

**ANALISA INSTALASI PIPA AIR BERSIH KE RUMAH TANGGA
DI DUSUN KLAMPOK DESA SUMBERGEDANG PANDAAN**

SKRIPSI



Disusun Oleh :

Nama : Wahyu Ali Mustofa

NIM : 161020200004

**UNIVERSITAS MUHAMMADIYAH SIDOARJO
FAKULTAS SAINS DAN TEKNOLOGI
PROGRAM STUDI TEKNIK MESIN**

2023

SKRIPSI

ANALISA INSTALASI PIPA AIR BERSIH KE RUMAH TANGGA DI DUSUN KLAMPOK DESA SUMBERGEDANG PANDAAN

Untuk memenuhi sebagian persyaratan mencapai derajat S-1

Program Studi Teknik Mesin



Disusun Oleh :

Nama : Wahyu Ali Mustofa

NIM : 161020200004

UNIVERSITAS MUHAMMADIYAH SIDOARJO

FAKULTAS SAINS DAN TEKNOLOGI

PROGRAM STUDI TEKNIK MESIN

2023

SURAT PERNYATAAN

Saya yang bertanda tangan di bawah ini :

Nama : Wahyu Ali Mustofa

Tempat Tanggal Lahir : Kediri, 10 Mei 1997

NIM : 161020200004

Fakultas/Jurusan : Sains dan Teknologi/Teknik Mesin

Menyatakan dengan sesungguhnya bahwa karya tulis ilmiah yang berjudul **“Analisa Instalasi Pipa Air Bersih Ke Rumah Tangga Di Dusun Klampok Desa Sumbergedang Pandaan”** adalah hasil karya murni pemikiran peneliti bukan hasil tiruan atau duplikasi dari tulisan lain terkecuali adanya kutipan-kutipan ataupun pernyataan sebagaimana telah disebutkan sumbernya dengan kaidah penulisan pada umumnya.

Peneliti bersedia menerima segala sanksi dengan peraturan akademis Fakultas apabila terbukti karya ini tidak sesuai dengan pernyataan yang saya buat. Adapun selanjutnya keseluruhan ide serta gagasan dalam karya ilmiah ini sepenuhnya akan menjadi tanggungjawab penulis.

Mojokerto, 22 Maret 2023

Peneliti



(Wahyu Ali Mustofa)

HALAMAN PERSETUJUAN

Judul : Analisa Instalasi Pipa Air Bersih Ke Rumah Tangga Di Dusun
Klampok Desa Sumbergedang Pandaan

Oleh : Wahyu Ali Mustofa

NIM :161020200004

Program Studi : Teknik mesin

Menyetujui,

Dosen Pembimbing




(Dr. Prantasi Harmi Tjahjanti, S.Si, MT.)

NIDN. 15126806

Mengetahui,

Kepala Program Studi Teknik Mesin



(A'asy Fehrudin, ST., MT)

NIK. 212476

Tanggal persetujuan : 29 Maret 2023

LEMBAR PENGESAHAN

Judul : Analisa Instalasi Pipa Air Bersih Ke Rumah Tangga Di Dusun
Klampok Desa Sumbergedang Pandaan

Oleh : Wahyu Ali Mustofa

NIM : 161020200004

Program Studi : Teknik mesin

Diterima sebagai salah satu persyaratan untuk memperoleh gelar Sarjana Fakultas
Sains dan Teknologi Strata Satu (S-I) pada Fakultas Sains dan Teknologi
Universitas Muhammadiyah Sidoarjo.

Disetujui Oleh :

1. Dr. Prantasi Harmi Tjahjanti, S.Si, M.T
NIDN. 15126806

(Ketua Penguji)

2. Iswanto, S.T, M.MT
NIK. 207139

(Penguji I)

3. Edi Widodo, S.T, M.T
NIK. 210386

(Penguji II)

Dekan Fakultas Sains dan Teknologi,

(Iswanto, S.T, MM.T)

NIK. 207139

Pada tanggal : 31 Maret 2023

ABSTRAK

Pengujian pada instalasi pipa air bersih di dusun Klampok pada 3 rumah warga yang dijadikan batasan penelitian bertujuan untuk mengetahui debit air, tingkat kerugian kehilangan energi (*headloss*), dan bentuk aliran yang terjadi pada instalasi pipanya. Air bersih dialirkan dari sumber air menggunakan pipa jenis PVC dengan diameter 2 inch dengan daya pompa air 3.6 Hp. Penelitian ini dilakukan untuk menguji debit air pada instalasi pipa. Hasil uji debit dari pompa air hingga tandon adalah $0,004 \text{ m}^3/\text{s}$ atau 4 liter/detik. Sedangkan, hasil uji debit air tandon yang dirancang untuk mensuplai air kerumah warga melalui pipa 2 inci dengan diameter pipa cabang disetiap rumah sama sebesar $0,0026 \text{ m}^3/\text{s}$ atau 2,6 liter/detik. Hasil uji *headloss* diperoleh nilai *headloss major* tertinggi sebesar 1.764 m terdapat pada instalasi pipa yang terpasang 17 m dari tandon air dan nilai *headloss major* terendah 1.038 m terdapat pada instalasi pipa yang terpasang 10 m dari tandon air. Nilai *headloss minor* juga menunjukkan hasil yang sama yaitu nilai tertinggi 1.167 m terdapat pada instalasi pipa yang terpasang 17 m dari tandon air dan nilai *headloss minor* terendah 0.661 m terdapat pada instalasi pipa yang terpasang 10 m dari tandon air. Dapat dikatakan, semakin pendek pipa PVC yang digunakan maka *headloss* semakin kecil, dan semakin panjang pipa PVC yang digunakan maka *headloss* semakin besar. Pada hasil pengujian bentuk aliran air ditemukan hasil bahwa bentuk atau pola aliran adalah aliran turbulen karena nilai $Re \ 165.780 > 4.000$.

Kata Kunci : Instalasi Pipa, Debit Air, Headloss, Aliran Turbulen

ABSTRACT

Tests on clean water pipe installations in Klampok hamlet on 3 residents' houses which were used as research boundaries aimed to determine the water discharge, the level of energy loss (headloss), and the shape of the flow that occurs in the pipe installation. Clean water is supplied from a water source using a PVC type pipe with a diameter of 2 inches with a water pump power of 3.6 horsepower. This research was conducted to test the water discharge in pipe installations. The results of the discharge test from the water pump to the reservoir are $0.004 \text{ m}^3/\text{s}$ or 4 liters/second. Meanwhile, the results of the reservoir water discharge test which is designed to supply water to residents' homes through a 2-inch pipe with the diameter of the branch pipe in each house is the same at $0.0026 \text{ m}^3/\text{s}$ or 2.6 liters/second. The headloss test results obtained the highest major headloss value of 1,764 m found in the pipe installation installed 17 m from the water reservoir and the lowest major headloss value of 1,038 m found in the pipe installation installed 10 m from the water reservoir. The minor headloss value also shows the same results, namely the highest value of 1,167 m is found in the pipe installation that is installed 17 m from the water reservoir and the lowest minor head loss value is 0.661 m found in the pipe installation that is installed 10 m from the water reservoir. It can be said, the shorter the PVC pipe used, the smaller the head loss, and the longer the PVC pipe used, the greater the head loss. In the results of testing the shape of the water flow, it was found that the shape or pattern of the flow was turbulent flow because the value $Re \ 165.780 > 4.000$.

Keywords: Piping Installation, Water Discharge, Headloss, Turbulent Flow.

KATA PENGANTAR

Assalamu'alaikum, Wr. Wb.

Dengan mengucapkan syukur Alhamdulillah kehadiran Allah SWT karena hanya atas Karunia dan Rahmat-Nya akhirnya penulis dapat menyelesaikan skripsi yang berjudul **“Analisa Instalasi Pipa Air Bersih Ke Rumah Tangga Di Dusun Klampok Desa Sumbergedang Pandaan”**

Penulisan skripsi ini untuk memenuhi salah satu syarat guna menyelesaikan program Strata Satu (S-1) pada Fakultas Sains dan Teknologi Program Studi Teknik Mesin di Universitas Muhammadiyah Sidoarjo.

Selama proses pembuatan skripsi ini, penulis telah dibantu oleh berbagai pihak. Dalam kesempatan ini penulis mengucapkan terima kasih dengan sepenuh hati kepada :

1. Bapak Dr. H. Hidayatulloh, M.Si, selaku Rektor Universitas Muhammadiyah Sidoarjo.
2. Bapak Iswanto, S.T, M.MT., selaku Dekan Fakultas Sains dan Teknologi Universitas Muhammadiyah Sidoarjo.
3. Bapak A'rasy Fahrudin, ST., MT., selaku Ketua Jurusan Program Studi Teknik Mesin Fakultas Sains dan Teknologi Universitas Muhammadiyah Sidoarjo.
4. Ibu Dr. Prantasi Harmi Tj.S.Si. MT., selaku Dosen Pembimbing yang telah bersedia meluangkan waktu untuk memberikan bimbingan dalam penulisan skripsi ini.
5. Bapak/Ibu dosen serta staff lingkungan Universitas Muhammadiyah Sidoarjo yang telah memberikan banyak pengetahuan pada penulis.
6. Bapak Mujianto selaku PenanggungJawab Air Bersih Dusun Klampok Desa Sumbergedang yang telah banyak membantu peneliti untuk memperoleh data dan informasi yang diperlukan.
7. Kedua orangtua saya tercinta beserta keluarga yang telah mendukung, mendoakan, dan memberikan semangat dalam proses penyusunan skripsi ini.

Penulis menyadari dalam penyusunan skripsi ini masih jauh dari kata sempurna, oleh karena itu penulis mengharapkan saran dan kritik yang bersifat

membangun demi kesempurnaan skripsi ini dan semoga dapat memberikan informasi bagi pembaca serta pihak yang membutuhkan.

Wassalamu'alaikum, Wr.Wb.

Mojokerto, 22 Maret 2023



Wahyu Ali Mustofa



DAFTAR ISI

COVER	
SURAT PERNYATAAN	vi
HALAMAN PERSETUJUAN.....	Error! Bookmark not defined.
LEMBAR PENGESAHAN	Error! Bookmark not defined.
ABSTRAK.....	ix
ABSTRACT.....	viii
KATA PENGANTAR	viii
DAFTAR ISI.....	x
DAFTAR TABEL.....	xii
DAFTAR GAMBAR	xiii
DAFTAR LAMPIRAN.....	xiv
BAB I PENDAHULUAN.....	1
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Rumusan Masalah.....	3
1.3 Batasan Masalah	3
1.4 Tujuan Penelitian	3
1.5 Manfaat Penelitian	4
1.6 Sistematika Penulisan	4
BAB II DASAR TEORI	6
2.1 Sistem Perpipaan.....	6
2.2 Komponen Perpipaan.....	6
2.2.1 Pipa	6
2.2.2 Sambungan.....	7
2.2.3 Katup (Valve).....	9
2.2.4 Material Katup	10
2.3 Pipa PVC (<i>Polivnyl Chloride</i>).....	10
2.4 Pemasangan Pipa	11
2.4.1 Pemasangan Pipa diatas Tanah	11
2.4.2 Pemasangan Pipa dibawah Tanah	12
2.4.3 Pemasangan Pipa dibawah Air.....	12
2.5 Kecepatan.....	12

2.6	Debit Air	13
2.7	Tekanan.....	13
2.8	Hukum Kerugian Kehilangan Energi (<i>Head Loss</i>)	13
2.8.1	Kerugian Kehilangan Energi Mayor (<i>Headloss Major</i>).....	14
2.8.2	Kerugian Kehilangan Energi Minor (<i>Headloss Minor</i>)	15
2.9	Kerugian Kehilangan Energi Akibat Gesekan (<i>Headloss Major</i>).....	16
2.10	Kerugian Kehilangan Energi Akibat <i>Fitting</i> (<i>Headloss Minor</i>)	18
BAB III	.....	20
3.1	Lokasi Penelitian.....	20
3.2	Metode Penelitian	20
3.3	Variabel Penelitian.....	20
3.4	Diagram Alir Penelitian (Flowchart)	22
3.5	Langkah Pelaksanaan.....	22
3.5	Skema Instalasi Pipa Air Bersih.....	23
BAB IV	.....	27
4.1	Pengujian Debit Air Pada Instalasi Pipa	27
4.2	Uji Kerugian Kehilangan Energi (<i>Headloss</i>).....	28
4.3	Bentuk Aliran Air Pada Instalasi Pipa	35
BAB V	.....	37
5.1	Kesimpulan	37
5.2	Saran	38
DAFTAR PUSTAKA	.....	39
LAMPIRAN	.....	41

