

**POMPA SENTRIFUGAL  
PADA KOMPLEKS PERUMAHAN  
KAPASITAS 700 KK  
DI PT. (Persero) PELABUHAN INDONESIA I**

**TUGAS AKHIR**

*Diajukan sebagai salah satu syarat  
untuk menyelesaikan Studi Pada Fakultas Teknik  
Universitas Medan Area*

Oleh :

**BUKHARI**

**NIM : 02.813.0049**



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

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

Document Accepted 8/1/24

# POMPA SENTRIFUGAL PADA KOMPLEKS PRUMAHAN KAPASITAS 700 KK DI PT. ( Persero) PELABUHAN INDONESIA I

## TUGAS AKHIR



OLEH :

NAMA : BUKHARI  
STB : 02.813.0049

Disetujui :

Pembimbing I

( Ir. Amirsyam Nasution , MSc )

Pembimbing II

( Ir. Darianto, MSc )

Mengetahui :

Dekan

( Drs. Dadan Ramdan, M.Eng. Sc )

Ka. Program Studi



( Ir. Darianto, Msc )

UNIVERSITAS MEDAN AREA

Tanggal Lulus :

## KATA PENGANTAR

Puji dan syukur kehadiran Allah SWT, atas rahmat dan hidayah-Nya sehingga penulis dapat menyelesaikan Tugas Akhir ini dan tak lupa juga Shalawat beriring salam penulis haturkan kepada junjungan Nabi besar Muhammad SAW yang telah membawa umatnya dari alam kegelapan menuju alam yang terang seperti saat ini.

Tugas akhir ini merupakan syarat dalam menyelesaikan studi pada Fakultas Teknik Program Studi Teknik Mesin, Universitas Medan Area.

Dalam kesempatan ini penulis merencanakan sebuah pompa distribusi untuk air bersih pada satu kompleks perumahan dengan kapasitas 700 Kepala Keluarga (KK) dalam tugas ini pengambilan data penulis lakukan berdasarkan studi literatur yang berdasarkan pengamatan (research) pada kompleks perumahan.

Disebutkan keterbatasan ilmu dan pengetahuan penulis, maka penyajian materi, pembahasan dan penyusunan kata-kata dalam penulisan ini cukup sederhana dan singkat, oleh karena itu penulis sangat mengharapkan saran dan kritik dari rekan-rekan pembaca yang bersifat membangun demi kesempurnaan Tugas Akhir ini. namun penulis berharap semoga tugas ini bermanfaat bagi yang memerlukannya.

Tentunya dalam pelaksanaan Tugas Akhir ini tidak akan terlaksana tanpa bantuan dan bimbingan dari berbagai pihak untuk itu dalam kesempatan ini dengan segala ketulusan dan kerendahan hati penulis mengucapkan terima kasih yang sebesar-besarnya kepada :



- Drs. Dadan Ramdan, M.Eng.Sc., selaku Dekan Fakultas Teknik Universitas Medan Area.
- Bapak Ir. Darianto, MSc., selaku koordinator Rencana Sarjana dan Ketua Jurusan Mesin Fakultas Teknik Universitas Medan Area dan selaku Dosen Pembimbing II.
- Bapak Ir. H. Amirsyam Nasution, MT., selaku Dosen Pembimbing I.
- Seluruh Staff Pengajar dan Pegawai Fakultas Teknik Universitas Medan Area.
- Rekan-rekan Mahasiswa Jurusan Teknik Mesin Universitas Medan Area yang selalu membantu mendapatkan informasi dalam penyelesaian tugas ini.

Semoga kebaikan dan jasa mereka semua mendapatkan balasan yang setimpal dari Allah SWT, “*Amin*”.

Akhir kata penulis mengharapkan semoga Tugas Akhir ini dapat bermanfaat bagi kita semua.

Medan, Agustus 2004

Penulis,

**B U K H A R I**  
**NIM : 02.813.0049**

## DAFTAR ISI

	Hal.
<b>KATA PENGANTAR</b> .....	i
<b>DAFTAR ISI</b> .....	iii
<b>DAFTAR TABEL DAN GRAFIK</b> .....	vi
<b>DAFTAR GAMBAR</b> .....	vii
<b>DAFTAR NOTASI</b> .....	viii
<b>BAB I : PENDAHULUAN</b> .....	1
1.1. Latar Belakang .....	1
1.2. Batasan Masalah .....	2
1.3. Pemecahan Masalah .....	3
<b>BAB II : PEMBAHASAN MATERI POMPA</b> .....	4
2.1. Pompa .....	4
2.2. Tinjauan Rumus .....	10
2.2.1. Head Pompa (H) .....	10
2.2.2. Kecepatan Spesifik (ns) .....	12
2.2.3. Daya (N) .....	14
2.2.4. Komponen Utama Pompa.....	15
2.2.5. NPSH .....	17

<b>BAB III : KAPASITAS POMPA</b> .....	18
3.1. Jumlah Pemakaian Air .....	18
3.2. Kapasitas pompa .....	24
3.3. Kapasitas Tanki Air .....	25
3.3.1. Kapasitas Tanki Air Bawah ( $V_r$ ).....	25
3.3.2. Kapasitas Tanki Air Atas ( $V_f$ ).....	26
3.4. Jumlah Pompa .....	27
3.5. Perencanaan Tinggi Menara Air .....	27
3.5.1. Perhitungan Instalasi Pipa .....	28
3.5.1.1. Pipa Induk .....	28
3.5.1.2. Pipa Pembagi .....	32
3.5.1.3. Pipa Pelayanan .....	35
3.5.1.4. Menentukan Tinggi Menara .....	39
3.6. Perencanaan Head Pompa .....	40
3.6.1. Head Statis Total .....	41
3.6.2. Kerugian Head Sepanjang Pipa Isap .....	42
3.6.3. Kerugian Head Sepanjang Pipa Tekan .....	45
<b>BAB IV : POMPA DAN MOTOR PENGGERAK</b> .....	49
4.1. Pemilihan Jenis Pompa .....	49
4.2. Kecepatan Spesifik .....	51
4.3. Jumlah Tingkat Pompa (i).....	52
4.4. Daya Pompa ( $N_p$ ).....	53
4.5. Pemilihan Motor Penggerak .....	55

<b>BAB V : UKURAN UTAMA POMPA</b> .....	57
5.1. Diameter Poros .....	57
5.2. Ukuran-Ukuran Impeller .....	60
5.2.1. Bagian Sisi Masuk Impeller .....	60
5.2.2. Bagian Sisi Keluar Impeller .....	65
5.3. Perencanaan Sudu .....	67
5.4. Perencanaan Rumah Pompa .....	75
5.4.1. Perencanaan Diffuser .....	76
5.4.2. Design Rumah Pompa .....	79
<b>BAB VI : GAYA AKSIAL</b> .....	84
6.1. Perhitungan Gaya Aksial .....	84
6.2. Mengatasi Gaya Aksial .....	87
<b>BAB VII: PUTARAN KRITIS</b> .....	89
7.1. Ukuran dan Berat Poros .....	89
7.2. Berat Impeller .....	91
7.3. Perencanaan Bantalan .....	95
7.4. Perencanaan Pasak .....	100
<b>BAB VIII: PENUTUP</b> .....	103
8.1. Kesimpulan .....	103
8.2. Saran-Saran .....	105

## DAFTAR PUSTAKA

## LAMPIRAN

## UNIVERSITAS MEDAN AREA

© Hak Cipta Di Lindungi Undang-Undang



## DAFTAR TABEL DAN GRAFIK

	Hal.
1. Data Pemakaian air pada kompleks perumahan .....	20
2. Grafik Pemakaian Air 24 jam .....	20
3. Kebutuhan Air per orang per hari .....	21
4. Standart ukuran pipa .....	29
5. Pemilihan jenis pompa .....	50
6. Putaran sinkron motor listrik .....	51
7. Kecepatan pada mulut isap yang diijinkan .....	62
8. Efisiensi Hidroulik .....	67
9. Jari-jari kelengkungan sudu .....	71
10. Jari-jari luar Volute .....	82
11. Beban yang bekerja pada poros dan jarak terhadap bantalan .....	94
12. Karakteristik Sistem .....	



## DAFTAR GAMBAR

	Hal.
1. Klasifikasi Impeller .....	9
2. Jenis-jenis Impeller .....	13
3. Pompa Volute .....	15
4. Pompa Diffuser .....	16
5. Denah pemipaan .....	22
6. Denah perumahan .....	23
7. Sketsa Perencanaan Tinggi Menara .....	40
8. Penampang bagian masuk notasi Pada Impeller .....	60
9. Segi tiga kecepatan pada sisi masuk .....	64
10. Segi tiga kecepatan pada sisi keluar .....	66
11. Bentuk-bentuk sudu .....	69
12. Melukis Bentuk Sudu .....	73
13. Terjadinya gaya aksial .....	84
14. Mengatasi gaya aksial .....	87
15. Poros Pompa .....	90
16. Bentuk Impeller .....	91
17. Cakra Pelepas/Pengimbang .....	92
18. Uraian Jarak Pembebanan pada Poros .....	94
19. Pembebanan pada poros.....	96

## DAFTAR NOTASI

SIMBOL	KETERANGAN	SATUAN (SI)
hl	Head losses	(m)
hf	Head akibat gesekan	(m)
f	Koefisien gesekan	-
$\epsilon$	Harga kekasaran pipa	(m)
Ha	Head statis	(m)
hs	Tinggi isap pipa isap	(m)
hd	Tinggi tekan pipa tekan	(m)
ns	Putaran spesifik	(rpm)
i	Jumlah tingkat pompa	-
ns <sub>1</sub>	Putaran spesifik berdasarkan type impeller	(rpm)
$\gamma$	Berat jenis air	(kg/m <sup>3</sup> )
$\eta_p$	Efisiensi pompa	(%)
$\eta_t$	Efisiensi Transmisi	(%)
$\tau_g$	Tegangan geser	(kg/mm <sup>2</sup> )
dp	Diameter poros	(mm)
$\tau_b$	Kekuatan tarik	(kg/mm <sup>2</sup> )
sf <sub>1</sub>	Faktor keamanan pengeruh massa	-
sf <sub>2</sub>	Faktor keamanan akibat pasak/alur	-
np	Putaran pompa	(rpm)
T	Momen puntir	(kg.mm)
D <sub>N</sub>	Diameter hub	(mm)
D <sub>s</sub>	Diameter mulut isap	(mm)
D <sub>1</sub>	Diameter sisi masuk impeller	(mm)
D <sub>2</sub>	Diameter sisi keluar impeller	(mm)
U <sub>1</sub>	Kecepatan tangensial sisi masuk	(m/det)
C <sub>1</sub>	Kecepatan radial	(m/det)
b <sub>1</sub>	Lebar impeller sisi masuk	(mm)
b <sub>2</sub>	Lebar impeller sisi keluar	(mm)
$\alpha_1$	Sudut masuk impeller	( <sup>o</sup> )

