

TUGAS AKHIR

**ANALISIS PEMAKAIAN AIR BERSIH (PDAM)
UNTUK KOTA PANGKEP 10 TAHUN KE DEPAN**

OLEH :

**JIMLY MAINDOKA
D21104046**

**HENDRA PANJAITAN
D21104067**



**JURUSAN MESIN FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS HASANUDDIN
MAKASSAR
2011**

LEMBAR PENGESAHAN

JUDUL TUGAS AKHIR:

**ANALISIS PEMAKAIAN AIR BERSIH (PDAM) UNTUK KOTA
PANGKEP 10 TAHUN KE DEPAN**

NAMA MAHASISWA:

**Jimly Maindoka
D 211 04 046**

**Hendra Panjaitan
D 211 04 067**

Makassar, Agustus 2011

MENYETUJUI:

Pembimbing I

Pembimbing II

**Ir. Luther Sule, MT
Nip. 19560827 198503 1 001**

**Ir. Onny Sutresman, MT
NIP. 19520706 197812 1 001**

MENGETAHUI:

**KETUA JURUSAN MESIN FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS HASANUDDIN**

**Amrin Rapi ST, MT
Nip. 19691011 199412 1 001**

ABSTRAK

Jimly Maindoka (D21104046) dan Hendra Panjaitan (D21104067). **Analisis Pemakaian Air Bersih (PDAM) Untuk Kota Pangkep 10 Tahun Ke Depan (2011)**. Di bimbing oleh Ir. Luther Sule, MT dan Ir. Onny Sutresman, MT.

Penelitian ini bertujuan (1) Menganalisis kapasitas air bersih yg dapat disalurkan untuk memenuhi kebutuhan air bersih masyarakat Kota Pangkep 10 tahun ke depan (2) Menentukan Spesifikasi pompa yang sesuai yang akan digunakan untuk keperluan penyediaan air bersih PDAM Kota Pangkep. Penelitian ini di laksanakan di Kota Pangkep dan PDAM kota Pangkep. Metode yang di lakukan adalah (1) Menghitung Perkiraan jumlah penduduk kota Pangkep 10 tahun ke depan dengan menggunakan 3 metode yaitu *Aritmetika*, *Last-Square*, dan *Geometri*. (2) Menghitung perkiraan kebutuhan air bersih masyarakat kota Pangkep 10 tahun ke depan berdasarkan proyeksi dari jumlah penduduk serta fasilitas-fasilitas kota Pangkep. (3) Menentukan tipe pompa yang akan digunakan untuk pengembangan instalasi PDAM kota Pangkep.

Hasil Penelitian menunjukkan bahwa kebutuhan air bersih 10 tahun ke depan adalah $0,153 \text{ m}^3/\text{s}$ dan pompa yang digunakan adalah *Ebara Pump* dengan tipe $200 \times 150 \text{ FS } 4\text{K } 5 \text{ 55}$.

Kata kunci : kapasitas, jumlah penduduk, PDAM, pompa

KATA PENGANTAR

Puji dan syukur kami panjatkan ke hadirat Tuhan Yang Maha Esa atas segala limpahan kasih dan karunia-Nya sehingga skripsi ini dapat kami selesaikan.

Skripsi ini dibuat guna memenuhi salah satu persyaratan untuk mencapai gelar kesarjanaan program Strata satu (S1) pada Jurusan Mesin Fakultas Teknik Universitas Hasanuddin (UNHAS).

Penyusunan skripsi ini disusun berdasarkan hasil penelitian pada PDAM Kota Pangkep serta ilmu pengetahuan yang kami peroleh selama duduk dibangku kuliah. Berbagai kesulitan yang kami hadapi mulai dari persiapan, pelaksanaan penelitian sampai pada penyusunan skripsi ini, namun secara bertahap kesulitan tersebut dapat kami lalui hingga skripsi ini dapat diselesaikan berkat adanya bantuan dari berbagai pihak. Oleh karena itu, pada kesempatan ini penulis mengucapkan banyak terima kasih kepada :

1. Orang tua tercinta dan saudara-saudaraku yang tidak pernah lupa mendoakan, menyemangati dan mendukung kami baik secara moril maupun materil, mulai dari awal menuntut ilmu hingga terselesaikannya Tugas Akhir ini.
2. Bapak Ir. Luther Sule, MT selaku Pembimbing I dan Bapak Ir. Onny Sutresman, MT selaku Pembimbing II atas segala bimbingannya baik berupa kritikan maupun saran dalam menuntun penyelesaian Tugas Akhir ini.

3. Bapak Amrin Rapi ST, MT selaku Ketua Jurusan Mesin Fakultas Teknik dan Bapak Haerul Arsyad ST, MT selaku Sekretaris Jurusan Mesin Fakultas Teknik.
4. Bapak Ir. Muhammad Noor Umar, MT selaku Kepala Perpustakaan Jurusan Mesin Fakultas Teknik.
5. Seluruh Dosen dan staf pada Universitas Hasanuddin khususnya di Jurusan Mesin Fakultas Teknik yang telah memberikan bekal ilmu pengetahuan selama kami menuntut ilmu di Universitas Hasanuddin.
6. Kepala PDAM Kota Pangkep dan pegawai PDAM Kota Pangkep yang telah membantu dan meluangkan waktunya untuk mengarahkan dan membimbing kami.
7. Teman-teman mahasiswa Teknik Mesin khususnya Angkatan 2004 (ardiansyah, milionarto, mulyadi, aras, iman, ivan) atas bantuan dan dukungannya dalam menyelesaikan Laporan Tugas Akhir ini.
8. Serta semua pihak yang telah membantu yang tidak sempat disebutkan satu per satu.

Makassar, Agustus 2011

Penulis

DAFTAR ISI

HALAMAN JUDUL	i
LEMBAR PENGESAHAN	ii
ABSTRAK	iii
KATA PENGANTAR	iv
DAFTAR ISI	vi
DAFTAR NOTASI	ix
DAFTAR GAMBAR	x
DAFTAR LAMPIRAN	xi
I. PENDAHULUAN	1
A. Latar Belakang	1
B. Tujuan Penelitian.....	2
C. Batasan Masalah	2
D. Manfaat Penelitian	3
II. GAMBARAN UMUM LOKASI PENELITIAN	4
A. Umum	4
B. Aspek Fisik	4
1. Letak dan Batas Geografis	4
2. Iklim	4
C. Aspek Lingkungan	5
1. Fasilitas Kota	5
D. Sistem Air Bersih Yang Ada	7
1. Sistem Individu	7
2. Sistem Air Bersih PDAM.....	7
III. TEORI DASAR	8
A. Defenisi Tentang Fluida	8
B. Aliran Fluida Dalam Pipa	9
1. Aliran Laminar dan Turbulen	9
2. Aliran Seragam dan Tidak Seragam	11

3. Aliran Steady dan Tidak Steady	11
C. Persamaan Bernoulli	12
D. Sistem Perpipaan	13
1. Sistem Pipa Tunggal	13
2. Sistem Pipa Majemuk	14
E. Pemilihan Jenis Pipa	18
1. Pipa besi tuang	18
2. Pipa asbes (ACP)	18
3. Pipa PVC (Polivinil Chlorida)	19
4. Pipa besi tuang liat (DCIP)	19
F. Perlengkapan Pipa Distribusi	20
1. Katub (valve)	20
2. Sambungan Pipa	20
G. Kerugian Head (Head Loses)	21
H. Metode Distribusi Air Bersih	23
1. Metode distribusi dengan gravitasi	23
2. Metode pemompaan	24
3. Metode gabungan	24
I. Pompa	24
1. Pompa Sentrifugal	25
2. Kapasitas	27
3. Kcepatan spesifik	28
4. Tekanan	28
J. Metode Perkiraan Jumlah Penduduk	29
1. Metode Aritmetika	29
2. Metode Geometri	30
3. Metode Least-Square	30
IV. METODOLOGI PENELITIAN	32
A. Waktu dan Tempat	32
B. Metode Pengambilan Data	32
C. Prosedur Penelitian	32

D. Flow Chart	35
E. Jadwal Penelitian	36
V. ANALISIS PERHITUNGAN	37
A. Perkiraan Jumlah Penduduk Pada Tahun 2030 Yang Akan Datang	37
1. Metode Aritmetika	38
2. Metode Least-Square	38
3. Metode Geometri	40
B. Perkiraan Kebutuhan Air Bersih	42
1. Perkiraan Kebutuhan Air Bersih Untuk Seluruh Masyarakat	42
2. Perkiraan Kebutuhan Air Bersih Untuk Fasilitas Pendidikan	42
3. Perkiraan Kebutuhan Air Bersih Untuk Fasilitas Peribadatan	43
4. Perkiraan Kebutuhan Air Bersih Untuk Fasilitas Kesehatan	44
5. Perkiraan Kebutuhan Air Bersih Untuk Fasilitas Perkantoran	45
6. Kebutuhan Total Air Bersih Sampai Tahun 2030	45
C. Perhitungan Pompa	47
1. Kapasitas Pompa	47
2. Head Total Pompa	48
3. Daya Pompa	55
VI. PEMBAHASAN	59
VII. PENUTUP	60
A. Kesimpulan	60
B. Saran	61
DAFTAR PUSTAKA	62

LAMPIRAN

DAFTAR NOTASI

Notasi	Keterangan	Satuan
Q	Debit fluida	m ³ /s
η_v	Efisiensi volumetric	-
H	Head	M
V	Kecepatan aliran fluida	m/s
D	Diameter pipa	M
h_f	Major loses	M
h_k	Minor loses	M
h_L	Kerugian karena adanya penyempitan	M
λ	Koefisien kerugian gesek	-
Re	Bilangan Reynold	-
ν	Viskositas kinematis air	m ² /s
L	Panjang lintasan pipa	M
K	Koefisien kehilangan lokal	-
G	Percepatan gravitasi bumi	m/s ²
P _w	Daya air	Watt
ρ	Massa jenis air	kg/m ³
P _p	Daya poros pompa	Watt
η_p	Efisiensi pompa	-
n_s	Putaran spesifik	-
N	Putaran pompa	Rpm
P _m	Daya motor penggerak pompa	Watt
α	Faktor yang bergantung jenis motor	-
η_t	Efisiensi transmisi	-

DAFTAR GAMBAR

Gambar	Keterangan	Halaman
1	Skema aliran dalam pipa	10
2	Persamaan energy fluida	12
3	Sistem pipa yang disusun secara seri	15
4	Sistem pipa yang disusun secara paralel	16
5	Rangkaian pipa	17
6	Pompa sentrifugal	25

DAFTAR LAMPIRAN

No. Lampiran	Keterangan	Halaman
Lampiran 1	Jumlah kebutuhan air	64
Lampiran 2	Koefisien kehilangan lokal	65
Lampiran 3	Koefisien kerugian pipa dan berbagai katup	66
Lampiran 4	Putaran sinkron motor listrik	67
Lampiran 5	Perbandingan cadangan dan efisiensi transmisi	68
Lampiran 6	Kerapatan dan kekentalan air pada 1 atm	69
Lampiran 7	Efisiensi standar pompa	70
Lampiran 8	Gambar pompa dan pipa yang digunakan	71
Lampiran 9	Brosur pompa	72

I. PENDAHULUAN

A. Latar Belakang

Dalam sejarah perkembangan ilmu pengetahuan dan teknologi yang diiringi dengan pembangunan dan laju pertumbuhan penduduk, manusia dihadapkan pada berbagai persoalan yang menuntut manusia untuk dapat mencari solusi dari persoalan-persoalan tersebut.

Salah satu persoalan yang dihadapi oleh masyarakat sekarang ini sebagai dampak dari pembangunan dan laju pertumbuhan penduduk ialah kebutuhan akan air bersih, tak terkecuali dengan masyarakat Kota Pangkep yang secara notabene juga sangat membutuhkan keberadaan air bersih tersebut.

Kebutuhan air bersih di Kota Pangkep bukan karena kurangnya sumber air, tetapi yang menjadi persoalan ialah pengaturan dan cara mendistribusikannya.

Kebutuhan akan air bersih terus mengalami peningkatan dari tahun ke tahun, sehingga manusia berusaha mencari sumber air yang baik dan terjamin kualitasnya, yaitu dengan cara membuat sumur-sumur gali atau menggunakan pompa.

Cara-cara seperti itu memang bisa diandalkan untuk dapat memenuhi kebutuhan air perkapita yang meningkat sesuai dengan peningkatan taraf hidup manusia itu sendiri. Namun air yang diambil langsung dari sumur galian masih dipertanyakan kualitasnya. Dalam hal ini walaupun air tersebut tidak berwarna, berasa, dan berbau tetapi tanpa melalui penelitian

laboratorium untuk mengetahui zat-zat yang terkandung di dalamnya, maka kualitasnya masih dipertanyakan.

Hal ini merupakan tantangan bagi PDAM Kota Pangkep sebagai penyuplai air bersih dalam upaya meningkatkan pelayanannya, guna memenuhi kebutuhan air bersih masyarakat Kota Pangkep

Perkembangan sistem penyediaan air bersih terus berlanjut, dan perencanaan yang teliti serta cara yang praktis dan ekonomis sangatlah diperlukan. Hal inilah yang merupakan dorongan bagi penulis untuk mengambil tugas akhir dengan judul : **Analisis Pemakaian Air Bersih (PDAM) Untuk Kota Pangkep 10 Tahun Ke Depan.**

B. Tujuan Penelitian

Adapun tujuan dari penelitian ini adalah :

1. Menganalisis kapasitas air bersih yg dapat disalurkan untuk memenuhi kebutuhan air bersih masyarakat Kota Pangkep 10 tahun ke depan.
2. Menentukan Spesifikasi pompa yang sesuai yang akan digunakan untuk keperluan penyediaan air bersih PDAM Kota Pangkep

C. Batasan Masalah

Mengingat sangat luasnya permasalahan yang bisa didapatkan dalam penelitian ini, maka kami membatasi ruang lingkup permasalahan pada :

1. Difokuskan pada kebutuhan air bersih (PDAM) untuk masyarakat Kota Pangkep.
2. Penelitian pengembangan jumlah penduduk sampai 10 tahun kedepan.
3. Perkiraan Kebutuhan air bersih sampai 10 tahun kedepan.

4. Pemilihan spesifikasi pompa yg sesuai analisis perhitungan.

D. Manfaat Penelitian

Manfaat yang diharapkan dari penelitian ini adalah sebagai berikut :

1. Bagi penulis : Sebagai studi mahasiswa tentang mata kuliah Sistem Perpipaan, Mekanika Fluida, Mesin-mesin Fluida yang didapat di kampus dengan aplikasi di lapangan.
2. Bagi akademik : Sebagai mutu pembelajaran bagi pihak-pihak yang membutuhkan.
3. Bagi masyarakat : Sebagai masukan yang dapat digunakan untuk merencanakan pemakaian air bersih di Kota Pangkep dan Daerah-daerah lain.

II. GAMBARAN UMUM LOKASI PENELITIAN

A. Umum

Kota Pangkep merupakan Ibukota kabupaten Pangkep. Kota Pangkep yang berstatus Kota mempunyai luas wilayah kurang lebih 45,339 Km² terdiri dari 1 kecamatan yaitu kecamatan Pangkajene dengan 9 kelurahan dengan jumlah penduduk 39.866 jiwa (Badan Pusat Statistik Kabupaten Pangkep,2010). Kecamatan Pangkajene memainkan peran vital kehidupan kabupaten Pangkep baik sebagai pusat pemerintahan maupun pusat perekonomian.

