

**ANALISA FAKTOR KEHILANGAN ENERGI PADA SISTEM
JARINGAN DISTRIBUSI PIPA AIR BERSIH PDAM
TIRTA BETUAH CABANG AIR KUMBANG**



TUGAS AKHIR

**Disusun Sebagai Syarat Untuk Memperoleh Gelar Sarjana
Pada Fakultas Teknik Program Teknik Sipil
Universitas Muhammadiyah Palembang**

Oleh :

FAJAR KURNIAWAN

112021008

**PROGRAM STUDI TEKNIK SIPIL FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS MUHAMMADIYAH PALEMBANG**

2025

**ANALISA FAKTOR KEHILANGAN ENERGI PADA SISTEM
JARINGAN DISTRIBUSI PIPA AIR BERSIH PDAM
TIRTA BETUAH CABANG AIR KUMBANG**



TUGAS AKHIR

Disusun Sebagai Salah Satu Syarat Untuk Memperoleh Gelar Sarjana

Pada Fakultas Teknik Program Studi Teknik Sipil

Universitas Muhammadiyah Palembang

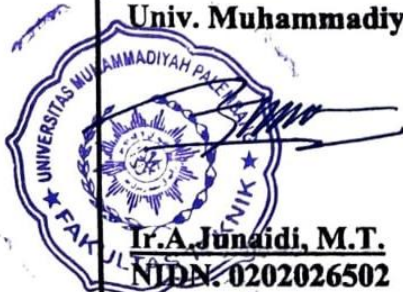
Oleh :

FAJAR KURNIAWAN

112021008

Telah Disahkan Oleh:

**Dekan Fakultas Teknik
Univ. Muhammadiyah Palembang**



Ir. A. Junaidi, M.T.
NIDN. 0202026502

**Ketua Program Studi
Teknik Sipil UM Palembang**



Mira Setiawati, S.T., M.T.
NIDN. 0006078101

**ANALISA FAKTOR KEHILANGAN ENERGI PADA SISTEM
JARINGAN DISTRIBUSI PIPA AIR BERSIH PDAM
TIRTA BETUAH CABANG AIR KUMBANG**



TUGAS AKHIR

Disusun Sebagai Salah Satu Syarat Untuk Memperoleh Gelar Sarjana

Pada Fakultas Teknik Program Studi Teknik Sipil

Universitas Muhammadiyah Palembang

Oleh :

FAJAR KURNIAWAN

112021008

Telah Disetujui Oleh:

Pembimbing I

Ir. Nurnilam Oemiati, M.T.
NIDN. 0220106301

Pembimbing II

Ir. Jonizar, MT.
NIDN. 30066101

TUGAS AKHIR
ANALISA FAKTOR KEHILANGAN ENERGI PADA SISTEM
JARINGAN DISTRIBUSI PIPA AIR BERSIH PDAM
TIRTA BETUAH CABANG AIR KUMBANG

Dipersiapkan dan Disusun Oleh:

FAJAR KURNIAWAN

112021008

Telah Dipertahankan Di Depan Dewan Penguji Sidang Komprehensif
Pada Tanggal, 24 Desember 2025

SUSUNAN DEWAN PENGUJI

1. **Ir. Erny Agusri, M.T.**
NIDN. 0029086301

(.....)

2. **Ir. RA. Sri Martini, M.T.**
NIDN. 0203037001

(.....)

3. **Adji Sutama, S.T., M.T.**
NIDN. 0230099301

(.....)

Tugas Akhir Telah Diterima Sebagai Salah Satu Persyaratan Untuk
Memperoleh Gelar Sarjana Teknik Sipil (S.T)

Palembang, 24 Desember 2025

Program Studi Teknik Sipil
Ketua Prodi Teknik Sipil



Mira Setiawati, S.T., M.T.
NIDN. 0006078101

LEMBAR PERNYATAAN

Yang bertanda tangan dibawah ini:

Nama : Fajar Kurniawan

NIM : 112021008

Program Studi : Sipil

Fakultas : Teknik

Perguruan Tinggi : Universitas Muhammadiyah Palembang

Dengan ini menyatakan bahwa dalam penelitian tugas akhir yang berjudul **“ANALISA FAKTOR KEHILANGAN ENERGI PADA SISTEM JARINGAN DISTRIBUSI PIPA AIR BERSIH PDAM TIRTA BETUAH CABANG AIR KUMBANG”** ini Adalah benar-benar karya penulis sendiri dan bukan merupakan hasil jiplakan. Apabila dikemudian hari terbukti skripsi ini hasil jiplakan, maka saya akan menanggung resiko sesuai dengan peraturan yang berlaku di perguruan tinggi ini.