UNIVERSITAS MEDAN AREA

© Hak Cipta Di Lindungi Undang-Undang

viii

Document Accepted 8/1/24

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)8/1/24

SIMBOL	KETERANGAN	SATUAN (SI)
$\alpha_2$	Sudut keluar impeller	( $^{\circ}$ )
$\beta_1$	Sudut tangensial sisi masuk	( $^{\circ}$ )
$\beta_2$	Sudut tangensial sisi keluar	( $^{\circ}$ )
$W_1$	Kecepatan relatif sisi masuk	(m/det)
$W_2$	Kecepatan relatif sisi masuk	(m/det)
$U_2$	Kecepatan tangensial sisi keluar	(m/det)
$C_{2u}$	Komponen kecepatan tangensial sisi keluar	-
$\eta_h$	Efisiensi hidrolis	(%)
$k$	Faktor penyusutan kerja	-
$C_{2m}$	Kecepatan radial sisi keluar	(m/det)
$C_2$	Kecepatan absolut keluar	(m/det)
$\tau_1$	Faktor penyempitan sisi masuk	-
$\tau_2$	Faktor penyempitan sisi keluar	-
$\Delta\beta$	Perbedaan sudut kelengkungan sudu	( $^{\circ}$ )
$\rho_1$	Jari-jari kelengkungan sudu	(mm)
$Z$	Jumlah sudu	-
$\beta_m$	Sudut sudu rata-rata	( $^{\circ}$ )
$t_m$	Jarak sudu	(mm)
$S$	Tebal sudu	(mm)
$D_3$	Diameter dalam diffuser	(mm)
$D_4$	Diameter luar diffuser	(mm)
$\alpha_3$	Sudut masuk diffuser	( $^{\circ}$ )
$\alpha_4$	Sudut keluar diffuser	( $^{\circ}$ )
$t_d$	Tebal dinding rumah pompa	(mm)
$F_m$	Gaya aksial akibat perubahan momentum	(kg)
$W_p$	Berat poros	(kg)
$W_1$	Berat impeller	(kg)
$W_c$	Berat cakera pengimbang	(kg)
$\omega_c$	Putaran kritis poros	(rpm)



# BAB I

## PENDAHULUAN

### 1.1. Latar Belakang

Indonesia yang merupakan negara yang sedang membangun tidak terlepas dari masalah kependudukan. Menurut perkiraan bahwa jumlah Indonesia pada tahun 2010 akan mencapai dua ratus tujuh puluh lima juta jiwa dan menduduki urutan kelima dunia dalam jumlah penduduk. Dengan penduduk yang begitu banyak maka Indonesia menghadapi berbagai masalah kependudukan seperti masalah pemukiman, pengangguran, urbanisasi dan juga masalah air untuk kebutuhan sehari-hari.

Seperti diketahui bersama, pengadaan air untuk masyarakat Indonesia belumlah terpenuhi. Menurut Widarto dan Sudarto [11] bahwa air merupakan kebutuhan mutlak bagi kelangsungan kehidupan, tanpa air tidak akan ada kehidupan di dunia ini. Khusus untuk daerah-daerah yang berdekatan dengan sumber air atau lokasinya berada dibawah mata air, kebutuhan air tidak bermasalah, sesuai dengan hukum fisika, air mengalir dari tempat yang tinggi ketempat yang rendah. Namun kenyataannya permukaan tanah tidaklah selalu rata, ada daerah yang berbukit-bukit atau bergelombang akan mengalami kesulitan untuk mendapatkan pasokan air secara kontinu.

Salah satu upaya untuk memenuhi kebutuhan air terutama dilokasi yang posisinya lebih tinggi dari mata air adalah dengan menggunakan pompa.

UNIVERSITAS MEDAN AREA

© Hak Cipta Di Lindungi Undang-Undang

Sama halnya dalam membangun sebuah kompleks perumahan yang memenuhi syarat atau standart kesehatan, haruslah diperhatikan fasilitas-fasilitas yang menunjang kebutuhan sehari-hari pada perumahan tersebut, yang paling utama adalah kebutuhan akan air bersih.

Berbicara tentang air sebagai kebutuhan utama manusia, kita membahas dalam dua hal antaranya :

1. Air sebagai kebutuhan langsung

Merupakan kebutuhan utama yaitu sebagai kebutuhan sehari-hari seperti kebutuhan untuk minum, mandi dan lain-lain.

2. Merupakan sarana penunjang kehidupan manusia seperti sarana pembantu,

- Alat transportasi (lintas air, kapal laut dan lain-lain),
- Pembangkit tenaga listrik (kebutuhan penerangan dan lain-lain)

## 1.2. Batasan Masalah

Pompa mempunyai banyak jenis, namun pada perencanaan ini pompa yang akan digunakan pada satu kompleks perumahan dengan penduduk 700 KK adalah pompa jenis sentrifugal, dimana pada dasarnya semua pompa mempunyai prinsip kerja yang sama yaitu mengalirkan fluida (air, minyak dan gas) dari tempat yang rendah ketempat yang lebih tinggi atau sebaliknya.

Pada perencanaan ini penulis membatasi masalah hanya untuk menghitung kapasitas, head serta ukuran-ukuran utama pompa.

### 1.3. Pemecahan Masalah

Dalam pemecahan masalah ini, penulis mencoba menggunakan metode pendekatan yang beracuan kepada batasan masalah. Artinya didalam menentukan spesifikasi pompa berikutnya, penulis tetap beracuan pada faktor-faktor yang mendukung dalam menentukan spesifikasi yang tepat.





## BAB II

### PEMBAHASAN MATERI POMPA

#### 2.1. Pompa

Pompa adalah mesin yang dapat merubah (menambah/mengurangi) tekanan udara dalam suatu sistem. Jadi sesungguhnya bukan pompa itu sendiri yang menaikkan air, tetapi karena perubahan tekanan yang ditimbulkan oleh pompa tersebut maka air mengalir dari daerah yang bertekanan tinggi ke daerah tekanan rendah [12].

Menurut Hariyono [12] pompa adalah suatu mesin yang berfungsi untuk merubah energi mekanis motor penggerak menjadi energi fluida (zat cair, gas) dengan tujuan untuk mengalirkan, menaikkan dan memampatkan (gas).

Kemampuan pompa untuk mengalirkan, menaikkan atau memindahkan fluida cair (air, minyak) dari satu tempat ketempat lain sering disebut head pompa.

Dalam perencanaan ini head pompa adalah jumlah energi atau hambatan yang harus diatasi oleh pompa untuk menaikkan atau memindahkan fluida dari reservoir bawah ke water tower atas.

#### Klasifikasi Pompa

Ditinjau dari segi tekanan yang menimbulkan energi fluida, maka dapat diklasifikasikan dalam dua jenis, yaitu :

1. Pompa Tekanan Statis (*positive Displacement Pump*).
2. Pompa Tekanan Dinamis (*rotor Dinamic Pump*).

### 1. Pompa Tekanan Statis (*positive Displacement Pump*).

Head yang terjadi pada pompa ini adalah akibat dari tekanan yang diberikan pada torak dan kemudian menekan secara langsung. Adapun yang termasuk dalam pompa ini :

#### a. Pompa Torak

Pompa torak ini mempunyai bagian utama berupa torak yang bergerak bolak-balik didalam silinder untuk dapat mengalirkan fluida secara kontinu ke segala arah, oleh sebab itu pompa ini dilengkapi dengan katup-katup pada sisi isap dan tekan. Fluida yang bertekanan rendah diisap melalui katup isap ke dalam ruangan silinder dan ditekan oleh torak, sehingga tekanannya naik dan sanggup mengalirkan fluida keluar silinder melalui katup tekan.

#### b. Pompa Rotari

Pompa rotary bagian utamanya adalah rotor yang berputar didalam rumah pompanya. Fluida diisap melalui sisi isap dan kemudian dikurung didalam ruangan antara rotor dan rumah pompa, sehingga fluidanya tertekan kesisi tekan dengan gerakan rotasi yang menyebabkan fluida mengalir keluar melalui sisi tekan. Jadi head yang dihasilkan adalah akibat tekanan statis yang timbul didalam rumah rotor.

## 2. Pompa Tekanan Dinamis (*Rotor Dynamic Pump*)

Pompa ini mempunyai ciri-ciri sebagai berikut :

- Mempunyai bagian utama berupa roda dan sudu
- Melalui sudu-sudu tersebut mengalir cairan secara kontinu, dimana pada sudu-sudu terjadi perubahan momentum cairan.

### Klasifikasi Pompa tekanan Dinamis (*Centrifugal*)

#### 1. Berdasarkan Bentuk Impeller

##### a. Radial Vane Field Impeller

Aliran masuk fluidanya adalah kearah aksial dan keluar kearah radial serta head yang dihasilkan dapat mencapai 50 m.H<sub>2</sub>O, tetapi kapasitas pompa kecil dan putaran spesifiknya rendah, serta ukuran pompanya besar.

##### b. Francis Screw Field Impeller

- Arah aliran sama dengan pompa radial.
- Head yang dihasilkan lebih kecil dibandingkan dengan pompa radial.
- Sering digunakan untuk pompa double suction.
- kapasitas lebih besar dibandingkan dengan pompa radial.

##### c. Mixed Flow Field Impeller

- Aliran masuk kearah aksial dan keluar sebagian kearah radial, sebagian kearah radial, sebagian lagi kearah aksial.
- Head lebih kecil dibandingkan dengan pompa radial.



- Kapasitas dan putaran spesifiknya lebih besar dibandingkan dengan pompa radial.

## 2. Berdasarkan Jumlah Impeller

- Single Step Impeller Pump*, pompa ini hanya mempunyai satu tingkat impeller.
- Multy Stage Impeller Pump*, pompa ini mempunyai lebih dari satu tingkat impeller.

### Pengertian Pompa Centrifugal

Pompa sentrifugal termasuk pada golongan pompa tekanan dinamis, yang banyak dipakai untuk jenis ini adalah pompa jenis radial. secara prinsipnya pompa centrifugal mempunyai bagian-bagian utama yaitu sebagai berikut :

- Impeller (sudu)
- Cassing (rumah pompa)
- Poros.

Daya dari luar diberikan kepada poros pompa di dalam zat cair. Maka zat cair yang ada di dalam impeller, oleh dorongan sudu-sudu ikut berputar. Karena timbul gaya sentrifugal maka zat cair mengalir dari tengah impeller keluar melalui saluran diantara sudu-sudu. Disini head tekanan zat cair menjadi lebih tinggi. Demikian pula head kecepatannya bertambah besar karena zat cair mengalami percepatan. Zat cair yang keluar dari impeller rusak oleh saluran berbentuk volut (spiral) dikeliling

impeller dan disalurkan keluar pompa melalui saluran keluar berbentuk nosel.

Didalam nosel ini sebagian head kecepatan aliran diubah menjadi head tekanan.

Jadi impeller pompa berfungsi memberikan kerja kepada zat cair sehingga energi yang dikandungnya menjadi bertambah besar.

Dari uraian diatas jelas bahwa pompa sentrifugal dapat mengubah energi menjadi energi fluida. Energi inilah yang mengakibatkan pertambahan head tekanan, head kecepatan dan head potensial pada zat cair yang mengalir secara kontinu.

Pada pompa centrifugal mempunyai beberapa keuntungan dibandingkan dengan pompa jenis lain, diantaranya :

1. Dapat mengalirkan air secara kontinu,
2. Konstruksinya lebih sederhana, sehingga biaya perawatannya kecil,
3. Dapat memompa fluida kotor, liquid material,
4. Biasanya beroperasi pada kapasitas besar dengan head yang tinggi atau rendah dan
5. Harga ekonomis.

### Jenis-jenis Impeller

Impeller adalah salah satu bagian yang berputar dari sebuah pompa centrifugal dan pemberi kecepatan pada fluida dimana energi kecepatan ini didalam pompa diubah menjadi energi tekanan.

