

**ANALISA FAKTOR KEHILANGAN ENERGI PADA SISTEM JARINGAN  
DISTRIBUSI AIR BERSIH DI PDAM TIRTA SAKA SELABUNG  
KECAMATAN MUARADUA KABUPATEN OKU SELATAN**



**TUGAS AKHIR**

**Oleh :**

**FERTIKA RAHMANDA IKHSAN**

**112016029**

**UNIVERSITAS MUHAMMADIYAH PALEMBANG**

**FAKULTAS TEKNIK JURUSAN SIPIL**

**2020**

**ANALISA FAKTOR KEHILANGAN ENERGI PADA SISTEM JARINGAN  
DISTRIBUSI AIR BERSIH DI PDAM TIRTA SAKA SELABUNG  
KECAMATAN MUARADUA KABUPATEN OKU SELATAN**

**TUGAS AKHIR**

**OLEH :**

**FERTIKA RAHMANDA IKHSAN**

**11 2016 029**

**TELAH DISAHKAN OLEH :**

**Dekan Fakultas Teknik  
Universitas Muhammadiyah Palembang**



**(Dr. Ir. Klagus Ahmad Roni, M.T)**

**Ketua Prodi Teknik Sipil**



**(Ir. Revisdah, M.T)**

**UNIVERSITAS MUHAMMADIYAH PALEMBANG**  
**FAKULTAS TEKNIK**  
**JURUSAN SIPIL**

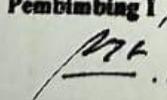
**TANDA PERSETUJUAN TUGAS AKHIR**

**Nama** : Fertika Rahmauda Ikhsan  
**Nrp** : 11 2016 029  
**Jurusan** : Teknik Sipil  
**Judul tugas akhir** : **Analisa Faktor Kehilangan Energi Pada Sistem Jaringan Distribusi Air Bersih Di PDAM Tirta Suka Seibung Kecamatan Musradan Kabupaten Oka Selatan.**

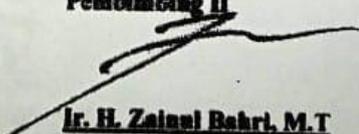
Mengetahui,

**Pembimbing Tugas Akhir**

**Pembimbing I**

  
**Ir. H. Raden Ayu Sri Martini, M.T**

**Pembimbing II**

  
**Ir. H. Zainul Bahri, M.T**

## LAPORAN TUGAS AKHIR

### ANALISA FAKTOR KEHILANGAN ENRGI PADA SISTEM JARINGAN DISTRIBUSI AIR BERSIH DI PDAM TIRTA SAKA SELABUNG MUARADUA KABUPATEN OKU SELATAN

Dipersiapkan dan disusun oleh :

**Fertika Rahmanda Ikhsan**  
NIM. 112016029

Telah dipertahankan di depan Dewan Penguji Sidang Komprehensif  
pada Rabu tanggal 29 Agustus 2020

#### SUSUNAN DEWAN PENGUJI

Pembimbing Pertama,

**Ir. Hk R.A. Sri Martini, M.T**  
NIDN. 203037001

Dewan Penguji :

1. **Ir. A. Syukri Malian, M.T**  
NIDN. 8823160017

Pembimbing Kedua,

**Ir. Zainul Bahri, M.T**  
NIDN. 0001065601

2. **Ir. Zainul Bahri, M.T**  
NIDN. 0001065601

3. **Ir. Revisdah, M.T**  
NIDN. 0231056403

4. **Ir. Matsyuri Ayat, M.T**  
NIDN. 0016025701

Laporan Tugas Akhir ini telah diterima sebagai salah satu persyaratan  
Untuk memperoleh gelar Sarjana Sipil (S.T)

Palembang, Agustus 2020

Program Studi Sipil

Ketua,



**Ir. Revisdah, M.T**  
NIDN. 0231056403

## PERNYATAAN

Dengan ini saya menyatakan bahwa dalam penelitian ini tidak terdapat karya yang pernah diajukan untuk memperoleh gelar kesarjanaan disuatu perguruan tinggi, dan sepanjang pengetahuan saya juga tidak terdapat karya atau pendapat yang pernah ditulis atau diterbitkan oleh orang lain, kecuali yang secara tertulis yang diacu dalam naskah ini dan disebutkan dalam daftar pustaka.

