

**PERENCANAAN POMPA FLUIDA
UNTUK MEMENUHI KEBUTUHAN AIR BERSIH
PADA KOMPLEKS PERUMAHAN
PT PELINDO I CABANG BELAWAN – MEDAN**

TUGAS AKHIR

Oleh :

MUKHLIS
NPM : 97 813 0020



**PROGRAM STUDI TEKNIK MESIN
FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS MEDAN AREA
MEDAN
2005**

UNIVERSITAS MEDAN AREA

© Hak Cipta Di Lindungi Undang-Undang

Document Accepted 29/12/23

1. Dilarang Mengutip sebagian atau seluruh dokumen ini tanpa mencantumkan sumber
2. Pengutipan hanya untuk keperluan pendidikan, penelitian dan penulisan karya ilmiah

3. Dilarang memperbanyak sebagian atau seluruh karya ini dalam bentuk apapun tanpa izin Universitas Medan Area

Access From (repository.uma.ac.id)29/12/23

PERENCANAAN POMPA FLUIDA UNTUK MEMENUHI KEBUTUHAN AIR BERSIH PADA KOMPLEKS PERUMAHAN PT PELINDO I CABANG BELAWAN - MEDAN

Oleh :

Mukhlis
NPM 97 813 0020
Program Studi Teknik Mesin



Disetujui

Pembimbing I

(Ir. Darianto, MSc.)

Pembimbing II

(Ir. H. Amirsyam Nst, MT)

Mengetahui

Dekan

(Drs. Dadan Ramdan, MEng, Sc.)

Ketua Program Studi

(Ir. Darianto, MSc.)

Tanggal lulus :

UNIVERSITAS MEDAN AREA

© Hak Cipta Di Lindungi Undang-Undang

Document Accepted 29/12/23

1. Dilarang Mengutip sebagian atau seluruh dokumen ini tanpa mencantumkan sumber
2. Pengutipan hanya untuk keperluan pendidikan, penelitian dan penulisan karya ilmiah
3. Dilarang memperbanyak sebagian atau seluruh karya ini dalam bentuk apapun tanpa izin Universitas Medan Area

DAFTAR ISI

KATA PENGANTAR -----	i
DAFTAR ISI -----	ii
DAFTAR TABEL -----	vi
DAFTAR GRAFIK -----	vii
BAB I. PENDAHULUAN -----	1
I.1. Latar Belakang -----	1
I.2. Tujuan Penulisan -----	2
I.3. Permasalahan -----	3
I.4. Batasan Masalah -----	6
I.5. Metodologi -----	6
BAB II. TINJAUAN PUSTAKA -----	7
II.1. Mesin-Mesin Fluida -----	7
II.1.1. Mesin Kerja -----	7
II.1.2. Mesin Tenaga -----	7
I.2. Penjelasan Tentang Pompa -----	8
II.2.1. Pompa Positif Displacement -----	8
II.2.2. Pompa Dinamis -----	11
II.2.3. Kecepatan Spesifik -----	11
II.3. Teori Dasar Pompa Sentrifugal -----	12
II.3.1. Cara kerja Pompa Sentrifugal -----	13
II.3.2. Segitiga Kecepatan Aliran -----	14
II.3.3. Persamaan Utama Pada Mesin Arus Aliran Fluida -----	17

II.3.4. Hubungan Tinggi Kenaikan H dengan Kerja Spesifik-----	18
II.3.5. Jenis-jenis Impeler -----	19
BAB III. PEMBAHASAN MATERI-----	24
III.1. Kapasitas-----	24
III.1.1. Kebutuhan Air -----	24
III.1.2. Perhitungan Kebutuhan Air -----	24
III.1.3. Menentukan Kapasitas Pompa -----	26
III.2. Ukuran-ukuran Pipa Yang Digunakan -----	26
III.3. Head Pompa-----	29
III.3.1. Head Statis -----	29
III.3.2. Perbedaan Head Tekan-----	30
III.3.3. Kerugian Head Pada Pipa -----	30
III.4. Putaran Pompa-----	37
III.5. Pemilihan Jenis Impeler -----	38
III.6. Daya Pemompaan (Hidrolit)-----	39
III.7. Pemeriksaan -----	40
III.7.1. Daya Pada Poros Yang Diperlukan-----	42
III.8. Daya Motor Penggerak Pompa-----	44
III.9. Perencanaan Jumlah Pompa-----	45
III.10. Perencanaan Tangki-----	46

BAB IV. PENENTUAN SPESIFIKASI POMPA -----	48
IV.1. Diameter Poros -----	48
IV.1. Ukuran Impeler -----	50
IV.2. Perencanaan Sudu -----	63
IV.2.1. Jumlah Sudu -----	63
IV.2.2. Jarak Tiap Sudu (S_1) -----	64
IV.2.3. Tebal Sudu -----	65
IV.2.4. Pemilihan Bentuk Sudu -----	66
IV.2.5. Melukis Bentuk Sudu Impeler -----	68
IV.2.6. Panjang Rata-Rata Impeler -----	71
IV.2.7. Ukuran Impeler -----	73
IV.3. Rumah Pompa -----	73
IV.3.1. Ukuran-ukuran Rumah Pompa -----	74
IV.3.2. Luas Penampang Lebar Volute Casing -----	75
IV.3.3. Jari-Jari Leher Volute -----	76
IV.3.4. Jari-jari kepusat Lingkaran Casing (r_4) -----	76
IV.3.5. Jari-Jari Volute -----	78
IV.3.6. Tebal Rumah Pompa -----	79
IV.3.7. Baut Pengait Rumah Pompa -----	80
IV.3.8. Besar Gaya Dalam Rumah Rumah Pompa (f) -----	80
IV.3.9. Gaya Yang Diterima Baut (F) -----	81
IV.3.10. Diameter Baut (db) -----	81
IV.4. Perhitungna Gaya Pada Pompa -----	82

IV.4.1. Gaya Aksial	82
IV.4.2. Perhitungan Gaya Aksial	83
IV.4.3. Gaya Radial	86
IV.4.4. Berat Impeler	88
IV.4.5. Defleksi Pada Poros	90
IV.5. Bantalan dan Pasak	93
IV.5.1. Perencanaan Bantalan	93
IV.5.2. Perencanaan Pasak	98
IV.6. Putaran Kritis	101
IV.7. Kavitasi	102
BAB V. PELUMASAN	104
V.1. Perhitungan Temperatur Kerja	104
V.1.1. Temperatur Kerja	104
V.2. Pelumasan	105
BAB VI. KESIMPULAN	109
DAFTAR PUSTAKA	
LAMPIRAN	

BAB I

PENDAHULUAN

I.1. Latar Belakang

Pada masa sekarang ini dimana peningkatan populasi pertumbuhan penduduk perkotaan sangat meningkat, sementara tanah yang tersedia sangat terbatas, maka diperlukan pembangunan kompleks perumahan sebagai sarana tempat tinggal yang layak dan nyaman serta memenuhi kebutuhan sehari-hari..

Dari keadaan tersebut maka sebagai sarana penunjang haruslah benar-benar dipertimbangkan, sehingga nantinya kota menjadi kota yang teratur dan tertata dengan baik, sehingga bersih, indah dan aman.

Dari permasalahan diatas, masalah perkotaan menjadi masalah utama didalam tugas-tugas sarjana. Di lokasi kompleks perumahan tertentu memerlukan berbagai sarana yang nantinya bisa dimanfaatkan oleh penghuni. Salah satu dari berbagai sarana tersebut adalah pompa yang digunakan untuk mendistribusikan air di dalam kompleks tersebut.

Di dalam tulisan ini lebih lanjut akan dibahas mengenai pompa yang digunakan untuk memenuhi kebutuhan air bersih pada sebuah lingkungan perumahan di PT (Persero) Pelabuhan Indonesia I Cabang Belawan.

Berikut rancangan kompleks perumahan tersebut :

- | | | |
|-------------------------------|---|--------|
| 1. Tinggi rumah | = | 4,5 m |
| 2. Panjang perumahan | = | 30 m |
| 3. Lebar perumahan | = | 15 m |
| 4. Jarak Pompa Pada Perumahan | = | 24,8 m |

UNIVERSITAS MEDAN AREA

© Hak Cipta Di Lindungi Undang-Undang

Document Accepted 29/12/23

1. Dilarang Mengutip sebagian atau seluruh dokumen ini tanpa mencantumkan sumber

2. Pengutipan hanya untuk keperluan pendidikan, penelitian dan penulisan karya ilmiah

3. Dilarang memperbanyak sebagian atau seluruh karya ini dalam bentuk apapun tanpa izin Universitas Medan Area

Access From repository.uma.ac.id/29/12/23

- 5. Panjang Pipa Isap = 6 m
- 6. Panjang Pipa Tekan = 48 m
- 7. Tekanan air pada Bak Penampungan = 1 atm
- 8. Jumlah Karyawan pada PT.TELKOM = 400 orang
- 9. Ukuran Bak Bawah yang Direncanakan = 4 x 4 x 4 m

10. Ukuran Tangki Atas Yang Direncanakan :

Diameter = 4,8 m

Tinggi = 2,4 m

Jari-jari = 2,4 m

- 11. Tinggi Tangki Atas Pada Gedung Tersebut = 1,2 m

1.2. Tujuan Penulisan

Seperti yang telah diuraikan diatas, perumahan memerlukan pompa untuk menyediakan air bersih, pemadam kebakaran dan lain-lain.

Untuk menyediakan air tersebut pompa-pompa ini dipakai dengan berbagai cara, misalnya dengan penampung (reservoir) atau tangki tekan (pressure tank) maka untuk kewajiban penulis didalam menyelesaikan kurikulum yang ada di Universitas Medan Area yang salah satunya membuat tugas akhir. Tujuan dari penulisan ini adalah:

1. Menuliskan jenis pompa yang digunakan dalam sebuah lingkungan perumahan.
2. Menentukan jumlah pompa yang akan digunakan dalam kompleks tersebut.

3. Menentukan sistem penyediaan air dengan sebuah pompa, misalnya untuk mendistribusikan air atas atau juga menggunakan tangki tekan, yang mana semua tujuan ditinjau dari segi ekonomisnya.

Selain itu dari penulisan ini juga sangat bermanfaat bagi penulis sendiri, yang mana penulis nantinya dapat mengetahui pelayanan pompa yang akan digunakan pada kompleks suatu perumahan.

I.3. Permasalahan

Di kompleks perumahan tersebut berbagai masalah dapat timbul dan hal ini harus dapat diatasi, ditinjau dari segi teknis dan masalah-masalah tersebut meliputi.