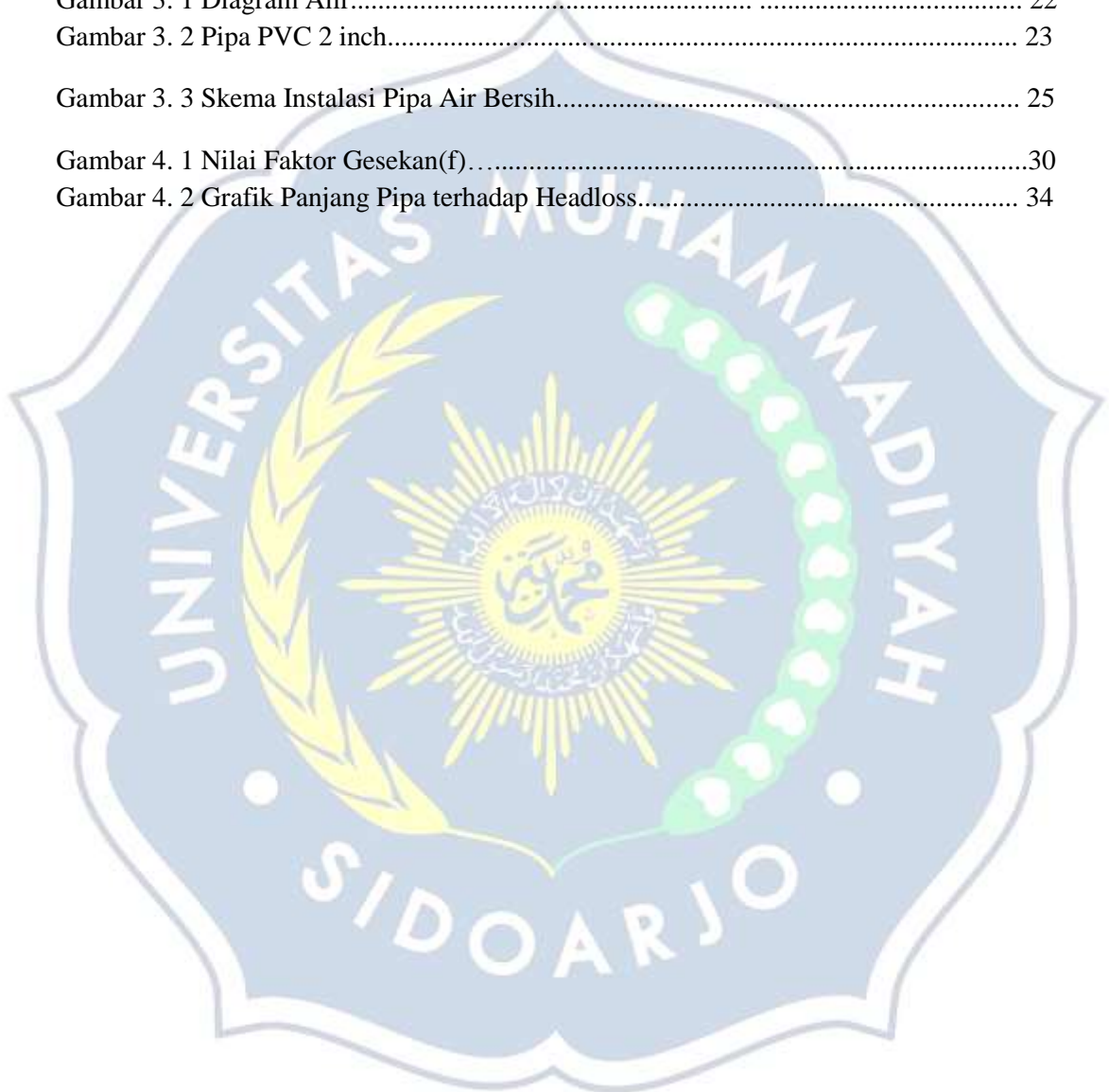
DAFTAR TABEL

Tabel 2. 1 Koefisien Pipa Pada Persamaan Hazen-Williams	14
Tabel 2. 2 Koefisien Kekasaran Pipa (ϵ).....	17
Tabel 2. 3 Koefisien Kerugian Untuk Komponen Pipa ($h_f = \kappa_L v^2 / 2g$).....	18



DAFTAR GAMBAR

Gambar 2. 1 Sambungan Tee	8
Gambar 2. 2 Sambungan Elbow	8
Gambar 2. 3 Sambungan Cross.....	9
Gambar 2. 4 Sambungan Reducer.....	9
Gambar 2. 5 Diagram Moody.....	16
Gambar 3. 1 Diagram Alir.....	22
Gambar 3. 2 Pipa PVC 2 inch.....	23
Gambar 3. 3 Skema Instalasi Pipa Air Bersih.....	25
Gambar 4. 1 Nilai Faktor Gesekan(f).....	30
Gambar 4. 2 Grafik Panjang Pipa terhadap Headloss.....	34



DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran 1 Tabel Ukuran Pipa PVC	41
Lampiran 2 Tabel Viskositas Air	41
Lampiran 3 Diagram Moody	42
Lampiran 4 Tandon Air Bersih	43
Lampiran 5 Pengukuran Tandon Air	43
Lampiran 6 Pengamatan <i>Fitting</i> Yang Digunakan Pada Instalasi.....	44
Lampiran 7 Pengamatan Valve 2 inch	44
Lampiran 8 Pengamatan Pada Uji Kebocoran Pipa	45
Lampiran 9 Pengamatan Pada Uji Jenis Aliran Air	45



BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Air merupakan komponen alam yang memegang peranan penting bagi kelangsungan hidup di bumi. Air menjadi salah satu komponen utama yang sangat diperlukan bagi kehidupan manusia, hewan dan tumbuhan. Air selain sebagai sumber energi, juga berfungsi sebagai media pengangkutan zat-zat makanan, serta beberapa keperluan lainnya yang berkaitan dengan kebutuhan dan kehidupan manusia. Salah satu kebutuhan air untuk kehidupan manusia yaitu untuk pemenuhan air minum.

Menurut Suripin dalam Sasongko, dkk. (2014), kebutuhan air bersih penduduk dunia sebanyak 367 km^3 per hari untuk jumlah penduduk 6.121 milyar jiwa, sehingga pada tahun 2025 kebutuhan air bersih meningkat menjadi 492 km^3 per hari, dan akan terus meningkat pada tahun 2100 dengan jumlah kebutuhan air bersih sebanyak 611 km^3 per hari. Kebutuhan air bersih dari tahun ke tahun diperkirakan akan terus meningkat.

Kebutuhan akan air bersih yang terus meningkat juga diikuti dengan kebutuhan akan air bersih untuk air minum. Untuk kebutuhan air minum, selain harus bersih juga harus memenuhi tiga (3) syarat kualitas air yang meliputi : (1) Syarat fisik meliputi air harus bersih dan tidak keruh, air tidak berwarna, tidak berasa, tidak berbau, serta berada pada suhu $10^0 - 25^0\text{C}$, (2) Syarat kimiawi meliputi air tidak mengandung bahan kimiawi yang beracun serta berada pada PH air antara 6,5 – 9,2 dengan kandungan yodium yang cukup, (3) Syarat bakteriologi meliputi air tidak mengandung kuman penyakit dan bakteri pathogen penyebab penyakit (Mulia dalam Triono, 2018). Selain syarat untuk kualitas air yang bersih, juga dibutuhkan jaringan distribusi untuk memenuhi kebutuhan air bersih.

Jaringan distribusi berfungsi untuk menyalurkan air dari instalasi pengolahan air hingga menuju ke rumah tangga. Sistem jaringan distribusi air bersih yang digunakan dapat menggunakan sistem jaringan perpipaan. Perpipaan memiliki prinsip dasar yaitu berfungsi untuk mendistribusikan air bersih ke

tempat-tempat yang dikehendaki dengan tekanan yang sesuai serta dapat juga membuang air kotor dari tempat-tempat tertentu tanpa meninggalkan bagian penting didalamnya. Pada umumnya pipa bertujuan untuk menghantarkan fluida dari satu tempat ke tempat yang lain dengan bentuk lubang silinder dan berlubang pada bagian tengahnya. Fluida sendiri memiliki sistem pengaliran yaitu menggunakan pipa dengan metode gravitasi ataupun dengan sistem aliran bertekanan dengan menggunakan alat atau zat-zat bertekanan lainnya (Dharmasetiawan dan Martin, 2004). Jaringan distribusi untuk mengalirkan air bersih banyak dijumpai namun belum dilengkapi dengan instalasi untuk mengalirkan air bersih dari sumber air hingga rumah tangga sehingga melimpahnya air bersih hanya dialirkan untuk memenuhi kebutuhan non-konsumsi. Kebutuhan non-konsumsi tersebut seperti pertanian. Hal tersebut dikarenakan belum adanya instalasi untuk mengalirkan air bersih yang bisa dialirkan ke rumah-rumah tangga. Sehingga banyak warga yang masih kesulitan mendapatkan air bersih padahal tempat tinggal nya berada di kaki gunung dengan sumber air bersih yang melimpah.

Berkaitan dengan kondisi di atas, memang desa Sumbergedang secara geografis memiliki kondisi alam yang hijau disekitar pegunungan, strategis dan sejuk karena terletak di kaki gunung Penanggungan dengan ketinggian 300 meter di atas permukaan air laut dan suhu rata-rata 27°C. [Profile Pandaan Pasuruan, 2018]. Letak geografis yang berada di kaki gunung membuat Desa Sumbergedang terdapat sumber air bersih yang melimpah dan sudah dapat dimanfaatkan karena adanya instalasi pipa yang mengalirkan air dari sumber air hingga ke rumah tangga.

Namun, dalam pemasangan instalasi pipa belum memperhitungkan tingkat kerugian kehilangan energi yang terjadi pada instalasi nya. Misalnya dalam membuat instalasi pipa air bersih harus mengetahui debit air yang keluar, beberapa aksesoris atau *fitting* yang mempengaruhi kerugian kehilangan energi (*headloss*), dan bentuk aliran airnya, namun pada umumnya tidak mempermasalahkan hal-hal tersebut tetapi lebih cenderung melihat pada instalasi pipa yang dibuat sudah terpasang dan air dapat mengalir, maka dianggap benar.

Padahal, apabila ditinjau debit air yang keluar, adanya penggunaan *fitting* pada instalasi pipa, dan jenis aliran air dalam pipa juga perlu untuk diuji. Hal-hal tersebut mempengaruhi besarnya kerugian kehilangan energi (*headloss*) pada instalasi pipa. Berdasarkan latar belakang diatas, maka penelitian ini mengambil judul: **“ANALISA INSTALASI PIPA AIR BERSIH KE RUMAH TANGGA DI DUSUN KLAMPOK DESA SUMBERGEDANG PANDAAN”**.

1.2 Rumusan Masalah

Dari latar belakang yang di uraikan di atas, maka rumusan masalah adalah sebagai berikut :

1. Bagaimana uji debit air pada instalasi pipa air bersih di Dusun Klampok Desa Sumbergedang Pandaan ?
2. Bagaimana uji kerugian kehilangan energi (*headloss*) pada instalasi pipa air bersih di Dusun Klampok Desa Sumbergedang Pandaan ?
3. Bagaimana bentuk aliran air pada instalasi pipa air bersih di Dusun Klampok Desa Sumbergedang Pandaan ?

1.3 Batasan Masalah

Dalam proses penelitian kali ini penulis mengambil batasan masalah sebagai berikut :

1. Penelitian menggunakan pipa jenis PVC diameter 2 inch sesuai SNI 06-0084 : Pipa PVC untuk saluran air bersih.
2. Pengujian Instalasi pipa dibatasi pada 3 rumah tangga terdekat.

1.4 Tujuan Penelitian

Adapun tujuan dari penelitian ini adalah :

1. Mendapatkan hasil pengujian debit air pada instalasi pipa air bersih.
2. Mendapatkan hasil pengujian kerugian kehilangan energi (*headloss*) pada instalasi pipa air bersih.
3. Mendapatkan hasil bentuk aliran air yang terdapat pada instalasi pipa air bersih.

1.5 Manfaat Penelitian

Manfaat penelitian yang dilakukan sebagai berikut :

1. Untuk mengetahui besarnya debit air, kerugian kehilangan energi (*headloss*), dan bentuk aliran air yang terdapat pada instalasi pipa air bersih.
2. Sebagai bahan pertimbangan alternatif pemakaian dalam pengujian instalasi pipa dengan karakteristik fluida yang sama.

1.6 Sistematika Penulisan

Agar dapat memberikan gambaran yang jelas mengenai isi skripsi, maka penulis membagi penelitian dalam lima (5) bab. Sistematika dalam penelitian ini adalah sebagai berikut :

1. BAB I PENDAHULUAN

Dalam bab ini menguraikan tentang latar belakang masalah, rumusan masalah, batasan masalah, tujuan penelitian, manfaat penelitian, dan sistematika penelitian.

2. BAB II DASAR TEORI

Dalam bab ini menguraikan tentang dasar – dasar teori-teori yang digunakan untuk menjelaskan permasalahan yang akan diteliti terkait dengan uji debit air, uji kerugian kehilangan energi, dan bentuk aliran air pada instalasi pipa air bersih yang dapat membantu dalam proses penyelesaian masalah dari tugas akhir ini.

3. BAB III METODE PENELITIAN

Dalam bab ini menguraikan tentang tahapan – tahapan yang dilakukan oleh peneliti dalam proses mengerjakan tugas akhir yang disertai dengan diagram alir (*flowchart*) dari proses tersebut.

4. BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN

Dalam bab ini menguraikan tentang hasil simulasi dan melakukan pengolahan data sehingga dapat diperoleh hasil dari penelitian yang telah dilakukan.

5. BAB V KESIMPULAN DAN SARAN

Dalam bab ini menguraikan tentang kesimpulan yang dihasilkan dari proses penulisan dan pengolahan data disertai juga saran-saran sebagai tuntunan perbaikan.



BAB II

DASAR TEORI

2.1 Sistem Perpipaan

Sistem perpipaan merupakan sebuah jalur utama dalam distribusi air dari lokasi sumber air menuju *reservoir* dan juga dari *reservoir* menuju ke titik penempatan ke rumah-rumah tangga. Sistem perpipaan terdiri dari berbagai komponen yang menjadi pendukung sehingga dapat bekerja sesuai dengan fungsi masing-masing. Komponen-komponen yang terdapat dalam sistem perpipaan terdiri dari pipa, sambungan, katup serta komponen-komponen lain yang digunakan untuk mengalirkan atau mendistribusikan fluida.

2.2 Komponen Perpipaan

Dalam sistem perpipaan juga terdapat komponen-komponen lain yang mendukung sehingga sistem perpipaan dapat berjalan sesuai dengan hasil yang ditentukan. Berikut adalah komponen-komponen yang mendukung dalam sistem perpipaan adalah :

2.2.1 Pipa

Pipa merupakan saluran tertutup atau tabung berbentuk silinder yang berukuran panjang yang bertujuan untuk mengalirkan fluida. Pada sistem perpipaan selalu terdapat perancangan dengan spesifikasi tertentu yang disesuaikan dengan kondisi perancangan yang dibutuhkan. Standar spesifikasi untuk setiap komponen sistem perpipaan dikeluarkan oleh ASTM (*American Society Of Testing Materials*) dan ASMA (*The American Society Of Mechanical Engineers*).

Dalam spesifikasi pipa, terdapat istilah *schedule* yang artinya pembagian kelas pada pipa. Dalam *schedule* ditulis dalam bentuk penomoran yang bertujuan untuk penomoran dalam membedakan spesifikasi pipa karena pada masing-masing *schedule* memiliki spesifikasi yang berbeda-beda. Perbedaan *schedule* bertujuan untuk ukuran nominal pipa yang sama pada penggunaan pipa yang berbeda.

