



**ANALISIS KINERJA SISTEM DISTRIBUSI AIR BERSIH DI
ANJUNGAN LEPAS PANTAI MIKE – MIKE
PT. PERTAMINA HULU ENERGI -ONWJ**

**NAMA : ISA ALCHOLILI
NIM : 17214001
KONSENTRASI : KONVERSI ENERGI**

**PROGRAM STUDI TEKNIK MESIN
FAKULTAS TEKNOLOGI INDUSTRI
INSTITUT SAINS DAN TEKNOLOGI NASIONAL
JAKARTA
MARET 2021**



**ANALISIS KINERJA SISTEM DISTRIBUSI AIR BERSIH DI
ANJUNGAN LEPAS PANTAI MIKE - MIKE
PT. PERTAMINA HULU ENERGI – ONWJ**

SKRIPSI

**Diajukan sebagai salah satu syarat untuk memperoleh gelar
Strata Satu (1)**

**NAMA : ISA ALCHOLILI
NIM : 17214001
KONSENTRASI : KONVERSI ENERGI**

**PROGRAM STUDI TEKNIK MESIN
FAKULTAS TEKNOLOGI INDUSTRI
INSTITUT SAINS DAN TEKNOLOGI NASIONAL
JAKARTA
MARET 2021**

HALAMAN PERNYATAAN ORISINALITAS

Skripsi ini adalah hasil karya saya sendiri, dan semua sumber baik yang dikutip maupun dirujuk saya nyatakan dengan benar.

Nama : Isa Alcholili
NPM : 17214001
Tanggal : 1 Maret 2021

TTD Mahasiswa ISTN

A handwritten signature in blue ink, appearing to read 'Isa Alcholili', with a horizontal line underneath. The signature is stylized and cursive.

(Isa Alcholili)

HALAMAN PERNYATAAN NON PLAGIAT

Saya yang bertandatangan di bawah ini :

Nama : Isa Alcholili
NPM : 17214001
Mahasiswa : Institut Sains dan Teknologi Nasional (ISTN)
Tahun Akademik : 2017

Menyatakan bahwa saya tidak melakukan plagiat dalam penulisan Skripsi yang berjudul **“ANALISIS KINERJA SISTEM DISTRIBUSI AIR BERSIH DI ANJUNGAN LEPAS PANTAI MIKE - MIKE PT. PERTAMINA HULU ENERGI – ONWJ”**.

Apabila suatu saat nanti terbukti saya melakukan plagiat, maka saya akan menerima sanksi yang telah di tetapkan.

Demikian surat pernyataan ini saya buat dengan sebenar-benarnya.

Jakarta, 1 Maret 2021

TTD Mahasiswa ISTN



(Isa Alcholili)

HALAMAN PENGESAHAN

Proyek akhir ini diajukan oleh :

Nama : Isa Alcholili
NPM : 17214001
Program Studi : Teknik Mesin S1 ISTN
Judul Proyek Akhir : ANALISIS KINERJA SISTEM DISTRIBUSI AIR BERSIH DI ANJUNGAN LEPAS PANTAI MIKE - MIKE PT. PERTAMINA HULU ENERGI – ONWJ

Telah berhasil dipertahankan di hadapan dewan penguji dan diterima sebagai bagian persyaratan yang diperlukan untuk memperoleh gelar Sarjana Teknik (ST) pada Program Studi TEKNIK MESIN S1 ISTN fakultas TEKNOLOGI INDUSTRI, Institut Sains dan Teknologi Nasional.

DEWAN PENGUJI

Pembimbing : Ir.Harwan Achyadi, MT 
Penguji : Bambang Setiadi, ST.MT ()
Penguji : Ir.Ucok Mulyo Sugeng, MT ()
Penguji ()

Ditetapkan di : Jakarta

Tanggal : 1 Maret 2021

Kepala Program Studi Teknik Mesin S1



(Ir.Ucok Mulyo Sugeng, MT)

KATA PENGANTAR

Assalamu'alaikum Warrahmatullahita'ala Wabarakatuh

Alhamdulillahirabbil'alamin, Puji syukur saya ucapkan kepada Allah SWT Tuhan Yang Maha Esa atas segala nikmat, serta karuniaNya. Sehingga penulisan Skripsi ini dapat terselesaikan. Skripsi ini dibuat untuk memenuhi persyaratan kelulusan sarjana strata satu yang merupakan kurikulum Program Studi Teknik Mesin, Fakultas Teknologi Industri, Institut Sains dan Teknologi Nasional.

Skripsi ini membahas mengenai “Analisis Kinerja Sistem Distribusi Air Bersih Di Anjungan Lepas Pantai Mike - Mike PT. Pertamina Hulu Energi – ONWJ”. Pada kesempatan ini penulis ingin menyampaikan rasa terima kasih kepada semua pihak yang banyak membantu memberikan bimbingan, pengarahan serta motivasi dalam penyelesaian Skripsi ini, terutama pada :

1. Allah S.W.T Yang senantiasa memberikan hidayah kepada umat-Nya Dan Junjungan kita Nabi Muhammad SAW beserta Para sahabatnya.
2. Bapak Ir. Harwan Achyadi, MT selaku Dosen pembimbing yang telah meluangkan waktu dan memberikan banyak masukan sehingga penulisan Skripsi ini dapat terselesaikan.
3. Bapak Ir.Ucok Mulyo Sugeng, MT. selaku Kepala Program Studi Teknik Mesin S1 ISTN.
4. Ibu Musfirah F.T., Dr. M.Si.,S.Si. selaku Dekan Fakultas Teknologi Industri ISTN
5. Seluruh Dosen, dan staf karyawan Teknik Mesin S-1 ISTN Jakarta serta seluruh pihak yang telah membantu baik secara langsung maupun tidak langsung pada penulisan Skripsi ini.
6. Spesial teruntuk Ibunda tercinta, yang selalu memberikan do'a terbaiknya.
7. Istriku tercinta Shifana Fitriana S.E., M.S.Ak, putraku Haidar dan Zafran serta putri kecil ku Shareefa Yumna yang terus mendukung dan memberikan semangat untuk segera menyelesaikan studi di kampus ISTN.

8. Kawan-Kawan mahasiswa Teknik Mesin S-1 ISTN dan khususnya bagi Kawan-Kawan Mahasiswa Teknik Mesin ISTN 2018 yang telah berjuang bersama selama tiga setengah tahun dan banyak memberikan motivasi dan dukungan selama penulisan skripsi ini.

Penulis menyadari bahwa Skripsi ini masih terdapat banyak kekurangan dan kesalahan. Penulis mengharapkan kritik dan saran yang sifatnya membangun dari semua pihak. Akhir kata penulis berharap bahwa Skripsi ini dapat bermanfaat bagi rekan-rekan mahasiswa yang membaca pada umumnya dan bagi penulis pada khususnya.

Jakarta, 1 Maret 2021

Penulis



(Isa Alcholili)

**HALAMAN PERNYATAAN PERSETUJUAN PUBLIKASI SKRIPSI
UNTUK KEPENTINGAN AKADEMIS**

Sebagai civitas akademika Institut Sains Dan Teknologi Nasional, saya yang bertandatangan di bawah ini :

Nama : Isa Alcholili
NPM : 17214001
Program Studi : Teknik Mesin S1
Fakultas : Fakultas Teknologi Industri
Jenis Karya : SKRIPSI

Demi pengembangan ilmu pengetahuan, menyetujui untuk memberikan kepada Institut Sains Dan Teknologi Nasional **Hak Bebas *Royalty* Noneksklusif (*Nonexclusive Royalty- Free Right*)** atas karya ilmiah saya yang berjudul :

**ANALISIS KINERJA SISTEM DISTRIBUSI AIR BERSIH DI ANJUNGAN
LEPAS PANTAI MIKE - MIKE PT. PERTAMINA HULU ENERGI – ONWJ**

Beserta perangkat yang ada (jika diperlukan). Dengan Hak Bebas *Royalty* Non eksklusif ini Institut Sains dan Teknologi Nasional berhak menyimpan, mengalih media/format-kan, mengolah dalam bentuk pangkalan data (*database*) *soft copy* dan *hard copy*, merawat, dan mempublikasikan tugas akhir saya selama tetap mencantumkan nama saya sebagai penulis/pencipta dan sebagai pemilik hak cipta.

Demikian pernyataan ini saya buat dengan sebenarnya.

Dibuat di : Jakarta
Pada tanggal : 1 Maret 2021

Yang menyatakan



(Isa Alcholili)

ABSTRAK

Nama : Isa Alcholili
Program Studi : Teknik mesin
Judul Skripsi : ANALISIS KINERJA SISTEM DISTRIBUSI AIR BERSIH DI ANJUNGAN LEPAS PANTAI MIKE - MIKE PT. PERTAMINA HULU ENERGI – ONWJ

Sistem plambing merupakan bagian yang tidak dapat dipisahkan dalam pembangunan gedung. Sistem plambing penyediaan air bersih pada anjungan lepas pantai ini meliputi sistem penyediaan air bersih, instalasi air bersih, analisis perhitungan kebutuhan air bersih yang meliputi mengetahui perkiraan jumlah penghuni, mengetahui pemakaian air bersih dalam sehari, dan mengetahui berapa pemakaian air bersih berdasarkan jenis dan jumlah alat plambing, analisa perhitungan perencanaan pipa air bersih yang meliputi mengetahui dimensi pipa air bersih dari fresh water tank ke pressure tank, mengetahui debit aliran pipa, head kerugian gesek aliran dalam pipa, mengetahui kerugian tekanan, dan analisa perhitungan pompa.

Penghitungan ini dilakukan karena ANJUNGAN LEPAS PANTAI MIKE-MIKE masih menggunakan disain pemipaan distribusi air bersih tahun 1983 yang diperuntukkan bagi 20 penghuni, dan akan dilakukan penambahan penghuni sebanyak 15 orang dalam rangka mempercepat perbaikan area utilitas. Tujuan analisa ini adalah memberikan kenyamanan bagi para penghuni dan atau pengguna gedung / instalasi.

Terjadi peningkatan kebutuhan air bersih seniali 3125 liter/hari untuk mencukupi kebutuhan penambahan 15 orang. Hasil perhitungan pompa , mulai dari debit, head dan daya di dapatkan bahwa pompa yang sudah terpasang masih mampu untuk mencukupi kebutuhan air bersih. Disarankan untuk melakukan pengecekan ulang dilapangan, yaitu untuk memastikan antara hasil penghitungan dengan kondisi aktual dilapangan. Menggunakan alat ukur tekanan dan debit. Hasil akhir diharapkan antara penghitungan dan kondisi dilapangan sama atau minimal sesuai dengan nilai toleransi yang diizinkan.

Kata Kunci:

Sistem Penyediaan Air Bersih, Peralatan dan Perlengkapan (*Equipment*), Instalasi Plambing Air Bersih, Analisa Perhitungan Kebutuhan Air Bersih, Analisa Perhitungan Perencanaan Pipa Air Bersih, Analisa Perhitungan Pompa.

ABSTRACT

Name : Isa Alcholili
Study Program : Teknik mesin
Tittle : ANALYSIS OF CLEAN WATER DISTRIBUTION SYSTEM PERFORMANCE IN BEACH LOOSE MIKE-MIKE PT. PERTAMINA HULU ENERGY – ONWJ

The plumbing system is an inseparable part of building construction. The clean water supply plumbing system at this offshore platform includes a clean water supply system, clean water installation, analysis of the calculation of clean water needs which includes knowing the estimated number of residents, knowing the use of clean water in a day, and knowing how much clean water is used based on the type and number of tools. plumbing, analysis of clean water pipe planning calculations which include knowing the dimensions of the clean water pipe from the fresh water tank to the pressure tank, knowing the flow rate of the pipe, the head of flow friction losses in the pipe, knowing the pressure loss, and analyzing the pump calculation.

