

M6-020 OPTIMALISASI PENGGUNAAN POMPA

Malikul Adil

Fakultas Teknik - Universitas Muhammadiyah Gresik
Email: malikul_adil@hotmail.com

Rachmad Hidayat

Fakultas Teknik - Universitas Trunojoyo Madura
Email: rachmad_trunojoyo@yahoo.co.id

ABSTRAK

All of pump system type development is stimulated by the technology development. The development of these system include improved pump components, better pump design and quality will get the optimum product of the pump. So does the right pump selection will produce optimum performance. Technology development can make the pump lifetime longer and improve pump operating reliability. At this time, pump product development more be specified to pump type or fuction. It includes the increased standardization, use wider twin volute, better mechanical seal design, increase order of magnitude size, and the possibilities out of temperature limit (to higher or lower temperature). Although produced normal pressure discharge head, with high level suction head and very high temperature pumped water, the leaked is not allowed in design optimalization. It needs high technology sealing and optimum reliability. To produced pump usage optimization, It needs to consider many factors such as pump type, pipe arrangement, pump motor, pump maintenance and reparation, and also pump flexibility.

Kata Kunci: pump system, pumo optimum reliability and design optimalization

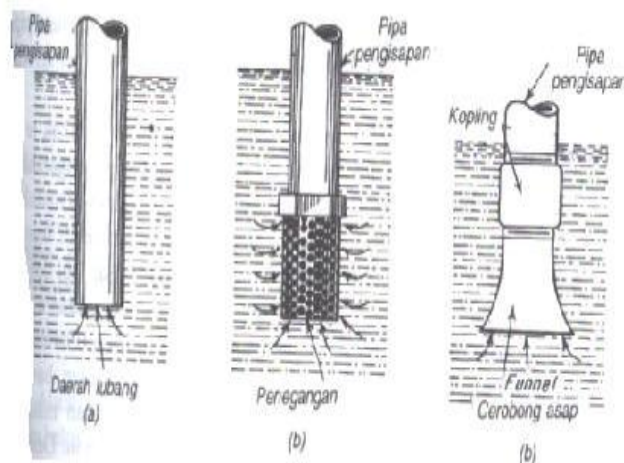
1. Pendahuluan

Makalah ini diharapkan dapat membantu para teknisi dimana saja dan kapan saja dalam memilih dan menggunakan semua jenis pompa, sehingga dapat dicapai hasil yang optimal. Faktor utama dalam penggunaan optimalisasi pompa adalah kapasitas (*debit*), tinggi tekan (*discharge head*), dan tinggi hisap (*suction head*). Pemipaan untuk pompa dapat kita klasifikasikan menjadi tiga katagori : pipa hisap, pipa Tekan dan pipa bantu. Karena pada banyak instalasi, tinggi-tekan yang harus dihasilkan pada prinsipnya merupakan fungsi tahanan pipa dan kerugian-kerugian gesekan tergantung pada ukuran dan susunan pemipaan. Keberhasilan atau kegagalan setiap sistem pemompaan biasanya merupakan fungsi langsung dari derajat kesesuaian pemipaannya.

Dari segi kepentingannya, pemipaan sisi hisap agaknya sedikit lebih penting kalau dibandingkan dengan pemipaan sisi buang karena lebih sedikit kesukaran yang serius dapat terjadi akibat jaringan pipa tekan yang ukurannya tidak tepat dibandingkan dengan pipa-pipa hisap. Npsh yang tidak cukup, ketidak stabilan hidrolik dengan pernentukan pusaran (*vortex*)

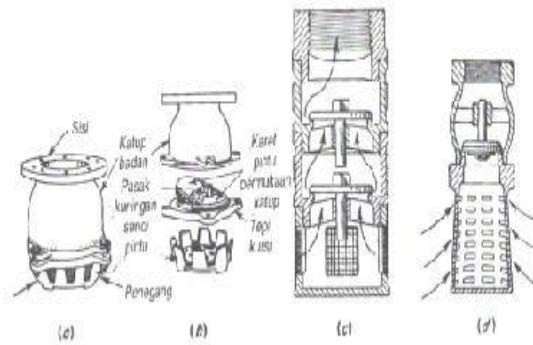
yang cenderung untuk menimbulkan getaran, kebisingan, kavitasi, dan keausan bantalan yang berlebihan merupakan sebagian dari gangguan-gangguan yang dialami dengan pemipaan sisi hisap, antara lain kapasitas yang berkurang, palu air (*water hammer*), pemanasan-lebih (*overheating*) pompa, dan umur bagian yang beroperasi yang lebih singkat.

Sisi-masuk Pipa Hisap : Gambar dibawah ini menunjukkan tiga bentuk umum sisi-masuk (*inlet*) yang dipakai untuk pompa industri.