Palembang, ~~24~~ Desember 2025



Fajar Kurniawan

NIM:112021008

PRAKATA



Assalamu'alaikum wr.wb

Puji syukur penulis panjatkan kepada Allah SWT, yang telah melimpahkan rahmat dan karunia-Nya, sehingga penulis dapat menyelesaikan skripsinya yang berjudul **“ANALISA FAKTOR KEHILANGAN ENERGI PADA SISTEM JARINGAN DISTRIBUSI PIPA AIR BERSIH PDAM TIRTA BERTUAH CABANG AIR KUMBANG”** untuk memenuhi sebagai persyaratan mendapatkan gelar sarjana di Program Studi Teknik Sipil Fakultas Teknik Universitas Muhammadiyah Palembang.

Dalam penulisan skripsi ini penulis menyadari sepenuhnya bahwa masih banyak kekurangan dan kelemahan baik dari segi isi maupun teknik penulisan yang terlepas dari pengamatan penulis, hal ini dikarenakan oleh keterbatasan penulis, pada kesempatan ini penulis banyak mengucapkan terima kasih terutama kepada Ibu Ir. Nurnilam Oemiati, M.T. selaku dosen pembimbing I dan Bapak Ir. Jonizar, M.T. selaku dosen pembimbing II atas segala bimbingan dan arahnya kepada penulis sehingga penulis dapat menyelesaikan skripsi ini.

Dalam menyusun laporan kerja praktek ini, penulis telah banyak mendapatkan bimbingan dan bantuan dari berbagai pihak. Oleh sebab itu, penulis ingin mengungkapkan rasa terima kasih kepada:

1. Bapak Prof. Dr. Abid Djazuli, S.E., M.M., selaku Rektor Universitas Muhammadiyah Palembang.
2. Bapak Ir. A. Junaidi, M.T., selaku Dekan Fakultas Teknik Universitas Muhammadiyah Palembang.
3. Ibu Mira Setiawati, S.T., M.T., selaku Ketua Program Studi Teknik Sipil Fakultas Teknik Universitas Muhammadiyah Palembang.
4. Seluruh Dosen Program Studi Teknik Sipil dan Para Staf Karyawan Fakultas Teknik Program Studi Teknik Sipil Universitas Muhammadiyah Palembang.

5. Pimpinan beserta staf PDAM Tirta Bertuah Cabang Air Kumbang atas bantuan, kerja sama, dan kemudahan yang diberikan kepada penulis selama pelaksanaan penelitian.
6. Kedua Orang Tua, Kakek, Nenek, Kakak, Adik, yang telah memberikan do'a serta membantu penulis baik secara materi dan moral
7. Serta teman-teman yang telah memberikan semangat dan dukungan kepada penulis dalam menyelesaikan laporan ini.

Penulis menyadari bahwa laporan ini pasti tidak lepas dari banyak kekurangan. akhir Kata penulis mengucapkan terimakasih atas segala dukungannya semoga apa yang kita lakukan mendapat rahmat dan rido dari Allah SWT.
Wassalamu'alaikum Wr.Wb.

Palembang, **24** Desember 2025



FAJAR KURNIAWAN

112021008

MOTTO DAN PERSEMBAHAN

Motto :

“Tidak semua usaha itu dipermudah, tapi semua yang berusaha pasti akan berubah”

Persembahan:

Skripsi ini saya persembahkan untuk:

- ❖ Kedua orang tua tercinta Bapak dan Ibu, serta kakak dan adik, yang senantiasa menjadi sumber doa, kekuatan, dan semangat dalam kehidupan penulis. Terima kasih atas cinta, pengorbanan, dan ketulusan yang tiada henti.
- ❖ Bapak dan Ibu Dosen, terima kasih atas bimbingan, ilmu, nasihat, serta pengalaman berharga yang telah diberikan selama masa perkuliahan hingga penyusunan skripsi ini.
- ❖ Sahabat “Asrama Kacau”, terima kasih atas kebersamaan, dukungan, dan diskusi yang telah memberikan motivasi serta semangat selama proses penyusunan skripsi ini.
- ❖ Almamater tercinta, Universitas Muhammadiyah Palembang, sebagai tempat menimba ilmu, membentuk karakter, dan meraih pengalaman berharga selama masa studi.
- ❖ Diri sendiri, terima kasih telah bertahan, tetap berusaha, dan tidak menyerah meskipun banyak rintangan yang harus dihadapi.