Palembang, Agustus 2020



**Fertika Rahmanda Ikhsan**

**11 2016 029**

**MOTTO :**

*"Jangan pernah takut gagal, biarkan gagal datang bertubi-tubi sampai dia bosan dan pergi meninggalkanmu"*

*"Kalau perkara ngerjain skripsi boleh saja iri dengan mereka yang LULUS DULUAN. Tapi KHUSUS skripsi aja, yang lain jangan!"*

*"Sesungguhnya ALLAH beserta orang-orang yang sabar"*  
(QS. Al-Baqarah:153)

*"ALLAH tidak membebani seseorang melainkan sesuai kesanggupannya"*  
(QS. Al-Baqarah:286)

*"Always Be YOURSELF, No Matter What They Say And Never Be Anyone Else Even If They Look Better Than You"*

**PERSEMBAHAN :**

*Alhamdulillah, teriring kehadiran ALLAH SWT yang telah meridhoi, kUPERsembahkan karya kecilku ini UNTUK:*

- Ayah Dan IBU ku tersayang, terimah kasih atas segala do'a, segala perJUANGAN dan segala pengorbanan yang telah diberikan sehingga AKU bisa sampai dititik ini.*
- Adik-adikku yang sangat AKU banggakan, serta keLUARGA besarku yang selalu memberikan do'a dan DUKUNGAN.*

- *Sahabat dan teman-temANKU yang selalu MENDUKUNG, membantu dan memberikan MASUKAN.*
- *Teman - teman seperJUANGAN, sQUAD batman engeneering dan teman-teman ft- sipil angkatan 2016.*
- *AlmamateRKU.*

## KATA PENGANTAR

Assalamualaikum Wr.Wb

Dengan memanjatkan puji dan syukur atas kehadiran Allah SWT, yang telah melimpahkan rahmat dan hidayah-Nya sehingga penulis dapat menyelesaikan laporan tugas akhir ini dengan judul **“Analisa Faktor Kehilangan Energi Pada Sistem Jaringan Distribusi Air Bersih Di Pdam Tirta Saka Selabung Kecamatan Muaradua Kabupaten Oku Selatan ”**.

Penyusunan skripsi ini merupakan salah satu syarat menempuh ujian akhir dalam mencapai gelar Sarjana Teknik pada Fakultas Teknik Jurusan Sipil Universitas Muhammadiyah Palembang.

Pada kesempatan ini juga, penulis menyampaikan ucapan terima kasih kepada semua pihak atas bimbingan dan bantuan berbagai pihak khususnya kepada:

1. Ibu Ir. Hj.Raden Ayu Sri Martini, M.T, Selaku Dosen Pembimbing I yang telah berkenan memberikan bimbingan dan masukan serta dukungan yang sangat berharga bagi penulis.
2. Bapak Ir. H. Zainul Bahri, M.T, Selaku Dosen Pembimbing II yang telah berkenan memberikan bimbingan dan masukan serta dukungan yang sangat berharga bagi penulis.

Dan tak lupa saya ucapkan terimakasih kepada :

1. Kedua orang tuaku tercinta yang telah memberikan segalanya untuk anakmu ini baik dari segi moral ataupun material selama menuntut ilmu.
2. Adik-adikku tersayang dan keluarga besar yang selalu memberikan semangat, dukungan selama menuntut ilmu.
3. Bapak Dr. Abid Djazuli S.E., M.M. Selaku Rektor Universitas Muhammadiyah Palembang.
4. Bapak Dr.Ir. Kgs. Ahmad Roni, M.T, Selaku Dekan Fakultas Teknik Universitas Muhammadiyah Palembang.
5. Bapak Ir. Revisdah, M.T, Selaku Ketua Jurusan Teknik Sipil Universitas Muhammadiyah Palembang.
6. Seluruh Dosen di Fakultas Teknik Jurusan Sipil Universitas Muhammadiyah Palembang yang telah membimbing dan memberikan ilmunya kepada penulis selama menempuh studi.
7. Seluruh Karyawan dan Staf di Fakultas Teknik Jurusan Sipil Universitas Muhammadiyah Palembang.
8. Seluruh teman-teman dan sahabat yang sudah membantu menyelesaikan penelitian ini.
9. Semua pihak yang telah membantu dan memberikan masukan dalam menyelesaikan penelitian ini.

