berayun.....	14
Gambar 2.10. Pompa Baling Bergeser.....	15
Gambar 2.11. Pompa blok kumaran.....	15
Gambar 2.12. Head sistem pompa	16
Gambar 2.13. Ilustrasi Tekanan Pompa Roda Gigi.....	18
Gambar 3.1. Skema Instalasi Pompa dan PBOC (<i>Computer Controlled Multipump Testing Bench</i>).....	21
Gambar 3.2. <i>Interface instrument</i>	22
Gambar 3.3. Komputer.....	22
Gambar 3.4. Gunting.....	23
Gambar 3.5. Busur Derajat.....	23
Gambar 3.6. Selang	23
Gambar 3.7. Katup	24
Gambar 3.8. Penjepit pipa.....	24

Gambar 4.1. Hubungan daya hidrolik terhadap daya input pada setiap pembukaan katup dan setiap variasi kecepatan putaran.	32
Gambar 4.2. Hubungan efisiensi terhadap putaran pada setiap pembukaan katup.....	35
Gambar 4.3. Hubungan kapasitas aliran terhadap putaran pada setiap pembukaan katup.....	38
Gambar 4.3. Hubungan tekanan masuk terhadap putaran pada setiap pembukaan katup.....	41
Gambar 4.3. Hubungan tekanan keluar terhadap putaran pada setiap pembukaan katup.....	42
Gambar 4.3. Grafik efisiensi pompa roda gigi pada temperatura 30 °C.	48

DAFTAR TABEL

Tabel 1.1. Data aktual dari penelitian roda gigi	2
--	---

DAFTAR SIMBOL

Simbol	Keterangan	Satuan
Q	Kapasitas Aliran	m ³ /s
P _f	Daya Input Pompa	W
P _w	Daya Hidrolis Pompa	W
H	Tinggi Total Pompa	m
P ₁	Tekanan Masuk Fluida	Pa
P ₂	Tekanan Keluar Fluida	Pa
v ₁	Kecepatan Masuk Fluida	m/s
v ₂	Kecepatan Keluar Fluida	m/s`
A ₁	Luas Penampang Saluran Masuk	m ²
A ₂	Luas Penampang Saluran Keluar	m ²
z ₁	Tinggi Saluran Masuk Pompa	m
z ₂	Tinggi Saluran Keluar Pompa	m
ρ	Massa Jenis Fluida	kg/m ³
g	Gaya gravitasi	m/s ²
ω	Kecepatan Sudut	rad/sec
n	Kecepatan Putar	rpm
T	Torsi	Nm

η	Effisiensi Pompa	%
N_s	Putaran Spesifik	-
$NPSH_A$	<i>Net Positif Suction Head Available</i>	M
$NPSH_R$	<i>Net Positif Suction Head Required</i>	M
σ	Bilangan Thoma	-

BAB I

PENDAHULUAN

1.1. Latar belakang

Seiring dengan perkembangan zaman kebutuhan akan teknologi pompa sangat dibutuhkan terutama dalam industri yang berskala besar, karena itu diperlukan tenaga-tenaga terampil yang mampu mengoperasikan pompa baik secara manual maupun digital. Pompa merupakan alat yang digunakan untuk memindahkan suatu cairan dari suatu tempat ke tempat lain dengan cara menaikkan tekanan cairan tersebut. Kenaikan tekanan cairan tersebut digunakan untuk mengatasi hambatan-hambatan pengaliran. Hambatan-hambatan pengaliran itu dapat berupa perbedaan tekanan, perbedaan ketinggian atau hambatan gesek.

Sering kali suatu perusahaan membuat pompa tertentu yang hanya digunakan untuk aplikasi khusus. Mengingat banyaknya jenis pompa di pasaran, maka kejelian dalam memilih pompa menjadi syarat utama agar diperoleh kerja pompa yang optimum sesuai dengan sistem yang dilayani. Pada dasarnya saat pompa bergerak, mengalami dua fungsi utama yaitu, (1) Pompa menciptakan kondisi vakum pada saluran masuk pompa, kondisi vakum mendorong fluida dari tangki ke dalam pompa yang disebabkan oleh tekanan *atmosphere*, (2) Gerakan mekanik pompa mengisap fluida ke dalam rongga pemompaan dan mengalirkannya keluar melalui saluarn keluar pompa. (Wismanto dkk, 2015)

Jenis pompa yang digunakan adalah roda gigi dengan tipe roda gigi luar (eksternal gear pump). Kelebihan dari roda gigi ini tidak memerlukan head yang tinggi jika dibanding dengan pomp sentrifugal, putarannya tinggi, arah

pemompaan bisa dibalik, dapat memompa cairan yang mengandung uap dan gas, pada waktu pengoperasiannya tidak bising, tidak ada beban bearing yang bergantung diatas dan merupakan jenis pompa rotary yang paling sederhana sehingga menghemat tempat dan ringan.