- Sistem penghasil udara
- Sistem kelistrikan
- Sistem pengadaan kebutuhan air

Seperti yang dibicarakan sebelumnya dari masalah-masalah tersebut diatas penulis hanya membahas mengenai pendistribusian pengadaan kebutuhan air bersih pada gedung perkantoran. Sebelum kita membicarakan masalah pompa yang akan melayani gedung perkantoran ada dua hal yang harus diperhatikan:

1. Sumber air
2. Instalasi yang direncanakan

I.3.1. Sumber Air

Air yang digunakan untuk keperluan ini harus cukup bersih dan memenuhi syarat, mengingat untuk diminum, mandi dan keperluan lainnya. Syarat-syarat yang harus dimiliki oleh air tersebut adalah:

1. Tidak mempunyai rasa
2. Tidak berbau
3. Tidak mengandung racun dan bebas dari berbagai sumber penyakit

Untuk menyediakan air yang mempunyai syarat seperti tersebut diatas ada tiga kemungkinan yang dapat dilakukan yaitu:

1. Menyambung ke Industri Perusahaan Air Minum (PAM)
2. Menjernihkan air sungai
3. Membuat sumur bor

1. Menyambung Ke Instalasi Yang Ada

Dapat dilakukan dengan memasang instalasi pipa dari tangki PAM ke sesuatu tangki yang ada di lokasi tersebut. Air dari instalasi ini sudah cukup bersih, karena air tersebut telah melalui beberapa proses penjernihan sebelum didistribusikan ke rumah-rumah yang dalam keadaan siap pakai, untuk berbagai jenis keperluan termasuk pengadaan kebutuhan air pada gedung perkantoran tersebut.

2. Menjernihkan Air Sungai

Air yang ada disungai bisa saja digunakan, tetapi harus melalui proses terlebih dahulu sehingga layak dikonsumsi. Sedangkan sarana proses penjernihan dan ruangan

yang diperlukan relatif luas sehingga secara ekonomi hal ini menguntungkan kalau airnya hanya digunakan untuk kompleks perumahan.

3. Membuat Sumur Bor

Untuk memperoleh air dalam tanah, maka harus mengebor tanah hingga kedalaman tertentu, yang mana ini juga memerlukan biaya tambahan, tetapi mengingat pemakaian air relatif besar. Hal ini bisa saja dipakai yaitu untuk penambahan kapasitas air saja. Dari ketiga faktor diatas manfaat instalasi PAM yang sudah ada adalah merupakan jalan terbaik.

Adapun keuntungan menggunakan air PAM yaitu : air yang dipakai telah mengalami proses penjernihan, sehingga tidak ada lagi pembuatan sarana penjernihan air, jadi secara ekonomis lebih menguntungkan.

1.3.2. Instalasi Yang Direncanakan

Mengingat kebutuhan air untuk di perumahan tidak terlalu besar maka hal ini diperlukan satu bak penampung air dari PAM. Kemudian air bak penampung dipompakan kedalam suatu tangki yang terletak diatas gedung perkantoran tersebut untuk kemudian didistribusikan ke setiap ruangan yang memerlukan air tersebut.

Pemilihan pembangunan tangki tersebut didasarkan pada fluktuasi air yang tidak merata pada setiap jamnya, jadi diharapkan agar dengan penggunaan tangki tersebut kebutuhan air untuk setiap ruangan dapat dipenuhi. Secara garis besar gambaran tersebut dapat dilihat pada gambar I.1.

I.4. Batasan Masalah

Dalam penulisan tugas akhir ini penulis hanya membatasi seputar perancangan pompa untuk mengangkat air dari tangki penampungan air bawah perumahan ke tangki penampungan air diatas perumahan yang meliputi.

1. Kapasitas pompa air
2. Perencanaan head pompa
3. Perencanaan ukuran-ukuran pompa
4. Instalasi Pompa (Plumbing)

I.5. Metodologi

Metodologi untuk pengumpulan data untuk tugas akhir ini adalah dengan:

1. Study Literatur

Dalam penulisan tugas akhir ini penulis mencari berbagai literatur sebagai referensi yang dapat membantu penyediaan tugas akhir

2. Pengamatan di Lapangan

Penulis melakukan pengamatan tentang bagaimana sistem pelayaran pompa pada kompleks perumahan PT Pelindo I Cabang Belawan dan mencari data-data yang dapat menunjang kelancaran tugas akhir ini.

3. Bimbingan Dari Dosen Pembimbing

Dalam penulisan ini juga mendapat banyak masukan dan bimbingan dari dosen pembimbing.

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

II.1. Mesin-Mesin Fluida

Mesin fluida adalah suatu mesin yang dapat merubah energi fluida menjadi energi mekanik atau sebaliknya. Energi fluida berupa energi tekan, energi kinetik dan energi potensial. Secara umum mesin-mesin fluida tersebut terdiri dari dua kelompok yaitu:

II.1.1. Mesin Kerja

Mesin kerja yaitu peralatan yang dapat merubah energi fluida, yang termasuk mesin kerja antara lain:

- Pompa
- Ventilator
- Blower
- Fan
- Kompresor

II.1.2. Mesin Tenaga

Mesin tenaga yaitu mesin yang dapat merubah energi fluida menjadi energi mekanik, yang termasuk mesin tenaga antara lain:

- Turbin Uap
- Turbin Air
- Turbin Angin

UNIVERSITAS MEDAN AREA

© Hak Cipta Di Lindungi Undang-Undang

1. Dilarang Mengutip sebagian atau seluruh dokumen ini tanpa mencantumkan sumber

2. Pengutipan hanya untuk keperluan pendidikan, penelitian dan penulisan karya ilmiah

3. Dilarang memperbanyak sebagian atau seluruh karya ini dalam bentuk apapun tanpa izin Universitas Medan Area

II.2. Penjelasan Tentang Pompa

Pompa adalah suatu mesin fluida yang berfungsi untuk mengalirkan atau memindahkan fluida dari tempat yang lebih rendah ketempat yang lebih tinggi. Berarti Pompa ialah suatu mesin kerja.

Secara umum pompa dapat diklassifikasikan berdasarkan perpindahan energi pada fluida yang diterangkan sebagai berikut:

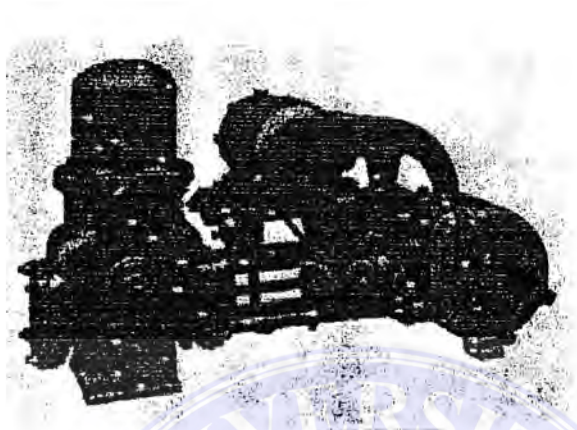
II.2.1. Pompa Positif Displacement

Pada pompa ini energi diberikan pada fluida secara periodik dimana suatu tekan diberikan pada sejumlah fluida yang terkurung dari suatu sistem yang tertutup, sehingga tekanan statisnya naik hingga keluar dari katup buang atau saluran keluar. Pompa ini umumnya digunakan untuk memisahkan fluida dengan kapasitas yang kecil, pompa statis dapat digunakan atas beberapa jenis yaitu:

II.2.1.1. Pompa Bolak Balik

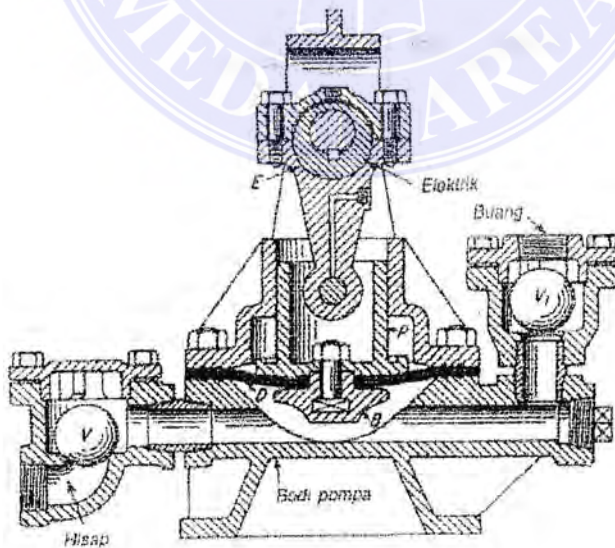
Pompa ini mempunyai bagian utama berupa jarak diafragma yang bergerak bolak-balik didalam silinder. Untuk dapat mengalirkan fluida, pompa ini dilengkapi dengan katup-katup dimana fluida yang bertekanan rendah dihisap keruang silinder, kemudian ditekan oleh jarak atau diafragma hingga tekanan statisnya baik dan sanggup mengalirkan fluida keluar melalui katup tekan. Contoh pompa bolak balik dapat dilihat pada gambar 2.1 dan 2.2.

a. Pompa Torak



Gambar 2.1. Pompa Torak

b. Pompa Diafragma



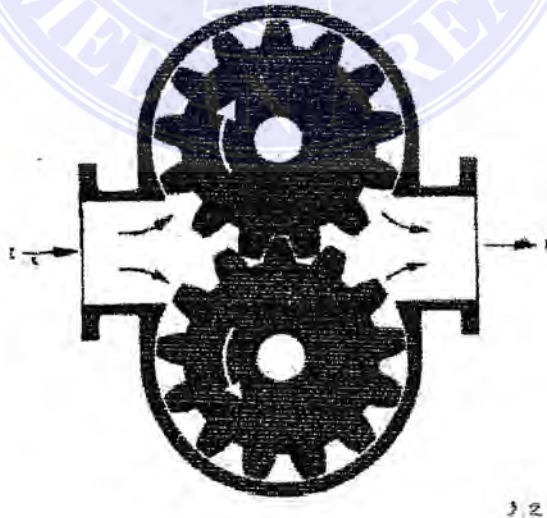
UNIVERSITAS MEDAN AREA Gambar 2.2. Pompa Diafragma

Prinsip kedua pompa tersebut adalah:

Piston bekerja bolak-balik didalam silinder digerakkan oleh poros engkol selama bekerja piston membuat langkah hisap dan langkah buang. Pada saat langkah hisap maka katup hisap akan membuka, oleh karena tekanan atmosfer pada fluida akan dipindahkan, maka fluida tersebut akan memasuki ruang saat langkah buang maka katup hisap akan menutup dan pada saat katup buang terbuka, maka fluida akan keluar menuju saluran tekan.

