

Pompa Rotari Roda Gigi

Syahrul Fauzi Siregar

Fakultas Teknik Kimia
Universitas Sumatera Utara

BAB I PENDAHULUAN

I.1. DASAR PEMBAGIAN POMPA

Gambar 1 didesain untuk membuka berbagai misteri yang menutupi kelas-kelas (classes) dan jenis-jenis (types) pompa. Gambar itu boleh disebut sebagai peta jalan menuju dunia pompa. Berdasarkan klasifikasi standar yang sering dipakai, gambar itu mencakup sejumlah kenyataan yang berguna dalam pemilihan dan penggunaan pompa.

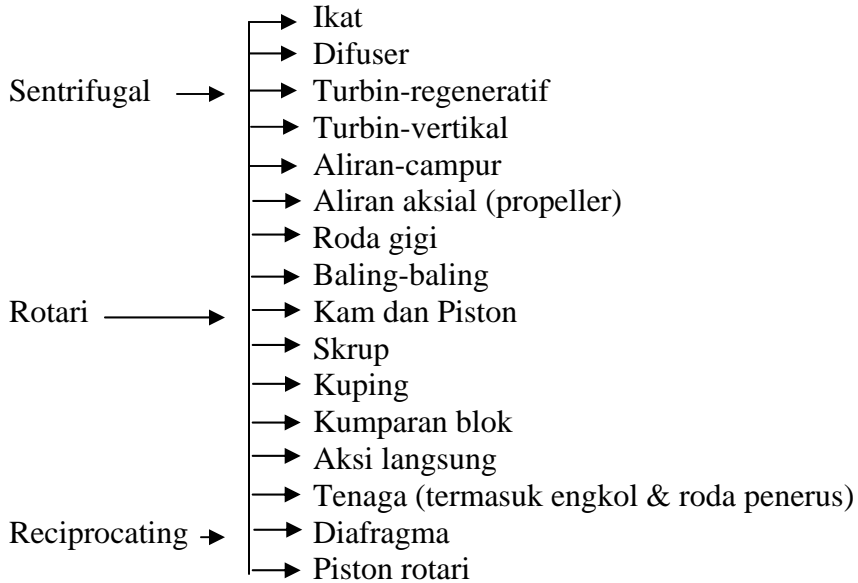
Tiga kelas pompa yang digunakan sekarang ini adalah sentrifugal, rotari (rotary) dan torak (reciprocating). Istilah ini hanya berlaku pada mekanika fluida, bukan pada desain pompa itu sendiri. Hal ini penting, sebab banyak pompa dibuat dan dijual untuk keperluan yang khusus, hanya dengan melihat detail desain terbaik saja, sehingga masalah yang berdasarkan kepada kelas dan jenis menjadi terlupakan. Masing-masing kelas selanjutnya dibagi lagi menjadi sejumlah jenis yang berbeda. Misalnya yang termasuk klasifikasi pompa rotari adalah pompa kam (cam), sekrup, roda gigi, dan sebagainya. Masing-masing merupakan jenis yang khusus dari pompa rotari. Untuk maju kelangkah yang berikutnya, dapat diperhatikan bahwa pompa bahan bakar yang banyak dipakai sekarang ini. Pompa jenis ini merupakan jenis rotari tiga-sekrup yang tersedia dengan rotor-rotor yang terbuat dari berbagai bahan yang berbeda dengan empat cara penyeimbangan dorongan aksial.

The Hydraulic Institute menyarankan bahwa klasifikasi standar hanya dianggap berlaku untuk satu jenis saja, yang selanjutnya terserah kepada pembuat untuk membuat detail yang akan dikembangkan dan telah distandardisasi untuk pompa tersebut. Jadi, dalam memilih sebuah pompa, sering diperlukan ketelitian membandingkan detail demi detail sejumlah pompa.

Dalam mengklasifikasikan standar pompa sentifugal, misalnya, The Hydraulic Institute membaginya berdasarkan : tingkatan (satu tingkat atau dua tingkat), jenis rumah pompa/casing (rumah keong, lingkaran, atau difuser), kedudukan (poros horizontal atau vertikal), hisapan (tunggal atau ganda).

Bila kita tinjau berdasarkan bahannya, konstruksi The Hydarulic Institute memakai penandaan-penandaan scbagai berikut :

1. Sebagian brons
2. Serba brons
3. Brons dengan komposisi khusus
4. Serba besi
5. Sebagian baja tahan karat
6. Serba tahan karat