Bentuk dari impeller pada pompa sentrifugal harus disesuaikan dengan fluida yang akan dipompakan berdasarkan tekanan aliran serta kapasitas yang dicapai sesuai yang diinginkan.

Jenis-jenis impeller, antara lain :

a. Impeller jenis radial (*Radial Type of Impeller*)

Jenis impeller ini besar headnya ditimbulkan oleh gaya sentrifugal oleh gaya sentrifugal.

$$H = 150 \text{ Ft}$$

$$ns = (500 - 300) \text{ rpm}$$

$$\frac{D_2}{D_0} = \pm 2$$



Gambar 1.5.a Impeller Jenis radial

b. Impeller jenis Francis (*Francis Type of Impeller*)

Digunakan untuk head pompa yang rendah dan perbandingan antara  $D_2$  dan  $D_0$  adalah :

$$\frac{D_2}{D_0} = \pm 2$$



c. Impeller jenis Propeller (*Propeller Type of Impeller*)

Gambar 1.5.b Impeller Jenis Francis

Pada type ini praktis seluruh head ditimbulkan akibat dorongan impeller

$$H = 3 \pm 40 \text{ ft}$$

$$ns = (1500 \pm 4500)$$



Gambar 1.5.c Impeller Jenis Propeller

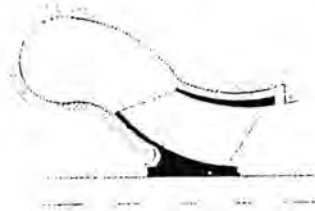


d. Impeller jenis aliran campuran (*Mixed Flow of Impeller*)

Discharge impeller ini merupakan gabungan dari gaya radial dan gaya aksial

$$\frac{D_2}{D_0} = \pm 1$$

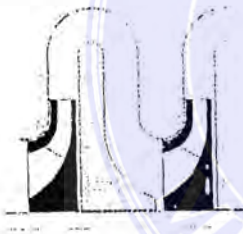
$$ns = (4500 \pm 8000)$$



Gambar 1.5.a Impeller Jenis Aliran Campuran

e. Impeller jenis tingkat banyak (*Multy Stage Type of Impeller*)

Jika head pompa terlalu besar dalam pengoperasian satu tingkat impeller, maka dipakai type ini.



Gambar 1.5.a Impeller Jenis Tingkat Banyak

## 2.2. Tinjauan Rumus-Rumus

### 2.2.1. Head Pompa (H)

Dalam perencanaan ini head pompa adalah jumlah energi atau hambatan yang harus diatasi oleh pompa untuk menaikkan atau memindahkan fluida dari resevoir bawah ke water tower atas. Dimana head pompa ini menurut Sularso dan Harud Tahara besarnya dapat diketahui dari persamaan dibawah ini :

$$H = H_a + \Delta h_p + \Delta h_l + \frac{V^2}{2 \cdot g} \dots\dots\dots (2.1)$$

dimana :

H = Head total pompa (m)

H<sub>a</sub> = Head statis total (m)

Δh<sub>p</sub> = Perbedaan tekanan yang bekerja pada kedua permukaan air (m) = 0

h<sub>l</sub> = berbagai kerugian head akibat perlengkapan pipa (m)

ΔV = selisih kecepatan aliran fluida dipipa (m/det)

g = Percepatan gravitasi bumi (m/det<sup>2</sup>)

Pada umumnya pipa isap (*suction*), pipa tekan (*discharge*) maupun pipa-pipa distribusi memiliki berbagai kelengkapan, misal : stop valve, gate valve, strainer, elbow dan lain-lain, dapat menimbulkan kerugian head yang tidak kecil, jadi perlu diperhitungkan.

Karena kerugian-kerugian head ini sangat berpengaruh dalam penentuan head pompa.

➤ Kerugian pada pipa-pipa akibat gesekan (h<sub>f</sub>)

kerugian ini dapat dihitung dengan menggunakan persamaan Darcy dibawah ini,

$$h_f = f \cdot \frac{L}{D} \cdot \frac{V^2}{2 \cdot g} \dots\dots\dots (2.2)$$

(2.1) Sularso Ir, dan Harud Tahara, "Pompa dan Kompresor" PT. Pradya, Paramita, Hal.26

(2.2) Church, A.H, Prof Jaodish Lal, "Centrifugal Pumps and Blower", New york, hal.12

Sebelum menghitung lebih lanjut kita harus mengetahui lebih dahulu apakah aliran dalam fluida pipa laminar, transisi atau turbulen dengan mengetahui angka Reynold (RE) terlebih dahulu,

$$Re = \frac{V \cdot D}{\nu} \dots\dots\dots (2.3)$$

Bila :  $Re \leq 2100$  (aliran laminar)

$2100 < Re < 4000$  (aliran transisi)

$Re \geq 4000$  (aliran turbulen)

Kerugian pada pipa akibat perlengkapan pipa (kerugian minor). Perlengkapan ini antara lain belokan, sambungan, gate valve, check valve dan simpang tiga (tee)

$$h_m = k \frac{V^2}{2 \cdot g}$$

sedangkan untuk mengetahui laju aliran dalam pipa dapat digunakan persamaan kontinuitas

$$Q = V \cdot A \text{ (m}^3\text{/det)} \dots\dots\dots (2.4)$$

### 2.2.2. Kecepatan Spesifik (ns)

Kecepatan spesifik adalah istilah yang dipakai untuk mengklasifikasikan berbagai jenis impeller berdasarkan prestasi tanpa memperhatikan ukuran aktual dan kecepatannya dimana impeller itu beroperasi. Kecepatan spesifik adalah konstan

(2.3) Church. A.H. Prof. Jagdish Lal, "Centrifugal Pumps and Blower", New York, Hal.9

(2.4) sda Hal.9



untuk sederetan impeller yang mempunyai sudut-sudut yang sama atau salah satu impeller beroperasi pada sembarang kecepatan.

Kecepatan spesifik perlu diketahui untuk menentukan jenis impeller yang akan digunakan dalam perencanaan pompa yang akan digunakan, seperti gambar 2.1 dibawah ini.

Centrifugal pumps			Mixed-flow impeller	Axial-flow impeller
Low-speed impeller	Moderate-speed impeller	High-speed impeller		
$n_{st} = 40-80$	$n_{st} = 80-150$	$n_{st} = 150-300$	$n_{st} = 300-600$	$n_{st} = 600-2000$
$\frac{D_2}{D_0} \approx 2.5$	$\frac{D_2}{D_0} \approx 2$	$\frac{D_2}{D_0} \approx 1.0-1.4$	$\frac{D_2}{D_0} \approx 1.2-1.1$	$\frac{D_2}{D_0} \approx 0.8$

Gambar 2.1. Jenis-jenis Impeller

Besarnya kecepatan spesifik dapat dihitung dari persamaan

$$ns = 3,65 \frac{np\sqrt{Q}}{4\sqrt{H^3}} \dots\dots\dots (2.5)$$

Untuk menghitung jumlah tingkat pompa diperhinakan persamaan :

$$i = \sqrt[3]{\left[\frac{ns_i}{ns}\right]^4} \dots\dots\dots (2.6)$$

(2.5) Khetagurov. M, "Marine Auxiliary Machinery and System", Peace Publisher Moscow, hal 206

(2.6) Sda, Hal 207

### 2.2.3. Daya

#### ➤ Daya pompa (Np)

Dalam menentukan daya pompa diperoleh dari persamaan :

$$N_p = \frac{Q \cdot \gamma \cdot H}{75 \cdot \eta_p} \text{ (Hp)} \dots\dots\dots (2.7)$$

#### ➤ Daya Motor Penggerak (Nm)

Sebagai motor penggerak dari pompa dipilih dari beberapa sumber tenaga penggerak yang ada. Dari beberapa sumber tenaga penggerak yang paling efisien dan ekonomis serta dalam pelaksanaannya dilapangan penggerak pompa dipilih motor listrik. Sesuai dengan pertimbangan-pertimbangan bahwa motor listrik adalah jenis penggerak yang paling baik dibanding dengan motor bakar (bensin atau solar), karena mempunyai beberapa keuntungan-keuntungan antara lain :

- Memiliki harga relatif murah
- Pengoperasian yang sederhana
- Biaya perawatan relatif lebih rendah
- Pemakaian tempat sedikit dan
- Tidak menimbulkan suara bising
- Sistem kontrol dapat dilakukan secara otomatis

Daya motor penggerak dapat dihitung dengan persamaan,

$$N_m = \frac{fc \cdot Q \cdot \gamma \cdot H}{75 \cdot \eta_p \cdot \eta_t} \text{ (HP)} \dots\dots\dots (2.8)$$

(2.7) Khetaurrov, M. "Marine Auxiliary Machinery and System", Peace Publisher Moscow, hal 116

### 2.2.4. Komponen Utama Pompa

Pompa sentrifugal dibentuk dari tiga komponen utama yaitu poros, impeller dan rumah pompa (casing). Tiga bagian utama inilah yang selalu diberikan perhatian khusus di dalam perencanaan sebuah pompa sentrifugal. Poros berfungsi untuk meneruskan daya dan memutar impeller. Diameter poros ini dapat ditentukan dari persamaan :

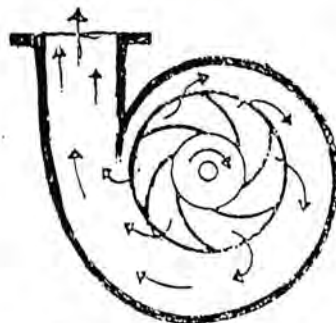
$$dp = \sqrt[3]{\frac{5,1}{\tau g} \cdot kt \cdot Cb \cdot T} \dots\dots\dots (2.9)$$

Dan bagian lain yaitu rumah pompa yang berfungsi sebagai saluran tampung sementara sebelum air disalurkan keluar pompa melalui sisi keluar (*discharge*).