Gambar 1 Bentuk umum sisi-masuk pompa industri

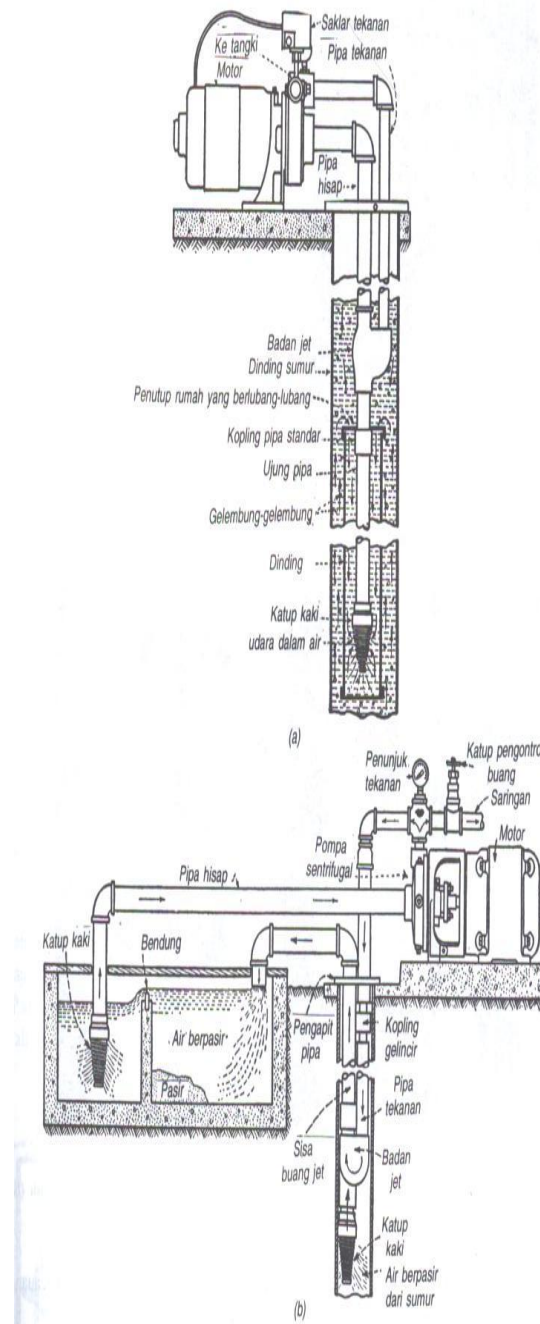
Jenis pipa hisap yang paling sederhana adalah seperti gambar (a) namun kerugian jalan masuk berlebihan. Dibandingkan yang lain karena masuknya benda asing ke dalam pipa hisap (*intake piping*) Saringan dengan katup kaki yang terpadu (Gambar b) lebih disukai karena lebih sedikit bahaya serta air yang ditahan tetap berada di dalam pipa hisap oleh katup kaki akan meniadakan perlunya pemancingan pompa sesudah menghentikan operasinya. Sisi hisap yang berbentuk cerobong (Gambar -c) dapat dibuat dengan atau tanpa katup kaki dan berguna bila kita menginginkan kerugian hisap yang harus dijaga agar tetap minimum. Praktek yang baik memaksakan pemakaian pemasukan yang berbentuk cerobong dengan katup kaki dan saringan bila memungkinkan pada instalasi kebanyakan pompa torak dan sentrifugal yang permanent



Gambar 2. Jenis Pipa Hisap

Beberapa gangguan umum yang sering kita jumpai apabila pipa pemasukan vertical dipakai untuk pompa. Dengan permukaan cairan yang rendah di dalam ruang pemasukan, pipa pemasukan yang tidak cukup, pusaran dapat terjadi, dengan memasukkan udara kedalam cairan. Penanggulangan terbaik ialah dengan memakai sisi masuk yang berbentuk cerobong yang ukurannya

dibuat sedemikian rupa sehingga kecepatan cairan kurang dari 3 ft per detik. Bila jaringan penyuplai cairan memasuki ruang pemasukan dekat dengan pipa pemasukan, pembentukan gelembung-gelembung udara dapat dicegah dengan membenamkan ujung pipa suplai. Untuk mencegah terjadinya olakan (swirl), bila pipa suplai memasuki ruang silinderis pada satu sisi, penyekat dapat dipakai pada sisi keluar pipa suplai. Gambar dibawah ini menunjukkan skema yang sangat membantu dalam perencanaan pemipaan pemasukan untuk pompa-pompa jet.