B. Aspek Fisik

1. Letak dan Batas Geografis

Kota Pangkep terletak di Propinsi Sulawesi Selatan. Secara geografis terletak pada 110° Bujur Timur dan 5°40' Lintang Selatan dengan batasan wilayah administrasi sebagai berikut :

Sebelah Utara	: Kabupaten Barru
Sebelah Timur	: Kabupaten Bone
Sebelah Selatan	: Kotamadya Maros
Sebelah Barat	: Pulau Kalimantan , Pulau Jawa

2. Iklim

Kota Pangkep termasuk daerah yang beriklim tropis dengan keadaan suhu udara berkisar 21° sampai dengan 31° atau rata – rata 26,4°C. Kelembaban udara (34%-98%) atau rata-rata 66%. Berdasarkan hasil

evaluasi tahun 2009 (Stasiun Tabo-Tabo, Leang Lonrong , dan stasiun Segeri) curah hujan tertinggi mencapai 1162/28 hari hujan dengan kelembaban yg tidak merata.

C. Aspek Lingkungan

1. Fasilitas Kota

a. Fasilitas pendidikan

Sarana/fasilitas pendidikan yang terdapat di kota Pangkep saat ini telah cukup memadai mulai dari tingkat taman kanak-kanak sampai dengan Sekolah Menengah Umum baik negeri maupun swasta. Jenis dan fasilitas pendidikan di kota Pangkep dirinci dalam tabel berikut :

Tabel 1. Fasilitas-fasilitas pendidikan yang ada di kota Pangkep

No.	Jenis Pendidikan	Jumlah	Jumlah Murid+Guru
1.	TK	13	1.000
2.	SD	30	6.264
3.	SLTP	5	2.321
4.	SMU	5	1.534
5.	PT	2	389

Sumber : Badan Pusat Statistik kab.Pangkep (2010)

b. Fasilitas Peribadatan Kota

Kota Pangkep sebagian besar penduduknya beragama Islam, selain itu agama Kristen Protestan dan Katolik juga terdapat di daerah ini, fasilitas peribadatan masyarakat yang ada di kota Pangkep meliputi Masjid, Mushalla, Langgar. Jumlah dan Rincian fasilitas peribadatan di kota Pangkep dapat dilihat dalam tabel berikut :

Tabel 2. Fasilitas-fasilitas peribadatan yang ada di kota Pangkep

No.	Jenis fasilitas	Jumlah Fasilitas
1.	Masjid	45
2.	Musholla/Langgar	4
3.	Gereja	-

Sumber : Badan Pusat Statistik kabupaten Pangkep (2010)

c. Fasilitas Kesehatan

Fasilitas kesehatan yang melayani kebutuhan masyarakat Kota Pangkep terdiri dari Rumah Sakit dan Puskesmas. Rinciannya dan jumlah fasilitas kesehatan masyarakat Kota Pangkep dapat dilihat dalam tabel berikut :

Tabel 3. Fasilitas-fasilitas kesehatan Kota Pangkep

No.	Jenis Fasilitas	Jumah	Jumlah tempat tidur
1	Rumah Sakit	1	158
2	Rumah Bersalin	1	9
3	Puskesmas	6	14
4	Posyandu	30	-
5	Klinik/BK	1	1

Sumber : Dinas Kesehatan Kab.Pangkep (2010)

d. Fasilitas Perkantoran

Berdasarkan data dari Badan Pusat Statistik Kabupaten Pangkep 2010 bahwa jumlah total pegawai baik pada instansi pemerintah maupun swasta berjumlah sekitar 2.969 orang.

D. Sistem Air Bersih Yang Ada

Ditinjau dari cara pengadaan air untuk berbagai macam keperluan bagi masyarakat Kota Pangkep dapat digolongkan atas beberapa macam, yaitu :

1. Sistem Individu
2. Sistem Air Bersih PDAM

1. Sistem Individu

Sistem pengadaan air bersih secara individu pada umumnya menggunakan sumur-sumur terbuka maupun sumur bor dangkal. Cara ini dilakukan pada bagian kota yang belum terjangkau sistem air bersih dari PDAM.

Mengenai kualitas airnya ditinjau dari segi fisiknya, air sumur yang ada pada umumnya tidak memenuhi syarat kimianya dan tidak dapat dipertanggungjawabkan terhadap aspek kesehatan , sedangkan mengenai kuantitasnya kadang - kadang masih sering mengalami kekeringan pada musim kemarau yang panjang.

2. Sistem Air Bersih PDAM

PDAM Kota Pangkep berbentuk perusahaan daerah dengan volume air yang diproduksi pada tahun 2011 sebesar 90 l/s. Sumber air PDAM kota Pangkep merupakan mata air langsung dari pegunungan ,maka air baku langsung di pompa dan disalurkan langsung ke penduduk tanpa melalui proses penjernihan.

III. TEORI DASAR

A. Defenisi Tentang Fluida

Dalam konsep mekanika fluida semua bahan nampak berada dalam dua keadaan, yaitu sebagai zat padat dan cair (fluida). Perbedaan kedua keadaan tersebut secara teknis terletak pada reaksi kedua zat tersebut terhadap tegangan geser atau tegangan singgung yang dialaminya.

Fluida dapat didefinisikan sebagai suatu zat mampu alir dan dapat menyesuaikan bentuk dengan bentuk wadah yang ditempatinya, serta apabila diberikan tegangan geser, betapapun kecilnya akan menyebabkan fluida tersebut bergerak dan berubah bentuk secara terus-menerus selama tegangan tersebut bekerja(White. 1986).

Dengan pengertian diatas maka fluida dapat dibedakan atas zat cair dan gas. Dimana kedua zat ini pun berbeda secara teknis akibat gaya kohesif. Zat cair cenderung mempertahankan volumenya dan akan membutuhkan permukaan bebas dalam medan gravitasi. Aliran muka bebas sangat dipenuhi efek gravitasi sedangkan zat gas akan memuai dengan bebas sampai tertahan oleh dinding yang membatasinya. Gas tersebut akan membentuk atmosfir yang pada hakekatnya akan bersifat hidrostatis.

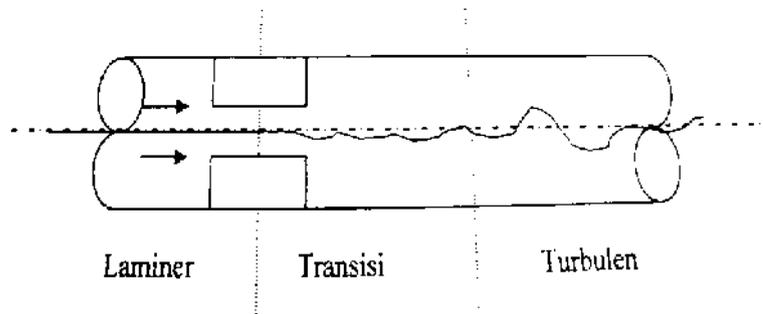
Definisi yang lebih tepat untuk membedakan zat padat dengan fluida ialah dari karakteristik deformasi bahan tersebut. Zat padat dianggap sebagai bahan yang menunjukkan reaksi deformasi yang terbatas ketika menerima suatu gaya geser.

B. Aliran Fluida Dalam Pipa

1. Aliran Laminar dan Turbulen

Beberapa tahun yang lalu, Osborne Reynolds telah melakukan beberapa percobaan untuk menentukan kriteria aliran laminar dan turbulen. Reynolds menemukan bahwa aliran selalu menjadi laminar, jika kecepatan alirannya diturunkan sedemikian rupa sehingga bilangan Reynolds lebih kecil dari 2000 ($Re < 2300$). Begitupun dikatakan alirannya turbulen, pada saat bilangan Reynolds lebih besar dari 4000 ($Re > 4000$). Dan jika bilangan Reynolds berada diantara 2300 dan 4000 ($2300 < Re < 4000$) maka aliran tersebut adalah aliran yang berada pada daerah transisi.

Aliran fluida dikatakan laminar jika lapisan fluida bergerak dengan kecepatan yang sama dan dengan lintasan partikel yang tidak memotong atau menyilang atau dapat dikatakan bahwa alirannya berlapis-lapis. Sedangkan aliran turbulen ditandai dengan adanya ketidak beraturan atau fluktuasi di dalam aliran fluida (bergejolak). Karena aliran fluida pada aliran laminar bergerak dalam lintasan yang sama / tetap maka aliran laminar dapat diamati. Pada aliran turbulen partikel fluida tidak membuat frekuensi tertentu dan tidak memperlihatkan pola gerakan yang dapat diamati. Aliran turbulen hampir dapat dijumpai pada setiap praktek hidrolika dan diantara laminar dengan turbulen terdapat daerah yang dikenal dengan daerah transisi.



Gambar 1. Skema aliran dalam pipa
Sumber : Streeter, (1988)

Untuk menganalisis kedua jenis aliran ini diberikan parameter tak berdimensi yang dikenal dengan nama bilangan Reynolds (White, 1986) sebagai berikut :

$$Re = \frac{v \cdot D}{\nu} \dots\dots\dots(1)$$

Dimana : Re = Bilangan Reynolds

D = Diameter pipa

v = Kecepatan aliran air

ν = viskositas kinematis air

Daerah transisi dari aliran laminar dan aliran turbulen terbentuk karena adanya bilangan Reynolds tertentu pada aliran laminar menjadi tidak stabil, jika suatu gangguan kecil diberikan pada aliran, pengaruh aliran ini semakin besar dengan bertambahnya gangguan. Suatu aliran dikatakan stabil bila gangguan – gangguan diredam. Ternyata pada waktu di bawah bilangan Reynolds tertentu aliran pipa yang laminar bersifat stabil untuk tiap gangguan yang kecil.

Karena transisi tergantung pada gangguan-gangguan yang dapat berasal dari luar atau karena kekasaran permukaan pipa, transisi tersebut dapat terjadi dalam selang bilangan Reynolds. Dan telah diketahui bahwa aliran laminar pada kondisi dimana bilangan Reynolds lebih kecil dari 2300 ($Re < 2300$) dan turbulen jika bilangan Reynolds lebih besar dari 4000 ($Re > 4000$). Dan jika bilangan Reynolds berada diantara 2300 dan 4000 ($2300 < Re < 4000$) adalah merupakan daerah transisi.

2. Aliran Seragam dan Tidak Seragam

Aliran boleh dianggap seragam atau tidak seragam, tergantung pada variasi luas potongan melintang dan kecepatan aliran dalam arah aliran. Aliran dikatakan seragam jika kecepataannya tidak bervariasi sepanjang aliran. Sedangkan apabila kecepataannya bervariasi dari penampang yang satu dengan penampang yang lain, maka aliran tersebut dikatakan aliran tidak seragam.

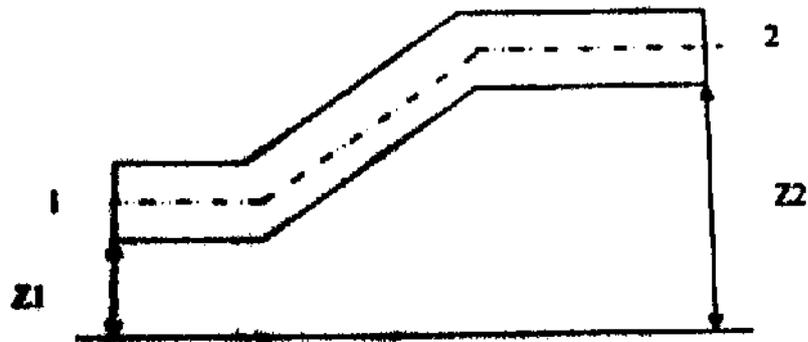
3. Aliran Steady dan Tidak Steady

Aliran disebut steady (tenang) apabila aliran disemua tempat sepanjang lintasan tidak berubah menurut waktu, dan apabila bervariasi dikatakan tidak steady. Aliran air yang konstan di dalam pipa bersifat steady, namun pada saat katup alirannya sedang dibuka atau ditutup, maka itu tidak steady.

C. Persamaan Bernoulli

Pada zat cair diam gaya-gaya yang bekerja dapat dihitung dengan mudah karena dalam hidrostatis hanya bekerja gaya tekan sederhana. Pada zat cair persoalannya menjadi lebih rumit. Faktor-faktor yang diperhitungkan tidak hanya kecepatan dan arah partikel, tetapi juga pengaruh kekentalan yang menyebabkan gesekan antara partikel-partikel zat cair dengan dinding batas

Persamaan energy yang menggambarkan gerak partikel diturunkan dari persamaan gerak. Persamaan energy merupakan salah satu persamaan dasar untuk menyelesaikan masalah yang ada dalam hidrolika. Dimana dari hukum kekekalan energy menyatakan energy total fluida pada titik satu sama dengan energy total fluida pada titik dua.



Gambar 2. Persamaan Bernoulli

Sumber :Evelt Jack B and Cheng Liu (1987)

Dari kondisi tersebut di atas diturunkan suatu persamaan yang dikenal dengan persamaan Bernoulli (*Evelt, 1987*) yaitu :

$$\frac{P_1}{\rho} + \frac{v_1^2}{2} + gz_1 = \frac{P_2}{\rho} + \frac{v_2^2}{2} + gz_2 = \text{tetap} \dots\dots\dots (2)$$

Karena selama fluida bergerak di dalam saluran terjadi kerugian-kerugian gesek dan kerugian minor maka persamaan Bernoulli (*Evet, 1987*) menjadi :

$$\frac{P_1}{\rho} + \frac{v_1^2}{2} + gz_1 = \frac{P_2}{\rho} + \frac{v_2^2}{2} + gz_2 + \text{loses}_{1-2} \dots\dots\dots (3)$$

Jika menggunakan pompa untuk memindahkan fluida maka persamaan menjadi (*Smith R, 1987*) :

$$\frac{P_1}{\rho} + \frac{v_1^2}{2} + gz_1 + H_p = \frac{P_2}{\rho} + \frac{v_2^2}{2} + gz_2 + A_{1-2} \dots\dots\dots (4)$$

D. Sistem Perpipaan

Sistem perpipaan dapat ditemukan pada hampir semua jenis industri, dari sistem pipa tunggal yang sederhana sampai sistem pipa bercabang yang sangat kompleks.

1. Sistem Pipa Tunggal

Sistem pipa tunggal merupakan sistem perpipaan yang hanya menggunakan satu buah pipa tanpa menggunakan sambungan. Penurunan tekanan pada sistem pipa tunggal adalah merupakan fungsi dari laju aliran, perubahan ketinggian dan total *head loss* merupakan fungsi dari faktor gesekan, perubahan penampang.

Untuk aliran tak mampu mampat, sifat fluida diasumsikan tetap. Pada saat sistem telah ditentukan, maka konfigurasi sistem, kekasaran permukaan pipa, perubahan elevasi, dan kekentalan fluida bukan lagi merupakan variabel bebas.

