

TELAAH PUSTAKA**METODE PENENTUAN KAPASITAS POMPA AIR SENTRIFUGAL UNTUK SISTEM PENGAIRAN SAWAH**

Murni

Staf Pengajar D III Teknik Mesin Fakultas Teknik UNDIP

ABSTRAK

Untuk mendapatkan air bagi sawah non irigasi dibutuhkan pompa, untuk membeli pompa harus diperhitungkan dulu kebutuhan air yang diperlukan untuk sawah yang akan dialiri dan juga diselidiki di mana tempat pompa air tersebut akan dipasang, sehingga dapat menentukan : kapasitas pompa, head pompa dan tenaga penggerak mulanya.

PENDAHULUAN

Pada umumnya masyarakat pedesaan di seluruh Indonesia mata pencaharian mereka kebanyakan adalah petani, bagi para petani air merupakan salah satu syarat bagi mereka untuk bisa menanam padi di sawah, padahal tidak semua daerah pertanian mendapat irigasi yang cukup sehingga diperlukan cara lain yaitu dengan cara mengambil air dari sumber mata air di sekitar persawahan yang biasanya letak mata air lebih rendah dari persawahan mereka ada juga yang membuat sumur. Untuk itu diperlukan peralatan pompa air, yang biasa digunakan pada umumnya pompa air jenis sentrifugal namun dalam memilih pompa air untuk pengairan sawah terlebih dahulu harus diketahui kapasitas aliran serta head yang diperlukan untuk mengalirkan air yang akan dipompa.

Selain dari pada itu, agar pompa dapat bekerja tanpa mengalami kavitasi, perlu ditaksir berapa tekanan minimum yang tersedia pada sisi masuk pompa yang terpasang pada instalasinya. Selanjutnya untuk menentukan penggerak mula yang akan dipakai, harus terlebih dahulu dilakukan penyelidikan tentang jenis sumber tenaga yang dapat dipergunakan di tempat yang bersangkutan.

Keperluan Air untuk Sawah

Sawah untuk tanaman padi harus digenangi air dengan kedalaman tertentu, untuk memelihara kedalaman tersebut diperlukan tambahan air terus menerus guna mengganti penyusutan karena transpirasi tanaman, penguapan sawah dan berkolasi.

Jadi penyusutan kedalaman air perhari h (mm / hari) = transpirasi + penguapan + peresapan - curah hujan berguna. Curah hujan berguna dan penguapan selama jangka waktu pengairan tergantung pada musim, tempat dan cuaca.

Pengaruh cuaca harus ditentukan atas dasar kondisi musim terburuk dalam 10 sampai 20 tahun. Kehilangan air karena perkolasi tergantung pada keadaan geologi tanah dari sawah yang bersangkutan. Komponen-komponen penyusutan air seperti tersebut di atas dapat ditaksir secara kasar sebagai berikut :

Transpirasi tanaman : 6 – 7 mm / hari

Penguapan : 4 – 5 mm / hari

Perkolasi : 10 – 20 mm / hari (sawah lama)

: 30 – 45 mm / hari (sawah baru)

Adapun jumlah air yang diperlukan seluruhnya dapat dihitung dari rumus :

$$Q = 10 \cdot h \cdot A$$

Dimana :

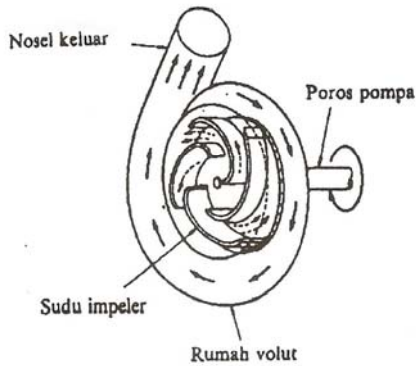
Q = jumlah air irigasi total (m^3 / hari)

H = laju penyusutan (mm / hari)

A = luas sawah (ha)

