

SKRIPSI

**“ANALISA KEBUTUHAN DEBIT AIR DAN JENIS POMPA YANG
DIGUNAKAN UNTUK PERUMAHAN 13 RAYA PERMAI”**

*Diajukan untuk memenuhi persyaratan menyelesaikan programn Strata Satu (S1)
pada program Studi Teknik MesinFakultas Teknik Universitas Muhammadiyah
Sumatera Barat*



Oleh :

ASEP GUSTIAWAN

17.10.002.21201.005

UNIVERSITAS MUHAMMADIYAH SUMATERA BARAT

PROGRAM STUDI TEKNIK MESIN

FAKULTAS TEKNIK

2021

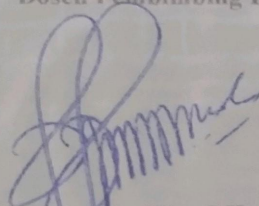
HALAMAN PENGESAHAN

ANALISA KEBUTUHAN DEBIT AIR DAN JENIS POMPA YANG
DIGUNAKAN UNTUK PERUMAHAN 13 RAYA PERMAI

Oleh

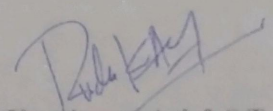
ASEP GUSTIAWAN
171000221201005

Dosen Pembimbing I,



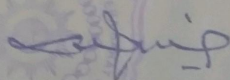
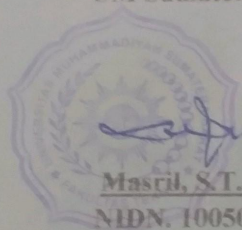
Muchlisatunhuddin, S.T., M.T.
NIDN. 1009058002

Dosen Pembimbing II,



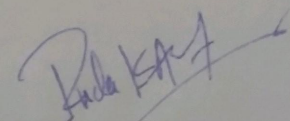
Rudi Kurniawan Arief, S.T., M.T.
NIDN. 1023068103

Dekan Fakultas Teknik
UM Sumatera Barat



Masril, S.T., M.T.
NIDN. 1005057407

Ketua Program Studi Teknik Mesin
UM Sumatera Barat

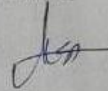


Rudi Kurniawan Arief, S.T., M.T.
NIDN. 1023068103

LEMBARAN PERSETUJUAN TIM PENGUJI

Skripsi ini telah dipertahankan dan disempurnakan berdasarkan masukan dan koreksi Tim Penguji pada ujian tertutup tanggal 31 Agustus 2021 di Fakultas Teknik Universitas Muhammadiyah Sumatera Barat

Bukittinggi, 10 September 2021
Mahasiswa,



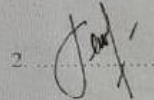
Asep Gustiawan
171000221201005

Disetujui Tim Penguji Skripsi tanggal 10 September 2021 :

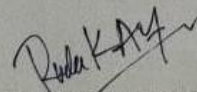
1. Riza Muharni, S.T., M.T.


1.....

2. Dr. Femi Earnestly, M.Si


2.....

Mengetahui,
Ketua Program Studi Teknik Mesin



~~Rudi Kurniawan Arief, S.T., M.T.~~
~~NIDN. 1023068103~~

LEMBAR PERNYATAAN KEASLIAN

Saya yang bertanda tangan di bawah ini :

Nama : Asep Gustiawan
Tempat dan Tanggal Lahir : Pasialaweih , 03 Juni 1994
NIM : 171000221201005
Judul Skripsi : Analisa Kebutuhan Debit Air dan Jenis Pompa
Yang Digunakan Untuk Perumahan 13 Raya Permai

Menyatakan dengan sebenarnya bahwa penulisan Skripsi ini berdasarkan hasil penelitian, pemikiran dan pemaparan asli dari saya sendiri, baik untuk naskah laporan maupun kegiatan yang tercantum sebagai bagian dari Skripsi ini. Jika terdapat karya orang lain, saya akan mencantumkan sumber yang jelas.

Demikian pernyataan ini saya buat dengan sesungguhnya dan apabila dikemudian hari terdapat penyimpangan dan ketidakbenaran dalam pernyataan ini, maka saya bersedia menerima sanksi akademik berupa pencabutan gelar yang telah diperoleh karena karya tulis ini dan sanksi lain sesuai dengan peraturan yang berlaku di UM Sumatera Barat.

Demikian pernyataan ini saya buat dalam keadaan sadar tanpa paksaan dari pihak manapun.

Bukittinggi, 10 September 2021
Yang membuat pernyataan,



Asep Gustiawan
171000221201005

ABSTRAK

Judul skripsi ini adalah “analisa kebutuhan debit air jenis pompa yang digunakan untuk perumahan 13 raya permai”. skripsi ini disusun oleh Asep Gustiawan , NPM 171000221201005, Program Studi Teknik Mesin Fakultas Teknik, Univeritas Muhammadiyah Sumatera Barat.

Penelitian ini di lakukan di perumahan 13 RAYA PERMAI buktinggi sumatera barat yang memiliki 15 unit rumah, penelitian ini berfungsi untuk mendapatkan jumlah pemakaian air disetiap rumah yang berfungsi untuk mempermudah para kontraktor dalam menentukan jenis pompa standar yang cocok dan agar tidak terjadi kekurangan air pada perumahan 13 RAYA PERMAI.

Perumahan 13 RAYA PERMAI dengan maksimal penghuni sebanyak 169 orang dalam sehari dengan H_{tot} adalah 5,01166 m sehingga membutuhkan debit air sebanyak $0,000352084 \text{ m}^3/\text{s}$ dan dari hasil perhitungan di dapatkan kebutuhan reservoir 1267,5 liter dengan kapasitas tangki yaitu 1500 liter kemudian di dapatkan jenis pompanya yaitu tipe $40 \times 32 B_4 - 5 0,4$ dengan daya pompa 1.5 kw dalam frekuensi 50 Hz dengan diameter hisap 40 mm dan diameter buangnya adalah 32 mm sehingga di dapat jenis pompa yaitu Wasser Pw-139 Ea dengan kapasitas 35 (l/m) memiliki daya 1.5 watt serta daya hisap pompa adalah 9 meter dan daya dorong 31 meter.

Kata kunci: debit air, pompa, pipa, reservoir



ABSTRAK

The title of this journal is "needs analysis of the type of pump used for housing 13 Raya Indah". This journal was compiled by Asep Gustiawan, NPM 171000221201005, Mechanical Engineering Study Program, Faculty of Engineering, Muhammadiyah University of West Sumatra.

This research was conducted in housing 13 RAYA PERMAI buktinggi West Sumatra which has 15 housing units, this study serves to obtain the amount of water usage in each house which serves to facilitate contractors in determining the type of standard pump that is suitable and so that there is no water shortage in housing 13 RAYA PERMAI.

Housing 13 RAYA PERMAI with a maximum occupant of 169 people in a day with a Htot of 5,01166 m² so that it requires a water discharge of 0.000352084 m³/s and from the calculation results, it is found that the reservoir requirement is 1267.5 liters with a tank capacity of 1500 liters then in get the type of pump, namely type 40 x 32 - 5 0.4 with a pump power of 1.5 kw in a frequency of 50 Hz with a suction diameter of 40 mm and a discharge diameter of 32 mm so that the type of pump is Wasser Pw-139 Ea with a capacity of 35 (l/ m) has a power of 1.5 watts and the suction power of the pump is 9 meters and the thrust is 31 meters.

Keywords: water discharge, pump, pipe, reservoir



KATA PENGANTAR

Alhamdulillahirabbil-amin, segala puji bagi Allah yang telah melimpahkan rahmat dan karunia-Nya kepada penulis sehingga dapat menyelesaikan penulisan skripsi ini. Salawat beserta salam juga penulis kirimkan kepada junjungan umat yaitu Baginda Rasulullah Muhammad SAW.

Skripsi ini ditulis guna untuk memenuhi salah satu syarat menyelesaikan program studi Strata Satu Program Studi Teknik Mesin pada Fakultas Teknik Universitas Muhammadiyah Sumatera Barat. Dalam penulisan skripsi ini penulis menyadari bahwa skripsi ini jauh dari kesempurnaan, untuk itu segala kritik dan saran yang sifatnya membangun, sangat penulis harapkan demi kesempurnaan penulisan skripsi ini.

Penulisan dan pelaksanaan skripsi ini dapat diselesaikan berkat bantuan dan dukungan dari berbagai pihak. Pada kesempatan kali ini, penulis ingin mengucapkan terimakasih kepada:

1. Seluruh anggota keluarga besar penulis terutama Kedua orang tua saya Ayahanda M marjoni dan ibunda Devi Gusni, yang selalu memberikan doa, cinta, kasih sayang, pengorbanan, semangat dalam setiap langkah perjalanan penulis dalam menuntut ilmu,
2. Bapak Masril, ST. MT selaku Dekan Fakultas Teknik Universitas Muhammadiyah Sumatera Barat
3. Bapak Hariady S.Kom. M.Kom selaku wakil Dekan Fakultas Teknik Universitas Muhammadiyah Sumatera Barat
4. Bapak Rudi Kurniawan Arief, ST. MT selaku Ketua Program Studi Teknik Mesin dan sekaligus sebagai Pembimbing 2 Skripsi yang sudah banyak membantu dan membimbing saya untuk kelancaran dalam proses pembelajaran dan penyusunan skripsi ini
5. Bapak Muchlisinalahuddin, S.T., M.T selaku Dosen Pembimbing 1 Skripsi yang sudah memberikan waktu, arahan dan bimbingan selama penyelesaian skripsi ini

6. Seluruh Bapak/Ibu dosen Program Studi Teknik Mesin Fakultas Teknik Universitas Muhammadiyah Sumatera Barat yang sudah memberikan ilmu pengetahuan, pengalaman, dan akhlak yang sangat berguna bagi penulis
7. Seluruh Bapak/Ibuk staf dan karyawan Fakultas Teknik Universitas Muhammadiyah Sumatera Barat dan perpustakaan Universitas Muhammadiyah Sumatera Barat yang telah membantu dalam proses penyelesaian skripsi ini
8. Teman-teman angkatan 2017 yang khususnya Program Studi Teknik Mesin yang telah memberikan keceriaan dan semangat kepada penulis selama menempuh studi di Program Studi Teknik Mesin Fakultas Teknik Universitas Muhammadiyah Sumatera Barat
9. Pihak-pihak lain yang tidak dapat penulis sebutkan satu persatu yang telah bersedia memeberikan bantuan, motivasi dan dukungan kepada penulis dalam penulisan skripsi ini.

Semoga amal kebaikan pihak-pihak yang telah memberikan dukungan dan bimbingan dalam penulisan skripsi ini akan mendapat pahala dari Allah SWT Aamiin.