This calculation was carried out because the MIKE-MIKE BEACH LEPAS STORAGE still used the 1983 clean water distribution pipeline design which was intended for 20 residents, and an additional 15 people would be added in order to accelerate the repair of the utility area. The purpose of this analysis is to provide comfort for residents and / or users of buildings / installations.

There was an increase in the need for clean water of 3125 liters / day to meet the needs of an additional 15 people. The results of pump calculations, starting from the discharge, head and power, show that the pump that has been installed is still able to meet the needs of clean water. It is recommended to re-check in the field, namely to ensure that the calculation result is between the actual conditions in the field. Using pressure and discharge measuring instruments. The final result is expected between calculation and field conditions equal or at least in accordance with the permitted tolerance values.

Keywords:

Clean Water Supply System, Equipment and Equipment, Clean Water Plumbing Installation, Clean Water Needs Calculation Analysis, Clean Water Pipe Planning Calculation Analysis, Pump Calculation Analysis.

DAFTAR ISI

HALAMAN PERNYATAAN ORISINALITAS	ii
HALAMAN PERNYATAAN NON PLAGIAT.....	iii
HALAMAN PENGESAHAN.....	iv
KATA PENGANTAR.....	v
HALAMAN PERNYATAAN PERSETUJUAN PUBLIKASI SKRIPSI UNTUK KEPENTINGAN AKADEMIS	vii
ABSTRAKSI.....	viii
ABSTRACTION.....	ix
DAFTAR ISI.....	x
DAFTAR GAMBAR.....	xiv
DAFTAR TABEL	xv
BAB I.....	1
PENDAHULUAN.....	1
1.1. Latar Belakang Masalah	1
1.2. Perumusan Masalah	3
1.3. Batasan Masalah	3
1.4. Tujuan Penelitian	4
1.5. Metoda Penelitian	4
1.6. Manfaat Penelitian	5
1.7. Sistematika Penulisan	5
BAB II	7
TINJAUAN PUSTAKA	7
2.1. Definisi Air Bersih.....	7
2.1.1. Aliran Fluida.....	7
2.2. Kecepatan dan Kapasitas <i>Fluida</i>	10
2.3. Aliran Laminer dan Turbulen	12
2.3.1. Viskositas	13
2.3.2. Rapat Jenis (<i>Density</i>).....	14
2.3.3. Koefisien Gesek	14

2.3.4. Energi dan <i>Head Loses</i>	14
2.4. Persamaan <i>Bernoulli</i>	17
2.5. Kerugian <i>Head (Head Losses)</i>	19
2.5.1. Kerugian <i>Head Mayor</i>	20
2.5.2. Kerugian <i>Head Minor</i>	25
2.6. Persamaan Empiris Untuk Aliran Di Dalam Pipa	26
2.6.1. Persamaan Hazen–Williams dengan menggunakan satuan Internasional.	27
2.6.2. Persamaan Manning dengan satuan Internasional.....	27
2.7. Dasar Analisis Perhitungan Pompa.....	28
2.7.1. Persamaan Bernouli.....	29
2.8. Dasar Pemilihan Pompa.....	30
2.9. Peralatan dan Perlengkapan (<i>Equipment</i>) Untuk Penyediaan Air Bersih	33
2.9.1. <i>Feed Pump</i>	33
2.9.2. <i>Seawater Reverse Osmosis</i>	34
2.9.3. Proses <i>Osmosis</i>	35
2.9.4. Tanki Air Bersih (<i>Potable Fresh Water Storage Tank</i>)	37
2.9.5. <i>Fresh Water Booster Pump</i>	38
2.9.6. Tanki Tekan (<i>Potabel Fresh Water Pressure tank</i>).	39
2.9.7. Prinsip kerja tanki tekan (<i>Pressure Tank</i>)	39
BAB III.....	41
METODOLOGI PENELITIAN	41
3.1. Diagram alir penelitian.	41
3.2. Lokasi dan Waktu Penelitian	42
3.3. Data Gedung Living Quarters Anjungan Lepas Pantai	42
3.4. Data pompa yang terpasang.	43
3.5. Instalasi Plambing Penyediaan Air Bersih.....	44
3.6. Perhitungan Kebutuhan Air Bersih Perkiraan Jumlah Penghuni.....	44
3.7. Perhitungan Pompa di sistem.....	45
3.7.1. Perhitungan Laju Aliran Massa pada Pipa	46
3.7.2. Perhitungan Pressure Drop.....	47

3.7.3. Perhitungan relative roughness.	47
3.7.4. Perhitungan <i>Pressure Drop</i> di pipa 2".	48
3.7.5. Perhitungan <i>Pressure Drop</i> di pipa 3/4".	49
3.7.6. Perhitungan Total <i>Pressure Drop</i> di pipa 2 & 3/4".	50
3.7.7. Perhitungan total <i>Head</i>	50
3.7.8. Perhitungan nilai Q_{in} dan Q_{out} pada sistem.	51
3.7.9. Perhitungan daya yang dibutuhkan.	51
3.7.10. Perhitungan pompa ke titik terjauh (garis merah).	52
3.7.11. Perhitungan <i>Pressure Drop</i> di pipa 2"	53
3.7.12. Perhitungan <i>Pressure Drop</i> di pipa 3/4"	53
3.7.13. Total <i>Pressure Drop</i> di pipa 2" dan 3/4" di titik terjauh.	54
3.7.14. Kurva pompa yang terpasang.	54
BAB IV	56
PEMBAHASAN DAN ANALISA	56
4.1. Hasil perhitungan untuk kebutuhan 35 orang.	56
4.1.1. Isometri seluruh sistem.	56
4.1.2. Total Q yang dibutuhkan.	57
4.1.3. Laju aliran Massa pada Pipa.	57
4.1.4. Total <i>pressure drop</i> sistem pipa 2" dan 3/4".	57
4.1.5. Total head yang dibutuhkan sistem.	57
4.1.6. Daya yang dibutuhkan.	57
4.2. Hasil perhitungan pompa ke titik terjauh.	58
4.2.1. Isometri kebutuhan pompa titik terjauh (garis merah).	58
4.2.2. Total <i>pressure drop</i> titik terjauh sistem pipa 2" dan 3/4".	58
4.2.3. Total head titik terjauh sistem pipa 2" dan 3/4".	59
4.3. Perbandingan kebutuhan air bersih untuk 20 dan 35 orang.	59
4.4. Pembahasan hasil perhitungan.	59
4.4.1. Pembahasan kapasitas <i>water tank</i>	59
4.4.2. Pembahasan hasil perhitungan pompa.	59
4.4.3. Pembahasan hasil perhitungan <i>pressure tank</i>	60
BAB V	61

PENUTUP.....	61
DAFTAR PUSTAKA	62

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2. 1 Skema Aliran Dalam Pipa	8
Gambar 2. 2 Profile kecepatan aliran fluida pada saluran tertutup.....	10
Gambar 2. 3 Profile kecepatan aliran fluida pada saluran terbuka.	10
Gambar 2. 4 Ilustrasi persamaan <i>Bernoulli</i>	19
Gambar 2. 5 <i>Diagram Moody</i>	22
Gambar 2. 6 <i>Feed pump type</i> poros vertikal.	33
Gambar 2. 7 Ilustrasi model <i>Seawater Reverse Osmosis</i>	35
Gambar 2. 8 Tanki air bersih.	37
Gambar 2. 9 <i>Fresh Water Booster Pump</i> tipe Sentrifugal.....	38
Gambar 2. 10 Tanki tekan yang dilengkapi dengan automatic sensor.	39
Gambar 2. 11 Prinsip kerja <i>Pressure tank</i> (type kecil).....	40
Gambar 3. 1 Diagram alir penelitian.	41
Gambar 3. 2 Anjungan Lepas Pantai Mike-Mike.	42
Gambar 3. 3 Bangunan <i>Living Quartest</i> Anjungan Mike-mike.....	43
Gambar 3. 4 <i>Design Pipeline</i> untuk <i>Fresh Water</i>	44
Gambar 3. 5 Isometri seluruh sistem air bersih.	45
Gambar 3. 6 Grafik <i>Moody Diagram</i>	47
Gambar 3. 7 Isometri kebutuhan pompa titik terjauh (garis merah).....	52
Gambar 3. 8 Kurva pompa yang saat ini terpasang. Error! Bookmark not defined.	
Gambar 4. 1 Isometri seluruh sistem air bersih.	56
Gambar 4. 2 Isometri kebutuhan pompa titik terjauh (garis merah).....	58

DAFTAR TABEL

Tabel 2. 1 Nilai kekerasan dinding untuk berbagai pipa komersil.	23
Tabel 2. 2 Nilai kekerasan pipa Hazen – Williams,C.	24
Tabel 2. 3 Kehilangan tinggi tekanan pada katup,.....	26
Tabel 2. 4 Konversi satuan panjang.....	31
Tabel 2. 5 Pemakaian air rata-rata per orang setiap hari.	32
Tabel 3. 1 Nilai <i>roughness</i> (e) material.	47
Tabel 4. 1 Perbandingan kebutuhan air bersih untuk 20 dan 35 orang.....	59
Tabel 4. 2 Hasil pengecekan performance pompa yang terpasang.....	59

DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran 1	23
Lampiran 2	24
Lampiran 3	47
Lampiran 4	59
Lampiran 5	67
Lampiran 6	23
Lampiran 7	24
Lampiran 8	70
Lampiran 9	71
Lampiran 10	72

BAB I

PENDAHULUAN

1.1. Latar Belakang Masalah

Peranan air dalam kehidupan manusia sangatlah penting karena dibutuhkan dalam segala aktifitas sehari-hari dari dimulainya aktifitas sampai dengan berakhirnya aktifitas, manusia tidak bisa lepas akan kebutuhannya pada air.

Berdasarkan pendapat ahli, dalam setiap hari manusia membutuhkan setidaknya 2 liter air minum untuk menjaga fungsi metabolisme dan kinerja organ tubuh secara optimal. Selain itu, air juga digunakan dalam hal membersihkan badan, mencuci peralatan makan, mengepel, mencuci pakaian. Oleh sebab itu, ketersediaan air bersih serta sistem pendistribusian pada suatu tempat baik di rumah, gedung perkantoran, hotel, rumah sakit, ataupun tempat lainnya haruslah terencana dan diperhatikan dengan baik demi kelancaran aktifitas yang berlangsung di sana.

Gedung secara etimologi menurut kamus besar bahasa Indonesia dapat didefinisikan sebagai bangunan tembok dan sebagainya yang berukuran besar sebagai tempat kegiatan seperti perkantoran pertemuan, perniagaan, pertunjukan olahraga, dan sebagainya. Selain itu, gedung juga dapat didefinisikan sebagai wujud fisik hasil pekerjaan konstruksi yang menyatu dengan tempat kedudukannya, yang sebagian ataupun seluruhnya berada di atas atau di dalam tanah dan atau air.

Berdasarkan undang-undang nomor 28 tahun 2002 tentang bangunan gedung disebutkan bahwa setiap bangunan gedung memiliki fungsinya yang berbeda-beda, yang dalam bab III pasal 5 fungsi bangunan gedung dapat diklasifikasikan sebagai fungsi hunian, fungsi keagamaan, fungsi usaha, fungsi sosial dan budaya, fungsi khusus, ataupun kombinasi dari lebih dari satu fungsi yang telah disebutkan sebelumnya.