Pompa roda gigi merupakan jenis pompa rotary. Jenis pompa ini dalam aplikasinya dapat digunakan sebagai pengendali laju alir volume cairan dengan viskositas yang bervariasi, Adapun perbandingan pompa roda gigi dari jurnal yang dimana motor yang digunakan yaitu tiga fasa dan merupakan pompa roda gigi ber skala besar dikarenakan kapasitas dan head yang tergolong besar. Pompa yang dibandingkan ini menggunakan fluida berupa oli dengan massa jenis 855 kg/m^3 . Berikut hasil penelitian dari jurnal yang dibandingkan (Wismanto dkk, 2015):

Besaran Pompa	data spesifikasi	Data aktual		
		Putaran 1 (1100 rpm)	Putaran 2 (1700 rpm)	Putaran 3 (2000 rpm)
Kapasitas (m ³ /s)	1,10	1,30	1,37	1,32
Head (m)	90	83,27	88,69	88,69
Daya Hidrolik Pompa (watt)	566	271,7	294,34	283,02
Efisiensi Pompa (%)	80	98,4	96,4	95,2

Tabel 1.1 Data aktual dari penelitian roda gigi

Namun, pompa roda gigi mempunyai beberapa kelemahan, seperti: fluida yang digunakan tidak diijinkan mengandung benda padat atau mempunyai viskositas yang sangat tinggi, cairanya harus relatif bersih, pompa tidak dapat dioperasikan dengan saluran tertutup karena akan mengakibatkan kerusakan, clearance antara bagian- bagian yang berputar harus sekecil-kecilnya dan cairan yang mengandung uap atau gas akan mengakibatkan korosi.

Berdasarkan uraian di atas, penulis tertarik untuk mengadakan penelitian

untuk mengetahui karakteristik kinerja dari pompa roda gigi dengan memberikan beberapa variasi putaran dengan kecepatan dengan variasi pembukaan katub. Percobaan di laboratorium dilaksanakan untuk mengetahui kinerja pompa itu sendiri. Seperti daya input, efisiensi pompa, kapasitas, tekanan dan head.

Oleh sebab itu tujuan dalam percobaan nantinya adalah untuk menghitung dan mengetahui faktor-faktor efisiensi kinerja tersebut. Penelitian ini berjudul :

“ANALISIS PERFORMA POMPA RODA GIGI TERHADAP PUTARAN DENGAN VARIASI PEMBUKAAN KATUP”

1.2. Rumusan masalah

Berdasarkan latar belakang yang telah diuraikan, perumusan masalah dalam penelitian ini adalah sebagai berikut :

1. Bagaimana hubungan daya hidrolik terhadap daya input pada pompa roda gigi?.
2. Bagaimana hubungan efisiensi pompa roda gigi terhadap putaran dengan melakukan variasi pembukaan katup?
3. Bagaimana hubungan tekanan pompa roda gigi terhadap putaran dengan melakukan variasi pembukaan katup?

1.3. Tujuan

Adapun tujuan dari penelitian adalah sebagai berikut :

1. Menganalisis hubungan daya hidrolik terhadap daya input pada pompa roda gigi dengan memvariasikan pembukaan katup.
2. Menganalisis hubungan efisiensi pompa terhadap putaran pada pompa roda gigi ketika diberikan variasi pembukaan katub yang berbeda.

3. Menganalisis hubungan tekanan pompa roda gigi terhadap putaran dengan melakukan variasi pembukaan katup.

1.4. Batasan masalah

Mengingat pembahasan penelitian ini dapat meluas. Untuk menghindari hal tersebut maka kami memberi beberapa batasan masalah yang perlu diperhatikan dalam penelitian ini, antara lain:

1. Penelitian dilakukan menggunakan Pompa roda gigi pada alat *multipump testing bench*
2. Variasi kecepatan putaran pada pompa Roda Gigi sebesar yaitu sebesar 118,75 RPM, 237,5 RPM, 356,25 RPM, dan 475 RPM.
3. Variasi Pembukaan Katub pada roda gigi sebesar 100%, 80%, 60%, 40%, dan 0%.
4. Penelitian ini dibatasi dengan variabel-variabel head, kapasitas, efisiensi dan putaran.