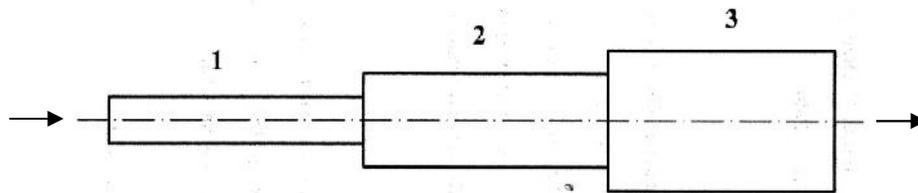
2. Sistem Pipa Majemuk

Pada kenyataannya kebanyakan sistem perpipaan adalah sistem pipa majemuk, yaitu rangkaian pipa seri, paralel maupun berupa jaringan perpipaan. Untuk rangkaian pipa seri maupun paralel, penyelesaiannya adalah serupa dengan perhitungan tegangan dan tahanan pada hukum ohm. Penurunan tekanan dan laju aliran identik dengan tegangan dan arus pada listrik. Namun persamaannya tidak identik dengan hukum ohm, karena penurunan tekanan sebanding dengan kuadrat dari laju aliran. Semua sistem pipa majemuk lebih mudah diselesaikan dengan persamaan empiris.

Ada beberapa contoh sistem pipa majemuk, dengan memenuhi kaidah-kaidah tertentu sebagai berikut :

a. Sistem pipa yang disusun secara seri

Jika dua buah pipa atau lebih dipasang secara seri, semua pipa akan dilewati oleh aliran yang sama dan total rugi *head* pada seluruh sistem adalah jumlah kerugian pada setiap pipa dan perlengkapan pipa.



Gambar 3. Sistem pipa yang disusun secara seri

Sumber : Frank M. White (1988)

$$Q_0 = Q_1 = Q_2 = Q_3 = \dots = Q_n \dots \dots \dots (5)$$

atau

$$Qn = V_1 \cdot A_1 = V_2 \cdot A_2 = V_3 \cdot A_3 = \dots = V_n \cdot A_n \dots \dots \dots (6)$$

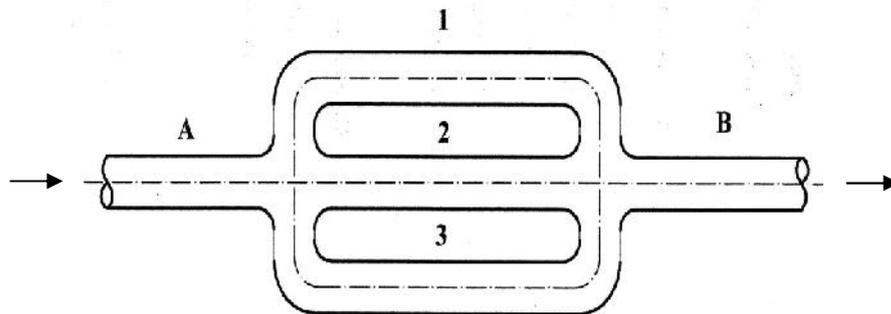
dan jika h_L adalah rugi *head* untuk perlengkapan pipa dan katup, maka :

$$\sum h_L = h_{L1} + h_{L2} + h_{L3} + \dots + h_{Ln} \dots \dots \dots (7)$$

b. Sistem pipa yang disusun secara paralel

Jika dua buah pipa atau lebih dipasang secara paralel, total laju aliran sama dengan jumlah laju aliran yang melalui setiap cabang dan kerugian *head*

Pada sebuah cabang sama dengan kerugian *head* pada cabang yang lain. Ini diekspresikan (Olson R., 1993) sebagai :



Gambar 4. Sistem pipa yang disusun secara paralel

Sumber : Frank M. White (1988)

$$Q_0 = Q_1 + Q_2 + Q_3 + \dots + Q_n \dots \dots \dots (8)$$

atau

$$Q_0 = V_1 \cdot A_1 + V_2 \cdot A_2 + V_3 \cdot A_3 + \dots + V_n \cdot A_n \dots \dots \dots (9)$$

dan

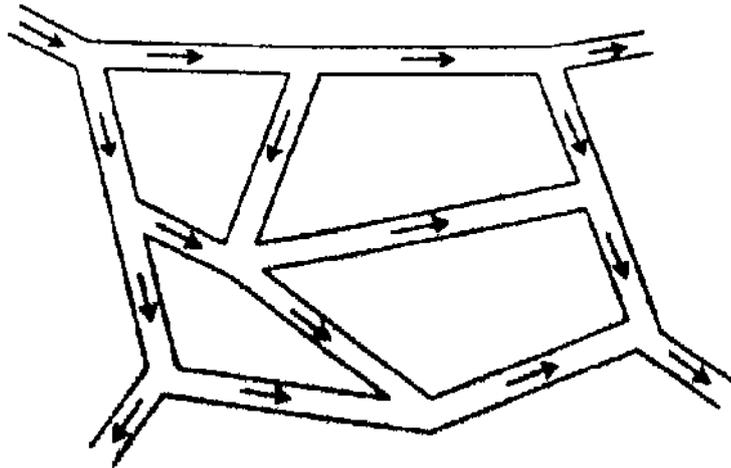
$$h_{L1} = h_{L2} = h_{L3} = \dots = h_{Ln} \dots \dots \dots (10)$$

Kerugian head pada setiap cabang boleh dianggap sepenuhnya terjadi akibat gesekan, atau rugi akibat katup dan perlengkapan pipa. Kalau kerugian *head* totalnya (total *head losses*) diketahui, relatif cukup mudah untuk mencari masing-masing Q_1 dan menjumlahkannya. Soal sebaliknya, jika laju aliran totalnya Q yang diketahui, diperlukan pengulangan yang lumayan jumlahnya untuk menentukan bagaimana aliran total ini terbagi kedalam ketiga cabang pipa itu. Prosedur yang biasa ialah dengan menebak $Q_1 = Q/3$ misalnya, lalu menghitung kerugian *head*nya dan dari nilainya itu kita peroleh Q_1 dan Q_3 dan dengan menggunakan persamaan $h_n = h_{L1} = h_{L2} = \dots = h_{Ln}$. Kemudian, kalau jumlahnya tidak betul, turunkan

tebakan yang pertama tadi Q_1 dengan membagi Q_1 dengan debit sisa dan hitung lagi Q_2 dan Q_3 , lalu kita uji lagi jumlahnya. Kalau perlu dinaikkan atau diturunkan lagi Q_1 . Proses ini sifatnya konvergen.

c. Jaringan pipa

Jaringan ini merupakan saluran air untuk sebuah rumah tangga, suatu kompleks perumahan atau bahkan sebuah kota.



Gambar 5. Rangkaian pipa
Sumber : White, (1986)

Dalam system ini tidak dapat diselesaikan dengan kaidah-kaidah di atas karena persamaannya tidak linear, maka penyelesaiannya diperoleh dengan iterasi numeric yang pertama kali dikemukakan oleh Hardy cross pada tahun 1936 .

E. Pemilihan Jenis Pipa

Dalam suatu system perpipaan, pemilihan jenis pipa adalah merupakan hal yang sangat penting karena akan menentukan kemampuan system tersebut dalam penggunaannya, Dalam pemilihan jenis pipa ada beberapa factor yang harus diperhatikan antara lain :

1. Keadaan tanah daerah pelayanan
2. Daya tekan pipa
3. Faktor ekonomi
4. Diameter pipa yang ada di pasaran

Dalam distribusi air bersih dikenal beberapa jenis pipa yang umum digunakan diantaranya;

1. Pipa besi tuang

Pipa besi tuang telah digunakan berabad-abad lamanya, sebagai contoh pipa besi tuang yang dipasang di istana Vasailis di Perancis masih dalam keadaan baik hingga saat ini. Rekor pelayanan pipa besi tuang di dunia membuktikan bahwa daya tekan korosinya sangat memuaskan dan umumnya semi permanen. Kelemahannya terletak pada kerapuhannya.

2. Pipa asbes (ACP)

Pipa ini terbuat dari bahan asbes, semen Portland dan silica. Pipa asbes mampu menahan tekanan yang diperlukan sampai 15 atm. Pipa asbes mempunyai kelebihan-kelebihan antara lain : tahan terhadap karat, tidak

mengalirkan arus listrik, ringan, mudah dipotong dan mudah dipasang. Serta biaya transportasi lebih murah.

3. Pipa PVC (*Polivinil Chlorida*)

Pipa plastik untuk air bersih mempunyai tekanan kerja 8-10 kg/cm². Pipa plastik mempunyai daya tahan yang sangat baik terhadap unsur-unsur kimia sehingga pipa tersebut tidak akan berubah sifatnya dan tidak akan rusak akibat karat. Karena sifatnya yang elastis sehingga mudah dibentuk menurut keperluan serta mudah disambung dan dipasang. Pipa plastik menjaga permukaan yang sangat licin sehingga mengurangi tekanan pengaliran air. Pipa ini juga sangat ringan.

4. Pipa besi tuang liat (DCIP)

Besi tuang cor adalah besi tuang spheroidal yang merupakan suatu hasil penemuan yang bertahun-tahun. Dewasa ini besi tuang diambil sebagai bahan pipa karena kekuatan dan ketahanannya serta karena ketahanannya terhadap korosi.

Pipa sebagai bagian pelayanan dibawah tanah akan mengalami tekanan internal yang sangat tinggi dari fluida yang mengalir didalamnya serta tekanan eksternal dari tanah dan beban yang melintasinya. Pipa besi tuang liat dapat menahan dengan aman keadaan seperti ini karena mutu dan kekuatannya yang lebih tinggi.

F. Perlengkapan Pipa Distibusi

Dalam sistem perpipaan ada beberapa bagian system tersebut yang memerlukan perlengkapan tambahan. Perlengkapan-perlengkapan yang biasa digunakan antara lain :

1. Katup (valve)

Katup merupakan alat untuk mengatur aliran atau distribusi air dalam sistem perpipaan. Berikut ini beberap jenis katup yang digunakan :

a. Katup pintu (gate valve)

Digunakan untuk pengaturan aliran, baik dengan membuka atau menutup sesuai dengan kebutuhan

b. Katup bola (globe valve)

Digunakan untuk membuka atau menutup sama sekali aliran air

c. Katup cek (check valve)

Digunakan untuk mencegah aliran balik atau dengan kata lain, digunakan untuk aliran satu arah

2. Sambungan pipa

Pada dasarnya sambungan pipa dapat dikelompokkan dalam dua bagian :

a. Sambungan yang dilakukan dengan pengelasan

Jenis-jenis sambungan yang dilakukan dengan pengelasan

1. 45° elbow

2. 90° elbow

3. 180° elbow

4. Red Tee (pemerkecil)
 5. Cross (silang)
- b. Sambungan yang dilakukan dengan ulir
1. Bushing (paking)
 2. Coupling (kopling)
 3. Cap
 4. Dll

G. Kerugian Head (Head Losses)

Kerugian head merupakan head untuk mengatasi kerugian-kerugian atau dapat dikatakan bahwa pada saat fluida melewati saluran, energi total yang dipindahkan cenderung berkurang searah arah aliran. Energi yang ini secara umum dibagi menjadi kerugian gesek (kehilangan akibat gesekan) dan kerugian minor.

Kerugian gesek merupakan pengurangan energi untuk dapat mengatasi hambatan pada aliran yang disebabkan karena pergerakan aliran itu sendiri. Kerugian ini disebabkan oleh hambatan antara partikel-partikel fluida ketika bergesekan, berguling, meluncur diantara aliran itu. Hal ini juga ditambah dengan kehilangan energi kinetis akibat adanya benturan aliran fluida yang bergerak dengan kecepatan yang tidak sama.

Pada saluran tertutup kerugian head akibat gesekan berbanding langsung dengan panjang saluran dan kecepatan serta berbanding terbalik

dengan diameter saluran. Hal ini dapat dilihat pada persamaan Darcy, (White,1995) :

$$h_f = \lambda \frac{L_s V^2}{D_s 2g} \dots\dots\dots(11)$$

Dalam hal aliran laminar, koefisien kerugian gesek untuk pipa (λ) dalam persamaan (11) dapat dinyatakan dengan :

$$\lambda = \frac{64}{Re} \dots\dots\dots(12)$$

Untuk menghitung kerugian gesek dalam pipa pada aliran turbulen koefisien kerugian gesek untuk pipa (λ) dalam persamaan (11) dapat dinyatakan dengan :

$$\lambda = 0,020 + \frac{0,0005}{D} \dots\dots\dots(13)$$

Untuk menghitung kerugian head dalam pipa yang relatif panjang seperti pada jalur pipa penyalur air bersih umumnya digunakan persamaan Hazen-Williams (Sularso,1994) sebagai berikut :

$$h_f = \frac{10,666 Q^{1,85}}{C^{1,85} D^{4,85}} L \dots\dots\dots(14)$$

Kerugian yang disebabkan karena hilangnya sebagian energi karena adanya perubahan tiba-tiba pada bentuk aliran, seperti adanya penghalang pada garis aliran atau perubahan pada kecepatan dan arah fluida disebut sebagai kerugian minor. Kerugian ini biasanya diukur pada konstruksi pipa seperti pada :

1. Lubang masuk atau lubang keluar

2. Katup –katup
3. Sambungan –sambungan
4. Belokan
5. Tahanan pada saluran masuk
6. Penyusutan atau pemuaiian tiba-tiba

Kerugian ini dapat dihitung dengan menggunakan persamaan (Tahara, Sularso , 2004) sebagai berikut :

$$h_s = \sum k \frac{V^2}{2g} \dots\dots\dots(15)$$

H. Metode Distribusi Air Bersih

Air meninggalkan unit pengolahan reservoir pembagi menuju ke konsumen dan keperluan-keperluan disalurkan melalui pipa-pipa pembagi, katup-katup, kran serta semua perlengkapan yang ada untuk menjaga kelancaran pembagian air dan kualitas air disebut system distribusi air.

Metode distribusi air bersih pada suatu wilayah sangat dipengaruhi oleh keadaan topografi atau letak sumber terhadap wilayah yang akan disuplai air pada umumnya. Metode distribusi air bersih yang sering digunakan dapat dibedakan 3 macam, yaitu:

1. Metode distribusi dengan gravitasi

Metode ini umumnya digunakan pada suatu daerah dimana sumber air yang akan disalurkan ke konsumen berada pada suatu wilayah yang lebih tinggi dari daerah suplai yang memungkinkan

untuk dialirkan secara bebas dengan memanfaatkan potensi gravitasi bumi.

Dengan ketinggian demikian akan dapat memberikan tekanan yang cukup di dalam pipa transmisi. Metode ini memang sangat baik sekali dilaksanakan apabila ukuran pipa transmisi memadai dan dapat menjamin kesulitan air apabila terjadi kondisi yang membutuhkan air dalam jumlah banyak.

2. Metode pemompaan

Disamping distribusi dengan menggunakan potensi gravitasi dapat pula dilaksanakan dengan cara pemompaan. Metode ini dapat disesuaikan dengan variasi debit air dari sumber air maupun variasi kebutuhan konsumen.

Dengan cara ini dapat memberikan debit air yang uniform sehingga pompa dapat dioperasikan pada kapasitas dengan keharusan memompa air.