Perbedaan tersebut didasarkan pada ketebalan pipa yang dapat dihitung dari diameter luar dimana semakin tebal sebuah pipa maka pipa akan semakin kuat.

Pada bidang industri, kondisi tekanan kerja yang digunakan dalam perancangan pipa dikenal dengan pipa *standard* (STD), pipa *Extra Strong* (XS), dan pipa *Double Extra Strong* (XXS). Berdasarkan penggunaannya, pipa STD digunakan untuk kondisi tekanan kerja dengan tekanan paling rendah. Pipa *Extra Strong* (XS) digunakan untuk kondisi tekanan kerja dengan tekanan lebih tinggi. Pipa *Double Extra Strong* (XXS) digunakan untuk kondisi tekanan kerja dengan tekanan yang lebih tinggi atau paling tinggi.

2.2.2 Sambungan

Dalam pemakaian pipa, diperlukan sambungan. Sambungan pipa biasanya digunakan untuk keperluan tertentu seperti untuk sambungan antara pipa dengan pipa atau antara pipa dengan peralatan yang diperlukan seperti katup, *nozzle*, atau sambungan untuk merubah arah aliran. Sambungan perpipaan dapat dikelompokkan menjadi tiga (3) yaitu :

1. Sambungan dengan menggunakan pengelasan.

Sambungan dengan menggunakan pengelasan tergantung pada jenis pipa dan penggunaannya. Misalnya pengelasan pada pipa dengan bahan *stainless steel* menggunakan las busur gas wolfram, dan contoh lain untuk pipa dengan bahan baja menggunakan las metal. Sambungan pipa pada pengelasan juga dapat dilakukan dengan cara : (a) sambungan langsung atau tanpa penguat, (2) sambungan dengan penguat, (3) sambungan dengan alat penyambung atau *fitting*, dan (4) sambungan pipa cabang dengan menggunakan *o'let*.

2. Sambungan dengan menggunakan ulir.

Sambungan dengan menggunakan ulir digunakan pada pipa dengan tekanan yang tidak terlalu tinggi atau kuat. Sambungan pipa dengan menggunakan ulir biasanya digunakan pada pipa dengan tekanan rendah dan diameter pipa dibawah dua (2) inci.

3. Sambungan dengan menggunakan flens (*flange*).

Sambungan dengan menggunakan flens biasanya dilakukan dengan mengikat kedua ujung pipa yang akan disambung dengan baut.

Jenis – jenis sambungan yang digunakan bergantung pada diameter dan tekanan pipa yang digunakan. Sambungan pipa juga dibagi lagi dalam bentuk tertentu sesuai dengan kebutuhan sebagai berikut :

- *Sambungan Tee* merupakan sambungan yang berguna untuk menghubungkan antar pipa sehingga menghasilkan percabangan pipa, yang dapat dilihat pada gambar berikut.



Gambar 2. 1 Sambungan Tee

- *Sambungan Elbow* merupakan sambungan yang berguna untuk menghubungkan satu pipa dengan pipa yang lain serta untuk mengubah arah pipa dengan sudut tertentu misalnya yang biasa digunakan sudut 90^0 dan sudut 45^0 , yang dapat dilihat pada gambar berikut



Gambar 2. 2 Sambungan Elbow

- *Sambungan Cross* merupakan sambungan yang berguna untuk menghubungkan antar satu pipa dengan pipa yang lain sehingga menghasilkan empat percabangan pipa, yang dapat dilihat pada gambar berikut.



Gambar 2. 3 Sambungan Cross

- *Sambungan Reducer* merupakan sambungan yang berguna untuk menghubungkan pipa dari diameter yang berukuran besar ke pipa dengan diameter yang berukuran lebih kecil, yang dapat dilihat pada gambar berikut.



Gambar 2. 4 Sambungan Reducer

2.2.3 Katup (Valve)

Katup (*valve*) juga menjadi salah satu komponen yang penting pada sistem perpipaan. Jenis-jenis katup yang ada pada sistem perpipaan adalah sebagai berikut :

1. *Gate valve* atau katup pintu bertujuan untuk pengaturan aliran dengan membuka atau menutup katup disesuaikan dengan kebutuhan.
2. *Globe valve* atau katup bola bertujuan untuk membuka atau menutup aliran secara keseluruhan.
3. *Check valve* atau katup cek bertujuan untuk aliran satu arah atau mencegah aliran balik arah.
4. Katup pintu dan katup bola bertujuan untuk mengoperasikan dengan memutar sebuah roda. Katup pintu memiliki tiga (3) variasi yang dapat bekerja cepat dan masing-masing mempunyai kegunaan khusus yaitu (a) *butterfly valve* dipakai

untuk air, (b) *ball valve* dipakai untuk gas, (3) *plug valve* dipakai untuk minyak dan pelumas kental.

2.2.4 Material Katup

Penggunaan katup dalam sistem perpipaan juga harus memperhatikan bahan atau material dari katup yang digunakan. Material dari katup yang digunakan harus disesuaikan dengan kebutuhan dan sesuai dengan perencanaan. Berikut bahan-bahan yang dipakai untuk pembuatan katub adalah :

- Kuningan (*Brass*) adalah katup berbahan kuningan ini biasa digunakan untuk temperatur dibawah 450^0 F.
- Besi (*Iron*) adalah katup berbahan besi ini banyak macamnya yaitu *cast iron* yang biasa digunakan untuk katup kecil namun tidak boleh digunakan pada suhu diatas 450^0 F dan *high strength metal alloy cast* yang biasa digunakan untuk katup besar.
- Baja (*Steel*) adalah katup berbahan baja ini biasa digunakan untuk tekanan dan temperatur tinggi.
- *Stainless Steel* adalah katup berbahan ini biasa digunakan untuk temperatur yang rendah dan aliran korosif.

2.3 Pipa PVC (*Polivnyl Chloride*)

Pipa PVC adalah polimer termpolastik yang menduduki peringkat ketiga setelah polietilena dan polipropilena dalam hal jumlah pemakaian di dunia. Pemakaian pipa PVC lebih dari 50% dipakai untuk kontruksi. Pipa PVC adalah jenis pipa plastik yang terbuat dari gabungan materi vinyl sehingga dapat menghasilkan pipa yang ringan, kuat, tidak berkarat dan juga tahan lama. Pipa jenis ini hanya digunakan untuk instalasi air dingin saja. Sifat PVC yang tahan secara biologi dan kimia, membuat pipa jenis ini menjadi pipa yang banyak dipilih sebagai bahan pembuat pipa pembuangan dalam rumah tangga dan instalasi pipa air minum dalam rumah tangga.

Pipa PVC dipilih untuk pemasangan instalasi air dalam rumah tangga karena memiliki bnayak kelebihan. Kelebihan pipa PVC diantara lain yaitu penginstalannya mudah, ringan, tahan terhadap bahan kimia, cukup kuat,

memiliki daya tahan yang baik terhadap korosi, harganya murah serta hampir bebas pemeliharaan nya (*Virtually Free Maintenance*). Namun pipa PVC juga memiliki beberapa kekurangan diantaranya mudah pecah karena terbuat dari plastik dan tidak tahan panas.

2.4 Pemasangan Pipa

Pemasangan pipa di lapangan terdiri dari tiga cara yaitu pemasangan pipa diatas tanah, pemasangan pipa dibawah tanah, dan pemasangan dibawah air (di dalam air) yang akan dijelaskan sebagai berikut :

2.4.1 Pemasangan Pipa diatas Tanah

Pemasangan pipa diatas tanah menggunakan rak pipa (*pipe rack*), penyangga pipa, dan diatas dudukan pipa (*sleeper*). Pemasangan pipa diatas tanah terdapat *equipment* yang diperlukan yaitu dijelaskan sebagai berikut :

- a. *Pipa Kolom dan Vessel*, harus dipasang pada kolom dan vessel yang ditempatkan secara radial disekitar kolom pada bagian jalur pipa di bagian *access*.
- b. *Pipa Exchanger*, pemasangan pipa ini tidak boleh dipasang diatas daerah-daerah kanal, tutup shell dan fasilitas – fasilitas lain yang telah terpasang pada *exchanger* atau *handling* yang suka digunakan.
- c. *Pipa Pompa dan Turbin*, pada *suction* atau pipa yang mengalirkan aliran disebut juga pipa hisap harus diatur sedemikian rupa bertujuan untuk mencegah penurunan tekanan. Apabila perubahan ukuran diperlukan untuk mempercepat atau memperlambat aliran, maka dibutuhkan reducer eksentrik apabila kantung tanpa vent tidak dapat dihindari.
- d. *Pipa Kompresor*, pemasangan pipa harus diatur perbaikan dan pemeliharaannya yang menggunakan flens lebih diutamakan demi memperlancar jalannya perbaikan dan pemeliharaan. Masalah getaran termasuk bagian terpenting juga masalah penyangga, *guide* dan *anchor* juga harus menjadi bagian dari perencanaan.
- e. *Pipa Utilitas*, pemasangan pipa ini benar-benar direncanakan sehingga kebutuhan utilitas di proyek dapat terjangkau penggunaannya.

2.4.2 Pemasangan Pipa dibawah Tanah

Pemasangan pipa dibawah tanah dalam dua (2) bagian yaitu pipa proses dan pipa utilitas. Pipa proses dibawah tanah sebaiknya dapat dihindarkan, sedangkan untuk pipa utilitas dibagi menjadi dua (2) sistem yaitu :

- a. Pipa dengan sistem aliran grafitasi, dalam pelaksanaannya perlu dicantumkan jarak elevasi dari permukaan tanah hingga ke dalam jalur perpipaan bawah tanah, selain itu ketebalan pipa, perlu tidaknya lapisan anti karat, selubung pipa juga harus diperhatikan.
- b. Pipa dengan sistem bertekanan, dalam pelaksanaannya penggunaan jalur pipa bawah tanah dengan aliran bertekanan ini, dalam pemilihan bahan harus teliti terutama perencanaan bahan pipanya. Pemasangan jalur pipa dengan aliran bertekanan mempunyai sambungan dengan jalur pipa diatas tanah untuk aliran yang sama sehingga dalam perencanaannya perlu diperhatikan pada daerah mana atau bagaimana pipa harus ditanam atau diletakkan diatas tanah.

2.4.3 Pemasangan Pipa dibawah Air

Pemasangan pipa dibawah air biasanya dilakukan pada sistem perpipaan bawah laut (*subsea pipeline*) yang biasanya digunakan untuk menyalurkan minyak dan gas dengan beberapa metode meliputi (1) Metode S-Lay untuk perairan dangkal (<150 meter), (2) Metode J-Lay untuk perairan sedang (150-300 meter), dan (3) Metode Reel-Lay untuk perairan dalam (> 300 meter). Penggunaan pipa untuk bawah laut biasanya disesuaikan mengikuti permukaan dasar laut yang tidak rata, oleh karena itu celah antara pipa dan dasar laut juga mempengaruhi distribusi gaya hidrodinamik pada pipa (Suarda dan Dwijana, 2020).

2.5 Kecepatan

Kecepatan aliran fluida dari tempat penampungan ke kran sangat dipengaruhi oleh gaya gravitasi. Oleh karena itu untuk menghitung kecepatan fluida yang keluar dapat menggunakan persamaan sebagai berikut :

$$v = \sqrt{2 \times g \times h} \dots \dots \dots (2.1)$$

Dimana :

v = kecepatan aliran (m/s)

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

h = beda tinggi permukaan air dengan keluarnya air (m)

2.6 Debit Air

Untuk mengetahui banyaknya volume zat cair yang melalui penampang (pipa) dalam tiap satuan waktu, dapat dihitung dengan :

$$Q = A \cdot v = \frac{V}{t} \dots \dots \dots (2.2)$$

Dimana :

Q = Debit Fluida (m³/s)

V = Volume (m³)

T = Selang Waktu (s)

A = Luas Penampang (m²)

v = Kecepatan Aliran Fluida (m/s)

2.7 Tekanan

Pada aliran pipa juga terdapat tekanan yang dihasilkan dari air yang mengalir dalam pipa, dimana besarnya tekanan yang terjadi dapat dituliskan sebagai berikut:

$$P = \rho \cdot g \cdot h \dots \dots \dots (2.3)$$

Dimana :

ρ = massa jenis air (Kg/m³)

g = percepatan gravitasi (N)

h = tinggi elevasi (m)

2.8 Hukum Kerugian Kehilangan Energi (*Head Loss*)

Pada setiap aliran pipa yang bertekanan pasti terdapat kerugian kehilangan energi atau yang dikenal dengan *headloss*. *Headloss* merupakan penurunan aliran

pada fluida yang mengalir dalam pipa dimana penyebab terjadinya *headloss* dibagi menjadi dua (2) yaitu kerugian kehilangan energi mayor (*headloss major*) dan kerugian kehilangan energi minor (*headloss minor*).

2.8.1 Kerugian Kehilangan Energi Mayor (*Headloss Major*)

Kerugian kehilangan energi mayor (*headloss major*) disebabkan karena gesekan antara fluida yang mengalir dengan dinding pipa. Beberapa teori dan formula untuk menghitung besarnya kerugian kehilangan energi mayor (*major headloss*) diantaranya Hazen-Williams, Darcy-Weisbach, Manning, Chezy dan lain-lain. Besarnya kerugian kehilangan energi mayor (*headloss major*) yang digunakan sesuai dengan penelitian ini adalah persamaan Hazen-Williams yang dapat dihitung sebagai berikut :

$$hf = \frac{10,67 \times Q^{1,85}}{C^{1,85} \times d^{4,87}} L \dots\dots\dots(2.4)$$

Dimana :

- hf = kerugian kehilangan energi mayor (*headloss major*) (m)
- Q = debit air (m³/s)
- C = koefisien pipa pada persamaan Hazen-Williams
- L = panjang instalasi pipa (m)
- d = diameter pipa (mm)

Berikut adalah besaran koefisien pipa pada persamaan Hazen – Williams yang dituliskan pada tabel 2.1.

Tabel 2. 1 Koefisien Pipa Pada Persamaan Hazen-Williams

Jenis Pipa	Nilai C
Asbes Cement (ACP)	120
UPVC	120
High HDPE	130
Medium DPE	130
Ductile (DCIP)	110
PVC	150
GIP	110
Baja	110
Pre-streessm	120

Sumber : Siregar, 2017.