Umumnya rumah pompa dapat digolongkan atas dua jenis yaitu :

#### ➤ Pompa

Pada pompa volute aliran fluida yang keluar dari impeller pompa volute ditampung didalam volute (atau rumah spiral) yang selanjutnya disalurkan kesaluran tekan, seperti gambar 2.2 dibawah ini,



Gambar 2.2. Pompa Volute

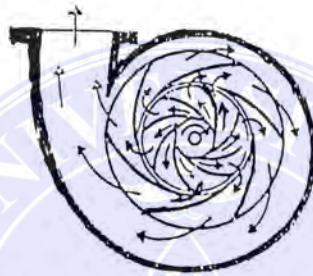
(2.8) Churc, A.H. Prof. Zulkifli Harahap, "Pompa dan Blower Sentrifugal", hal. 78

(2.9) Sularso, Kiyokatsu, "Dasar Perencanaan dan Pemilihan Elemen Mesin", hal. 8



### ➤ Pompa Diffuser

Pompa ini adalah salah satu dari jenis pompa sentrifugal yang dilengkapi dengan satu diffuser disekeliling luar impeller. Jenis ini digunakan untuk menghasilkan head yang tinggi dan sering dipakai untuk pompa bertingkat banyak (*multy stage*). Seperti gambar 2.3 dibawah ini,



Gambar 2.3. Pompa Diffuser

Sedangkan tebal dinding rumah pompa dapat dicari dari persamaan dibawah ini,

$$td = x \cdot y \cdot \frac{DP}{200 \cdot \sigma} + S$$

dimana :

$x$  = faktor keamanan = 5,0 (direncanakan)

$y$  = koefisien dari bentuk penampang

= 1.6 (untuk penampang lingkaran)

$D$  = Diameter terbesar rumah pompa (mm)

$P$  = Tekanan dalam rumah pompa  $\text{kg/m}^3 = \gamma \times H_p$

$S$  = Toleransi untuk ketelitian penguangan

$\sigma$  = tegangan tarik izin bahan

UNIVERSITAS MEDAN AREA

© Hak Cipta Di Lindungi Undang-Undang

Document Accepted 8/1/24

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)8/1/24

### 2.2.5. NPSH

NPSH adalah head yang dimiliki oleh zat cair pada sisi isap pompa (Ekivalen dengan tekanan mutlak pada sisi isap pompa), dikurangi dengan tekanan uap jenuh zat cair ditempat tersebut. Dalam hal ini pompa yang mengisap zat cair dari tempat terbuka (dengan tekanan atmosfer pada permukaan zat cair = 0), besar NPSH yang tersedia dapat ditentukan dari persamaan 2.10.

$$H_{sv} = \left[ \frac{P_a - P_u}{\rho} \right] - h_s - h_{ls} \text{ (m)} \quad (2.10)$$

Dimana :  $h_{sv}$  : NPSH yang tersedia (m)

$P_a$  : Tekanan Atmosfir ( $\text{kg/m}^2$ )

$P_u$  : Tekanan Uap Jenuh ( $\text{kg/m}^2$ )

$\rho$  : Berat Jenis Zat Cair persatuan Volume ( $\text{kg/m}^3$ )

$h_s$  : Head Statis (m)

$h_{ls}$  : Kerugian Head didalam pipa isap (m)

Besarnya NPSH yang diperlukan dapat ditentukan dari persamaan 2.11 yaitu :

$$h_{svn} = \left[ \frac{n}{S} \right]^{4/3} Q^{2/3} \quad (2.11)$$

dimana :  $h_{svn}$  : NPSH Yang Diperlukan (m)

$n$  : Putaran Pompa (rpm)

$S$  : Kecepatan Spesifik Isap

$Q$  : Kecepatan Spesifik Isap

(2.10) Sularso dan Harud Tahara, "Pompa dan Kompresor" hal.45

(2.11) Sularso dan Harud Tahara, "Pompa dan Kompresor", hal.45

## BAB III KAPASITAS POMPA

### 3.1. Jumlah Penggunaan Air

Dalam merencanakan sebuah pompa untuk mensuplai air bersih pada suatu kompleks perumahan ada beberapa hal yang perlu diperhatikan yaitu kebutuhan secara keseluruhan, meliputi perumahan itu sendiri, sekolah dan fasilitas-fasilitas lainnya.

Sesuai dengan spesifikasi tugas, bahwa kompleks perumahan yang direncanakan terdiri dari 700 KK ditambah dengan fasilitas lainnya.

#### 3.1.1 Kebutuhan Air Pada Perumahan

Adapun jumlah anggota keluarga setiap rumah berkisar antara (4 ÷ 8) orang, dimana dalam perencanaan ini diambil jumlah rata-rata setiap rumah terdiri dari 5 orang (1 bapak + 1 ibu + 3 anak), sehingga jumlah orang seluruhnya adalah 5 x 700 = 3500, sedangkan kebutuhan air maksimum untuk perumahan adalah 150 l/orang/hari (tabel 3.2). Maka kebutuhan air untuk kompleks perumahan adalah :

$$\begin{aligned} 150 \times 3500 &= 525000 \text{ l/hari} \\ &= 525 \text{ m}^3/\text{hari} \\ &= 175 \text{ m}^3/\text{hari} \end{aligned}$$

#### 3.1.2. Kebutuhan Sekolah



Pada kompleks perumahan ini tersedia sekolah TK, SD, SMP dan sekolah lanjutan dan diperkirakan jumlah siswa/i 1500. sedangkan kebutuhan air rata-rata untuk sekolah adalah 35l/orang/hari (tabel 3.2) maka air untuk sekolah adalah :

$$\begin{aligned} 35/\text{orang} \times 150 &= 52500 \text{ liter/hari} \\ &= 52,5 \text{ m}^3/\text{hari} \end{aligned}$$

### 3.1.3 Kebutuhan Air Untuk Puskesmas

Sebagai tempat pertolongan pertama dan sarana informasi kesehatan dan khusus berobat jalan pada kompleks dibangun sebuah puskesmas. Pemakaian air diambil rata-rata/hari sebesar 5000 l/hari.

### 3.1.4 Kebutuhan Air Untuk Lain-lain

Adapun kebutuhan air lain-lain seperti kantor, taman, lapangan olah raga serta rumah ibadah membutuhkan air sekitar 1,5 % dari sirkulasi yang ada maka kebutuhan air ini adalah :

$$\begin{aligned} \Rightarrow 0,015 \times (525000 + 52500 + 5000) \\ \Rightarrow 9300 \text{ l/hari} \end{aligned}$$

Sehingga kebutuhan air keseluruhan pada kompleks perumahan ini adalah :

$$\begin{aligned} Q_t &= 525000 + 52500 + 5000 + 9300 \\ &= 591800 \text{ l/hari} \\ &= 591,8 \text{ m}^3/\text{hari} \\ &= 24,658 \text{ m}^3/\text{jam} \\ &= 0,0068 \text{ m}^3/\text{jam} \end{aligned}$$

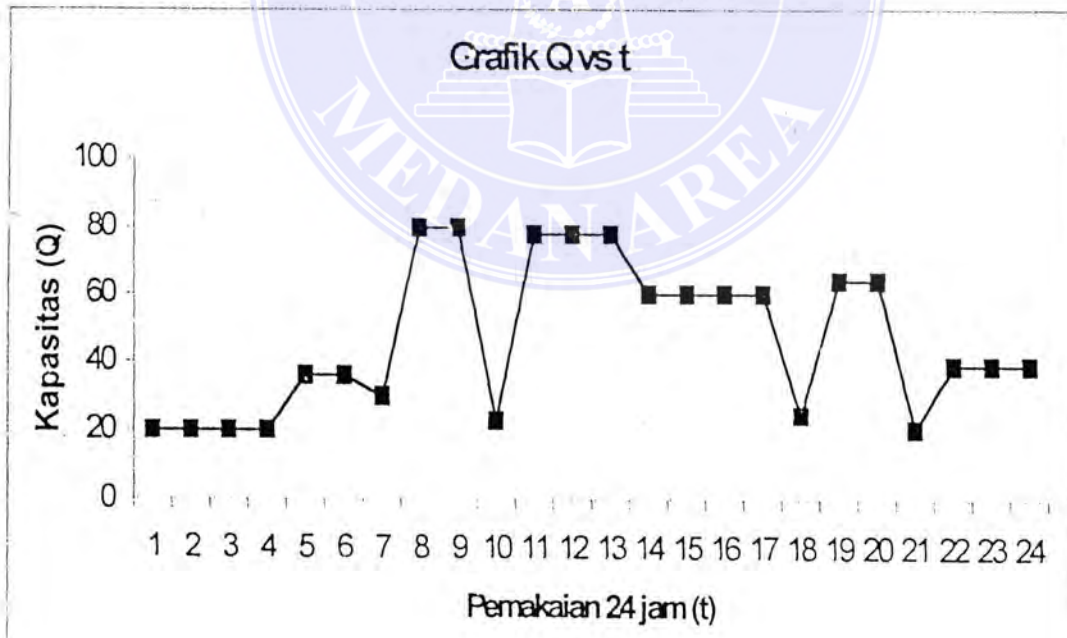
Tabel 3.1 Data pemakaian air kompleks perumahan ini dalam waktu 24 jam

Waktu Pemakaian		Pemakaian	
Jam	Jumlah Jam	Tiap Jam	Jumlah (m <sup>3</sup> )
24 - 04	4	5	20
04 - 06	2	18	36
06 - 07	1	30	30
07 - 09	2	40	80
09 - 10	1	23	23
10 - 13	3	26	78
13 - 17	4	15	60
17 - 18	1	24,5	24,5
18 - 20	2	32	64
20 - 21	1	20,4	20,4
21 - 24	3	13	39

(sumber : Kompleks Perumahan Cemara Asri)

Grafik 3.1. Pemakaian Air 24 Jam

Grafik 3.1 Pemakaian air 24 jam



Dari data dan grafik 3.1 tersebut diatas dapat dilihat bahwa pemakaian air maksimum terjadi jam antara 07 -- 09 yaitu  $80 \text{ m}^3/\text{jam}$ .

$$Q_{\text{maks}} = 80/2 = 40 \text{ m}^3/\text{jam}$$

Serta jumlah pemakaian air minimum berada pada jam 24 – 04 sebesar

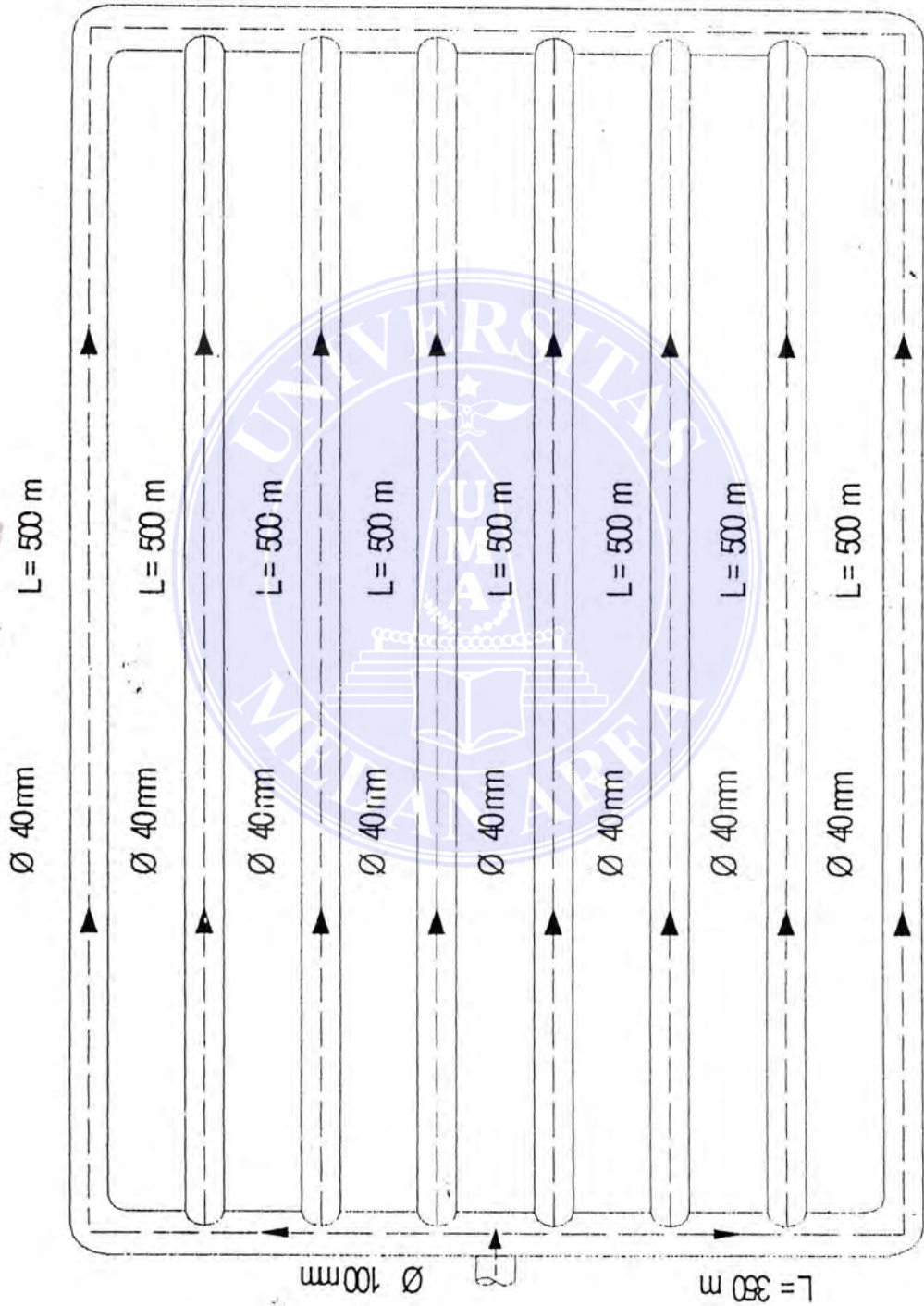
$$Q_{\text{min}} = 20/4 = 5 \text{ m}^3/\text{jam}$$