1.5. Manfaat penelitian

Hasil dari penelitian ini diharapkan dapat memberikan manfaat sebagai berikut :

1. Menyediakan informasi sebagai referensi tambahan yang ingin melakukan riset secara khusus mengenai efisiensi menggunakan analisis variasi putaran.
2. Data karakteristik variasi putaran yang diperoleh dapat dijadikan acuan untuk mengetahui kinerja dari Pompa roda gigi.

3. Bagi peneliti, menambah pengetahuan tentang kinerja Pompa roda gigi setelah memberikan variasi putaran dari pengetahuan tentang mata kuliah mesin-mesin fluida

BAB II

DASAR TEORI

2.1. Pengetian pompa

Pompa adalah alat untuk memindahkan fluida dari tempat satu ketempat lainnya yang bekerja atas dasar mengkonversikan energi mekanik menjadi energi kinetik. Energi mekanik yang diberikan alat tersebut digunakan untuk meningkatkan kecepatan, tekanan atau elevasi (ketinggian).

Pada umumnya pompa digerakkan oleh motor, mesin atau sejenisnya. Banyak faktor yang menyebabkan jenis dan ukuran pompa serta bahan pembuatnya berbeda, antara lain jenis dan jumlah bahan cairan tinggi dan jarak pengangkutan serta tekanan yang diperlukan dan sebagainya.

Dalam suatu pabrik atau industri, selalu dijumpai keadaan dimana bahan-bahan yang diolah dipindahkan dari suatu tempat ketempat yang lain atau dari suatu tempat penyimpanan ketempat pengolahan maupun sebaliknya. Pemindahan ini dapat juga dimaksudkan untuk membawa bahan yang akan diolah dari sumber dimana bahan itu diperoleh. Kita tahu bahwa cairan dari tempat yang lebih tinggi akan sendirinya mengalir ketempat yang lebih rendah, tetapi jika sebaliknya maka perlu dilakukan usaha untuk memindahkan atau menaikkan fluida, alat yang lazim digunakan adalah pompa. (Sularso, 2006)

Pemindahan fluida dengan menaikkan tekanan pada pompa adalah untuk mengatasi hambatan-hambatan yang terjadi, antara lain:

2.1.1. Hambatan kecepatan

Hambatan ini terjadi karena aliran fluida didalam tabung atau pipa

mempunyai kecepatan tertentu, maka pompa harus memberikan tekanan yang diinginkan.