Berbicara tentang sistem penyediaan air bersih dalam suatu gedung atau bangunan, pastilah berkaitan dengan sistem plumbing yang merupakan bagian tidak terpisahkan dalam proses pembangunan suatu gedung. Oleh karena itu, antara tahapan perencanaan dan perancangan sistem plumbing dan gedung itu sendiri

haruslah berjalan secara selaras dan atau bersamaan, dalam arti sudah mengetahui fungsi bangunan, penetapan jenis peralatan plumbing, rencana jaringan pipa, penetapan dimensi pipa, rencana peletakan peralatan plumbing, penggambaran dengan tetap memperhatikan secara cermat keterkaitannya dengan bagian-bagian konstruksi gedung serta dengan peralatan mekanikal elektrik standar pada gedung yang meliputi seperti listrik, pengatur suhu udara dan lainnya. Hal ini bertujuan untuk memenuhi kebutuhan air bersih sesuai jumlah penghuni dan penyaluran air kotor secara efisien dan efektif, sehingga tidak terjadi kerancuan ataupun pencemaran yang umumnya akan terjadi ketika saluran mengalami gangguan.

Dalam kamus Inggris – Indonesia yang disusun oleh John M. Chols dan Hasan Shadely, *plumbing* memiliki arti pipa ledeng; pekerjaan mematri dan memasang pipa-pipa air ledeng.

Dalam arti yang lebih luas, *plumbing* dapat didefinisikan sebagai segala sesuatu yang berhubungan dengan pelaksanaan, pemeliharaan, dan perbaikan alat plumbing dan pipa serta peralatannya di dalam atau luar gedung dengan sistem *drainase saniter*, drainase air hujan, ven, air minum yang dihubungkan dengan sistem kota. Sedangkan dalam arti khusus, definisi *plumbing* merupakan sistem perpipaan dalam bangunan yang meliputi sistem perpipaan untuk penyediaan air minum, penyaluran air buangan dan ven, penyediaan air panas, penyaluran air hujan, pencegahan kebakaran, penyediaan gas, serta air conditioner.

Plumbing mempunyai sasaran dasar berupa sanitasi atau menciptakan kesehatan masyarakat, kenyamanan pengguna, serta untuk memberikan rasa nyaman dan aman dalam beraktifitas. Adapun fungsi plumbing antara lain sebagai berikut:

- a. Sebagai sistem penyediaan air bersih, yaitu menyediakan air bersih ke tempat-tempat yang dikehendaki dengan tingkat kualitas, kuantitas, serta kontinuitas yang memadai
- b. Sebagai saluran pembuangan air kotor dari peralatan saniter ke tempat yang ditentukan agar tidak mencemari bagian-bagian lain dalam gedung ataupun lingkungan sekitarnya.

Berdasarkan hal tersebut, penulis akan menganalisa proses penyediaan air bersih serta instalasi pipa distribusi air bersih yang terdapat di ANJUNGAN LEPAS

PANTAI MIKE-MIKE, sehingga kebutuhan akan ketersediaan air bersih dapat terpenuhi secara optimal, sekaligus untuk mengetahui keefektifan sarana pendukung aktifitas yang saat ini digunakan, serta mengetahui kendala-kendala yang ada. Dalam hal ini ANJUNGAN LEPAS PANTAI MIKE-MIKE masih menggunakan disain pemipaan distribusi air bersih tahun 1983 yang diperuntukkan bagi 20 penghuni, dan akan dilakukan penambahan penghuni sebanyak 15 orang dalam rangka mempercepat perbaikan area utilitas. Tujuan analisa ini adalah memberikan kenyamanan bagi para penghuni dan atau pengguna gedung / instalasi.

1.2. Perumusan Masalah

Untuk mengetahui efektifitas desain instalasi pipa distribusi air bersih tahun 1983 terhadap kebutuhan penghuni saat ini, penulis akan menganalisa proses penyediaan air bersih serta instalasi pipa distribusi air bersih yang terdapat di ANJUNGAN LEPAS PANTAI MIKE-MIKE, sehingga kebutuhan akan ketersediaan air bersih dapat terpenuhi secara optimal.

1.3. Batasan Masalah

Penelitian ini dibatasi pada proses penganalisaan untuk memperoleh gambaran identifikasi kinerja dari sistem jaringan distribusi air bersih yang mengalir melalui pipa dan bersumber dari Fresh Water Tank, yang kemudian di dorong menggunakan pompa transfer yang di distribusikan ke fasilitas umum dari lantai dasar sampai ke lantai 3 seperti toilet dan sarana serta prasarana lainnya sesuai fungsi dan kegunaanya melalui pipa.

Adapun permasalahan yang akan dibahas antara lain:

- a. Data data terkait di ANJUNGAN LEPAS PANTAI MIKE-MIKE mengenai proses pendistribusian air bersih. Mencakup disain instalasi pipa distribusi tahun 1983.
- b. Analisa terbatas pada sistem jaringan pipa distribusi air bersih ANJUNGAN LEPAS PANTAI MIKE-MIKE.
- c. Menghitung debit air yang dibutuhkan di ANJUNGAN LEPAS PANTAI MIKE-MIKE apakah sudah mencukupi atau belum, untuk memenuhi

kebutuhan penghuni anjungan lepas pantai yaitu untuk 35 orang, apabila ada penambahan tim 15 orang.

- d. Kualitas air bersih pada penelitian ini dibatasi pada bau, rasa, dan warna dari air bersih yang didistribusikan.
- e. Mengecek daya, head, flow, water tank, pressure tank yang digunakan dalam instalansi plumbing apakah sudah sesuai atau belum, termasuk kerugian head yang terjadi pada tiap-tiap pipa yang digunakan.

1.4. Tujuan Penelitian

Tujuan dari penulisan penelitian analisa kuantitatif ini adalah sebagai makalah seminar tugas akhir untuk memperoleh gelar Strata satu (S1) Departement Teknik Mesin Industri Konsentrasi Teknik Mesin di ISTN. Sedangkan tujuan umum dari penelitian ini adalah:

- a. Untuk mengetahui kuantitas kebutuhan air bersih yang dibutuhkan oleh ANJUNGAN LEPAS PANTAI MIKE-MIKE
- b. Untuk mengetahui ketepatan / kesesuaian diameter pipa yang digunakan untuk penyediaan air bersih di ANJUNGAN LEPAS PANTAI MIKE-MIKE
- c. Untuk menganalisa kinerja sistem distribusi air bersih dalam memenuhi kebutuhan MCK dengan jumlah penghuni 35 jiwa di ANJUNGAN LEPAS PANTAI MIKE-MIKE.
- d. Untuk mengetahui kontinuitas aliran air bersih yang dimaksud adalah tercukupinya pasokan air bersih sesuai dengan kebutuhan, dan mengalir secara kontinyu selama 24 jam setiap hari.

1.5. Metoda Penelitian

Metoda yang dilakukan penulis dalam menulis tugas ini adalah:

1. Metoda Wawancara

Penulis melakukan Tanya jawab dengan mekanik ataupun operator yang bersangkutan untuk mendapatkan informasi tentang topik yang dibahas.

2. Metoda Observasi

Penulis mempelajari data-data dari gambar kerja yang ada serta pengumpulan data terkait informasi-informasi dan spesifikasi yang dibutuhkan.

3. Metoda Kepustakaan

Penulis mencari referensi, mempelajari buku-buku dari internet, perpustakaan terkait dengan panduan dan standar dari topik yang dibahas.

1.6. Manfaat Penelitian

1. Bagi Peneliti

Dapat menerapkan ilmu Teknik Mesin yang telah dipelajari dari INSTITUT SAINS TEKNOLOGI NASIONAL untuk diaplikasikan di perusahaan.

2. Bagi Akademik

Sebagai penambahan pustaka baru serta sebagai perbandingan untuk penelitian lebih lanjut.

3. Bagi perusahaan

Memastikan *design* plumbing tahun 1983 yang diaplikasikan di anjungan lepas pantai masih bisa berfungsi dengan baik dan mencukupi kebutuhan penghuni anjungan lepas pantai.

1.7. Sistematika Penulisan

BAB I PENDAHULUAN

Menjelaskan tentang hal-hal yang melatar belakangi dilakukannya penelitian ini, perumusan masalah yang diteliti, batasan masalah yang digunakan dalam penelitian, tujuan dan manfaat penelitian, serta sistematika penyusunan laporan.

BAB II TINJAUAN PUSTAKA

Menampilkan teori-teori dasar yang menjadi acuan dalam melaksanakan langkah-langkah penelitian, berisi mengenai teori yang meliputi gambaran umum unit pompa, pemipaan dan perawatan.

BAB III METODOLOGI PENELITIAN

Pada Bab ini berisikan tahapan-tahapan penelitian secara sistematis yang digunakan untuk memecahkan permasalahan yang ada dalam penelitian ini. Tahapan-tahapan tersebut merupakan kerangka yang dijadikan sebagai pedoman dalam penelitian.

BAB IV ANALISIS DAN PEMBAHASAN

Dalam Bab ini berisi penjelasan data-data yang dibutuhkan dan langkah perhitungan-perhitungan analisa pada kasus dan rancangan.

BAB V PENUTUP

Bab ini berisikan tentang kesimpulan yang diperoleh dari hasil analisa dan pembahasan yang telah dilakukan serta saran-saran yang dapat diberikan.

DAFTAR PUSTAKA

LAMPIRAN

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

Penelitian merupakan proses mencari pemecahan masalah melalui prosedur ilmiah dengan berdasarkan dari teori-teori dan pengetahuan yang telah dikemukakan oleh para ahli-ahli lain. Dasar teori dapat dianalogikan sebagai suatu pondasi dasar dalam suatu penelitian, sehingga kualitas suatu penelitian dapat dilihat dari seberapa kuat serta valid teori-teori umum dan terkait yang digunakan sebagai referensi oleh seorang peneliti.

Dalam analisa ini, studi pustaka berasal dari beberapa literatur terkait, baik berupa buku-buku perpustakaan, jurnal ilmiah maupun skripsi yang berkaitan dengan analisa ini dan atau pencarian dengan media internet.

2.1. Definisi Air Bersih

Air bersih adalah air yang digunakan untuk keperluan sehari-hari dan akan menjadi air minum setelah dimasak terlebih dahulu. Sebagai batasannya, air bersih adalah air yang memenuhi persyaratan bagi sistem penyediaan air minum. Adapun persyaratan yang dimaksud adalah persyaratan dari segi kualitas air yang meliputi kualitas fisik, kimia, biologi dan radiologis, sehingga apabila dikonsumsi tidak menimbulkan efek samping (*Ketentuan Umum Permenkes No. 416/Menkes/PER/IX/1990 (Dalam Modul Gambaran Umum Penyediaan dan Pengolahan Air Minum Edisi Maret 2003 hal. 3 dari 41)*).

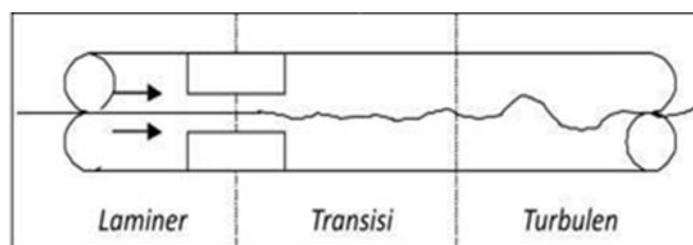
2.1.1. Aliran Fluida

Fluida dapat didefinisikan sebagai suatu zat yang terus menerus berubah bentuk apabila mengalami tegangan geser. Dan pada umumnya makin besar laju deformasi *fluida*, makin besar pula tegangan geser untuk *fluida* tersebut. Viskositas atau kekentalan adalah ukuran untuk menyatakan hambatan atau kekentalan *fluida* terhadap deformasi.