ANALISA FAKTOR KEHILANGAN ENERGI PADA SISTEM JARINGAN DISTRIBUSI PIPA AIR BERSIH PDAM TIRTA BETUAH CABANG AIR KUMBANG

INTISARI

Fajar Kurniawan¹, Nurnilam Oemiati², Jonizar³

Penelitian ini membahas tentang analisa faktor-faktor yang menyebabkan kehilangan energi pada sistem jaringan distribusi pipa air bersih di PDAM Tirta Betuah Cabang Air Kumbang. Kehilangan energi dalam sistem distribusi air bersih dapat disebabkan oleh berbagai faktor seperti gesekan dalam pipa, belokan pipa, perubahan penampang pipa, dan perbedaan elevasi. Permasalahan ini berdampak pada menurunnya efisiensi distribusi air ke pelanggan, sehingga penting dilakukan analisa untuk mengetahui besarnya dan penyebab utama kehilangan energi dalam sistem tersebut.

Penelitian dilakukan dengan pendekatan kuantitatif menggunakan data primer dari survei lapangan serta data sekunder dari dokumen PDAM. Proses analisis dilakukan melalui tahapan perhitungan debit dan kecepatan aliran, lalu dilanjutkan dengan menghitung kehilangan energi akibat gesekan, belokan, pengecilan penampang, dan perbedaan elevasi menggunakan rumus-rumus hidraulika. Data kemudian diolah untuk mengetahui kehilangan energi pada tiap ruas pipa dan dianalisis untuk mengidentifikasi titik-titik kritis dalam jaringan distribusi.

Hasil penelitian menunjukkan bahwa kehilangan energi terbesar teridentifikasi pada ruas pipa A1 menuju B, dengan nilai sebesar 1,74892365 meter dan kecepatan aliran 0,5592 m/detik. Sementara itu, kehilangan energi terkecil ditemukan pada ruas N menuju P, yakni sebesar 0,01023093 meter dengan kecepatan aliran 0,0879 m/detik. Untuk meminimalkan kehilangan energi, disarankan penggunaan pipa dengan koefisien gesek rendah, pengurangan jumlah belokan tajam, dan perbaikan desain jaringan distribusi. Langkah-langkah ini diharapkan dapat meningkatkan efisiensi sistem distribusi dan kualitas layanan PDAM kepada masyarakat.

Kata kunci : Kehilangan energi, jaringan pipa, distribusi air, PDAM, hidraulika.

- 1) : Mahasiswa UMP
- 2) : Dosen Pembimbing 1 Teknik Sipil UMP
- 3) : Dosen Pembimbing 2 Teknik Sipil UMP

**ANALISA FAKTOR KEHILANGAN ENERGI PADA SISTEM
JARINGAN DISTRIBUSI PIPA AIR BERSIH PDAM
TIRTA BETUAH CABANG AIR KUMBANG**

ABSTRACT

Fajar Kurniawan¹, Nurnilam Oemiati², Jonizar³

This study discusses the analysis of factors causing energy loss in the clean water distribution pipeline network system at PDAM Tirta Betuah Air Kumbang Branch. Energy loss in clean water distribution systems can be caused by various factors such as friction within pipes, pipe bends, changes in pipe cross-sections, and elevation differences. These problems result in decreased efficiency of water distribution to customers; therefore, an analysis is necessary to determine the magnitude and main causes of energy loss within the system.

The research was conducted using a quantitative approach, utilizing primary data obtained from field surveys and secondary data from PDAM documents. The analysis process involved calculating flow discharge and flow velocity, followed by determining energy losses due to friction, pipe bends, pipe contractions, and elevation differences using hydraulic equations. The data were then processed to identify energy losses in each pipe segment and analyzed to determine critical points within the distribution network.