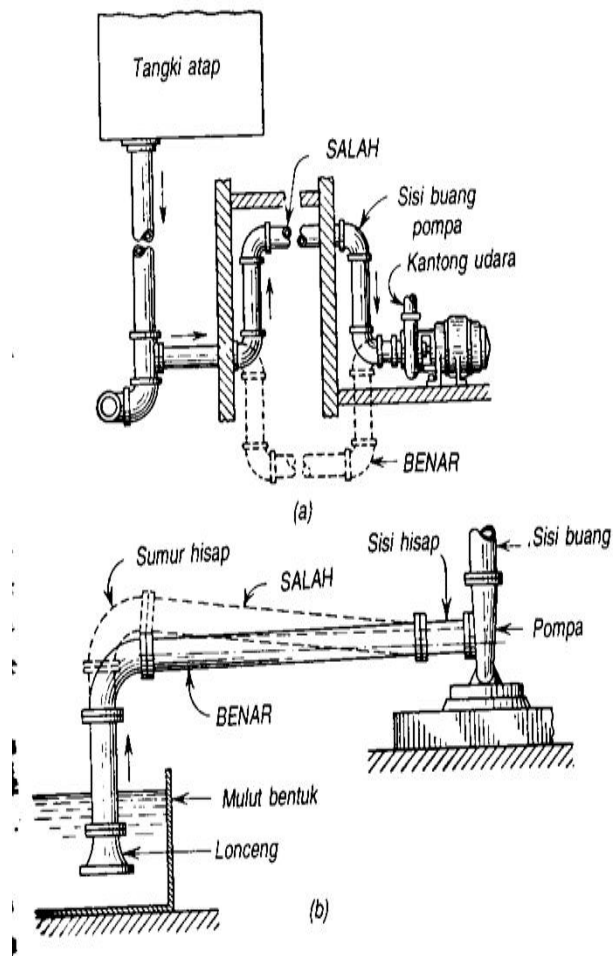
Gambar 3 Perencanaan pemipaan pompa jet

Desain Pemasukan, Banyak data yang berguna, khususnya untuk pompa-pompa vertikal, telah diperoleh dari pengujian-pengujian model berbagai desain pemasukan (*intake*). Saluran yang mengarahkan air ke pompa vertikal agak mempengaruhi dan kehandalan unit tersebut. Walaupun pemasukan-pemasukan untuk instalasi pompa

tunggal relatif sederhana, pemasukan aneka-pompa memhutuhkan lebih hams kecerdikan selama perancangan, khususnya bila kapasitas fasilitas yang sudah ada diperbesar lagi menambahkan lebih banyak pompa ke dalam ruangan yang sudah ada.

2. Susunan Pemipaan

Berikut ini kami berikan gambaran tentang susunan pemipaan yang benar, adalah sebagai berikut :



Gambar 4 Susunan Pemipaan

- (a) lengkungan yang mengarah ke atas pada jaringan hisap dapat menyebabkan terbentuknya kantong udara
- (b) miringkan jaringan hisap yang panjang dari pompa

Pemipaan hisap yang disarankan untuk pompa rotari yang sedang mengalirkan berbagai cairan yang kental. Ukuran yang diberikan itu didasarkan pada instalasi yang tidak mempunyai tinggi angkat hisap statis dan jaringan dari konfigurasi yang raltif sederhana. Bila terdapat tinggi

angkat hisap statis, atau bila jaringan mempunyai sejumlah belokan dan fitting pipa hisap yang lebih besar ukurannya dari yang ditunjukkan harus dipakai. Sedangkan gambar yang bawah (b) menunjukkan pengaruh ketinggian letak dan temperatur terhadap tinggi angkat pompa aksi langsung dupleks dari desain plat katup

2.1 Bahan Pompa

Berdasarkan pemakaian bahan pompa terbagi menjadi sebagai berikut: (1) sebagian brons, (2) serba brons, (3) brons dengan komposisi khusus, (4) serba besi, (5) sebagian baja tahan karat, dan (6) serba-baja tahan karat.

Pompa yang bahannya sebagian dari brons, mempunyai rumah yang terbuat dari besi cor, sedangkan impeler, rumah cincin (*casing ring*) dan selongsong (bila dipakai) dari brons. Pada pompa serba-brons setiap bagian yang berhubungan langsung dengan cairan yang terbuat dari brons sesuai dengan standar pembuatan pompa.

Pompa serba besi mempunyai bagian yang terbuat dari logam besi yang berhubungan langsung dengan cairan yang dipompakan.

Pada pompa yang sebagian terbuat dari baja tahan karat, rumah pompa dibuat dari bahan yang sesuai untuk keperluannya, sementara impeler, cincin impeler, dan selongsong poros (bila dipakai) terbuat dari baja tahan korosi yang sesuai untuk cairan yang dipompakan.