Gambar I : Kelas dan jenis Pomp

Pompa yang bahannya sebagian brons mempunyai rumah yang terbuat dari besi cor, impeler, rumah cincin (casing ring) dan selongsong (bila dipakai) dari brons. Pada pompa serba-brons setiap bagian yang berhubungan langsung dengan cairan terbuat dari brons sesuai dengan standar pembuatan pompa. Demikian juga dengan penandaan (3) kecuali bagian yang dibuat dari komposisi brons yang sesuai dengan penggunaan pompa tersebut. Pompa serba-besi mempunyai bagian yang terbuat dari logam besi yang berhubungan langsung dengan cairan yang dipompakan. Pada pompa yang terbuat dari sebagian baja tahan karat, rumah pompa dibuat dari bahan yang sesuai untuk keperluannya, sementara impeler, cincin impeler, dan selongsong paras (bila dipakai) terbuat dari baja tahan korosi yang sesuai dengan cairan yang akan dipompakan. Pada pompa serba baja tahan karat, bagian-bagian yang berhubungan langsung dengan cairan terbuat dari baja tahan korosi yang sesuai dengan penggunaannya, sementara poros adalah dari baja tahan korosi yang tingkatannya sama dengan bahan bagian-bagian pompa selebihnya.

I. 2. PEMBAGIAN POMPA ROTARI

Umumnya unit pemindahan positif, yakni pompa rotari terdiri dari rumah pompa yang diam yang mempunyai roda gigi, baling-baling, piston, kam (cam), segmen, sekrup, dan lain-lain, yang beroperasi dalam ruang bebas (clearance) yang sempit. Sebagai ganti "pelewatan" cairan pada pompa sentrifugal, pompa rotari akan memerangkap cairan, mendorongnya melalui rumah pompa yang tertutup, hampir sama dengan pompa piston pada pompa torak. Akan tetapi tidak seperti pompa piston, pompa rotari mengeluarkan cairan dengan aliran yang lancar (smooth). Sering dianggap sebagai pompa untuk cairan kental, pompa rotari sekali-sekali bukan terbatas hanya pada keperluan ini saja. Pompa ini akan mengalirkan hampir setiap cairan yang tidak mengandung bahan-bahan padat yang abstraktif dan keras. Dan bahan-bahan padat dapat

saja terdapat di dalam cairan tersebut asalkan jaket uap yang menyelubungi rumah pompa dapat mempertahankan bahan padat tersebut dalam kondisi fluida.

Susunan penggerak pompa rotari untuk desain aneka paras (multishaft) terdiri dari dua jenis. Elemen pemompa pada paras yang digerakkan akan menggerakkan elemen pasangannya pada paras yang bebas, akan tetapi, bila bahan-bahan abstraktif yang ada didalam cairan itu dapat menyebabkan keausan yang berlebihan atau bila elemen pemompa itu fleksibel, roda gigi pengatur waktu (timing gear) akan menggerakkan paras yang bebas tadi. Ini akan memungkinkan elemen-elemen pemompa beroperasi dalam ruang bebas (clearance) yang sempit tanpa terjadinya persentuhan yang keras.

Secara umum pompa ratari dapat diklasifikasikan atas 6, yaitu :

1. Pompa Kam dan Piston
2. Pompa Roda Gigi
3. Pompa Curing
4. Pompa Sekrup
5. Pompa Baling
6. Kumparan Blok.

Jenis-jenis ini mempunyai karakteristik masing-masing.

I. 2. 1. Pompa Kam dan Piston

Pompa ini disebut juga pompa plunyer rotari, pompa jenis kam dan piston ini terdiri dari lengan eksentrik dan lengan bercelah pada bagian atasnya (Gambar 2-1). Perputaran paras menyebabkan eksentrik menjebak cairan di dalam rumah pompa. Apabila putaran berlanjut, maka cairan akan dipaksakan keluar rumah pompa melalauai cairan lubang luar pompa.

I. 2. 2. Pompa Roda Gigi

Pompa ini terdiri atas :

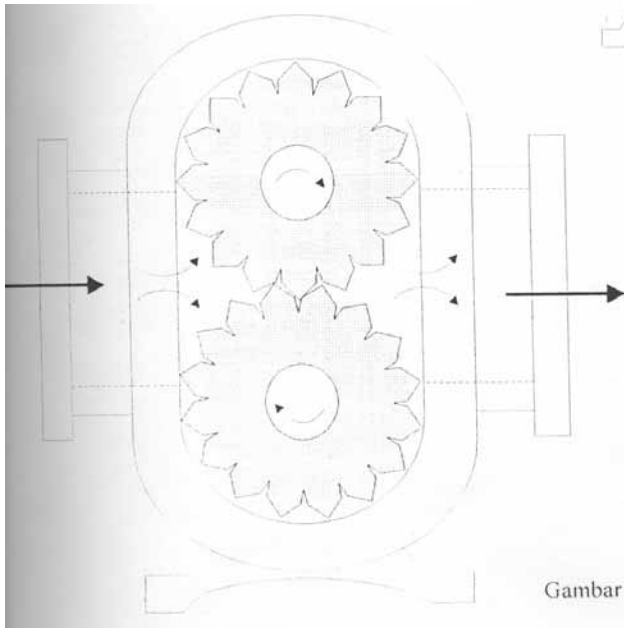
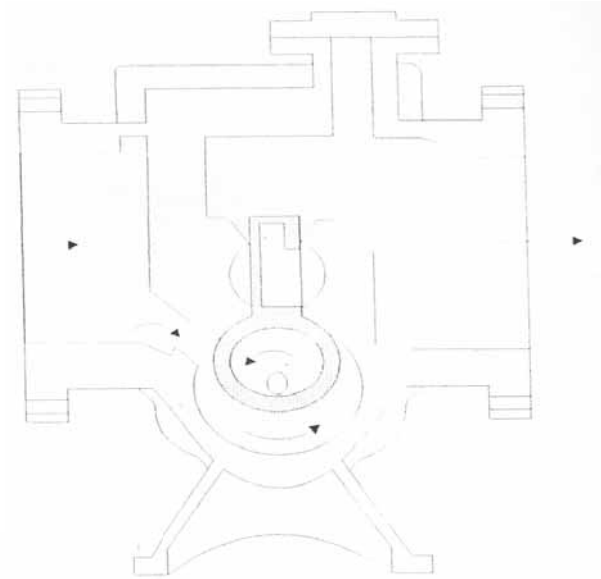
a. Pompa roda gigi-luar (External-gear Pump)