Penulis menyadari akan kemungkinan adanya kekurangan dalam penyusunan skripsi ini. Oleh karena itu apabila ada kritik dan saran yang bersifat membangun dan berguna untuk penyelesaian dan kesempurnaan skripsi ini,

penulis akan menerimanya. Dan penulis berharap semoga skripsi ini dapat bermanfaat bagi kita semua.

Wassalamualaikum Wr.Wb.

Palembang, Agustus 2020

Penulis

## DAFTAR ISI

	<b>Halaman</b>
<b>HALAMAN JUDUL .....</b>	<b>i</b>
<b>HALAMAN PENGESAHAN.....</b>	<b>ii</b>
<b>HALAMAN PERSETUJUAN.....</b>	<b>iii</b>
<b>HALAMAN PERNYATAAN.....</b>	<b>iv</b>
<b>HALAMAN MOTO DAN PERSEMBAHAN .....</b>	<b>v</b>
<b>KATA PENGANTAR.....</b>	<b>vi</b>
<b>INTISARI .....</b>	<b>viii</b>
<b>ABSTRACK .....</b>	<b>ix</b>
<b>DAFTAR ISI.....</b>	<b>x</b>
<b>DAFTAR GAMBAR.....</b>	<b>xiii</b>
<b>DAFTAR TABEL.....</b>	<b>xv</b>
<b>DAFTAR LAMPIRAN .....</b>	<b>xvii</b>
<b>DAFTAR NOTASI.....</b>	<b>xviii</b>
 <b>BAB I PENDAHULUAN</b>	
Latar Belakang .....	1
Maksud dan Tujuan.....	2
Batasan Masalah .....	2

1.4	Sistematika Penulisan .....	2
1.5	Bagan Alir Penulisan .....	4
1.6	Lokasi Penelitian.....	5

## **BAB II LANDASAN TEORI**

	Jaringan Pipa.....	6
2.1	Definisi Pipa .....	6
2.2	Sistem Perpipaan Distribusi .....	7
2.3	Karakteristik Pipa Transmisi .....	8
2.5	Metode Pengolahan Air .....	8
2.6	Sistem Pemipaan.....	10
2.7	Sistem Pengaliran .....	11
2.8	Sistem Distribusi Air .....	13
2.9	Sistem Jaringan Induk Distribusi .....	14
2.10	Kehilangan Tenaga Aliran Melalui Pipa .....	18
2.11	Pipa Halus .....	19
2.12	Pipa Kasar .....	19
2.13	Kehilangan Tenaga Sekunder Dalam Pipa .....	21
	2.9.1 Perbesaran Penampang .....	22
	2.9.2 Pengecilan Penampang .....	23
	2.9.3 Belokan Pipa .....	23
2.14	Hukum Newton tentang kekentalan zat cair .....	24
2.15	Aliran Laminer dan Aliran Turbulen .....	25

Aliran Laminer dalam Pipa.....	26
Percobaan Osborn Reynolds .....	26
Kekasaran Permukaan.....	28
Hukum Tekanan Gesek.....	29
Metode Hardy Cross .....	30
Kerugian Tinggi-Tekan (head Losses).....	31
Persamaan Kontinuitas.....	33
Persamaan Bernoulli .....	34
Persamaan Momentum.....	34
Mencari Debit Aliran dan Kecepatan Aliran .....	35
Mencari Angka Reynolds .....	36
Mencari Kehilangan Tenaga Pada Aliran Laminer .....	37
Persamaan Tahanan Gesek Pipa.....	37
Mencari Kehilangan Energi pada Belokan Pipa .....	39
 <b>BAB III METODOLOGI PENELITIAN</b>	
Lokasi Penelitian.....	40
Pengambilan Data .....	40
Pengumpulan Data .....	41
Data Primer.....	41

Data Sekunder .....	41
Pengolahan Data .....	44
Dokumentasi Lapangan .....	44
Bagan Alir Penelitian.....	46