Pompa Sentrifugal**Cara Kerja Pompa Sentrifugal**

Pompa sentrifugal, seperti diperlihatkan gambar 1 mempunyai sebuah impeler (baling-baling) untuk mengangkat zat cair dari tempat yang lebih rendah ke tempat yang lebih tinggi. Daya dari luar diberikan kepada poros pompa untuk memutar impeler di dalam zat cair. Maka zat cair yang ada di dalam impeler, oleh dorongan sudu-sudu ikut berputar melalui saluran di antara sudu-sudu. Di sini head tekanan zat cair menjadi lebih tinggi. Demikian pula head kecepatannya bertambah besar karena zat cair mengalami percepatan. Zat cair yang keluar dari impeler ditampung oleh saluran berbentuk volut (spiral) di keliling impeler dan disalurkan ke luar pompa melalui nosel. Di dalam nosel ini sebagian head kecepatan aliran berubah menjadi head tekanan.



Gambar 1. Bagan aliran fluida di dalam pompa sentrifugal

Di dalam nosel ini sebagian head kecepatan aliran berubah menjadi head tekanan.

Jadi impeler pompa berfungsi memberikan kerja kepada zat cair sehingga energi yang dikandungnya menjadi bertambah besar. Selisih energi per satuan berat atau head total zat cair antara flens isap dan flens keluar pompa disebut head total pompa.

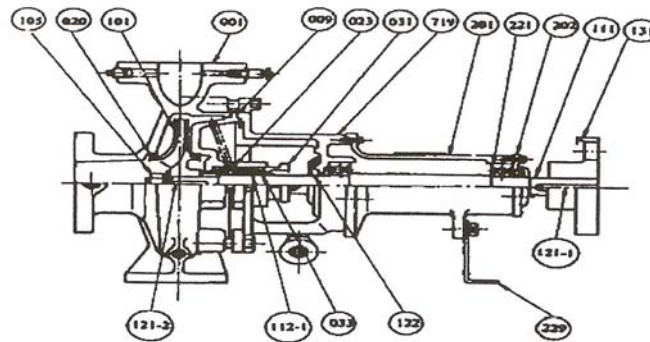
Dari uraian di atas jelas bahwa pompa sentrifugal dapat mengubah energi mekanik dalam bentuk kerja poros menjadi energi fluida. Energi inilah yang mengakibatkan pertambahan head tekanan, head kecepatan, dan head potensial pada cat cair yang mengalir secara kontinyu.

Konstruksi Pompa Sentrifuga!

Pompa ini mempunyai konstruksi sedemikian rupa hingga aliran zat cair yang keluar dari impeler akan melalui sebuah bidang tegak lurus poros pompa, 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 bocor keluar atau udara masuk ke dalam pompa maka diberi paking sebagai perapat poros, namun selain paking juga dapat digunakan perapat mekanis.

Kapasitas Pompa

Jumlah air yang diperlukan untuk pengairan sawah adalah untuk mengganti penyusutan air rata-rata. Jumlah ini akan bertambah sampai mencapai maksimum pada permulaan musim tanam, yaitu pada saat persiapan, penanaman dan pembungaan (kurang lebih 30 sampai 40 hari). Jadi kapasitas pompa yang direncanakan harus ditentukan atas dasar kebutuhan maksimum. Namun untuk mengganti penyusutan air yang biasa pompa harus dijalankan sedemikian hingga waktu kerja hariannya dapat dipersingkat. Kapasitas pompa berdasarkan kebutuhan puncak dapat dihitung dengan rumus :



No.	Nama bagian	No.	Nama bagian	No.	Nama bagian
011	Rumah	101	Impeler	201	Rumah bantalan
009	Tutup rumah	105	Mur impeler	202	Tutup bantalan
020	Cincin penyekat	111	Poros	221	Bantalan bola
023	Cincin perapat	112-1	Selubung	229	Penopang
031	Penekan paking	121-1	Pasak	719	Penyangga
033	Paking	121-2	Pasak		
		122	Cincin pelempar		
		131	Kopling		