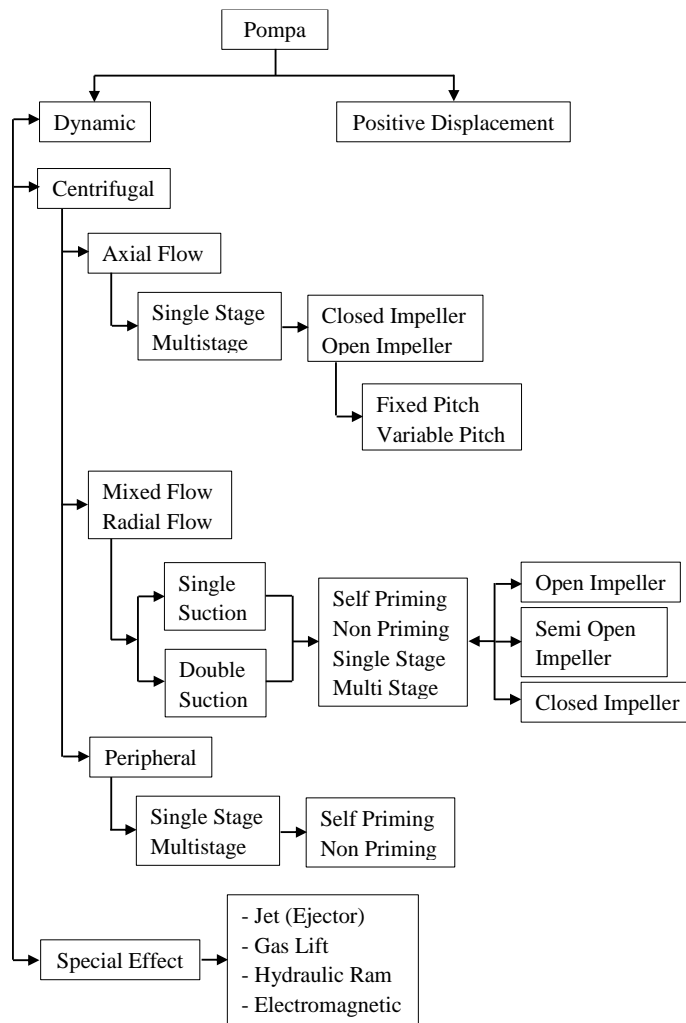
2.1.2. Hambatan gesekan

Hambatan ini terjadi pada gesekan sepanjang pipa-pipa yang dilaluinya.

2.2. **Klasifikasi pompa**

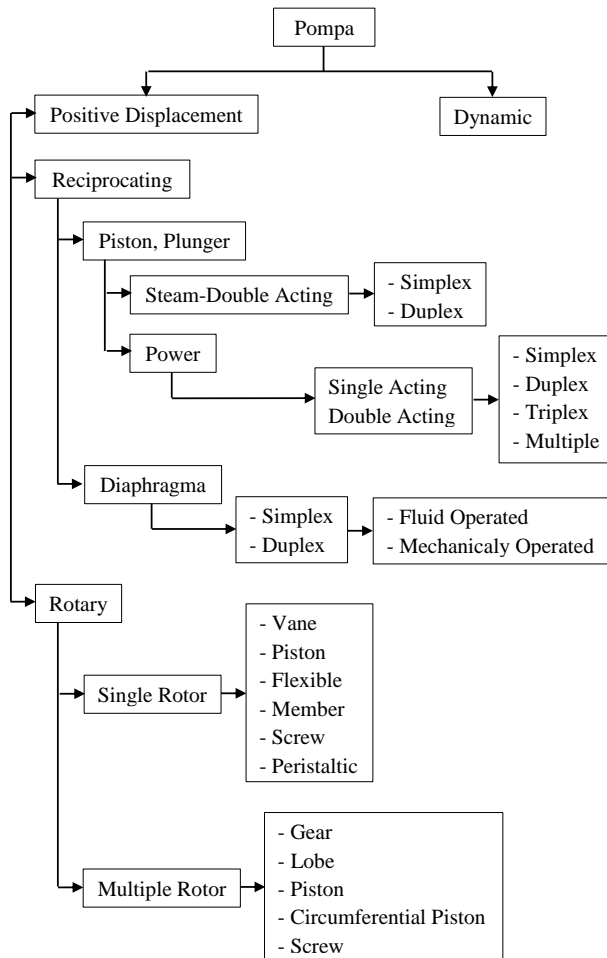
Pompa dapat diklasifikasikan dalam beberapa cara yang berbeda, misalnya berdasarkan kondisi kerjanya, jenis fluida yang dipindahkan, bentuk elemen yang bergerak, jenis penggeraknya, serta berdasarkan cara mentransfer fluida dari dari pipa hisap ke pipa tekan. Namun secara general pompa dapat diklasifikasikan sebagai berikut :

1. Pompa dinamis (*dynamic pump*), di mana pada pompa ini energi ditambahkan secara terus-menerus untuk meningkatkan kecepatan fluida di dalam mesin ke nilai yang lebih besar daripada yang terjadi pada saat pembuangan sehingga penurunan kecepatan di dalam atau di luar pompa dapat menghasilkan peningkatan tekanan. (Karassick, 2008)



Gambar 2.1. Klasifikasi *dynamic pump* (Karassick, 2008)

2. Pompa perpindahan (*displacement pump*), di mana pada pompa ini energi ditambahkan secara berkala dengan menerapkan gaya pada daerah tertentu yang mengandung fluida yang akan di pompakan, menghasilkan peningkatan tekanan langsung hingga mencapai nilai yang dibutuhkan untuk memindahkan fluida melalui katup atau port ke saluran pembuangan. (Karassick, 2008)



Gambar 2.2. Klasifikasi *displacement pumps* (Igor dkk, 2008)

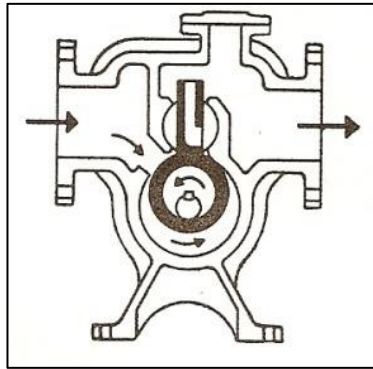
2.3. Jenis-jenis pompa rotary

Jenis pompa rotary terdiri dari beberapa bagian, yaitu: Rumah pompa yang diam mempunyai roda gigi, Baling-baling, Piston, Kam (cam), Segmen, sekrup dan lain sebagainya yang beroperasi dalam ruang bebas (clearance) yang sempit.