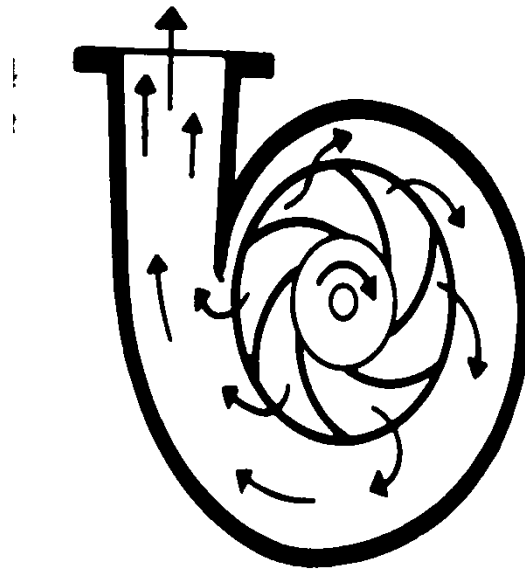
pompa serba-baja tahan karat, bagian-bagian yang berhubungan langsung dengan cairan terbuat dari baja tahan korosi yang sesuai untuk penggunaannya, sementara poros terbuat dari baja tahan korosi yang tingkatannya sama dengan bahan bagian-bagian pompa yang lain.

2.2. Pemilihan jenis pompa

Dalam Pemilihan pompa yang paling penting adalah mengetahui jenis dan karakteristik serta karakteristik cairan yang mengalir. Pada pemilihan jenis yang umum ada tiga kelas pompa yang digunakan pada saat ini adalah sentrifugal (*Centrifugal*), rotari (*rotary*) dan torak (*reciprocating*).

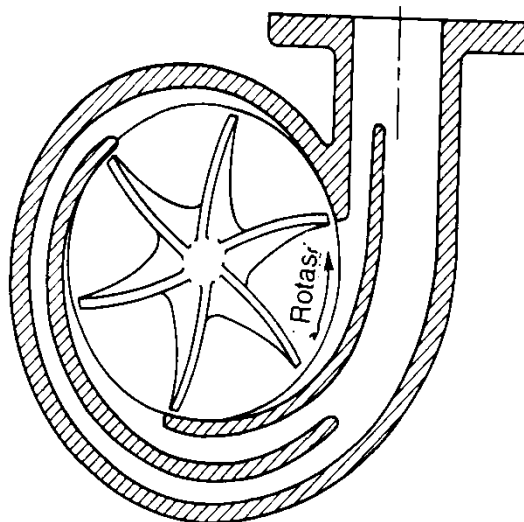
2.2.1. Pompa sentrifugal

Pompa jenis rumah keong ini, putaran dari impeler (pekerjaan mesin) membuang cairan ke dalam rumah spiral yang secara berangsur-angsur berkembang. Ini dibuat sedemikian rupa untuk mengurangi kecepatan cairan dapat diubah menjadi tekanan statis. Rumah keong pompa ganda (atau kembar) menghasilkan kesimetrisan yang hampir radial pada pompa bertekanan tinggi dan pada pompa yang dirancang untuk operasi aliran yang sedikit. Rumah keong akan menyeimbangkan beban-beban radial pada poros pompa sehingga beban akan saling meniadakan, dengan demikian akan mengurangi pembebanan poros dan resultan lenturan.



Gambar 5 Rumah keong

Rumah keong pompa tunggal mengkonversikan energi cairan menjadi tekanan statis.

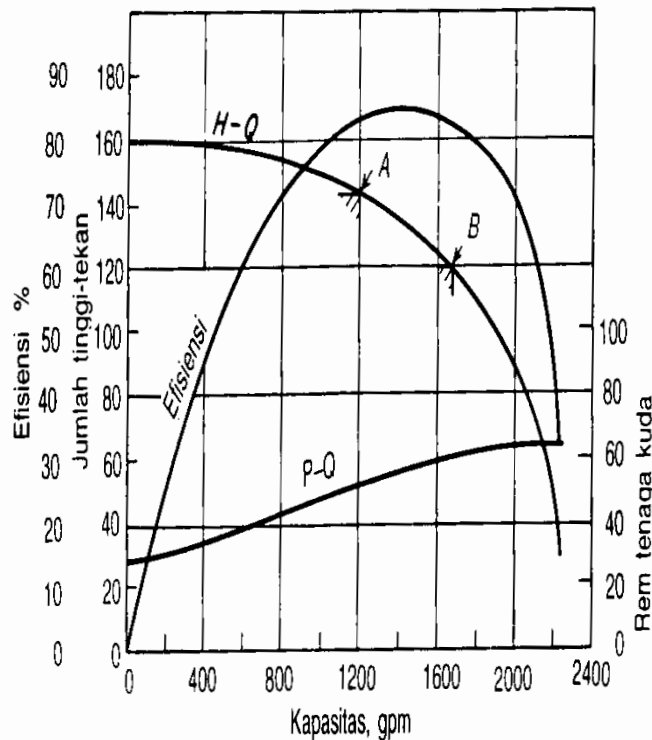


Gambar 6 Rumah keong pompa ganda

Kerja pompa ganda ini hampir sama dengan keong tunggal, secara mekanis rumah keong ganda ini menyeimbangkan beban poros yang radial yang memperkecil lenturan poros, khususnya pada aliran-aliran yang sedikit.