II.2.1.2. Pompa Roda Gigi

Pompa ini mempunyai bagian utama yang disebut rotor, yang bergerak didalam rumah pompa, kemudian didorongkan ke sisi tekan dengan gerakan rotasi. Hingga tekanan statisnya naik hingga keluar melalui sisi tekan 1 buang. Lihat gambar 2.3. berikut:



Gambar 2.3. Pompa Roda Gigi

II.2.2. Pompa Dinamis

Pompa dinamis disebut juga impeller pump. Pompa ini teraliri dari poros suatu impeler, rumah volute dan saluran keluar. Energi mekanis dari luar diberikan pada poros pompa untuk memutar impeler. Akibat putaran tersebut menyebabkan head fluida menjadi lebih tinggi karena mengalami kecepatan. Jadi prinsip kerja pompa dinamis ialah dengan mengubah energi mekanis dari panas menjadi energi fluida dan energi inilah yang menyebabkan energi tekan, head kecepatan dan head potensial pada fluida yang mengalir secara kontinue.

Pada pompa dinamis terjadi aliran fluida adalah sebagai akibat kenaikan tekanan dalam fluida, bukan sebagai akibat penggoresan volume impeler pemindahan seperti yang terjadi pada pompa statis. Pada pompa dinamis dijumpai poros putar fluida berada diantara suatu tersebut. Jadi pompa dinamis disebut juga pompa sentrifugal.

II.2.3. Kecepatan Spesifik

Kecepatan spesifik adalah suatu istilah yang dipakai untuk memberikan klasifikasi impeller yang berdasarkan prestasi dan proporsinya tanpa memperhatikan ukuran aktual dan kecepatannya bila mana impeller-impeller itu beroperasi. Karena kecepatan spesifik itu adalah merupakan fungsi proporsi imperler kecepatan spesifik adalah konstan untuk sederetan impeller-impeller yang "homologous" (yang mempunyai sudut-sudut dan proporsi yang sama) atau untuk salah satu impeller yang beroperasi pada sembarang kecepatan.

Kecepatan spesifik didefinisikan sebagai kecepatan dalam putaran permenit, bila mana suatu impeller akan beroperasi bila secara proporsional ukurannya diperkecil agar

UNIVERSITAS MEDAN AREA

dapat memberikan kapasitas teruji (rating) sebesar 1 gpm pada tinggi tekan total sebesar 1 ft kecepatan spesifik diberi tanda dengan simbol (n_s).

Salah satu pemakaian kecepatan spesifik adalah untuk mengklasifikasikan berbagai jenis impeler pompa. Telah diperlihatkan bahwa ada korelasi yang jelas antara ukuran-ukuran impeler dan kecepatan spesifik. Masing-masing impeler mempunyai suatu daerah kecepatan spesifik untuk mana impeler itu dapat di operasikan dengan baik, walaupun daerah-daerah kecepatan spesifik ini hanya merupakan taksiran saja. Tidak ada batas yang tepat antara jenis-jenis impeler.

II.3. Teori Dasar Pompa Sentrifugal

Pompa sentrifugal bekerja dengan mengambil daya dari mesin penggerak untuk memutar roda jalan (impeler). Di dalam roda jalan fluida mendapat kecepatan sedemikian rupa, sehingga fluida tersebut mempunyai percepatan keluar dari sudu-sudu roda jalan. Kecepatan fluida ini akan berkurang dan berubah menjadi tinggi kenaikan (H) di sudu-sudu pengarah atau di rumah spiral pompa (rumah keong). Besarnya tekanan yang timbul tergantung dari kecepatan fluida yang sesuai dengan persamaan:

$$P = \rho \cdot g \cdot H \cdot (N/m^2) \dots\dots\dots \text{Lit 5 hal 242}$$

Dimana:

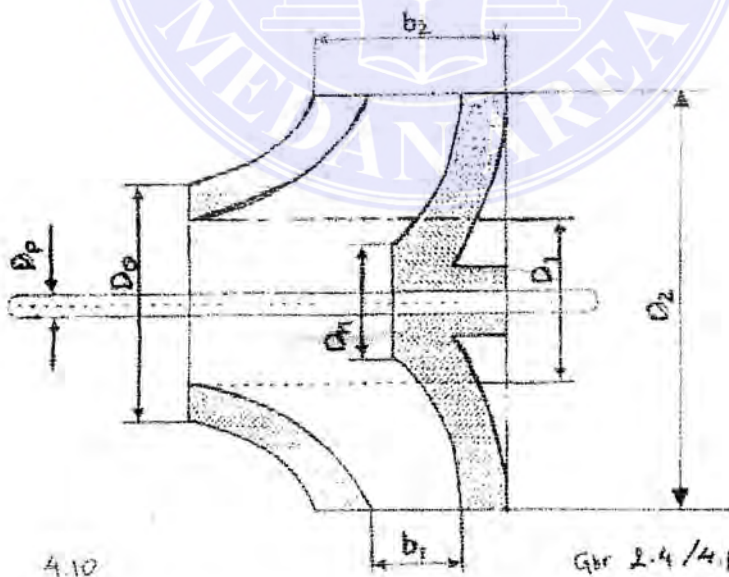
- P = Tekanan Statis (N/m^2)
- ρ = Kerapatan fluida (Kg/m^3)
- g = Kecepatan gravitasi (m/det^2)
- H = Tinggi kenaikan (m)

Untuk mencegah gesekan yang timbul sehingga gaya gesek mengakibatkan tinggi kenaikan berkurang maka kecepatan aliran fluida dibatasi, besarnya kecepatan keliling dari roda jalan juga terbatas.

Bila tinggi kenaikan pompa lebih besar dari 100 m kilo zat cair, maka pompa harus dibuat bertingkat berturut-turut dan dihubungkan menjadi satu. Tingkat tersebut terdiri dari roda jalan yang diikuti oleh sudu penggerak statik kemudian sudu pembalik yang fungsinya membalikkan aliran-aliran fluida untuk diantara sisi bagian isap tinggi berikutnya. Supaya perhitungan dalam pembuatan lebih mudah tingkat ukurannya dibuat sama.

II.3.1. Cara Kerja Pompa Sentrifugal

Berdasarkan gambar 2.4, dapat dijelaskan cara kerja pompa centrifugal ialah sebagai berikut:



Gambar 2.4. Bagian dari pompa sentrifugal

Fluida masuk melalui saluran isap kemudian dalam arah aliran aksial mengalir masuk ke dalam roda jalan dengan kecepatan terbatas. Sudu pompa mulai dari D_1 , lebar sudu b_1 , kecepatan mutlak aliran fluida dan luas penampang aliran fluida = $D_1 \cdot \pi \cdot b_1$.

Maka menurut persamaan kontinuitas didapat:

$$U = \frac{D_1 \cdot \pi \cdot n}{60}$$

Dimana:

b_1 = Tebal sudu

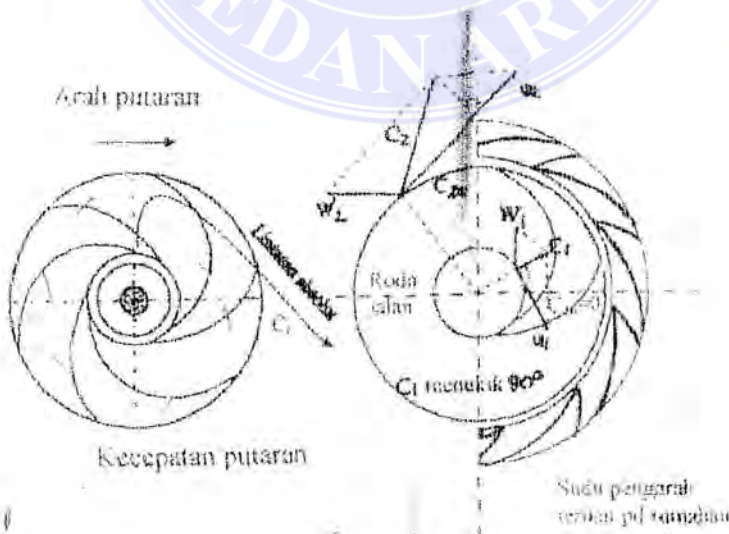
Q = Kapasitas aliran (m^3/det)

D_1 = Diameter masuk sudu pompa (m)

C_1 = Kecepatan mutlak aliran fluida masuk atau sudu impeler (m/det)

Dengan adanya suatu penampang yang dilewati fluida menjadi semakin sempit dan dengan demikian kecepatan fluida mengalir masuk sekitar 10 %

II.3.2. Segitiga Kecepatan Aliran



Gambar 2.5. Segitiga kecepatan pada impeller

II.3.2.1. Pada titik 1 dari gambar 2.5 adalah :

Pada titik ini diperoleh segitiga aliran fluida masuk C kecepatan aliran fluida masuk impeler tegak lurus U_1 didapat dari :

$$U_1 = \frac{D_1 \cdot \pi \cdot n}{60} \dots\dots\dots \text{lit 5 hal 240}$$

Dimana:

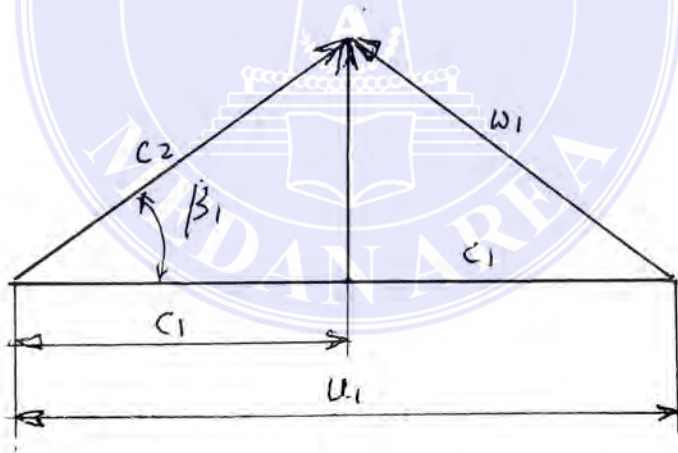
n = Kecepatan putaran roda jalan (RPM)

Keterangan gambar :

W = Kecepatan relatif aliran fluida pada sisi masuk

β = Sudu masuk aliran fluida

Lihat gambar 2.6. Segitiga kecepatan aliran fluida berikut:



Gambar 2.6. segitiga kecepatan aliran fluida masuk impeler

Dari titik 1 (pada gambar 2.6) fluida mengalir kebagian belakang dari sudu jalan yang melengkung, supaya mendapatkan pengantaran aliran yang baik maka jumlah sudu jalan harus tertentu, karena adanya gaya sentrifugal yang ada pada aliran sudu jalan. Jadi

akibatnya diperlukan medan area kecepatan U dan bentuk sudu jalan yang sedemikian

rupa didapat kecepatan relatif aliran fluida bagian masuk saluran W_1 dan kecepatan keluar W_2 . Besarnya W didapat dari persamaan kontinuitas. Diameter roda jalan bagian keluar D_2 dari pada bagian masuk D_1 . Lebar sudu b_1 sehingga pada umumnya W_2 lebih kecil dari W_1 .

II.3.2.2. Pada Titik 2 Pada Gambar 2.6.