Dalam konsep mekanika, *fluida* selalu bahan nampak dalam dua keadaan, yaitu cair dan gas sehingga *fluida* dapat didefinisikan sebagai suatu zat yang dapat mengalir bisa berupa cairan atau gas. *Fluida* mengubah bentuknya dengan mudah dan didalam kasus mengenai gas, mempunyai volume yang sama dengan volume uladuk yang membatasi gas tersebut. Pemakaian mekanika kepada medium kontinyu, baik benda padat maupun *fluida* adalah didasari pada hukum gerak newton yang digabungkan dengan hukum gaya yang sesuai.

Ditinjau dari jenis aliran, *fluida* dapat diklasifikasikan menjadi aliran laminar dan aliran turbulen. 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 aliran laminar di tandai dengan tidak adanya ketidak beraturan atau fluktuasi di dalam aliran *fluida*. Karena aliran *fluida* pada aliran laminar bergerak dalam lintasan yang sama tetap maka aliran laminar dapat diamati. Partikel *fluida* pada aliran laminar jarang dijumpai dalam praktek hidrolika. Sedangkan aliran dikatakan turbulen, jika gerakan *fluida* tidak lagi tenang dan tunak (berlapis atau laminar) melainkan menjadi bergolak dan bergejolak (bergolak atau turbulen).

Pada aliran turbulen partikel *fluida* tidak membuat fluktuasi tertentu dan tidak memperlihatkan pola gerakan yang dapat diamati. Aliran turbulen hampir dapat dijumpai pada praktek hidrolika. Dan diantara aliran laminar dan turbulen terdapat daerah yang dikenal dengan daerah transisi.



Gambar 2. 1 Skema Aliran Dalam Pipa ¹

¹ Muh.Nabil, Definisi Fluida dan jenis-jenis Aliran Fluida,

<https://muhnabil.wordpress.com/2012/06/26/definisi-fluida-dan-jenis-jenis-aliran-fluida/> (diakses pada 12

Januari 2021, pukul 17.27)

Untuk menganalisa kedua jenis aliran ini diberikan parameter tak berdimensi yang dikenal dengan nama bilangan *Reynolds* sebagai berikut:

$$Re = \rho \cdot D \cdot \frac{v}{\mu} \dots\dots\dots (2.1)^2$$

Dimana:

Re = Bilangan Reynold

μ = Viskositas dinamis ($N.s/m^2$)

ρ = Massa jenis (Kg/m^3)

v = Kecepatan aliran (m/s)

D = Diameter (m)

Transisi dari aliran laminar dan aliran turbulen karena diatas bilangan *Reynolds* yang tertentu aliran laminar menjadi tidak stabil, jika suatu gangguan kecil diberikan pada aliran, pengaruh aliran ini semakin besar dengan bertambahnya waktu. Suatu aliran dikatakan stabil bila gangguan-gangguan diredam. Ternyata bahwa dibawah bilangan *Reynolds* yang 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 2000 (>2000) dan turbulen jika bilangan *Reynolds* lebih besar 4000 (> 4000). Dan jika bilangan *Reynolds* berada diantara 2000 dan 4000 adalah merupakan daerah transisi.

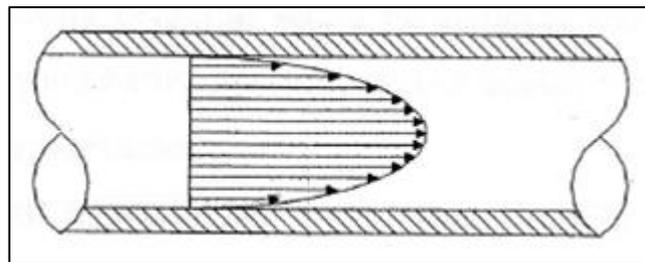
Aliran disebut *steady* (tenang) apabila aliran semua tempat disepanjang lintasan aliran tidak berubah menurut waktu. Sedangkan aliran *Uniform* dapat diartikan sebagai suatu keadaan aliran yang tidak berubah diseluruh ruang. Kedua defenisi ini sering dipakai pada keadaan aliran turbulen dan biasanya dianggap aliran *steady* yang berarti aliran *steady* rata-rata. Demikian pula aliran *uniform* berarti *uniform* rata-rata.

² Crane CO, "Flow of Fluids Through: Valves, Fittings, and Pipe". Technical Paper No.410M. New York 1982, page 1-4

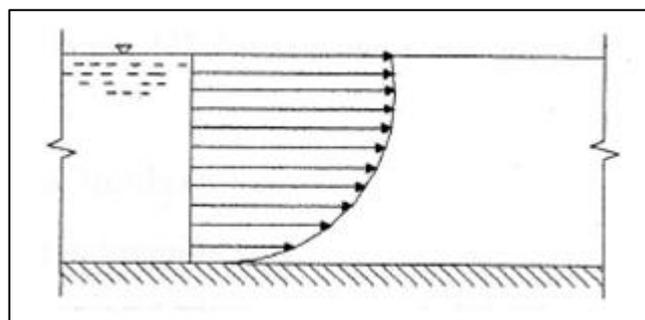
2.2. Kecepatan dan Kapasitas *Fluida*.

Penentuan kecepatan di sejumlah titik suatu penampang, memungkinkan untuk membantu dan menentukan besarnya kapasitas aliran sehingga pengukuran kecepatan merupakan fase yang sangat penting dalam menganalisa suatu aliran *fluida*. Kecepatan dapat diperoleh dengan melakukan pengukuran terhadap waktu yang dibutuhkan suatu partikel yang dikenali untuk bergerak sepanjang jarak yang telah ditentukan.

Besarnya kecepatan aliran *fluida* pada suatu pipa mendekati nol pada dinding pipa dan mencapai maksimum pada tengah – tengah pipa kecepatan biasanya sudah cukup untuk menempatkan kekeliruan yang tidak serius dalam masalah aliran *fluida* sehingga penggunaan kecepatan sesungguhnya adalah pada penampang aliran. Bentuk kecepatan aliran *fluida* umumnya menunjukkan kecepatan yang sebenarnya jika tidak ada keterangan lain yang menyebutkan.



Gambar 2. 2 Profile kecepatan aliran *fluida* pada saluran tertutup.³



Gambar 2. 3 Profile kecepatan aliran *fluida* pada saluran terbuka.⁴

³ Frank M White, *Fluid Mechanics Fifth Edition*. University of Rhode Island, Page 47

⁴ Frank M White, *Fluid Mechanics Fifth Edition*. University of Rhode Island, Page 66

Besarnya kecepatan akan mempengaruhi besarnya *fluida* yang mengalir dalam suatu pipa. Jumlah dari aliran *fluida* mungkin dinyatakan sebagai *volume*, berat dengan masa *fluida* dengan masing – masing laju aliran ditunjukkan sebagai laju aliran *volume* (m^3/s), laju aliran berat (N/s) dan laju aliran *massa* (Kg/s).

Kapasitas aliran (Q) untuk *fluida* yang inkompresibel yaitu:

$$Q = A \cdot v \dots \dots \dots (2.2)^5$$

Dimana:

Q = Laju Aliran Volume (m^3/s)

A = Luas Penampang Aliran (m^2)

v = Kecepatan Aliran *Fluida* (m/s)

Laju aliran berat *fluida* (W) dirumuskan sebagai berikut:

$$\dot{m} = \gamma \cdot A \cdot v \dots \dots \dots (2.3)^6$$

Dimana:

\dot{m} = Laju aliran berat *fluida* (N/s)

γ = Berat jenis *fluida* (N/m^3)

A = Luas penampang aliran (m^2)

v = Kecepatan aliran *fluida* (m/s)

Laju aliran massa *fluida* (M) dinyatakan sebagai:

$$\dot{m} = \rho \cdot A \cdot v \dots \dots \dots (2.4)^7$$

Dimana:

\dot{m} = Laju aliran massa *fluida* (Kg/s)

ρ = Massa jenis *fluida* (Kg/m^3)

⁵ Crane CO, "Flow of Fluids Through: Valves, Fittings, and Pipe". Technical Paper No.410M. New York 1982, page 1-4

⁶ Ibid

⁷ Ibid

A = Luas penampang aliran (m^2)

v = Kecepatan aliran fluida (m/s)

2.3. Aliran Laminer dan Turbulen

Aliran fluida dapat diklarifikasikan kedalam dua tipe aliran yaitu “laminer” dan “turbulen”. Aliran dikatakan laminer jika partikel – partikel fluida yang bergerak mengikuti garis lurus yang sejajar pipa dan bergerak dengan kecepatan yang sama. 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 ini terjadi apabila kecepatan besar dan kekentalan zat cair kecil.

Pengaruh kekentalan sangat besar sehingga dapat meredam gangguan yang dapat menyebabkan aliran menjadi turbulen. Dengan berkurangnya dan bertambahnya kecepatan aliran maka daya redam terhadap gangguan akan berkurang, yang sampai pada batas tertentu akan menyebabkan terjadinya perubahan aliran dari laminer menjadi turbulen.

Dari hasil eksperimen diperoleh bahwa koefisien gesekan untuk pipa silindris merupakan fungsi dari bilangan *Reynold* (Re). Dalam menganalisa aliran didalam 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.

Bilangan Reynolds merupakan bilangan tak berdimensi yang dapat membedakan suatu aliran itu dinamakan laminar, transisi atau turbulen. Dan dapat dihitung besarnya bilangan Reynold dengan menggunakan:

$$Re = \rho \cdot D \cdot \frac{v}{\mu} \dots\dots\dots (2.5)^8$$

Dimana:

⁸ Crane CO, "Flow of Fluids Through: Valves, Fittings, and Pipe". Technical Paper No.410M. New York 1982, page 1-4

Re = Bilangan Reynold

μ = Viskositas dinamis ($N.s/m^2$)

ρ = Massa jenis (Kg/m^3)

v = Kecepatan aliran (m/s)

D = Diameter (m)

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

$$Re = \frac{v \cdot D}{\nu} \dots\dots\dots(2.6)^9$$

Dimana:

Re = Bilangan Reynold

ν = Viskositas kinematis (m^2/s)

v = Kecepatan aliran (m/s)

D = Diameter (m)

Berdasarkan percobaan aliran dalam pipa, Reynold menetapkan bahwa untuk angka Reynold dibawah 2000, gangguan aliran dapat diredam oleh kekentalan zat cair maka disebut aliran laminar. Aliran akan menjadi turbulen apabila angka Reynold lebih besar dari 4000. Apabila angka Reynold berada diantara kedua nilai tersebut ($2000 < Re < 4000$) disebut aliran transisi.

2.3.1. Viskositas

Viskositas fluida merupakan ukuran ketahanan sebuah fluida terhadap deformasi atau perubahan bentuk. Viskositas dipengaruhi oleh temperatur, tekanan, kohesi dan laju perpindahan momentum molekularnya. Viskositas zat cair cenderung menurun dengan seiring bertambahnya kenaikan temperatur hal ini

⁹ Crane CO, "Flow of Fluids Through: Valves, Fittings, and Pipe". Technical Paper No.410M. New York 1982, page 1-4

disebabkan gaya – gaya kohesi pada zat cair bila dipanaskan akan mengalami penurunan dengan semakin bertambahnya temperatur pada zat cair yang menyebabkan berturunya viskositas dari zat cair tersebut.

2.3.2. Rapat Jenis (*Density*)

Density atau rapat jenis (ρ) suatu zat adalah ukuran untuk konsentrasi zat tersebut dan dinyatakan dalam massa persatuan volume; sifat ini ditentukan dengan cara menghitung nisbah (*ratio*) massa zat yang terkandung dalam suatu bagian tertentu terhadap volume bagian tersebut. Nilai *density* dapat dipengaruhi oleh temperatur semakin tinggi temperatur maka kerapatan suatu *fluida* semakin berkurang karena disebabkan gaya kohesi dari molekul– molekul *fluida* semakin berkurang.