Pompa sentrifugal ini dioperasikan pada kecepatan konstan dan mengalirkan dengan kapasitas yang besar, tergantung pada tinggi tekan dan tinggi hisapan.

Berikut ini menggambarkan hubungan antara kapasitas, jumlah tekan, daya dan efisiensi pada kecepatan konstan.



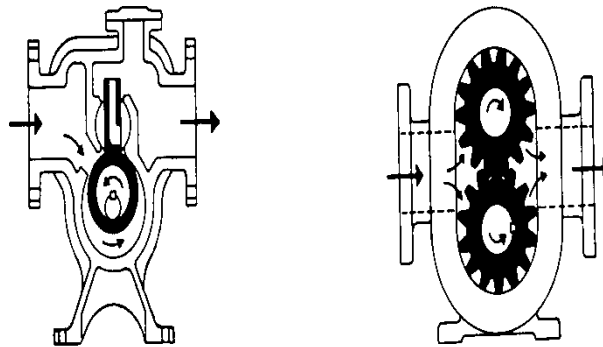
Gambar 7 Hubungan antara kapasitas, jumlah tekan, daya dan efisiensi pada kecepatan konstan

2.2.2 Pompa Rotari

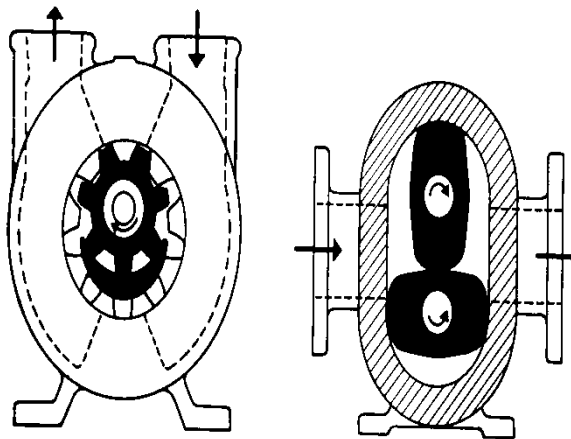
Pompa rotari terdiri dari rumah pompa yang diam, yang mempunyai roda gigi, baling-baling, piston, kam (cam), segmen, sekrup, dan lain-lain, yang beroperasi dalam ruang bebas (*clearance*) yang sempit. Sebagai ganti "pelewatan" cairan pada pompa sentrifugal, pompa rotari akan memerangkap cairan, mendorongnya melalui rumah pompa yang tertutup hampir sama dengan piston 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 abrasif 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.

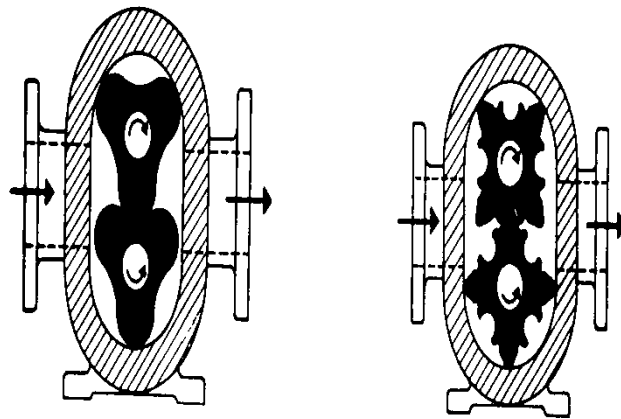
Susunan penggerak pompa rotari untuk desain aneka poros (*multishaft*) terdiri dari dua jenis. Elemen pemompa pada poros yang digerakkan dapat menggerakkan elemen pasangannya pada poros yang bebas, akan tetapi bila bahan-bahan abrasif yang ada di dalam cairan itu dapat menyebabkan keausan yang berlebihan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



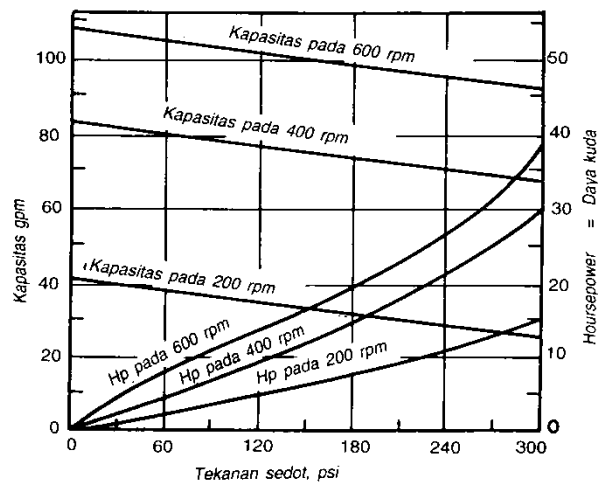
Gambar 8 Pompa rotari Kam dan Piston Pompa rotari roda gigi luar