Pompa ini merupakan jenis pompa rotari yang paling sederhana. Apabila gerigi roda gigi pada sisi hisap (Gambar 2-2) cairan akan mengisi ruangan yang ada diantara gerigi tersebut. Kemudian cairan ini akan dibawa berkeliling dan ditekan keluar apabila geriginya bersatu lagi. Roda gigi itu dapat berupa gigi heliks-tunggal, heliks-ganda atau gigi lurus. Beberapa desain mempunyai lubang fluida yang radial pada rada gigi bebas dari bagian atas dan akar gerigi sampai ke lubang dalam roda gigi. Ini memungkinkan cairan melakukan jalan pintas (by-pass) dari satu gigi ke gigi lainnya, yaitu menghindari terjadinya tekanan berlebih yang akan membebani bantalan secara berlebihan dan menimbulkan kebisingan

b. Pompa roda gigi-dalam (Internal-gear Pump)

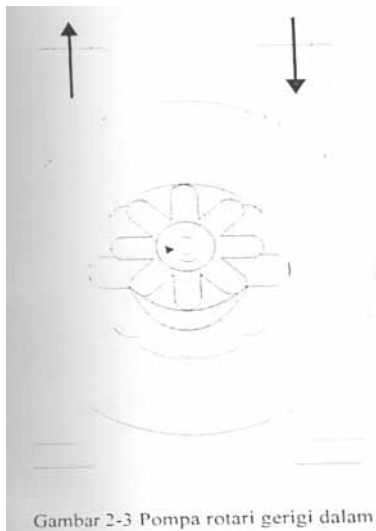
Jenis ini (Gambar 2-3) mempunyai rotor yang mempunyai gerigi dalam berpasangan dengan roda gigi-luar yang bebas (idler). Sebuah sekat yang berbentuk bulan sabit (Gambar 2-3) dapat digunakan untuk mencegah cairan yang kembali ke sisi pompa.