Tabel 3.2 Kebutuhan air per orang per hari

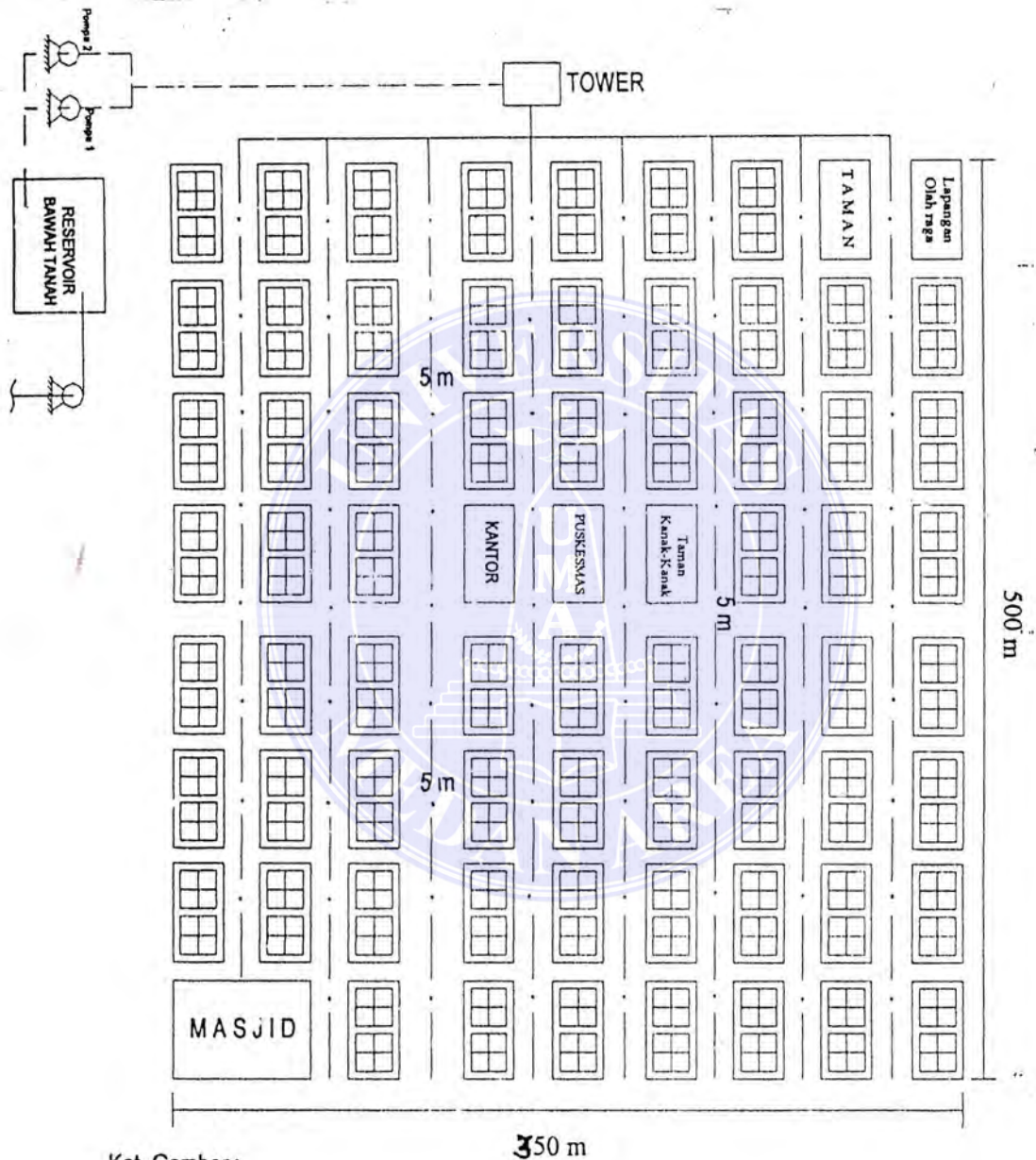
Jenis Fasilitas	Populasi Yang Diperhitungkan	Jumlah Kebutuhan Air Rata-rata (l)	Jumlah Kebutuhan Air Maksimum (l)
Perumahan	Jumlah Penghuni	100	150
Sekolah	Jumlah orang di dalam gedung	35	50
Hotel	- " -	70	100
Perkantoran	Jumlah Pegawai	50	70
Rumah Sakit	Jumlah Tempat Tidur	250	400



Gambar Denah Sistem Pemipaan



Gambar Denah Kompleks Perumahan



Ket. Gambar :

- |             |                |           |                          |
|-------------|----------------|-----------|--------------------------|
| —————       | : Pipa Induk   | —————     | : Pipa Tekan (Discharge) |
| - . - . - . | : Pipa Pembagi | - - - - - | : Pipa Isap (Suction)    |

### 3.2. Kapasitas Pompa ( $Q_p$ )

Dalam penentuan kapasitas pompa ada beberapa hal yang perlu diperhatikan dalam pendistribusian air dari water tower ke konsumen, yaitu :

- Kapasitas pompa harus dapat memenuhi kebutuhan air maksimal,
- Pompa harus dapat bekerja dengan efektif pada kebutuhan puncak dari waktu ke waktu.

Untuk mengetahui criteria-criteria diatas maka kapasitas pompa yang direncanakan adalah :

$$Q_p = Q_{maks} \times \alpha \dots\dots\dots [1]$$

dimana :

$\alpha$  = Jumlah air yang harus ditambah untuk mengganti kehilangan, karena kebocoran antara reservoir bawah atau ke water tower.

$$= (1,1 \div 1,15) = 1,15$$

$Q_{maks}$  = Pemakaian air maksimum

$$= 40 \text{ m}^3/\text{jam}$$

Sehingga :

$$Q_p = 40 \text{ m}^3/\text{jam} + 1,15$$

$$= 41,15 \text{ m}^3/\text{jam}$$

$$= 0,686 \text{ m}^3/\text{menit} = 0,0114 \text{ m}^3/\text{det}$$

[1] Sulbro dan Harjo Takara, "Pompa dan Kompresor", Erlangga, Hal.15



### 3.3. Kapasitas Tangki Air

#### 3.3.1 Kapasitas Tangki Air Bawah ( $V_r$ )

Tangki air bawah digunakan menampung air sebelum disalurkan ke tangki atas (water tower). Adapun volume tangki tersebut adalah :

$$V_R = Q_d - Q_s \cdot T \dots\dots\dots [21]$$

dimana :

$V_R$  = Volume tangki air bawah ( $m^3$ )

$Q_d$  = Jumlah kebutuhan air per hari =  $591,8 m^3/hari$

$Q_s$  = Kapasitas pipa dinas ( $m^3/jam$ )

$T$  = Rata-rata pemakaian air 18 jam per hari

Dianggap kapasitas pengaliran pipa dinas ( $Q_s$ ) sebesar  $2/3$  dari rata-rata perjam ( $Q_h$ )

yaitu  $Q_d/T = 591,8 / 18 = 32,877 m^3/jam$

$Q_s = 32,877 \times 2/3 = 21,918 m^3/jam$

Maka diperoleh volume tangki air bawah

$$V_R = 519,8 - (21,918 \times 18)$$

$$= 197,3 m^3$$

Volume tangki air  $\approx 200 m^3$

#### 3.3.2. Kapasitas Tangki Air Atas ( $V_t$ )

Tangki dimaksudkan untuk menampung kebutuhan puncak dan biasanya disediakan dengan kapasitas cukup untuk jangka waktu kebutuhan puncak yaitu

<sup>[21]</sup> Soufyan Moh. Noerbambang dan Takeo Morimura, "Perencanaan dan Pemeliharaan Sistem Perpipaan Pada Bangunan", hal 96

sekitar 30 menit. Dalam keadaan tertentu dapat terjadi bahwa kebutuhan puncak dimulai saat muka air terendah dalam tangki atas, sehingga perlu diperhitungkan jumlah air yang dapat dimasukkan dalam waktu 10 menit sampai 15 menit oleh pompa angkat (yang memompakan air dari tangki bawah ke tangki atas), [Soufan Moh. Noerbambang, 1993].

Kapasitas tangki atas dinyatakan dengan rumus :

$$V_{Ei} = (Q_p - Q_{mak}) T_p + Q_{pu} + T_{pu} \quad \dots\dots\dots [3]$$

dimana :  $V_{Ei}$  = Kebutuhan efektif tangki atas ( $m^3$ )

$Q_p$  = Kebutuhan puncak ( $m^3$ /menit)

$$= C_2 \cdot \left( \frac{Q_b}{60} \right) \quad \dots\dots\dots [4]$$

$$\Rightarrow C_2 = 3,0 \div 4,0 = 3,5 \text{ (diambil)}$$

$$Q_p = 36,5 \left( \frac{32,877}{60} \right) = 1,92 \text{ m}^3/\text{menit}$$

$Q_{mak}$  = Kebutuhan air jam puncak ( $m^3$ /menit)

$$= \frac{40}{60} = 0,66 \text{ m}^3/\text{menit}$$

$Q_{pu}$  = Kapasitas pompa pengisi ( $m^3$ /menit)

$$Q_{pu} = Q_{mak}$$

$T_p$  = Jangka waktu kebutuhan puncak = 30 menit

$T_{pu}$  = Jangka waktu kerja pompa pengisi = 15 menit

<sup>[3]</sup> Soufyan Moh. Noerbambang dan Takeo Morimura, "Perencanaan dan Pemeliharaan Sistem Plambing, "Pradya Paramita. Hal.97

<sup>[4]</sup> Ibid. Hal.60

maka :

$$\begin{aligned} V_E &= (1,902 - 0,66) \times 30 + 0,66 \times 15 \\ &= 47,16 \text{ m}^3 \approx 48 \text{ m}^3 \end{aligned}$$

### 3.4. Jumlah Pompa

Dalam perencanaan ini pompa yang direncanakan adalah pompa yang mensuplai air dari water treatment ke tower. Untuk mempermudah perawatan dan menjaga kontinuitas dari pompa yang akan digunakan pada suatu kompleks perumahan, maka dalam perencanaan ini digunakan 2 buah pompa. Dimana 1 buah pompa untuk operasi dan 1 buah lagi sebagai cadangan.