Bukittinggi, 10 September 2021

Asep Gustiawan
171000221201005

DAFTAR ISI

HALAMAN JUDUL	halaman
HALAMAN PENGESAHAN	
HALAMAN PERNYATAAN KEASLIAN SKRIPSI	
ABSTRAK	
KATA PENGANTAR	i
DAFTAR ISI	iii
DAFTAR TABEL	vi
DAFTAR GAMBAR	v
DAFTAR NOTASI	vii
BAB I PENDAHULUAN	
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Rumusan Masalah	2
1.3 Batasan Masalah	2
1.4 Tujuan dan maksud Penelitian	2
1.5 Sistematika Penulisan	3
BAB II LANDASAN TEORI	
2.1 Debit Air	4
2.2 Bak Penampung	4
2.3 Persamaan Bernouli.....	5
2.4 Jenis-jenis Aliran Fluida.....	6
2.5 Kerugian Head	7
2.6 Pipa Yang Disambung Seri.....	9
2.7 Pipa Yang Disambung Paralel	10
2.8 Kebutuhan Air Bersih Pada Perumahan	10
2.9 Sistem Pemipaan	11
2.10 Pompa Dan Klasifikasi pompa.....	15
2.11 Pompa Dan Klasifikasi pompa.....	22
2.12 Hukum Kesebangunan Pompa	23
2.13 Sifat Aliran Fluida Pada Pipa.....	23
2.14 Kavitasi.....	23

2.15 Kapasitas Aliran Air	24
2.16 pemakaian air dingin sesuai penggunaan gedung	24

BAB III METODOLOGI PENELITIAN

3.1 Jadwal dan Lokasi Penelitian	25
3.2 Langkah-langkah Penelitian	26
3.3 Jenis Penelitian	26

BAB IV ANALISA DAN PEMBAHASAN

4.1 Perhitungan Kebutuhan dan Debit Aliran Air	28
4.2 Perhitungan Reservoir	32
4.3 Perencanaan Dan Perhitungan Diameter Pipa Air	32
4.4 Perhitungan Dan Pemilihan Pompa	35

BAB V PENUTUP

5.1 Kesimpulan	39
5.2 Saran	40

DAFTAR PUSTAKA

LAMPIRAN



DAFTAR TABEL

No. Tabel	halaman
Tabel 2.1 Nilai Kekerasan Dingin Untuk Berbagai Pipa Komersial	8
Tabel 2.2 Pemakaian Air Dingin Minimum Sesuai Penggunaan Gedung	24
Tabel 4.1 Standar Kebutuhan Air Rumah Tangga Dari PUPR	28
Tabel 4.2 Data Hasil Survei Dari Perumahan 13 Raya Permai	29
Tabel 4.3 Pemakaian Air Untuk Beberapa Orang Penghuni Rumah 13	29



DAFTAR GAMBAR

No. Gambar	halaman
Gambar 2.1.Reservoir	5
Gambar 2.2.Pipa Yang Dihubungkan Seri.....	9
Gambar 2.3.Pipa Yang Dihubungkan Parellel	10
Gambar 2.4.Elbow	12
Gambar 2.5.Cross	13
Gambar 2.6.Recuder	13
Gambar 2.7.Klasifikasi Pompa.....	16
Gambar 2.8.Pompa Sentrifugal	17
Gambar 2.9.Pompa Aksial	17
Gambar 2.10.Pompa Injektor	18
Gambar 2.11.Pompa Reciprocating	19
Gambar 2.12.Matering Pump	20
Gambar 2.13.Prinsip <i>Gear Pump</i>	21
Gambar 2.14.Prinsip <i>Screw Pump</i>	21
Gambar 2.15.Prinsip <i>Rotary Vane Pump</i>	22
Gambar 4.1.Diagram pemilihan pompa standart.....	36
Gambar 4.2.Nomor Katalog Pompa	36

DAFTAR NOTASI

SYMBOL	KETERANGAN SYMBOL
Q	Debit Air
V	Volume
t	waktu
μ	Viskositas Dinamik
d	diameter dalam pipa
V	kecepatan aliran fluida
ρ	Rapat massa
Re	Reynold Number
d	diameter dalam pipa
ν	Viskositas kinematik
hf	kerugian head karena gesekan
f	faktor gesekan
d	diameter dalam pipa
L	panjang pipa
v	kecepatan aliran fluida dalam pipa
g	percepatan gravitasi
hf	kerugian gesekan dalam pipa
Q	laju aliran dalam pipa
L	paanjang pipa
C	koefisien kekasaran pipa Hazen – Williams
he	Head losses minor
K	koefisien kerugian
f	faktor gesekan
d	diameter dalam pipa
v	kecepatan aliran fluida dalam pipa
g	percepatan gravitasi
he	Head losses minor
K	koefisien kerugian
v	kecepatan aliran fluida dalam pipa
h1,h2,h3	Ketinggian manometer air raksa
γ_{raksa}	Berat jenis air raksa
γ_{air}	Berat jenis air
Ppompa	Daya Hidraulik
Plistrik	Daya listrik
D	Diameter impeler
Q	Laju aliran
H	Head total pompa

P	Daya poros pompa
n	Putaran pompa
ρ	desnsity fluida
V	Kecepatan aliran fluida
D	Diameter dalam pipa
μ	visikositas dinamik
V	visikositas kinematic
D	diameter pipa
Q	debit air
V	kecepatan aliran
V	kecepatan alirn dalam pipa
D	inside diameter pipa
Hi	gesekan pada pipa
f	koefisien gesek
L	panjang pipa
ID	diameter dalam pipa sebenarnya
V	kecepatan aliran dalam pipa
g	Grafitasi
Hi	gesekan pada pipa
f	koefisien gesek
L	panjang pipa
ID	diameter dalam pipa sebenarnya
V	kecepatan aliran dalam pipa
Hf	gesekan pada pipa
f	koefisien gesek
V	kecepatan aliran dalam pipa

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar belakang

Salah satu kebutuhan pokok sehari-hari makhluk hidup di dunia ini yang tidak dapat dipisahkan adalah air. Mulai dari mandi, mencuci, memasak, dan kebutuhan rumah tangga lainnya, sampai saat ini penyediaan air bersih untuk masyarakat masih dihadapkan pada beberapa permasalahan yang cukup kompleks dan belum dapat diatasi sepenuhnya. Salah satu masalah yang masih dihadapi sampai saat ini yakni tingkat debit air yang masuk kesetiap rumah masyarakat, tingkat kebersihan air yang di distribusikan. Untuk mengoptimalkan aliran air agar memenuhi kebutuhan yang diinginkan, maka diperlukan sistem pemipaan dan pompa yang sesuai dan efisien dalam men-suplai air.

Salah satu contoh permasalahan diatas masih terjadi di perumahan 13 Raya Permai yang terletak di jln raya Tigobaleh kecamatan Aur Birugo Tigobaleh kota Bukittinggi, Sumatera Barat. Pada perumahan ini terdapat 15 unit rumah dengan jumlah penghuni yang beragam dengan berbagai permasalahan aliran air yang tidak optimal kesetiap rumah sehingga mengganggu aktivitas.

Pada perumahan 13 Raya Permai terdapat beberapa masalah aliran air yang tidak optimal yang membuat debit air disetiap rumah berbeda-beda, ditambah lagi suplai air dari PDAM sering mati pada jam-jam tertentu, pada perumahan 13 Raya Permai terdapat 15 unit rumah dengan jumlah penghuni yang beragam yang intensitas pemakaian air begitu tinggi. Maka perlu suatu perhitungan yang tepat untuk mengatasi masalah ini dengan menentukan debit air yang tepat, ukuran bak penampung yang sesuai, diamter pipa dan jenis pompa apa yang digunakan agar disaat terjadinya permasalahan aliran air pada perumahan 13 Raya Permai bisa diatasi. Maka dari itu penulis mengambil judul tugas akhir

“ANALISA KEBUTUHAN DEBIT AIR DAN JENIS POMPA YANG
DIGUNAKAN UNTUK PERUMAHAN 13 RAYA PERMAI”

1.2 Rumusan Masalah

Berdasarkan latar belakang masalah yang dikemukakan diatas, rumusan masalah dari penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Bagaimana cara kebutuhan debit air dapat terpenuhi agar aliran air merata diperumahan 13 Raya Permai?
2. Berapa kapasitas bak penampung, diameter pipa dan jenis pompa yang digunakan?

1.3 Batasan Masalah

Penulisan ini membahas tentang perencanaan untuk menentukan debit air disetiap rumah, kapasitas reservoir, diamter pipa dan jenis pompa berdasarkan kebutuhan akan pemakaian air pada perumahan 13 Raya Permai terdiri dari 15 unit rumah dengan jumlah penghuni yang di estimasikan.

1.4 Tujuan dan Maksud Penelitian

1.4.1 Tujuan

Adapun tujuan dari pengajuan tugas akhir ini adalah penulis sebagai calon sarjana teknik mesin mampu/dapat:

1. Menentukan Debit air yang diperlukan untuk perumahan 13 Raya Permai
2. Menentukan ukuran bak penampung/kapasitas bak penampung dan diameter pipa
3. Menentukan jenis pompa yang akan digunakan pada perumahan

1.4.2 Maksud

Maksud penulis memilih judul tugas akhir ini adalah untuk memudahkan para kontraktor dalam merencanakan/mensuplai air untuk perumahan 13 Raya Permai agar nantinya tidak terjadi permasalahan aliran air untuk setiap rumah dengan menghitung debit air untuk setiap rumah, kapasitas penampung air, diamter pipa dan jenis pompa yang digunakan.

1.5 Sistematika Penulisan

Untuk mempermudah dalam pemahaman mengenai isi laporan tugas akhir, maka laporan ini disusun dengan sistematika sebagai berikut:

BAB I PENDAHULUAN

Pada bab ini akan dijelaskan hal-hal yang menjadi latar belakang penulisan, maksud dan tujuan penulisan, batasan masalah serta sistematika penulisan.

BAB II LANDASAN TEORI

Pada bab ini akan di bahas tentang jenis-jenis pompa dan pipa, dasar teori air serta sambungan-sambungan pipa.

BAB III METODOLOGI PERENCANAAN

Pada bab ini akan di bahas tentang diagram alir perencanaan, alat dan bahan, dan proses pengerjaan.

BAB IV DATA DAN ANALISA

Pada tepat.bab ini berisikan data dan analisa perencanaan dan keuntungan dalam penggunaan pompa dan pipa yang

BAB V PENUTUP

Bab ini merupakan bab penutup yang berisikan kesimpulan dari apa yang telah dibahas lebih lanjut dalam penulisan tugas akhir.

BAB II TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Debit air

Debit air adalah kecepatan aliran zat cair melewati jarak penampang per satuan waktu. Debit air menggunakan satuan volume per waktu atau ml/detik, liter/detik, m³/detik, liter/jam, m³/jam, dan berbagai satuan lainnya.

Satuan debit sering digunakan dalam pengawasan daya tampung (kapasitas) air di sungai atau bendungan supaya air yang ada dapat dikontrol.

a. Rumus Debit Air

$$Q = \frac{V}{t} \quad \dots(2.1)$$

Berdasarkan rumus diatas, maka rumus volume dan waktu jika diketahui debitnya adalah:

$$\text{Volume: } V = D \times t \quad \dots(2.2)$$

$$\text{Waktu : } t = \frac{V}{D} \quad \dots(2.3)$$

b. Konversi Satuan Debit Air

Ada berbagai satuan yang bisa digunakan dalam rumus debit air, karena tergantung satuan dalam volume dan waktu yang digunakan. Beberapa satuan volume dan waktu yang sering digunakan adalah sebagai berikut.

2.2 Bak penampung (*Reservoir Tank*)

Yang dimaksud dengan *reservoir* di sini adalah tempat penampungan air bersih, pada sistem penyediaan air bersih. Umumnya *reservoir* ini diperlukan pada suatu sistem penyediaan air bersih untuk perumahan di daerah perkotaan yang memiliki keterbatasan air bersih.

Penggunaan *fiberglass* sebagai bahan untuk membuat reservoir memiliki beberapa kelebihan seperti ringan, tekstur dinding tanki kaku dan terlihat kuat. Namun dari kelebihan yang dimiliki, adapun kekurangan yang dimiliki yaitu

rentan terhadap benturan dan dinding tanki mudah retak, tidak tahan terhadap UV dan oksidasi bila terjemur sinar matahari.

Untuk menentukan ukuran bak penampung sesuai kebutuhan maka menggunakan rumus:

$$V_a = \text{debit air} \times 1 \text{ jam} \quad \dots(2.4)$$



Gambar 2.1. Reservoir fiberglass

2.3 Persamaan Bernouli

Hukum kekekalan energi menyatakan energi tidak dapat diciptakan dan tidak dapat dimusnahkan namun dapat diubah dari suatu bentuk ke bentuk lain. Energi yang ditunjukkan dari persamaan energi total di atas, atau dikenal sebagai head pada suatu titik dalam aliran steady adalah sama dengan total energi pada titik lain sepanjang aliran fluida tersebut. Hal ini berlaku selama tidak ada energi yang ditambahkan ke fluida atau yang diambil dari fluida.