Gambar. 2. Pompa Sentrifugal

$$Q_p = \frac{Q \cdot k}{T}$$

Dimana :

Q_p : kapasitas pompa yang direncanakan (m^3 / jam)

Q : jumlah air irigasi keseluruhan (m^3 / hari)

K : kapasitas kehilangan air di saluran ($= 1,1$)

T : jumlah kerja aliran dalam kondisi kebutuhan puncak
(= 18 sampai 21 jam)

Head Total Pompa

Head Total Pompa yang harus disediakan untuk mengalirkan jumlah air seperti yang direncanakan, dapat ditentukan dari kondisi yang akan dilayani oleh pompa seperti terlihat dalam gambar di bawah ini :

Head total pompa dapat ditulis sbb :

$$H = h_a + \Delta h_p + \Sigma h_l + \frac{Vd^2}{2g}$$

dimana :

H : Head total pompa (m)

h_a : Head statis total (m)

Head ini adalah perbedaan tinggi antara muka air disisi keluar dan disisi isap ; tanda positif (+) dipakai apabila muka air disisi keluar lebih tinggi daripada sisi isap.

Δh_p : Perbedaan head tekanan yang bekerja pada kedua permukaan air (m)

Σh_l : Berbagai kerugian head dipompa, katup, belokan, sambungan dll (m)

$\frac{Vd^2}{2g}$: Head kecepatan keluar (m)

g : kecepatan grafitasi ($= 9,8 \text{ m/s}^2$)

Vd : Kecepatan rata-rata disisi keluar

Head Kerugian diinstalasi pipa

Head kerugian gesek dalam pipa (h_f)

$$h_f = \lambda \frac{L}{D} \frac{V^2}{2g}$$

L : panjang pipa (m)

D : diameter dalam pipa (m)

V : kecepatan rata-rata aliran di dalam pipa (m/s)

g : percepatan grafitasi ($9,81 \text{ m/s}^2$)

λ : koefesien kerugian gesek

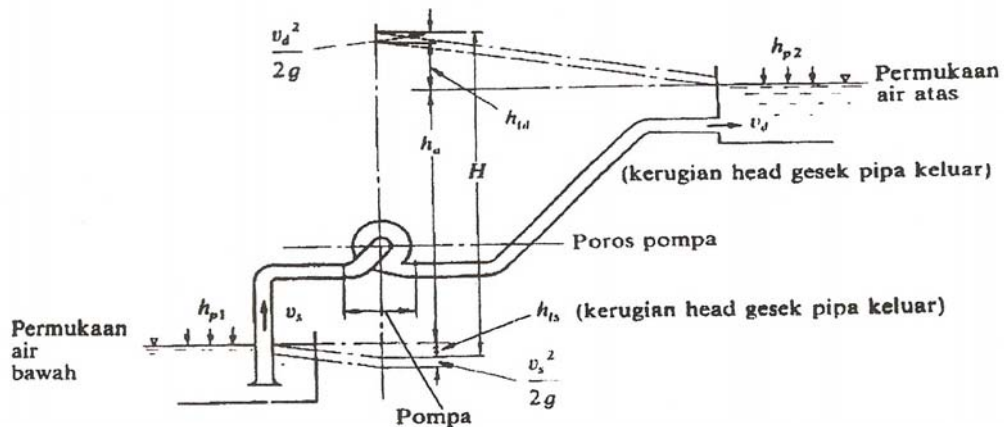
$\lambda : \frac{64}{Re}$ → untuk aliran laminar ($Re < 2300$)

$\lambda : 0,20 + \frac{0,0005}{D}$ → untuk aliran tubulen ($Re > 4000$)