Gambar 2-1 Pompa Rotari
Kam dan Piston

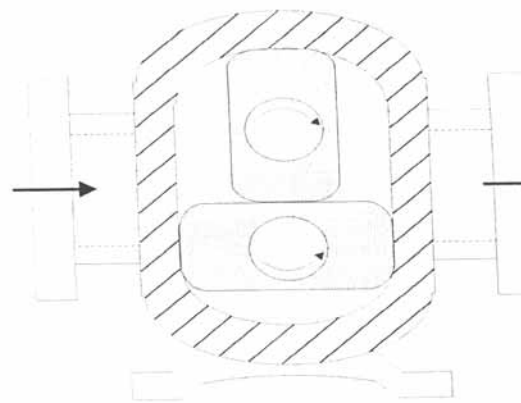


Gambar 2-2 Pompa Rotari
roda gigi luar

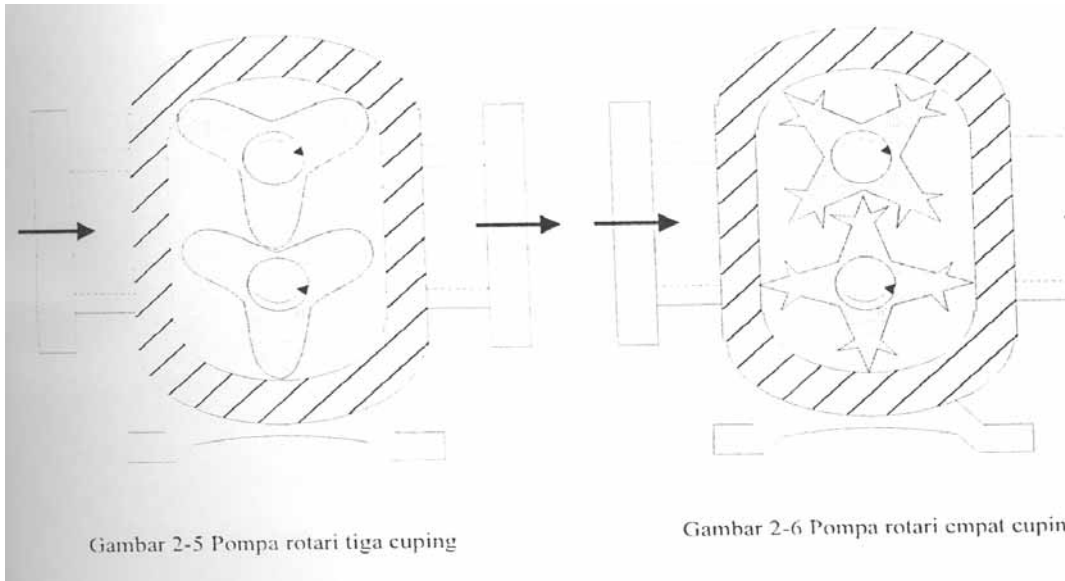
Gambar :



Gambar 2-3 Pompa rotari gerigi dalam



Gambar 2-4 Pompa rotari dua-cuping (lobe)



Gambar 2-5 Pompa rotari tiga cuping

Gambar 2-6 Pompa rotari empat cuping

I. 2. 3. Pompa Cuping

Pompa cuping (lobe pump) ini mirip dengan pompa jenis roda gigi-dalam hal aksinya dan mempunyai dua rotor (Gambar 2-4 s/d Gambar 2-6). Putaran rotor tadi diserempakkan oleh roda gigi-luarnya. Oleh karena cairan dialirkan dengan frekuensi yang lebih sedikit tetapi dalam jumlah yang lebih besar dari yang dialirkan oleh pompa roda gigi, maka aliran dari pompa jenis cuping ini akan sekonstan aliran roda gigi. Tersedia juga gabungan pompa-pompa roda gigi dan cuping.

Pompa ini dapat dimodifikasi lebih lanjut sesuai dengan yang diinginkan. Tidak jarang ditemukan nama-nama yang berbeda untuk jenis pompa ini walaupun secara prinsipnya menggunakan atau sama dengan pompa cuping.

Modifikasi-modifikasi yang dibuat tidaklah berbeda jauh dengan prinsip dasarnya hanya saja perlu disesuaikan dengan kondisi dan keadaannya terhadap apa dan untuk apa pompa tersebut diperbuat.

I. 2. 4. Pompa Sekrup

Pompa sekrup ini mempunyai satu, dua, tiga sekrup yang berputar dalam rumah pompa yang diam. Tersedia sejumlah besar desain untuk berbagai penggunaan. Pompa sekrup tunggal mempunyai rotor spiral yang berputar di dalam sebuah stator atau lapisan (linier) heliks-dalam (internal-helix-stator). Rotor terbuat dari logam sedangkan heliks terbuat dari karet keras atau lunak, tergantung pada cairan yang dipompakan.

Pompa dua-sekrup atau tiga sekrup masing-masing mempunyai satu atau dua sekrup bebas (idler). Aliran melalui ulir-ulir sekrup, sepanjang sumbu sekrup, sekrup-sekrup yang berlawanan dapat dipakai untuk meniadakan dorongan aksial pada pompa.

I. 2. 5. Pompa Baling

Pompa baling berayun (swinging-vane pump) mempunyai sederetan baling berayun yang akan keluar bila rotor berputar, menjebak cairan dan memaksanya keluar pipa buangan pompa. Pompa baling geser (slidding-vane pump) menggunakan baling-baling yang dipertahankan tetap menekan lubang rumah pompa oleh gaya sentrifugal bila rotor berputar.

I. 2. 6. Pompa Blok

Pompa blok kumbaran mempunyai rotor bulat yang digerakkan dalam rumah pompa kosentrik. Di dalam roda tadi, balok kumbaran dan piston saling berputar oleh eksentrik yang ditempatkan oleh pena bebas yang menghasilkan sedotan dari sisi buang.

Pompa sambungan universal mempunyai poros tumpul di ujung bebas rotor yang didukung dalam lubang sekitar 30 derajat secara horisontal. Ujung rotor lainnya tidak bergerak untuk menjalankan poros tadi. Apabila rotor tersebut berputar, maka empat pasang permukaan pelat akan terbuka dan tertutup untuk pompa empat bagian per satu putaran. Sebuah eksentrik di dalam ruangan yang fleksibel akan menghasilkan aksi pemompaan oleh penekanan bagian-bagian yang fleksibel terhadap rumah pompa untuk memaksa cairan keluar dari sisi buang pompa.