## **BAB VI ANALISA DAN PEMBAHASAN**

4.1 Analisa Data .....	47
4.1.1 Peta Jaringan Distribusi Pipa .....	47
4.1.2 Debit Aliran .....	48
4.1.3 Spesifikasi Pipa .....	48
4.2 Pembahasan .....	49
4.2.1 Mencari Luas Penampang .....	49
4.2.2 Debit Aliran .....	5
4.2.3 Kecepatan Aliran .....	50
4.2.4 Angka Reynolds dan Koefisien Gesek .....	51
4.2.5 Kehilangan energy Akibat Gesekan .....	53
4.2.6 Kehilangan Energi Akibat Perubahan Penampang .....	55
4.2.7 Kehilangan Energi Akibat Belokan Pipa .....	56
4.3 Bagan Alir Analisa Data .....	60

## **BAB V KESIMPULAN DAN SARAN**

Kesimpulan .....	61
Saran      62	

## **DAFTAR PUSTAKA**

## **LAMPIRAN – LAMPIRAN**

## DAFTAR TABEL

	<b>Halaman</b>
Tabel 2.1 Kriteria Pipa Tranmisi.....	8
Tabel 2.2 Koefisien Kehilangan Lokal .....	32
Tabel 2.3 Nilai Koefisien Kekerasan Tabel .....	35
Tabel 2.4 Nilai k untuk Berbagai Jenis Pipa .....	38
Tabel 2.5 Tabel Koefisien Kehilangan energy pada belokan pipa.....	39
Tabel 3.1 Sudut pada belokan pipa .....	44
Tabel 4.1 Spesifikasi Pipa Yang Digunakan.....	48
Tabel 4.2 Luas Penampang Pipa .....	49
Tabel 4.3 Kecepatan Aliran.....	51
Tabel 4.4 Angka Reynolds .....	52
Tabel 4.5 Koefisien Gesek Pada Pipa .....	52
Tabel 4.6 Kehilangan Tenaga .....	53
Tabel 4.7 Kehilangan Tenaga akibat Perubahan Penampang .....	55
Tabel 4.8 Koefisien energy kehilangan akibat belokan .....	56
Tabel 4.9 Kehilangan Tenaga akibat belokan pipa .....	57
Tabel 4.10 Hasil Perhitungan Kehilangan Energi.....	59

## DAFTAR GAMBAR

	<b>Halaman</b>
Gambar 1.1 Bagan Alir Penulisan.....	5
Gambar 1.1 Lokasi Penelitian .....	5
Gambar 1.2 Peta Pipa Jaringan .....	5
Gambar 2.2 Pipa Hubungan Seri.....	10
Gambar 2.4 Pengaliran Gravitasi .....	12
Gambar 2.5 Sistem Pemompaan .....	12
Gambar 2.6 Sistem Cabang atau Branch.....	15
Gambar 2.7 Sistem Melingkar atau Loop .....	16
Gambar 2.8 Gambar Sistem Kombinasi.....	17
Gambar 2.9 Penurunan Rumus Darcy-Weisbach.....	18
Gambar 2.10 Hasil Percobaan Nikurads .....	20
Gambar 2.11 Pengecilan Pipa .....	23
Gambar 2.13 Belokan Pipa .....	24
Gambar 2.14 Definisi Tegangan Geser .....	25
Gambar 2.15 Alat Osborn reynolds .....	26
Gambar 2.16 Aliran Laminer (a), Kritis (b), Turbulen (c).....	27

Gambar 2.17 Pengaruh Kekasaran Pada Sub Lapis .....	29
Gambar 2.18 Grafik Kehilangan Tenaga Kecepatan .....	29
Gambar 2.19 Kehilangan Energi .....	33
Gambar 3.1 Peta Pipa Jaringan .....	40
Gambar 3.2 Pipa Jaringan Distribusi Pipa .....	42
Gambar 3.3 Pipa A,B,C di Jaringan 1 .....	43
Gambar 3.4 Pipa A,C,D di jaringan 2 .....	43
Gambar 3.5 Pipa Outlet .....	44
Gambar 3.6 Pompa .....	44
Gambar 3.7 Bagan Alir Penelitian .....	46
Gambar 4.1 Peta Jaringan Distibusi Pipa .....	47
Gambar 4.2 Lokasi Peta Jaringan Distribusi Pipa .....	43
Gambar 4.3 Grafik Kehilangan Energi Akibat gesekan pipa .....	54
Gambar 4.4 Grafik Kehilangan Energi Akibat Perubahan Penampang Pipa	56
Gambar 4.5 Grafik Batang Kehilangan Akibat Belokan Pipa .....	58
Gambar 4.6 Bagan Alir Analisa Data.....	60