Perhitungan kerugian kehilangan energi mayor (*headloss major*), hanya dapat digunakan untuk instalasi pipa lurus tanpa ada penggunaan *fitting*. Apabila instalasi pipa terdapat *fitting* berupa belokan dan percabangan maupun juga menggunakan aksesoris perpipaan seperti katub atau *valve*, maka perhitungan diatas perlu ditambahkan dengan koefisien kerugian kehilangan energi dari penggunaan *fitting* atau aksesoris pipa (*headloss minor*) yang disebut dengan *k value*. *k value* adalah sebuah koefisien yang sudah ditentukan oleh para ahli dimana besarnya *k value* dipengaruhi dari bentuk *fitting*, jenis *fitting* yang digunakan serta bentuk aksesoris yang digunakan dalam perpipaan yang dapat mempengaruhi aliran fluida di dalam pipa.

2.8.2 Kerugian Kehilangan Energi Minor (*Headloss Minor*)

Kerugian kehilangan energi minor (*headloss minor*) disebabkan oleh beberapa hal antara lain:

- Kerugian kehilangan energi karena aliran masuk fluida ke dalam pipa (*inlet*)
- Kerugian kehilangan energi karena alira keluar fluida dari pipa (*outlet*)
- Kerugian kehilangan energi karena sambungan pipa (*fitting*)
- Kerugian kehilangan energi karena sambungan pipa tanpa *fitting* (*butt fusion*)
- Kerugian kehilangan energi karena katub (*valve*) pada pipa

Untuk menghitung besarnya kerugian kehilangan energi minor (*headloss minor*) dapat menggunakan **persamaan Darcy-Weisbach** yang dapat dituliskan sebagai berikut :

$$h_f = k \frac{v^2}{2g} \dots \dots \dots (2.5)$$

Dimana :

- h_f = kerugian kehilangan energi minor (*headloss minor*) (m)
- k = koefisien (*headloss minor*)
- v = kecepatan aliran (m/s)
- g = gaya gravitasi (m/s^2)

2.9 Kerugian Kehilangan Energi Akibat Gesekan (*Headloss Major*)

Prinsip kehilangan energi akibat gesekan (friksi) dalam instalasi pipa dapat dijelaskan pada **persamaan Darcy-Weisbach** berikut dimana:

$$h_f = f \cdot \frac{L}{D} \cdot \frac{v^2}{2g} \dots \dots \dots (2.6)$$

h_f = kerugian kehilangan energi (m)

f = faktor gesekan, yang tergantung dari angka Reynolds (diagram Moody), diameter, dan kekasaran pipa

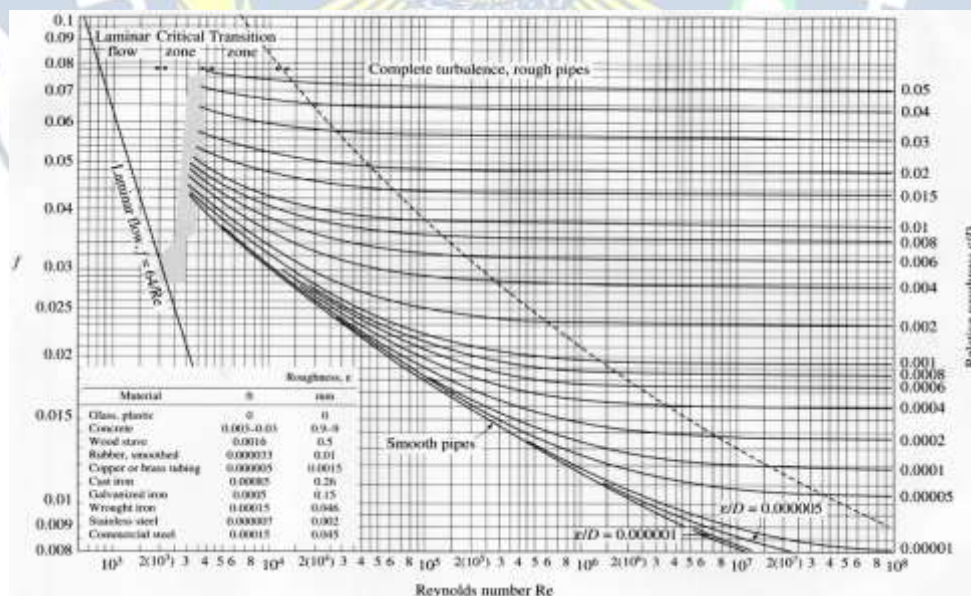
L = panjang pipa (m)

v = kecepatan aliran fluida dalam pipa (m/s)

g = percepatan gravitasi (9,8 m/s)

D = diameter pipa (m)

Persamaan diatas dikenal sebagai persamaan **Darcy-Weisbach** dengan f sebagai konstanta tidak berdimensi (tidak memiliki satuan) yang merupakan fungsi dari bilangan Reynolds yang diperoleh dari aliran dan kekasaran permukaan pipa yang digunakan. Koefisien gesekan (f) dapat diperkirakan dengan diagram Moody dibawah ini :



Gambar 2. 5 Diagram Moody

Untuk dapat menghitung kerugian kehilangan energi, diperlukan dari awal lebih jelas jenis aliran fluida yang mengalir dan bahan pipa yang digunakan. Karena dua hal tersebut digunakan untuk menghitung bilangan Reynolds sebagai berikut :

$$Re = \frac{\rho \cdot v \cdot D}{\mu} \dots\dots\dots(2.7)$$

Keterangan :

- ρ = Massa Jenis Fluida (m/s)
- v = Kecepatan Fluida (kg/m³)
- D = Diameter Pipa (m)
- μ = Viskositas Fluida (kg/m.s) atau (N.s/m²)

Setelah diketahui nilai Reynolds, apabila nilai $Re < 2100$, maka aliran yang terjadi adalah aliran Laminer, sedangkan apabila nilai $Re > 4000$, maka aliran yang terjadi adalah aliran Turbulen.

Untuk mengetahui nilai kekasaran pipa (ϵ) atau *Roughness* yang ada pada diagram Moody diperlukan tabel nilai kekasaran pipa sebagai berikut :

Tabel 2. 2 Koefisien Kekasaran Pipa (ϵ)

Materials	ft	ϵ (mm)
Glass, Plastic	0,0 “Smooth”	0,0 “Smooth”
Concrete	0,001 – 0,01	0,3 - 3
Wood Stave	0,0006 – 0,003	0,2 - 9
Rubber, Smoothed	-	0,01
Copper or Brass Tubing	0,000005	0,0015
Cast Iron	0,00085	0,26
Galvanized Iron	0,0005	0,15
Wrought Iron	0,00015	0,046
Stainless Steel	0,00005	0,002
Commercial Steel	0,00015	0,046

Sumber : Jack B. Evett, Cheng Liu. *Fundamentals Of Fluida Mechanics*. McGraw Hill. New York. 1987,hal 134.

Setelah diketahui nilai Reynolds (Re) dan nilai kekasaran pipa (ϵ), kemudian dapat ditarik garis dan diperkirakan pada diagram Moody, sehingga dapat diketahui nilai dari koefisien kekasaran (f) pada aliran pipa yang digunakan.

2.10 Kerugian Kehilangan Energi Akibat *Fitting* (*Headloss Minor*)

Untuk menentukan besarnya kerugian kehilangan energi akibat adanya fitting dapat dihitung dengan persamaan berikut:

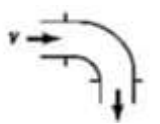
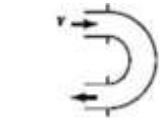
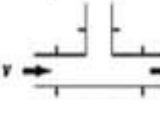
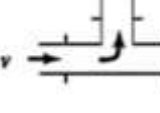
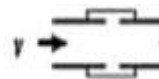
$$h_f = K_L \frac{v^2}{2g} \dots\dots\dots(2.8)$$

Dengan keterangan:

- h_f = Kerugian kehilangan energi (m)
- K_L = Koefisien kerugian kehilangan energi
- v = Kecepatan aliran (m/s)
- g = Gaya gravitasi (m/s²)

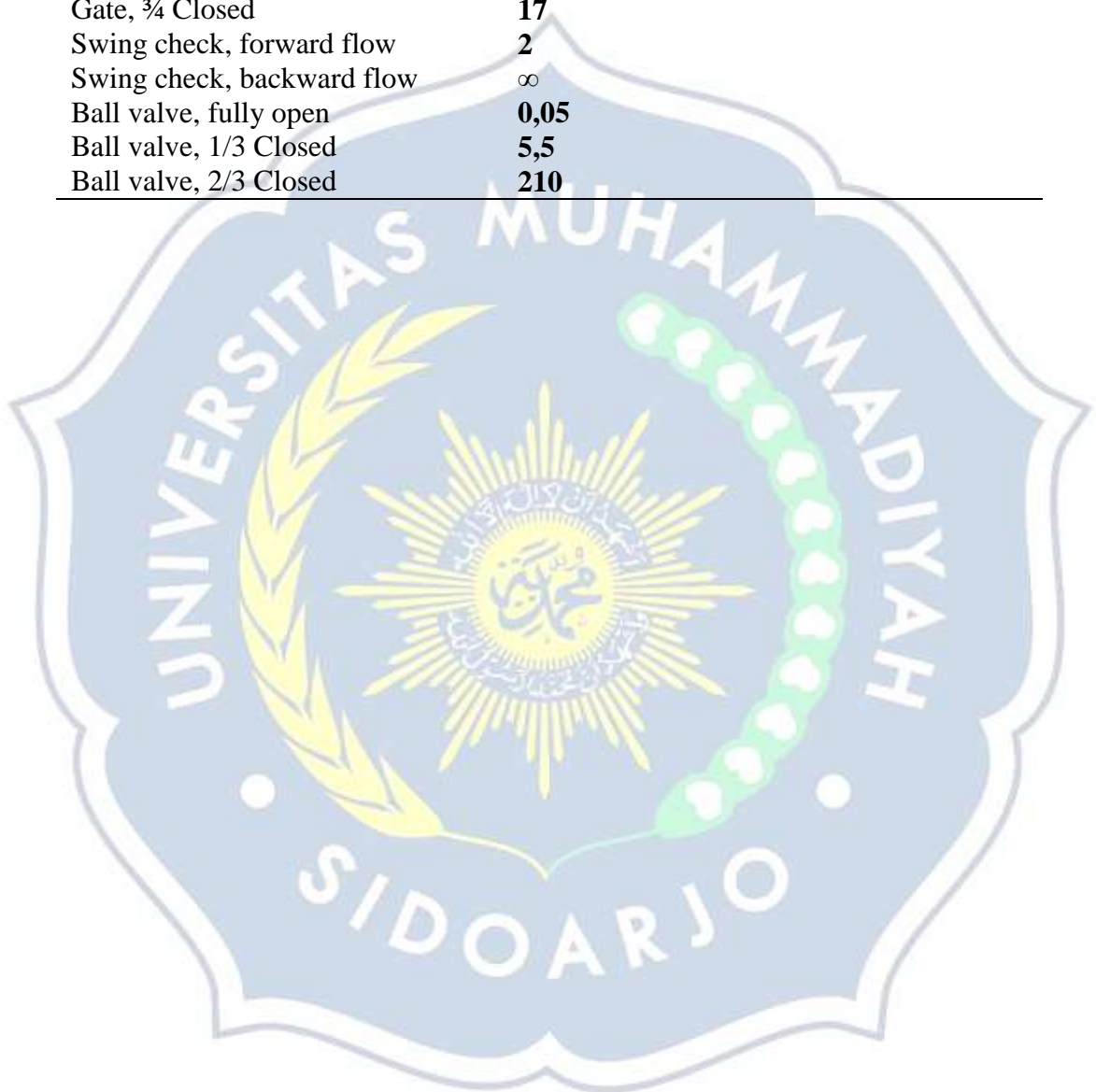
Nilai k pada tiap-tiap fitting dapat dilihat pada Tabel Koefisien Kerugian Untuk Komponen Pipa sebagai berikut :

Tabel 2. 3 Koefisien Kerugian Untuk Komponen Pipa ($h_f = K_L \frac{v^2}{2g}$)

Komponen	K_L	Gambar
A. Elbows		
Regular 90°, flanged	0,3	
Regular 90°, threaded	1,5	
Long Radius 90°, flanged	0,2	
Long Radius 90°, threaded	0,7	
Long Radius 45°, flanged	0,2	
Regular Radius 45°, threaded	0,4	
B. 180° return bends		
180° return bends, flanged	0,2	
180° return bends, threaded	1,5	
C. Tees		
Line Flow, flanged	0,2	
Line Flow, threaded	0,9	
Branch flow, flanged	1,0	
Branch flow, threaded	2,0	
D. Union, threaded	0,08	

E. Valves

Globe, Fully Open	10
Angle, Fully Open	2
Gate, Fully Open	0,15
Gate, ¼ Closed	0,26
Gate, ½ Closed	2,1
Gate, ¾ Closed	17
Swing check, forward flow	2
Swing check, backward flow	∞
Ball valve, fully open	0,05
Ball valve, 1/3 Closed	5,5
Ball valve, 2/3 Closed	210



BAB III

METODE PENELITIAN

3.1 Lokasi Penelitian

Lokasi penelitian dilakukan di dusun Klampok desa Sumbergedang kecamatan Pandaan, Kabupaten Pasuruan.

3.2 Metode Penelitian

Metode penelitian ini dimulai dari studi literatur tentang instalasi perpipaan air bersih disertai dengan analisis yang telah dilakukan pada penelitian sebelumnya. Studi literatur bisa diperoleh melalui jurnal nasional, artikel, jurnal internasional yang berkaitan dengan penelitian tersebut. Setelah menemukan studi literatur yang berkaitan dan menunjang penelitian maka peneliti dapat menentukan topik pembahasan dalam penelitiannya. Kemudian, peneliti dapat mengumpulkan data yang ada di lapangan untuk mengetahui pengujian pada instalasi pipa air bersih hingga ke rumah tangga.

Perbandingan hasil penelitian ditentukan ketika sudah dilakukan simulasi pemasangan instalasi perpipaan air bersih. Kemudian dilanjutkan dengan melakukan pengujian pipa tersebut meliputi uji debit air, uji kerugian kehilangan energi (*headloss*), dan uji aliran air di pipa. Lebih spesifikasinya bisa dilihat pada diagram alir atau *flowchart* yang ada di pembahasan selanjutnya.