### 3.5. Perencanaan Tinggi Menara Air

Dalam perencanaan tinggi menara air terlebih dahulu direncanakan instalasi pemipaan pada kompleks perumahan. Namun sebelum perencanaan ini harus diketahui kapasitas air yang mengalir disepanjang pipa pendistribusi air serta diameter pipa ini.



### 3.5.1. Perhitungan Instalasi Pipa

#### 3.5.1.1. Pipa Induk

Perencanaan pipa ini untuk mensuplay air pada pipa pembagi dan pipa pelayanan. Untuk menghitung diameter pipa induk dapat mempergunakan persamaan [2.4] yaitu

$$Q = V \cdot A \quad (\text{m}^3/\text{det})$$

dimana :

$$Q = \text{Kapasitas aliran dalam pipa utama}$$

$$= 0,0068 \quad (\text{m}^3/\text{det})$$

$$V = \text{Kecepatan aliran fluida}$$

$$= (0,3 - 0,6) \text{ direncanakan } 1,0 \text{ m/det}$$

$$A = \text{Luas penampang pipa} = \pi/4 D^2$$

maka :

$$Q = V \cdot \pi/4 D^2$$

$$D = \sqrt{\frac{4 Q}{\pi V}}$$

$$= \sqrt{\frac{4 \cdot 0,0068}{\pi \cdot 1,0}}$$

$$= 0,093 \text{ m} \Leftrightarrow 93 \text{ mm}$$

Tabel 3.3. Standart Ukuran Pipa

Tanda Ukuran		Diameter Luar (mm)	Diameter Dalam (mm)	Tebal Dinding (mm)	Berat (kg/m)
A (mm)	A (inc)				
15	½	21,7	16,1	2,8	1,31
20	¾	27,2	21,6	2,8	1,68
25	1	34,0	27,6	3,2	2,43
32	1¼	42,7	35,7	3,5	3,38
40	1½	40,6	41,6	3,5	3,89
50	2	60,5	52,9	3,8	5,31
65	2½	76,3	67,9	4,2	7,42
80	3	89,1	80,7	4,2	8,74
90	3½	101,6	93,2	4,2	10,1
100	4	114,3	105,3	4,5	12,2
125	5	139,8	130,8	4,5	15,0
150	6	165,2	155,2	5,0	19,8
200	8	216,3	204,7	5,8	30,1
250	10	267,4	254,2	6,6	42,4
300	12	318,5	304,7	6,9	53,0
350	14	355,6	339,8	7,9	67,7
400	16	406,4	390,8	7,9	77,7
450	18	457,2	440,4	7,9	87,5
500	20	508,0	492,2	7,9	97,4

Sumber : Buku Sistem Perpipaan

Dari tabel diatas dapat diambil diameter pipa 100 dengan diameter dalam (Dd) = 105,3 mm dan diameter luar (Dl) = 114,3

Kecepatan aliran fluida yang sebenarnya (Vs)

$$V_s = \frac{4 \cdot Q}{\pi \cdot D_d^2}$$

$$= \frac{4 \cdot 0,0068}{\pi \cdot (0,105)^2} = 0,785 \text{ m/s}$$

UNIVERSITAS MEDAN AREA

© Hak Cipta Di Lindungi Undang-Undang

Document Accepted 8/1/24

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)8/1/24

### Head Losses ( $h_L$ )

Head losses adalah berkurangnya kemampuan pompa untuk menaikkan suhu mengalirkan fluida akibat tahanan yang dialami oleh fluida selama alirannya. Tahanan yang dialami fluida sepanjang alirannya dapat berupa akibat gesekan pada dinding pipa, perubahan penampang secara tiba-tiba, perlengkapan pipa dan lain-lain.

Kerugian head pada pipa induk

- A) Kerugian head sepanjang pipa induk
- B) Kerugian head pada perlengkapan pemipaan
  - Belokan (*elbow*)
  - Simpang Tiga (*tee*)

### Kerugian sepanjang pipa pelayanan akibat gesekan ( $h_f$ )

Kerugian yang terjadi sepanjang pipa pelayanan dapat diketahui dengan persamaan :

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

dengan

- L = panjang pipa pelayanan (m)
- D = Diameter pipa pelayanan = 0,105 m
- V = Kecepatan aliran fluida = 0,785 m/det
- f = koefisien gesek (yang tergantung pada bahan pipa)



Dalam menentukan jenis aliran dalam pipa apakah Laminar atau Turbulen dapat diketahui dari angka Reynold (Re), Persamaan (2.3)

$$Re = \frac{V \cdot D}{\nu}$$

Dengan  $\nu$  = Viskositas kinematik fluida cair

$$= 0.801 \times 10^{-6} \text{ [lamp]}$$

$V$  = Kecepatan aliran fluida (m/det)

Bila :  $Re \leq 2100$  (aliran laminar)

$2100 < Re < 4000$  (aliran transisi)

$Re \geq 4000$  (aliran turbulen)

Angka Reynold (Re)

$$Re = \frac{0,785 \cdot 0,105}{0,801 \times 10^{-6}}$$

Bahan pipa adalah Galvanized Iron dengan harga kekasaran ( $\varepsilon$ ), maka perbandingan kekasaran dan diameter pipa adalah

$$\varepsilon = 0,00015$$

$$\frac{\varepsilon}{D} = \frac{0,00015}{0,105} = 0,0014$$

Sehingga dari diagram Moody diperoleh harga faktor gesekan ( $f$ ) = 0,03

$$\text{aka } h_f = 0,03 \cdot \frac{350}{0,105} \cdot \frac{(0,785)^2}{2 \cdot 9,81} = 3,14 \text{ m}$$

### Kerugian pada perlengkapan Pemipaan

- Kerugian pada belokan (*Elbow*)  $90^0$

$$h_{el} = k \frac{V^2}{2 \cdot g} \Rightarrow k = 0,3$$

$$= 0,3 \frac{(0,785)^2}{2 \cdot 9,81} = 0,0094 \text{ m}$$

Dalam perencanaan ini pipa induk menggunakan 3 buah elbow, maka :

$$h_{el} = 0,0094 \times 3 = 0,027 \text{ m}$$

- Kerugian pada simpang tiga (*tee*)

$$h_{tee} = k \frac{V^2}{2 \cdot g} \Rightarrow k = 0,9$$

$$= 0,9 \frac{(0,785)^2}{2 \cdot 9,81} = 0,028 \text{ m}$$

Dalam perencanaan pipa induk menggunakan 8 buah Tee, maka :

$$h_{tee} = 0,028 \times 8 = 0,224$$

Maka total kerugian pada pipa induk adalah

$$h_{lm} = h_f + h_{el} + h_{tee}$$

$$= 3,14 + 0,027 + 0,244 = 3,391 \text{ m}$$

#### 3.5.1.2. Pipa Pembagi

Dalam perencanaan pipa pembagi untuk mensuplay air kepipa pelayanan dan disalurkan kerumah-rumah terlebih dahulu harus diketahui kapasitas aliran fluida dalam pipa. Kapasitas aliran ini dinyatakan dengan rumus :

### UNIVERSITAS MEDAN AREA

$$Q_D = Q/n$$

dimana :

$Q_D$  = Kapasitas aliran pada pipa pembagi

$Q$  = Kapasitas aliran pada pipa induk = 0,0068 m<sup>3</sup>/det

$n$  = Jumlah pipa pembagi = 10 buah

maka :

$$\begin{aligned} Q_D &= \frac{0,0068 \text{ m}^3 / \text{det}}{10} \\ &= 0,00068 \text{ m}^3 / \text{det} \end{aligned}$$

Dengan menggunakan persamaan 2.4 dapat diperoleh diameter pipa pembagi.

$$\begin{aligned} Q_D &= A \cdot V \\ &= \pi/4 D^2 \cdot V \\ D &= \sqrt{\frac{4 Q_D}{\pi V}} \end{aligned}$$

dimana :

$$\begin{aligned} V &\text{ Kecepatan aliran fluida (0,3 - 0,60) m/det} \\ &= 1,0 \text{ m/det (direncanakan)} \end{aligned}$$

maka :

$$= \sqrt{\frac{4 \cdot 0,00068}{\pi \cdot 1,0}} = 0,0294 \text{ m}$$



Dari tabel 3.3 diambil pipa meter 32 mm, dengan diameter luar ( $D_1$ ) : 42,7 mm dan diameter dalam ( $D_d$ ) : 35,7 mm, sehingga kecepatan aliran fluida yang sebenarnya dapat dihitung yaitu :

$$V_s = \frac{4 \cdot Q_D}{\pi \cdot D_d^2}$$

$$= \frac{4 \cdot 0,00068}{\pi \cdot (0,0357)^2} = 0,679 \text{ m/s}$$

Kerugian head yang terjadi sepanjang Pipa Pembagi

a) Kerugian head akibat gesekan

Kerugian yang terjadi sepanjang pipa akibat gesekan dapat diketahui dengan persamaan [2.2].

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

dimana :

$L$  = panjang pipa pembagi

$$= 400 \times 10 \text{ (jumlah blok)} = 4000 \text{ m}$$

$D$  = Diameter pipa pelayanan = 0,0357 m

$V$  = Kecepatan aliran fluida = 0,679 m/det

Bilangan Reynold ( $Re$ )

$$Re = \frac{0,679 \cdot 0,0357}{0,801 \times 10^{-6}}$$

$$= 3,0 \times 10^4$$

UNIVERSITAS MEDAN AREA

© Hak Cipta Di Lindungi Undang-Undang

Document Accepted 8/1/24

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)8/1/24

Bahan pipa direncanakan Galvanized Iron dengan harga kekasaran ( $\epsilon$ ) 0,00015.

Perbandingan harga kekasaran dengan diameter pipa (Relative roughness)

$$\frac{\epsilon}{D} = \frac{0,00015}{0,0357} = 0,0042$$

Sehingga dari diagram Moody diperoleh harga koefisien gesekan ( $f$ ) = 0,0311

$$\text{Maka } h_f = 0,0311 \cdot \frac{4000}{0,357} \cdot \frac{(0,679)^2}{2 \cdot 9,81} = 8,16 \text{ m}$$

b. Kerugian head akibat perlengkapan pemipaan

Kerugian head pada simpang tiga (*Tee*)

$$h_{tee} = k \frac{V^2}{2 \cdot g} \Leftrightarrow k = \text{koefisien gesekan} = 0,9$$

$$= 0,9 \frac{(0,679)^2}{2 \cdot 9,8} = 0,021 \text{ m}$$

Dalam perencanaan ini pipa pembagi menggunakan 70 buah Tee, maka :

$$h_{tee} = 0,021 \times 70 = 1,47 \text{ m}$$

sehingga total kerugian head disepanjang pipa pembagi adalah :

$$h_p = 8,18 + 1,47 = 9,63$$

### 3.5.1.3. Pipa Pelayanan

Dalam perencanaan ini pipa pelayanan digunakan untuk mensuplai air untuk tiap-tiap rumah, dimana pipa pelayanan ini direncanakan menggunakan pipa jenis PVC (smoth Pipe) dan diambil standart untuk perumahan yaitu 15 mm sehingga dari

tabel standart pipa (3.2) diperoleh diameter pipa luar pipa (DI) = 21,7 mm dan diameter dalam (Dd) = 16,1 mm.