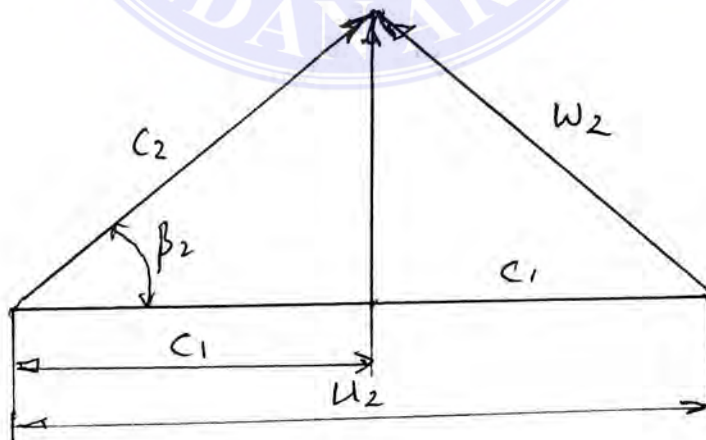
Fluida mempunyai kecepatan keluar mutlak C_2 , Kecepatan keliling pada sisi keluar U_2 adalah:

$$U_1 = \frac{D_2 \cdot \pi \cdot n}{60} \quad \text{lit 4 hal 240}$$

Dimana:

W_2 = Kecepatan relatif aliran fluida pada sisi keluar impeler seperti pada gambar 2.7 gambar berikut.

β_2 = Sudut keluar aliran fluida

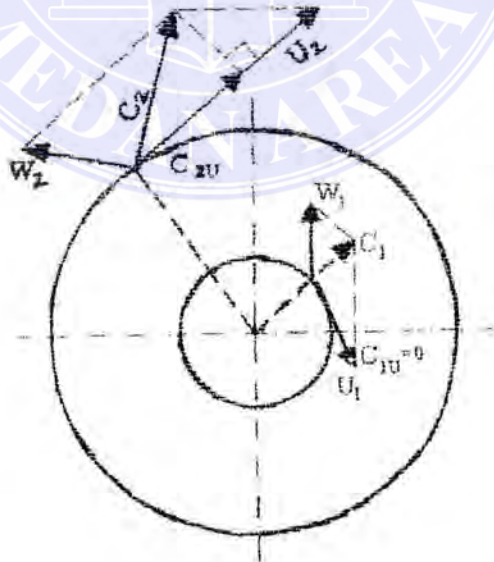


Gambar 2.7. Segitiga Kecepatan Aliran Fluida Keluar Impeler

Jika pompa dibuat bertingkat, sesudah keluar dari roda jalan fluida melalui ruang tanpa sudu, dan sampai didalam sudu pengarah dengan kecepatan aliran fluida C_4 . Tetapi apabila konstruksi dibuat sederhana dimana fluida yang keluar dari roda jalan langsung masuk kedalam rumah pompa maka kecepatan mutlak aliran fluida keluar C_2 harus diarahkan sedemikian rupa sehingga pemindahan fluida bekerja dari roda jalan kerumah pompa sedapat mungkin bisa bebas tanpa dapat tumbukan.

II.3.3. Persamaan Utama pada Mesin Arus Aliran Fluida (Persamaan Euler)

Perpindahan energi dari sudu jalan adalah dari momen puntir yang bekerja pada poros diteruskan sedemikian rupa oleh sudu jalan sehingga menimbulkan kecepatan absolut fluida C_2 dan C_1 dengan komponen tangensialnya C_{2U} dan C_{1U} (sudu-sudu roda jalan kerja sebagai tuas untuk meneruskan momen puntir poros dan menimbulkan arus kecepatan fluida).



Gambar 2.8. Segitiga kecepatan masuk dan keluar dari sudu impeler

Menurut kaidah infuls pada umumnya momen puntir diantara sisi bagian luar dan sisi bagian masuk.

$$M = m \cdot r \cdot \frac{d_{eu}}{d_t} \dots\dots\dots \text{lit 5 hal 241}$$

Dimana:

m = Massa fluida (cairan)

r = Panjang tuas yang bekerja (m)

$\frac{d_{eu}}{d_t}$ = Besarnya perubahan tangensial dari kecepatan absolut fuida terhadap perubahan waktu

Langkah demi langkah pada waktu melalui roda jalan dimana:

$$M = \frac{m}{t} (r_2 \cdot C_{2u} - r_1 \cdot C_{1u})$$

$$= m \cdot (r_2 \cdot C_{2u} - r_1 \cdot C_{1u})$$

Dimana:

U₁ = Kecepatan aliran tangensial fluida masuk (m/det)

U₂ = Kecepatan aliran tangensial fluida keluar (m/det)

Kecepatan spesifik Y (dalam satuan SI adalah Nm/Kg) ialah kerja mekanis dari poros yang dipindahkan ke fluida tersebut menghisap dan memompa massa fluida air.

III.3.4. Hubungan Tinggi Kenaikan H dengan Kerja Spesifik Y

Antara tinggi kenaikan H (m) dan spesifik Y ada hubungannya yaitu:

$$Y = g \cdot H \dots\dots\dots \text{lit 5 hal 241}$$

Dimana:

- g = Percepatan gravitasi (9,81 m/det)
- H = Tinggi kenaikan (m)
- Y = Kerja Spesifik

Bila dimasukkan ke persamaan euler untuk pompa yang kuat:

$$H = \frac{y}{g} = \left[\frac{U_2 \cdot C_{2U} - U_1 \cdot C_{1U}}{q} \right] \dots\dots\dots \text{lit 5 hal 241}$$

Dimana:

- H = Tinggi kenaikan (m)
- g = Percepatan gravitasi (9,81 m/det)
- U_2 = Kecepatan tangensial aliran fluida masuk (m/det)
- C_{2U} = Kecepatan absolut tangensial (m/det)

11.3.5. Jenis-jenis Impeler

Impeler merupakan jantung dari pompa sentrifugal yang memutar massa cairan sehingga mengakibatkan head atau kenaikan kerja pompa. Ditinjau dari segi arah yang melalui sudu gerak pompa tekan dinamis dapat dibedakan:

1. Impeler type radial

Pada pompa radial ini arah aliran gerak terletak pada bidang tegak lurus terhadap poros pompa. Untuk kapasitas yang tidak besar pompa ini tidak memakai satu saluran pemasukan (single suction impeler) tetapi pula kapasitas yang dibutuhkan sangat besar maka dapat dipakai dua saluran impeler (double suction impeler) pompa jenis ini dapat menghasilkan head 100 ft. Impeler radial terlihat seperti

gambar 2.9. berikut.



Gambar 2.9. Impeler Type Radial

2. Impeler type francis

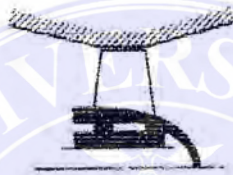
Pada pompa ini arah aliran fluida pada sisi isap ialah miring dan pada sisi tekan adalah radial, aliran yang terjadi pada pompa ini lebih kencang. Type impler ini dapat juga dibuat double suction untuk kapasitas yang besar. Head yang dicapai adalah rendah dibandingkan type radial tetapi kapasitas yang dihasilkan lebih besar. Lihat gambar 2.10. Impeler Type Francis



Gambar 2.10. Impeler Type Francis

3. Impeler type axial atau propeler

Pada pompa ini gaya sentrifugal tidak bekerja pada fluida. Head yang di timbulkan disebabkan gaya dorong dari propeler tersebut. Kapasitas yang dihasilkan sangat besar dan berkisar antara 30 – 40 ft.



Gambar 2.11. Impeler Type Axial atau Propeler

Ditinjau dari segi pengaturan poros pompa dapat dibedakan menjadi dua golongan yaitu:

1. Horizontal Shaft yang dipakai untuk volute casing pump.
2. Vertical shaft yang biasanya dipakai untuk multi stage dimana pompa dengan lebih dari satu impeler

Pada umumnya pompa-pompa yang digunakan untuk fluida adalah type pompa sentrifugal dan pompa torak, dibawah ini akan diberikan beberapa perbandingan antara pompa sentrifugal dengan pompa torak.

a. Pompa Sentrifugal

- Aliran Kontinue
- Biaya perawatan yang lebih murah.

UNIVERSITAS MEDAN AREA

© Hak Cipta Di Lindungi Undang-Undang

Document Accepted 29/12/23

1. Dilarang Mengutip sebagian atau seluruh dokumen ini tanpa mencantumkan sumber

2. Pengutipan hanya untuk keperluan pendidikan, penelitian dan penulisan karya ilmiah

3. Dilarang memperbanyak sebagian atau seluruh karya ini dalam bentuk apapun tanpa izin Universitas Medan Area

Access From (Repository.uma.ac.id)29/12/23

- Ruangannya untuk pompa lebih kecil
- Dapat dikopel langsung dengan motor.
- Getaran yang timbul lebih kecil

b. Pompa Torak

- Aliran tidak kontinu
- Pada kapasitas yang sama ruangan yang dibutuhkan luar
- Biaya perawatan lebih tinggi
- Putaran yang rendah dan memakai belt untuk mereduksi putaran
- Getaran yang terjadi lebih luas.

Dengan membandingkan kedua type pompa diatas maka perencanaan cenderung untuk memilih pompa sentrifugal untuk pendistribusian air bersih pada gedung perkantoran tersebut.

Jenis-jenis rumah pompa adalah sebagai berikut:

1. Pompa Volute

Pompa jenis ini merupakan pompa sentrifugal dimana zat cair dari impeler secara langsung dibawa kerumah volute.

2. Pompa difuser

Pompa ini merupakan pompa sentrifugal yang dilengkapi dengan suatu pengarah di sekeliling luas impelernya yang bertujuan selain untuk memperbaiki efisiensi pompa juga menambah kokohnya pompa.

3. Pompa aliran campuran jenis volute

Pompa ini mempunyai impeler jenis aliran campuran dan sebuah rumah volute tanpa sudu-sudu difuser melainkan dipakai saluran yang lebar untuk mengalirkan fluida dengan demikian pompa tidak mudah tersumbat oleh benda yang terhisap, sehingga pompa ini sangat sesuai untuk aliran limbah.



BAB III

PEMBAHASAN MATERI

III.1. Kapasitas

III.1.1. Kebutuhan Air

Perencanaan kapasitas pompa didasarkan atas beberapa hal yaitu:

Jumlah kebutuhan air untuk keperluan kompleks perumahan yang diperkirakan secara maksimum 250 kepala keluarga x 5 orang setiap kepala keluarga adalah sebanyak 1250 orang.

III.1.2. Perhitungan Kebutuhan Air

Perencanaan kebutuhan air untuk kompleks perumahan ini didasarkan kepada banyaknya pemakaian air untuk keperluan yang telah disebutkan diatas:

Kebutuhan air untuk kompleks perumahan.