2.3.3. Koefisien Gesek

Koefisien gesek dipengaruhi oleh kecepatan, karena distribusi kecepatan pada aliran laminar dan aliran turbulen berbeda, maka koefisien gesek erbeda pula untuk masing–masing jenis aliran. Pada aliran Laminar dalam pipa tertutup (*closed conduits*) mempunyai distribusi vektor kecepatan, Pada aliran laminar vektor kecepatan yang berlaku adalah kecepatan dalam arah Z aja.

2.3.4. Energi dan *Head Loses*

Energi biasanya didefinisikan sebagai kemampuan untuk melakukan kerja. Kerja merupakan hasil pemanfaatan tenaga yang dimiliki secara langsung pada suatu jarak tertentu. Energi dan kerja dinyatakan dalam satuan *N.m (Joule)*. Setiap fluida yang sedang bergerak selalu mempunyai energi. Dalam menganalisa masalah aliran fluida yang yang harus dipertimbangkan adalah mengenai energi potensial, energi kinetik, dan energi tekanan.

Energi potensial menunjukkan energi yang dimiliki fluida dengan tempat jatuhnya. Energi potensial (E_p) dirumuskan sebagai berikut:

$$E_p = W \cdot z \dots \dots \dots (2.7)^{10}$$

Dimana:

E_p = Energi Potensial

W = Berat fluida (N)

z = Beda Ketinggian (m)

Energi kinetik menunjukkan energi yang dimiliki oleh fluida karena pengaruh kecepatan yang dimilikinya. Energi kinetik dirumuskan sebagai berikut:

$$E_k = \frac{1}{2} \cdot m \cdot v^2 \dots \dots \dots (2.8)^{11}$$

Dimana:

E_k = Energi Kinetik

v = Kecepatan aliran (m/s)

m = Massa fluida (Kg)

Energi tekanan disebut juga dengan energi aliran adalah jumlah kerja yang dibutuhkan untuk memaksa elemen *fluida* bergerak menyilang pada jarak tertentu dan berlawanan dengan tekanan *fluida*.

Besarnya energi tekanan (E_f) dirumuskan sebagai berikut:

$$E_f = p \cdot A \cdot L \dots \dots \dots (2.9)^{12}$$

¹⁰ Wikibooks, https://id.wikibooks.org/wiki/Rumus-Rumus_Fisika_Lengkap/Energi . (diakses pada 12 januari 2021, pukul 19.17)

¹¹ wikiHow, <https://id.wikihow.com/Menghitung-Energi-Kinetik>. (diakses pada 12 januari 2021, pukul 17.57)

¹² http://yokirachmansyah.blogspot.com/2015/11/dasar-dasar-fluida-dinamis_29.html (diakses pada 12 january 2021, pukul 19.20)

Dimana:

E_f = Energi tekanan

p = Tekanan yang dialami fluida (N/m^2)

A = Luas penampang aliran (m^2)

L = Panjang pipa (m)

Energi tekanan dapat juga dirumuskan sebagai berikut:

$$E_f = \frac{p \cdot W}{\gamma} \dots \dots \dots (2.10)^{13}$$

Dimana:

E_f = Energi tekanan

W = Berat fluida (N)

p = Tekanan yang dialami fluida (N/m^2)

γ = Berat jenis fluida (N/m^3)

Total energi yang terjadi merupakan penjumlahan dari ketiga macam energi diatas, dirumuskan sebagai:

$$E = W \cdot z + \frac{1}{2} \cdot \frac{W \cdot v^2}{g} + \frac{p \cdot W}{\gamma} \dots \dots \dots (2.11)$$

Dimana:

E = Energi

W = Berat fluida (N)

p = Tekanan yang dialami fluida (N/m^2)

γ = Berat jenis fluida (N/m^3)

g = Gaya gravitasi

z = Beda Ketinggian (m)

v = Viskositas kinematis (m^2/s)

¹³ http://yokirachmansyah.blogspot.com/2015/11/dasar-dasar-fluida-dinamis_29.html (diakses pada 12 january 2021, pukul 19.20)

Persamaan ini dapat dimodifikasikan untuk menyatakan total energi dengan head (H) dengan membagi masing – masing variabel di sebelah kanan persamaan dengan (W) berat fluida, dirumuskan sebagai:

$$H = z + \frac{v^2}{2 \cdot g} + \frac{p}{\gamma} \dots \dots \dots (2.12)^{14}$$

Dimana:

H = Head

p = Tekanan yang dialami fluida (N/m^2)

γ = Berat jenis fluida (N/m^3)

g = Gaya gravitasi

z = Beda Ketinggian (m)

v = Kecepatan aliran (m/s)

2.4. Persamaan *Bernoulli*.

Hukum kekekalan energi menyatakan energi tidak dapat diciptakan dan tidak dapat dimusnahkan namun dapat diubah dari suatu bentuk ke bentuk yang lain. Energi yang ditunjukkan dari persamaan energi total diatas, atau dikenali 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 energy yang ditambahkan ke fluida atau yang diambil dari fluida.

Konsep ini dinyatakan kedalam bentuk persamaan, yang disebut persamaan *Bernoulli* yaitu:

$$\frac{p_1}{\gamma} + \frac{v_1^2}{2 \cdot g} + z_1 = \frac{p_2}{\gamma} + \frac{v_2^2}{2 \cdot g} + z_2 \dots \dots \dots (2.13)^{15}$$

Dimana:

¹⁴ Crane CO, " *Flow of Fluids Through: Valves, Fittings, and Pipe*". Technical Paper No.410M. New York 1982, page 1-5

¹⁵ Crane CO, " *Flow of Fluids Through: Valves, Fittings, and Pipe*". Technical Paper No.410M. New York 1982, page 1-5

p_1 dan p_2 = Tekanan pada titik 1 dan 2

v_1 dan v_2 = Kecepatan aliran pada titik 1 dan 2

z_1 dan z_2 = Perbedaan ketinggian antara titik 1 dan titik 2

γ = Berat jenis fluida (N/m^3)

g = Gaya gravitasi ($9.8 m/s$)

Persamaan diatas digunakan jika diasumsikan tidak ada kehilangan energy antara dua titik yang terdapat dalam aliran fluida, namun biasanya beberapa *head losses* terjadi diantara 2 titik. Jika *head losses* tidak diperhitungkan maka akan menjadi masalah dalam penerapannya di lapangan. Jika *head losses* di notasikan dengan " h_L " maka persamaan *Bernoulli* diatas dapat ditulis menjadi persamaan baru, dimana dirumuskan sebagai berikut:

$$h_L = f \frac{L}{D} \frac{v^2}{2g} = K \frac{v^2}{2g}$$

$$\frac{p_1}{\gamma} + \frac{v_1^2}{2g} + z_1 = z_2 \frac{p_2}{\gamma} + \frac{v_2^2}{2g} + h_L \dots \dots \dots (2.14)^{16}$$

Dimana:

h_L = Head Losses

p = Tekanan yang dialami fluida (N/m^2)

γ = Berat jenis fluida (N/m^3)

g = Gaya gravitasi

z = Beda Ketinggian (m)

v = Kecepatan aliran (m/s)

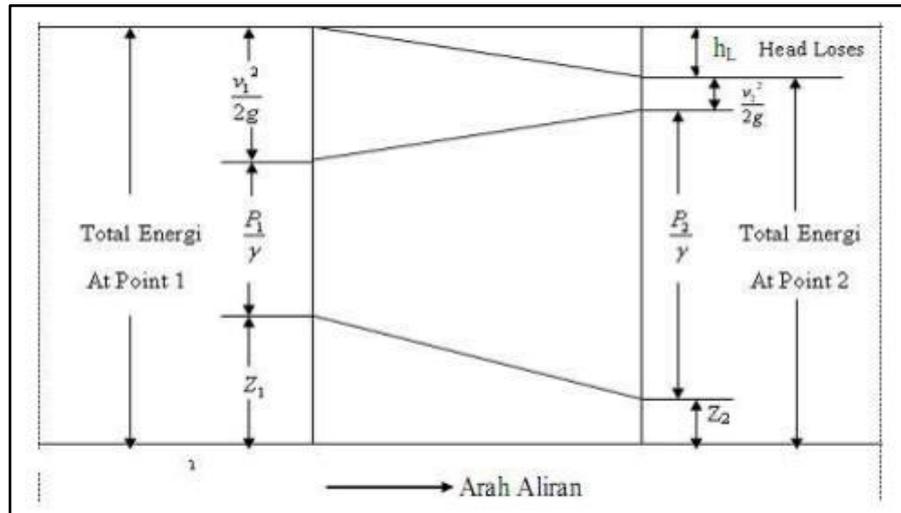
f = Koefisien gesekan

K = Koefisien kerugian

L = Panjang pipa (m)

D = Diameter pipa (m)

¹⁶ Crane CO, "Flow of Fluids Through: Valves, Fittings, and Pipe". Technical Paper No.410M. New York 1982, page 3-2



Gambar 2. 4 Ilustrsi persamaan *Bernoulli*.¹⁷

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

2.5. Kerugian Head (*Head Losses*).

Aliran didalam suatu saluran selalu disertai dengan friksi, aliran terlalu cepat akan menimbulkan pressure drop yang tinggi sedangkan aliran yang terlalu lambat pressure dropnya akan rendah akan tetapi tidak efisien. Kecepatan aliran perlu dibatasi dengan memperhatikan:

- Besarnya daya yang dibutuhkan
- Masalah erosi pada dinding pipa
- Masalah pembentukan deposit/endapan

¹⁷ Crane CO, "Flow of Fluids Through: Valves, Fittings, and Pipe". Technical Paper No.410M. New York 1982, page 1-8

- Tingkat kebisingan yang terjadi

Kerugian yang terdapat dalam aliran fluida:

- Kerugian tekanan atau (*Pressure Drop*) atau
- Kerugian head (*Head Losses*)

Faktor kerugian yang mempengaruhi didalam aliran fluida:

- Kecepatan aliran
- Luas penampang saluran
- Faktor friksi
- Viskositas
- Densitas *fluida*

2.5.1. Kerugian *Head Mayor*.

Aliran *fluida* yang melalui pipa akan 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 rumus berikut, yaitu:

1. Persamaan Darcy – Weisbach,

Menurut Ram Gupta S, 1989. Persamaan Darcy-Weisbach (1845) adalah formula umum yang banyak diaplikasikan dialiran pipa. Aliran fluida yang mengalir melalui pipa akan selalu mengalami kerugian head. Hal ini disebabkan oleh gesekan yang terjadi antara fluida dengan dinding pipa. Persamaan Darcy-Weisbach adalah sebagai berikut:

$$h_{f,L} = f \frac{L}{d} \cdot \frac{v^2}{2 \cdot g} \dots \dots \dots (2.15)^{18}$$

Dimana:

¹⁸ Crane CO, "Flow of Fluids Through: Valves, Fittings, and Pipe". Technical Paper No.410M. New York 1982, page 3-2