3. Metode gabungan

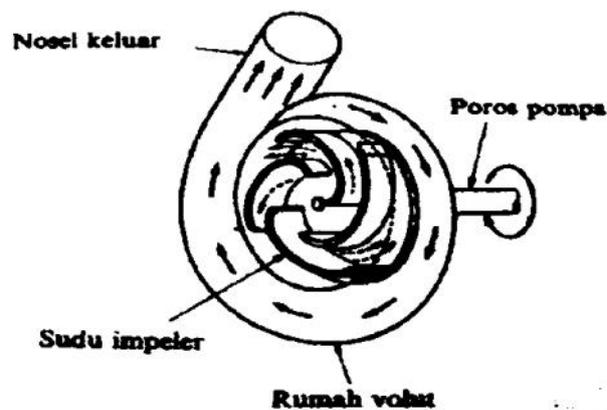
Metode ini merupakan kombinasi dengan metode gravitasi dan metode pemompaan. Pada metode ini air dipompa naik ke reservoir yang terletak pada suatu ketinggian. Kemudian dari reservoir yang berada pada ketinggian tertentu ini air dialirkan dengan memanfaatkan potensi gravitasi.

I. Pompa

Pompa adalah salah satu jenis mesin fluida yang berfungsi untuk memberikan energy kepada fluida, dimana fluida adalah zat cair, sehingga zat cair tersebut dapat dipindahkan dari suatu tempat ke tempat lain. Dalam operasinya pompa perlu digerakkan oleh suatu penggerak mula, dalam hal ini dapat digunakan motor listrik maupun motor torak.

1. Pompa sentrifugal

Pompa sentrifugal ialah jenis pompa dimana headnya dibentuk oleh gaya sentrifugal maupun lift yang ditimbulkan oleh sudu-sudu yang berputar. Pompa ini dapat diperlihatkan dalam gambar di bawah, mempunyai sebuah impeller (baling-baling) untuk mengangkat air dari tempat lebih rendah ke tempat lebih tinggi.



Gambar 6. Pompa Sentrifugal
Sumber :*Tahara, Sularso,2004*

Daya dari luar diberikan kepada poros pompa untuk memutar impeller pompa. 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. Disinilah head tekanan zat cair menjadi lebih lebih tinggi demikian pula head kecepatannya bertambah besar karena zat cair mengalami percepatan. Zat cair yang keluar dari impeller ditampung oleh saluran berbentuk volut (spiral) dikelilingi impeller dan disalurkan ke luar pompa melalui nosel. Di dalam nosel ini sebagian head kecepatan aliran diubah menjadi head tekan.

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

Dari uraian di atas jelas bahwa pompa sentrifugal dapat mengubah energy mekanik dalam bentuk kerja poros menjadi energy fluida. Energi inilah yang mengakibatkan pertambahan head tekan, head kecepatan, head potensial pada zat cair yang mengalir secara kontinyu. Pada prinsipnya pompa sentrifugal mempunyai dua komponen utama yaitu:

- a. Elemen berputar yang terdiri atas : impeller dan poros
- b. Elemen stasioner (diam) yaitu rumah pompa (casing) yang mengalirkan fluida ke impeller dengan tekanan dan kecepatan tinggi.

Bila head pompa hanya ditimbulkan oleh satu impeller saja, maka jenis pompa ini disebut pompa bertingkat satu (single state), tetapi bila impellernya lebih dari satu tingkat yang beroperasi secara seri dan digabungkan di dalam satu rumah, dimana sisi isapnya diambil dari sisi pengeluaran impeller sebelumnya maka jenis ini disebut pompa bertingkat

ganda (multy-stage pump) dan jenis ini dipergunakan bila diinginkan head pompa yang besar.

Pompa sentrifugal mungkin bekerja dengan single suction dan double suction, tergantung pada apakah fluida memasuki impeller dari satu atau dua arah aksial. Dalam hal pompa double suction, dorongan belakang terhadap poros praktis hilang dan kecepatan masukan impeller berkurang untuk ukuran tertentu.

Jenis pompa sentrifugal banyak digunakan sebagai alat transport fluida karena mempunyai kelebihan-kelebihan sebagai berikut :

- a. Bagian-bagian yang bergerak kurang, karena itu bobot pondasi kecil karena tidak ada gerak bolak-balik yang memberikan gaya pada pondasi.
- b. Dimensi kecil, konstruksinya sederhana dan biaya operasi rendah.
- c. Mudah untuk balancing, karena gerakannya hanya putaran saja.
- d. Keausan kecil karena pada bagian dalam tidak ada bagian yang saling bersinggungan
- e. Dapat dikopel langsung dan mudah disesuaikan dengan putaran tinggi dari motor penggerak.

Dalam pemilihan atau penentuan tipe pompa sentrifugal yang digunakan ditentukan berdasarkan parameter-parameter seperti kapasitas, kecepatan spesifik, dan tekanan.

2. Kapasitas

Kapasitas adalah banyaknya zat cair yang dialirkan persatuan waktu. Besarnya kapasitas ini dipengaruhi oleh banyaknya kebutuhan pemakaiannya, lamanya pompa beroperasi serta jumlah pompa yang digunakan. Berdasarkan kapasitas ini maka pompa dapat dibagi atas :

- a. Pompa berkapasitas rendah, yaitu bila kapasitasnya di bawah $20m^3/\text{jam}$
- b. Pompa berkapasitas sedang, yaitu bila kapasitasnya $20-60 m^3/\text{jam}$
- c. Pompa berkapasitas tinggi, yaitu bila kapasitasnya diatas $60 m^3/\text{jam}$

3. Kecepatan spesifik

Kecepatan spesifik adalah kecepatan dalam putaran permenit untuk menghasilkan untuk menghasilkan 1 gallon/menit pada head 1 ft (m) dengan impeller yang sebangun dengan pompa yang bersangkutan tetapi ukuran-ukuran diperkecil. Kecepatan spesifik ini dapat digunakan untuk mengklasifikasikan impeller, berdasarkan prestasi dan proporsinya tanpa memperhatikan ukuran actual dan kecepatannya bilamana impeller itu beroperasi. Berdasarkan kecepatan spesifik, pompa sentrifugal dapat digolongkan menjadi :

- a. Pompa dengan kecepatan spesifik rendah, antara (40-80) rpm
- b. Pompa dengan kecepatan spesifik sedang, antara (80-150) rpm
- c. Pompa dengan kecepatan spesifik tinggi, antara (150-300) rpm

4. Tekanan

Tekanan pada pompa merupakan salah satu factor yang sangat penting untuk menentukan jenis dan tipe pompa. Untuk tekanan pompa dapat di hitung dengan persamaan

$$P = \gamma.H \dots\dots\dots (16)$$

Berdasarkan tekanan, pompa dapat dibedakan atas :

- a. Pompa tekanan rendah yaitu dibawah 5 kg/cm^2
- b. Pompa tekanan sedang yaitu antara $5-50 \text{ kg/cm}^2$
- c. Pompa tekanan tinggi yaitu diatas 50 kg/cm^2

J. Metode Perkiraan Jumlah Penduduk

Perkiraan dan pertambahan jumlah penduduk erat sekali hubungannya dengan perencanaan suatu system penyediaan air bersih pada suatu daerah. Perkembangan dan pertambahan jumlah penduduk akan menentukan besarnya kebutuhan air bersih dimasa yang akan datang dimana hasilnya merupakan merupakan harga pendekatan dari hasil sebenarnya.

Dalam memperkirakan jumlah penduduk pada masa yang akan datang ada beberapa cara atau metode yang umum digunakan,diantaranya :

- 1. Metode Aritmetika
- 2. Metode Geometri
- 3. Metode Least-Square

1. Metode Aritmetika

Metode perhitungan dengan cara aritmetika didasarkan pada kenaikan rata-rata jumlah penduduk dengan menggunakan data terakhir dan rata-rata sebelumnya. Dengan cara ini perkembangan dan pertambahan jumlah penduduk akan bersifat linier. Perhitungan ini menggunakan persamaan berikut :

$$P_n = P_o + e n.I \dots\dots\dots(17)$$

Dimana :

$$I = \frac{P_0 - P_t}{t} \dots\dots\dots(18)$$

Metode ini sangat sesuai digunakan untuk daerah yang mempunyai angka pertumbuhan penduduk yang rendah atau pada daerah-daerah dengan derajat pertumbuhan penduduk mantap apabila jumlah dan kepadatan penduduk menjadi maksimum.

2. Metode Geometri

Perhitungan perkembangan populasi berdasarkan pada angka kenaikan penduduk rata – rata pertahun. Presentase pertumbuhan penduduk rata-rata dapat dihitung dari data sensus tahun sebelumnya. Persamaan yang digunakan untuk metode geometri ini adalah

$$P_n = P_o(1 + r)^n \dots\dots\dots(19)$$

Dimana :

$$r = \left[\frac{P_0}{P_t} \right]^{\frac{1}{t}} - 1 \dots\dots\dots(20)$$

Metode ini akan menghasilkan nilai yang lebih tinggi , karenanya presentase pertambahan sesungguhnya tidak pernah tetap, tetapi presentase tersebut akan menurun bilamana suatu daerah mencapai batas optimum. Sehingga metode ini sangat sesuai untuk daerah yang mempunyai pertambahan penduduk yang tetap.

3. Metode Least-Square

Metode ini umumnya digunakan pada daerah yang tingkat pertambahan penduduknya cukup tinggi. Perhitungan pertambahan jumlah penduduk dengan metode ini didasarkan pada data tahun-tahun sebelumnya dengan menganggap bahwa pertambahan jumlah penduduk suatu daerah disebabkan oleh kematian, kelahiran, dan migrasi. Persamaan untuk metode ini adalah :

$$Y = a. X + b \dots\dots\dots(21)$$

IV. METODOLOGI PENELITIAN

A. Waktu dan Tempat

Penelitian ini telah dilaksanakan pada bulan Maret-April 2011 di PDAM Kota Pangkep.

B. Metode Pengambilan Data

Metode yang kami lakukan dalam penelitian ini adalah :

1. Penentuan Lokasi Penelitian

Lokasi penelitian dilakukan langsung di Kota Pangkep dan di PDAM Kota Pangkep, yaitu dengan cara bertanya langsung dengan karyawan kemudian mengambil data-data yang diperlukan. Selain itu, data-data pelengkap diambil di kantor STATISTIK untuk menunjang penulisan tugas akhir ini.

2. Metode Analisa

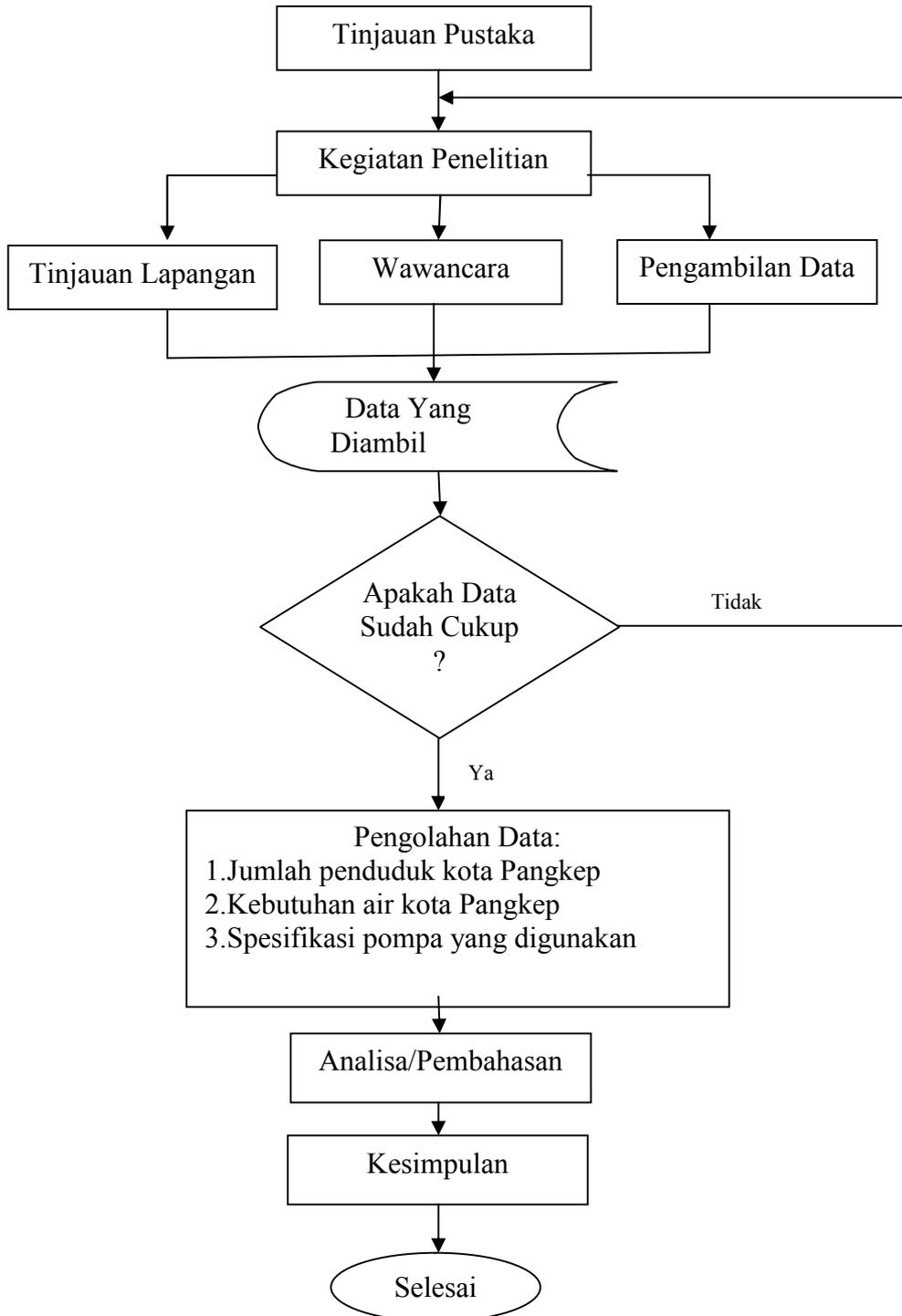
Metode analisa yang digunakan pada penelitian ini adalah metode perkiraan jumlah penduduk berupa metode Aritmetika, Last-square dan Geometri, dimana nantinya digunakan untuk mengetahui perkiraan total debit air, ditambah penggunaan air oleh fasilitas-fasilitas umum yang ada.

C. Prosedur Penelitian

1. Menghitung perkiraan jumlah penduduk Kota Pangkep dengan menggunakan tiga metode yaitu Aritmetika, Last-square dan Geometri. Dan dari ketiga metode ini diambil nilai yang terbesar.

2. Menghitung perkiraan kebutuhan air bersih masyarakat Kota Pangkep berdasarkan proyeksi dari jumlah penduduk dan fasilitas-fasilitas di Kota Pangkep.
3. Penentuan tipe pompa yang akan digunakan untuk pengembangan penyediaan air bersih.

Flow Chart



Jadwal Penelitian

No.	Kegiatan	Bulan (2010)	Bulan (2011)				
		Desember	Januari	Februari	Maret	April	Mei
1	Cari Judul						
2	Cari pustaka						
3	Buat proposal						
4	Pengambilan Data						
5	Pengolahan Data						
6	Seminar						
7	Perbaikan						
8	Ujian Meja						

V. ANALISIS PERHITUNGAN

A. Perkiraan Jumlah Penduduk Pada Tahun 2021 Yang Akan Datang

Dalam membuat perkiraan jumlah penduduk sampai tahun 2021, kami menggunakan tiga metode yaitu metode Aritmetika, metode Last-square, dan metode Geometri. Hal tersebut dilakukan untuk membandingkan metode mana yang menghasilkan perkiraan jumlah penduduk yang paling besar dan selanjutnya akan digunakan sebagai dasar memperkirakan kebutuhan air bersih penduduk pada masa yang akan datang.