## **DAFTAR LAMPIRAN**

Lampiran I Perhitungan

## DAFTAR NOTASI

$h_f$	= <i>head losses mayor</i> (m)
$f$	= koefisien gesekan
$L$	= panjang pipa (m)
$D$	= diameter dalam pipa (m)
$v$	= kecepatan aliran dalam pipa (m/s)
$g$	= percepatan gravitasi (m/s <sup>2</sup> )
$Re$	= bilangan Reynolds
$V$	= kecepatan rata-rata aliran dalam pipa (m/s)
$D$	= diameter dalam pipa (m)
$\nu$	= viskositas kinematik cairan (m <sup>2</sup> /s)
$Q$	= Debit aliran
$A$	= Luas penampang
$V$	= Kecepatan aliran
$\nu$	= kekentalan kinematik
$h_f$	= Kehilangan energi akibat gesekan air pada pipa
$V$	= Kecepatan rerata
$L$	= Panjang pipa
$D$	= Diameter pipa
$G$	= Percepatan gravitasi
$f$	= Koefisien Gesek
$h_b$	= Kehilangan energi pada belokan pipa (m)
$k_b$	= Koefisien Kehilangan energi pada belokan pipa

## INTISARI

Sebagian besar wilayah di Kecamatan Muaradua telah menggunakan layanan air bersih di PDAM Saka Selabung, adanya perubahan iklim yang terjadi pada musim kemarau dan musim penghujan. PDAM yang jauh dari lokasi tinjauan terdapat banyak belokan, gesekan pada pipa serta panjang pipa yang mempengaruhi kehilangan energi pada pipa.

Kehilangan energi merupakan faktor yang mempengaruhi kapasitas pipa sebagai sarana penghantar air maupun minyak yang merupakan terjadinya pengurangan debit aliran. Kehilangan energi dapat disebabkan koefisien gesek pada pipa, perubahan penampang penampang yang ada pada pipa, dan belokan pipa di sepanjang pipa yang digunakan dan panjang pipa juga dapat mempengaruhi kehilangan energi pada pipa.

Hasil analisa, kehilangan maksimum tertinggi ada pada pipa dengan diameter paling kecil yaitu diameter 80 mm sebesar 688,07 m. Untuk perubahan penampang, kehilangan maksimum terdapat pada pipa dengan diameter 100 mm menuju pipa dengan diameter 80 mm, yaitu 3,22 m. Perubahan penampang secara mendadak dapat menyebabkan kehilangan tenaga, karena aliran pada pipa berubah dari aliran laminar menjadi turbulen. Untuk kehilangan tenaga pada belokan pipa dengan diameter 80 mm, terdapat kehilangan tenaga maksimum akibat belokan, yaitu sebesar 5,431 m.

Kata kunci : sistem jaringan distribusi, kehilangan energi, analisa

## **ABSTRAC**

*Most in the Muaradua region have used clean water services in the Saka SElabung PDAM, with climate change occurring during the dry season and the rainy season. PDAMs that are far from the location of the review have many turns, friction in the pipes and the length of the pipes that affect the energy loss in the pipe.*

*Energy loss is a factor that affects pipe capacity as a means of carrying water and oil which is a reduction in flowrate. Energy loss can be caused by the coefficient of friction in the pipe, the change in the cross section that is in the pipe, the turn of the pipe along the pipe used and the length of the pipe can also affect the energy loss in the pipe.*

*The results of the analysis, the highest maximum energy loss was in the pipe with the smallest diameter, namely the diameter of 80 mm found at point D of 688.07 m. For cross section changes, the maximum loss is found in pipe B towards pipe D with a diameter of 100 mm towards a pipe with a diameter of 80 mm which is equal to 3,22 m. At pipe turns with a diameter of 80 mm, there is a maximum loss of power due to turns, which is equal to 5,431 m.*

*Keywords: distribution network system, energy loss, analysis*

## **BAB I**

### **PENDAHULUAN**

#### **Latar Belakang**

Kehilangan energi selama pengaliran pada jaringan distribusi pipa air bersih tirta saka selabung di kecamatan muaradua kabupaten Oku Selatan khususnya di kawasan Griya Selatan Permai 2 mulai mengalami kehilangan energi yang cukup besar. Banyak kendala yang dialami oleh PDAM Muaradua khususnya dengan pendistribusian air bersih.