Konsep ini dinyatakan ke dalam bentuk persamaan yang disebut dengan persamaan Bernoulli, yaitu :

$$\frac{p_1}{\gamma} + \frac{v_1^2}{2g} + z_1 = \frac{p_2}{\gamma} + \frac{v_2^2}{2g} + z_2 \quad \dots(2.5)$$

Persamaan di atas digunakan jika diasumsikan tidak ada kehilangan energi antara dua titik yang terdapat dalam aliran fluida, namun biasanya beberapa *head losses* terjadi diantara dua titik. Jika *head losses* tidak diperhitungkan maka akan menjadi masalah dalam penerapannya di lapangan. Jika *head losses* dinotasikan dengan “hl” maka persamaan Bernoulli di atas dapat ditulis menjadi persamaan baru, dirumuskan sebagai:

$$\frac{p_1}{\gamma} + \frac{v_1^2}{2g} + z_1 = \frac{p_2}{\gamma} + \frac{v_2^2}{2g} + z_2 + hl \quad \dots(2.6)$$

Persamaan Bernoulli dapat digunakan untuk menyelesaikan banyak permasalahan tipe aliran, biasanya untuk fluida inkompresibel tanpa adanya penambahan panas atau energi yang diambil dari fluida. Namun, persamaan ini tidak dapat digunakan untuk menyelesaikan aliran fluida yang mengalami penambahan energi untuk menggerakkan fluida oleh peralatan mekanik, misalnya pompa, turbin dan peralatan lainnya.

2.4 Jenis-jenis aliran fluida

Aliran fluida yang mengalir di dalam pipa dapat diklasifikasikan ke dalam tiga tipe aliran yaitu “laminar” “transisi” dan “turbulen”. Aliran dikatakan laminar jika partikel-partikel fluida yang bergerak mengikuti garis lurus yang sejajar pipa dan bergerak dengan kecepatan sama. Aliran ini memiliki bilangan Reynold dibawah 2100 ($0 < Re < 2100$). Aliran disebut transisi jika adanya perubahan penampang pada pipa, seperti adanya bentuk perubahan ukuran dimensi pada pipa yang dapat menyebabkan aliran dapat berubah dari aliran transisi menjadi aliran Turbulent, inilah yang disebut dengan aliran transiat. Aliran transisi memiliki bilangan Reynold antara 2100 menuju 4000 ($2100 < Re < 4000$). Aliran disebut turbulen jika tiap partikel fluida bergerak mengikuti lintasan sembarang di sepanjang pipa dan hanya gerakan rata- ratanya saja yang mengikuti sumbu pipa. Aliran turbulen memiliki bilangan Reynold diatas 4000 ($Re > 4000$).

Dari hasil eksperimen diperoleh bahwa koefisien gesekan untuk pipa silindris merupakan fungsi dari bilangan Reynold (Re). Dalam menganalisa aliran di dalam saluran tertutup, sangatlah penting untuk mengetahui tipe aliran yang mengalir dalam pipa tersebut. Untuk itu harus dihitung besarnya bilangan Reynold dengan mengetahui parameter-parameter yang diketahui besarnya. Besarnya Reynold (Re) dapat dihitung dengan menggunakan persamaan :

$$R_e = \frac{\rho dV}{\mu} \quad \dots(2.7)$$

Karena viskositas dinamik dibagi dengan massa jenis fluida merupakan viskositas kinematik (ν) maka bilangan Reynold dapat juga dinyatakan :

$$R_e = \frac{Vd}{\nu} \quad \dots(2.8)$$

Aliran akan laminar jika bilangan Reynold kurang dari 2000 dan akan turbulen jika bilangan Reynold lebih besar dari 4000. Jika bilangan Reynold terletak antara 2000 – 4000 maka disebut aliran transisi.

2.5 Kerugian Head (*Head Losses*)

a. Kerugian *head Mayor*

Aliran fluida yang melalui pipa akan selalu mengalami kerugian *head*. Hal ini disebabkan oleh gesekan yang terjadi antara fluida dengan dinding pipa atau perubahan kecepatan yang dialami oleh aliran fluida (kerugian kecil).

Kerugian *head* akibat gesekan dapat dihitung dengan menggunakan salah satu dari dua rumus berikut, yaitu :

1. Persamaan *Darcy – Weisbach*

Rumus persamaan *Darcy - Weisbach*

$$hf = f \frac{Lv^2}{d2g} \quad \dots(2.9)$$

Tabel 2.5 nilai kekerasan dinding untuk berbagai pipa komersial

Bahan	Kekasaran	
	ft	M
<i>Riveted Steel</i>	0,003 – 0,03	0,0009 – 0,009
<i>Concrete</i>	0,001 – 0,01	0,0003 – 0,003
<i>Wood Stave</i>	0,0006 – 0,003	0,0002 – 0,009
<i>Cast Iron</i>	0,00085	0,00026
<i>Galvanized Iron</i>	0,0005	0,00015
<i>Asphalted Cast Iron</i>	0,0004	0,0001
<i>Commercial Steel or Wrought Iron</i>	0,00015	0,000046
<i>Drawn Brass or Copper Tubing</i>	0,000005	0,0000015
<i>Glass and Plastic</i>	“smooth”	“smooth”

2. Persamaan *Hazen Williams*

Rumus ini pada umumnya dipakai untuk menghitung kerugian *head* dalam pipa yang relatif sangat panjang seperti jalur pipa penyalur air minum. Bentuk umum persamaan *Hazen – Williams* yaitu :

$$hf = \frac{10,666Q^{1,85}}{C^{1,85}d^{4,85}}L \quad \dots(2.10)$$

b. Kerugian *Head Minor*

Selain kerugian yang disebabkan oleh gesekan, pada suatu jalur pipa juga terjadi kerugian karena kelengkapan pipa seperti belek, siku, sambungan, katup dan sebagainya yang disebut dengan kerugian kecil (*minor losses*). Besarnya kerugian minor akibat adanya kelengkapan pipa menurut dirumuskan sebagai berikut :

$$he = K \frac{v^2}{2g} \quad \dots(2.11)$$

Untuk pipa yang panjang ($L/d \gg 1000$), *minor losses* dapat diabaikan tanpa kesalahan yang cukup berarti tetapi menjadi penting pada pipa yang pendek.

2.6 Pipa Yang Dihubungkan Seri

Jika dua buah pipa atau lebih dihubungkan secara seri maka semua pipa akan dialiri oleh aliran yang sama. Total kerugian *head* pada seluruh sistem adalah jumlah kerugian pada setiap pipa dan perlengkapan pipa yang dirumuskan sebagai:

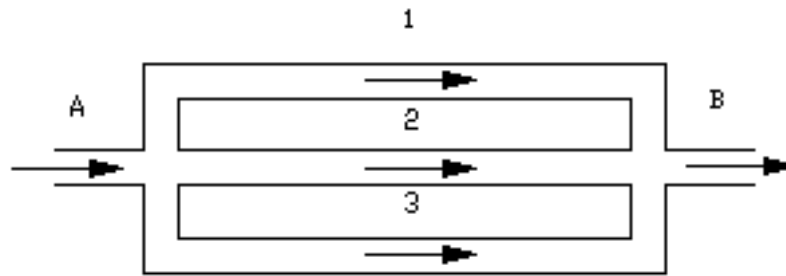
$$\begin{aligned} Q_0 &= Q_1 = Q_3 \\ Q_0 &= A_1V_1 = A_2V_2 = A_3V_3 \\ \sum hl &= hl_1 + hl_2 + hl_3 \end{aligned} \quad \dots(2.12)$$

Persoalan aliran yang menyangkut pipa seri sering dapat diselesaikan dengan menggunakan pipa ekuivalen, yaitu dengan menggantikan pipa seri dengan diameter yang berbeda-beda dengan satu pipa rkuivalen tunggal. Dalam hal ini, pipa tunggal tersebut memiliki kerugian *head* yang sama dengan sistem yang digantikannya untuk laju aliran yang spesifik.



Gambar 2.2. Pipa yang dihubungkan seri

2.7 Pipa Yang Dihubungkan Paralel



Gambar 2.3.Pipa yang dihubungkan paralel

Sistem pompa paralel adalah sebuah sistem yang terdiri dari beberapa unit pompa, sistem perpipaan dan panel kontrol yang dihubungkan untuk dapat menghasilkan kapasitas air yang lebih besar selain itu bisa sebagai pompa cadangan ketika pompa yang satu sedang rusak atau pompa dalam proses perbaikan. Rugi *head* pada sebuah cabang sama dengan pada yang lain yang dirumuskan sebagai :

$$\begin{aligned}
 Q_0 &= Q_1 + Q_2 + Q_3 \\
 Q_0 &= A_1V_1 + A_2V_2 + A_3V_3 \\
 hl_1 &= hl_2 = hl_3
 \end{aligned}
 \tag{2.13}$$

Hal lain yang perlu diperhatikan adalah bahwa persentase aliran yang melalui setiap cabang adalah sama tanpa memperhitungkan kerugian *head* pada cabang tersebut.

Rugi *head* pada setiap cabang boleh dianggap sepenuhnya terjadi akibat gesekan atau akibat katup dan perlengkapan pipa, diekspresikan menurut panjang pipa atau koefisien *losses* kali *head* kecepatan dalam pipa yang dirumuskan sebagai :

$$\left(f_1 \frac{L_1}{d_1} \sum K_{L1} \right) \frac{v_1^2}{2g} = \left(f_2 \frac{L_2}{d_2} \sum K_{L2} \right) \frac{v_2^2}{2g} = \left(f_3 \frac{L_3}{d_3} \sum K_{L3} \right) \frac{v_3^2}{2g} =
 \tag{2.14}$$

2.8 Kebutuhan Air Bersih Pada Perumahan

Adapun jumlah anggota keluarga setiap rumah berkisar antara 4 – 8 orang. Dalam analisa ini diambil rata-rata setiap rumah berjumlah 4 orang yang terdiri dari 1 ayah, 1 ibu dan 2 anak . Dari hasil survei diperoleh jumlah rumah yang

terdapat pada kompleks perumahan Bukittinggi Indah = 15 rumah sehingga jumlah penduduk yang terdapat pada perumahan adalah $15 \times 4 \text{ orang} = 60 \text{ orang}$.

2.9 Sistem Pemipaan

Sistem pemipaan adalah suatu sistem jaringan pipa yang terpasang pada suatu rangkaian yang mempunyai fungsi untuk menyalurkan fluida. Komponen dalam system pemipaan meliputi pipa, *flange*, *fitting*, pembautan, *gasket*, *valve*, dan bagian-bagian dari komponen pemipaan lainnya. Ini juga termasuk gantungan pipa dan *support* dan item lainnya yang diperlukan untuk mencegah tekanan dan tegangan berlebih dari komponen-komponen yang bertekanan. Berikut komponen sistem pemipaan:

1. Pipa

Pipa yaitu didefinisikan sebagai lingkaran panjang dari, logam, metal, kayu dan seterusnya, yang berfungsi untuk mengalirkan fluida (air, gas, minyak dan cairan lain) dari suatu tempat ke tempat lain sesuai dengan kebutuhan yang dikehendaki.

2. *Nominal Pipe Size* (NPS)

Nominal Pipe Size (NPS) adalah penanda ukuran pipa berdimensi. Hal ini menunjukkan standar ukuran pipa bila diikuti dengan jumlah penunjukan ukuran tertentu tanpa simbol inch. Diameter Nominal (DN) juga merupakan penanda ukuran pipa berdimensi dalam satuan metric.