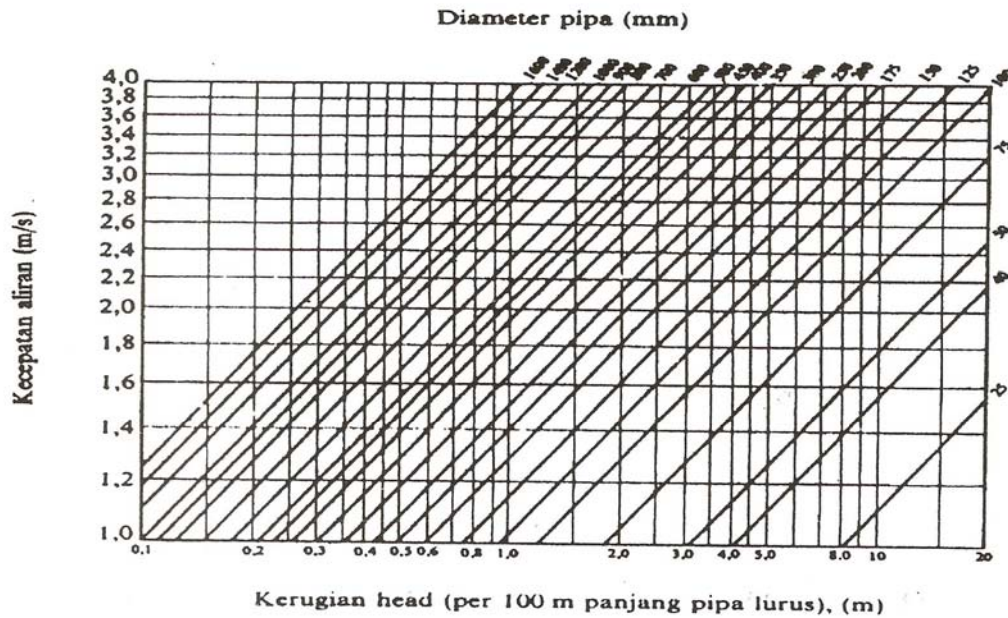
$Re : \frac{V \cdot D}{\gamma}$

γ : Viskositas kinematik zat cair (m^2/s)

Head kerugian di katup dan perlengkapan lainnya dapat dilihat di tabel - 1



Gambar. 3. Head Pompa



Gambar. 4. Kerugian gesek pada pipa lurus (rumus Darcy)

Tabel 1. Panjang ekuivalen untuk katup dan perlengkapan lainnya

Diameter nimal (mm)	Panjang ekuivalen (m)							
	Belokan 90°	Belokan 45°	T - 90° Aliran Cabang	T - 90° Aliran lurus	Katup sorong	Katup bola	Katup sudut	Katup satu arah
15	0,60	0,36	0,90	0,18	0,12	4,5	2,4	1,2
20	0,75	0,45	1,2	0,24	1,15	6,0	3,6	1,6
25	0,90	0,54	1,5	0,27	0,18	7,5	4,5	2,0
32	1,2	0,72	1,8	0,36	0,24	10,5	5,4	2,5
40	1,5	0,90	2,1	0,45	0,30	13,5	6,6	3,1
50	2,1	1,2	3,0	0,60	0,39	16,5	8,4	4,0
65	2,4	1,5	3,6	0,75	0,48	19,5	10,2	4,6
80	3,0	1,8	4,5	0,90	0,63	24,0	12,0	5,7
100	4,2	2,4	6,3	1,2	0,81	37,5	16,5	7,6
125	5,1	3,0	7,5	1,5	0,99	42,0	21,0	10,0
150	6,0	3,6	9,0	1,8	1,2	49,5	24,0	12,0
200	6,5	3,7	14,0	4,0	1,4	70,0	33,0	15,0
250	8,0	4,2	20,0	5,0	1,7	90,0	43,0	19,0

Penggerak Pompa

Untuk menentukan pilihan yang tepat harus dilihat dimana pompa tersebut dipasang, sebab kedua jenis penggerak mula tersebut mempunyai keuntungan dan kerugian.