3.3 Variabel Penelitian

Variabel penelitian yang digunakan dalam penelitian ini ada tiga (3) yaitu Variabel bebas, Variabel terikat, dan Variabel kontrol yang dijelaskan sebagai berikut :

a. Variabel bebas

Merupakan karakteristik yang digunakan oleh peneliti bertujuan untuk menerangkan hubungannya dengan fenomena penelitian yang diobservasi. Variabel bebas disebut juga variabel pengaruh karena bersifat mempengaruhi variabel lain (Narbuko dan Achmadi, 2005). Dalam penelitian ini variabel

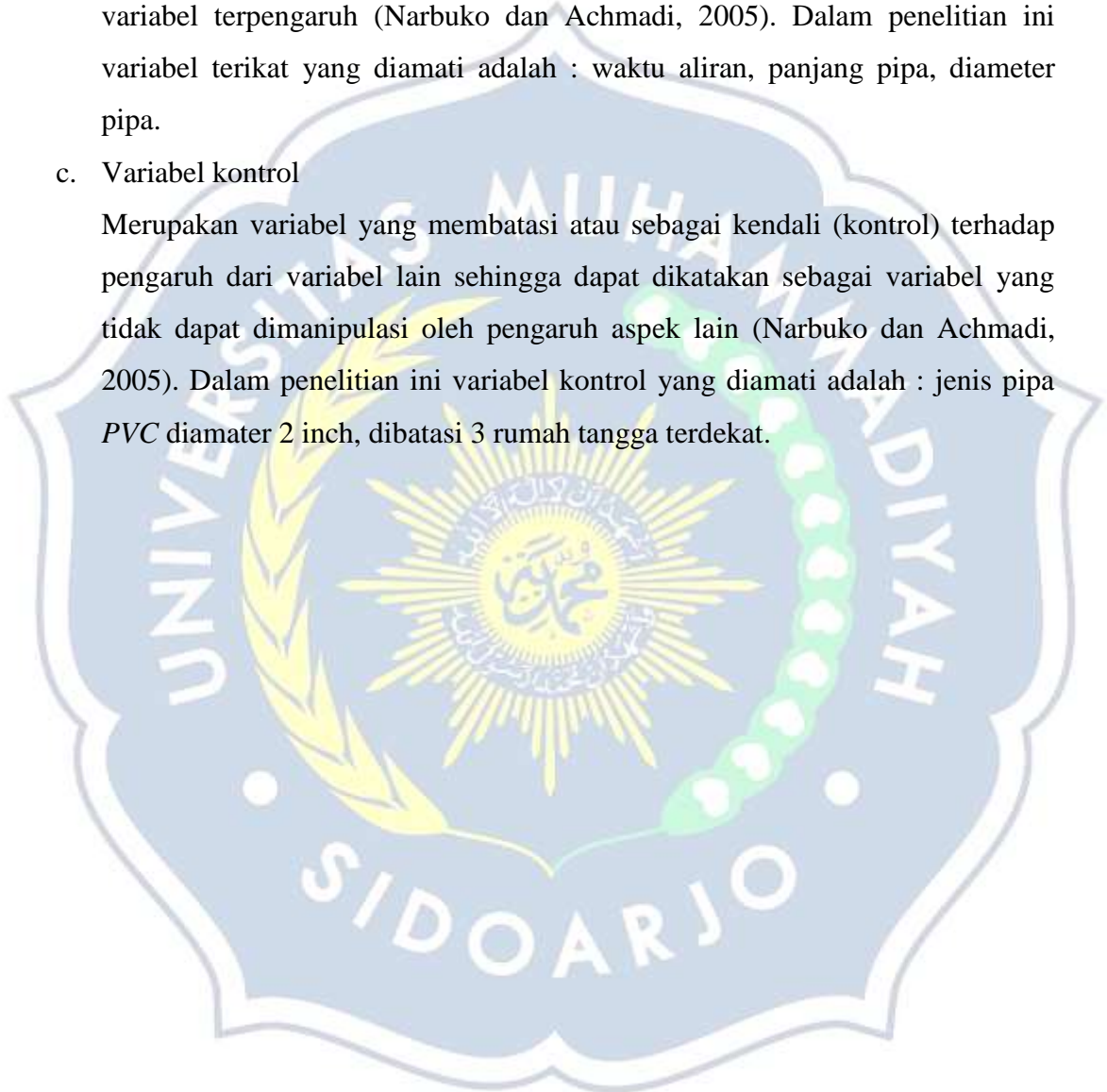
bebas yang diamati adalah : kecepatan aliran, luas penampang pipa, koefisien kekasaran pipa.

b. Variabel terikat

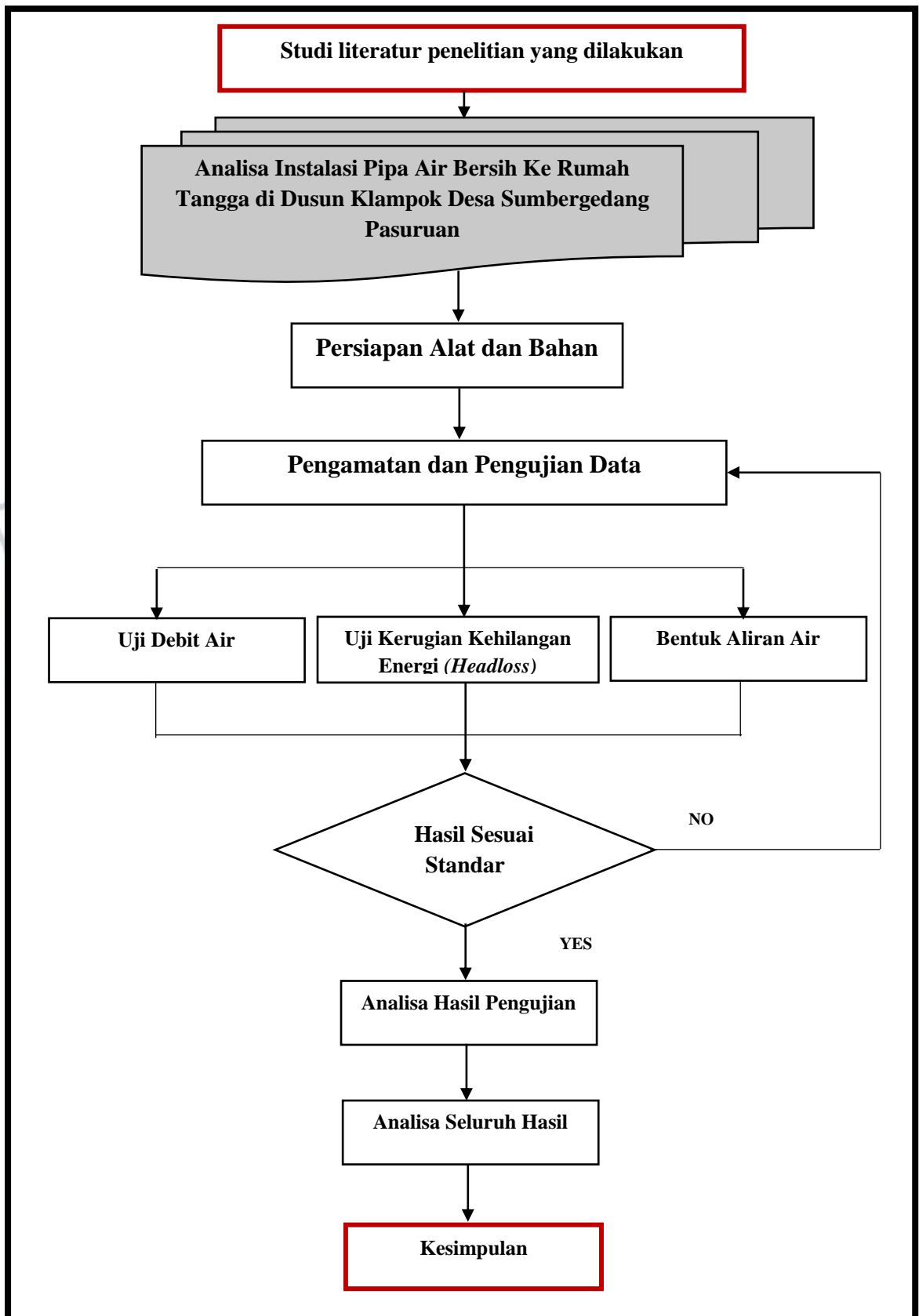
Merupakan variabel yang muncul ketika penelitian mengubah atau mengganti variabel bebas. Variabel terikat disebut juga variabel yang dipengaruhi atau variabel terpengaruh (Narbuko dan Achmadi, 2005). Dalam penelitian ini variabel terikat yang diamati adalah : waktu aliran, panjang pipa, diameter pipa.

c. Variabel kontrol

Merupakan variabel yang membatasi atau sebagai kendali (kontrol) terhadap pengaruh dari variabel lain sehingga dapat dikatakan sebagai variabel yang tidak dapat dimanipulasi oleh pengaruh aspek lain (Narbuko dan Achmadi, 2005). Dalam penelitian ini variabel kontrol yang diamati adalah : jenis pipa *PVC* diameter 2 inch, dibatasi 3 rumah tangga terdekat.



3.4 Diagram Alir Penelitian (Flowchart)



Gambar 3. 1 Diagram Alir

1.5 Langkah Pelaksanaan

Studi Literatur

1. Mencari informasi tentang mengukur debit air, kerugian kehilangan energi (*headloss*), dan bentuk aliran air bersih pada instalasi pipa.
2. Mencari referensi berupa buku edukasi, jurnal nasional maupun internasional, tugas akhir.

Persiapan Alat Dan Bahan

1. Mempersiapkan alat dan bahan yang akan digunakan untuk pengujian debit air, kerugian kehilangan energi (*headloss*) pada instalasi pipa air bersih.



Gambar 3. 2 Pipa PVC 2 inch

2. Merencanakan instalasi pengujian.
3. Menghidupkan pompa air.
4. Diasumsikan aliran air di dalam pipa sudah berkembang penuh (*fully developed flow*).
5. Mengukur panjang pipa yang terpasang dari pompa air hingga rumah warga.
6. Menghitung kecepatan aliran, bilangan *Reynolds* dan memprediksi koefisien gesek untuk perhitungan kerugian kehilangan energi (*headloss major*) akibat gesekan atau friksi.
7. Menghitung koefisien perpipaian akibat adanya fitting atau sambungan untuk perhitungan kerugian kehilangan tekanan (*headloss minor*).

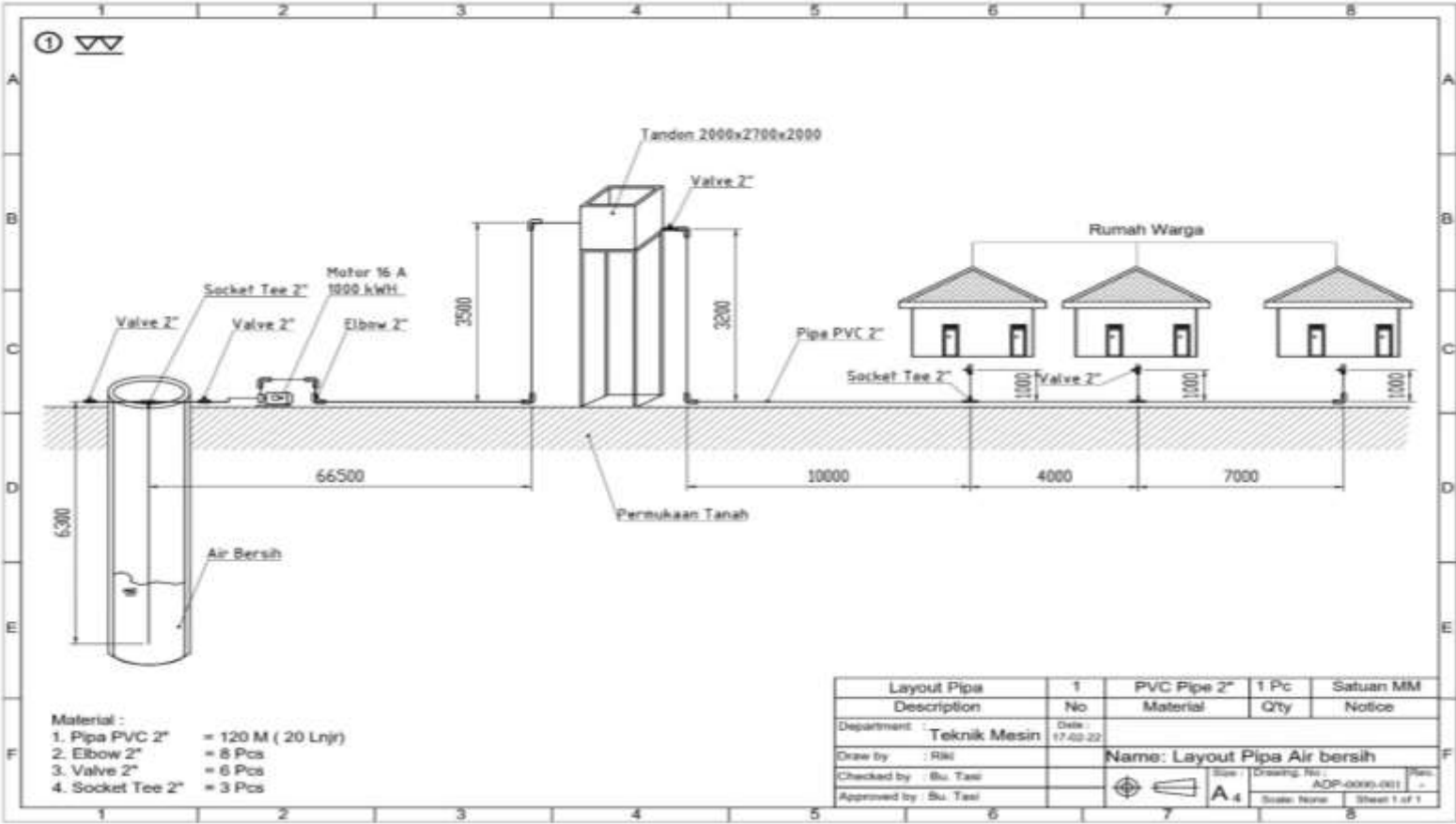
8. Menghitung debit air di tandon dan rumah warga.
9. Analisa dan pembahasan data hasil pengujian.