3. *Flange*

Flange adalah sebuah mekanisme, yang menyambungkan antar element pemipaan. Fungsinya *flange*, agar element tersebut lebih mudah di bongkar pasang tanpa mengurangi kegunaan untuk mengalirkan fluida pada *pressure* yang tinggi.

4. *Valve*

Katup atau *valve*, adalah sebuah alat untuk mengatur aliran suatu fluida dengan menutup, membuka atau menghambat laju aliran fluida, contoh katup adalah keran air.

5. *Fitting*

Fitting adalah salah satu komponen pemipaan yang memiliki fungsi untuk merubah, menyebarkan, membesar atau mengecilkan aliran. *Fitting* merupakan salah satu pemain utama dalam pemipaan. *Fitting* bukanlah Nama untuk individu, melainkan Nama yang digunakan untuk pengelompokan. Adapun Jenis *Fitting* antara lain: *Elbow*, *Cross* (Silang), *Reducer*, *Tee*, *Cap* (Penutup), *Elbowlet*.

a. *Elbow*

Elbow adalah jenis sambungan pipa yang digunakan untuk menghubungkan dua buah pipa yang membelok. Berdasarkan sudutnya, *elbow* terbagi menjadi dua, yaitu *elbow* 90° dan *elbow* 45°. Untuk jenis penyambungannya, ada dua macam *elbow*, yaitu *elbow drat* (elbow drat luar/elbow drat dalam) dan *elbow* biasa



Gambar 2.4. *Elbow*

b. *Cross*

Cross merupakan sambungan pipa yang memiliki 4 arah jalur. Fungsinya untuk membagi satu jalur pipa menjadi 3 arah dengan diameter pipa yang sama. Yaitu ke kiri, ke kanan, dan lurus kedepan. Dengan menggunakan *cross* ini, maka air akan mengalir ke tiga arah yang berbeda dengan kapasitas yang sama.



Gambar 2.5. *Cross*

c. *Reducer*

Reducer ini hampir sama dengan *socket*. Yang membedakannya yaitu *reducer* ini digunakan untuk menyambung pipa yang memiliki diameter berbeda. Bisa mengecilkan atau membesarkan diameter pipa yang akan disambung. Berdasarkan fungsinya, *reducer* terbagi menjadi dua, yaitu *reducer elbow* (siku-siku) dan *reducer socket* (lurus).



Gambar 2.6. *Recuder*

- a. Beberapa hal yang perlu diperhatikan dalam perancangan sistem pipa:
 - a. Sistem manapun yang dipilih, pipa harus dirancang dan dipasang sedemikian rupa sehingga udara maupun air dapat dibuang atau dikeluarkan dengan mudah.
 - b. Pipa mendatar pada sistem pengaliran ke atas sebaiknya dibuat agak miring ke atas (searah aliran), sedangkan pada sistem pengaliran ke bawah dibuat agak miring ke bawah.
 - c. Perpipaan yang tidak merata, melengkung keatas atau melengkung ke bawah harus dihindarkan (misalnya ada perombakan bangunan rumah) hendaknya dipasang katup pelepas udara.
 - d. Harus dihindarkan membalikan arah aliran, misalnya pipa cabang tegak akan melayani daerah diatas pipa utama mendatar, tetapi penyambungannya diarahkan ke bawah terlebih dahulu.
2. Pemasangan Katup

Katup meruapan suatu peralatan yang digunakan untuk menutup aliran balik, mencegah aliran balik atau mengontrol aliran pada unit penyediaan air bersih. Jenis-jenis katup yang sering dipakai antara lain:

- a. Katup sorong (*gate valve*), yaitu katup yang digunakan untuk pengaturan aliran baik dengan membuka atau menutup katup sesuai dengan kebutuhan.
- b. Katup bola (*globe valve*), digunakan untuk menutup atau membuka aliran seluruhnya
- c. *Cluck valve* digunakan untuk mencegah aliran balik atau untuk aliran satu arah (Noerbambang dan Morimura, 1991)

Dari pipa utama (tegak atau mendatar) biasanya dibuat pipa-pipa cabang yang melayani tiap rumah. Pada pipa-pipa cabang ini sedekat mungkin dengan pipa utama, hendaknya dipasang katup-katup pemisah agar kalau diperlukan perawatan atau perbaikan pada cabang pipa tersebut, maka tidak perlu instalansi seluruh bangunan rumah dimatikan. Katup tersebut biasanya dipasang pada kedua ujungnya dengan *flens* pipa-pipa dan bukan dari jenis dengan sambungan ulir.

2.10 Pompa dan Klasifikasi Pompa

Pompa adalah suatu alat yang digunakan untuk memindahkan suatu cairan dari suatu tempat ke tempat lain dengan cara mengalirkan fluida. Kenaikan tekanan cairan tersebut dibutuhkan untuk mengatasi hambatan-hambatan selama pengaliran.

A. Jenis – Jenis Pompa

Ada empat jenis pompa air yang digunakan untuk rumah tangga yaitu :

1. Pompa air sumur dangkal

Adalah pompa air yang digunakan untuk penggunaan ringan, karakteristik utama dari pompa air sumur dangkal adalah pada daya hisapnya (*Suction head*) yang hanya maksimal kedalaman 9 meter saja.

2. Pompa air sumur dalam

Pompa air sumur dalam digunakan untuk menghisap air dengan kedalaman lebih dari 9 meter, karakteristik utama dari pompa air sumur dalam adalah adanya *Jet Injector* yang berfungsi untuk menguatkan daya pancar dari air yang dihisap.

Pompa air sumur dalam terdiri dari pompa air semi jet (semi jet pump) dan pompa air jet (jet pump). Perbedaan utama dari keduanya adalah pada keberadaan tabung yang dapat menambah kekuatan pada daya hisap dan daya pancar pompa jet. Pada pompa air jet terdapat tabung, sedangkan semi jet tidak.

3. Pompa Celup

Pompa celup, sesuai dengan namanya adalah pompa air yang bekerja dengan cara dicelupkan ke dalam air, karakteristik dari pompa celup adalah daya pancar air maksimal yang dapat dihasilkan dari pompa celup berkisar 5 meter (Menyesuaikan dari tipe pompa celup yang digunakan).

4. Pompa *Booster*

Berbeda dengan jenis pompa lainnya yang dipasang di dekat sumber air, pompa *booster* dipasang di tengah instalasi pipa air. Hal ini karena pompa *booster* adalah pompa air penunjang yang hanya berfungsi untuk menguatkan pancaran / aliran air pada pipa saluran air yang terdapat pada rumah / bangunan. Penggunaan pompa *booster* umumnya ketika daya pancar dari pompa air dirasa kurang kuat atau sebagai penunjang pada alat yang memerlukan standar pada debit air sebagai input agar alat tersebut dapat beroperasi maksimal, misal pada *Water heater*.

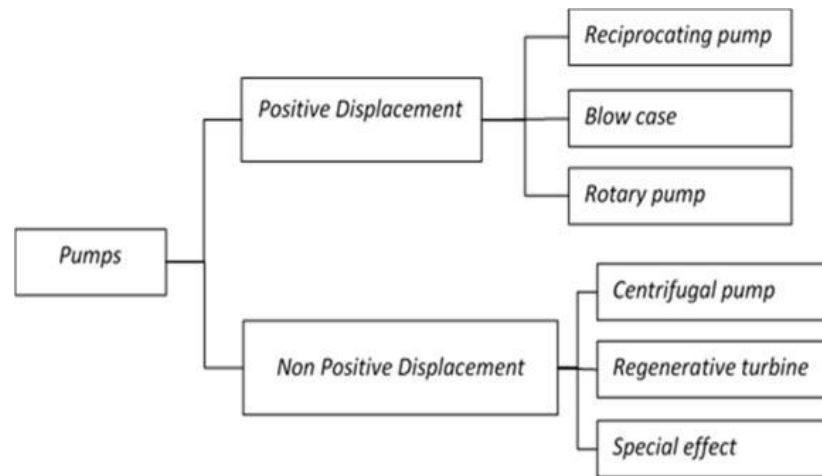
B. Klasifikasi Pompa

Klasifikasi pompa berdasarkan tipe didefinisikan oleh *Hydraulic Institute*. Macam-macam Pompa. Secara umum pompa dibagi menjadi dua kelompok besar, yaitu *dynamic pump* dan *positive displacement pump*. Dua kelompok besar ini masih terbagi kedalam beberapa macam lagi, dan berikut penjelasannya:

1. Pompa *Dynamic*

Dynamic pump atau pompa dinamik terbagi menjadi beberapa macam yaitu pompa sentrifugal, pompa aksial, dan pompa spesial-efek (*special-effect pump*). Pompa-pompa ini beroperasi dengan menghasilkan kecepatan fluida tinggi dan mengkonversi kecepatan menjadi tekanan melalui perubahan penampang aliran fluida. Jenis pompa ini biasanya juga memiliki efisiensi yang lebih rendah daripada tipe *positive displacement pump*, tetapi memiliki biaya yang lebih rendah

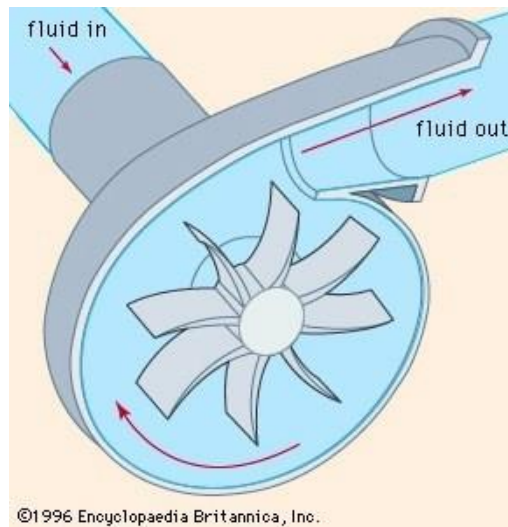
untuk perawatannya. Pompa dinamik juga bisa beroperasi pada kecepatan yang tinggi dan debit aliran yang juga tinggi.



Gambar 2.7. Klasifikasi Pompa

2. Pompa Sentrifugal

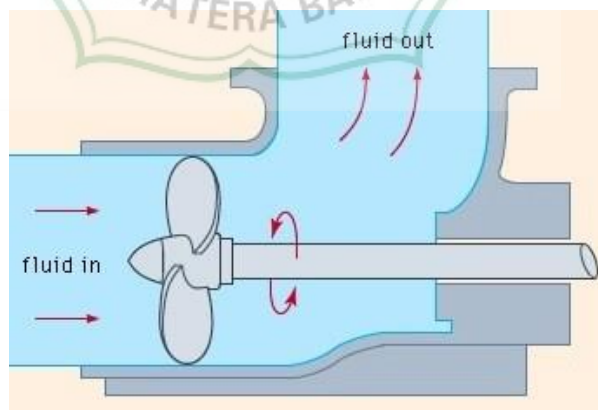
Sebuah pompa sentrifugal tersusun atas sebuah impeler dan saluran inlet di tengah-tengahnya. Dengan desain ini maka pada saat impeler berputar, fluida mengalir menuju *casing* di sekitar impeler sebagai akibat dari gaya sentrifugal. *Casing* ini berfungsi untuk menurunkan kecepatan aliran fluida sementara kecepatan putar impeler tetap tinggi. Kecepatan fluida dikonversikan menjadi tekanan oleh *casing* sehingga fluida dapat menuju titik outletnya. Beberapa keuntungan dari penggunaan pompa sentrifugal yakni aliran yang halus (*smooth*) di dalam pompa dan tekanan yang seragam pada *discharge* pompa, biaya rendah, serta dapat bekerja pada kecepatan yang tinggi sehingga pada aplikasi selanjutnya dapat dikoneksikan langsung dengan turbin uap dan motor elektrik. Penggunaan pompa sentrifugal di dunia mencapai angka 80% karena penggunaannya yang cocok untuk mengatasi jumlah fluida yang besar daripada pompa *positive-displacement*.