1) Motor listrik

Keuntungan :

- Jika tenaga listrik dari PLN tersedia dengan tegangan yang sesuai, maka motor listrik memberikan ongkos yang rendah
- Pengoperasian lebih mudah
- Ringan hampir tidak menimbulkan getaran

- Pemeliharaan dan pengaturan mudah
- Kerugian :
 - Jika listrik padam, pompa tidak dapat bekerja sama sekali
 - Jika pompa jarang dipakai biaya akan tinggi
 - Jika lokasi pompa jauh dari jaringan distribusi listrik yang ada, biaya penyambungan tenaga listrik akan mahal
- 2). Motor Bakar
- Keuntungan :
 - Operasi tidak tergantung tenaga listrik
 - Biaya fasilitas tambahan dapat lebih rendah dari motor listrik
- Kerugian :
 - Motor bakar lebih berat dari pada motor listrik
 - Getaran dan suara mesin sangat besar
 - Operasional dan perawatan lebih sulit dibandingkan motor listrik

Daya Penggerak Pompa

Daya Air

Energi yang secara efektif diterima oleh air dari pompa persatuan waktu.

$$P_w = 0,163 \cdot \gamma \cdot Q \cdot H$$

Dimana :

- P_w = daya air (kw)
- γ = berat air persatuan volume (kg / dm³)
- Q = kapasitas (m³ / menit)
- H = head total pompa

Daya Poros

Daya yang diperlukan untuk menggerakkan sebuah pompa adalah sama dengan daya air ditambah kerugian daya di dalam pompa.

$$P = \frac{P_w}{\eta p}$$

Tabel 3. Effisiensi pompa transmisi

Jenis transmisi		ηp
Sabuk rata		0,9 - 0,93
Sabuk V		0,95
Roda gigi	Roda gigi lurus satu tingkat	0,92 - 0,95
	Roda gigi miring satu tingkat	0,95 - 0,98
	Roda gigi kerucut satu tingkat	0,92 - 0,96
	Roda gigi plaincr satu tingkat	0,95 - 0,98
Kopling hidraulik		0,95 - 0,97
Poros yang dikopel langsung		1,00

dimana :

- P = daya poros (kw)
- P_w = daya air (kw)
- ηp = effisiensi pompa (%)

Daya Nominal

Meskipun daya poros ditentukan menurut rumus di atas daya nominal penggerak mula yang dipakai untuk menggerakkan pompa harus ditetapkan dari rumus di bawah ini :

$$P_m = \frac{P(1 + \alpha)}{\eta t}$$

dimana :

- P_m = daya nominal (kw)
- P = daya poros (kw)
- α = faktor cadangan (tabel 2)
- ηt = effisiensi transmisi (tabel 3)