Dalam memperkirakan jumlah penduduk, digunakan data-data jumlah penduduk sebelumnya. Adapun data-data jumlah penduduk Kota Pangkep yang menjadi data proyeksi adalah dari tahun 2005-2009. Hal ini dapat dilihat pada tabel berikut:

Tabel 4. Jumlah penduduk Kota Pangkep

No.	Tahun	Jumlah Penduduk
1	2005	38.096
2	2006	38.714
3	2007	38.525
4	2008	39.879
5	2009	39.866

Sumber : BPS Kota Pangkep (2010)

Metode yang digunakan dalam memperkirakan jumlah penduduk adalah sebagai berikut :

1. Metode Aritmetika

$$I = \frac{P_0 - P_t}{t}$$

$$I = \frac{39.866 - 38.096}{5}$$

$$I = 354$$

Sehingga persamaan menjadi :

$$P_n = 38.096 + 354 n \dots\dots\dots(22)$$

Dimana :

Untuk tahun 2005, n= 1

Untuk tahun 2006, n= 2

Untuk tahun 2021, n= 17, maka diperoleh:

$$\begin{aligned} P_n &= 38.096 + 354 (17) \\ &= 44.114 \text{ jiwa} \end{aligned}$$

2. Metode Last-Square

Dari data jumlah penduduk tahun 2005-2009, data tahun dijadikan data X dan jumlah penduduk dijadikan data Y

Tabel 5. Penentuan data regresi

No.	Tahun	X	Y	X ²	Y ²	XY
1	2005	-4	38.096	16	1.451.305.216	-152.384
2	2006	-3	38.714	9	1.498.773.796	-116.142
3	2007	-2	38.525	4	1.484.175.625	-77.050
4	2008	-1	39.879	1	1.590.334.641	-39.879
5	2009	0	39.866	0	1.589.297.956	0
Σ		-10	195.080	30	7.613.887.234	-385.455

$$a = \frac{(N)(\sum XY) - (\sum X)(\sum Y)}{(N)(\sum X^2) - (\sum X)^2} \dots\dots\dots(23)$$

$$a = \frac{(5)(-385.455) - (-10)(195.080)}{(5)(30) - (-10)^2}$$

a = 470,5 jiwa

$$b = \frac{(\sum X^2)(\sum Y) - (\sum X)(\sum XY)}{(N)(\sum X^2) - (\sum X)^2} \dots\dots\dots(24)$$

$$b = \frac{(30)(195.080) - (-10)(-385.455)}{(5)(30) - (-10)^2}$$

= 39.957 jiwa

Sehingga diperoleh :

$$Y = 470,5 X + 39.957$$

X = (2005-2021) = 17 , dimana X adalah tahun proyeksi.

Jadi :

$$Y = 470,5(17) + 39.957$$

= 47.955 jiwa

3. Metode Geometri

Dari data jumlah penduduk kabupaten Maros kita dapat menentukan besarnya rasio pertambahan jumlah penduduk dengan menggunakan rumus :

$$r = \left[\frac{P_0}{P_t} \right]^{\frac{1}{t}} - 1$$

$$r = \left[\frac{39.866}{38.096} \right]^{\frac{1}{5}} - 1$$

$$r = 1,0091 - 1$$

$$r = 0,0091$$

Sehingga jumlah penduduk sampai tahun 2021 dapat dihitung dengan menggunakan persamaan :

$$P_n = P_o(1+r)^n$$

$$P_n = 39.866(1+0,0091)^{17}$$

$$= 46.503 \text{ jiwa}$$

Dari hasil perhitungan di atas, bahwa perkiraan jumlah penduduk terbesar kota Pangkep (kecamatan Pangkajene) diperlihatkan pada metode Last-Square. Adapun hasil perhitungan selengkapnya dapat dilihat pada tabel berikut :

Tabel 5. Perkiraan jumlah penduduk Kota Pangkep 2010 - 2021

Tahun	Metode		
	Aritmetika	Last-square	Geometri
2010	40.220	42.780	42.092
2011	40.574	43.250	42.475
2012	40.928	43.721	42.862
2013	41.282	44.191	43.525
2014	41.636	44.662	43.646
2015	41.990	45.132	44.043
2016	42.344	45.603	44.443
2017	42.698	46.073	44.848
2018	43.052	46.544	45.256
2019	43.406	47.014	45.668
2020	43.760	47.485	46.083
2021	44.114	47.955	46.503

B. Perkiraan Kebutuhan Air Bersih

Perkiraan kebutuhan air bersih masyarakat kota Pangkep sampai tahun 2021 dapat diketahui dengan berdasarkan proyeksi jumlah penduduk dan fasilitas-fasilitas yang terdapat pada Kota Pangkep. Adapun rincian dari perkiraan kebutuhan air bersih masyarakat kota Pangkep adalah sebagai berikut :

1. Perkiraan Kebutuhan Air Bersih Untuk Seluruh Masyarakat

Dari hasil perkiraan jumlah penduduk, diperoleh bahwa jumlah penduduk Kota Pangkep sampai tahun 2021 sekitar 47.955 jiwa. Standar kebutuhan air untuk setiap orang dengan jumlah penduduk antara 10.000 – 50.000 jiwa adalah 250 liter/orang/hari (Sularso,2004). Maka kebutuhan air bersih penduduk adalah :

$$= 47.955 \times 250 \quad \text{liter/orang/hari}$$

$$= 11.988.750 \quad \text{liter/orang/hari}$$

$$= 11.988,7 \quad \text{m}^3/\text{orang/hari}$$

$$= 0,139 \quad \text{m}^3/\text{s}$$

2. Perkiraan Kebutuhan Air Bersih Untuk Fasilitas Pendidikan

Perkiraan kebutuhan air untuk fasilitas pendidikan sampai tahun 2021 digunakan persamaan

$$P_n = P_o (1 + 0,0091)^n$$

Adapun standar kebutuhan air untuk fasilitas pendidikan adalah 40 – 50 liter/orang/hari (Sularso,2004). Disini kita mengambil 50 liter/orang/hari. Maka jumlah siswa, guru dan pegawai pada tahun 2021 dapat dilihat pada tabel berikut :

Tabel 6. Perkiraan jumlah siswa, guru dan pegawai dan kebutuhan air tahun 2021

No	Jenis Sarana	Jumlah siswa, guru dan pegawai		Kebutuhan air (m ³ /hari)
		Tahun 2009	Tahun 2021	
1	TK	1000	1167	58,35
2	SD	6264	7307	365,35
3	SLTP	2321	2707	135,35
4	SMU/SMK	1534	1789	89,45
5	PT	389	454	22,7
Total		11509	13424	671,2

Jadi total kebutuhan air bersih untuk fasilitas pendidikan sampai tahun 2021 adalah

$$= 671,2 \text{ m}^3/\text{hari}$$

$$= 0,00777 \text{ m}^3/\text{s}$$

3. Perkiraan Kebutuhan Air Bersih Untuk Fasilitas Peribadatan

Untuk perkiraan jumlah kebutuhan air pada fasilitas peribadatan menggunakan persamaan yang sama dengan fasilitas pendidikan, yaitu

$$P_n = P_o (1 + 0,0091)^n$$

Dimana standar kebutuhan air untuk fasilitas peribadatan 2 m³/unit/hari (Sularso, 2004), maka perkiraan kebutuhan air untuk fasilitas peribadatan dapat dilihat pada tabel berikut :

Tabel 7. Perkiraan jumlah sarana ibadah dan kebutuhan air tahun 2021

No	Jenis Sarana	Jumlah tempat ibadah		Kebutuhan air (m ³ /hari)
		Tahun 2009	Tahun 2021	
1	Masjid	45	53	106
2	Musholla/langgar	4	5	10
3	Gereja	-	-	-
Total		49	58	116

Jadi total kebutuhan air bersih untuk fasilitas peribadatan sampai tahun 2021 adalah

$$= 116 \text{ m}^3/\text{hari}$$

$$= 0,00134 \text{ m}^3/\text{s}$$

4. Perkiraan Kebutuhan Air Bersih Untuk Fasilitas Kesehatan

Dengan menggunakan persamaan yang sama dengan fasilitas sebelumnya,

$$P_n = P_o(1 + 0,0091)^n$$

Dimana standar kebutuhan air untuk fasilitas kesehatan 250 l/tempat tidur/hari (Sularso,2004), maka perkiraan kebutuhan air untuk fasilitas kesehatan dapat dilihat pada tabel berikut :

Tabel 8. Perkiraan jumlah tempat tidur dan kebutuhan air tahun 2021

No	Jenis Sarana	Jumlah tempat tidur		Kebutuhan air (m ³ /hari)
		Tahun 2009	Tahun 2021	
1	Rumah sakit	158	185	46,25
2	Rumah Bersalin	9	11	2,75
3	Puskesmas	14	17	4,25
4	Posyandu	-	0	0
5	Klinik/BK	1	2	0,5
Total		416	503	53,75

Jadi total kebutuhan air bersih untuk fasilitas kesehatan sampai tahun 2021 adalah

$$= 53,75 \text{ m}^3/\text{hari}$$

$$= 0,00062 \text{ m}^3/\text{s}$$

5. Perkiraan Kebutuhan Air Bersih Untuk Fasilitas Perkantoran

Kebutuhan air untuk fasilitas perkantoran ini, dapat diketahui dengan cara mengetahui yang menempati berbagai instansi pemerintah maupun swasta yang ada di Kota Pangkep. Jumlah pegawai/karyawan berdasarkan registrasi penduduk tahun 2010 (Pemda Kota Pangkep) dan BPS kab. Pangkep Tahun 2010 sekitar 2.969 orang. Sehingga jumlah pegawai/karyawansampai tahun 2021 diperkirakan sebagai berikut :

$$\begin{aligned} P_n &= P_o(1+r)^n \\ &= 2.969(1+0,0091)^{17} \\ &= 3.464 \text{ orang} \end{aligned}$$

Berdasarkan standar kebutuhan air bersih untuk fasilitas perkantoran adalah 120 liter/pegawai/hari (Sularso,2004), maka kebutuhan air bersih untuk sampai tahun 2021 adalah :

$$\begin{aligned} &= 3.464 \times 0,12 \text{ m}^3/\text{hari} \\ &= 415,68 \text{ m}^3/\text{hari} \\ &= 0,00481 \text{ m}^3/\text{s} \end{aligned}$$

6. Kebutuhan Total Air Bersih Sampai Tahun 2021

Kebutuhan total air bersih sampai tahun 2021 adalah jumlah keseluruhan kebutuhan air bersih masyarakat dan fasilitas – fasilitas yang ada, yaitu :

$$\begin{aligned} &= (0,139+0,00777+0,00134+0,00062+0,00481) \text{ m}^3/\text{s} \\ &= 0,15354 \text{ m}^3/\text{s} \end{aligned}$$

C. Perhitungan Pompa

Untuk mengetahui suatu perhitungan yang baik bagi pompa, maka harus diketahui kapasitas pompa, head total pompa, daya pompa.

1. Kapasitas Pompa

Berdasarkan debit air yang harus disalurkan yaitu sebesar $0,1534 \text{ m}^3/\text{s}$ atau $13.265,8 \text{ m}^3/\text{hari}$ maka jumlah pompa yang digunakan adalah 3 buah pompa utama dan 1 pompa cadangan (Tahara,Suarso,2004)

a. Debit efektif dalam jam pengoperasian pompa:

$$\begin{aligned} Q_e &= 13.265,8 / 8 \text{ m}^3/\text{hari} \\ &= 1658,2 \text{ m}^3/\text{jam} \\ &= 0,461 \text{ m}^3/\text{s} \end{aligned}$$

b. Debit efektif tiap pompa yang akan digunakan

Bahwa debit pompa dapat diketahui dengan cara membagi debit yang dibutuhkan (debit efektif) dengan jumlah pompa yang akan dipakai (Tahara,Sualrso,2004)

$$\begin{aligned} Q_{ep} &= \frac{\text{debit efektif}}{\text{jumlah pompa}} \\ &= \frac{0,461}{3} \\ &= 0,1536 \text{ m}^3/\text{s} \end{aligned}$$

c. Debit teoritis pompa

$$Q_{th} = \frac{Q_{ep}}{\eta \eta v}$$

Dimana :

$$Q_{ep} = \text{Debit fektif pompa} = 0,1536 \text{ m}^3/\text{s}$$

$$\eta_v = \text{efisiensi volumetris (0,90-0,98)}$$

$$= \text{diambil } 0,96$$

$$Q_{th} = \frac{Q_{ep}}{\eta \eta_v}$$

$$= \frac{0,1536}{0,96}$$

$$= 0,160 \text{ m}^3/\text{s}$$

2. Head Total Pompa

Head total pompa dapat dihitung dengan persamaan berikut:

$$H = h_a + h_l + \frac{v_d^2}{2g}$$

Dimana :

V_d = kecepatan aliran rata-rata pada pipa (m/s)

h_a = perbedaan tinggi antara muka air di sisi keluar dan disisi isap (m)

h_l = berbagai kerugian head di pipa, katup, belokan, sambungan, dll (m)

g = percepatan gravitasi = 9,81 (m/s²)

a. Kecepatan aliran dalam pipa

1. Kecepatan air pada pipa isap

$$V_s = \frac{4Q_{ep}}{\pi D_s^2} \text{ (m/s)}$$

Dimana :

$$Q_{ep} = \text{Kapasitas efektif pompa} = 0,137 \text{ m}^3/\text{s}$$

$$D_s = \text{Diameter pipa isap} = 0,25 \text{ m (diketahui)}$$

Jadi :

$$V_s = \frac{4(0,1536)}{3,14(0,25)^2}$$
$$= 3,131 \text{ m/s}$$

2. Kecepatan air pada pipa tekan

$$V_d = \frac{4Q_p}{\pi D_D^2} \text{ (m/s)}$$

Dimana :

$$Q_{ep} = \text{Kapasitas efektif pompa} = 0,1536 \text{ m}^3/\text{s}$$

$$D_d = \text{Diameter pipa tekan} = 0,30 \text{ m (diketahui)}$$

Jadi :

$$V_d = \frac{4(0,1536)}{3,14(0,30)^2}$$
$$= 2,174 \text{ m/s}$$

b. Karakteristik aliran dalam pipa

1. Untuk pipa isap

$$Re = \frac{V_s \cdot D_s}{\nu}$$

Dimana :

$$D_s = \text{Diameter pipa isap} = 0,25 \text{ m (diketahui)}$$

$$V_s = \text{Kecepatan aliran pada pipa isap} = 3,131 \text{ m/s}$$

$$\nu = \text{viskositas kinematis air pada temperatur } 20^\circ$$

$$= 1,005 \times 10^{-6} \text{ m}^2/\text{s} \text{ (lampiran 7)}$$

Jadi,

$$\text{Re} = \frac{(3,131) \times (0,25)}{1,005 \times 10^{-6}}$$

$$= 7,788 \times 10^5$$

Karena $\text{Re} > 4000$, maka aliran bersifat turbulen

2. Untuk pipa tekan

$$\text{Re} = \frac{Vd.Dd}{\nu}$$

Dimana :

Dd = Diameter pipa tekan = 0,30 m (diketahui)