Gambar 2.8 Pompa Sentrifugal

3. Pompa Aksial

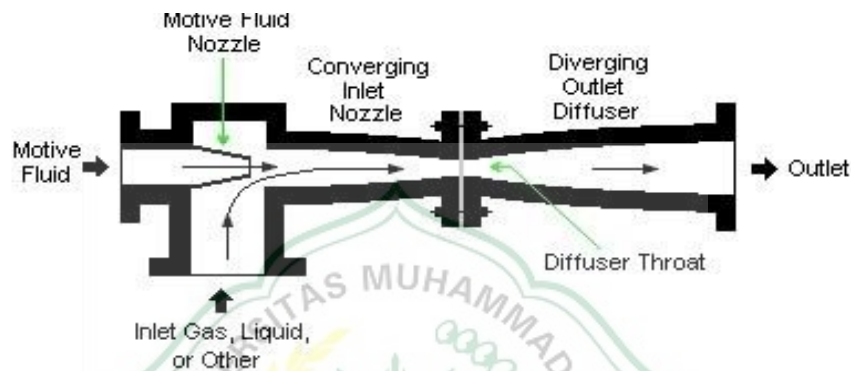
Pompa aksial juga disebut dengan pompa propeler. Pompa ini menghasilkan sebagian besar tekanan dari propeler dan gaya *lifting* dari sudu terhadap fluida. Pompa ini banyak digunakan di sistem drainase dan irigasi. Pompa aksial vertikal *single-stage* lebih umum digunakan, akan tetapi kadang pompa aksial *two-stage* (dua stage) lebih ekonomis penerapannya. Pompa aksial horizontal digunakan untuk debit aliran fluida yang besar dengan tekanan yang kecil dan biasanya melibatkan efek sifon dalam alirannya.



Gambar 2.9. Pompa Aksial

4. Special-Effect Pump

Pompa jenis ini digunakan pada industri dengan kondisi tertentu. Yang termasuk ke dalam pompa jenis ini yaitu *jet (eductor)*, *gas lift*, *hydraulic ram*, dan *electromagnetic*. Pompa *jet-eductor (injector)* adalah sebuah alat yang menggunakan efek venturi dari *nozzle* konvergen-divergen untuk mengkonversi energi tekanan dari fluida bergerak menjadi energi gerak sehingga menciptakan area bertekanan rendah, dan dapat menghisap fluida di sisi *suction*.



Gambar 2.10.pompa *injector*

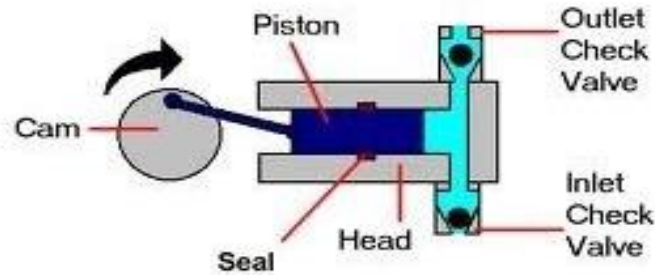
5. Pompa *Positive Displacement* pompa

Displacement pump adalah *pompa reciprocating* dan *rotary*. Pompa *positie displacement* bekerja dengan cara memberikan gaya tertentu pada volume fluida tetap dari sisi *inlet* menuju titik *outlet* pompa. Kelebihan dari penggunaan pompa jenis ini adalah dapat menghasilkan *power density* (gaya per satuan berat) yang lebih besar. Dan juga memberikan perpindahan fluida yang tetap atau stabil di setiap putarannya.

6. Pompa *Reciprocating*

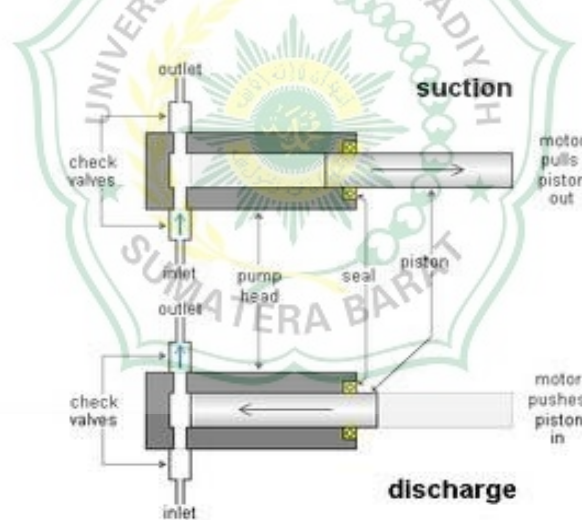
Pada pompa jenis ini, sejumlah volume fluida masuk ke dalam silinder melalui valve inlet pada saat langkah masuk dan selanjutnya dipompa keluar dibawah tekanan positif melalui valve outlet pada langkah maju. Fluida yang keluar dari pompa *reciprocating*, berdenyut dan hanya bisa berubah apabila

kecepatan pompanya berubah. Ini karena volume sisi inlet yang konstan. Pompa jenis ini banyak digunakan untuk memompa endapan dan lumpur.



Gambar 2.11. Pompa *Reciprocating*

Metering Pump termasuk ke dalam jenis pompa *rciprocating*, adalah pompa yang digunakan untuk memompa fluida dengan debit yang dapat diubah-ubah sesuai kebutuhan. Pompa ini biasanya digunakan untuk memompa bahan aditif yang dimasukkan ke dalam suatu aliran fluida tertentu.



Gambar 2.12. *Metering Pump*

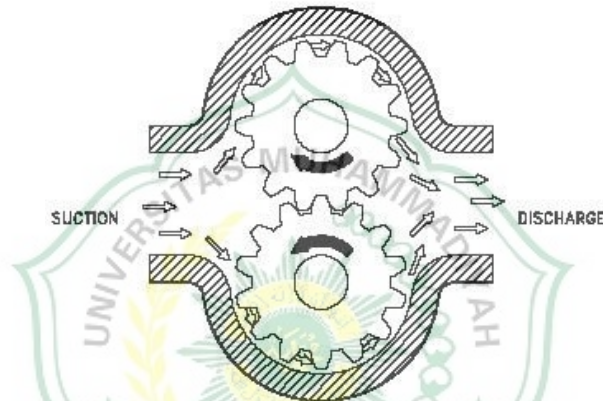
7. *Rotary Pump*

Adalah pompa yang menggerakkan fluida dengan menggunakan prinsip rotasi. Vakum terbentuk oleh rotasi dari pompa dan selanjutnya menghisap fluida masuk. Keuntungan dari tipe ini adalah efisiensi yang tinggi karena secara natural ia mengeluarkan udara dari pipa alirannya, dan mengurangi kebutuhan pengguna untuk mengeluarkan udara tersebut secara manual.

Bukan berarti pompa jenis ini tanpa kelemahan, karena sifat alaminya maka *clearance* antara sudu putar dan sudu pengikutnya harus sekecil mungkin, dan mengharuskan pompa berputar pada kecepatan yang rendah dan stabil. Apabila pompa bekerja pada kecepatan yang terlalu tinggi, maka fluida kerjanya justru dapat menyebabkan erosi pada sudu-sudu pompa.

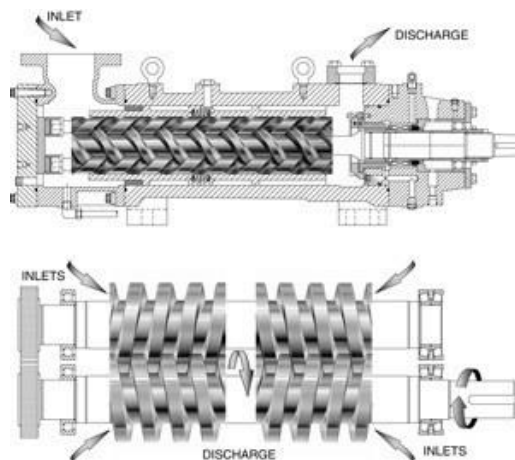
Pompa rotari dapat diklasifikasikan kembali menjadi beberapa tipe yaitu:

- *Gear pumps* – sebuah pompa rotari yang simpel dimana fluida ditekan dengan menggunakan dua roda gigi.



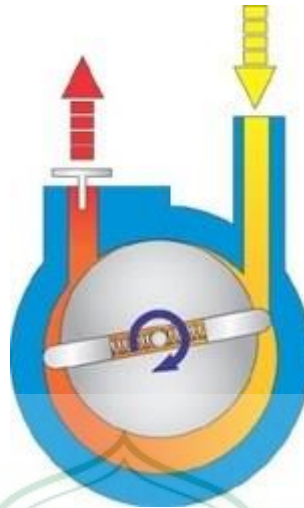
Gambar 2.13. Prinsip *Gear Pump*

- *Screw pumps* – pompa ini menggunakan dua ulir yang bertemu dan berputar untuk menghasilkan aliran fluida sesuai dengan yang diinginkan.



Gambar 2.14. Prinsip *Screw Pump*

- **Rotary Vane Pump** – memiliki prinsip yang sama dengan kompresor *scroll*, yang menggunakan rotor silindrik yang berputar secara harmonis menghasilkan tekanan fluida tertentu.



Gambar 2.15.Prinsip *Rotary Vane Pump*

2.11 Dasar Perhitungan Pompa

Dasar perhitungan yang digunakan untuk menganalisis data yang didapat, adalah dengan menggunakan persamaan dibawah ini.

1. Daya

Daya adalah kerja yang dilakukan per satuan waktu. Satuan daya adalah HP atau watt.

2. Daya Hidrolik

Dapat dihitung dengan menggunakan persamaan :

$$P_{pompa} = \rho \cdot g \cdot Q \cdot H (\text{watt}) \quad \dots(2.15)$$

3. Daya Listrik

$$P_{listrik} = V \cdot I \quad \dots(2.16)$$

4. Tekanan

Tekanan yang diperoleh dari alat ukur manometer air raksa, yang dapat dilihat pada Gambar 12, dapat dihitung dengan menggunakan persamaan :

$$p_1 + \gamma_{air} \cdot h_1 - \gamma_{raksa} \cdot h_2 - \gamma_{air} \cdot h_3 = p_2$$

$$p_1 - p_2 = \gamma_{air} \cdot (h_3 - h_1) + \gamma_{raksa} \cdot h_2 \quad \dots(2.17)$$

5. Efisiensi pompa

$$\pi = \frac{P_{pompa}}{P_{listrik}} \times 100\% \quad \dots(2.18)$$

2.12 Hukum Kesebangunan Pompa

Hukum ini dapat digunakan untuk mengetahui karakteristik unjuk kerja pompa, bila dioperasikan dengan kondisi yang berbeda, seperti jika salah satu kecepatan atau diameter pompa dirubah. Hukum tersebut adalah :

$$\frac{Q_1}{\omega_1 D_1^3} = \frac{Q_2}{\omega_2 D_2^3} \quad \dots(2.19)$$

$$\frac{h_1}{\omega_1^2 D_1^2} = \frac{h_2}{\omega_2^2 D_2^2} \quad \dots(2.20)$$

$$\frac{\rho_1}{\omega_1^3 D_1^5} = \frac{\rho_2}{\omega_2^3 D_2^5} \quad \dots(2.21)$$

2.13 Sifat Aliran Fluida Pada Pipa

a. Aliran Laminer

Aliran fluida jenis ini akan terjadi apabila kecepatan fluida yang mengalir melalui pipa rendah, maka gerakan alirannya akan konstan (*steady*) baik besarnya maupun arahnya pada sembarang titik. Aliran laminer dapat diketahui dari perhitungan *Reynold Number*.,

$$R_e = \frac{\rho \cdot v \cdot d}{\mu} \quad \dots(2.22)$$

b. Aliran Turbulen

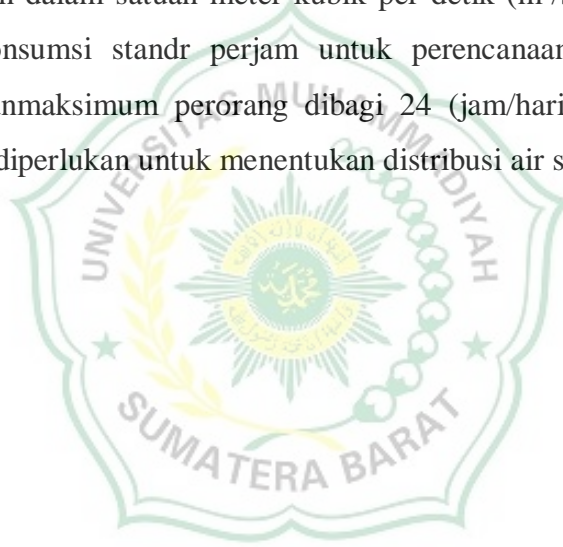
Aliran ini terjadi apabila kecepatan fluida tinggi, aliran tidak lagi *steady* namun bervariasi baik besar maupun arahnya pada sembarang titik. Aliran akan bersifat turbulen jika hasil perhitungan *Reynold Number* (R_e) diatas 4000 ($R_e > 4000$, aliran turbulen).