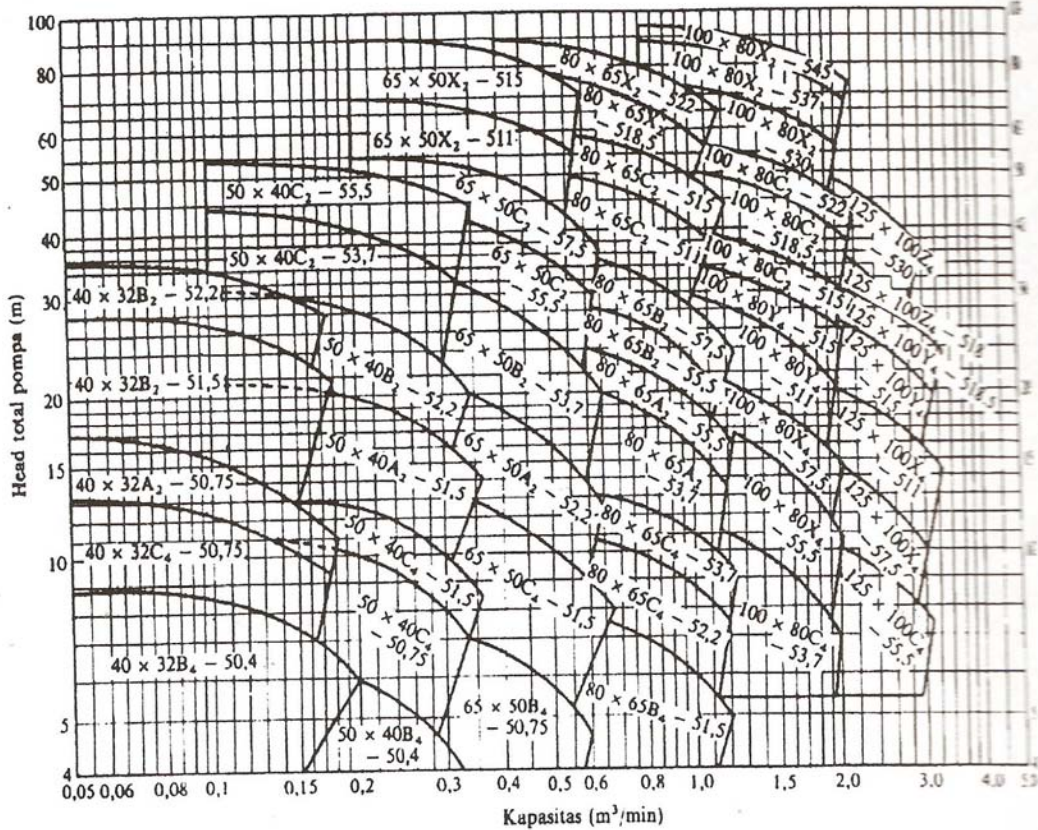
Jika titik kerja sebuah pompa bervariasi dalam suatu daerah tertentu, maka daya poros juga bervariasi jadi daya nominal harus ditentukan untuk daya poros maksimum P dalam daerah kerja normal.

Tabel 2. Perbandingan cadangan

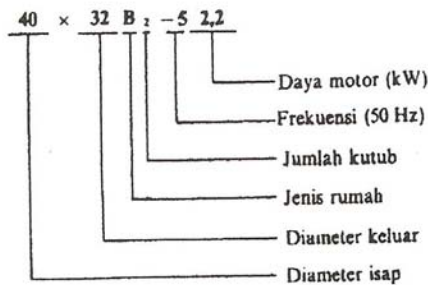
Jenis penggerak mula	α
Motor induksi	0,1 - 0,2
Motor bakar kecil	0,15 - 0,25
Motor bakar besar	0,1 - 0,2

Setelah semua diperhitungkan dan dipertimbangkan misalnya memilih jenis penggerak motor listrik, maka dapat memilih langsung pada diagram pemilihan pompa disesuaikan dengan kebutuhan.

Putaran : 3000 rpm = 2 kutub
1500 rpm = 4 kutub



Nomor katalog pompa



Gb. 5. Diagram pemilihan pompa umum

KESIMPULAN

1. Perhitungan kebutuhan air untuk pengairan sawah diperlukan sebelum membeli sebuah pompa air untuk sawah.
2. Penentuan head pompa terlebih dahulu harus melihat besar ketinggian antara sumber air dan letak irigasi (sawah).
3. Untuk menentukan penggerak mula yang akan dipakai harus menyesuaikan dengan jenis sumber tenaga yang dapat dipergunakan di tempat pemakaian.

DAFTAR PUSTAKA

- Austin H Church, Zulkifli Harahap, 1986. *Pompa Blower Sentrifugal*, Erlangga, Jakarta.
- Muhajir Utomo DR, Nazarudin Ir, 1998. *Bertanam Padi Sawah*, Penebar Swadaya, Jakarta.
- Sularso, Harno Tahara, 1985. *Pompa dan Kompresor*, Pradya Paramita, Jakarta.
- Suparyono DR, Ir, Agus Setyono DR, Ir, 1997. *Mengatasi Permasalahan Budidaya Padi*, Penebar Swadaya, Jakarta.
- Soemartono, Bahrinsamad, Hardjono Drs, 1980. *Becocok Tanam Padi*, CV. Yosaguna, Jakarta.
- Tyler G Hicks, Edwards, PE. 1971. *Pump Application Engineering*, Mc. Graw Hill Inc, Amerika