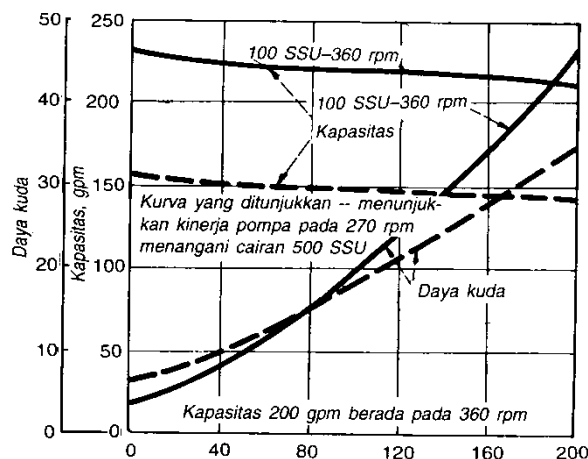
Gambar 9 Pompa rotari gerigi dan Pompa rotari dua



Gambar 10 Pompa rotari tiga cuping dan Pompa rotari empat cuping



Gambar 11 Karakteristik kapasitas dan daya kuda pompa roda gigi luar



Gambar 12 Karakteristik kapasitas dan daya benda pompa roda gigi dalam

Pada umumnya *pompa rotari* dipakai hampir di seluruh industri, namun hanya sedikit yang menggunakan pompa ini, karena harga relatif agak mahal dibanding dengan pompa sentrifugal. 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.

Bahan-bahan Kontruksi Pompa rotari dibagi kelasnya sebagai unit unit yang (1) serba-besi, (2) sebagian brons, dan (3) serba-brons. Pada pompa yang serba-besi, setia bagian pompa yang berhubungan langsung dengan cairan yang dipompakan di buat dari besi, dan 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 standart 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 semakin banyak dipakai pada industri kimia dan makanan.

Penggunaan pompa Kebanyakan pompa bersifat mampu memancing sendiri (*self printing*) dan akan dapat memompakan gas atau air yang terjebak. Contoh penggunaannya 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, pencegah kebakaran, transmisi daya hidrolik, pelumasan 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 keperluan industri lainnya. Juga menggunakan pompa rotari ini pada cairan yang temperaturnya sampai pada 180 derajat fahrenheit.

2.2.3. Pompa Torak

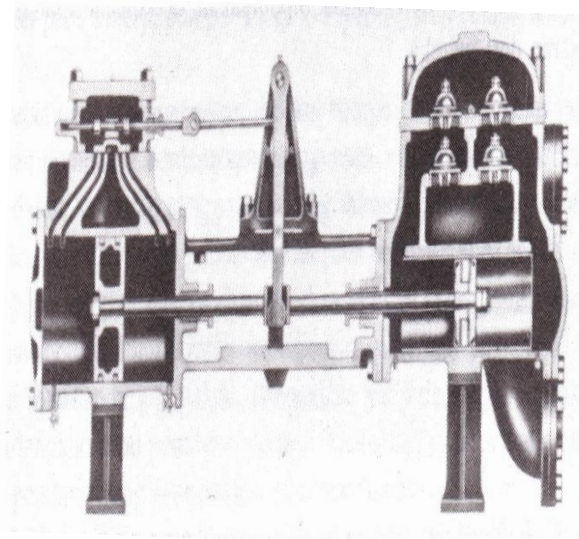
Pompa Torak merupakan unit *perpindahan positif*—pompa ini mengeluarkan cairan dalam jumlah yang terbatas selama pergerakan piston atau plunyer sepanjang langkahnya. Akan tetapi, tidak seluruh cairan dapat mencapai pipa buang disebabkan oleh kebocoran atau peralatan pembuang (*by pass*) dapat saja mencegah hal ini. Dengan mengabaikan hal ini, volume cairan yang dipindahkan selama satu langkah piston atau plunyer akan sama dengan perkalian luas piston dengan panjang langkah.

2.2.4. Jenis Pompa Torak

Pada penggunaan pompa torak yang sesuai untuk kondisi umum dengan kapasitas kecil serta tinggi tekan besar, dan cairannya bersih dan jernih. Kemudian, tergantung pada kebutuhan pekerjaan, pompa jenis piston atau plunyer, aksi langsung. Engkol dan roda-penerus atau jenis tenaga dapat dipilih. Pompa ini bisa dari jenis simpleks, dupleks, tripleks atau dengan silinder yang lebih banyak jumlahnya.