The results show that the greatest energy loss occurs in the pipe segment from A1 to B, with a value of 1,74892365 meters and a flow velocity of 0,5592 m/s. Meanwhile, the smallest energy loss is found in the pipe segment from N to P, amounting to 0,01023093 meters with a flow velocity of 0,0879 m/s. To minimize energy loss, it is recommended to use pipes with low friction coefficients, reduce the number of sharp bends, and improve the design of the distribution network. These measures are expected to enhance the efficiency of the distribution system and improve PDAM's service quality to the community.

Keywords: *Energy loss, pipeline network, water distribution, PDAM, hydraulics.*

- 1) : Mahasiswa UMP
- 2) : Dosen Pembimbing 1 Teknik Sipil UMP
- 3) : Dosen Pembimbing 2 Teknik Sipil UMP

DAFTAR ISI

HALAMAN JUDUL	
LEMBAR PENGESAHAN	i
LEMBAR PERSETUJUAN PEMBIMBING	ii
LEMBAR DEWAN PENGUJI.....	iii
LEMBAR PERNYATAAN	iv
PRAKATA.....	v
MOTTO DAN PERSEMBAHAN.....	vii
INTISARI	viii
ABSTRACT	ix
DAFTAR ISI.....	x
DAFTAR GAMBAR	xiii
DAFTAR TABEL	xiv
BAB I PENDAHULUAN	1
1.1. Latar Belakang.....	1
1.2. Rumusan Masalah	2
1.3. Maksud dan Tujuan	2
1.4. Batasan Masalah	2
1.5. Bagan Alir Penulisan	3
BAB II TINJAUAN PUSTAKA DAN LANDASAN TEORI	4
2.1. Tinjauan Pustaka.....	4
2.1.1. Pengertian Air	4
2.1.2. Pengertian Pipa	4
2.1.3. Jenis – jenis Pipa	4
2.1.4. Sambungan Pada Pipa	5
2.1.5. Pipa Tranmisi.....	6
2.1.6. Sistem Distribusi Air	8
2.1.7. Hukum Newton Tentang Kekekalan Zat Cair	9
2.1.8. Sistem Perpipaan Distribusi	9
2.1.9. Sistem Jaringan Distribusi.....	10
2.1.10. Aliran Melalui Pipa	12
2.1.11. Pipa Hubungan Seri.....	13
2.1.12. Faktor Penyebab Kehilangan Energi dalam Sistem Distribusi Pipa Air Bersih.....	14
2.1.13. Kehilangan Energi Sekunder Pada Aliran Pipa	15

2.1.14. Kehilangan Energi Sekunder (<i>Minor Losses</i>).....	16
2.1.15. Kehilangan Energi Primer (<i>Mayor Losses</i>)	17
2.1.16. Pembesaran Penampang	19
2.1.17. Pengecilan Penampang	20
2.1.18. Kehilangan Energi Akibat Belokan Pipa	20
2.1.19. Pipa Kasar.....	21
2.1.20. Pipa Halus.....	21
2.2. Aliran Laminer	21
2.3. Aliran Turbulen	22
2.4. Landasan Teori	23
2.4.1. Mencari Debit aliran dan Kecepatan Air	23
2.4.2. Mencari Angka Reynold.....	26
2.4.3. Kehilangan Energi Akibat Gesekan Aliran Melalui Pipa	27
2.4.4. Mencari Kehilangan Energi Akibat Perubahan Pnmpng Pipa	27
2.4.5. Mencari Kehilangan Energi Akibat Belokan Pipa.....	28
2.4.6. Mencari Kehilangan Energi Akibat Perubahan Elevasi (Beda Tinggi).....	29
2.4.7. Mencari Kehilangan Energi Total.....	29
2.5. Matriks Penelitian Terdahulu.....	30
2.6. Matriks Penelitian.....	32
2.7. Gap Penelitian	34
BAB III METODOLOGI PENELITIAN.....	35
3.1. Lokasi Penelitian	35
3.2. Studi Literatur.....	35
3.3. Pengumpulan Data.....	35
3.3.1. Data Primer.....	36
3.3.2. Data Sekunder	36
3.4. Pengolahan Data	38
3.5. Diagram Fishbone	41
3.6. Bagan Alir Penelitian.....	42
BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN	43
4.1. Menghitung Kehilangan Energi Pada Jaringan Pipa Distribusi Air	43
4.1.1. Menghitung Debit Aliran dan Kecepatan Aliran	43
4.1.2. Menghitung Kehilangan Energi Akibat Belokan Pipa	51
4.1.3. Menghitung Kehilangan Energi Akibat Gesekan Pada Pipa	54
4.1.4. Menghitung Kehilangan Energi Akibat Pengecilan Penampang	61