$h_{f,L}$ = Kerugian head karena gesekan pada pipa lurus (m)

f = Koefisien gesekan

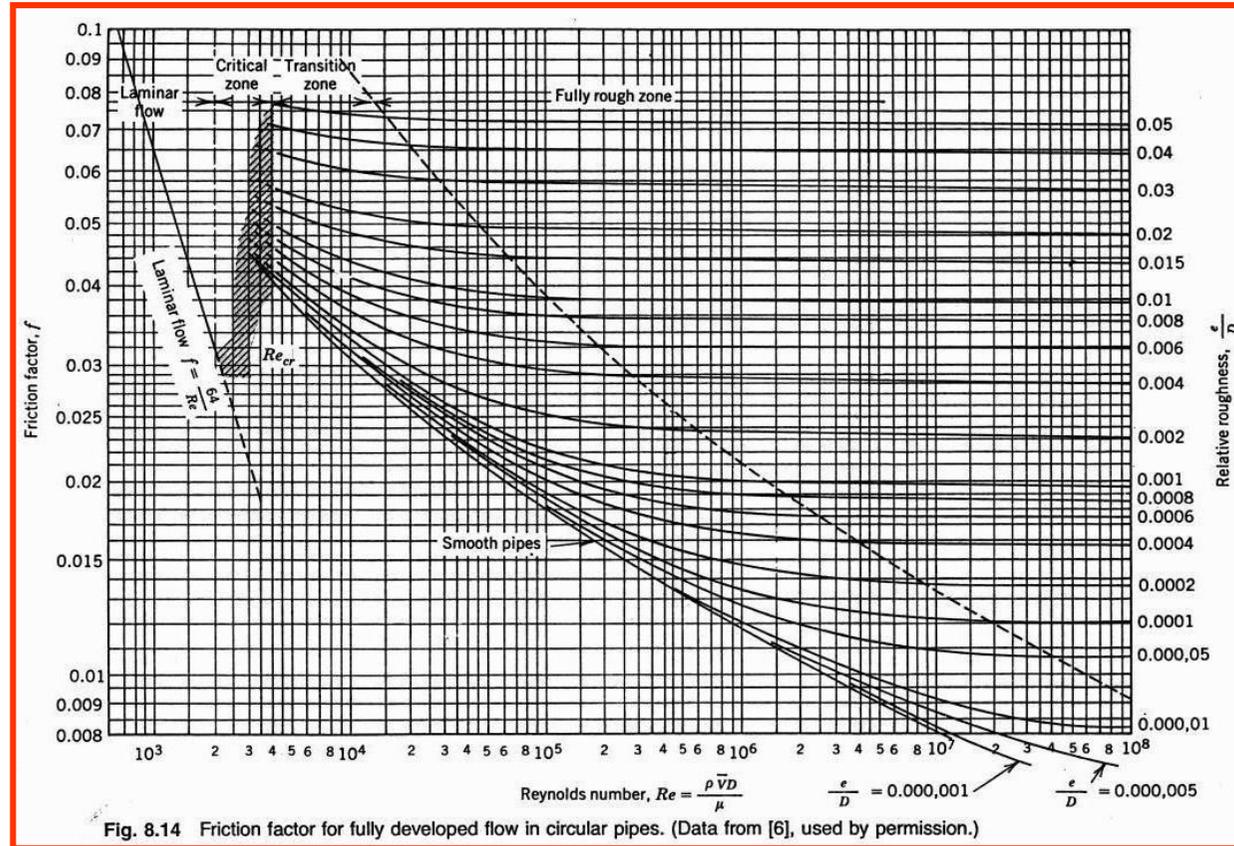
d = Diameter dalam pipa (m)

L = Panjang pipa (m)

v = Kecepatan aliran (m/s)

g = Gaya gravitasi ($9.8 m/s^2$)

dimana faktor gesekan (f) dapat dicari dengan menggunakan diagram moody.



Gambar 2. 5 Diagram Moody.¹⁹

¹⁹Crane CO, "Flow of Fluids Through: Valves, Fittings, and Pipe". Technical Paper No.410M. New York 1982, Appendix A, page A-24

Tabel 2. 1 Nilai kekerasan dinding untuk berbagai pipa komersil.²⁰

Material	Condition	ε		Uncertainty, %
		ft	mm	
Steel	Sheet metal, new	0.00016	0.05	± 60
	Stainless, new	0.000007	0.002	± 50
	Commercial, new	0.00015	0.046	± 30
	Riveted	0.01	3.0	± 70
	Rusted	0.007	2.0	± 50
Iron	Cast, new	0.00085	0.26	± 50
	Wrought, new	0.00015	0.046	± 20
	Galvanized, new	0.0005	0.15	± 40
	Asphalted cast	0.0004	0.12	± 50
Brass	Drawn, new	0.000007	0.002	± 50
Plastic	Drawn tubing	0.000005	0.0015	± 60
Glass	--	Smooth	Smooth	
Concrete	Smoothed	0.00013	0.04	± 60
	Rough	0.007	2	± 50
Rubber	Smoothed	0.000033	0.01	± 60
Wood	Stave	0.0016	0.5	± 40

Menurut Hagen-Poiseuille untuk aliran Laminar dimana bilangan Reynold kurang dari 2000 ($Re > 2000$), factor gesekan dihubungkan dengan bilangan Reynold dinyatakan dengan rumus:

$$f = \frac{64}{Re} \dots \dots \dots (2.16)^{21}$$

Dimana:

f = Factor Gesekan

Re = Bilangan Reynold

2. Persamaan Hazen – William

Menurut Ram Gupta, 1989. Rumus ini pada umumnya dipakai untuk menghitung kerugian dalam pipa yang relative sangat panjang seperti jalur pipa penyalur air minum.

²⁰ Frank M White, *Fluid Mechanics Fifth Edition*. University of Rhode Island, Page 349

²¹ Crane CO, "Flow of Fluids Through: Valves, Fittings, and Pipe". Technical Paper No.410M. New York 1982, page 1-6

Bentuk umum persamaan Hazen – Williams yaitu:

$$hf = \frac{10.666 \cdot Q^{1.85}}{C^{1.85} \cdot d^{4.85}} \cdot L \dots \dots \dots (2.17)^{22}$$

Dimana:

hf = Kerugian gesekan dalam pipa (m)

Q = Laju aliran dalam pipa ($m^3/detik$)

L = Panjang pipa (m)

C = Koefisien kekasaran pipa Hazen – Williams (lihat table 2.2)

d = Diameter dalam pipa (m)

Tabel 2. 2 Nilai kekerasan pipa Hazen – Williams, C .²³

Material Pipa	Koefisien C
Brass, copper, aluminium	140
PVC, plastic	150
Cast iron new and old	130
Galvanized iron	100
Asphalted iron	120
Commercial and welded steel	120
Riveted steel	110
Concrete	130
Wood stave	120

²² Crane CO, "Flow of Fluids Through: Valves, Fittings, and Pipe". Technical Paper No.410M. New York 1982, page 1-6

²³ Ram Gupta. S, "Hydrology & Hydraulic Engineering Systems". Pearson. New Jersey. 1989. Hal. 550.

2.5.2. Kerugian *Head Minor*.

Selain kerugian yang disebabkan oleh gesekan, pada suatu jalur pipa juga terjadi kerugian karena kelengkapan pipa seperti belokan, siku, sambungan, katup dan sebagainya yang disebut dengan kerugian kecil (*minor losses*).

Besarnya kerugian minor akibat adanya kelengkapan pipa dirumuskan sebagai berikut:

$$h_M = \sum n \cdot K \frac{v^2}{2g} \dots\dots\dots (2.18)^{24}$$

Dimana:

h_M = Head minor losses

$\sum n$ = Jumlah kelengkapan pipa

K = Koefisien kerugian (dari lampiran koefisien minor losses peralatan pipa)

v = Kecepatan aliran fluida dalam pipa (*m/detik*)

g = Gaya gravitasi (*9.8 m/s*)

Persamaan (2.18), untuk pipa yang panjang ($L/D > 1000$), minor losses dapat diabaikan tanpa kesalahan yang cukup berarti tetapi menjadi penting pada pipa yang pendek.

²⁴ Frank M White, *Fluid Mechanics Fifth Edition*. University of Rhode Island, Page 367

Tabel 2. 3 Kehilangan tinggi tekanan pada katup, alat penyesuaian dan pipa yang digunakan.²⁵

Representative Dimensionless Equivalent Lengths (L_e/D) for Valves and Fittings	
Fitting Type	Equivalent Lengths, ^a (L_e/D)
Valves (fully open)	
Gate Valve	8
Globe Valve	340
Angle Valve	150
Ball Valve	3
Lift check valve: Globe lift	600
Angel lift	55
Foot valve with strainer: Poppet disk	420
Hinged disk	75
Standard Elbow: 90°	30
45°	16
Return Bend, Close pattern	50
Standard tee: flow through run	20
flow through branch	60
^a Based on $h_{l_m} = f(L_e/D)(V^2/2)$	

2.6. Persamaan Empiris Untuk Aliran Di Dalam Pipa

Seperti yang telah diuraikan sebelumnya, bahwa persamaan aliran fluida dalam pipa dapat diselesaikan dengan menggunakan persamaan Bernoulli, persamaan Darcy dan Diagram Moody. Penggunaan rumus empiris juga dapat digunakan untuk menyelesaikan permasalahan aliran. Dalam hal ini digunakan dua model rumus yaitu persamaan Hazen – Williams dan persamaan Manning.

²⁵ J.M.K. Dake, Endang P. Tachyan, Y.P. Pangaribuan “*Hidrolika Teknik*” Edisi Kedua. Erlangga.

Jakarta. 1985 . Hal. 78

2.6.1. Persamaan Hazen–Williams dengan menggunakan satuan Internasional.

$$v = kCR^{0.63}S^{0.54} \dots\dots\dots(2.19)^{26}$$

Dimana:

v = Kecepatan aliran (*m/detik*)

C = Koefisien kekasaran pipa Hazen-Williams

S = Slope dari gradient energy (head losses / panjang pipa = $\frac{hl}{L}$)

R = Jari-jari

k = Faktor konversi, $k=1$ untuk SI dan $k=1.49$ untuk satuan Inggris

2.6.2. Persamaan Manning dengan satuan Internasional.

$$v = \frac{k}{n} R^{\frac{2}{3}} S^{\frac{1}{2}} \dots\dots\dots (2.20)^{27}$$

Dimana:

v = Kecepatan aliran (*m/detik*)

n = Koefisien kekasaran pipa manning

S = Slope dari gradient energy (head losses / panjang pipa = $\frac{hl}{L}$)

R = Jari-jari

k = Faktor konversi, nilai k adalah 0.001 – 0,04²⁸

Persamaan Hazen – Williams²⁹ umumnya digunakan untuk menghitung **head losses** dalam pipa yang sangat panjang seperti jalur pipa penyedia air minum.

²⁶ Wikipedia, https://en.m.wikipedia.org/wiki/Hazen-Williams_equation, (diakses pada tanggal 12 january 2021, pukul 09.27)

²⁷ https://en.m.wikipedia.org/wiki/Manning_formula

²⁸ William and Hazen 1914, hal 1-2

²⁹ adalah hubungan empiris yang berkaitan aliran air dalam pipa dengan sifat fisik dari pipa dan penurunan tekanan yang disebabkan oleh gesekan (Wikipedia)

Persamaan ini tidak dapat digunakan untuk liquid lain selain air dan digunakan khusus untuk aliran yang bersifat turbulen. *Persamaan Darcy – Weisbach*³⁰ secara teoritis dapat digunakan untuk semua rezim aliran dan semua jenis liquid. Sedangkan *Persamaan Manning*³¹ biasanya digunakan untuk saluran terbuka (*open channel flow*)

2.7. Dasar Analisis Perhitungan Pompa

Dalam menganalisa perhitungan pompa untuk memindahkan fluida dari suatu tempat ketempat yang lain dengan *head* tertentu diperlukan beberapa syarat utama, yaitu:

1. Kapasitas

Kapasitas pompa adalah jumlah fluida yang dialirkan oleh pompa persatuan waktu. Kapasitas pompa ini tergantung pada kebutuhan yang harus dipenuhi sesuai dengan fungsi pompa yang direncanakan.