Pada dasarnya ada dua jenis pompa torak—unit aksi langsung (*direct-acting*) yang digerakkan oleh uap dan pompa tenaga. Akan tetapi ada banyak modifikasi desain dasar yang dibuat untuk keperluan khusus di dalam berbagai bidang. Beberapa diantaranya diklasifikasikan sebagai pompa rotari oleh pembuatnya namun pada kenyataannya memakai gerakan piston atau plunyer yang bolak-balik juga baru dapat melaksanakan aksi pemompaannya, Sebutan yang lebih *umum*—*torak*— akan dipakai untuk pompa.

Pompa-pompa Aksi-langsung Pada pompa jenis aksi-langsung (*direct-acting pump*) ini, sebuah batang piston (*piston rod*) bersama menghubungkan piston untuk uap dengan piston untuk cairan, seperti gambar dibawah ini :

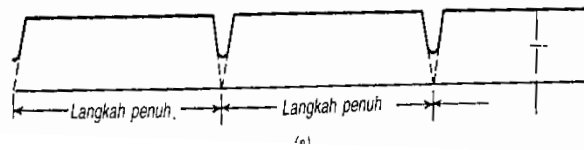


Gambar 13 Pompa piston duplex mendatar

2.2.5. Karakteristik Pompa Torak

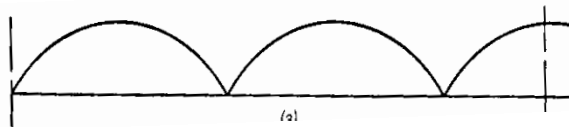
Aliran buang pompa sentrifugal dan kebanyakan pompa rotari bersifat tunak. Akan tetapi pada pompa torak aliran akan berdenyut (*pulsate*), yang karakter denyutannya tergantung pada jenis pompa dan apakah pompa itu mempunyai ruang bantalan (*cushion chamber*) atau tidak.

Pompa aksi-langsung Simpleks Pompa uap yang beroperasi pada kecepatan normal mempunyai kurva aliran buang seperti ditunjukkan pada Gambar dibawah ini . Alirannya tunak hingga akhir langkah, yang piston cairannya berhenti dan membalik gerakannya. Tanpa ruang bantalan (*cushion chamber*), aliran secara teoretis akan terhenti apabila piston berhenti. Akan tetapi ruang udara akan mencegah hal ini, akan memberikan lengkungan seperti ditunjukkan pada Gambar 14



Gambar 14 Kurva Lengkungan *cushion chamber*

Pompa Tenaga : Kurva aliran buang untuk pompa tenaga menyerupai kurva sinus (Gambar dibawah ini) sebab piston atau plunyer digerakkan oleh engkol. Aliran buang tidak akan berubah dengan tiba-tiba sebagaimana pompa aksi-langsung.



Gambar 15 Kurva Sinus

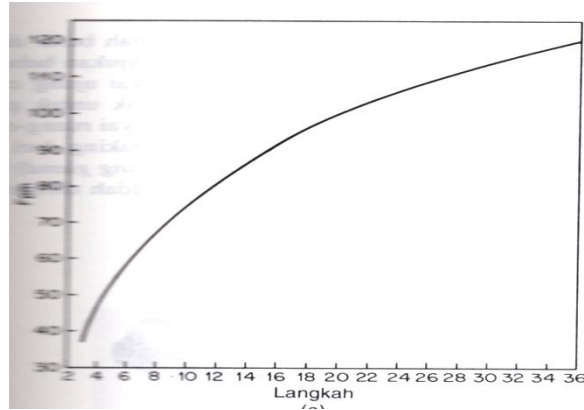
Kapasitas dan Kecepatan Seperti pompa lainnya, pompa torak tidak akan menyedot cairan, pompa ini akan menurunkan tekanan di dalam ruangan hisap, dan tekanan luar, biasanya tekanan atmosfer akan mendorong cairan ke dalam pompa. Untuk setiap pompa dengan ukuran jaringan hisap yang sudah diketahui, kapasitas atau kecepatan maksimum telah ditentukan oleh tinggi-tekan hisap positif bersih (npsh) yang ada. Apabila kecepatan pompa torak bertambah, maka kapasitasnya juga mengganggu aliran ke dalam atau ke luar dari pompa. Kurva yang ditunjukkan pada Gambar dibawah ini menunjukkan kecepatan dasar untuk pompa aksi-langsung dan tenaga. Untuk pompa aksi-langsung, kecepatan dinyatakan dalam feet per menit gerakan piston; untuk pompa tenaga dinyatakan baik dalam kecepatan piston maupun putaran per menit.

Pada tahun-tahun terakhir ini, kecepatan pompa bertambah dengan nyata untuk penggunaan khusus tertentu,. Kurva pada Gambar dibawah yang menyatakan kecepatan dasar, boleh saja tidak mencerminkan kecepatan yang lebih tinggi yang saat ini kita gunakan. Akan tetapi, unit kecepatan yang lebih tinggi untuk penggunaan umum pada semua industri masih dalam tingkat pengembangan. Agaknya masih diperlukan waktu yang lama sebelum semua persoalan yang dijumpai, khususnya persoalan-persoalan yang menyangkut katup-katup cairan, akan dipecahkan. Oleh karena itu, kurva pada Gambar dibawah ini berlaku untuk sejumlah besar pompa tenaga yang dipakai sekarang ini dan untuk desain yang telah ada di pasaran.