Adanya faktor adanya perubahan iklim yang terjadi pada musim kemarau (debit yang dialirkan menjadi lebih kecil) mengakibatkan masih ada beberapa kawasan di wilayah Kecamatan Muaradua yang belum terlayani secara maksimal dengan fasilitas air bersih. Di musim kemarau juga air mengalami penyusutan, selain itu lokasi PDAM yang jauh dapat mempengaruhi jumlah air didistribusikan untuk masyarakat pengguna layanan PDAM.

Tidak terdistribusinya air dengan baik juga dapat disebabkan oleh kehilangan energi pada pipa untuk mengalirkan air kepada pelanggan. Kehilangan energi pada pipa dapat disebabkan oleh beberapa faktor, diantaranya perubahan penampang pada pipa, belokan pada pipa, koefisien gesek pipa yang digunakan dan panjang pipa juga dapat mempengaruhi kehilangan energi pada pipa.

Oleh karena itu dalam penelitian ini perlu adanya analisa lebih lanjut mengenai faktor penyebab kehilangan energi pada pipa tersebut, sehingga air bersih yang didistribusikan tercukupi untuk kebutuhan masyarakat kecamatan

Muaradua di daerah Griya Selatan Permai 2. Maka, dalam hal ini mendorong penulis untuk melakukan penelitian ini dengan mengambil judul “**Analisa Faktor Kehilangan Energi pada Sistem Jaringan Distribusi Air Bersih di PDAM TIRTA SAKA SELABUNG Kecamatan Muaradua Kabupaten Oku Selatan**”.

### **Maksud dan Tujuan**

Adapun maksud dari penelitian ini adalah untuk mengetahui besarnya kehilangan energi pada jaringan pipa distribusi di PDAM Tirta Saka Selabung.

Tujuan dari adalah untuk menganalisa kehilangan energi yang terjadi pada sistem jaringan air selama pengaliran berlangsung.

### **Batasan Masalah**

Batasan masalah pada penelitian ini adalah menganalisa besarnya kehilangan energy akibat gesekan, perubahan penampang, dan belokan pipa pada jaringan distribusi air bersih, khususnya di daerah Griya Selatan Permai 2.

### **Sistematika Penulisan**

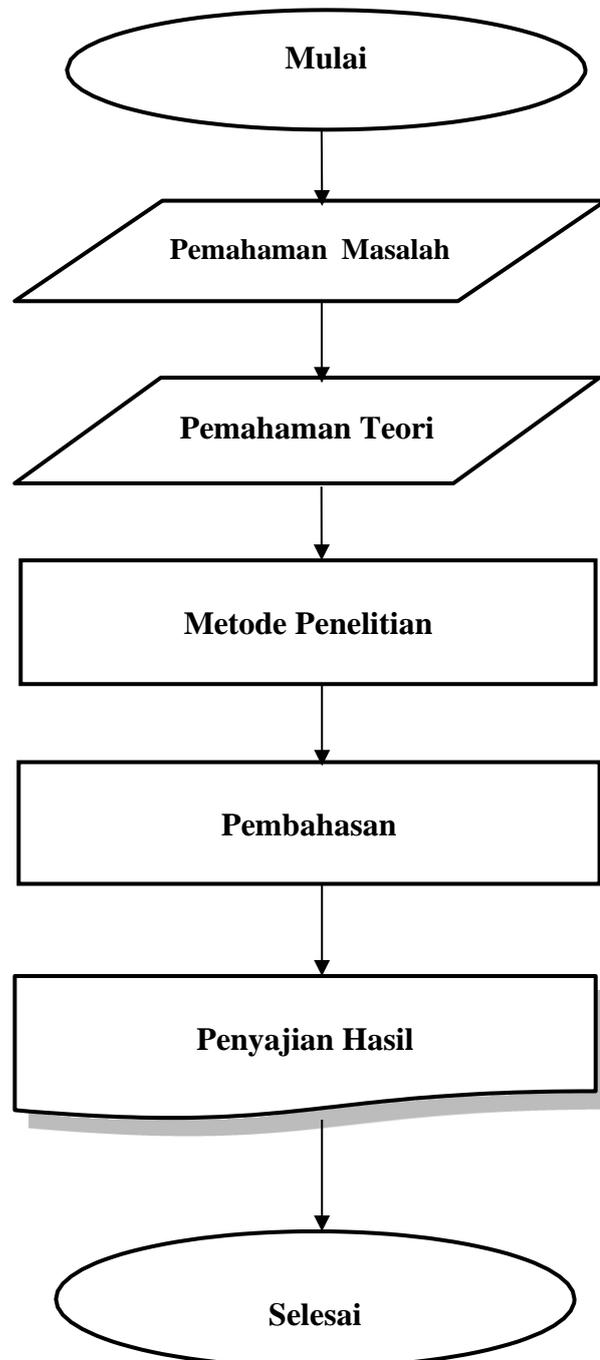
Secara garis besar penelitian ini terdiri dari kelompok tahapan sebagai berikut :