Jenis Pengujian

1. Pengujian debit air
2. Pengujian kerugian kehilangan energi (*headloss*)
3. Pengujian bentuk aliran air di pipa



1.6 Skema Instalasi Pipa Air Bersih



Gambar 3. 3 Skema Instalasi Pipa Air Bersih

Gambar 3.3 merupakan skematis instalasi pipa air bersih yang terdapat di Dusun Klampok. Cara kerja pipanisasi tersebut berasal dari sumber air bersih yang diperoleh dari sumber air pegunungan Pandaan, kemudian dialirkan ke tangki (tandon) penampungan kemudian disalurkan kerumah-rumah tangga. Air yang keluar dari sumber air merupakan air bersih yang layak konsumsi yaitu untuk masak, mandi, dan mencuci. Kemudian air bersih tersebut disalurkan ke dalam tandon atau bak penampungan utama milik warga yang kemudian dialirkan ke rumah tangga terdekat. Distribusi air bersih ini dilengkapi dengan *valve* sesuai standart yang diijinkan.

Air Bersih dialirkan dari sumber air kemudian dari sumber air tersebut dipasang pipa jenis PVC dengan diameter 2 inch dengan kedalaman 63 meter. Untuk menaikkan air sampai ke permukaan diperlukan pompa air dengan daya pompa 3,6 Hp. Ketika air sampai dipermukaan, diperlukan sambungan *Tee* berjumlah 1 buah untuk mengalirkan air ke tandon. Dan juga sambungan *Elbow* berjumlah 5 buah jika melalui belokan. Membutuhkan ball valve untuk mengaliran air ke tandon berjumlah 1 buah. Tandon utama berbentuk balok dengan ukuran panjang 2 meter x lebar 2,7 meter x tinggi 2 meter. Dimana tandon tersebut memiliki kapasitas untuk menampung air sebesar 10.800 liter dalam kondisi terisi penuh.

Panjang pipa lurus yang digunakan dari pompa air sampai ke tandon adalah 66, 5 meter. Untuk panjang pipa naik yang digunakan ke tandon adalah 3,50 meter, sedangkan panjang pipa turun yang digunakan dari tandon adalah 3,20 meter. Panjang pipa yang dibutuhkan untuk mengalirkan air bersih dari tandon ke rumah tangga kesatu dalah 10 meter, rumah tangga kedua 14 meter, dan rumah tangga ketiga 17 meter. Rumah tangga yang dijadikan batasan penelitian ini sebanyak 3 rumah yang paling dekat dengan tandon air.

BAB IV

PEMBAHASAN

4.1 Pengujian Debit Air Pada Instalasi Pipa

Pengujian instalasi pipa dibutuhkan untuk mengetahui berapa debit air yang mengalir dari pompa hingga tandon air dan dari tandon air hingga kerumah warga.

4.1.1. Debit air yang mengalir dari pompa air ke tandon

Untuk menghitung debit air yang mengalir dari pompa air ke tandon dengan daya pompa 3,6 Hp (2.684,52 watt) adalah sebagai berikut :

$$P_v = \gamma \times g \times h \times Q$$

Maka, untuk menghitung debit :

$$Q = \frac{P_v}{\gamma \times g \times h}$$

$$Q = \frac{2.684,52 \text{ watt}}{1000 \text{ kg/m}^3 \times 9,81 \text{ m/s}^2 \times 70 \text{ m}}$$

$$Q = \frac{2.684,52}{686.700}$$

$$Q = 0,004 \text{ m}^3/\text{s}$$

Dimana :

P_v = daya pemompaan (kw)

γ = kerapatan fluida yang dipompa (kg/m^3)

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

h = tinggi tekan pipa (m)

Q = debit air (m^3/s)

Dari perhitungan diatas, diperoleh hasil uji debit yang mengalir dari pompa air hingga tandon adalah $0,004 \text{ m}^3/\text{s}$ atau 4 liter/detik.

4.1.2. Debit air yang mengalir dari tandon ke rumah warga

Untuk menghitung debit air yang mengalir tandon ke rumah warga, dengan rumah warga yang dijadikan batasan penelitian. Sebelum menghitung debit, terlebih dahulu menentukan ketinggian aliran air dari tandon ke rumah warga yaitu :

$$h = L \cdot \sin 7^\circ$$

$$h = 3,20 \text{ m} \cdot \sin 7^\circ$$

$$h = 0,389 \text{ m}$$

Setelah tinggi pipa diketahui, maka kecepatan aliran air :

$$v = \sqrt{2 \times g \times h}$$

$$v = \sqrt{2 \times 9.81 \text{ m/s}^2 \times 0,389 \text{ m}}$$

$$v = 2,763 \text{ m/s}$$

Maka, debit air yang mengalir dari tandon ke rumah warga dapat dihitung :

$$Q = A \cdot v$$

$$Q = \frac{\pi}{4} \times (0,060 \text{ m})^2 \times 2,763 \text{ m/s}$$

$$Q = 0,00780 \text{ m}^3/\text{s}$$

$$Q = 7,8 \text{ liter/detik}$$

Debit air tandon yang dirancang untuk mensuplai air kerumah warga melalui pipa 2 inci adalah $0,00780 \text{ m}^3/\text{s}$ atau 7,8 liter/detik dengan diameter pipa cabang disetiap rumah sama yaitu 2 inci (0,060 m), maka debit air yang mengalir dalam pipa sama dengan pipa cabang lain pada 3 rumah warga sebagai berikut :

$$Q_T = Q_1 + Q_2 + Q_3$$

$$0,00780 \text{ m}^3/\text{s} = 3Q$$

$$Q = 0,0026 \text{ m}^3/\text{s}$$

$$Q = 2,6 \text{ liter/detik}$$

Maka, diperoleh debit air disetiap rumah warga sebesar $0,0026 \text{ m}^3/\text{s}$ atau 2,6 liter/detik.

4.2 Uji Kerugian Kehilangan Energi (*Headloss*)

Uji kerugian kehilangan energi (*headloss*) pada instalasi pipa pipa dapat dijelaskan pada **persamaan Darcy-Weisbach**, dimana kerugian kehilangan energi (*headloss*) terjadi akibat gesekan dan juga fitting. Dari data hasil penelitian, maka besarnya kerugian kehilangan energi (*headloss*) dapat diketahui dengan uji

kerugian kehilangan energi akibat gesekan (*headloss major*) dan uji kerugian kehilangan energi akibat fitting atau sambungan (*headloss minor*).

4.2.1 Uji Kerugian Kehilangan Energi Akibat Gesekan (*Headloss Major*)

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

f merupakan faktor gesekan yang diperoleh dari diagram Moody dengan menggunakan rumus Reynold :

$$Re = \frac{\rho \cdot v \cdot D}{\mu}$$

Keterangan :

ρ = Massa Jenis Fluida (kg/m^3)

v = Kecepatan Fluida (m/s)

D = Diameter Pipa (m)

μ = Viskositas Fluida (kg/m.s atau N.s/m^2)

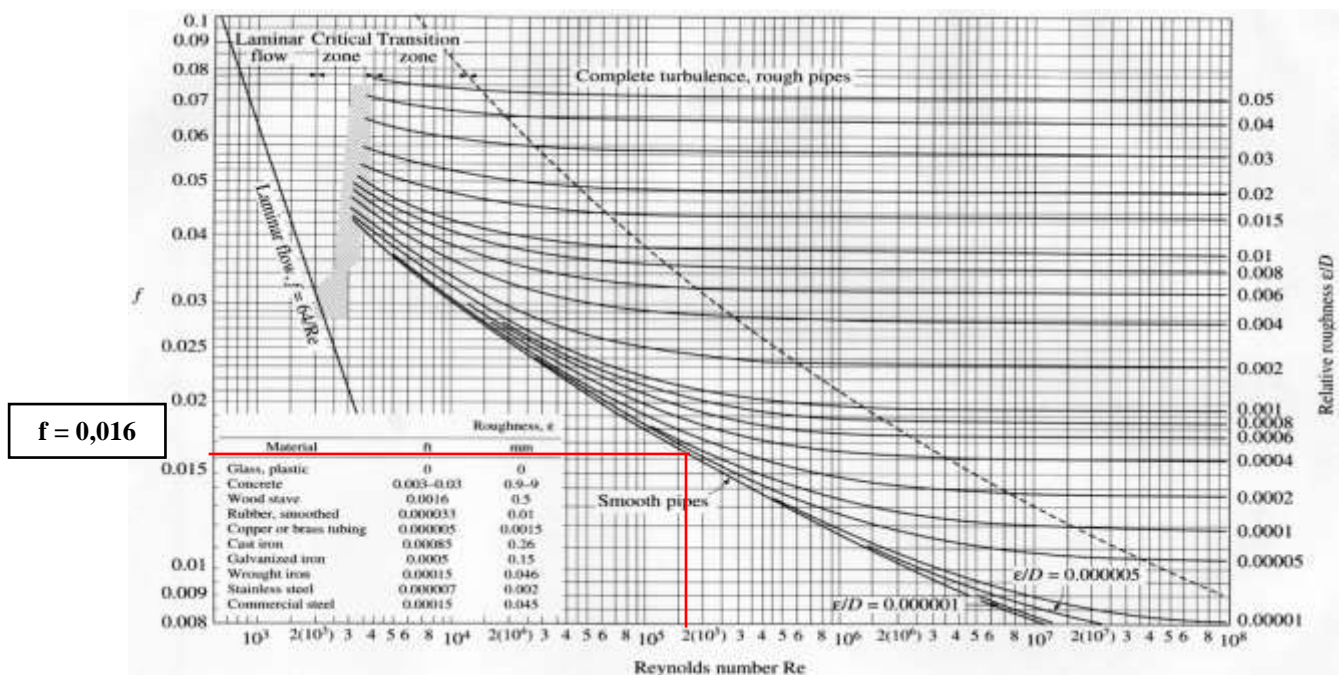
a. Rumah kesatu berjarak 10 m dari tandon air dengan diameter pipa 2 inci (0,060 m), sehingga dapat dihitung :

$$Re = \frac{1000 \text{ kg/m}^3 \cdot 2,763 \text{ m/s} \cdot 0,060 \text{ m}}{1 \times 10^{-3} \text{ kg/m.s}}$$

$$Re = 165.780$$

$$Re = 1,65780 \times 10^5$$

Untuk mendapatkan nilai faktor gesekan (f) maka dihubungkan pada grafik Moody, karena menggunakan pipa PVC dengan bahan pipa merupakan plastik, jadi patokan penentuan nilai ditentukan dari garis “*smooth pipes*” dimana nilai kekasaran nya bernilai 0 ($\frac{\epsilon}{D} = 0$).



Gambar 4. 1 Nilai Faktor Gesekan (f)

Kemudian setelah mengetahui nilai kekasaran pipa, titik bertemunya bilangan Reynold dengan Nilai Kekasaran pipa ditarik garis lurus ke arah kiri, sehingga nilai faktor gesekan (f) yang diperoleh adalah 0,016, dapat dilihat pada diagram Moody diatas. Dengan demikian, nilai kehilangan tekanan (*headloss*) akibat gesekan atau friksi dapat dihitung sebagai berikut :

$$f = 0,016 \quad L = 10 \text{ m} \quad v = 2,763 \text{ m/s}$$

$$D = 0,060 \text{ m} \quad g = 9,81 \text{ m/s}$$

Dimana :

hf = kehilangan energi (m)

f = faktor gesekan, yang tergantung dari angka Reynolds (diagram Moody), diameter, dan kekasaran pipa

L = panjang pipa (m)

v = kecepatan aliran fluida dalam pipa (m/s)

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

D = diameter pipa (m)

Sehingga :

$$hf = 0,016 \cdot \frac{10 \text{ m}}{0,060 \text{ m}} \cdot \frac{(2,763 \text{ m/s})^2}{2,9,81 \text{ m/s}^2}$$

$$hf = 0,016 \cdot \frac{(76,34169 \text{ m}^3/\text{s})^2}{1,1772 \text{ m}^2/\text{s}^2}$$

hf = 1,038 m (besar kerugian kehilangan energi akibat gesekan pada rumah kesatu yang berjarak 10 m dari tandon air).

- b. Rumah kedua berjarak 14 m dari tandon air dengan diameter pipa 2 inci (0,060 m), dimana bilangan Reynold bernilai sama yaitu $1,65780 \times 10^5$ dan nilai f pada diagram Moody juga bernilai 0,016 sehingga dapat dihitung :

$$f = 0,016 \quad L = 14 \text{ m} \quad v = 2,763 \text{ m/s}$$

$$D = 0,060 \text{ m} \quad g = 9,81 \text{ m/s}^2$$

$$hf = 0,016 \cdot \frac{14 \text{ m}}{0,060 \text{ m}} \cdot \frac{(2,763 \text{ m/s})^2}{2,9,81 \text{ m/s}^2}$$

$$hf = 0,016 \cdot \frac{(106,878366 \text{ m}^3/\text{s})^2}{1,1772 \text{ m}^2/\text{s}^2}$$

hf = 1,453 m (besar kerugian kehilangan energi akibat gesekan pada rumah kedua yang berjarak 14 m dari tandon air).