Jenis-jenis pompa rotary sebagai berikut ini (Purwanto dkk, 2007) :

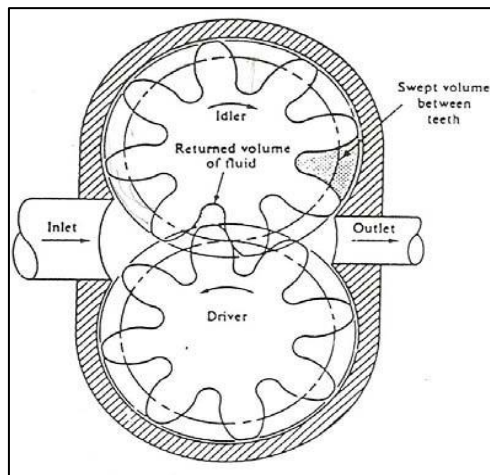
1. Pompa kam dan piston

Pompa ini disebut juga dengan pompa plunyer rotary. Pompa jenis ini terdiri dari lengan eksentrik dan lengan bercelah pada bagian atasnya. Perputaran poros menyebabkan eksentrik menjebak cairan di dalam pompa. Apabila putaran berlanjut, maka cairan akan keluar dari rumah pompa melalui lubang luar pompa (output).



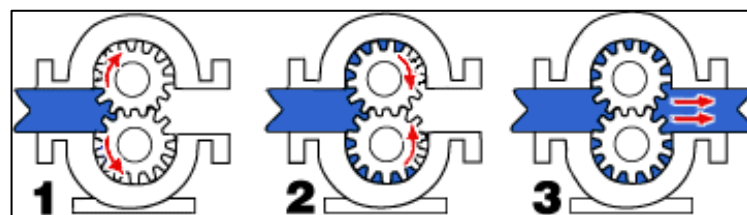
Gambar 2.3. Pompa Kam dan Piston
(Purwanto dkk, 2007)

2. Pompa roda gigi luar (external gear pump)



Gambar 2.4. Pompa roda gigi luar (External Gear Pump)
(Hicks dkk, 1996)

Profil gigi pada umumnya adalah tipe *involute* karena mudah pembuatannya dan mengkoreksinya untuk menghindari interferensi pada kedua roda gigi. Jumlah gigi yang lebih sedikit akan mengurangi kompresi cairan yang terdapat celah-celah yang berhubungan. Cara kerja pompa roda gigi luar berdasarkan pemindahan cairan berada di antara celah-celah gigi dan casing dari sisi isap menuju ke sisi tekan ketika roda gigi berputar. Apabila gerigi roda gigi berpisah pada sisi hisap, cairan akan mengisi ruangan yang ada diantara gerigi tersebut. Kemudian cairan ini akan berputar dan ditekan keluar apabila geriginya bersatu lagi. Roda gigi dapat berupa gigi heliks tunggal, heliks ganda atau gigi lurus. Beberapa desain mempunyai lubang fluida yang radial pada roda gigi bebas dari bagian atas dan akar gerigi sampai ke lubang dalam roda gigi. Ini akan memungkinkan cairan melakukan jalan pintas dari satu gigi ke gigi lainnya, yaitu menghindari tekanan yang berlebihan yang akan membebani *bearing* secara berlebihan dan menimbulkan kebisingan.