Maka dapat dihitung kapasitas aliran pada pipa ini,

$$\begin{aligned} Q &= A \cdot V \\ &= \pi/4 \cdot Dd^2 \cdot V \\ &= \pi/4 \cdot 0,0161^2 \cdot 0,0001 \text{ m/det} \end{aligned}$$

kecepatan aliran fluida yang sebenarnya dapat dihitung yaitu :

$$\begin{aligned} V_s &= \frac{4 \cdot Q}{\pi \cdot Dd^2} \\ V &= \frac{4 \cdot 0,0001}{\pi \cdot (0,0357)^2} = 0,49 \text{ m/s} \end{aligned}$$

### Perhitungan Panjang Pipa Pelayanan

Instalasi pipa pelayanan untuk kompleks perumahan direncanakan panjang pipa pelayanan yaitu dari pipa pembagi ke stop valve adalah 4 m/rumah, direncanakan tiap rumah memakai satu buah pipa pelayanan sehingga panjang pipa seluruhnya :

$$700 \times 4 \text{ m} = 2800 \text{ m}$$

sedangkan panjang pipa pelayanan untuk sarana penunjang lain direncanakan 50 m.

Maka total keseluruhan panjang pipa pelayanan adalah  $2800 + 50 = 2850 \text{ m}$ .



Kerugian (Head) yang terjadi pada Pipa Pelayanan

- a) Kerugian panjang pipa pelayanan akibat gesekan
- b) Kerugian pada perlengkapan pemipaan
- Belokan (*Elbow*)
  - Katup penutup (*Stop Value*)

- a) Kerugian panjang pipa pelayanan akibat gesekan

Kerugian yang terjadi sepanjang pipa pelayanan dapat diketahui dengan persamaan :

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

dengan :

L = panjang pipa pelayanan = 2850 m

$h_f$  = Kerugian sepanjang pipa pelayanan

D = Kecepatan pipa pelayanan = 16,1 mm

V = Kecepatan aliran fluida = 0,49 m/det

g = Percepatan gravitasi = 9,81 m/det

f = Koefisien gesek

Angka Reynold (Re)

$$Re = \frac{V \cdot D}{\nu}$$

dimana  $\nu$  = Viskositas kinematik fluida air  
 $= 0,801 \times 10^{-6}$  (pada temperatur  $29^{\circ}\text{C}$ )

$$\text{Re} = \frac{0,49 \cdot 0,0161}{0,801 \times 10^{-6}}$$

$$= 9,8 \times 10^3$$

Didalam perencanaan ini diambil bahan pipa adalah pipa sangat halus (*Smooth Pipe*) PVC. Sehingga dari diagram Moody diperoleh harga factor gesekan ( $f$ ) = 0,033

Maka :

$$h_{f'} = 0,033 \cdot \frac{2450}{0,0161} \cdot \frac{(0,49)^2}{2 \cdot 9,81} = 7,14 \text{ m}$$

b) Kerugian head pada perlengkapan Pemipaan

- Kerugian pada belokan  $90^{\circ}$  (*Elbow*)

$$h_{el} = k \frac{V^2}{2 \cdot g} \Leftrightarrow k = 0,3$$

$$h_{el} = 0,3 \frac{(0,49)^2}{2 \cdot 9,81} = 0,0036 \text{ m}$$

Dalam perencanaan ini pipa pelayanan menggunakan 200 buah elbow, maka :

$$h_{el} = 0,0036 \times 200 = 0,72 \text{ m}$$

- Kerugian pada katup penutup (*Stop Valve*) ( $h_{sv}$ )

$$h_{sv} = k \frac{V^2}{2 \cdot g} \Leftrightarrow k = 0,3$$

$$h_{sv} = 0,3 \frac{(0,49)^2}{2.9,81} = 0,0036 \text{ m}$$

Dalam perencanaan ini pipa pelayanan menggunakan 350 buah stop valve, maka :

$$h_{sv} = 0,0036 \times 350 = 1,26 \text{ m}$$

Maka total kerugian yang terjadi pada pipa pelayanan tiap rumah ( $h_{ser}$ )

$$\begin{aligned} h_{ser} &= h_f + h_{el} + h_{sv} \\ &= 7,14 + 0,72 + 1,26 \\ &= 9,12 \text{ m} \end{aligned}$$

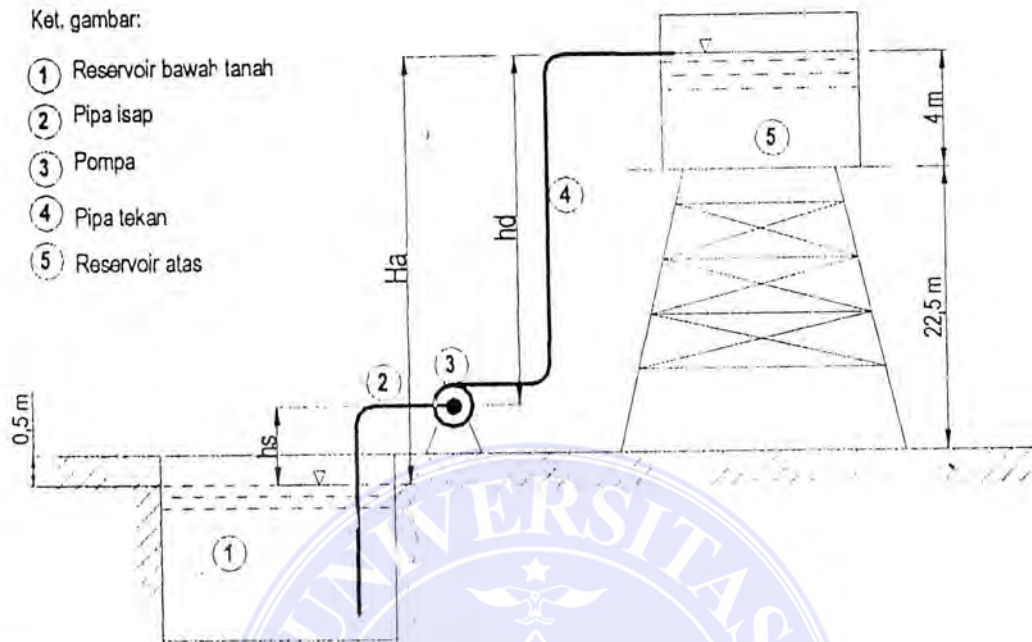
Dengan demikian dapat diketahui kerugian head yang terjadi pada instalasi pemipaan yaitu :

$$\begin{aligned} H_{total} &= h_{lm} + h_{lp} + h_{ser} \\ &= 3,39 \text{ m} + 9,63 \text{ m} + 9,12 \text{ m} \\ &= 22,14 \text{ m} \end{aligned}$$

#### 3.5.1.4. Perencanaan Tinggi Menara (Water Tower)

Berdasarkan perhitungan total kerugian head pada instalasi pemipaan yaitu sebesar 22,14 m, maka tinggi menara harus lebih besar dari head yang terjadi pada instalasi, ini menjamin agar air tetap mengalir dengan baik, maka direncanakan tinggi menara 22,5 m.





Gambar 3.1. Sketsa Perencanaan Tinggi Menara

### 3.6. Perencanaan Head Pompa

Head pompa adalah kemampuan pompa untuk memindahkan fluida dari suatu tempat lain, pada umumnya dari tempat yang rendah ke tempat yang tinggi ditambah dengan kerugian head yang terjadi pada di dalam pipa isap, pipa tekan dan perlengkapan pipa. Head pompa dalam perencanaan ini adalah hambatan ketinggian yang harus diatasi oleh pompa untuk menaikkan atau memindahkan air dari reservoir bawah ke reservoir atas.

Besar head pompa dihitung berdasarkan persamaan [2.1] :

$$H = H_a + \Delta h_p + h_l + \frac{\Delta V^2}{2g}$$

dimana :

$H$  = Head total pompa (m)

$H_a$  = Head statis total (m)

$\Delta h_p$  = Perbedaan tekanan yang bekerja pada kedua permukaan air (m) = 0

$h_l$  = Berbagai kerugian head akibat perlengkapan pipa (m)

$\Delta V$  = Selisih kecepatan aliran fluida dipipa (m/det)

$g$  = Percepatan gravitasi bumi (m/det<sup>2</sup>)

### 3.6.1. Perhitungan Head Statis Pompa ( $H_s$ )

Head statis pompa adalah merupakan perbedaan tinggi antara muka air disisi keluar dan disisi isap; tanda positif (+) dipakai apabila muka air disisi keluar lebih tinggi dari pada sisi isap

$$H_a = h_s + h_d \dots\dots\dots [5]$$

dimana :

$h_s$  = tinggi isap pada pipa isap (1 m direncanakan)

$h_d$  = tinggi tekan pada pipa tekan (26 m direncanakan)

maka :

$$H_a = 1 \text{ m} + 26 \text{ m} = 27 \text{ m}$$

<sup>[5]</sup> Sularso dan haruo Tahara, "Pompa dan Kompresor", Erlangga, Hal.44

### 3.6.2. Kerugian Head Sepanjang Pipa Isap

#### ➤ Diameter pipa isap

Dalam menghitung diameter pipa isap ( $D_s$ ) perlu ditentukan terlebih dahulu kecepatan aliran fluida dalam pipa suction. Dalam hal ini kecepatan aliran dalam pipa adalah (1,5 – 3) m/det, diambil 2,0 m/det.

Diameter pipa isap ( $D_s$ ) dapat diperoleh dari persamaan [2.4]

$$Q = A \cdot V$$

dimana :

$$Q = \text{Kapasitas pompa} = 0,0114 \text{ m}^3/\text{det}$$

$$V = \text{Kecepatan aliran fluida dalam pipa}$$

$$A = \text{Luas penampang pipa}$$

$$= \pi/4 D_s^2$$

maka :

$$D_s = \sqrt{\frac{4 \cdot Q}{\pi \cdot V_s}}$$

$$= \sqrt{\frac{4 \cdot 0,0114}{\pi \cdot 2,0}} = 0,085 \text{ m}$$

Berdasarkan tabel standart pipa untuk system pemipaan dapat diambil ukuran nominal pipa adalah 90 mm, diameter luar pipa ( $D_l$ ) = 101,6 mm; diameter dalam pipa ( $D_d$ ) = 93,2 mm.



Kecepatan aliran fluida sebenarnya adalah :

$$V_s = \frac{4 \cdot Q}{\pi \cdot Dd^2}$$

$$= \frac{4 \cdot 0,0114}{\pi \cdot (0,785)^2} = 1,67 \text{ m/s}$$

➤ Kerugian Head yang terjadi Pada Pipa Isap

a) Kerugian sepanjang pipa akibat gesekan

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

dimana .