- c. Rumah ketiga berjarak 17 m dari tandon air dengan diameter pipa 2 inci (0,060 m), dimana bilangan Reynold bernilai sama yaitu $1,65780 \times 10^5$ dan nilai f pada diagram Moody juga bernilai 0,016 sehingga dapat dihitung :

$$f = 0,016 \quad L = 17 \text{ m} \quad v = 2,763 \text{ m/s}$$

$$D = 0,060 \text{ m} \quad g = 9,81 \text{ m/s}^2$$

$$hf = 0,016 \cdot \frac{17 \text{ m}}{0,060 \text{ m}} \cdot \frac{(2,763 \text{ m/s})^2}{2,9,81 \text{ m/s}^2}$$

$$hf = 0,016 \cdot \frac{(129,780873 \text{ m}^3/\text{s})^2}{1,1772 \text{ m}^2/\text{s}^2}$$

hf = 1,764 m (besar kerugian kehilangan energi akibat gesekan pada rumah ketiga yang berjarak 17 m dari tandon air)

4.2.1 Uji Kerugian Kehilangan Energi Akibat Sambungan atau Fitting (*Headloss Minor*)

Apabila instalasi pipa terdapat *fitting* berupa belokan dan percabangan maupun juga menggunakan aksesoris perpipaan seperti katub atau *valve*, maka perlu ditambahkan dengan koefisien kehilangan tekanan dari penggunaan *fitting* atau aksesoris pipa (*headloss minor*) yang disebut dengan *k value*. *k value* adalah sebuah koefisien yang sudah ditentukan oleh para ahli dimana besarnya *k value* dipengaruhi dari bentuk *fitting*, jenis *fitting* yang digunakan serta bentuk aksesoris yang digunakan dalam perpipaan yang dapat mempengaruhi aliran fluida di dalam pipa. Dari data hasil penelitian, maka besarnya kerugian kehilangan tekanan yang terjadi akibat adanya *fitting* adalah sebagai berikut :

$$h_f = K_L \frac{v^2}{2g}$$

keterangan :

h_f = *headloss minor* (m)

K_L = Besarnya koefesien *minor head loss*

v = kecepatan aliran (m/s)

g = percepatan grafitasi (9,8 m/s)

a. Rumah kesatu berjarak 10 m dari tandon air

Nilai K_L diperoleh dari koefesien *fitting* yang digunakan dalam instalasi pipa sebagai berikut :

Fitting	Jumlah	k	K total
Ball Valve, fully open	2	0,05	0,1
Elbow Regular 90 ⁰ , flanged	2	0,3	0,6
Branch Flow, flanged	1	1,0	1,0
Jumlah (K_L)			1,7

Sehingga diperoleh :

$$h_f = 1,7 \frac{(2,763 \text{ m/s})^2}{2 \cdot 9,81 \text{ m/s}^2}$$

$$h_f = 1,7 \frac{7,634169m^2/s^2}{19,62m/s^2}$$

hf = 0,661 m (besar kerugian kehilangan energi akibat sambungan/fitting pada rumah kesatu yang berjarak 10 m dari tandon air).

b. Rumah kedua berjarak 14 m dari tandon air

Nilai K_L diperoleh dari koefisien *fitting* yang digunakan dalam instalasi pipa sebagai berikut :

Fitting	Jumlah	k	K total
Ball Valve, fully open	2	0,05	0,1
Elbow Regular 90 ⁰ , flanged	2	0,3	0,6
Branch Flow, flanged	2	1,0	2,0
Jumlah (K_L)			2,7

Sehingga diperoleh :

$$h_f = 2,7 \frac{(2,763m/s)^2}{2,9,81 m/s^2}$$

$$h_f = 2,7 \frac{7,634169m^2/s^2}{19,62m/s^2}$$

hf = 1,051 m (besar kerugian kehilangan energi akibat sambungan/fitting pada rumah kedua yang berjarak 14 m dari tandon air).

c. Rumah ketiga berjarak 17 m dari tandon air

Nilai K_L diperoleh dari koefisien fitting yang digunakan dalam instalasi pipa sebagai berikut :

Fitting	Jumlah	k	K total
Ball Valve, fully open	2	0,05	0,1
Elbow Regular 90 ⁰ , flanged	3	0,3	0,9
Branch Flow, flanged	2	1,0	2,0
Jumlah (K_L)			3,0

Sehingga diperoleh :

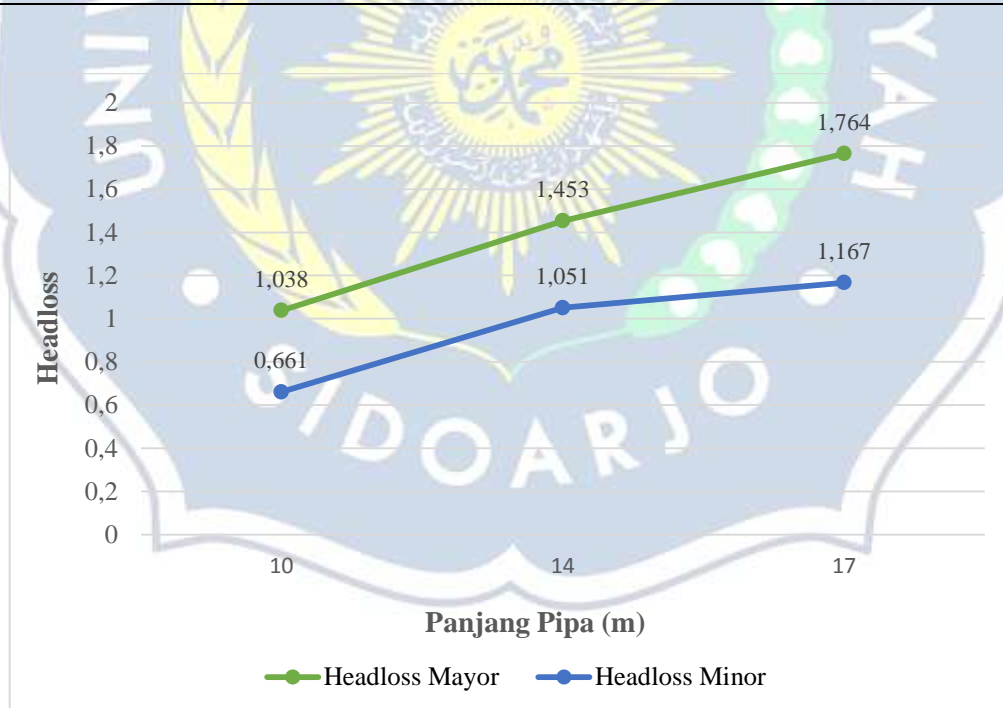
$$h_f = 3,0 \frac{(2,763 \text{ m/s})^2}{2.9,81 \text{ m/s}^2}$$

$$h_f = 3,0 \frac{7,634169 \text{ m}^2/\text{s}^2}{19,62 \text{ m/s}^2}$$

$h_f = 1,167 \text{ m}$ (besar kerugian kehilangan energi akibat sambungan/fitting pada rumah ketiga yang berjarak 17 m dari tandon air).

Kerugian kehilangan energi (*headloss*) akibat gesekan dan akibat sambungan atau *fitting* pada ketiga rumah warga yang dijadikan variabel penelitian, dapat dituliskan sebagai berikut :

Panjang pipa (m)	Headloss Major (m)	Headloss Minor (m)
10	1,038	0,661
14	1,453	1,051
17	1,764	1,167



Gambar 4. 2 Grafik Panjang Pipa terhadap *Headloss*

Pada grafik diatas, dapat dilihat pengambilan data panjang pipa PVC dengan ukuran diameter pipa yang sama yaitu 2 inci (0,060 m) namun berbagai ukuran panjang yang berbeda yaitu 10 m, 14 m, dan 17 m. Grafik diatas menjelaskan bahwa nilai *headloss major* tertinggi sebesar 1.764 m terdapat pada instalasi pipa yang terpasang 17 m dari tandon air dan nilai *headloss major* terendah 1.038 m terdapat pada instalasi pipa yang terpasang 10 m dari tandon air. Nilai *headloss minor* juga menunjukkan hasil yang sama yaitu nilai tertinggi 1.167 m terdapat pada instalasi pipa yang terpasang 17 m dari tandon air dan nilai *headloss minor* terendah 0.661 m terdapat pada instalasi pipa yang terpasang 10 m dari tandon air.

Perbandingan grafik pengambilan data panjang pipa dengan *headloss* menjelaskan bahwa semakin pendek pipa PVC yang digunakan, maka nilai kerugian kehilangan energinya (*headloss*) semakin kecil, dan semakin panjang pipa PVC yang digunakan maka nilai kerugian kehilangan energinya (*headloss*) semakin besar. Hal tersebut dikarenakan semakin panjang pipa PVC yang terpasang pada instalasi pipa, gesekan atau friksi nya di sepanjang pipa (*headloss major*) semakin besar. Begitu juga dengan semakin panjang pipa PVC yang terpasang pada instalasi pipa, semakin banyak *fitting* atau sambungan yang digunakan sehingga nilai *headloss minor* nya juga besar karena semakin besar nilai koefisien fitting yang terpasang.

4.3 Bentuk Aliran Air Pada Instalasi Pipa

Bentuk atau pola aliran akan diketahui dengan menghitung bilangan Reynold pada masing-masing pipa yang terpasang. Dapat diketahui, bahwa nilai bilangan Reynold pada hasil **perhitungan 4.2** sebagai berikut :

$$Re = \frac{1000\text{kg/m}^2 \cdot 2,763\text{m/s} \cdot 0,060 \text{ m}}{1 \times 10^{-3} \text{ kg/m.s}}$$

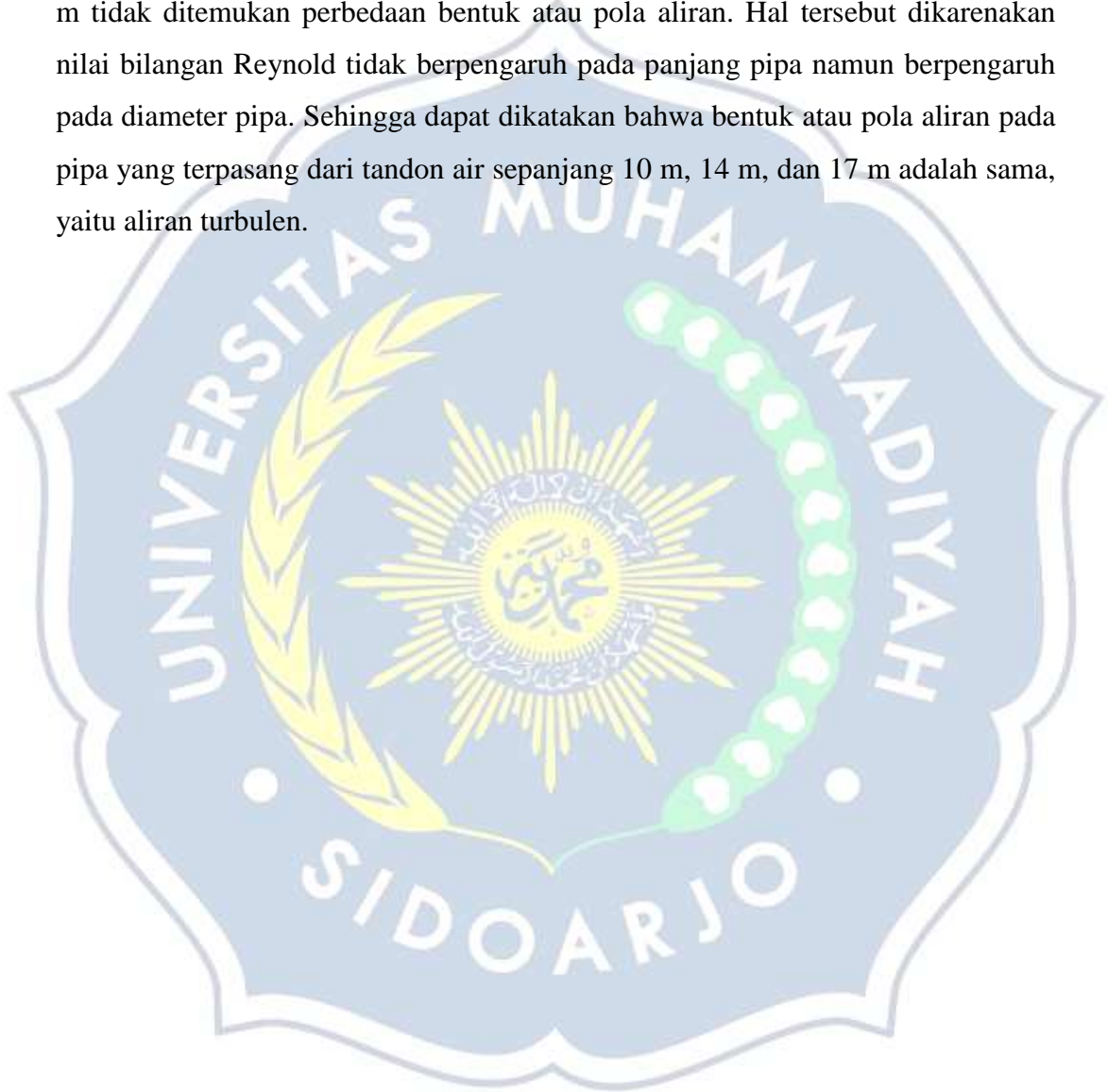
$$Re = 165.780$$

$$Re = 1,65780 \times 10^5$$

Diperoleh nilai bilangan Reynold sebesar 165.780 atau $1,65780 \times 10^5$. Apabila nilai $Re < 2100$, maka aliran yang terjadi adalah aliran Laminer, sedangkan

apabila nilai $Re > 4000$, maka aliran yang terjadi adalah aliran Turbulen. Pada hasil pengujian diatas ditemukan hasil bahwa bentuk atau pola aliran adalah **aliran turbulen** karena nilai $Re\ 165.780 > 4.000$.

Pada pengujian 3 rumah warga dengan diameter pipa yang sama yaitu 2 inci (0,060 m) namun panjang pipa yang digunakan berbeda yaitu 10 m, 14 m, dan 17 m tidak ditemukan perbedaan bentuk atau pola aliran. Hal tersebut dikarenakan nilai bilangan Reynold tidak berpengaruh pada panjang pipa namun berpengaruh pada diameter pipa. Sehingga dapat dikatakan bahwa bentuk atau pola aliran pada pipa yang terpasang dari tandon air sepanjang 10 m, 14 m, dan 17 m adalah sama, yaitu aliran turbulen.