Pada perencanaan kompleks perumahan dimana jumlah yang diperkirakan secara maksimum adalah 1250 orang dan diperkirakan keperluan air rata-rata 8 jam adalah 40 ltr/orang (menurut literatur 3 hal 48). Maka jumlah kebutuhan air untuk 1250 orang adalah $1250 \times 40 \text{ liter} = 50000 \text{ liter/hari}$.

Dari perincian kebutuhan air diatas, maka total kebutuhan air untuk kompleks perumahan (Q_d) tersebut adalah:

$Q_d = \text{kebutuhan penghuni} + \text{kebutuhan rumah tangga} + \text{kebutuhan lain-lain}$

Pada waktu-waktu pemakaian air ini akan melebihi pemakaian air rata-rata dan

yang tertinggi dinamakan pemakaian air jam puncak. Laju aliran air pada jam puncak itulah yang digunakan untuk menentukan ukuran pipa utama (dari tangki atas) pompa penyediaan air.

Maka kapasitas rata-rata perjam (Qh) adalah:

$$Q_h = \frac{Q_d}{T} \dots\dots\dots \text{lit 3 hal 69}$$

Dimana:

Qh = Pemakaian air rata-rata (m³/jam)

Qd = Pemakaian air rata-rata perhari (m³/jam)

T = Jangka waktu pemakaian (jam)

Menurut literatur 3 hal 48 jangka waktu pemakaian air untuk kompleks perumahan adalah 8 jam.

Maka:

$$\begin{aligned} Q_h &= \frac{50000}{8} \\ &= 6250 \text{ ltr / jam} \\ &= 6,25 \text{ m}^3 / \text{jam} \end{aligned}$$

Pemakaian air jam puncak dapat dihitung dengan persamaan :

$$Q_{h_{max}} = (C_1) \cdot (Q_h) \dots\dots\dots \text{Lit 3 hal 69}$$

Dimana:

C₁ = Konstanta pemakaian jam puncak

C₁ = 1,5 ÷ 2,0 (diambil 2)

Maka:

$$\begin{aligned} Q_{h_{\max}} &= (C_l) \cdot (Q_h) \\ &= 2 \cdot 6,25 \\ &= 12,5 \text{ m}^3/\text{jam} \end{aligned}$$

III.1.3. Menentukan Kapasitas Pompa

Untuk menentukan kapasitas pompa yang akan direncanakan beberapa hal yang menjadi pertimbangan yaitu:

1. Pompa harus dapat mensuplay kebutuhan air gedung perkantoran tersebut.
2. Pompa harus dapat mensuplay ke tangki atas dalam jangka waktu tertentu.

Menurut literatur 3 hal 97 mengatakan bahwa kapasitas pompa pengisi diusahakan sama dengan kebutuhan jam puncak:

$$Q_{PU} = Q_{\max} = 4,95 = 5 \text{ m}^3/\text{jam (diambil)}$$

III.2. Ukuran-ukuran Pipa Yang Digunakan

Untuk menentukan ukuran-ukuran pipa yang digunakan maka kita harus menentukan kecepatan aliran didalam fluida isap adalah $1 \div 2$ m/det, jika dimisalkan kecepatan aliran $v = 2$ m/det, maka :

$$Q = A \cdot V \quad \dots\dots\dots \text{Lit 4 hal 9}$$

Dimana;

$$\begin{aligned} Q &= \text{Kapasitas pompa} \\ &= 5 \text{ m}^3/\text{jam} \\ &= 0,013888 \text{ m}^3/\text{det} \end{aligned}$$

UNIVERSITAS MEDAN AREA

© Hak Cipta Di Lindungi Undang-Undang

Document Accepted 29/12/23

A = Luas penampang pipa

$$= \frac{\pi}{4} \cdot d^2$$

V = Kecepatan aliran

$$= 2 \text{ m/det}$$

Sehingga:

$$Q = \frac{\pi}{4} \cdot d^2 \cdot V$$

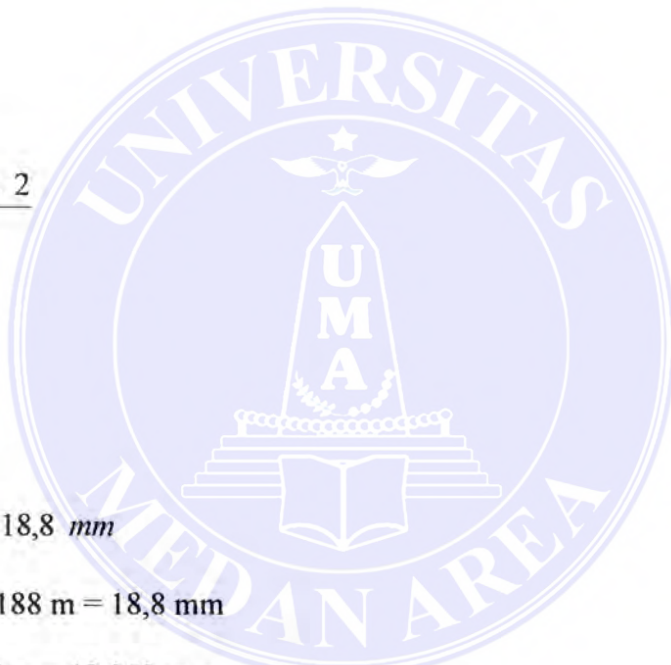
$$d^2 = \frac{Q \cdot V}{\frac{\pi}{4}}$$

$$d^2 = \frac{0,013888 \cdot 2}{0,785}$$

$$d^2 = 0,035$$

$$d = \sqrt{0,035}$$

$$= 0,188 \text{ m} = 18,8 \text{ mm}$$



Maka diameter pipa = 0,188 m = 18,8 mm

Diambil sesuai standar pipa = 19,050 mm

Didapat dari tabel di atas maka ukuran dari diameter pipa adalah:

Diameter nominal pipa = 19,050 mm = 0,1950 m

Maka kecepatan aliran pipa sebenarnya ialah:

$$V = \frac{Q}{A}$$

$$V = \frac{Q}{\frac{\pi}{4} \cdot d^2}$$

Dimana:

$$\begin{aligned} Q &= \text{Kapasitas pompa} \\ &= 5 \text{ m}^3/\text{jam} = 0,013888 \text{ m}^3/\text{det} \end{aligned}$$

Maka:

$$V = \frac{Q}{A}$$

$$V = \frac{Q}{\frac{\pi}{4} \cdot d^2}$$

$$= \frac{0,013888}{0,785 \cdot 0,1950^2}$$

$$= \frac{0,013888}{0,785 \cdot 0,037}$$

$$= 0,47 \text{ m/det}$$

Jadi kecepatan aliran masih dalam batas kecepatan yang diizinkan berarti pipa aman dipakai. Batasan angka Reynold dalam menentukan jenis aliran yang terjadi dalam pipa ialah:

- Aliran laminar
- Aliran transial $2500 < Re < 4000$ *lit 2 hal 28*
- Aliran turbulen $Re < 4000$

III.3. Head Pompa

Head adalah ketinggian air yang dapat dinaikkan dari sumber ketempat lain ditambah dengan kerugian-kerugian yang terjadi dalam pipa pengaman. Untuk menentukan head dari pompa yang direncanakan maka faktor yang mesti ditinjau adalah:

1. Faktor beda ketinggian batas air pada tangki bawah dan tangki atas.
2. Ukuran-ukuran pipa pengantar yang dipergunakan, hal ini untuk menentukan besarnya hambatan yang terjadi pada pipa tersebut.

Secara umum rumus head total adalah :

$$H = h_a + \Delta h_p + h_1 + Vd^2/2 \cdot g \quad \dots \dots \dots \text{lit 2 hal 26}$$

Dimana:

H = Head total pompa (m)

h_a = Head statis pompa (m)

Δh_p = Perbedaan kedua tekanan pada permukaan air (m)

h_1 = Kerugian head sepanjang instansi pipa (m)

$+ Vd^2/2 \cdot g$ = Head kecepatan aliran keluar pada pipa tekan

Untuk mengetahui kerugian head perlu diketahui jenis aliran dalam pipa itu laminar, turbulen atau transisi

III.3.1. Head Statis

Head statis dapat ditentukan dengan mengetahui tinggi gedung perkantoran tersebut, kemudian ditambah dengan tinggi permukaan air pada tangki bawah dan tinggi pada tangki atas.

Jika direncanakan kompleks perumahan seperti terlihat pada gambar maka tinggi kompleks perumahan tersebut adalah = 4,5 m

Ditambah dengan permukaan tangki atas = 1,2 m

Jadi:

$$\text{Jumlah ketinggian} = 4,5 \text{ m} + 1,2 \text{ m} = 5,7 \text{ m}$$

Untuk menentukan kedalaman permukaan air pada tangki bawah, maka berdasarkan lit 2 hal 113 yaitu $30 \div 60 \text{ cm}$. Dalam hal ini diambil 50 cm atau 0,5 m. Hal ini dimaksudkan untuk menjaga temperatur air tersebut rendah, maka head pompa tersebut adalah sebesar :

$$\begin{aligned} \text{ha} &= 5,7 \text{ m} + \text{tinggi permukaan tangki atas} + \text{kedalaman permukaan air tangki bawah} \\ &= 5,7 + 1,2 + 0,5 \\ &= 7,4 \text{ m} \end{aligned}$$

III.3.2. Perbedaan Head Tekan

Tekanan air pada bak penampung adalah 1 atm, dan tekanan air pada tangki atas adalah 1 atm, maka perbedaan head tekan ialah $\Delta \text{hp} = 0 \text{ atm}$.

III.3.3. Kerugian Head Pada Pipa

Kerugian head pada instalasi pompa ini adalah kerugian pada pipa isap dan pipa isap tekan, kerugian head terdiri dari :

- Mayor losses : head akibat gesekan didalam pipa.
- Minor losses : kerugian pada katup, belokan, saringan dan lain-lain.