4.1.5. Menghitung Kehilangan Energi Akibat Elevasi (Beda Tinggi)	65
4.1.6. Menghitung Kehilangan Energi Total	68
BAB V KESIMPULAN DAN SARAN.....	74
5.1. Kesimpulan.....	74
5.2. Saran.....	74
DAFTAR PUSTAKA.....	

DAFTAR GAMBAR

Gambar 1. 1. Bagan Alir Penulisan	3
Gambar 2. 1. Sistem Cabang atau <i>Branch</i>	11
Gambar 2. 2. Sistem Melingkar atau <i>Loop</i>	11
Gambar 2. 3. Sistem Kombinasi.....	11
Gambar 2. 4. Pipa Dalam Hubungan Seri	14
Gambar 2. 5. Pembesaran Penampang	19
Gambar 2. 6. Pembesaran Penampang	19
Gambar 2. 7. Pengecilan Pipa	20
Gambar 2. 8. Belokan Pipa.....	20
Gambar 2. 9. Kontinuitas Pipa Bercabang	23
Gambar 3. 1. Lokasi Penelitian	35
Gambar 3. 2. Pompa PDAM Tirta Betuah Cabang Air Kumbang	36
Gambar 3. 3. Peta Jaringan Pipa	40
Gambar 3. 4. Diagram <i>Fishbone</i>	41
Gambar 3. 5. Bagan Alir Penelitian.....	42
Gambar 4. 1. Debit Aliran Titik O – A, A – A1	45
Gambar 4. 2. Grafik Nilai Debit	47
Gambar 4. 3. Grafik Nilai Kecepatan	48
Gambar 4. 4. Debit Aliran Tiap Titik.....	49
Gambar 4. 5. Kecepatan Aliran Tiap Titik.....	50
Gambar 4. 6. Grafik Nilai h_b (Belokan).....	53
Gambar 4. 7. Grafik Nilai h_f	60
Gambar 4. 8. Grafik Nilai h_m	64
Gambar 4. 9. Grafik Kehilangan Total	73

DAFTAR TABEL

Tabel 2. 1. Karakteristik Pipa Transimisi	7
Tabel 2. 2. Nilai Koefisien Kekasaran Pipa	25
Tabel 2. 3. Nilai Koefisien Kekasaran Bazin	26
Tabel 2. 4. Nilai Koef. Kehilangan Energi Utk Penyempitan Pipa Tiba-Tiba	28
Tabel 2. 5. Koefisien Kehilangan Energi Pada Belokan Pipa	28
Tabel 3. 1. Spsifikasi Pipa	36
Tabel 3. 2. Lanjutan Tabel 3.1	37
Tabel 3. 3. Sudut Belokan	37
Tabel 3. 4. Lanjutan tabel 3.3	38
Tabel 4. 1. Debit Aliran dan Kecepatan Aliran	45
Tabel 4. 2. Lanjutan Tabel 4.1	46
Tabel 4. 3. Kehilangan Energi Akibat Belokan Pada Pipa	52
Tabel 4. 4. Kehilangan Energi Akibat Gesekan Pada Pipa	57
Tabel 4. 5. Lanjutan Tabel 4.4	58
Tabel 4. 6. Kehilangan Energi Akibat Pengecilan Penampang	62
Tabel 4. 7. Kehilangan Energi Akibat Elevasi (Beda Tinggi)	67
Tabel 4. 8. Lanjutan Tabel 4.7	68
Tabel 4. 9. Nilai Kehilangan Energi Total	70
Tabel 4. 10. Lanjutan tabel 4.9	71

BAB I

PENDAHULUAN

1.1. Latar Belakang

Demi keberlangsungan hidup manusia, air bersih merupakan sumber daya esensial yang harus tersedia dalam jumlah yang cukup dan berkualitas tinggi. Perusahaan Daerah Air Minum (PDAM), lembaga yang menyediakan layanan air bersih bagi masyarakat, bertanggung jawab mengelola sistem penyediaan air bersih, yang merupakan salah satu tantangan utama mereka. Pengelolaan tersebut mencakup berbagai upaya untuk mengendalikan kehilangan energi (*head loss*) pada jaringan distribusi.