BAB V

PENUTUP

5.1 Kesimpulan

Dari hasil penelitian ini dapat disimpulkan sebagai berikut :

1. Hasil uji debit dari pompa air hingga tandon adalah $0,004 \text{ m}^3/\text{s}$ atau 4 liter/detik. Sedangkan, hasil uji debit air tandon yang dirancang untuk mensuplai air kerumah warga melalui pipa 2 inci dengan diameter pipa cabang disetiap rumah sama maka debit air yang mengalir dalam pipa sama dengan pipa cabang lain pada 3 rumah warga sebesar $0,0026 \text{ m}^3/\text{s}$ atau 2,6 liter/detik.
2. Nilai *headloss major* tertinggi sebesar 1.764 m terdapat pada instalasi pipa yang terpasang 17 m dari tandon air dan nilai *headloss major* terendah 1.038 m terdapat pada instalasi pipa yang terpasang 10 m dari tandon air. Nilai *headloss minor* juga menunjukkan hasil yang sama yaitu nilai tertinggi 1.167 m terdapat pada instalasi pipa yang terpasang 17 m dari tandon air dan nilai *headloss minor* terendah 0.661 m terdapat pada instalasi pipa yang terpasang 10 m dari tandon air. Dapat dikatakan, semakin pendek pipa PVC yang digunakan maka *headloss* semakin kecil, dan semakin panjang pipa PVC yang digunakan maka *headloss* semakin besar. Hal tersebut dikarenakan semakin panjang pipa PVC yang terpasang, gesekan atau friksi di sepanjang pipa (*headloss major*) semakin besar. Begitu juga dengan semakin banyak *fitting* atau sambungan yang digunakan maka nilai *headloss minor* nya juga besar.
3. Pada hasil pengujian ditemukan hasil bahwa bentuk atau pola aliran adalah **aliran turbulen** karena nilai $Re \ 165.780 > 4.000$. Pada pengujian 3 rumah warga dengan diameter pipa yang sama yaitu 2 inci (0,060 m) namun panjang pipa yang digunakan berbeda yaitu 10 m, 14 m, dan 17 m tidak ditemukan perbedaan bentuk atau pola aliran. Sehingga dapat dikatakan bahwa bentuk atau pola aliran pada pipa yang terpasang dari tandon air sepanjang 10 m, 14 m, dan 17 m adalah sama yaitu aliran turbulen.

5.2 Saran

1. Sebaiknya penggunaan sambungan-sambungan pada instalasi pipa dikurangi agar nilai *headloss major* nya lebih kecil.
2. Dalam suatu pengujian pada instalasi pipa, diperlukan alat-alat yang lebih memadai sehingga dapat menunjang penelitian selanjutnya.



DAFTAR PUSTAKA

- Achmadi dan Narbuko. 2005. Metodologi Penelitian. Jakarta : Bumi Aksara.
- Badan Standarisasi Nasional Indonesia (BSNI), 2011. *Tata Cara Perencanaan Teknik Jaringan Distribusi dan Unit Pelayanan Sistem Penyediaan Air Minum*.
- Dharmasetiawan, Martin. 2004. *Sistem Perpipaan Distribusi Air Minum*. Jakarta : Ekamitra Engineering.
- <https://www.suarakarya.id/detail/110859/Abdimas-PKDES-Umsida-Mengubah-Air-Jernih-Menjadi-Air-Siap-Minum>).
- <https://harianbangsa.net/abdimas-pkdes-umsida-bantu-ubah-air-jernih-jadi-air-minum>.
- <https://m.suarakarya.id/detail/126185/ABDIMAS-UMSIDA-Menggunakan-TTGS-Menyiapkan-Air-Bersih-Siap-Minum>.
- <https://drpm.umsida.ac.id/abdimas-umsida-menggunakan-ttgs-menyiapkan-air-bersih-siap-minum/>.
- Prantasi Harmi Tjahjanti, Iswanto A'rasy Fahrudin, Rico Ryan Ernanda, 2021, *The Use of Gravel, Silica Sand, Manganese Zeolite, and Activated Carbon for Filtering Clear Water into Ready-to-Drink Water*, (PKM OSA) Batch 6 International Seminar On 3 Continents Of "Crossfield Lecturer Community Service", Asosiasi Dosen PKM Indonesia (ADPI)/ Community Service Activities Online Series Acsli.
- Prantasi Harmi Tjahjanti, Iswanto, A'rasy Fahrudin, Rico Ryan Ernanda, 2021, *Teknologi Tepat Guna Sederhana Pengelolaan Air Jernih Di Desa Wisata Sumbergedang Pasuruan*, Jurnal Abdimas ADPI Sains dan Teknologi , Vol. 2 No. 1 (2021). <http://ejournal.adpi-indonesia.id/index.php/saintek/article/view/170>
- Prantasi Harmi Tjahjanti, Iswanto, A'rasy Fahrudin, Mochammad Fitchul Luliafan, 2021, *PKM C-19: TTG Air Bersih Desa Wisata Sumbergedang Pasuruan Jawa Timur*, [Prosiding Seminar Nasional Hasil Pengabdian Kepada Masyarakat, Vol 1 No 1 \(2021\): SEMNAS HASIL ABDIMAS LP3M UST 2021 /https://jurnal.ustjogja.ac.id/index.php/ppm-ust/article/view/11193/4426](https://jurnal.ustjogja.ac.id/index.php/ppm-ust/article/view/11193/4426).
- Profile Pandaan Pasuruan, 2018.
- Sasongko, E.B., E. Widyastuti, dan R. E. Priyono. 2014. Kajian Kualitas Air dan Penggunaan Sumur Gali Oleh Masyarakat di Sekitar Sungai Kaliyasa Kabupaten Cilacap. *Jurnal Ilmu Lingkungan*, 12(2) : 72 - 82.
- Suarda, M. dan I. G. K. Dwijana. 2020. Kajian Pemasangan Pipa Air Bersih Melayang Dalam Air Laut Untuk Mendukung Perkembangan Pariwisata di

- Nusa Ceningan dan Lembongan. *Jurnal Energi dan Manufaktur*, 13 (1) : 15 - 21.
- Sumarji. 2011. Studi Perbandingan Ketahanan Korosi *Stainless Steel Tipe SS 304* dan *SS 201* Menggunakan Metode *U-BEND TEST* Secara Siklik Dengan Variasi Suhu dan PH. *Jurnal ROTOR*, 4(1) : 1 – 8.
- Triono, M.O. 2018. Akses Air Bersih Pada Masyarakat Kota Surabaya Serta Dampak Buruknya Akses Air Bersih Terhadap Produktivitas Masyarakat Kota Surabaya. *Jurnal Ilmu Ekonomi Terapan*. 3 (2) : 93 – 106.



LAMPIRAN

Lampiran 1

Lampiran 1 Tabel Ukuran Pipa PVC

PVC PIPE MASPTON STANDARD

Colour: Light Grey

Colour: White

NOMINAL DIAMETER		O.D	THICKNESS		O.D	THICKNESS
inch	mm		mm	mm		C
5/8"	-	-	-	-	17	0.8
1/2"	16	22	2.4	-	-	-
3/4"	20	26	2.5	-	22	1.1
1"	25	32	2.6	-	26	1.4
1 1/4"	30	38/42	2.7	1.65	32	1.4
1 1/2"	40	48	3.1	1.65	38	1.4
2"	50	60	3.7	1.7	60	1.4
2 1/2"	65	76	3.7	2.0	76	1.4
3"	75	89	4.5	2.5	89	1.4
4"	100	114	5.2	2.7	114	1.4
5"	125	140	6.7	3.6		
6"	150	165	7.5	3.7		
8"	200	216	9.0	5.0		
10"	250	267	10.0	7.0		
12"	300	318	12.0	8.0		
14"	350	370	14.5	9.0		
16"	400	420	16.0	10.0		
20"	500	520	-	14.0		

NOMINAL DIAMETER		O.D	THICKNESS		
inch	mm		mm	mm	mm
3/8"	-	17	-	-	0.8
1/2"	16	22	1.6	-	1.1
3/4"	20	26	1.8	-	1.4
1"	25	32	2.0	-	1.4
1 1/4"	30	42	2.2	1.3	-
1 1/2"	40	48	2.3	1.4	-
2"	50	60	2.4	1.5	1.4
2 1/2"	65	76	2.6	1.6	1.4
3"	75	89	3.2	1.7	1.4
4"	100	114	4.2	2.2	1.4
5"	125	140	5.5	2.7	
6"	150	165	6.5	3.2	
8"	200	216	7.7	4.2	
10"	250	267	9.6	5.3	
12"	300	318	11.5	6.5	

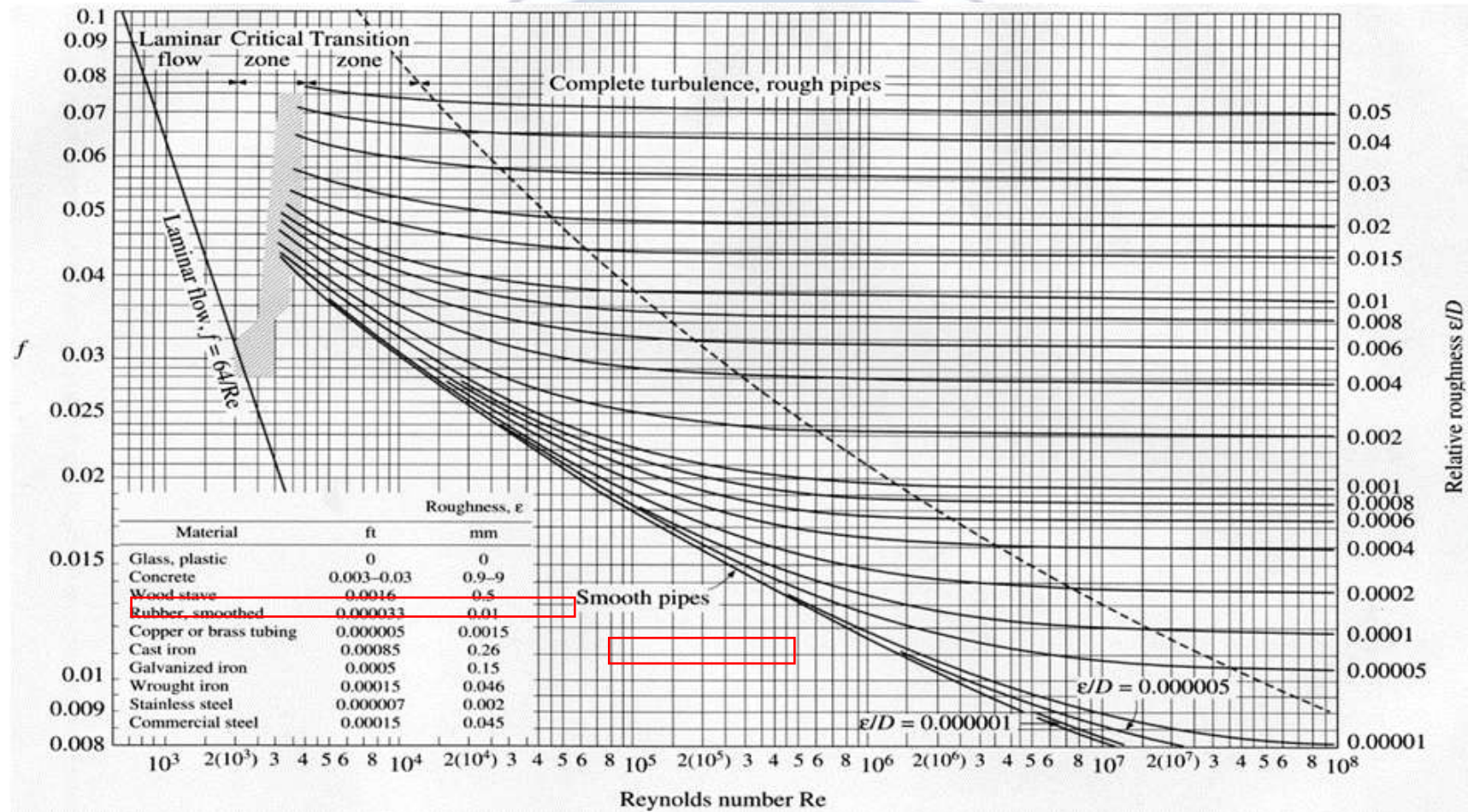
Lampiran 2

Lampiran 2 Tabel Viskositas Air

Temp °C	Kerapatan ρ (kg/m ³)	Viskositas dinamis μ (m ² /det)	Viskositas kinematis ν (m ² /det)	Tegangan permukaan τ (N/m)	Tinggi tekanan uap p_u/γ (m)	Modulus elastisitas K (N/m ²)
18	998,62	1,052 x10 ⁻³	1,052 x10 ⁻⁶	0,0730		
20	998,23	1,000 x10 ⁻³	1,002 x10 ⁻⁶	0,0728	0.25	2,19x10 ⁹
25	997,08	0,887 x10 ⁻³	0,890 x10 ⁻⁶	0,0720	0.33	
30	995,68	0,795 x10 ⁻³	0,798 x10 ⁻⁶	0,0712	0.44	2,25x10 ⁹
35	994,06	0,715 x10 ⁻³	0,719 x10 ⁻⁶	0,0704	0.58	
40	992,25	0,648 x10 ⁻³	0,653 x10 ⁻⁶	0,0696	0.76	2,26x10 ⁹
45	990,25	0,590 x10 ⁻³	0,596 x10 ⁻⁶	0,0689	0.98	
50	988,07	0,540 x10 ⁻³	0,547 x10 ⁻⁶	0,0680	1.26	2,26 x10 ⁹
60	983,24	0,459 x10 ⁻³	0,467 x10 ⁻⁶	0,0661	2.03	2,25 x10 ⁹
70	977,81	0,395 x10 ⁻³	0,404 x10 ⁻⁶	0,0643	3.20	2,22 x10 ⁹
80	971,83	0,345 x10 ⁻³	0,355 x10 ⁻⁶	0,0626	4.86	2,17 x10 ⁹
90	965,34	0,304 x10 ⁻³	0,315 x10 ⁻⁶	0,0607	7.18	
100	958,38	0,270 x10 ⁻³	0,282 x10 ⁻⁶	0,0589	10.33	

Lampiran 3

Lampiran 3 Diagram Moody



Lampiran 4

Lampiran 4 Tandon Air Bersih



Lampiran 5

Lampiran 5 Pengukuran Tandon Air



Lampiran 6

Lampiran 6 Pengamatan *Fitting* Yang Digunakan Pada Instalasi



Lampiran 7

Lampiran 7 Pengamatan Valve 2 inch



Lampiran 8

Lampiran 8 Pengamatan Pada Uji Kebocoran Pipa



Lampiran 9

Lampiran 9 Pengamatan Pada Uji Jenis Aliran Air