L = panjang pipa isap = 15 m

D = Kecepatan pipa pelayanan = 93,2 mm

V = Kecepatan aliran fluida = 1,67 m/det

f = Koefisien gesek (yang tergantung pada bahan pipa)

Bilangan Reynold (Re)

$$Re = \frac{1,67 \cdot 0,0932}{0,801 \times 10^{-6}}$$

$$= 1,9 \times 10^5$$

Bahan pipa direncanakan Galvanized iron dengan harga kekasaran ( $\epsilon$ ) 0,00015. perbandingan harga kekasaran dengan diameter pipa (Relative roughness)

UNIVERSITAS MEDAN AREA

© Hak Cipta Di Lindungi Undang-Undang

Document Accepted 8/1/24

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)8/1/24

$$\frac{\varepsilon}{D} = \frac{0,00015}{0,0932} = 0,0016$$

Sehingga dari diagram Moody diperoleh harga factor gesekan ( $f$ ) = 0,022

Maka :

$$h_f = 0,022 \cdot \frac{15}{0,0932} \cdot \frac{(1,67)^2}{2 \cdot 9,81} = 0,53 \text{ m}$$

b). Kerugian pada perlengkapan Pemipaan

- Kerugian pada belokan  $90^\circ$  (*Elbow* = 2 buah)

$$h_{el} = k \frac{V^2}{2 \cdot g} \Rightarrow k = 0,3$$

$$h_{el} = 2 \cdot 0,3 \frac{(0,49)^2}{2 \cdot 9,81} = 0,086 \text{ m}$$

- Kerugian pada katup penutup

Katup kaki disii berfungsi untuk menghindari aliran balik pada pipa isap sewaktu pompa berhenti secara tiba-tiba atau tidak beroperasi

Besarnya kerugian head pada kutub ini adalah

$$H_{fv} = k \frac{V^2}{2 \cdot g} \Rightarrow k = 0,5 - 1,0 = 0,8 \text{ direncanakan}$$

$$H_{fv} = 0,8 \frac{(1,67)^2}{2 \cdot 9,81} = 0,114 \text{ m}$$

- Kerugian head pada saringan air (*stramer*)

$$h_{st} = k \frac{V^2}{2 \cdot g} \Rightarrow k = 0,4 - 0,8 = 0,6 \text{ direncanakan}$$

$$h_{st} = 0,6 \frac{(1,67)^2}{2 \cdot 9,81} = 0,085 \text{ m}$$

Maka total kerugian pada pipa isap adalah

$$\begin{aligned} h_{js} &= h_f + h_{el} + h_{fv} + h_{st} \\ &= 0,53 + 0,086 + 0,114 + 0,85 \\ &= 0,815 \text{ m} \end{aligned}$$

### 3.6.3. Kerugian Head Sepanjang Pipa Tekan

Diameter Pipa Tekan (*Discharge*)

Dalam menghitung diameter pipa tekan ( $D_d$ ) perlu ditentukan terlebih dahulu kecepatan aliran fluida dalam pipa discharge. Dalam hal ini kecepatan aliran dalam pipa adalah (1,5 – 3,5) m/det. Dan diambil 2,0 m/det.

Diameter pipa tekan dapat dihitung dengan persamaan kontinuitas :

$$Q = A \cdot V$$

dimana :

$$Q = \text{Kapasitas pompa} = 0,0114 \text{ m}^3/\text{det}$$

$$V_d = \text{Kecepatan fluida dalam pipa tekan}$$

$$A = \text{Luas penampang pipa} = \pi/4 D_d^2$$

Maka diameter pipa tekan adalah :

$$D_d = \sqrt{\frac{4 \cdot Q}{\pi \cdot V_d}} = \sqrt{\frac{4 \cdot 0,0114}{\pi \cdot 2,0}} = 0,0852 \text{ m}$$

Berdasarkan tabel standart pipa untuk system pemipaan dapat diambil ukuran nominal pipa adalah 90 mm, diameter luar pipa ( $Dl$ ) = 101,6 mm; diameter dalam pipa ( $Dd$ ) = 93,2 mm.

Kecepatan aliran fluida sebenarnya adalah :

$$V_s = \frac{4 \cdot Q}{\pi \cdot Dd^2}$$

$$= \frac{4 \cdot 0,0114}{\pi \cdot (0,0785)^2} = 1,67 \text{ m/s}$$

Jadi perbedaan kecepatan pada pipa isap dan pipa tekan adalah 0 (nol)

- Kerugian Head yang terjadi Pada Pipa Tekan

a) *Kerugian sepanjang pipa akibat gesekan*

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

dimana :

$L$  = panjang pipa isap = 40 m

$D$  = Diameter pipa pelayanan = 93,2 mm

$V$  = Kecepatan aliran fluida = 1,67 m/det

$f$  = Koefisien gesek (yang tergantung pada bahan pipa)

Bilangan Reynold ( $Re$ )

$$Re = \frac{1,67 \cdot 0,0932}{0,801 \times 10^{-6}}$$

$$= 1,9 \times 10^5$$



Bahan pipa direncanakan Galvanized iron dengan harga kekasaran ( $\epsilon$ ) 0,00015. Perbandingan harga kekasaran dengan diameter pipa (Relative roughness)

$$\frac{\epsilon}{D} = \frac{0,00015}{0,0932} = 0,0016$$

Sehingga dari diagram Moody diperoleh harga factor gesekan ( $f$ ) = 0,022

Maka :

$$h_f = 0,022 \cdot \frac{40}{0,0932} \cdot \frac{(1,67)^2}{2 \cdot 9,81} = 1,34 \text{ m}$$

b). Kerugian pada perlengkapan Pemipaan

- Kerugian pada belokan 90<sup>0</sup> (Elbow 4 buah)

$$h_{ei} = k \frac{V^2}{2 \cdot g} \Rightarrow k = 0,3$$

$$h_{ei} = 4 \cdot 0,3 \frac{(0,49)^2}{2 \cdot 9,81} = 0,172 \text{ m}$$

- Kerugian pada Gate Valve ( $h_{gv}$ )

$$h_{gv} = k \frac{V^2}{2 \cdot g} \Rightarrow k = 0,05 - 0,19 = 0,12 \text{ (diambil)}$$

$$h_{gv} = 0,12 \frac{(0,49)^2}{2 \cdot 9,81} = 0,17 \text{ m}$$

- Kerugian pada Check Valve ( $h_{cv}$ )

$$h_{cv} = k \frac{V^2}{2 \cdot g} \quad \Leftrightarrow k = 0,6 - 2,3 = 1,5 \text{ (diambil)}$$

$$h_{cv} = 1,5 \frac{(0,49)^2}{2 \cdot 9,81} = 0,213 \text{ m}$$

- Kerugian simpang tiga ( $h_{tee}$ )

$$h_{tee} = k \frac{V^2}{2 \cdot g} \quad \Leftrightarrow k = 0,9$$

$$h_{tee} = 0,9 \frac{(0,49)^2}{2 \cdot 9,81} = 0,13 \text{ m}$$

Dengan demikian dapat diketahui total kerugian head yang terjadi disepanjang pipa tekan :

$$\begin{aligned} h_{ld} &= h_f + h_{el} + h_{gv} + h_{cv} + h_{tee} \\ &= 1,34 + 0,172 + 0,017 + 0,213 + 0,13 = 0,872 \text{ m} \end{aligned}$$

Maka total kerugian pada instalasi pipa adalah

$$\begin{aligned} h_{l_{total}} &= h_{l_s} + h_{l_d} \\ &= 1,872 + 0,815 = 2,687 \text{ m} \end{aligned}$$

Setelah diperoleh kerugian head pada pipa isap maka dapat ditemukan head pompa;

$$\begin{aligned} H &= H_a + \Delta h_p + h_l + \Delta V^2/2 \cdot g \\ &= 27 \text{ m} + 0 + 2,687 \text{ m} + 0 \\ &= 29,687 \text{ m} \end{aligned}$$

Sehingga dapat diambil head pompa ( $H$ ) = 30 m

## BAB VII

### PENUTUP

#### 8.1. Kesimpulan

1. Dari hasil perhitungan dan perencanaan ini dapat disimpulkan sebagai berikut :

1. Jenis Pompa : Sentrifugal Pump
2. Type Impeller : Low Speed Impeller
3. Jumlah Tingkat : Multi Stage (Dua)
4. Kapasitas Pompa (Q) :  $41,15 \text{ m}^3/\text{jam}$
5. Head : 30 m
6. Daya Pompa : 7,5 Hp
7. Motor Penggerak : Elektro Motor
8. Daya Motor : 8,3 Hp
9. Putaran Motor (Np) : 1500 rpm
10. Diameter Pipa
  - Pipa Induk : 100 mm (4 in)
  - Pipa Pembagi : 32 mm (1¼ in)
  - Pipa Pelayanan : 15 mm (½ in)
  - Pipa Isap : 90 mm (3¼ in)
  - pipa tekan : 90 mm (3¼ in)

### 11. Ukuran Utama Pompa

- Diameter Poros ( $d_p$ ) : 30 mm
- Bahan poros : S35 C – D
- Diameter hub (DN) : 39 mm
- Diameter Mulut Isap ( $D_s$ ) : 100 mm
- Diamtr. Impeller Sisi Masuk ( $D_1$ ) : 100 mm
- Lebar Impeller Sisi Masuk ( $b_1$ ) : 8 mm
- Diameter Luas Impeller ( $D_2$ ) : 260 mm
- Lebar Impeller Sisi Luar ( $b_2$ ) : 9 mm

2. Dari grafik hubungan antara head pompa, head sistem dan efisiensi pompa dapat disimpulkan bahwa efisiensi pompa maksimal 71,75 %, sedangkan kapasitas pompa maksimal 60 m<sup>3</sup>/det. Dan apabila kapasitas pompa diperbesar maka efisiensi pompa akan turun.
3. Dari grafik hubungan antara head pompa, head sistem dan daya pompa dapat disimpulkan bahwa semakin besar kapasitas pompa maka semakin besar juga daya pompa yang dihasilkan sehingga daya motor penggerak pun akan bertambah.
4. Dari grafik hubungan antara head pompa, head sistem dan putaran pompa dapat disimpulkan bahwa jika putaran motor ditambah maka efisiensi pompa akan turun, jadi putaran maksimal pompa adalah 3000 rpm.



## 8.2. Saran-saran

1. Dalam merencanakan sebuah pompa distribusi hendaknya memperhatikan kerugian head yang terjadi pada perlengkapan pemipaan, karena sangat berpengaruh dalam penentuan jenis kapasitas pompa nantinya.
2. Pemakaian elbow  $90^0$  pada pipa distribusi hendaknya sedikit mungkin, dan menghindarkan pemakaian sambungan pipa dengan pengecilan penampang secara tiba-tiba.



## DAFTAR PUSTAKA

1. Austin H.Church, terjemahan oleh Zulkifli Harahap, "**Pompa dan Blower Sentrifugal**", Erlangga, Jakarta, 1986.
2. Austin H.Church, Prof, & Jagdish Lal. Prof, "**Centrifugal Pumps and Blower**", Jhon Willey & Sons, inc. NY, 1973.
3. Fritz Diesel, "**Turbin, Pompa dan Kompresor**", Edisi ke-5, Erlangga, Jakarta, 1996.
4. Hariyono, "**Mekanisme Pertanian**", CV. Genap Jaya baru, Kerjasama Dengan Pemerintah DKI Jakarta, 1983.
5. M. Khetagurov, "**Marine Auxiliary and System**", Peace – Publisher, Moscow, 1962.
6. Raswari, Ir, "**Teknologi dan Perencanaan Sistem Perpipa**an", Edisi dua, UI – Press, Jakarta, 1986.
7. Soufyan Moh. Noerbambang dan Takeo Morimura, "**Perencanaan dan Pemeliharaan Sistem Plambing**", PT. Pradya Paramita, Jakarta, 1993.
8. Stepanof, A.J., "**Centrifugal and Axial Floe Pump**", New York, 1957
9. Sularso dan Harud Tahara, "**Pompa dan Kompresor : Pemilihan, Pemakaian dan Pemeliharaan**", PT. Pradya Paramita, Jakarta, 1983.
10. Sularso dan Kiyokatsu Suga, "**Dasar Pemilihan dan Perencanaan Elemen Mesin**", PT. Pradya Paramita, Jakarta, 1987.
11. Widarto, L dan F.X., Sudarto, "**Membuat Pompa Hidran**", Kanisius, Jakarta, 1997.