Fenomena kehilangan energi ini terjadi akibat dua faktor utama: gesekan antara aliran air dan dinding pipa serta adanya hambatan lokal seperti belokan atau sambungan pipa (Triatmodjo, 1996). Dalam proses distribusinya, PDAM sering kali menghadapi berbagai permasalahan teknis yang memengaruhi kualitas pelayanan. Kehilangan tekanan (*head loss*) merupakan kondisi menurunnya energi aliran air yang bersifat alami dan tidak bisa dihindari sepenuhnya. Namun, apabila tidak dikendalikan dengan baik, kondisi ini dapat menyebabkan tekanan air yang diterima pelanggan menjadi lemah atau bahkan tidak sampai ke titik layanan tertentu.

Permasalahan kehilangan tekanan ini semakin kompleks pada sistem jaringan yang panjang dan bercabang, serta berada pada wilayah dengan perbedaan elevasi yang signifikan. Wilayah yang berada jauh dari sumber distribusi atau terletak pada daerah yang lebih tinggi cenderung menerima tekanan air yang lebih rendah dibandingkan wilayah lainnya. Kondisi ini dapat mengakibatkan ketidakseimbangan distribusi air, penurunan kepuasan pelanggan, serta risiko kerusakan pada komponen jaringan distribusi akibat tekanan yang tidak stabil.

PDAM Bertuah Cabang Air Kumbang merupakan salah satu unit pelayanan yang menghadapi tantangan tersebut. Untuk itu, perlu dilakukan analisis mendalam terhadap sistem jaringan distribusi yang ada guna mengetahui sejauh mana kehilangan tekanan terjadi serta faktor-faktor teknis apa saja yang memengaruhinya. Dengan memahami permasalahan secara teknis, maka upaya

peningkatan efisiensi dan pemerataan distribusi air bersih dapat dilakukan secara lebih tepat sasaran dan berkelanjutan.

1.2. Rumusan Masalah

1. Faktor-faktor apa saja yang menyebabkan kehilangan energi pada sistem jaringan distribusi air bersih PDAM Bertuah Cabang Air Kumbang?
2. Seberapa besar kehilangan energi yang terjadi akibat gesekan pipa, perubahan penampang, belokan, dan perbedaan elevasi pada sistem distribusi tersebut?

1.3. Maksud dan Tujuan

Maksud dari penelitian ini adalah untuk menganalisa penyebab kehilangan energi dalam jaringan distribusi pipa air bersih di PDAM Tirta Betuah cabang Air Kumbang

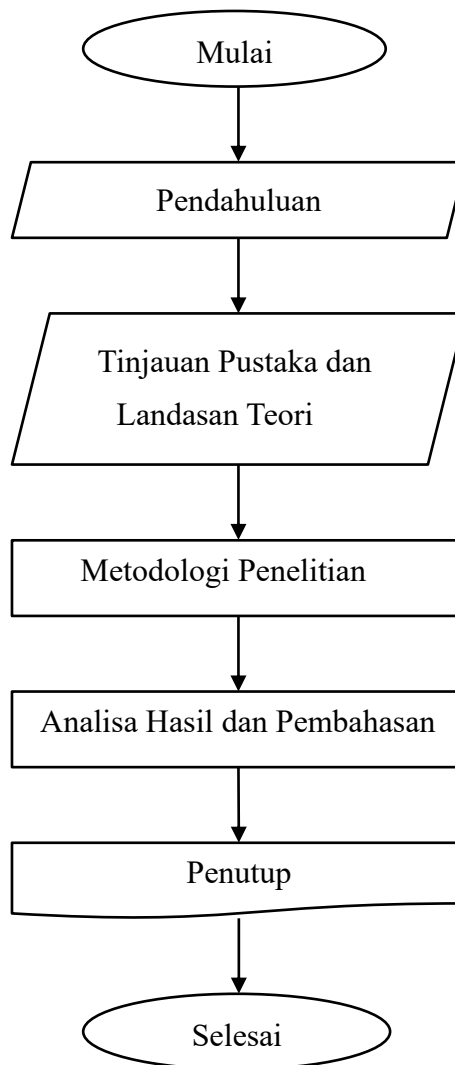
Tujuan penelitian ini yaitu mengetahui penyebab utama kehilangan energi pada setiap tikungan pipa, kehilangan energi akibat perubahan penampang pipa, dan kehilangan energi akibat elevasi di PDAM Tirta Betuah cabang Air Kumbang