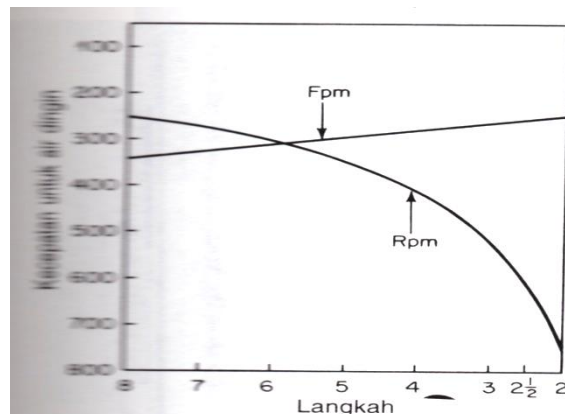
Kekentalan Cairan dan Temperatur Air Kedua variabel ini akan mempengaruhi kecepatan kapasitas maksimum pompa. Jadi, apabila kekentalan cairan berubah dari 250 menjadi 5.000 SSU .kecepatan pompa turun dari kecepatan uji menjadi 65% dari kecepatan uji. Apabila temperatur air naik dari 70 menjadi 250 F, akan terjadi penurunan kecepatan menjadi 62 persen dari kecepatan ujinya.

Untuk bahan semi-padat, seperti lumpur yang bersifat asam (*acid sludge*), gula cair (*molasses*), dan sirup, dipompakan dengan pompa torak yang dirancang sedemikian

rupa sehingga beroperasi tanpa katup hisap. Katu-katup buang cakra atau bola digunakan untuk unit-unit ini. Sebelum memperhatikan pompa, periksalah untuk menentukan pengaruh nyata kekentalan, *n_{psh}*, temperatur dan desain terhadap kapasitas. Generalisasi yang diberikan di atas, walaupun merupakan petunjuk yang membantu, harus tidak digunakan terlalu bebas.



Gambar 16 Grafik kecepatan dasar untuk pompa uap aksi langsung simpleks dan dupleks



Gambar 17 Grafik pompa pluyer tripleks dan multipleks

Prosedur atau langkah-langkah dalam penelitian ini adalah:

Hitung waktu siklus yang diinginkan.

1. Buat matrik pendahulu berdasarkan jaringan kerja perakitan.
2. Hitung bobot posisi tiap operasi.
3. Urutkan operasi, dari bobot posisi terbesar sampai bobot posisi terkecil.
4. Lakukan pembebanan operasi pada stasiun kerja, dengan criteria total waktu operasi lebih kecil dari waktu siklus.
5. Hitung efisiensi rata-rata stasiun kerja yang terbentuk.
6. Gunakan prosedur trial and error untuk mencapai pembebanan yang akan menghasilkan efisiensi rata-rata lebih besar dari efisiensi rata-rata pada langkah 6 diatas.

7. Ulangi langkah 6-7 sampai tidak ditemukan lagi stasiun kerja yang memiliki efisiensi rata-rata yang lebih tinggi.

3. Kesimpulan

Dari sudut pandang pemakaian pompa faktor yang terpenting adalah tekanan dan kapasitas yang diinginkan. Berkenaan dengan harga awal pompa dan penggeraknya, biaya pemasangan dan operasi taksiran umur pemakaian unit, biaya pemeliharaan, pengembalian modal, dan taksiran harga akhir adalah merupakan pertimbangan untuk optimalisasi pada penggunaan pompa.

Daftar Pustaka

1. Balje, Dr. O. E., *Turbomachines; A Guide to Design Selection and Theory*, John Wiley and Sons, 1981.
2. Barske, U. M., dan Dr. Ing., *Development of Some Unconventional Centrifugal Pumps*, Proceedings of the Institution of Mechanical Engineers (Britain), Vol 174 No.11, 1960.
3. Barske, U. M., dan Dr. Ing., *Formulas and Diagrams for the Calculation of Open Impeller Centrifugal Pumps*, Royal Aircraft Establishment, Farnborough; Rocket Propulsion Department, Wescott; Technical Note RPD 127: 155
4. Hicks, Tyler G., dan T. W. Edwards, *Pump Application Engineering*, McGraw-Hill, Inc, 1971.
5. Karassik, Igor J., dan Hirschfeld, Fritz, *The Centrifugal Pumps of Tomorrow*, Mechanical Engineering. 1982
6. Karassik, Igor J., *The Centrifugal Pump-Out of the Past-Into the Future*, Dipresentasikan pada kongres European Fluid Machinery kedua, The Hague. 1984