Pompa tabung fleksibel (fleksible-tube pump) mempunyai sebuah tabung karet yang ditekan oleh cincin kompresi pada eksentrik yang dapat disetel. Corong pompa yang dihubungkan dengan eksentrik, akan memutarinya. Pompa desain ini dibuat dengan satu atau dua tingkat. Desain-desain lain pompa tabung fleksibel ini juga tersedia.

I. 3. KARAKTERISTIK POMPA ROTARI

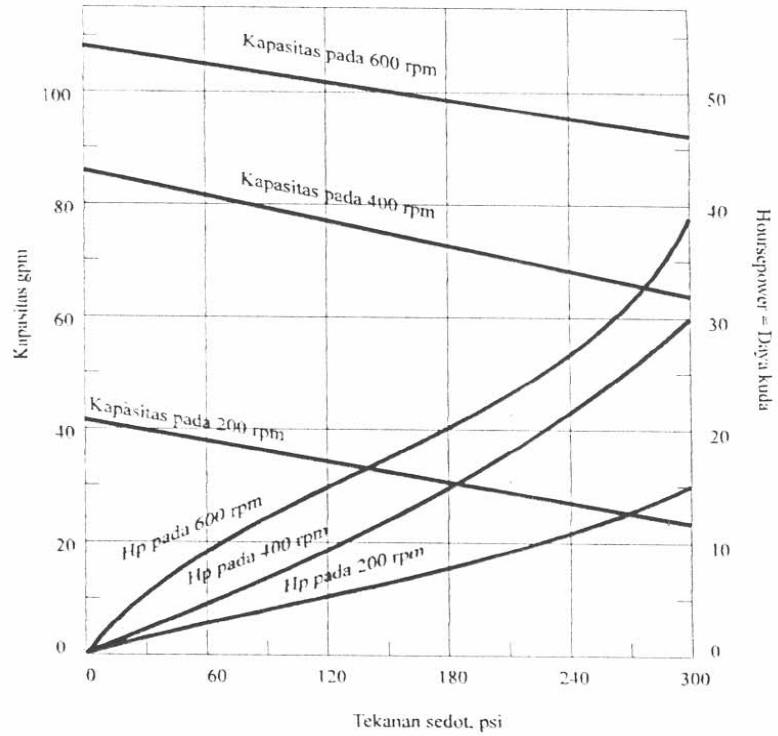
Dengan mengabaikan kebocoran, pompa rotari memompakan kapasitas yang hampir konstan pada tekanan buang yang bervariasi. Jadi kurva HQ yang biasa hampir menggunakan garis mendatar (Gambar 2-7 : Kurva yang ditunjukkan oleh Gambar 2-7 adalah kurva kisaran yang menunjukkan bagaimana kapasitas dan daya kuda pompa rotari gigi-luar).

Perpindahan (displacement) pompa rotari bervariasi langsung dengan kepesatannya, kecuali kapasitas dapat dipengaruhi oleh kekentalan dan faktor-faktor lainnya. Cairan yang kental dapat membatasi kapasitas pompa pada kepesatan yang lebih tinggi sebab cairan tidak dapat mengalir dengan cepat ke dalam rumah pompa untuk mengisi ruangan sepenuhnya.

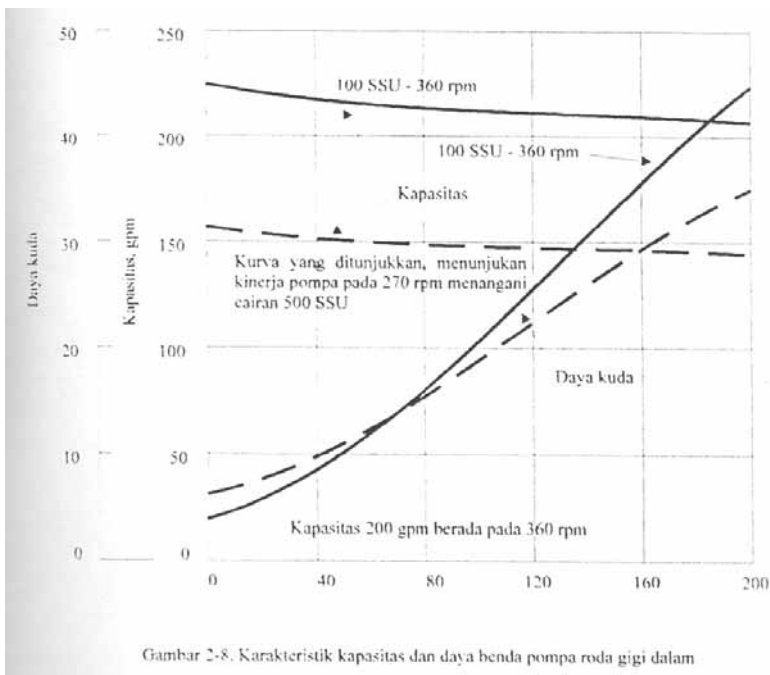
Slip atau kerugian kapasitas pemompaan melalui ruang bebas antara rumah pompa dan elemen yang berputar, dengan menganggap kekentalan (viscosity) konstan akan bervariasi menurut tekanan buangnya. Misalnya, pada gambar 2-7 pada putaran 600 rpm dan tekanan buang 0 psi, kapasitas 108 gpm. Tetapi pada tekanan 300 psi dan pada putaran yang sama, kapasitasnya sebesar 92 gpm. Perbedaannya, 16 grin, adalah slip atau kerugian.