2.14 Kavitasi

Kavitasi adalah gejala menguapnya zat cair yang mengalir, karena tekanannya berkurang sampai dibawah tekanan uap jenuhnya sehingga akan timbul gelembung-gelembung uap zat cair. Jika pompa dijalankan terus-menerus dalam keadaan kavitasi, akan menyebabkan kerusakan terhadap area *impeler*, sehingga pada akhirnya terjadi erosi. Turunnya *performance*, timbulnya suaradan getaran, serta rusaknya pompa merupakan kerugian-kerugian dari timbulnya kavitasi.

2.15 Kapasitas Aliran Air

Air Jumlah air yang mengalir dalam satuan volume perwaktu. Besarnya debit dinyatakan dalam satuan meter kubik per detik (m^3/s). Dalam penggunaan setiap hari, konsumsi standar perjam untuk perencanaan dapat dihitung dari konsumsi harianmaksimum perorang dibagi 24 (jam/hari) dan ditambah 50%. Harga tersebut diperlukan untuk menentukan distribusi air standar.



2.16 pemakaian air dingin sesuai penggunaan gedung

Tabel 2.16 Pemakaian Air Dingin Minimum Sesuai Penggunaan Gedung

No	Penggunaan gedung	pemakaian air	Satuan
1	Rumah tinggal	120	liter/penghuni/hari
2	Rumah susun	100	liter/penghuni/hari
3	Asrama	120	liter/penghuni/hari
4	Rumah sakit	500	liter/tempat tidur pasien/hari
5	Sekolah dasar	40	liter/siswa/hari
6	SLTP	50	liter/siswa/hari
7	SMU/SMK dan lebih tinggi	80	liter/siswa/hari
8	Ruko/Rukan	100	liter/penghuni dan pegawai/hari
9	Kantor/pabrik	50	liter/ pegawai/hari
10	Toserba, toko pengecer	5	liter/m ²
11	Restoran	15	liter/kursi
12	Hotel berbintang	250	liter/tempat tidur/hari
13	Hotel melati/ penginapan	150	liter/tempat tidur/hari
14	Gd pertunjukan, bioskop	10	liter/kursi
15	Gd. Serba guna	25	liter/kursi
16	Stasiun, terminal	3	liter/penumpang tiba dan pergi
17	Peribadatan	5	liter/orang (belum dengan air wudhu)

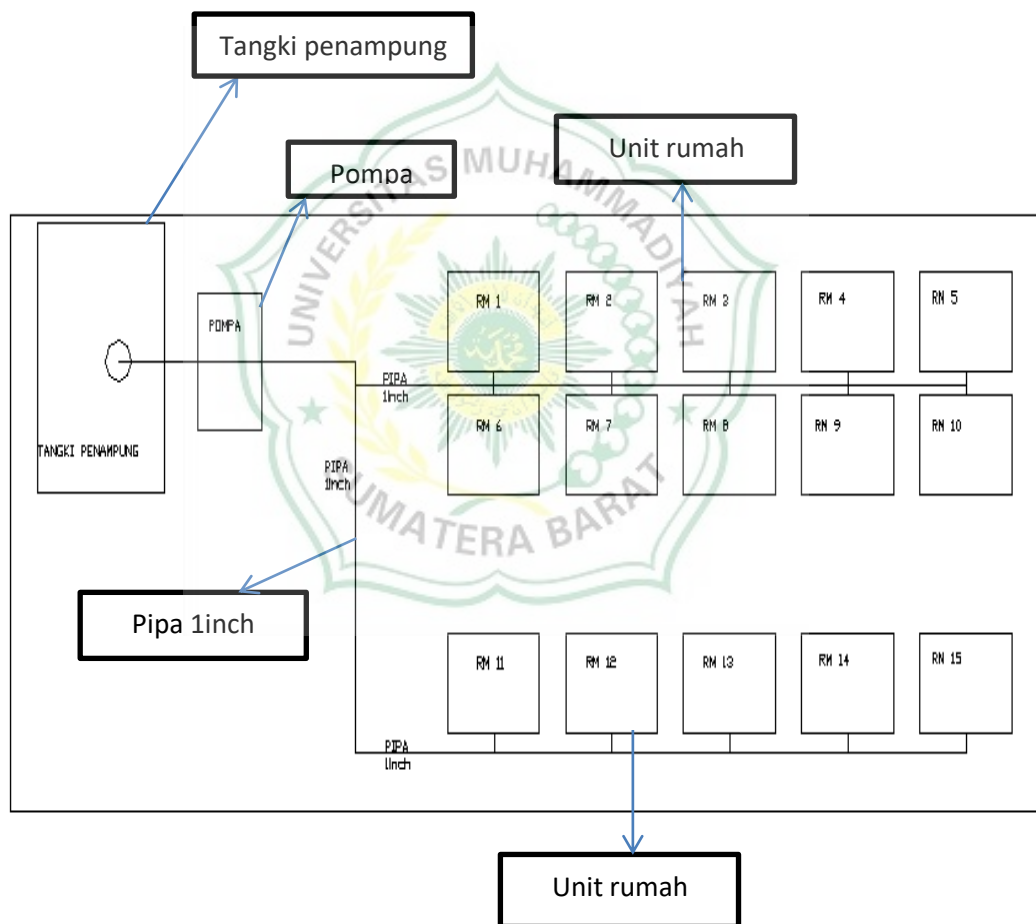
BAB III

METODE PENELITIAN

3.1 Jadwal dan lokasi penelitian

Penelitian ini di lakukan di perumahan 13 RAYA PERMAI dengan memperhitungkan jumlah rumah sumber air kapasitas banyak pemakain dalam sehari. Penelitian ini dilakukan untuk mendapatkan data penghuni rumah dan jam sibuk penggunaan air disetiap hari.

Lay Out Perumahan 13 Raya Permai



3.2 langkah-langkah penelitian

Langkah-langkah yang dilakukan untuk melakukan penelitian ini adalah:

a. Penelitian Kepustakaan (*Library Research*)

Mempelajari berbagai buku yang menjadi referensi khususnya dalam sistem aliran, pemipaan dan analisa pemilihan pompa, baik yang ada dalam perusahaan maupun mata kuliah sehingga diperoleh teori-teori pendukung yang digunakan untuk menyelesaikan tugas akhir ini.

b. Penelitian Lapangan (*Field Research*)

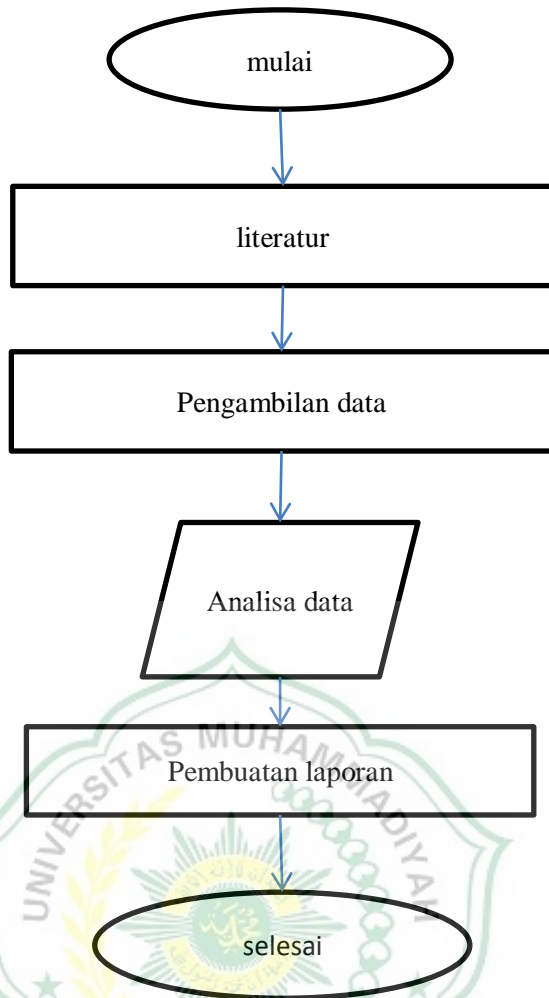
Kegiatan ini dimaksudkan untuk mengetahui kondisi sebenarnya perencanaan instalasi serta peralatan yang akan digunakan. Dengan didampingi pembimbing lapangan, diharapkan ada komunikasi dua arah yang dapat memberikan gambaran secara jelas dan terperinci dalam memperoleh data-data yang diperlukan untuk melakukan analisa perhitungan.

c. Diskusi

Metode ini dimaksudkan untuk mengarahkan dalam menyelesaikan laporan dan memberikan masukan dalam menentukan langkah-langkah untuk melakukan analisa. Metode ini dilakukan bersama pembimbing dan rekan-rekan penulis supaya mencapai hasil yang maksimal.

3.3 Jenis Penelitian

Perencanaan dalam melakukan penelitian merupakan suatu proses awal agar penelitian ini tidak keluar dari konsep sehingga untuk menganalisa debit air pada perumahan ini kita butuh rangkaian kegiatan atau alur kerja seperti yang di gambarkan pada diagram alir di bahah ini. (gambar 3.1)



Gambar 3.1 Diagram Alir

BAB IV DATA DAN ANALISIS

4.1 Perhitungan kapasitas dan debit aliran air

Dalam proses estimasi debit air dan jenis pompa untuk 15 unit rumah kita mengambil sampel atau patokan pada perumahan 13 Raya Permai namun untuk data banyaknya penghuni rumah tersebut, kita tidak bisa menyamaratakan penghuni diperumahan 13 Raya Permai karena disetiap rumah memiliki jumlah anggota keluarga yang berbeda-beda maka dari itu kita menyamakan setiap jumlah anggota keluarga di perumahan 13 Raya Permai dengan setiap rumah memiliki 4 orang penghuni rumah. Maka cara perhitungan total kapasitas aliran dapat dengan data yang sudah dikeluarkan departemen PUPR dan data lapangan (data pada perumahan 13 raya permai)

a. Kebutuhan Pemakaian air di Perumahan 13 Raya Permai

Berikut tabel kebutuhan air rumah tangga diperumahan 13 Raya Permai Bukittinggi:

Tabel 4.1 Standar kebutuhan air rumah tangga

Standar kebutuhan air rumah tangga untuk 1orang	
Keperluan	Kosumsi (liter/orang/hari)
Mandi cuci kakus	12,0
Minum	2,0
Cuci pakaian	10,7
Kebersihan rumah	31,4
Taman	11,8
Wudhu	16,2
Tainya	36,0
T otal	120