Vd = Kecepatan aliran pada pipa tekan = 2,174 m/s

ν = viskositas kinematis air pada temperatur 20 °

$$= 1,005 \times 10^{-6} \text{ m}^2/\text{s} \text{ (lampiran 7)}$$

Jadi,

$$\text{Re} = \frac{(2,174) \times (0,30)}{1,005 \times 10^{-6}}$$

$$= 6,489 \times 10^5$$

Karena $\text{Re} > 4000$, maka aliran bersifat turbulen

c. Kerugian dalam pipa

1. Kerugian dalam pipa isap

$$h_{fs} = \lambda \frac{L_s V^2}{D_s 2g}$$

Dimana :

D_s = Diameter pipa isap = 0,25 m (diketahui)

L_s = Panjang pipa isap = 5 m (diketahui)

λ = koefisien kerugian gesek

v = kecepatan air pada pipa isap = 3,131 m/s

g = percepatan gravitasi = 9,81 m/s²

Jadi :

$$\lambda = 0,020 + \frac{0,0005}{D}$$

$$= 0,020 + \frac{0,0005}{0,25}$$

$$= 0,022$$

$$h_{fs} = 0,022 \frac{6 \times (3,131)^2}{0,25 \times 2 \times (9,81)}$$

$$h_{fs} = 0,219 \text{ m}$$

2. Kerugian dalam pipa tekan

$$h_{fd} = \lambda \frac{L_d V^2}{D_d 2g}$$

Dimana :

D_d = Diameter pipa tekan = 0,30 m (diketahui)

L_d = Panjang pipa tekan = 1154 m (diketahui)

λ = koefisien kerugian gesek

v = kecepatan air pada pipa tekan = 2,174 m/s

g = percepatan gravitasi = 9,81 m/s²

Jadi :

$$\begin{aligned}\lambda &= 0,020 + \frac{0,0005}{D} \\ &= 0,020 + \frac{0,0005}{0,30} \\ &= 0,0216\end{aligned}$$

$$h_{fd} = 0,022 \frac{1154 \times (2,174)^2}{0,30 \times 2 \times (9,81)}$$

$$h_{fd} = 20,015 \text{ m}$$

3. Kerugian lokal dalam pipa isap

Pada pipa isap, digunakan katup dengan saringan ($k = 1,78$), satu belokan

90° ($k = 0,75$), maka :

$$\begin{aligned}h_{ks} &= \sum k \frac{v^2}{2g} \quad ; \sum k = 2,53 \\ &= 2,53 \frac{(3,131)^2}{2(9,81)} \\ &= 1,264 \text{ m}\end{aligned}$$

4. Kerugian lokal dalam pipa tekan

Pada pipa tekan, digunakan 4 belokan 90° ($k = 0,75$), satu buah

katupgerbang ($k = 0,19$) maka :

$$\begin{aligned}h_{ks} &= \sum k \frac{v^2}{2g} \quad ; \sum k = 3,19 \\ &= 3,19 \frac{(2,174)^2}{2(9,81)} \\ &= 0,768 \text{ m}\end{aligned}$$

5. Kerugian akibat kontraksi pada pipa isap

Kerugian yang dialami pipa isap ketika mengalami kontraksi (bagian yang menyempit) dari diameter (d_1) 0,25 m ke (d_2) 0,2 m akibat penggunaan pompa dengan diameter isap 0,2 m, maka :

$$h_{Ls} = K_L \frac{(V_1 - V_2)^2}{2g}$$

Dimana :

$$V_1 = \frac{4(0,1536)}{3,14(0,20)^2} = 4,891 \text{ m/s}$$

$$V_2 = \frac{4(0,1536)}{3,14(0,25)^2} = 3,131 \text{ m/s}$$

$$K_L = 0,18$$

maka :

$$\begin{aligned} h_{Ls} &= K_L \frac{(V_1 - V_2)^2}{2g} \\ &= 0,18 \frac{(4,891 - 3,131)^2}{2(9,81)} \\ &= 0,028 \text{ m} \end{aligned}$$

6. Kerugian akibat kontraksi pada pipa tekan

Kerugian yang dialami pipa tekan ketika mengalami ekspansi (bagian yang melebar) dari diameter (d_1) 0,15 m ke (d_2) 0,30 m akibat penggunaan pompa dengan diameter tekan 0,30 m, maka :

$$h_{Ld} = K_L \frac{(V_1 - V_2)^2}{2g}$$

Dimana :

$$V_1 = \frac{4(0,1536)}{3,14(0,15)^2} = 8,696 \text{ m/s}$$

$$V_2 = \frac{4(0,1536)}{3,14(0,30)^2} = 2,174 \text{ m/s}$$

$$k_L = 1$$

maka :

$$\begin{aligned} h_{Ld} &= K_L \frac{(V_1 - V_2)^2}{2g} \\ &= \frac{(8,696 - 2,174)^2}{2(9,8)} \\ &= 0,332 \text{ m} \end{aligned}$$

Jadi, Kerugian total adalah :

$$\begin{aligned} h_{\text{tot}} &= h_{fs} + h_{fd} + h_{ks} + h_{kd} \\ &= 0,219 + 20,015 + 1,264 + 3,19 + 0,028 + 0,332 \\ &= 25,048 \text{ m} \end{aligned}$$

Perhitungan Head Total Pompa

$$H = h_a + h_l + \frac{v_d^2}{2g}$$

Dimana :

$$V_d = 2,174 \text{ m/s}$$

$$h_a = -3 \text{ m}$$

$$h_l = 25,048 \text{ m}$$

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

$$\begin{aligned}
 H &= -3 + 25,048 + \frac{(2,174)^2}{2(9,81)} \\
 &= 22,289 \text{ m} \\
 &\approx 23 \text{ m}
 \end{aligned}$$

3. Daya Pompa

a. Daya Air (Pw)

Daya air merupakan energi yang secara efektif di terima oleh air dari pompa per satuan waktu. Daya air (hidrolik) dapat dihitung dengan rumus:

$$P_w = \rho \cdot g \cdot Q \cdot H$$

Dimana :

$$\begin{aligned}
 \rho &= \text{Massa jenis air, pada temperatur } 20 \text{ }^\circ\text{C} \\
 &= 998 \text{ kg/m}^3 \text{ (lampiran 7)}
 \end{aligned}$$

$$g = \text{percepatan gravitasi} = 9,81 \text{ m/s}^2$$

$$Q_{ep} = \text{kapasitas efektif pompa} = 0,1536 \text{ m}^3/\text{s}$$

$$H = \text{head total pompa} = 22,289 \text{ m}$$

Jadi :

$$\begin{aligned}
 P_w &= 998 \times 9,81 \times 0,1536 \times 22,289 \\
 &= 33.518,251 \text{ watt} \\
 &= 33,518 \text{ kW}
 \end{aligned}$$

b. Daya Poros Pompa (Pp)

Daya poros yang diperlukan untuk menggerakkan sebuah pompa adalah sama dengan daya air ditambah kerugian daya di dalam pompa. Daya ini dapat dinyatakan sebagai berikut (Sularso, 2004) :

$$P_p = \frac{P_w}{\eta_{\eta p}}$$

Dimana:

P = Daya poros pompa (watt)

P_w = Daya air (watt)

$\eta_{\eta p}$ = Efisiensi pompa

Untuk dapat menentukan efisiensi suatu pompa, maka terlebih dahulu mengetahui besarnya putaran spesifik (n_s), kapasitas efektif (Q_{ep}) dari pompa tersebut. Putaran spesifik dapat dihitung dengan rumus sebagai berikut (Sularso,2004) :

$$n_s = \frac{n\sqrt{Q}}{H_p^{3/4}}$$

Dimana :

n = Putaran pompa = 1500 rpm (lampiran 5)

Q_{ep} = Kapasitas efektif pompa = 9,216 m³/menit

H = head total pompa = 22,289m

$$\text{Jadi, } n_s = \frac{1500\sqrt{9,216}}{(22,289)^{3/4}}$$

$$= 443,909$$

$$\approx 444$$

Dengan melihat diagram efisiensi standar pompa, untuk $Q_{ep} = 9,216\text{m}^3/\text{menit}$ dan $n_s = 444$, maka $\eta_p = 80\%$ (lampiran 8) , maka :

$$P_p = \frac{33.518,251}{0,80}$$

$$= 41.897,813 \text{ watt}$$

Jadi, daya poros pompa :

$$P_p = 41,897 \text{ kW}$$

c. Daya Motor Penggerak Pompa (P_m)

Daya motor penggerak pompa harus lebih besar dari daya poros pompa ,
hal ini tergantung pada jenis motor dan hubungan poros pompa dengan
poros motor :

$$P_m = \frac{P_p (1 + \alpha)}{\eta_t}$$

Dimana :

$$P_p = \text{Daya poros pompa} = 41.897,813 \text{ watt}$$

α = faktor yang bergantung jenis motor, motor induksi

$$= 0,1 - 0,2 \text{ (lampiran 6)}$$

$$= 0,2 \text{ (dipilih)}$$

η_t = efisiensi transmisi (lampiran 6)

$$= 0,95 \text{ (kopling)}$$

maka

$$P_m = \frac{41.897,813 (1 + 0,2)}{0,95}$$

$$= 52.923,553 \text{ watt}$$

$$= 52,923 \text{ kW}$$

Berdasarkan hasil perhitungan pompa, maka dipilih tipe pompa sebagai berikut (dinormalisasikan dengan brosur pompa sentrifugal) :

Merk : Ebara pump

Tipe : 200 × 150 FS 4K 5 55

Daya pompa : 55 kW

Head : 23 m

Kapasitas : 153 l/s

VI. PEMBAHASAN

Berdasarkan pemakaian air bersih sampai tahun 2021 dalam hal ini konsumsi air bersih oleh penduduk ditambah dengan penggunaan air bersih untuk keperluan lainnya, maka total kebutuhan air bersih untuk penduduk kota Pangkep sampai tahun 2021 adalah sebesar $0,15354\text{m}^3/\text{s}$. Dalam penentuan perkiraan jumlah penduduk sampai tahun 2021 menggunakan metode Last-Square karena menghasilkan jumlah perkiraan penduduk yang paling besar. Di mana pada kenyataannya untuk menghitung/memperkirakan jumlah penduduk menggunakan metode geometri.

Sedangkan kapasitas air bersih yang dapat diproduksi oleh PDAM Pangkep sekitar $0,090\text{ m}^3/\text{s}$. Oleh karena itu PDAM Pangkep harus melakukan penambahan debit sebesar $0,063\text{m}^3/\text{s}$.

Untuk mengatasi kekurangan produksi di kota Pangkep direncanakan jenis pompa yang sesuai dengan kebutuhan air bersih di kota Pangkep. Dari perhitungan pompa diperoleh kapasitas pompa yaitu sebesar $0,1536\text{m}^3/\text{s}$, head pompa yaitu $22,289\text{m}$, daya pompa yaitu $52,923\text{ kW}$.

Berdasarkan hasil perhitungan pompa, maka dipilih tipe pompa sebagai berikut (dinormalisasikan dengan brosur pompa sentrifugal) :

Merk : Ebara pump
Tipe : $200 \times 150\text{ FS }4\text{K }5\text{ }55$
Daya pompa : 55 kW
Head : 23 m
Kapasitas : $153,6\text{ l/s}$

VII. PENUTUP

A. Kesimpulan

Dari hasil analisis kebutuhan air bersih pada instalasi PDAM Kota Pangkep, maka kami dapat menarik kesimpulan yaitu sebagai berikut :

1. Kapasitas air yang dibutuhkan masyarakat Kota Pangkep sampai tahun 2021 yaitu sekitar $0,153\text{m}^3/\text{s}$, sedangkan kapasitas produksi saat ini $0,090\text{ m}^3/\text{s}$, sehingga kapasitas tambahan sebesar $0,063\text{m}^3/\text{s}$.

Rincian kebutuhan air sampai tahun 2021 :

- a. Penduduk = $0,139\text{ m}^3/\text{s}$
 - b. Fasilitas pendidikan = $0,00777\text{ m}^3/\text{s}$
 - c. Fasilitas peribadatan = $0,00134\text{ m}^3/\text{s}$
 - d. Fasilitas kesehatan = $0,00062\text{ m}^3/\text{s}$
 - e. Fasilitas perkantoran = $0,00481\text{ m}^3/\text{s}$
2. Berdasarkan hasil perhitungan pompa, maka dipilih tipe pompa sebagai berikut (dinormalisasikan dengan brosur pompa sentrifugal) :

Merk : Ebara pump

Tipe : $200 \times 150\text{ FS }4\text{K }5\text{ }55$

Daya pompa : 55 kW

Head : 23 m

Kapasitas : $153,6\text{ l/s}$

B. Saran

1. Sekiranya PDAM Pangkep bisa mempertimbangkan analisis yang telah kami lakukan agar dapat terpenuhinya kebutuhan air bersih pada Kota Pangkep sebagaimana mestinya.

DAFTAR PUSTAKA

1. Haruo Tahara, Sularso. 2004. **Pompa dan Kompresor**(terjemahan). Pradnya Paramita, Jakarta.
2. M. White, Frank dan Hariandja, Manahan. 1988. **Mekanika Fluida** (terjemahan). Erlangga, Jakarta.
3. Manga, J.B. 1990. **Dasar-dasar Pompa dan Perencanaan**. Fakultas Teknik, Ujung Pandang.
4. Raswari. 1986. **Teknologi Dan Perencanaan Sistem Perpipaan**. Edisi Kedua. Universitas Indonesia, Jakarta.
5. Streeter, Victor L. dan Prijono, Arko 1988. **Mekanika Fluida**(terjemahan). Erlangga, Jakarta.
6. V.Giles, Ranald dan Herman Widodo Sumitro. 1984. **Mekanika Fluida dan Hidrolika**(terjemahan). Edisi kedua., Erlangga, Jakarta.