Gambar 2.5. Cara kerja Pompa roda gigi luar (External Gear Pump)
(Viking Pump, 1998)

Keuntungan pemakaian roda gigi :

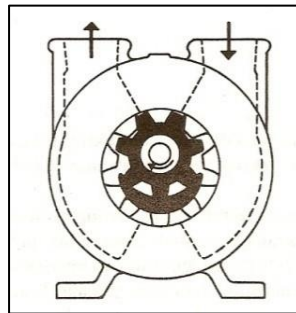
- a) *Self priming* (menghisap sendiri)
- b) Kapasitas konstan pada putaran tertentu
- c) Aliran hampir kontinyu
- d) Arah pemompaannya dapat dibalik
- e) Ringan, menghemat tempat
- f) Dapat memompa cairan yang mengandung uap dan gas

Kelemahan pemakaian pompa roda gigi :

- a) Cairan harus relatif bersih
- b) Pompa tidak dapat dioperasikan dengan saluran tekan tertutup mengakibatkan kerusakan.
- c) Clearance antara bagian-bagian yang berputar harus sekecil-kecilnya.
- d) Poros harus diberi *seal*.
- e) Cairan yang mengandung uap atau gas dapat mengakibatkan erosi permukaan
- f) Karena cairan yang dipompa berfungsi juga sebagai pelumasan, maka pompa tidak dapat dioperasikan dalam keadaan kosong.
- g) Tidak diijikan fluidanya benda padat.

4. Pompa roda gigi dalam (*internal gear pump*)

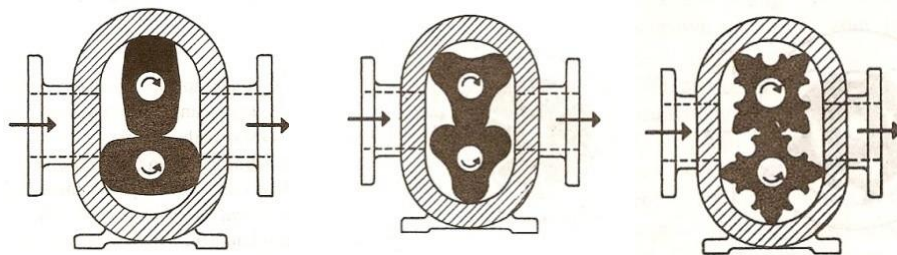
Jenis ini mempunyai rotor yang mempunyai gerigi dalam yang berpasangan dengan roda gigi luar yang bebas. Sebuah sekat yang berbentuk bulan sabit dapat digunakan untuk mencegah cairan kembali ke sisi hisap pompa.



Gambar 2.6. Pompa roda gigi dalam (*Internal gear pump*)
(Purwanto dkk, 2007)

5. Pompa cuping

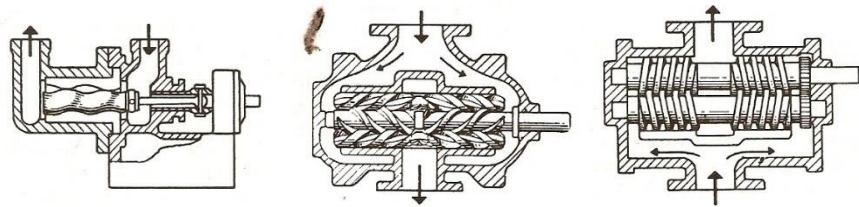
Pompa jenis ini mirip dengan pompa jenis gerigi dalam dan dalam aksinya mempunyai rotor dua atau lebih dari masing-masing rotornya. Putaran rotor tadi, diserempakkan oleh roda gigi luarnya.



Gambar 2.7. Pompa Cuping
(Purwanto dkk, 2007)

6. Pompa sekrup

Pompa ini mempunyai satu atau lebih rotor yang berputar di dalam rumah pompa. Pompa sekrup tunggal mempunyai rotor spiral yang berputar di dalam sebuah stator atau lapisan heliks dalam. Rotor terbuat dari logam dan heliks terbuat dari karet keras, tergantung pada cairan yang dipompakan. Pompa dua sekrup atau tiga sekrup masing-masing mempunyai satu atau dua sekrup bebas.



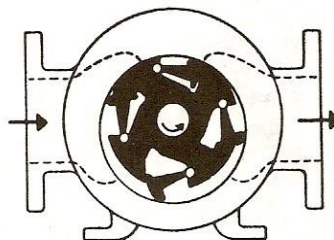
Gambar 2.8. Pompa Sekrup
(Purwanto dkk, 2007)

7. Pompa baling

Pompa baling terdapat beberapa macam, antara lain:

a. Pompa baling berayun

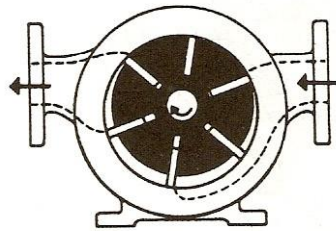
Pompa baling berayun ini akan keluar bila rotor berputar, menjebak cairan dan memaksanya ke luar pipa buang pompa.