2. Head Pompa

Head pompa adalah kegiatan dimana kolom fluida harus naik untuk memperoleh jumlah yang sama dengan yang dikandung oleh satuan bobot fluida pada kondisi yang sama. Head ini diklasifikasikan dalam tiga bentuk, yaitu:

a. Head potensial

Didasarkan pada ketinggian fluida di atas bidang banding (datum plane). Jadi suatu air setinggi Z mengandung sejumlah energi yang disebabkan oleh posisinya atau disebut fluida mempunyai head sebesar Z kolom air.

b. Head Kecepatan

³⁰ adalah persamaan fenomenologika yang berkaitan dengan head loss, atau kehilangan tekanan akibat gesekan sepanjang pipa terhadap kecepatan aliran rata-rata (Wikipedia)

³¹ adalah rumus empiris memperkirakan kecepatan rata-rata dari cairan yang mengalir dalam saluran yang tidak benar-benar menyertakan cairan, yaitu, aliran saluran terbuka (Wikipedia)

Head kecepatan atau head kinetik yaitu suatu ukuran energi kinetik yang dikandung fluida yang disebabkan oleh kecepatannya dan dinyatakan

dengan persamaan: $\frac{v^2}{2g}$

c. Head Tekanan

Head tekanan adalah energy yang dikandung fluida akibat tekanannya dan

dinyatakan dengan: $\frac{P}{\gamma}$

Head total dari pompa diperoleh dengan menjumlahkan head yang disebut diatas dengan kerugian – kerugian yang timbul dalam instalasi pompa (head mayor dan head minor).

3. Sifat zat cair

Sifat – sifat *fluida* kerja sangat penting untuk diketahui sebelum melakukan analisa perhitungan pompa. Pada perhitungan ini, temperatur air dianggap sama dengan temperature kamar.

2.7.1. Persamaan Bernouli

Untuk mencari head pompa dapat digunakan persamaan bernaoulli yaitu:

$$\frac{p_1}{\gamma} + \frac{v_1^2}{2 \cdot g} + z_1 + Hp = \frac{p_2}{\gamma} + \frac{v_2^2}{2 \cdot g} + z_2 + h_L \dots \dots \dots (2.21)^{32}$$

Dimana:

h_L = Head Losses

p = Tekanan yang dialami fluida (N/m^2)

γ = Berat jenis fluida (N/m^3)

g = Gaya gravitasi

z = Beda Ketinggian (m)

v = Kecepatan aliran (m/s)

³² Libratma group, <https://libratama.com/cara-menentukan-head-total-pompa/> (diakses pada 12 januari 2021, pukul 21.27)

H_p = Head Pompa (m)

Atau

$$H_p = \frac{p_2 - p_1}{\gamma} + \frac{v_2^2 - v_1^2}{2 \cdot g} + z_2 - z_1 + h_L$$

atau

$$H_p = \Delta \frac{P}{\gamma} + \Delta \frac{v^2}{2 \cdot g} + \Delta Z + h_L$$

Dimana:

$$\frac{p_2 - p_1}{\gamma} = \text{Perbedaan head tekanan}$$

$$\frac{v_2^2 - v_1^2}{2 \cdot g} = \text{Perbedaan head kecepatan}$$

$$z_2 - z_1 = \text{Perbedaan head statis}$$

$$h_L = \text{Head Losses}$$

2.8. Dasar Pemilihan Pompa.

Dalam pemilihan jenis pompa yang akan dipergunakan untuk mendistribusikan fluida, perlu dipertimbangkan faktor teknis dan ekonomisnya. Pompa yang dipergunakan dalam analisa perhitungan ini adalah jenis pompa sentrifugal dengan pertimbangan antara lain:

- Kapasitas pompa besar.
- Aliran fluida yang dipompakan kontinyu.
- Konstruksi kecil dan sederhana sehingga mudah dalam pemeliharaan dan dapat digabungkan dengan unit penggerak pompa sebagai satu kesatuan.
- Dapat beroperasi pada putaran tinggi yang dikopel langsung dengan motor penggerak.
- Untuk melayani kebutuhan yang sama, harga awal dan perawatan lebih murah dibanding jenis lain.
- Head pompa yang sesuai dengan yang dibutuhkan.

Tabel 2. 4 Konversi satuan panjang.

1 mil	0.001 inch	0.0254 millimeter
1 inch	1,000 mils	2.54 centimeters
12 inches	1 foot	0.3048 meter
3 feet	1 yard	0.9144 meter
1 mile	5,280 feet	1.6094 kilometers
10 millimeters	1 centimeter	0.3937 inch
10 centimeters	1 decimeter	3.937 inches
10 decimeters	1 meter	39.37 inches or 3.2808 feet
10 meters	1 decameter	393.7 inches or 32.8083 feet
10 decameters	1 hectometer	328.083 feet
10 hectometers	1 kilometer	0.621 mile or 3,280.83 feet

Tabel 2. 5 Pemakaian air rata-rata per orang setiap hari.³³

No.	Jenis Gedung	Pemakaian air rata-rata per hari (liter)	Jangka waktu pemakaian air rata-rata sehari (jam)	Perbandingan luas lantai efektif total (%)	Keterangan
1	Perumahan mewah	250	8-10	42-45	Setiap penghuni
2	Rumah biasa	160-250	8-10	50-53	Setiap penghuni
3	Apartemen	200-250	8-10	45-50	Mewah: 250 liter Menengah: 180 ltr Sendiri: 120 ltr
4	Asrama	120	8	45-48	Sendiri
5	Rumah sakit	1000	8-10	50-55	(setiap tempat tidur pasien) Pasien luar: 500 ltr Staf/pegawai: 120 ltr Kelg. pasien: 160 ltr
6	SD	40	5	58	Guru: 100 liter
7	SLTP	50	6	58	Guru: 100 liter
8	SLTA dan lebih tinggi	80	6	-	Guru/Dosen: 100 liter
9	Rumah-toko	100-200	8	-	Penghuninya: 160 ltr
10	Gedung kantor	100	8	60-70	Setiap pegawai
11	Toko serba ada <i>departement store</i>	3	7	55-60	-
12	Pabrik / industri	Buruh pria: 60 wanita: 100	8	-	Per orang, setiap giliran (kalau kerja lebih dari 8 jam/hari)
13	Stasiun/terminal	3	15	-	Setiap penumpang (yang tiba maupun berangkat)
14	Restoran	30	5	-	Untuk penghuni 160 ltr
15	Restoran umum	15	7	-	Untuk penghuni: 160 ltr, pelayan: 100 ltr 70% dari jumlah tamu perlu 15 ltr/org untuk kakus, cuci tangan dsb.
16	Gedung pertunjukan	30	5	53-55	Kalau digunakan siang dan malam, pemakaian air dihitung per penonton, jam pemakaian air dalam tabel adalah untuk satu kali
17	Gedung bioskop	10	7	-	-
18	Toko pengecer	40	6	-	Pedangan besar: 30 liter/tamu, 10 liter/staf atau, 5 liter per hari setiap m ² luas
19	Hotel / penginapan	250-300	10	-	Untuk setiap tamu, untuk staf 120-150 liter; penginapan 200 liter
20	Gedung peribadatan	10	2	-	Didasarkan jumlah jemaah per hari
21	Perpustakaan	25	6	-	Untuk setiap pembaca yang tinggal
22	Bar	30	6	-	Setiap tamu
23	Perkumpulan sosial	30	-	-	Setiap tamu
24	Kelab malam	120-350	-	-	Setiap tempat duduk
25	Gedung perkumpulan	150-200	-	-	Setiap tamu
26	Laboratorium	100-200	8	-	setiap staff

³³ Soufyan Moh. Noerbambang & Takeo Morimura. "Perancangan Dan Pemeliharaan Sistem Plambing".

Pradnya Paramita. Jakarta. 2005. Hal 48

2.9. Peralatan dan Perlengkapan (*Equipment*) Untuk Penyediaan Air Bersih

Pengertian *equipment* disini adalah untuk menjelaskan peralatan dan perlengkapan yang akan di gunakan dalam pengerjaan instalasi sistem plumbing, dan dimana *equipment* untuk sistem air bersih yang digunakan pada gedung ini, sebagai berikut :

2.9.1. *Feed Pump*.

Berperan sebagai pompa awal untuk mensuplai air laut ke Seawater Reverse Osmosis, yang akan diolah menjadi air bersih (fresh water) di dalam system Seawater Reverse Osmosis. Pompa yang digunakan adalah pompa sentrifugal type vertical, poros pompa ini berada pada posisi vertikal, seperti terlihat pada gambar 3.3. Poros ini dipegang di beberapa tempat sepanjang pipa kolom utama bantalan. Pompa ini memerlukan tempat yang relatif kecil dibandingkan dengan pompa poros mendatar. Penggerak pompa umumnya diletakkan di atas pompa.



Gambar 2. 6 *Feed pump type* poros vertikal.

2.9.2. *Seawater Reverse Osmosis.*

Untuk mendapatkan air tawar dari air laut bisa dilakukan dengan cara osmosis terbalik, suatu proses penyaringan air laut dengan menggunakan tekanan dialirkan melalui suatu membran saring. Sistem ini disebut SWRO (*Seawater Reverse Osmosis*) dan banyak digunakan pada kapal laut atau instalasi air bersih di anjungan lepas pantai dengan bahan baku air laut.

Seawater Reverse Osmosis (Osmosis terbalik) atau SWRO adalah suatu metode penyaringan yang dapat menyaring berbagai molekul besar dan ion-ion dari suatu larutan dengan cara memberi tekanan pada larutan ketika larutan itu berada di salah satu sisi membran seleksi (lapisan penyaring). Proses tersebut menjadikan zat terlarut terendap di lapisan yang dialiri tekanan sehingga zat pelarut murni bisa mengalir ke lapisan berikutnya. Membran seleksi itu harus bersifat selektif atau bisa memilah yang artinya bisa dilewati zat pelarutnya (atau bagian lebih kecil dari larutan) tetapi tidak bisa dilewati zat terlarut seperti molekul berukuran besar dan ion-ion. *Osmosis* adalah sebuah fenomena alam yang terjadi dalam sel makhluk hidup dimana molekul pelarut (biasanya air) akan mengalir dari daerah berkonsentrasi rendah ke daerah Berkonsentrasi tinggi melalui sebuah membran semipermeabel. Membran semipermeabel ini menunjuk ke membran sel atau membran apa pun yang memiliki struktur yang mirip atau bagian dari membran sel. Gerakan dari pelarut berlanjut sampai sebuah konsentrasi yang seimbang tercapai di kedua sisi membran.

Seawater Reverse Osmosis adalah sebuah proses pemaksaan sebuah terlarut dari sebuah daerah konsentrasi terlarut tinggi melalui sebuah membran ke sebuah daerah terlarut rendah dengan menggunakan sebuah tekanan melebihi tekanan osmotik. Dalam istilah lebih mudah, reverse osmosis adalah mendorong sebuah larutan melalui filter yang menangkap zat terlarut dari satu sisi dan membiarkan pendapatan pelarut murni dari sisi satunya.



Gambar 2. 7 Ilustrasi model *Seawater Reverse Osmosis*.

2.9.3. Proses *Osmosis*.

Osmosis adalah proses alami. Ketika dua cairan konsentrasi yang berbeda dipisahkan oleh sebuah membran semipermeabel, cairan memiliki kecenderungan untuk bergerak dari konsentrasi yang lebih rendah ke konsentrasi yang lebih tinggi untuk keseimbangan potensial kimia.

Secara formal, reverse osmosis adalah proses memaksa pelarut dari daerah konsentrasi zat terlarut tinggi melalui membran semipermeabel ke daerah konsentrasi zat terlarut rendah dengan menerapkan tekanan melebihi tekanan osmotik. Aplikasi terbesar dan paling penting dari *reverse osmosis* adalah pemisahan air murni dari air laut dan air payau, air laut atau air payau bertekanan terhadap satu permukaan membran, menyebabkan transportasi garam menipis, air melintasi membrane dan munculnya air minum dari sisi tekanan rendah.