LAMPIRAN

Lampiran 1

Tabel 1. Jumlah kebutuhan air maksimum per orang per hari menurut kelompok jumlah penduduk

Jumlah penduduk (satuan: 10.000 orang)	Kebutuhan air (l/orang · hari)
Kurang dari 1	150-300
1-5	200-350
5-10	250-400
10-30	300-450
30-100	350-500
Lebih dari 100	Lebih dari 400

Sumber : Sularso(2004)

Tabel 2. Jumlah air yang dipakai per orang dan waktu pemakaiannya menurut jenis gedung

Jenis gedung	Pemakaian air rata-rata per hari (l)	Waktu pemakaian air rata-rata (jam)	Keterangan
Kantor	100-120	8	Per karyawan
Rumah sakit	250-1000	10	Per tempat tidur (pasien luar: 8 l, karyawan: 120 l, perawat: 160 l.)
Gedung bioskop dan sandiwara	10	3	Per pengunjung
Toko, depart- ment store	3	8	Per pengunjung (karyawan: 100 l, karyawan penghuni: 160 l).
Rumah makan	15	7	- " -
Kafeteria	30	5	- " -
Perumahan	160-250	8-10	Per penghuni
Hotel, losmen	150-300	10	Per tamu
Sekolah dasar, sekolah lanju- tan	40-50	5-6	Per murid
Laboratorium	100-200	8	Per karyawan
Pabrik	60-140	8	Per orang per shift (pria: 80 l, wanita: 100 l)
Stasiun kereta api	3	15	Per penumpang

Sumber : Sularso(2004)

Lampiran 2

Tabel 4. Koefisien kehilangan lokal

BENTUK SAMBUNGAN	k
Katup bundar (Globe valve), terbuka	10
Katup sudut (angle valve), terbuka	5
Close return bend (longgungan tidak dengan aliran kembali)	2,2
Sambungan bentuk T (T, trough side outlet)	1.8
Sambungan siku dengan jari-jari pendek (Short radius elbow)	0,9
Sambungan siku dengan jari-jari medium	0,75
Sambungan siku dengan jari-jari panjang	0,60
Sambungan sudut 45° (45° - elbow)	0,42
Katup gerbang (Gate valve), terbuka	0,19
Sudut tajam masuk ke pipa (Sharp-edged entrance to pipe)	0,5
Re-entrant entrance to pipe	10
Pembesaran tiba-tiba A ₁ ke A ₂ (sudden enlargement)	$(1 - \frac{A_1}{A_2})^2$

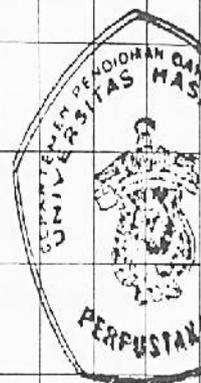
Sumber : Manga(1990)

Lampiran 3

Tabel 6. Koefisien kerugian dari berbagai katup

Jenis katup \ Diameter (mm)	100	150	200	250	300	400	500	600	700	800	900	1.000	1.200	1.350	1.500	1.650	1.800	2.000	
Katup sorong	0,14	0,12	0,10	0,09	0,07	= 0													
Katup kupu-kupu	0,6–0,16 (bervariasi menurut konstruksi dan diameternya)																		
Katup putar	0,09–0,026 (bervariasi menurut diameternya)																		
Katup cegah jenis ayun			1,2	1,15	1,1	1,0	0,98	0,96	0,94	0,92	0,9	0,88							
Katup cegah tutup-cepat jenis tekanan			1,2	1,15	1,1	1,0	0,9	0,8	0,7	0,6	0,5	0,4							
Katup cegah jenis angkat bebas	1,44	1,39	1,34	1,3	1,2														
Katup cegah tutup-cepat jenis pegas	7,3	6,6	5,9	5,3	4,6														
Katup kepak	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0,9–0,5 (bervariasi menurut diameternya)								
Katup isap (dengan saringan)	1,97	1,91	1,84	1,78	1,72														

Sumber : Sularso(2004)



Lampiran 4

Tabel 7. Putaran sinkron motor listrik

Jumlah kutub	Putaran sinkron
2	3000 rpm
4	1500
6	1000
8	750
10	600
12	500

Sumber : Sularso(2004)

Lampiran 5

Tabel 8. Perbandingan cadangan

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

Sumber : Sularso(2004)

Tabel 9. Efisiensi transmisi

Jenis transmisi		η_t
Sabuk rata Sabuk-V		0,9-0,93 0,95
Roda gigi	roda gigi lurus satu tingkat	0,92-0,95
	roda gigi miring satu tingkat	0,95-0,98
	roda gigi kerucut satu tingkat	0,92-0,96
	roda gigi planiter sstu tingkat	0,95-0,98
Kopling hidrolis		0,95-0,97

Sumber : Sularso(2004)

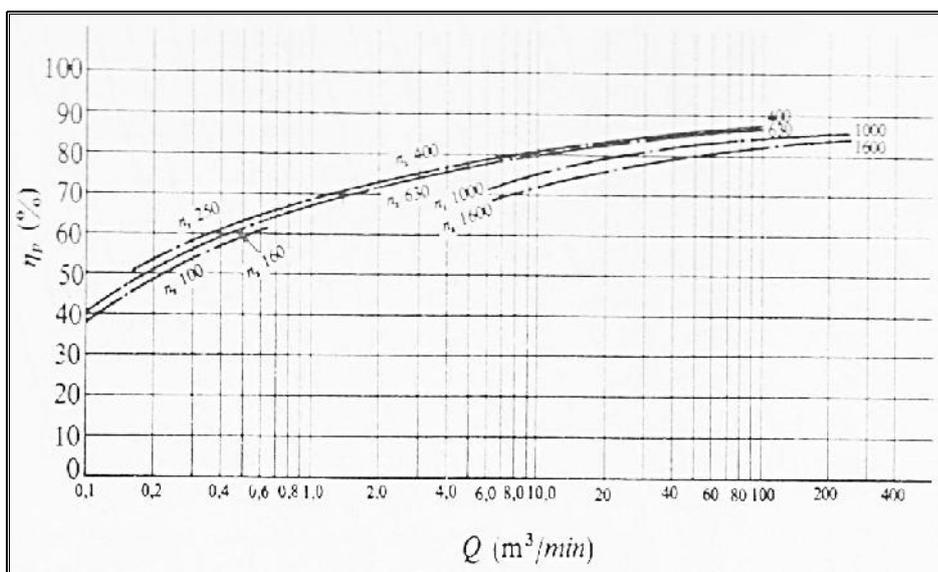
Lampiran 6

Tabel 10. Kerapatan dan kekentalan air pada 1 atm

$T, ^\circ\text{C}$	$\rho, \text{kg/m}^3$	$\mu, (\text{N}\cdot\text{s})/\text{m}^2$	$\nu, \text{m}^2/\text{s}$	$T, ^\circ\text{F}$	$\rho, \text{slug/ft}^3$	$\mu, (\text{lb}\cdot\text{s})/\text{ft}^2$	$\nu, \text{ft}^2/\text{s}$
0	1000	1.788 E-3	1.788 E-6	32	1.940	3.73 E-5	1.925 E-5
10	1000	1.307 E-3	1.307 E-6	50	1.940	2.73 E-5	1.407 E-5
20	998	1.003 E-3	1.005 E-6	68	1.937	2.09 E-5	1.082 E-5
30	996	0.799 E-3	0.802 E-6	86	1.932	1.67 E-5	0.864 E-5
40	992	0.657 E-3	0.662 E-6	104	1.925	1.37 E-5	0.713 E-5
50	988	0.548 E-3	0.555 E-6	122	1.917	1.14 E-5	0.597 E-5
60	983	0.467 E-3	0.475 E-6	140	1.908	0.975 E-5	0.511 E-5
70	978	0.405 E-3	0.414 E-6	158	1.897	0.846 E-5	0.446 E-5
80	972	0.355 E-3	0.365 E-6	176	1.886	0.741 E-5	0.393 E-5
90	965	0.316 E-3	0.327 E-6	194	1.873	0.660 E-5	0.352 E-5
100	958	0.283 E-3	0.295 E-6	212	1.859	0.591 E-5	0.318 E-5

Sumber : Manga(1990)

Lampiran 7



Gambar 7. Efisiensi standar pompa
Sumber :Tahara, Sularso(2004)

Lampiran 8



Gambar 8. Pompa Dan Pipa Yang Digunakan
Sumber : foto scan (2011)

Lampiran 9

BROSUR POMPA



EBARA

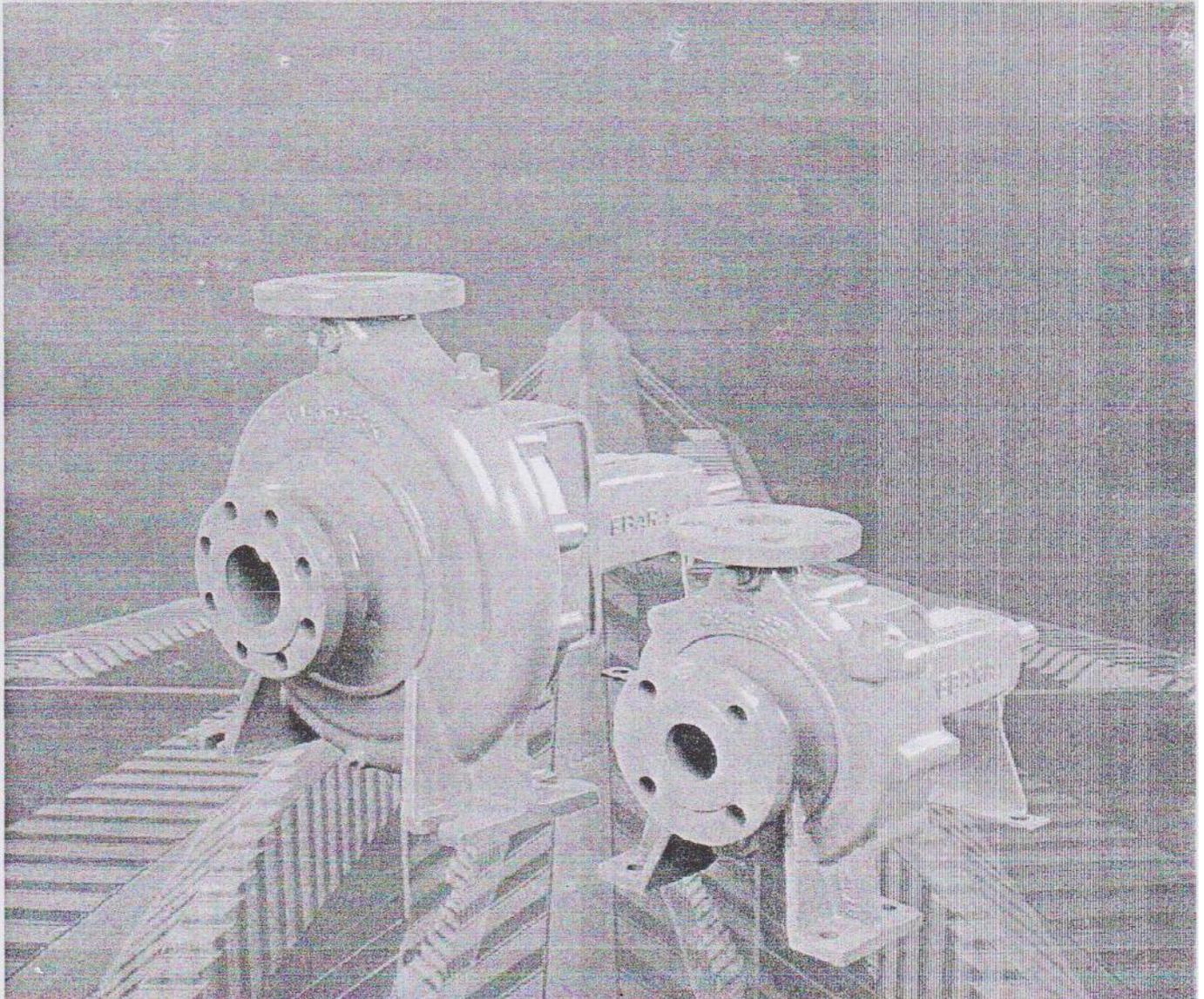


FS8001A-5

END SUCTION VOLUTE PUMP

Model **FSA**

50Hz



END SUCTION VOLUTE PUMP

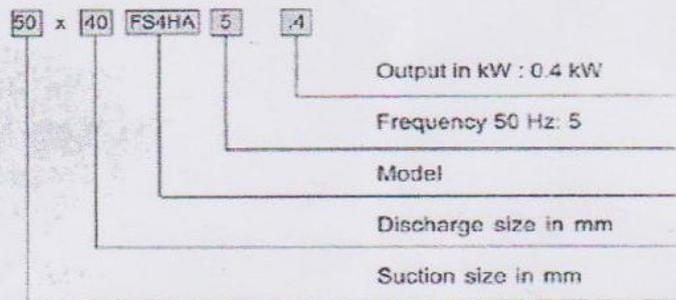
■ FEATURES

1. Easy maintenance BPO (Back Pull Out) feature allows all rotating element to be removed without disconnecting the suction and discharge pipework.
2. Top centerline discharge, foot support under casing for maximum resistance to misalignment and distortion from pipe loads.
3. Higher operating efficiency over a wider range of capacities, lowers operational cost.

■ APPLICATIONS

1. Water supply.
2. Hot and cold water circulation.
3. For cooling tower.
4. Fire-fighting application.
5. Irrigation.
6. Industrial use.
7. Drainage.

■ MODEL CODE



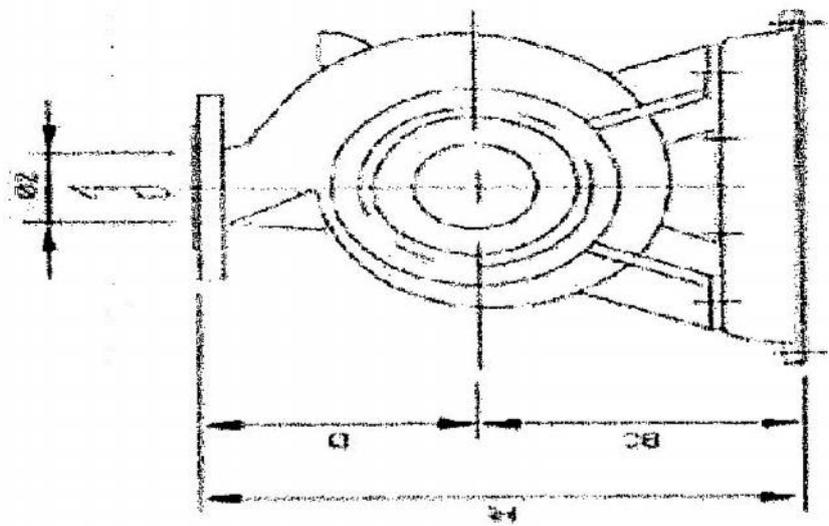
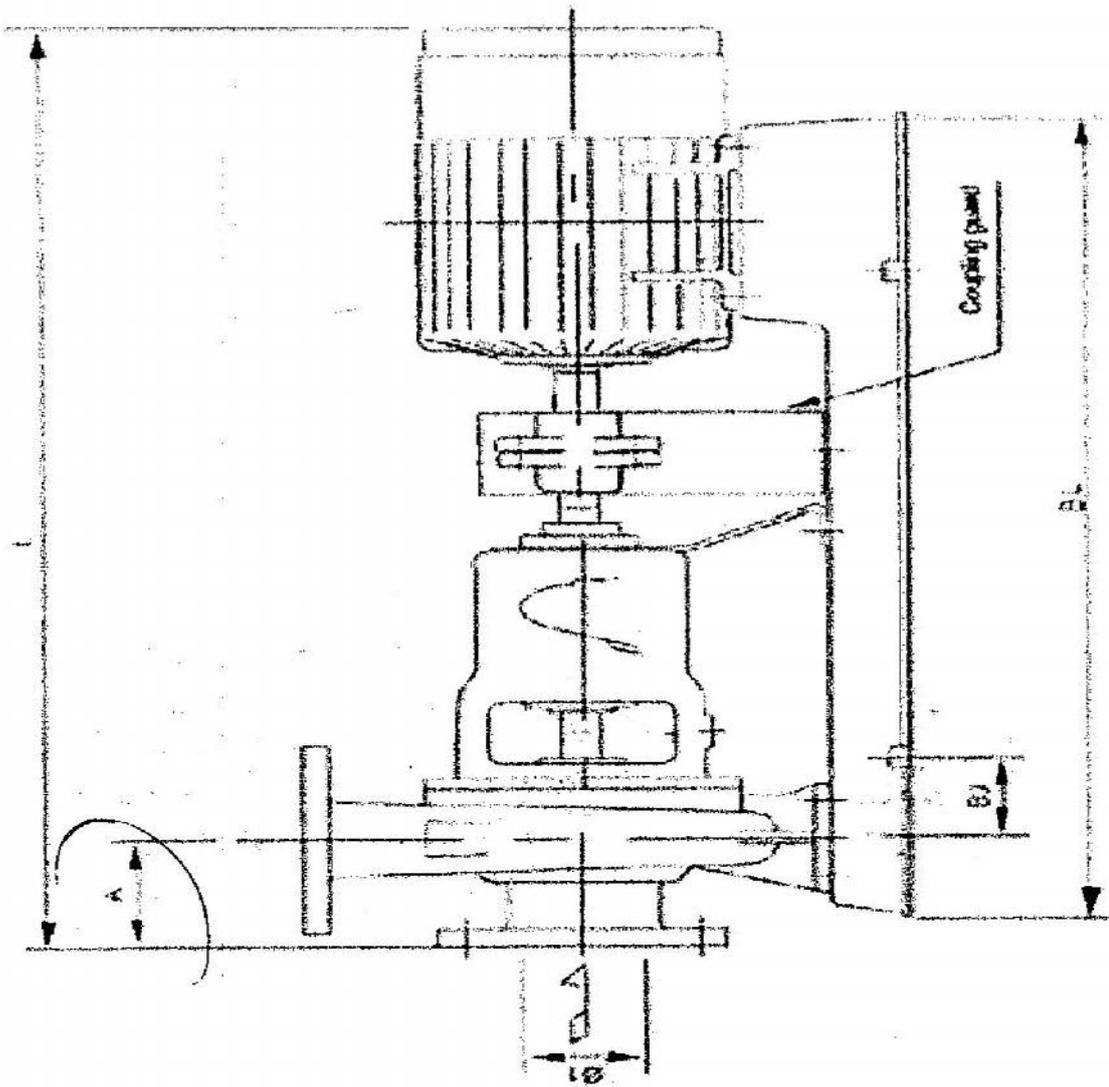
■ SPECIFICATION