Gambar 2.9. Pompa baling berayun
(Purwanto dkk, 2007)

b. Pompa baling bergeser

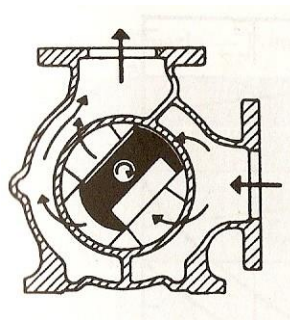
Pompa baling bergeser menggunakan baling-baling yang dipertahankan untuk tetap menekan lubang rumah pompa oleh gaya sentrifugal bila rotor diputar. Cairan yang terjebak di antara dua baling dibawa berputar dan dipaksa keluar dari sisi buang pompa.



Gambar 2.10. Pompa baling geser
(Purwanto dkk, 2007)

8. Pompa blok kumaran

Pompa blok kumaran mempunyai rotor bulat yang digerakkan dalam rumah pompa konsentrik. Didalam rotor tadi, balok kumaran dan piston saling berputar eksentrik yang ditempatkan oleh pena bebas yang menghasilkan isapan dari sisi buang.

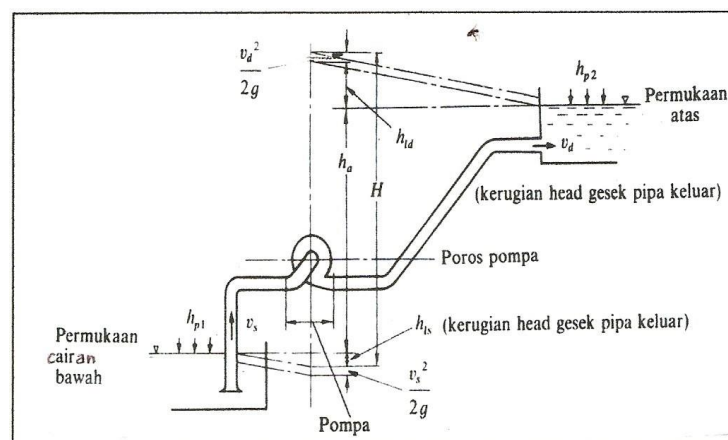


Gambar 2.11. Pompa blok kumaran
(Purwanto dkk, 2007)

2.1. Karakteristik pompa rotari

Dalam perencanaan instalasi pompa, kita harus mengetahui , karakteristik dari pompa itu sendiri agar didapatkan kemampuan yang optimum. Karakteristik pompa rotari dapat dicari dengan menghitung *head* sistem pompa, kapasitas pompa, perbedaan tekanan pompa, daya pompa dan efisiensi pompa.

2.1.1. Head total pompa



Gambar 2.12. Head sistem pompa
(Sularso dkk, 2006)

Head merupakan tinggi tekanan yang dihasilkan oleh pompa. *Head* pada umumnya dinyatakan dalam tinggi kolom air dan umumnya dalam satuan meter. Pada dasarnya, pompa meningkatkan tekanan fluida antara saluran masuk dan keluar. Dengan mempertimbangkan aliran stasioner dan mengesampingkan viskositas dan efek pipa panas, maka perubahan ini diwakili oleh ketinggian kolom air (*H*) (Edibon, 2011)

$$H = \left(\frac{P}{\rho g} + \frac{v^2}{2g} + z \right)_2^{\text{outlet}} - \left(\frac{P}{\rho g} + \frac{v^2}{2g} + z \right)_1^{\text{inlet}} = h_s - h_f \dots\dots (2.1)$$

Dimana h_s adalah *Head* yang diberikan oleh pompa dan h_f adalah kerugian *Head* yang terjadi . Dalam kondisi normal, bagian saluran masuk dan keluar pompa

apa pun sama ($A_1 = A_2$) dan dengan mempertimbangkan bahwa semua fluida yang masuk ke pompa sama dengan yang keluar, maka kecepatan saluran masuk dan keluar pompa cairannya sama ($v_1 = v_2$). Jadi ketinggian manometrik pada dasarnya sebanding dengan kenaikan tekanan statis, yaitu :

$$H \approx \frac{P_2 - P_1}{\rho g} = \frac{\Delta P}{\rho g} + (z_2 - z_1) \quad (2.2)$$