1. Pemahaman masalah, yaitu pemahaman persoalan di lapangan serta informasi yang ada.
2. Pemahaman teori, bertujuan menggali teori - teori yang ada yang sifatnya mengacu pada tinjauan pustaka.

3. Metode penelitian, yaitu pemahaman yang mengenai data yang telah ada dan telah diperoleh berdasarkan informasi dan PDAM Tirta Saka Selabung Muaradua yang kemudian data dihitung dan diolah menggunakan rumus  
  
rumus yang telah ada.
4. Pembahasan, yaitu mengelola dan menghitung data yang telah ada dan diperoleh dari PDAM Tirta Saka Selabung Muaradua dengan menggunakan rumus-rumus yang telah ada.
5. Penyajian hasil, yaitu berupa kesimpulan dan saran yang didapat dari penelitian yang telah dilakukan

### **Bagan Alir Penulisan**

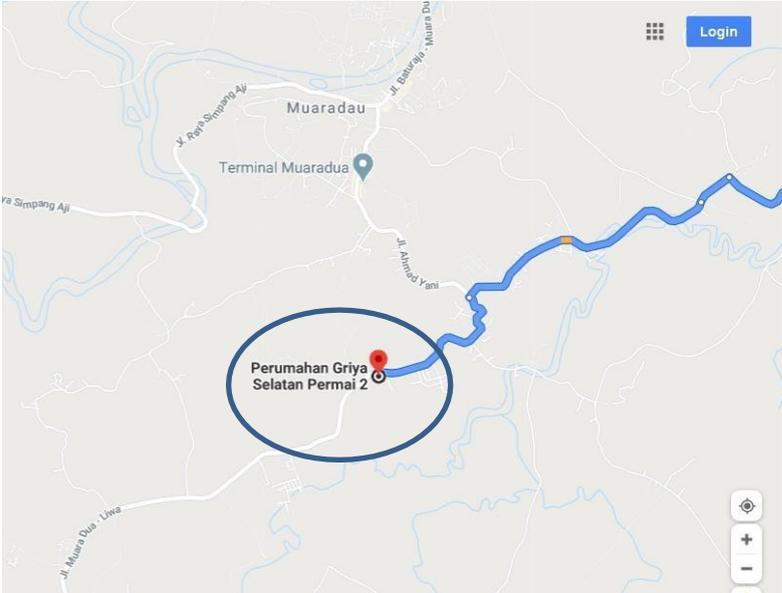
Adapun bagan alir dari sistematika penulisan adalah :