Masukan daya ke pompa rotari, kurva karakteristik HQ, akan bertambah besar dengan bertambahnya kekentalan cairan (Gambar 2-8 : Kurva yang ditunjukkan oleh Gambar 2-7 adalah kurva kisaran yang menunjukkan bagaimana kapasitas dan daya kuda

pompa rotari gigi-dalam). Efisiensi akan menurun dengan membesarnya kekentalan. Ini juga berlaku, tentu saja, merupakan hal yang penting untuk mengingat karakteristik ini. Gambar 2-8 menunjukkan contoh kurva HQ dan PQ untuk pompa rotari jenis roda gigi-dalam.



Gambar 2-7. Karakteristik kapasitas dan daya kuda pompa roda gigi luar



Gambar 2-8. Karakteristik kapasitas dan daya benda pompa roda gigi dalam

I. 4. TABEL RATING

Seperti halnya dengan pompa sentrifugal, tabel rating sering digunakan untuk memberikan data yang tepat tentang kapasitas, masukan daya, dan tinggi tekanan pompa. Banyak tabel rating (rating table) untuk pompa rotari mempunyai daftar kekentalan, yang menunjukkan pengaruh kenaikan dan penurunan kekentalan pada kinerja pompa.

Tabel 1 memberikan contoh data kinerja untuk pompa rotari tiga skrup.

Kapasitas pada 150 SSU tekanan buang 100 per relatif (psig), gpm	Bhp pada 50 psi			Bhp pada 100 psi		
	200 SSU	500 SSU	Tinggi angkat maks. (Hg)	200 SSU	500 SSU	Tinggi angkat maks. (Hg)
3	0,2	0,3	24	0,3	0,4	24
18	0,5	0,7	22	0,8	1,0	22
17	0,9	1,1	20	1,5	1,7	20
25	1,2	1,4	20	2,1	2,5	20
40	2,0	2,5	20	3,3	3,8	20
63	3,0	3,8	20	5,1	5,8	20
95	4,5	5,6	19	7,6	8,7	19
130	6,0	7,5	18	10,1	11,6	18
191	9,0	11,1	16	14,8	16,9	16
270	12,3	5,4	13	20,8	23,9	14
405	8,3	22,9	9	31,0	35,9	9

Tabel 1. Contoh Data Kinerja : Pompa Rotari Tiga Skrup

I. 5. KLASIFIKASI

Sebutan umum pompa rotari dipakai di seluruh klasifikasi ini. Hanya sedikit saja pabrik mengklasifikasikan pompanya berdasarkan penggunaan utama pompa tersebut. Sebagai gantinya pabrik itu memberikan daftar sejumlah penggunaan yang mungkin untuk suatu jenis pompa yang ada. Praktek ini berlawanan dengan praktek yang dilaksanakan pada pompa-pompa sentrifugal yang tekanannya lebih banyak diberikan pada penggunaannya dibandingkan dengan kelas, jenis, atau konstruksinya. Kebanyakan pembuat pompa-pompa rotari menekankan jenis unit tersebut disamping kelasnya, misalnya, sebuah pompa rotari roda gigi-dalam. Pengenalan yang demikian merupakan petunjuk yang berguna selama langkah-langkah awal pemilihan pompa. Tentu saja praktek yang berkenaan dengan ini akan agak berbeda dari pembuat yang satu dengan pembuat lainnya.

Pembagian pompa rotari berdasarkan kelasnya dibagi oleh the Hydraulic Institute sebagai unit yang (1) serba-besi, (2) sebagian brons, dan (3) serba-brons. Pada pompa yang serba-besi, setiap bagian pompa yang berhubungan langsung dengan cairan yang dipompakan di buat dari besi, dan bagian-bagian yang mengalami keausan seperti rotor, baling-baling, dan bagian-bagian pompa yang bergerak lainnya terbuat dari brons. Poros dapat dibuat dari baja atau logam bukan besi. Pada pompa yang serba-brons, setiap bagian unit yang berhubungan langsung dengan cairan yang dipompakan dibuat dari brons standar masing-masing pembuat pompa, kecuali poros, yang dibuat dari baja tahan karat atau logam-logam bukan besi. Bagian-bagian luar yang terbuat dari baja atau besi ulet (ductile iron) semakin banyak dipakai pada pompa rotari untuk keperluan penyulingan minyak dan temperatur tinggi. Juga, baja tahan karat seri 300 semakin banyak dipakai pada industri kimia dan makanan.