Kerugian Head Akibat Gesekan Pada Pipa

Kerugian head akibat gesekan, panjang pipa dapat dihitung dengan rumus:

$$hf = F \cdot \frac{L \cdot V^2}{D \cdot 2g} \dots\dots\dots \text{lit 3 hal 70}$$

Dimana;

hf = Kerugian head akibat gesekan (m)

F = Faktor gesekan pada pipa

L = Panjang pipa yang dilalui (m)

D = Diameter pipa (m)

g = Percepatan gravitasi = 9,81 (m/det²)

V = Kecepatan aliran dalam pipa (m/det)

Re = Bilangan Reynold

Maka:

$$Re = \frac{V \cdot d_i}{\nu^1}$$

Dimana:

V = Kecepatan aliran

d_i = Diameter dalam pipa

ν¹ = Kekentalan kinematis air = 1,007 x 10⁻⁶ m/det

Maka:

$$Re = \frac{V \cdot d_i}{\nu^1}$$

$$= \frac{0,47 \times 0,09575}{1,007 \times 10^{-6}}$$

$$= 44689$$

UNIVERSITAS MEDAN AREA

© Hak Cipta Di Lindungi Undang-Undang

Document Accepted 29/12/23

1. Dilarang Mengutip sebagian atau seluruh dokumen ini tanpa mencantumkan sumber

2. Pengutipan hanya untuk keperluan pendidikan, penelitian dan penulisan karya ilmiah

3. Dilarang memperbanyak sebagian atau seluruh karya ini dalam bentuk apapun tanpa izin Universitas Medan Area

Access From (repository.uma.ac.id)29/12/23

Maka jenis aliran dalam pipa adalah aliran turbulen, untuk memperoleh faktor gesekan pada pipa (F) dapat diperoleh dari diagram Moody (lampiran I) adalah:

$$d_1 = 0,09575 \text{ m} = 9,575 \text{ mm}$$

$$e = 0,006 \text{ inch} = 0,15 \text{ mm}$$

Tabel 3.2. Harga ϵ untuk pipa galvanized iron

Material	Surface Toughness	
	ϵ_1 ft	ϵ_1 in
Drawn turbin (drass, lead, and like.....	0,000005	0,00006
Comercial steel or wrought iron....	0,00015	0,0018
Anphaltd cast iron...	0,0004	0,0048
Galvanized iron...	0,0006	0,006
Cast iron...	0,00085	0,019
Wood staze...	0,0006-0,003	0,0072-0,036

Jadi relative toughness

$$= \frac{\epsilon}{d}$$

$$= \frac{0,15}{9,575}$$

$$= 0,015$$

maka dalam diagram moody diperoleh faktor gesekan (F) adalah:

$$F = 0,0023 \dots\dots\dots \text{lampiran I}$$

A. Perhitungan Kerugian Head Pada Pipa Isap

Diketahui bahwa:

$$Q = \text{Kapasitas pompa} = 5 \text{ m}^3/\text{jam}$$

UNIVERSITAS MEDAN AREA

$$= 0,013888 \text{ m}^3/\text{det}$$

$$L = 6 \text{ m}$$

$$d_1 = 0,09575 \text{ m}$$

Jadi kerugian head pada pipa isap:

$$h_f = F \frac{L \cdot V^2}{d_1 \cdot 2g}$$

$$= 0,023 \cdot \frac{6 \cdot 0,47^2}{0,09575 \cdot 2 \cdot 9,81}$$

$$= \frac{1,3254}{1,878} \cdot 0,023$$

$$= 0,016 \text{ m}$$

B. Perhitungan Kerugian Head Pada Pipa Tekan

Diketahui bahwa:

H = Head pompa

$$Q = 0,013888 \text{ m}^3/\text{det}$$

$$d_1 = 0,09575 \text{ m}$$

L = Panjang pipa tekan yang direncanakan

$$= (4 \cdot 4,5) + 4 + 26$$

$$= 48 \text{ m}$$

Jadi kerugian head untuk pipa tekan adalah:

$$\begin{aligned}
 h_{f2} &= F \cdot \frac{L \cdot V^2}{d_1 \cdot 2g} \\
 &= 0,023 \cdot \frac{48 \cdot 0,47^2}{0,09575 \cdot 2 \cdot 9,81} \\
 &= 0,12 \text{ m}
 \end{aligned}$$

C. Perhitungna Kerugian Head Pada Peralatan Instalasi Pipa untuk Pipa

Isap

Kerugian pada pipa seperti katup dengan saringan elbow dapat dihitung dengan

rumus sebagai berikut:

$$H_{ml} = K \frac{V^2}{2g} \dots\dots\dots \text{Lit 2, Hal 28}$$

Dimana:

- K = Koefisien Gesek
- V = Kecepatan aliran (m/det)
- g = Percepatan gravitasi (m/det)

Sehingga berdasarkan dengan rumus diatas maka kerugian head (minor loses) untuk peralatan instalasi pipa isap dapat dilihat pada tabel 3.3 sebagai berikut:

Tabel 3.3. Kerugian head pada peralatan instalasi untuk pipa isap

No	Jenis peralatan	K	V	2 g	hm
A	Katup dengan saringan	1,97	1,9	2 . 9,81	0,362
B	Elbow	0,3	1,9	2 . 9,81	0,055

Sehingga total kerugian head untuk pipa isap (h_{L1}) adalah:

$$\begin{aligned} h_{L1} &= h_{f1} + h_{ma} + h_{fb} \\ &= 0,016 + 0,362 + 0,055 \\ &= 0,433 \text{ m} \end{aligned}$$

D. Perhitungan Head Pada Peralatan Instalasi Untuk Pipa Tekan

Kerugian head pada pipa tekan seperti pada katup satu arah, katup pengatur, elbow, sambungan T dapat dihitung dengan menggunakan rumus sebagai berikut:

$$H_{mg} = K \cdot \frac{V^2}{2g} \quad \dots\dots\dots \text{Lit 2 hal 38}$$

Dimana:

- K = Koefisien Gesek
- V = Kecepatan aliran (m/det)
- g = Percepatan gravitasi (m/det)

Sehingga berdasarkan dengan rumus diatas maka kerugian head (minor losses)

untuk peralatan instalasi pipa isap dapat dilihat pada tabel 3.4 sebagai berikut:

Tabel 3.4. Kerugian head pada peralatan instalasi untuk pipa tekan

No	Jenis peralatan	K	V	$\frac{V^2}{2g}$	hm	Jumlah
A	Katup satu arah	2	1,9	$2 \cdot 9,81$	0,367	1
B	Katup pengarah	0,2	1,9	$2 \cdot 9,81$	0,036	2
C	Elbow	0,3	1,9	$2 \cdot 9,81$	0,055	2
D	Sambungan	0,5	1,9	$2 \cdot 9,81$	0,092	7

Sehingga total kerugian head untuk pipa isap (h_{L1}) adalah:

$$\begin{aligned} h_{L_T} &= h_{f2} + h_{m_{2a}} + h_{m_{2b}} + h_{m_{2c}} + h_{m_{2d}} \\ &= 0,012 + 0,367 + (2 \times 0,036) + (2 \times 0,055) + (7 \times 0,092) \\ &= 0,012 + 0,367 + 0,072 + 0,11 + 0,644 \\ &= 1,313 \text{ m} \end{aligned}$$

Jadi total kerugian head pipa isap :

$$\begin{aligned} h_{L_1} &= h_{f_1} + h_{L_1} + h_{f_2} + h_{L_T} \\ &= 0,016 + 0,433 + 0,12 + 0,313 \\ &= 1,882 \text{ m} \end{aligned}$$

III.3.4. Kecepatan Linier

Pada perencanaan pompa ini head kecepatan keluar (HL_d) adalah:

$$\begin{aligned} HL_d &= \frac{V^2}{2g} \dots\dots\dots \text{Lit 2 hal 43} \\ &= \frac{0,47^2}{2 \cdot 9,81} \\ &= 0,011 \text{ m} \end{aligned}$$

Sehingga head total (H_t) yang dibutuhkan adalah:

$$\begin{aligned} \Delta h_p &= \text{Perbedaan permukaan air} = 0 \\ H_t &= h_a + \Delta h_p + h_{L_1} + h_{L_d} (V^2/dg) \dots\dots\dots \text{lit 2 hal 26} \\ &= 24,9 + 0 + 0,433 + 0,011 \\ &= 25,344 \text{ m} \end{aligned}$$

UNIVERSITAS MEDAN AREA

Jadi total head yang dibutuhkan adalah: 25,344 m

Untuk menjaga kemungkinan turunnya air pada level tangki bawah dan supaya

dapat beroperasi dengan baik, maka head pompa yang direncanakan ialah $H = 35 \text{ m}$

III.4. Putaran Pompa

Pada perencanaan ini putaran pompa langsung dihubungkan dengan motor penggerak. Dalam hal ini untuk motor penggerak dipilih motor listrik yang dikopel langsung dengan poros pompa. Adapun dasar pemilihan jenis ini adalah untuk kemudian dalam pengoperasian putaran yang dihasilkan stabil. Menurut literatur 2 hal 50 putaran motor listrik yang dihasilkan dengan rumus:

$$n = \frac{120 \cdot F}{P}$$

Dimana:

n = Putaran pompa

F = Frekwensi = 50 Hz (Untuk Indonesia)

P = Jumlah katup = 2 buah

Tabel 3.4. Jumlah Kutub dan Putaran pada generator

Jumlah	Putaran Singkron
2	3000 rpm
4	1500 rpm
6	1000 rpm
8	750 rpm

UNIVERSITAS MEDAN AREA

© Hak Cipta Di Lindungi Undang-Undang

1. Dilarang Mengutip sebagian atau seluruh dokumen ini tanpa mencantumkan sumber

2. Pengutipan hanya untuk keperluan pendidikan, penelitian dan penulisan karya ilmiah

3. Dilarang memperbanyak sebagian atau seluruh karya ini dalam bentuk apapun tanpa izin Universitas Medan Area

10	650 rpm
12	500 rpm

Motor listrik yang dipilih adalah jumlah katup sebanyak 2 buah, maka dengan demikian putaran pompa adalah:

$$N = \frac{120 \cdot 50}{2}$$

$$= 3000 \text{ rpm}$$

catatan :

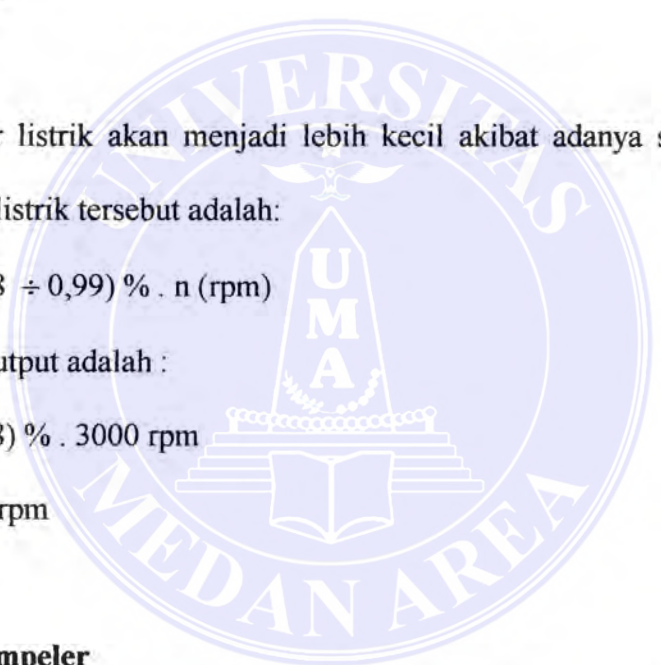
Putaran motor listrik akan menjadi lebih kecil akibat adanya slip, untuk itu batasan slip dari motor listrik tersebut adalah:

$$N_{\text{output}} = (0,98 \div 0,99) \% \cdot n \text{ (rpm)}$$

Jadi putaran output adalah :

$$N_{\text{output}} = (0,98) \% \cdot 3000 \text{ rpm}$$

$$= 2940 \text{ rpm}$$



III.5. Pemilihan Jenis Impeler

Jenis isapan pompa dapat juga ditentukan dari harga kecepatan spesifik dalam rpm dan kapasitas kecepatan dalam m³/menit serta head pompa dalam meter.