Dimana :

H = Tinggi total pompa (m)

P_1 = Tekanan masuk pompa (bar)

P_2 = Tekanan keluar pompa (bar)

ρ = Massa jenis fluida (kg/m^3)

z_1 = Tinggi elevasi hisap pompa (m)

z_2 = Tinggi elevasi buang pompa (m)

2.1.2. Kapasitas pompa

Kapasitas Pompa pompa adalah Banyaknya jumlah cairan yang dialirkan oleh pompa per satuan waktu melalui penampungan saluran keluar dimana kondisi operasi ini yang dinyatakan dalam rumus berikut ini (Karassick, 2008)

Kapasitas adalah banyaknya air yang mengalir dalam satu satuan waktu contohnya meter kubik per sekon (m^3/s) atau liter per menit (l/min). Dari ilmu mekanika fluida debit air yang mengalir dari suatu tempat penampungan ditentukan oleh kecepatan aliran dan luas penampang alirannya.

$$Q = A \cdot v \quad (2.3)$$

Dimana :

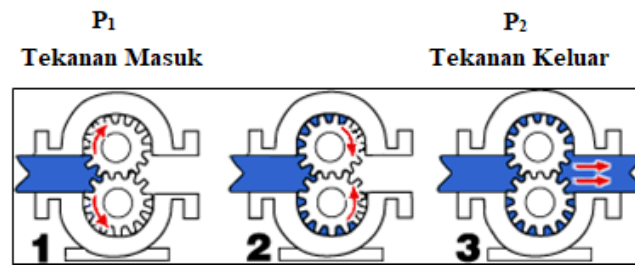
A = Luas penampang aliran (m^2)

v = Kecepatan aliran (m/s)

2.1.3. Perbedaan tekanan pompa

Perbedaan tekanan pompa merupakan, perbedaan antara tekanan masuk/suction (P_1) dengan tekanan keluar/discharge (P_2). Hal ini dapat dinyatakan dalam rumus seperti berikut in (Karassick, 2008):

$$\Delta P = P_1 - P_2 \quad (2.4)$$



Gambar 2.13. Ilustrasi Tekanan Pompa Roda Gigi

Dimana:

ΔP = Perbedaan tekanan pompa (bar)

P_2 = Tekanan keluar pompa/discharge (bar)

P_1 = Tekanan masuk pompa/suction (bar)

2.1.4. Daya pompa

Total daya input adalah daya total yang diperlukan oleh penggerak pompa atau penggerak primer pompa selama kondisi beroperasi. Daya input adalah tenaga yang dialirkan ke poros penggerak oleh penggerak pompa yang diberikan selama kondisi operasi. Daya output adalah tenaga yang diperlukan untuk cairan yang digerakan oleh pompa yang diberikan pada saat kondisi berlangsung. Dimana, hal

tersebut mempunyai hubungan yang dinyatakan sebagai berikut (Edibon, 2011):

1. Daya hidrolis pompa (P_w)

Daya hidrolis pompa adalah daya yang diberikan pompa kepada fluida sama dengan massa jenis fluida dan tinggi pompa. Dapat dituliskan dengan persamaan berikut :

$$P_w = \rho g Q H \quad (2.5)$$

dimana P_w adalah daya hidrolis pompa dengan satuan watt.

2. Daya input pompa (P_f)

Daya input pompa adalah daya mekanis yang diberikan ke pompa oleh motor dan dapat dihitung sebagai berikut :

$$P_f(W) = \omega(\text{rad/sec}) T(\text{Nm}) = \frac{2\pi}{60} n(\text{rpm}) T(\text{Nm}) \quad (2.6)$$

dimana ω adalah kecepatan sudut dalam (rad/sec), n kecepatan putar dalam (r.p.m.) dan T torsi disumbu dalam (N·m), untuk mendapatkan daya dalam Watt.

2.1.5. Efisiensi pompa

Efisiensi total adalah persentase dari daya input total dengan efisiensi output total :

$$\eta = \frac{P_w}{P_f} = \frac{\rho g Q H}{\omega T} = \frac{\rho g Q H}{\frac{2\pi}{60} n T} \quad (2.7)$$

Jika tidak ada kerugian, $P_w = P_f$, dan efisiensinya 100%.