BAB II POMPA ROTARI RODA GIGI

II. 1. CARA KERJA

Aliran volume boleh dikatakan tidak tergantung dari tekanan yang dibangkitkan dalam pompa. Pada tekanan yang meningkat aliran volume memang sedikit berkurang, karena meningkatnya rugi bocor. Ukuran kejadian ini tergantung dari *ruang main* antara berbagai alat bagian dan viskositas zat cair.

Pompa roda gigi mempunyai dua buah roda gigi dengan pengigian luar (Gambar 2-2). Salah satu dari kedua paras yang dipasang roda gigi digerakkan dan ia menggerakkan paras dengan roda gigi yang lainnya. Ketika roda gigi sedang berputar, pada zat cair yang masuk dapat mengalir antara gigi-gigi, oleh karena sebuah gigi dari roda yang satu selalu membebaskan rongga gigi dari roda yang lainnya. Zat cair tersebut dibawa dalam rongga gigi dan dikompakan terus ke luar.

Kebanyakan pompa roda gigi menurut prinsip ini mempunyai dua buah roda gigi. Kadang-kadang terlihat pula pompa itu dengan tiga buah roda gigi atau lebih, sedangkan paras dari roda yang ditengah-tengahlah yang digerakkan.

Sebagai pengganti dua buah roda gigi dengan pengigian luar, kita melihat pula pompa dengan sebuah roda besar dengan pengigian dalam. Di dalam roda itu berputar sebuah roda yang lebih kecil dengan pengigian luar (Gambar 2-3). Roda yang besar atau gigi karang, yang digerakkan, dinamakan rotor, sedangkan roda kecil dinamakan roda pinion.

II. 2. KEGUNAAN

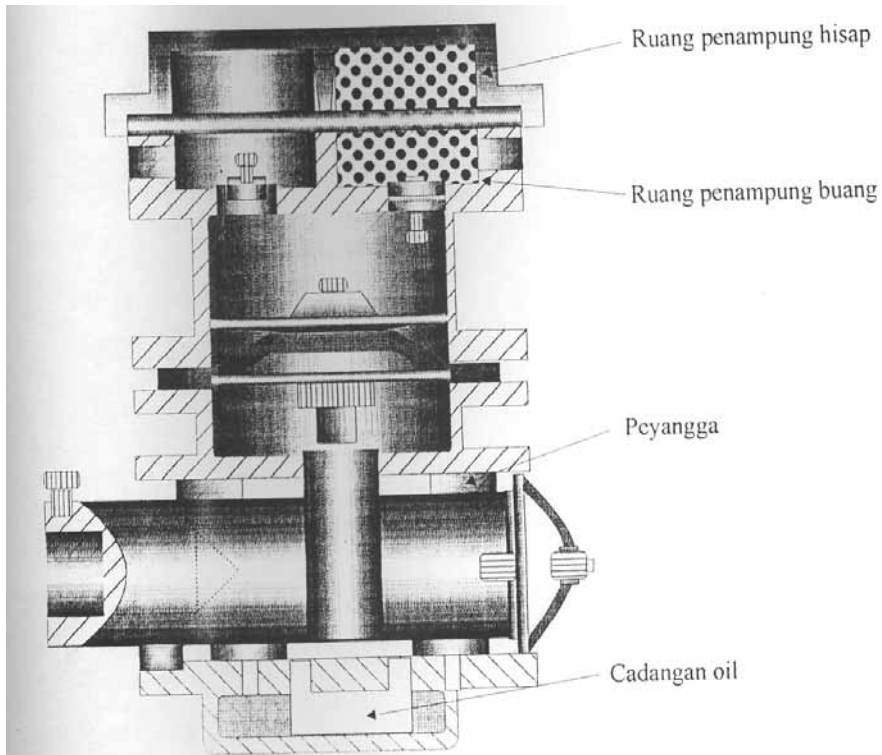
Kebanyakan pompa bersifat mampu memancing sendiri (self-priming) dan akan, bila perlu, dapat memompakan gas atau air yang terjebak. Contoh penggunaan termasuk pemindahan, pengedaran, dan pengukuran cairan-cairan yang bermacam-macam kekentalannya, proses kimia, makanan, pembongkaran muatan di bidang kelautan (marine), pengisian dan pengeluaran ke / dari tangki, pencegahan kebakaran, transmisi daya hidrolis, pelumas paksa, penyemprotan cat, pendingin, mesin-mesin perkakas, keperluan pembakaran minyak (oil burner), pemompaan minyak gemuk, gas-gas dicairkan (propana, butana, amoniak, Freon, dan lain-lain), dan sejumlah industri lainnya. Bila cairan yang temperaturnya di atas 180°F hendak dipompakan, penggunaannya juga harus memenuhi petunjuk yang ada.