$$Ns = 3,65 \cdot \frac{n \cdot \sqrt{Q}}{\sqrt[4]{H^3}} \dots\dots\dots \text{lit 7 hal 205}$$

Dimana:

N_s = Kecepatan spesifik pompa (rpm)

n = Kecepatan putaran pompa = 2940 rpm

$$Q = \text{Kapasitas pompa} = 0,013888 \text{ m}^3/\text{det}$$

$$H = \text{Head pompa} = 35 \text{ m}$$

Maka :

$$N_s = 3,65 \cdot \frac{2940 \cdot \sqrt{0,013888}}{\sqrt[4]{35^3}}$$
$$= 649,52 \text{ rpm}$$

Pada gambar 3.3 dibawah ini dapat ditunjukkan jenis isapan pompa untuk putaran spesifik rpm adalah dipakai pompa sentrifugal jenis hisapan tunggal (pompa volute)

III.6. Daya Pemompaan (Daya Hidrolik)

Adapun daya pemompaan hidrolik adalah:

$$P_v = \rho \cdot g \cdot H \cdot Q \quad \text{lit 5 hal 242}$$

Dimana:

$$P_v = \text{Daya pemompaan (watt)}$$

$$\rho = \text{Berat jenis air} = 1000 \text{ kg/m}^3$$

$$g = \text{Kecepatan gravitasi} = 9,81 \text{ m/det}^2$$

$$Q = \text{Kapasitas pompa} = 0,013888 \text{ m}^3/\text{det}$$

$$H = \text{Head pompa} = 35 \text{ m}$$

Maka:

$$P_v = \rho \cdot g \cdot H \cdot Q$$
$$= 1000 \cdot 9,81 \cdot 35 \cdot 0,0138888$$

UNIVERSITAS MEDAN AREA

$$= 4768,4 \text{ watt}$$

III.7. Pemeriksaan

Pada pengoperasian pompa harus diketahui 2 hal tentang NPSH (net positif suction head) yaitu:

A. NPSH yang tersedia

NPSH yang tersedia yaitu head yang dimiliki oleh zat cair pada sisi isap pompa (ekivalen dengan tekanan mutlak pada sisi isap pompa). Dikurang dengan tekanan jenuh, rumusnya adalah sebagai berikut:

$$H_{sv} = P / Y - P_v / Y - h_s - h_{sl} \quad \text{lit 2 hal 44}$$

Dimana:

h_{sl} = NPSH yang tersedia

P_a = Tekanan atmosfer (kg F/m^2)

P_v = Tekanan uap jenuh (kg F/m^2)

Y = Berat satuan zat cair persatuan volume (kg F/m^3)

H_s = Head isap statis (m)

Catatan:

- h_s bertanda (+) jika pompa terletak diatas permukaan zat cair yang dihisap
- h_s bertanda (-) jika pompa terletak dibawah permukaan zat cair yang dihisap

h_L = Kerugian head didalam pipa isap adalah = 0,435 m

Pada perencanaan ini diketahui bahwa:

$$P_a/Y = 10,23$$

UNIVERSITAS MEDAN AREA

© Hak Cipta Di Lindungi Undang-Undang

Document Accepted 29/12/23

1. Dilarang Mengutip sebagian atau seluruh dokumen ini tanpa mencantumkan sumber

2. Pengutipan hanya untuk keperluan pendidikan, penelitian dan penulisan karya ilmiah

3. Dilarang memperbanyak sebagian atau seluruh karya ini dalam bentuk apapun tanpa izin Universitas Medan Area

Access From repository.uma.ac.id)29/12/23

$$P_v/Y = 0,30 \text{ m pada suhu air } 20^0 \text{ C}$$

$$H_a = 0,05 \text{ tanda (+) karena pompa diatas zat cair yang di isap}$$

$$h_L = \text{ Kerugian head dalam pipa isap adalah } = 0,433 \text{ m}$$

Jadi NPSH yang tersedia adalah:

$$\begin{aligned} H_{sv} &= P / Y - P_v / Y - h_s - h_{sL} \\ &= 10,23 - 0,30 - (+0,05) - 0,433 \\ &= 9,447 \end{aligned}$$

B. NPSH yang diperlukan

NPSH yang diperlukan dapat dilihat pada rumus berikut:

$$\sigma \cdot H_n \dots\dots\dots \text{lit 2 hal 46}$$

Dimana:

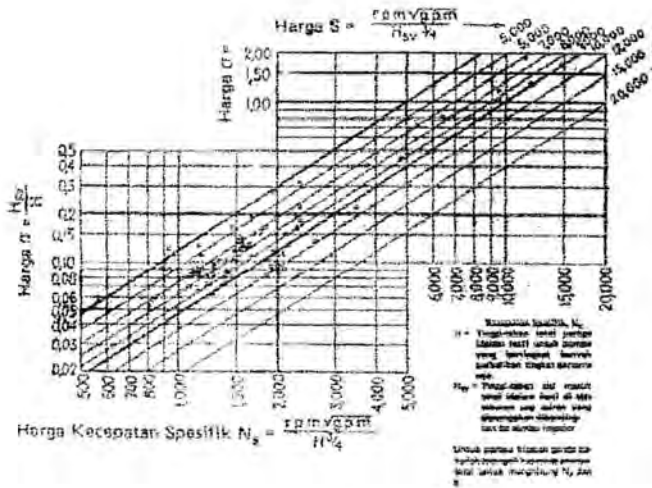
σ = Koefisien kapasitas

H_n = Head total pompa

Untuk pompa satu tingkat yang porosnya melewati lubang masuk impeler harga

kecepatan spesifik isap (s) adalah $6500 \div 9000$ dalam perencanaan harga kecepatan

spesifik isap adalah diambil $s = 7000$. dari grafik 3.1 berikut diketahui



Gambar 3.1. Grafik batas-batas Kavitasi Operasi Pompa

Dengan : $N_s = 649,52 \text{ rpm}$; $S = 7000$; Maka diperoleh $\sigma = 0,05$

Jadi NPSH yang diperlukan adalah:

$$\begin{aligned}
 &= \sigma \cdot H_b \\
 &= 0,05 \cdot 35 \\
 &= 1,75
 \end{aligned}$$

Karena NPSH yang diperlukan adalah sebesar 1,75 m dan lebih kecil dari NPSH yang tersedia yaitu 9,447 maka pompa bebas dari kapasitas dan aman dipakai.

III.7.1. Daya Pada Poros Yang Diperlukan

Untuk mencari daya pada poros yang digunakan persamaan sebagai berikut:

$$P = \frac{P_v}{b_e} \dots \dots \dots \text{Lit 5 hal 243}$$

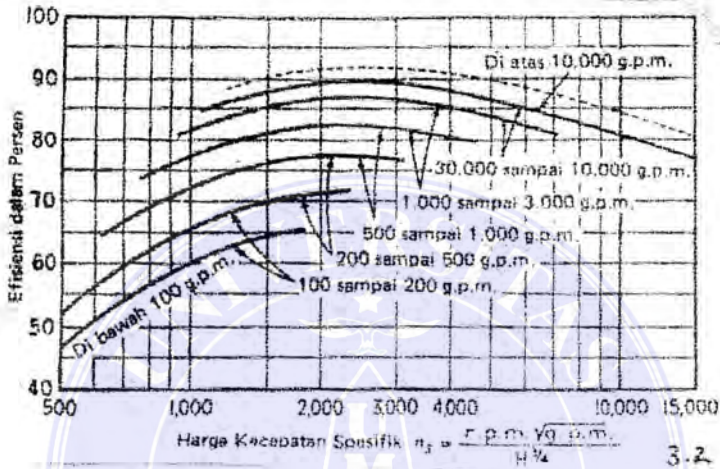
Dimana: P = Daya pada poros pompa; $P_v = 4768,4 \text{ watt}$

b_e = Rendemen yang didapat dari tabel 3.7 berikut ini, $n_s = 649,52 \text{ rpm}$

$$Q = 0,013888 \text{ m}^3/\text{det}$$

Maka:

$$N_e = 62\% = 0,62$$



Gambar 3.2. Grafik harga kecepatan spesifik

Maka:

$$\begin{aligned} P &= \frac{P_v}{n_e} \\ &= \frac{4768,4}{0,62} \\ &= 7690,9 \text{ watt} \end{aligned}$$

III.8. Daya Motor Penggerak Pompa

Daya motor yang menggerakkan pompa dapat dihitung dengan menggunakan rumus sebagai berikut :

$$P_m = \frac{P \cdot (1 + A)}{(n_e \cdot n_k)} \quad \dots\dots\dots \text{Lit 3 hal 39}$$

Dimana:

- P = Daya pada poros pompa = 7690,9 watt
- A = (0,1 ÷ 0,2) untuk motor listrik
= diambil 0,2
- n_e = Diambil rendemen efektif = 0,62
- n_k = Efisiensi hubungan poros yang dikopel langsung = 1

Maka:

$$\begin{aligned} P_m &= \frac{P \cdot (1 + A)}{(n_e \cdot n_k)} \\ &= \frac{7690,9 \cdot (1 + 0,2)}{(0,62 \cdot 1)} \\ &= \frac{9229,08}{0,62} \\ &= 14885,6 \text{ watt} \\ &= 14,8856 \text{ kw} \end{aligned}$$

Berdasarkan perhitungan daya yang diperoleh adalah agar dapat beroperasi dengan baik maka disesuaikan dengan standard pabrikasi yang ada yaitu 75 HP. Maka dari perhitungan diatas diperoleh data-data pompa yaitu:

UNIVERSITAS MEDAN AREA

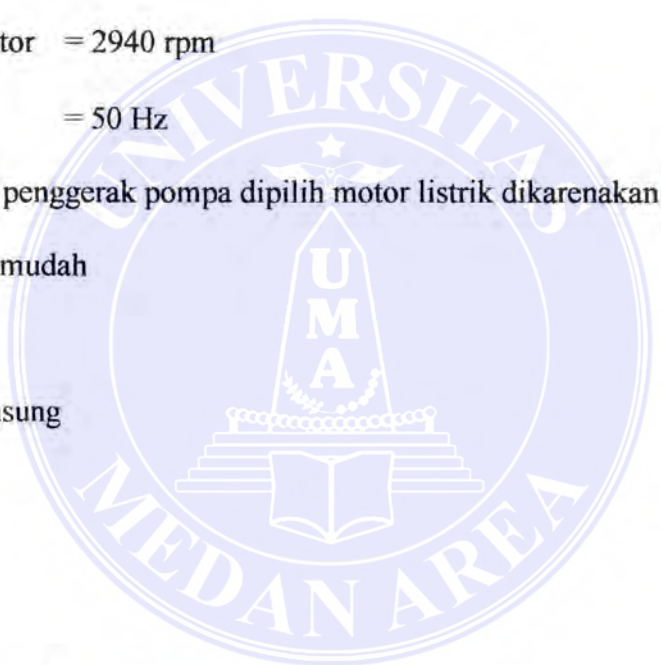
- Jenis = Pompa sentrifugal jenis isapan tunggal (Pompa volute)
- Kapasitas = $5 \text{ m}^3/\text{jam}$
- Type impeler = Radial
- Putaran spesifik = 3036 rpm