Sumber: Departemen PUPR

Tabel 4.2 Data hasil survei diperumahan 13 Raya Permai

Rumah	Jumlah Penghuni	Bersekolah	Bekerja	Jam Mandi	Mencuci
1	3 orang	0	1	08.00	07.30
2	7 orang	2	2	07.30	08.00
3	4 orang	2	1	07.30	08.00
4	5 orang	3	1	08.00	07.00
5	6 orang	1	2	08.00	07.00
6	4 orang	2	2	07.30	08.00
7	3 orang	1	2	06.00	08.00
8	6 orang	3	1	06.00	08.00
9	4 orang	2	1	07.00	08.00
10	3 orang	1	1	08.00	07.30
11	7 orang	2	4	08.00	07.30
12	5 orang	2	2	08.00	07.30
13	5 orang	3	1	07.30	08.00
14	4 orang	2	2	08.00	07.30
15	4 orang	1	1	07.30	08.00

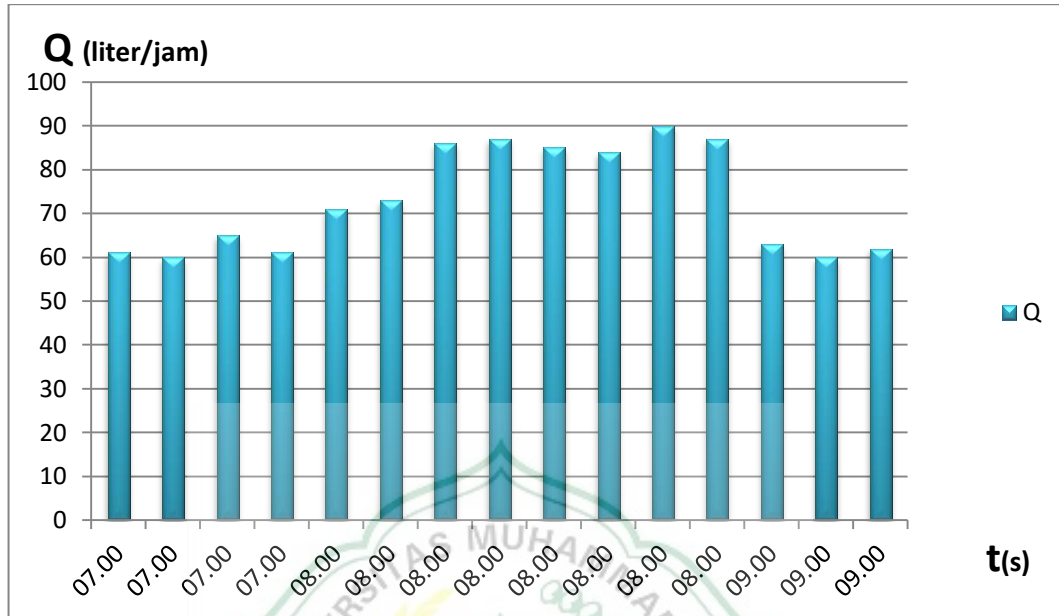
Sumber : Hasil survei

Tabel 4.3 Pemakaian air diperumahan 13Raya Permai

RUMAH	Bersekolah	Bekerja	WAKTU (s)	Q (m/s)
1	1	1	07.00	61
2	1	1	07.00	60
3	1	1	07.00	65
4	1	1	07.00	61
5	2	1	08.00	71
6	2	1	08.00	73
7	2	2	08.00	86
8	2	2	08.00	87
9	2	2	08.00	85
10	2	2	08.00	84
11	2	2	08.00	90
12	2	2	08.00	87
13	1	1	09.00	63
14	1	1	09.00	60
15	1	1	09.00	62

Sumber : Hasil survei

Tabel diatas menunjukkan pemakaian air dari beberapa anggota keluarga yang bekerja dan bersekolah dimana kegiatan dipagi hari dalam pemakaian air begitu tinggi di perumahan 13 Raya Permai.



Grafik 4.1 Kebutuhan air di perumahan 13 Raya Permai

Berdasarkan grafik diatas titik puncak pemakaian air berada pada jam 08.00 dengan pemakaian mulai dari 84 liter/jam sampai 90 liter/jam. Data pada tabel 1.2 pemakaian air hanya terdiri dari beberapa anggota keluarga (2 – 4 orang anggota keluarga) dimana hanya anggota keluarga yang bekerja dan bersekolah yang kegiatan memakai air dipagi hari terbilang tinggi , untuk itu kita perlu estimasikan penghuni rumah dengan setiap rumah terdiri dari 4 orang penghuni. Untuk mencari jumlah penghuni yang diasumsikan terlebih dahulu kita mencari yaitu:

1. Mencari luas efektif

Luas total pada perumahan 13 Raya Permai yaitu 1500 m² maka kita bandingkan dengan luas efektif dalam ketentuan (noerbambang, 1991) adalah maksimal 60% maka dari itu kita rencanakan yaitu 45 %.

Luas efektif

Luas total : 1500 m²

Luas efektifitas : 45%

Luas efektif :

Luas total x luas efeksifitas

$$= 1500 \times \frac{45}{100} = 675 m^2$$

2. Mencari jumlah penghuni yang diasumsikan

Setelah mencari luas efektif pada perumahan 13 Raya Permai dan di dapatkan luas total $675 m^2$ maka kita bisa mencari jumlah hunian total dengan di asumsikan maksimal 6 orang/rumah, dan kita mengambil sisi seimbang yaitu 4 orang/rumah, dengan rumus mencari jumlah penghuni adalah:

$$jumlah.penghuni = \frac{luas.efektif.perumahan}{kepada\ tan.hunian}$$

Jumlah hunian

Jumlah efektif perumahan : $675 m^2$

Jumlah kepadatan hunian : 4 orang/rumah

$$jumlah.penghuni = \frac{luas.efektif.perumahan}{kepada\ tan.hunian}$$

$$Jumlah\ penghuni = \frac{675}{4} = 168.75 \text{ atau } 169 \text{ orang}$$

Debit air berdasarkan luas efektifitas lahan (jumlah maksimal penghuni)

$$Q = \frac{jumlah.penghuni(orang) \times Rumah.tinggal(\frac{liter}{hari})}{waktu} \times 1.5$$

$$Q = \frac{169(orang) \times 120(\frac{liter}{hari})}{24\ jam} \times 1,5$$

$$Q = \frac{20280}{24} \times 1.5$$

$$Q = 126.75 \text{ liter / jam}$$

$$Q = 0.000352084 m^3 / s (0.02112504 m^3 / menit)$$

$$Q = (3.5 \times 10^{-4} m^3 / s)$$

Kebutuhan debit air perumahan 13 Raya Permai sebesar 126.75 liter/jam atau $3.5 \times 10^{-4} m^3 / s$ jika pemakain setiap rumah sebesar $3.5 \times 10^{-4} m^3 / s$ otomatis setiap rumah akan mendapat aliran air yang merata tanpa ada gangguan.

4.2 Perhitungan reservoir

Reservoir atau yang biasa di sebut tangki penampungan air yang terletak dibagian atas rumah atau disebut juga dengan tangki reservoir atas.

1. Reservoir

Pada reservoir kita menghitung volume per jam, karena reservoir tidak bolehkan kosong.

Rumus reservoir atas:

$$V_a = Q \times 1 \text{ jam}$$

$$V_a = Q \times 1 \text{ jam}$$

$$V_a = 0,000352084 m^3/s \times 3600 \text{ s}$$

$$V_a = 1,2675024 m^3$$

$$V_a = 1267,5 \text{ liter}$$

Sehingga ukuran reservoir atas untuk memenuhi kebutuhan air bersih disetiap rumah yaitu dengan kapasitas 1500 liter.

4.3 Perencanaan dan perhitungan diameter pipa air

Dalam perencanaan dan perhitungan diameter pipa air untuk system pemipaan perumahan ini maka banyak hal-hal yang wajib kita pertimbangkan, mulai dari diameter pipa dari pompa, kecepatan aliran, mayor dan minor loss pipa masuk maupun pipa buang sehingga di dapatlah spesifikasi pipa yang cocok untuk perumahan 13 raya permai.

1. Diameter pipa

Diameter pipa dalam sistem pemompaan itu sangat penting, karena akan berpengaruh pada kecepatan aliran pompa dan juga nantik akan berpengaruh pada debit air untuk mengisi reservoir atas, dalam perencanaan ini kita mengasumsikan kecepatan aliran alam pipa yaitu $V = 1 \text{ m/s}$ sehingga di dapatkan diameter pipa:

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

$$D = \sqrt{\frac{4 \times 0,000352084 \text{ m}^3 / \text{s}}{3,14 \times 1 \text{ m} / \text{s}}}$$

$$D = 0,021180 \text{ m} / \text{s}$$

$$D = 0,9 \text{ inch}$$

Berdasarkan hasil perhitungan di dapat diameter pipa 0,9 *inch* Atau kita bulat kan diameter pipa menjadi $D = 1 \text{ inch}$

Kecepatan aliran dalam pipa

Setelah mendapatkan hasil diameter pipa yaitu 1 maka kita wajib menyesuaikan pipa tersebut dengan DN (Diameter nominal) dengan ukuran nominal pipa (NPS) = 33 mm maka di dapatkan inside diameter (ID) = 33,9 mm = 0,0339 m (*standart pipe schedule SI-UNITS Metric*) maka kecepatan aliran dalam pipa sebenarnya adalah:

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

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

$$V = \frac{4 \times 0,000352084}{3,14 \times (0,0339)^2}$$

$$V = 0,390 \text{ m} / \text{s}$$

2. Perhitungan head *loss* pipa hisap

dalam menentukan *head loss* pipa hisap ada beberapa tahapan yang harus kit cari dalam perhitungannya.

1. Koefisien gesek

Rumus mencari koefisien gesek

$$f = 0,020 + \frac{0,0005}{ID}$$

$$f = 0,020 + \frac{0,0005}{0,0339}$$

$$= 0,034$$

3. Gesekan pada pipa (1 inch)

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

$$H_i = 0,034 \times \frac{0,5}{0,0339} \cdot \frac{(0,390)^2}{2 \times 9,8}$$

$$H_i = 0,00389$$

4. Gate valve

$$H_f = f \frac{V^2}{2 \cdot g}$$

$$H_f = 0,034 \frac{0,390^2}{2 \times 9,8}$$

$$H_f = 0,00026385$$

Total head loss pipa hisap 0,03815385

5. Perhitungan head loss pipa buang

Pada pipa buang ini kita menggunakan panjang pipa 4 m dengan diameter pipa 1 inch.

a. Gesekan pada pipa (θ 1 inch)

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

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

$$H_i = 0,034 \times \frac{4}{0,0339} \times \frac{0,390^2}{2 \cdot 9,8}$$

$$H_i = 0,0308924$$

b. Belokan pipa elbow 90°

$$H_f = f \frac{V^2}{2 \cdot g}$$

$$H_f = 0,034 \times \frac{(0,390)^2}{2 \times 9,8}$$

$$H_f = 0,000264$$

c. Check valve

$$H_f = f \frac{V^2}{2 \cdot g}$$

$$H_f = 0,034 \times \frac{0,390^2}{2 \times 9,8}$$

$$H_f = 0,0002639$$

Total head loss pipa buang 0,0314203

Jadi untuk mencari head loss (HI) adalah head loss total pipa hisap di tambahkan head loss total pipa buang sehingga hasilnya adalah : 0,0696