Untuk mencegah arus atau kemacetan, zat cair tidak boleh mengandung bagian-bagian yang dapat mengauskan atau bagian yang padat. Pompa dengan pengigian luar banyak dipergunakan sebagai pompa minyak pelumas. Jika pompa ini harus memompa zat cair yang lain, maka zat cair itu setidaknya-tidaknya memiliki sifat seperti pelumas yang baik.

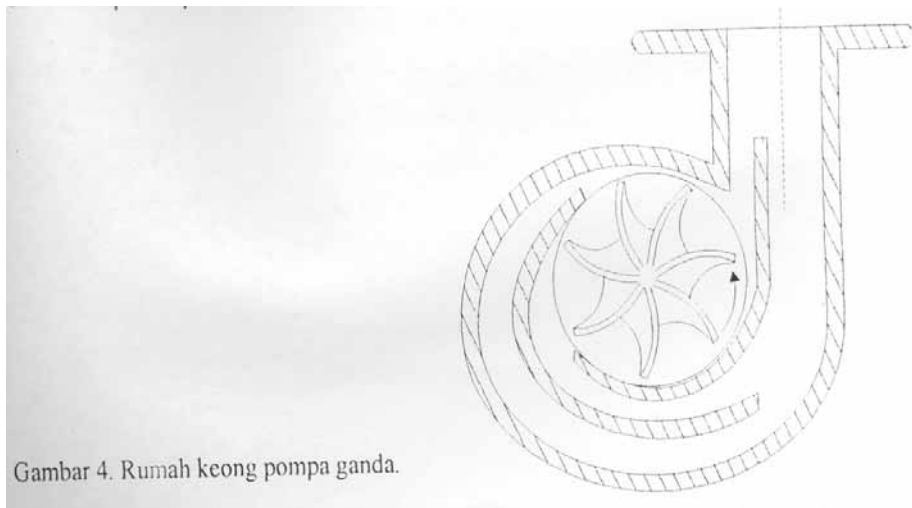
Pompa dengan rotor dan roda pinion digunakan untuk memindahkan zat cair yang lebih berat, seperti tetes, sirup dan bituma. Jumlah putarannya lebih rendah dari pada pompa roda gigi dengan pengigian luar dan harus disesuaikan dengan Sifat zat cair tersebut.

Bila kita bandingkan dengan pompa torak (diafragma) maupun dengan pompa sentrifugal maka pompa ini memiliki batas tekanan buang yang menengah. Untuk

mendapatkan batas tekanan buang yang tinggi kita dapat memakai jenis pompa torak (gambar 3) maupun jenis pompa sentrifuga1 (gambar 4).



Gambar 3. Pompa semprot diafragma kecepatan tinggi.



Gambar 4. Rumah keong pompa ganda.

BAB III KESIMPULAN

Dari bermacam-macam kebutuhan akan pompa dapatlah dibuat pompa aneka ragam sesuai dengan keinginan dan kebutuhan kita akan pompa tersebut. Namun kita harus mengacu akan dasar-dasar pembagian pompa yang telah dibuat oleh The Hydraulic Institute agar aneka ragam pompa yang dibuat tersebut tidak mengacaukan pemikiran kita akan pompa tersebut.

Pompa rotari roda gigi baik rotan roda gigi-dalam maupun rotari roda gigi-luar cenderung atau lebih baik digunakan untuk zat cair yang memiliki viskositas yang cukup tinggi seperti minyak pelumas maupun sirup. Untuk fluida yang mengandung zat abrasif maupun zat-zat padatan lainnya hendaknya menggunakan jenis pompa lain ataupun pompa rotari roda gigi yang telah dimodifikasi sesuai dengan jenis zat yang akan digunakan.

Kapasitas yang dapat dikerjakan oleh jenis pompa rotari secara umum adalah kapasitas kecil hingga menengah. Untuk kapasitas yang lebih tinggi dapat digunakan jenis pompa sentrifugal yang mempunyai kapasitas kecil hingga tinggi. Namun pompa rotari dapat juga dimaksimalkan dengan memperhatikan jenis bahan yang digunakan serta jenis fluida yang akan dipompakan. Bila jenis fluida mengandung zat-zat padatan maka kinerja dan pompa rotari akan menurun yang kemudian akan mengurangi kapasitas pompa itu nantinya.

DAFTAR PUSTAKA

Hicks Tyler G., Edwards TW., *Teknologi Pemakaian Pompa*, Erlangga, Cetakan Pertama, Jakarta, 1996.

Black Perry O., *Pumps*, Second Edition, D.B. Taraporevala Sons & Co. Private Ltd., India, 1976.

Hicks Tyler G., *Pump Operations & Maintenance*, McGrawHill Publishing Company Ltd., Newdelhi, 1982.

CHURCH Austin H., *Pompa dan Blower Sentrifugal*, Erlangga, Jakarta, 1990.

Frank Smith, *Pumps*, 4th Edition, McGrawHill Publishing Company Ltd, Newdelhi, 1980.