Daya Motor Penggerak:

- Daya motor = 75 HP
- Putaran Motor = 2940 rpm
- Frekwensi = 50 Hz

Dalam pemilihan tenaga penggerak pompa dipilih motor listrik dikarenakan :

1. Pengaturan lebih mudah
2. Mudah didapat
3. Dapat dipakai langsung
4. Lebih ekonomis
5. Dan lain-lain.



III.9. Perencanaan Jumlah Pompa

Jumlah pompa yang diperlukan tergantung jumlah kapasitas air yang dapat disuplai setiap harinya. Menurut literatur 7 hal 155 dinyatakan bahwa pompa sebagai intake pump station sampai dengan $2800 \text{ m}^3/\text{hari}$. Dalam perencanaan ini jumlah pompa yang beroperasi untuk menaikkan air menuju atas kompleks perumahan lalu masuk ke reservoir tank yang ada diatas kompleks perumahan tersebut satu buah pompa. Jenis pompa tersebut adalah rumah keong (volut). Pada jenis pompa ini aliran fluida terlempar

UNIVERSITAS MEDAN AREA

© Hak Cipta Di Lindungi Undang-Undang

Document Accepted 29/12/23

1. Dilarang Mengutip sebagian atau seluruh dokumen ini tanpa mencantumkan sumber

2. Pengutipan hanya untuk keperluan pendidikan, penelitian dan penulisan karya ilmiah

3. Dilarang memperbanyak sebagian atau seluruh karya ini dalam bentuk apapun tanpa izin Universitas Medan Area

Access From repository.uma.ac.id)29/12/23

akibat dari berputarnya impeller ditampung kedalam rumah spiral kemudian disalurkan ke nozel dengan kecepatan spesifik yang bervariasi.

Tabel 3.5 Hasil perhitungan kapasitas Pompa dan Head Pompa

Q (m ³ /jam)	H (m)	H _{L,T} (m)	H _{L,i} (m)	n _s (rpm)	P _v (watt)
5	35	1,373	1,882	649,52	4768,4

III.10. Perencanaan Tangki

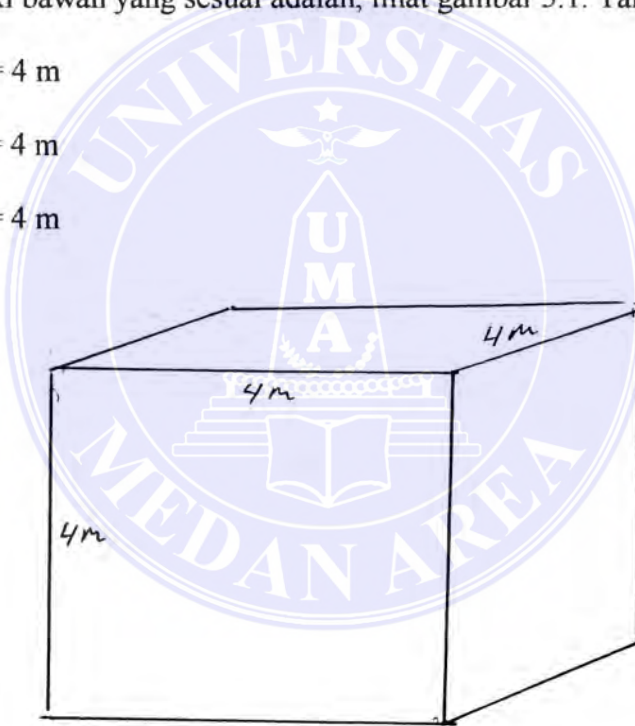
Tangki bawah merupakan persediaan air untuk 1 hari yaitu 19800 ltr/hari = 19,8

m³. Untuk ukuran tangki bawah yang sesuai adalah, lihat gambar 3.1. Tangki Bawah

Panjang = 4 m

Lebar = 4 m

Tinggi = 4 m



Gambar 3.3. Tangki bawah

Penggunaan tangki bawah ini juga dimaksudkan untuk mencegah terjadinya

pencemaran air yang disebabkan oleh berbagai hal seperti masuknya kotoran tikus, serangga, terlalu dekat dengan pipa pembuangan dan lain-lain yang bisa mencemari air

tersebut.

UNIVERSITAS MEDAN AREA

© Hak Cipta Di Lindungi Undang-Undang

Document Accepted 29/12/23

1. Dilarang Mengutip sebagian atau seluruh dokumen ini tanpa mencantumkan sumber

2. Pengutipan hanya untuk keperluan pendidikan, penelitian dan penulisan karya ilmiah

3. Dilarang memperbanyak sebagian atau seluruh karya ini dalam bentuk apapun tanpa izin Universitas Medan Area

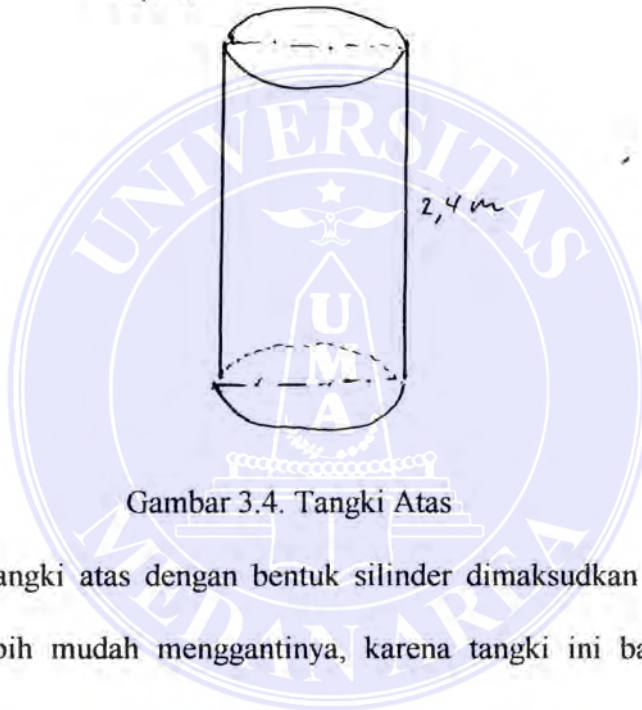
* Perencanaan Tangki Atas

Tangki atas adalah merupakan persediaan air untuk jangka setengah jam (30 menit). Apabila pemakaian air jam puncak adalah $2,475 \text{ m}^3$. untuk ukuran tangki atas yang sesuai adalah sebagai berikut. Lihat gambar 3.2. Tangki bawah

Diameter tangki = 4,8 m

Jari-jari (r) = 2,4 m

Tinggi = 2,4 m



Gambar 3.4. Tangki Atas

Pemilihan tangki atas dengan bentuk silinder dimaksudkan agar tangki atas pecah atau bocor lebih mudah menggantinya, karena tangki ini banyak diproduksi dipasaran.

Pada tangki atas ini juga dilengkapi dengan automatic control yang dapat mengatur dari tangki tersebut. Jika level air turun maka pompa akan bekerja dan sebaliknya jika level air naik pada ketinggian yang telah ditetapkan maka dengan otomatis pompa berhenti.

BAB VI

KESIMPULAN

Hasil dari kesimpulan yang berdasarkan perhitungan-perhitungan pompa yang digunakan untuk pendistribusian air bersih ke kompleks perumahan tersebut diperoleh data-data sebagai berikut :

1. Klassifikasi pompa :

Jenis pompa	: sentrifugal
Kapasitas pompa	: 5 m ³ /jam
Head pompa	: 35 m
Putaran pompa	: 2940 rpm
Putaran spesifik pompa	: 210,9 rpm
Tipe impeler	: radial
Daya pompa	: 4768,4 watt

2. Spesifikasi penggerak pompa :

Motor penggerak	: motor listrik
Daya motor penggerak	: 75 HP
Putaran / frekuensi	: 3000 rpm / 50 Hz

3. Ukuran-ukuran impeller

Diameter poros	: 17 mm
Diameter hubung	: 27 mm
Diameter mata impeler	: 28 mm
Diameter sisi masuk impeler	: 28 mm
Diameter sisi keluar impeler	: 112,8 mm

Lebar impeller sisi masuk : 46 mm

Lebar impeller sisi keluar : 12 mm

Sudut tangensial masuk : 24°

Sudut tangensial keluar : 40°

Jumlah sudu impeller : 6 buah

Panjang sudu impeller : 74,45 mm

Tebal sudu impeller sisi masuk: 1,19 mm

Kec. relative imp. sisi masuk : 9,8 m / det

Kec. relative imp. Sisi keluar : 5,9 m / det

4. Rumah pompa :

Tipe rumah pompa : volute casing

Tebal rumah pompa : 7 mm

5. Bantalan :

Jenis bantalan : Bola alur tunggal

Jenis pembebanan : aksial radial

Diameter luar bantalan : 35 mm

Diameter dalam bantalan : 17,5 mm

Lebar bantalan : 10 mm

Kapasitas pembebanan dinamis: 3742,9 kg

6. Pasak :

Lebar pasak : 5 mm

Tinggi pasak : 3 mm

Panjang pasak : 25 mm.

DAFTAR PUSTAKA

1. Edward, Hicks., 1996, Teknologi Pemakaian Pompa, Cetakan I, Penerbit Erlangga - Jakarta
2. Sularso dan Tahara, Haruo., 1996, Pompa dan Kompresor, Edisi ke VI PT Pratama - Jakarta
3. Austin, Church; Harahap, Zulkifli., 1993, Pompa dan Blower Sentrifugal, Edisi ke III, Penerbit Erlangga - Jakarta
4. Fritz, Dietzel., 1997, Turbin, Pompa & Kompresor, Edisi ke 4, Penerbit Erlangga - Jakarta
5. Sularso; Suga, Kiyokatsu, 1991, Dasar Perencanaan dan Pemilihan Elemen Mesin, Cetakan ke 7, PT Pradnya Paramita – Jakarta.
6. Khetogurov, M; Merine., Auziliary Machinery end System, Translated From The Russian by Nicholas Wein Stein.
7. Karassik; Roy J Igor., 1996, Pump Hand Book, McGraw Hill Co, New York
8. Raswari., 1987, Perencanaan dan Penggambaran Sistem Perpipaan, Cetakan I, UI – Jakarta.