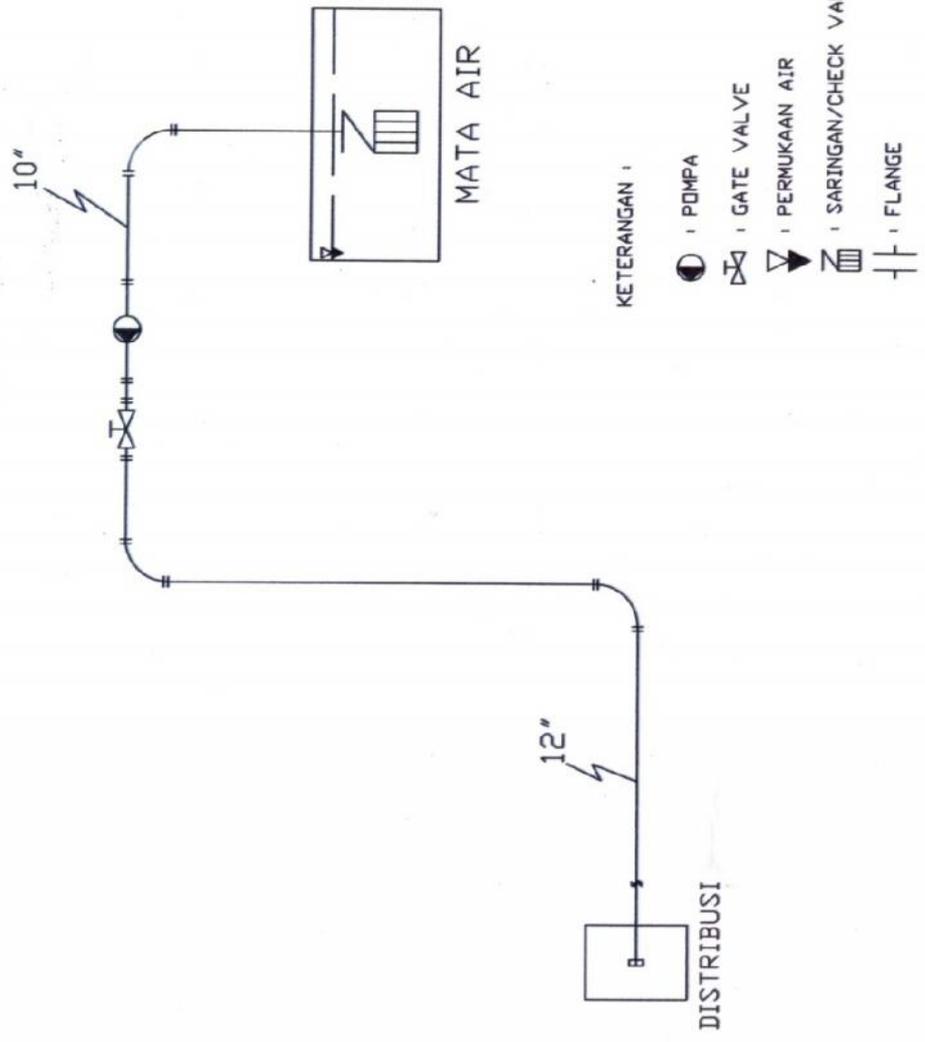
Description		Standard		Option
Model		FSDA		
No. of Pole		2	4	
Liquid Handled	Type of liquid	Clean Water		
	Temperature	0°C - 100°C (32-212°F)		
Max. Positive Suction Pressure (mpa) for M. sea ¹		FSGA : 0.804 - (Shutoff pressure) FSHA, FSJA : 1.0 - (Shutoff pressure)	All except FSLA : 0.804 - (Shutoff pressure) FSLA : 1.0 - (Shutoff pressure)	
Max. Working Pressure		10.2 Kgf/cm ² (10 bar)		
Available Suction Lift		All except 100x80 : 6m 100x80 : 5m	Suction <= 125 : 6m 125x100 : 5.5	
Synchronous speed		3000min ⁻¹	1500min ⁻¹	
Construction	Shaft seal	Gland Packing		Mechanical Seal
	Bearing	Sealed Ball		
Material	Casing	Cast Iron		
	Impeller	Bronze		
	Shaft	403 Stainless Steel		
Flange	Suction	JIS 10 KRF		
	Discharge	JIS 10 KRF		
Accessories				
Optional	Common base, Anchor bolts, Shaft coupling, Coupling guard.			

4 POLE - 1500rpm

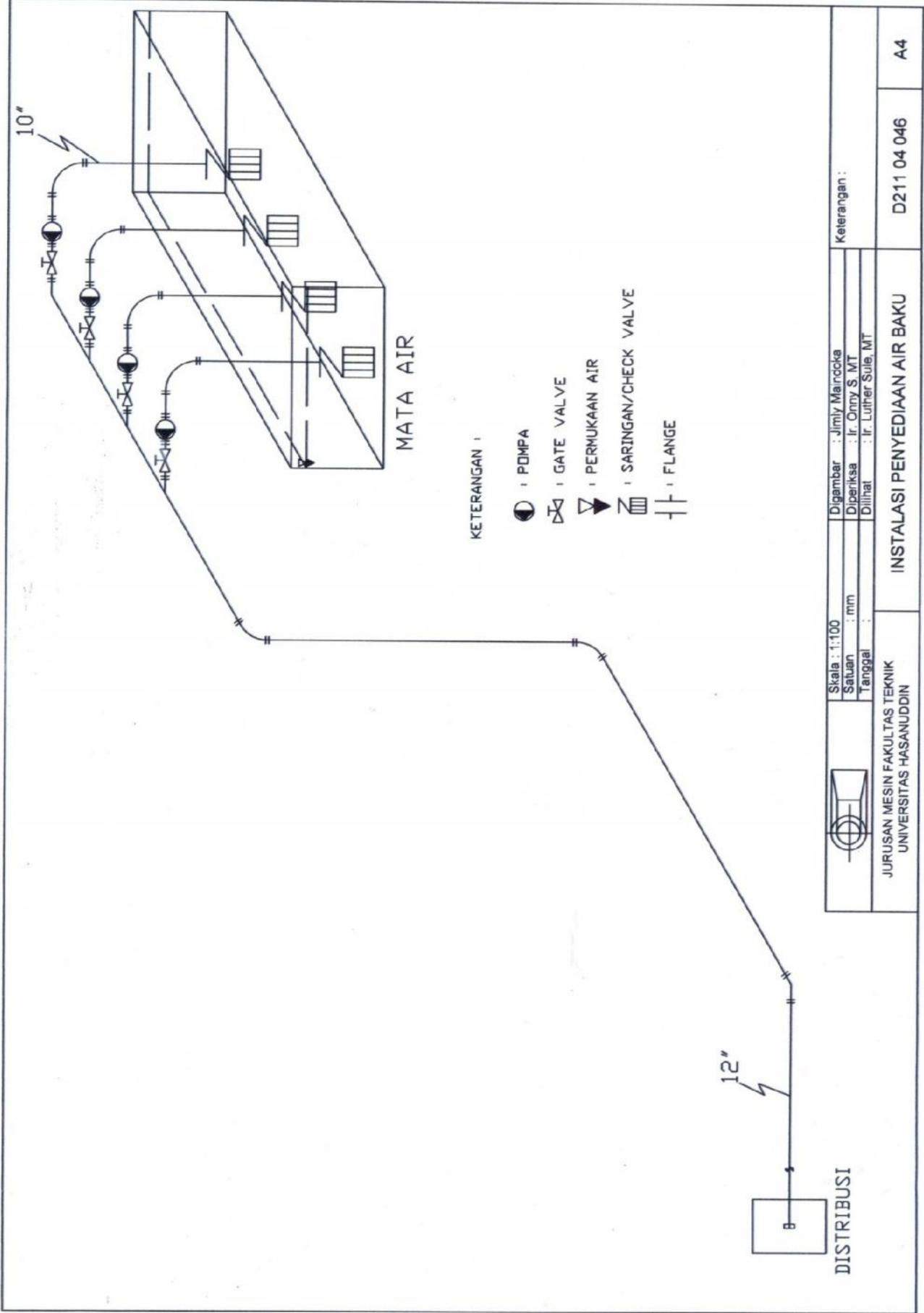
Unit: mm

Size		Model	Output kW	Pump				Common Base			Total		
Ø1	Ø2			A	BC	D	wt kg	BJ	BL	wt kg	H	L	wt kg
50	40	50X40 FS4HA5.4	0.4	80	215	180	37	45	640	25	395	682	74
		50X40 FS4HA5.75	0.75	80	215	180	37	45	640	24	395	715	76
		65X50 FS4HA5.75	0.75	100	215	180	42	45	640	24	395	735	81
65	50	65X50 FS4JA51.5	1.5	100	230	225	49	40	740	24.5	455	785	95.5
		65X50 FS4JA52.2	2.2	100	230	225	49	40	740	24.5	455	826	103.5
		80X65 FS4GA5.75	0.75	100	215	180	39	45	640	25	395	735	79
80	65	80X65 FS4HA51.5	1.5	100	220	200	48	40	740	26	420	785	96
		80X65 FS4JA52.2	2.2	100	230	225	60	40	740	24.5	455	826	114.5
		80X65 FS4JA53.7	3.7	100	230	225	60	40	740	24.5	455	845	126.5
		80X65 FS4KA55.5	5.5	125	295	280	108	80	960	54	575	1044	227
		80X65 FS4KA57.5	7.5	125	295	280	108	80	960	57	575	1082	241
100	80	80X65 FS4KA511	11	125	295	280	108	100	1090	55	575	1202	283
		100X80 FS4GA51.5	1.5	100	220	200	49	40	740	24	420	785	95
		100X80 FS4GA52.2	2.2	100	220	200	49	40	740	24	420	826	103
		100X80 FS4HA52.2	2.2	100	230	225	62	40	740	24.5	455	826	116.5
		100X80 FS4HA53.7	3.7	100	230	225	62	40	765	23.5	455	845	127.5
		100X80 FS4JA53.7	3.7	100	265	250	70	55	765	23.5	515	845	135.5
		100X80 FS4JA55.5	5.5	100	270	250	70	55	855	38	520	909	173
125	100	125X100 FS4KA57.5	7.5	140	340	315	128	80	960	57	655	1097	261
		125X100 FS4KA511	11	140	320	315	128	100	1090	58	635	1217	306
		125X100 FS4KA515	15	140	330	315	128	100	1075	64.5	645	1261	350.5
		125X100 FS4KA518.5	18.5	140	330	315	128	100	1075	65	645	1280	373
		125X100 FS4LA522	22	140	360	355	168	120	1425	105	715	1378	478
		125X100 FS4LA530	30	140	360	355	168	120	1425	105	715	1442	563
		150X125 FS4HA57.5	7.5	140	340	315	120	80	960	57	655	1097	253
150	125	150X125 FS4HA511	11	140	320	315	120	100	1090	45	635	1217	285
		150X125 FS4HA515	15	140	320	315	120	100	1090	55	635	1261	333
		150X125 FS4JA515	15	140	320	355	128	100	1090	55	675	1261	341
		150X125 FS4JA518.5	18.5	140	340	355	128	100	1075	65	695	1280	363
		150X125 FS4JA522	22	140	340	355	128	60	1425	65	695	1318	398
		150X125 FS4KA530	30	140	360	355	170	120	1425	105	715	1442	565
		150X125 FS4KA537	37	140	385	355	170	120	1425	110	740	1485	600
200	150	150X125 FS4LA545	45	140	410	400	205	120	1425	105	810	1510	668
		150X125 FS4LA555	55	140	410	400	205	120	1425	105	810	1547	830
		150X125 FS4LA575	75	140	425	400	205	120	1450	100	825	1585	885
		200X150 FS4HA55.5	5.5	160	390	355	137	80	980	78	745	1079	280
		200X150 FS4HA57.5	7.5	160	390	355	137	80	980	78	745	1117	291
		200X150 FS4HA511	11	160	390	355	137	80	1190	85	745	1237	332
		200X150 FS4JA515	15	160	390	375	183	80	1190	85	765	1341	426
200	150	200X150 FS4JA518.5	18.5	160	360	375	183	120	1425	105	735	1360	466
		200X150 FS4JA522	22	160	360	375	183	120	1425	110	735	1398	498
		200X150 FS4JA530	30	160	360	375	183	120	1425	110	735	1462	583
		200X150 FS4JA537	37	160	385	375	183	120	1425	110	760	1505	613
		200X150 FS4KA537	37	160	425	400	222	110	1460	110	825	1645	652
		200X150 FS4KA545	45	160	425	400	222	110	1460	120	825	1670	700
		200X150 FS4KA555	55	160	425	400	222	130	1500	120	825	1707	824





	Skala : 1:100	Digambar : Jimmy Maindoka	Keterangan :
	Satuan : mm	Diperiksa : Ir. Onny S. MT	
	Tanggal :	Dilihat : Ir. Luther Sule, MT	
JURUSAN MESIN FAKULTAS TEKNIK UNIVERSITAS HASANUDDIN		INSTALASI PENYEDIAAN AIR BAKU	D211 04 046
			A4



KETERANGAN :

- : POMPA
- ⋈ : GATE VALVE
- ▽ : PERMUKAAN AIR
- ▒ : SARINGAN/CHECK VALVE
- |—| : FLANGE

	Skala : 1:100 Satuan : mm Tanggal :	Digambar : Jimmy Mairdocka Diperiksa : Ir. Onny S. MT Dilihat : Ir. Luther Sule, MT	Keterangan :
	JURUSAN MESIN FAKULTAS TEKNIK UNIVERSITAS HASANUDDIN		INSTALASI PENYEDIAAN AIR BAKU
			D211 04 046