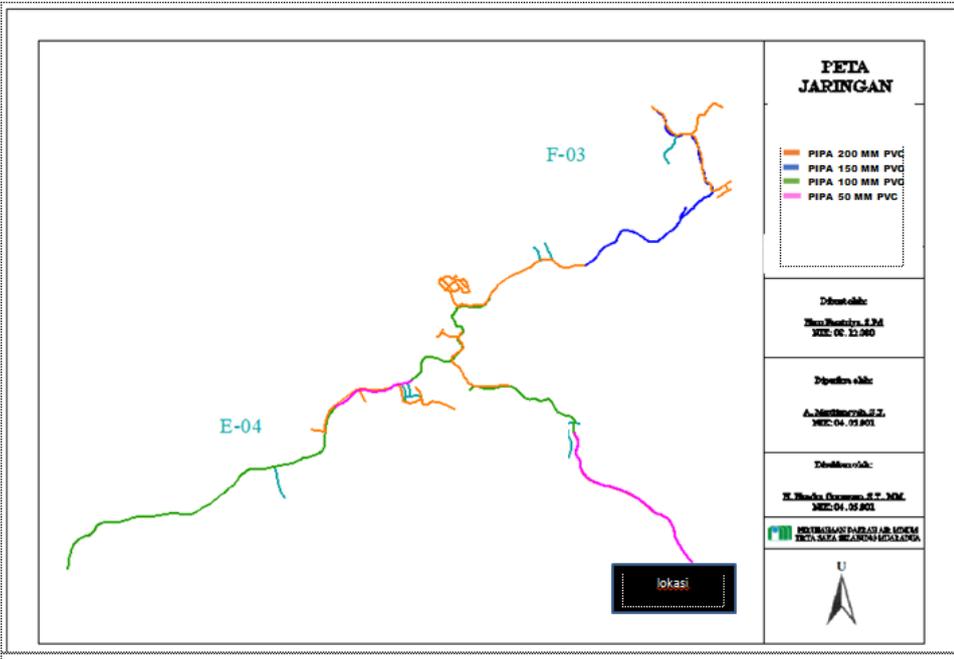
**Gambar 1.1 Bagan Alir Metode Penulisan**

### 1.7 Lokasi Penelitian

Adapun lokasi penelitiannya adalah :



Gambar 1.1 Lokasi Penelitian



Gambar 1.2 Peta Pipa Jaringan

## DAFTAR PUSTAKA

- <https://www.google.com/search?client=firefox-b-d&q=jaringan+pipa>
- <https://alvindocs.com/news-events/read/sejarah-teori-dasar-sistem-perpipaan>
- <https://ensiklopedialingkungan.blogspot.com/2016/08/mengenal-sistem-hidrolika-dalam-sistem.html>
- [https://www.google.com/search?safe=strict&client=firefox-b-d&ei=z0VEX5aXGKS38QP7lpSYCg&q=sistem+pengaliran+air+bersih&oq=SISTEM+PENGALIRAN&gs\\_lcp=CgZwc3ktYWlQARgBMgIIADICCAyAggAMgIADICCAyAggAMgIADICCAyAggAMgIADoECAAQRzoECAAQQzoFCAAQsQM6BQguELEDoggIABCxAxCDAVCpghZYyZsWYPC0FmgAcAF4AIABcIgBiwySAQQxNC4zmAEAoAEBqgEHZ3dzLXdpesABAQ&sclient=psy-ab](https://www.google.com/search?safe=strict&client=firefox-b-d&ei=z0VEX5aXGKS38QP7lpSYCg&q=sistem+pengaliran+air+bersih&oq=SISTEM+PENGALIRAN&gs_lcp=CgZwc3ktYWlQARgBMgIIADICCAyAggAMgIADICCAyAggAMgIADICCAyAggAMgIADoECAAQRzoECAAQQzoFCAAQsQM6BQguELEDoggIABCxAxCDAVCpghZYyZsWYPC0FmgAcAF4AIABcIgBiwySAQQxNC4zmAEAoAEBqgEHZ3dzLXdpesABAQ&sclient=psy-ab)
- <https://id.bccrwp.org/compare/difference-between-laminar-flow-and-turbulent-flow/>
- <https://djukarna.wordpress.com/2012/10/24/hukum-newton-2-menguraikan-gaya-gaya/>
- <https://www.zenius.net/prologmateri/fisika/a/742/persamaan-bernoulli>
- [https://www.academia.edu/29725283/GESEKAN\\_DALAM\\_PIPA](https://www.academia.edu/29725283/GESEKAN_DALAM_PIPA)
- <http://turmudikemiri.blogspot.com/2016/01/bilangan-reynolds-reynolds-number-dan.html>