4.4 Perhitungan dan pemilihan pompa

1. Head statis total (suction head)

$$h_a = h_d + h_s$$

$$h_d = \text{discharge head}$$

$$h_s = \text{suction head}$$

$$h_a = h_d + h_s$$

$$h_a = 5 + (-2)$$

$$h_a = 3m$$

2. Head loss

$$H_{tot} = h_a + \Delta h_p + h_i + \frac{v^2}{2 \cdot g}$$

$$H_{tot} = 5 + 0 + 0,0039 + \frac{0,390^2}{2 \times 9,8}$$

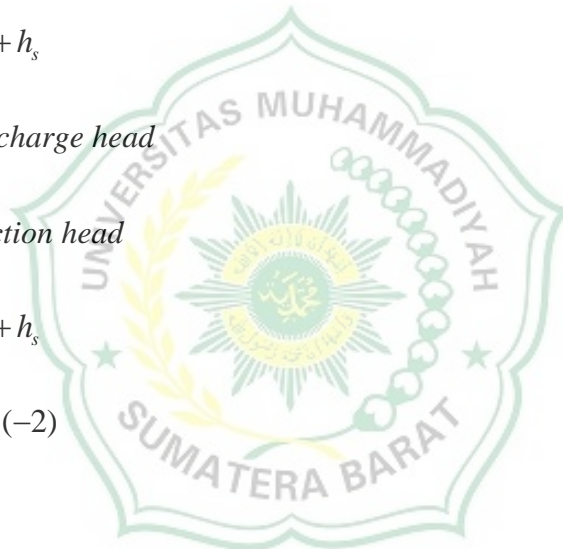
$$H_{tot} = 5,01166 \text{ m}$$

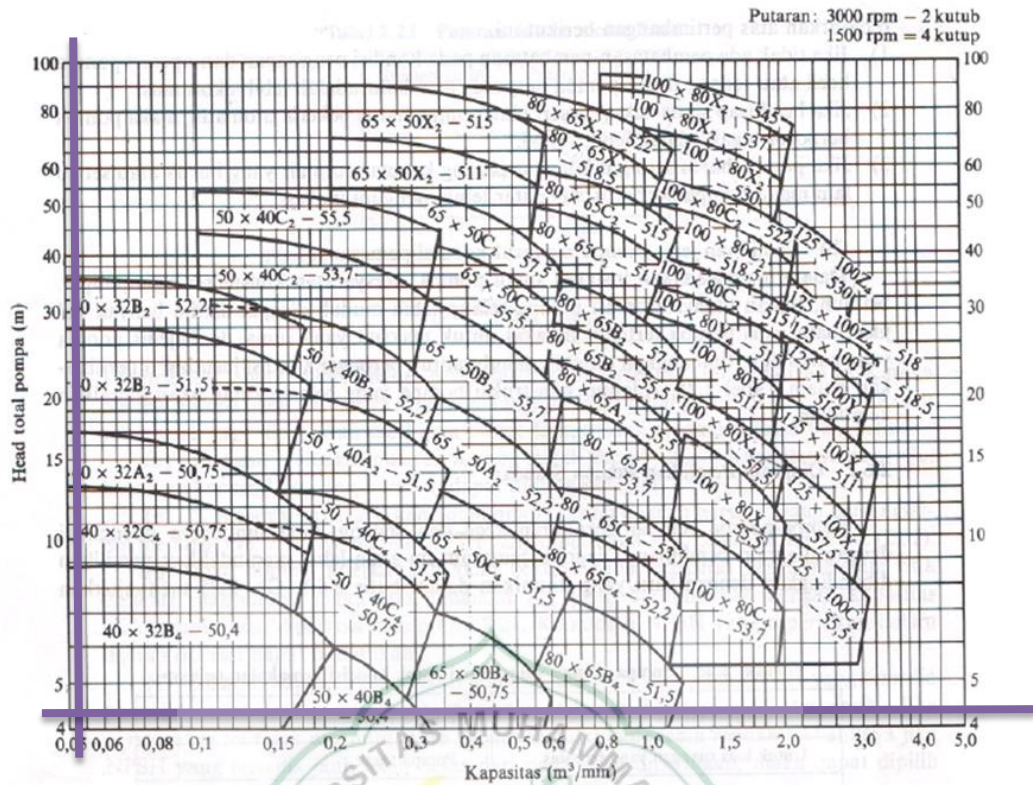
3. Pemilihan pompa

Dari hasil perhitungan maka kita dapatkan

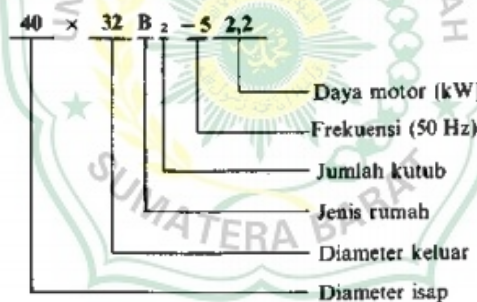
$$\text{Debit air } Q = 0,000352084 \text{ m}^3/\text{s}$$

$$H_{tot} = 5,01166 \text{ m}$$





Gambar 4.1 Diagram pemilihan pompa standar (buku sularso pompa & kompresor hal.52)



Gambar 4.2 Nomor katalog pompa

Setelah di dapatkan debit air serta head total maka kita bisa mengambil patokan Berdasarkan diagram pemilihan pompa standar dan kita dapatkan spesifikasi pompa adalah $40 \times 32B_4 - 5 0,4$ arti dari kode tersebut adalah :

- 40 = diameter pipa hisap (40 mm)
- 32 = diameter pipa buang (32 mm)
- B = Type gedung
- Jumlah katup = 4 , (katupnya 4 dan 3000rpm)
- 5 frekuensi = (50 Hz)
- Daya motor = 1.5 kw = (2,01153 hp)

Dari diagram pemilihan pompa standart maka di dapat spesifkasi pompa adalah 40 x 32B₂ - 5 0,4 dengan jenis pompa yaitu pompa sumur dangkal, sesuai dengan spesifikasi pompa yang di dapat dari diagram pemilihan pompa maka di dapatlah sebuah pompa yang cocok digunakan pada perumahan 13 Raya Permai dengan merek Wasser Pw-139 Ea yang spesifikasinya hampir mendekati nomor katalog pompa yang di dapat dari diagram pemilihan pompa, berikut penjabaran spesifikasi pompa Wasser Pw-139 Ea:

Merk	: Wasser Pw-139 Ea
Kapasitas	: 35 (l/m)
Daya Listrik	: 125 Watt
Tegangan Listrik	: 220 Volt
Daya Hisap	: 9 meter (max)
Daya Dorong	: 31 meter (max)
Total Head	: 25 meter
Debit Air	: 10 m ³ /jam, 15 m ³ /jam (max)
Pressure	: 4.6 bar
Inlet	: 1 inch
Outlet	: 1 inch
Otomatis	: Ya

Jumlah pompa yang terpasang pada system total ada 1 unit (pompa utama)

Pompa air dengan merek Wasser Pw-139 Ea adalah mesin pompa sumur dangkal dengan kapasitas sedang yang cocok untuk kebutuhan dirumah tangga, dan pompa ini sangat cocok dengan perumahan ini karena *head* total pada perumahan ini adalah 5.01166 m maka dalam syaratnya spesifikasi pompanya wajib di tambah *headnya*, maka yang cocok adalah pompa Wasser Pw-139 Ea dengan heat total 25 meter daya hisap maksimal 9 meter.

BAB V

PENUTUP

5.1 Kesimpulan

Berdasarkan hasil dari estimasi pemakaian air per rumah dan jenis pompa yang digunakan untuk 15 unit rumah pada PERUMAHAN 13 RAYA maka dapat di simpulkan sebagai berikut:

1. Untuk memenuhi kebutuhan air pada perumahan 13 Raya Permai untuk 24 jam operasi yang berisikan orang maksimal sebanyak 169 orang, maka membutuhkan debit air sebanyak $3.5 \times 10^{-4} m^3 / s$ atau 0,352084 liter
2. Kebutuhan reservoir berdasarkan hasil perhitungan yaitu 1267,5 liter maka dari itu dibutuhkan reservoir dengan kapasitas tangki lebih kurang 1500 liter dan diameter pipa yang dihitung yaitu 0,9 *inch* dibulatkan menjadi 1 *inch*
3. Berdasarkan hasil perhitungan dan diagram pemilihan pompa maka di dapatkan spesifikasi pompa yang sesuai untuk perumahan 13 Raya Permai adalah 40 x 32B₄ - 5 0,4 yang berarti:
 - a. 40 = Diameter hisap (40 mm)
 - b. 32 = Diameter buang (32 mm)
 - c. B = Type gedung
 - d. Jumlah katup = 4 , (katupnya 4)
 - e. 5 frekuensi = (50 Hz)
 - f. Daya motor = 1.5 kw = (2,01153 hp)

Pompa yang di rekomendasikan berdasarkan spesifikasi adalah dengan merek Wasser Pw-139 Ea (pompa sumur dangkal) dengan *head* total 25 m karena pompa jenis ini memiliki spesifikasi yang hampir mendekati kebutuhan dan digram pemilihan pompa

5.2 Saran

Berdasarkan hasil dari estimasi debit air dan pompa pada perumahan 13 Raya Permai maka penulis memberikan saran:

1. Dalam pemilihan pompa air bersih, yang harus di perhitungkan dan menjadi patokan utama adalah debit air yang di butuhkan. Dalam pemilihan pompa air dimana spesifikasi pompa sudah di dapat dari diagram pemilihan pompa, maka dicari sebuah merek pompa yang hampir mendekati perolehan dari diagram pemilihan pompa
2. Dengan hasil laporan tugas akhir ini di harapkan ini untuk mempermudah dalam menentukan debit air di setiap rumah spesifikasi ukuran pipa dan pompa untuk perumahan dengan jumlah 15 rumah
3. Dimana skripsi ini masih terdapat kekurangan baik dalam penulisan ataupun langkah-langkah pengerjaan, untuk itu perlu sebuah penyempurnaa nanti nya baik dikerjakan oleh adek-adek junior prodi Teknik Mesin UMSB



DAFTAR PUSTAKA

1. Bashir, A. M., Ihsan, S., & , M. (2020). ANALISIS PERANCANGAN POMPA UNTUK AIR BERSIH PDAM DESA SUNGAI DANAU KOTA BATULICIN. *AL-JAZARI JURNAL ILMIAH TEKNIK MESIN*, 4(2).
<https://doi.org/10.31602/al-jazari.v4i2.2641>
2. Kusuma, K. B., Partha, C. G. I., & Sukerayasa, I. W. (2020). Perancangan Sistem Pompa Air Dc Dengan Plts 20 kWp Tianyar Tengah Sebagai Suplai Daya Untuk Memenuhi Kebutuhan Air. *Jurnal SPEKTRUM*, 7(2), 46–56.
3. Sembiring, C. E. (2016). Analisis Debit Air Irigasi (Suplai Dan Kebutuhan) Di Sekampung Sistem. *Universitas Lampung*, 20(1).
4. (Saputra et al., 2019)Saputra, E., Kabib, M., & Nugraha, B. S. (2019). RANCANG BANGUN SISTEM KONTROL DEBIT AIR PADA POMPA PARALEL BERBASIS ARDUINO. *JURNAL CRANKSHAFT*, 2(1).
<https://doi.org/10.24176/crankshaft.v2i1.3089>
5. Ubaedilah, U. (2017). ANALISA KEBUTUHAN JENIS DAN SPESIFIKASI POMPA UNTUK SUPLAI AIR BERSIH DI PERUMAHAN. *Jurnal Teknik Mesin*, 5(3), 30
6. Mopangga, S. (2020). ANALISIS NERACA AIR DAERAH ALIRAN SUNGAI BOLANGO. *RADIAL : Jurnal Peradaban Sains, Rekayasa Dan Teknologi*, 7(2). <https://doi.org/10.37971/radial.v7i2.191>
7. Sularso, Haruo Tahara. *Pompa dan Kompresor : Pemilihan, Pemakaian dan Pemeliharaan*. PT. Pradnya Paramitha. Jakarta. 2000, hal. 31



LAMPIRAN

1. Dokumentasi pada saat mensurvei jumlah penguni rumah dan jam sibuk penggunaan air di perumahan 13 Raya Permai



2. Beberapa rumah di perumahan 13 Raya Permai