Membran yang digunakan untuk reverse osmosis memiliki lapisan padat dalam matriks polimer, baik kulit membran asimetris atau lapisan interfasial dipolimerisasi dalam membran tipis (film/komposit) di mana pemisahan terjadi.

Dalam kebanyakan kasus, membran ini dirancang untuk memungkinkan air hanya untuk melewati melalui lapisan padat, sementara mencegah bagian dari zat terlarut (seperti ion garam). Proses ini mensyaratkan bahwa tekanan tinggi akan diberikan pada sisi konsentrasi tinggi membran, biasanya 2-17 bar (30-250 psi) untuk air tawar dan payau, dan 40-82 bar (600-1200 psi) untuk air laut, yang memiliki sekitar 27 bar (390 psi) [3] tekanan osmotik alam yang harus diatasi. Proses ini terkenal karena penggunaannya dalam desalinasi (menghilangkan garam dan mineral lainnya dari air laut untuk mendapatkan air tawar), namun sejak awal 1970an itu juga telah digunakan untuk memurnikan air segar untuk aplikasi medis, industri, dan domestik.

Osmosis menjelaskan bagaimana pelarut bergerak antara dua solusi yang dipisahkan oleh sebuah membran semipermeabel untuk mengurangi perbedaan konsentrasi antara larutan. Ketika dua larutan dengan konsentrasi yang berbeda dari zat terlarut dicampur, jumlah total zat terlarut dalam dua larutan akan terdistribusi secara merata di jumlah total pelarut dari dua larutan

Daripada mencampur dua larutan bersama-sama, mereka dapat dimasukkan ke dalam dua kompartemen di mana mereka dipisahkan dari satu sama lain dengan membran semipermeabel. Membran semipermeabel tidak memungkinkan zat terlarut untuk berpindah dari satu kompartemen ke lainnya, namun memungkinkan pelarut untuk bergerak. Karena kesetimbangan tidak dapat dicapai oleh pergerakan zat terlarut dari kompartemen dengan konsentrasi zat terlarut tinggi untuk yang satu dengan konsentrasi zat terlarut rendah, itu bukan dicapai dengan pergerakan pelarut dari daerah konsentrasi zat terlarut rendah ke daerah-daerah konsentrasi zat terlarut tinggi. Ketika pelarut bergerak jauh dari daerah konsentrasi rendah, hal itu menyebabkan daerah-daerah untuk menjadi lebih terkonsentrasi. Di sisi lain, ketika pelarut bergerak ke daerah-daerah konsentrasi tinggi, konsentrasi zat terlarut akan menurun. Proses ini disebut osmosis. Kecenderungan untuk pelarut mengalir melalui membran dapat dinyatakan sebagai "tekanan osmotik", karena analog mengalir disebabkan oleh perbedaan tekanan. contoh Osmosis adalah difusi.

Dalam osmosis terbalik, dalam penyusunan yang sama seperti yang di osmosis, tekanan diterapkan ke kompartemen dengan konsentrasi tinggi. Dalam hal

ini, ada dua kekuatan yang mempengaruhi gerakan air: tekanan yang disebabkan oleh perbedaan konsentrasi zat terlarut antara dua kompartemen (tekanan osmotik) dan tekanan eksternal diterapkan.

2.9.4. Tangki Air Bersih (*Potable Fresh Water Storage Tank*)

Equipment ini umumnya disebut dengan istilah tangki air bersih, karena berada di cellar deck pada anjungan lepas pantai. Fungsinya untuk bak penampungan air bersih. Air yang ditampung di fresh water tank yaitu dari penyaringan menggunakan *Seawater Reverse Osmosis* yang kontinyu didistribusikan dalam kurun waktu 24 jam. Tangki air bawah ini mempunyai kapasitas 71 m³ (19.000 US Gallon) air.



Gambar 2. 8 Tangki air bersih.

2.9.5. *Fresh Water Booster Pump*

Untuk mengalirkan air tawar (fresh water) dari tanki air tawar (fresh water tank) ke seluruh area bangunan dipergunakan *Fresh Water Booster Pump*. Pompa ini menggunakan type *centrifugal pump*. Pompa *centrifugal* adalah suatu mesin kinetis yang mengubah energi mekanik menjadi energi fluida menggunakan gaya *centrifugal* (Sularso, 2004), pompa *centrifugal* terdiri dari sebuah impeller yang berputar di dalam sebuah rumah pompa (*Casing*). Pada rumah pompa dihubungkan dengan saluran hisap dan saluran keluar. Sedangkan impeller terdiri dari sebuah cakram dan terdapat sudu-sudu, arah putaran sudu-sudu itu biasanya dibelokkan ke belakang terhadap arah putaran.



Gambar 2. 9 *Fresh Water Booster Pump* tipe Sentrifugal.

2.9.6. Tangki Tekan (*Potabel Fresh Water Pressure tank*).

Tangki Tekan, merupakan tangki yang bisa menyimpan air bertekanan untuk sementara. Tangki ini dilengkapi dengan membrane/diaphragm untuk type kecil yang akan memisahkan air dan udara. Fungsi utama tangki tekan yaitu:

- Menghemat listrik (pemakaian listrik) pada pompa
- Meratakan tekanan air pada system perpipaan
- Sebagai bantalan udara, sehingga pompa bisa mati (off) secara halus (soft), tanpa terjadi lonjakan.
- Untuk mengurangi efek hentakan air (water hammering), saat kran air di matikan tiba tiba atau saat pompa mati tiba tiba.



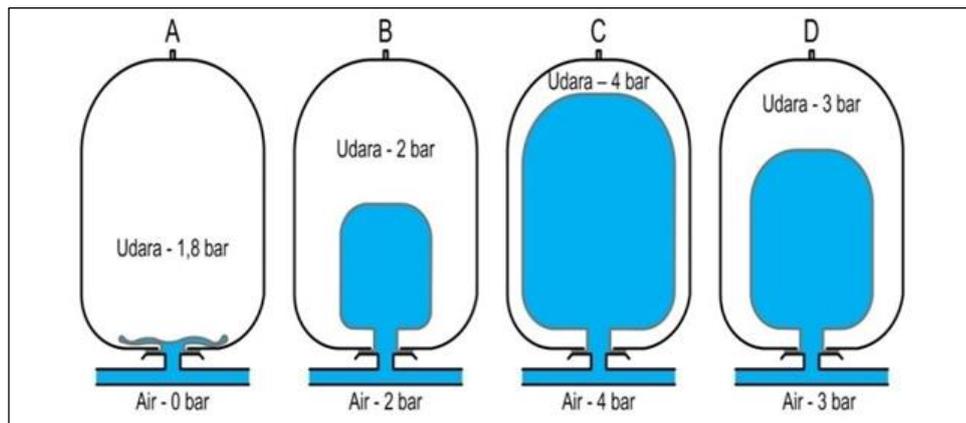
Gambar 2. 10 Tangki tekan yang dilengkapi dengan automatic sensor.

2.9.7. Prinsip kerja tangki tekan (*Pressure Tank*)

Pressure tank pada prinsipnya berguna untuk menstabilkan tekanan air pada kran. Di dalam pressure tank biasanya terdapat membran yang berfungsi untuk

menjaga daya tahan Pressure Switch karena pada saat air terpakai sedikit, pompa tidak perlu bekerja dan Pressure Switch tidak perlu bekerja sehingga menjaga daya tahan pressure switch.

Dengan adanya udara bertekanan di membrane, maka pada akhirnya akan membantu menekan air, dan hasil tekanan air yang dihasilkan oleh pompa akan lebih stabil.



Gambar 2. 11 Prinsip kerja *Pressure tank* (type kecil).

Pada prinsipnya semua pompa air yang digunakan untuk menyalurkan ke kran2 membutuhkan pressure tank. Tanki tekan yang terpasang memiliki kapasitas 2000 liter dengan tekanan operasi di 25 – 45 psi.

BAB V

KESIMPULAN

Dari perhitungan yang diperoleh dapat dilihat untuk pendistribusiannya sesuai kapasitas yang diharapkan dapat memenuhi dari pada kebutuhan gedung, yaitu sebagai berikut :

1. Kebutuhan air bersih :

$$Q_h = 10937.5 \text{ liter/hari} : 10 \text{ jam} = 1093.75 \text{ liter/jam} = 1,09375 \text{ m}^3/\text{h} = 0,0003 \text{ m}^3/\text{s}$$

2. Terjadi peningkatan kebutuhan air bersih seniali 3125 liter/hari untuk mencukupi kebutuhan penambahan 10 orang.
3. Dalam rangka mencukupi kebutuhan air bersih setelah penambahan tim tidak diperlukan perubahan di *water tank* , dikarenakan kapasitas sudah tercukupi yaitu 71,900 lt.
4. Hasil perhitungan pompa , mulai dari debit, *head* dan daya di dapatkan bahwa pompa yang sudah terpasang masih mampu untuk mencukupi kebutuhan air bersih setelah ada nya penambahan tim sebanyak 10 orang.
5. *Pressure tank* yang terpasang sudah sesuai dengan kebutuhan, dan sensor *automatic* harus di *setting* di maks. 4 bar , dan min. 2 bar
6. Dari poin-poin diatas dari segi kebutuhan air bersih, dapat diambil kesimpulan bahwa penambahan tim 10 orang untuk mempercepat perbaikan area utilitas dapat dilaksanakan.
7. Disarankan untuk melakukan pengecekan ulang dilapangan, yaitu untuk memastikan antara hasil penghitungan dengan kondisi aktual dilapangan. Menggunakan alat ukur tekanan dan debit. Hasil akhir diharapkan antara penghitungan dan kondisi dilapangan sama atau minimal sesuai dengan nilai toleransi yang diizinkan.

DAFTAR PUSTAKA

1. Muh.Nabil, Definisi Fluida dan jenis-jenis Aliran Fluida, <https://muhnabil.wordpress.com/2012/06/26/definisi-fluida-dan-jenis-jenis-aliran-fluida/> (diakses pada 12 Januari 2021, pukul 17.27)
2. Crane CO, "Flow of Fluids Through: Valves, Fittings, and Pipe". *Technical Paper* No.410M. New York 1982.
3. Frank M White, *Fluid Mechanics Fifth Edition*. University of Rhode Island.
4. Wikibooks, https://id.wikibooks.org/wiki/Rumus-Rumus_Fisika_Lengkap/Energi . (diakses pada 12 januari 2021, pukul 19.17)
5. WikiHow, <https://id.wikihow.com/Menghitung-Energi-Kinetik>. (diakses pada 12 januari 2021, pukul 17.57)
6. http://yokirachmansyah.blogspot.com/2015/11/dasar-dasar-fluida-dinamis_29.html (diakses pada 12 january 2021, pukul 19.20)
7. Ram Gupta. S, "*Hydrology & Hydraulic Engineering Systems*". Pearson. New Jersey. 1989.
8. J.M.K. Dake, Endang P.Tachyan, Y.P. Pangaribuan "Hidrolika Teknik" Edisi Kedua. Erlangga. Jakarta. 1985 . Hal. 78
9. Wikipedia, https://en.m.wikipedia.org/wiki/Hazen-Williams_equation, (diakses pada tanggal 12 january 2021, pukul 09.27)
10. Libratma group, <https://libratama.com/cara-menentukan-head-total-pompa/> (diakses pada 12 januari 2021, pukul 21.27)
11. Soufyan Moh. Noerbambang & Takeo Morimura. "Perancangan Dan Pemeliharaan Sistem Plambing" . Pradnya Paramita. Jakarta. 2005.

LAMPIRAN