1.4. Batasan Masalah

Dalam penelitian ini, batasan masalah dibuat untuk menghindari penyimpangan dari topik masalah yang dibahas serta untuk memperjelas arah penelitian dan memudahkan penyelesaian permasalahan sesuai dengan tujuan yang telah ditetapkan, maka batasan masalah dalam penelitian ini disusun sebagai berikut:

1. Menghitung kehilangan energi akibat gesekan (*head loss mayor*) pada pipa distribusi.
2. Menghitung kehilangan energi akibat perubahan penampang dan belokan pada jaringan pipa.
3. Penelitian hanya menggunakan data teknis seperti panjang dan diameter pipa, jenis material, debit aliran, dan beda elevasi.
4. Aspek non-teknis seperti manajemen operasional, biaya, atau kualitas air tidak dibahas dalam penelitian ini.

1.5. Bagan Alir Penulisan



Gambar 1. 1. Bagan Alir Penulisan

DAFTAR PUSTAKA

- Adrial Munis, Muhammad Sundoro, E. S. S. I. (2021). PENGARUH PENGENDALIAN TEKANAN ALIRAN PADA PENURUNAN KEHILANGAN AIR FISIK. *Jurnal Ilmiah Indonesia*, 6(2).
- Arief Wahyudi1), Elvira2), N. 2. (2017). *Analisa tingkat kehilangan air pada perusahaan daerah air minum (pdam) tirta galaherang kabupaten mempawah.*
- Dewi, K. H., & Muttaqien, A. Y. (2015). ANALISIS KEHILANGAN AIR PADA PIPA JARINGAN DISTRIBUSI AIR BERSIH PDAM KECAMATAN BAKI , KABUPATEN SUKOHARJO. *Jurnal MATRIKS TEKNIK SIPIL*, 1, 9–16.
- Dwijosaputro. 1981. *Dasar-Dasar Mikrobiologi*. Jakarta: Djambatan.
- Mochammad Zainal Abidin, D. I. (2016). *PENGEMBANGAN DISTIBUSI AIR BERSIH SUMBER DLUNDUNG DESA TRAWAS KECAMATAN TRAWAS KABUPATEN MOJOKERTO*. 3, 71–79.
- Nur Zulya Madinah1*, B. S. (2024). ANALISIS PENGENDALIAN KEHILANGAN AIR JARINGAN PIPA DISTRIBUSI PDAM KOTA DEPOK. *Jurnal Ilmiah Indonesia*, 9(8).
- Priadi1), Reni Andayani 2)*, Rosmalinda Permatasari2), A. M., & 1)Mahasiswa. (2023). ANALISIS JARINGAN PIPA DISTRIBUSI AIR BERSIH DI DESA SRIMULYO KECAMATAN AIR SALEK KABUPATEN BANYUASIN. *JURNAL TEKNIK SIPIL LATERAL*, 1(2), 31–39.
- Putri Farah Fakhirah, Mohammad Rangga Sururi, dan A. D. S. (2020). Evaluasi hidrolis pada jaringan distribusi pdam tirta jati kabupaten cirebon sistem cibodas. *Jurnal Teknik Lingkungan*, 6(2), 100–112.
- Ramdan, R., Yusuf, A. R., & Cangara, S. (2024). Analisis Kehilangan Energi Pada Pipa PVC Akibat Belokan Dan Perubahan Penampang. *Jurnal Penelitian Teknik Sipil Konsolidasi*, 2(2), 198–203. <https://doi.org/10.56326/jptsk.v2i2.3152>
- Saputra, H., & Fitriadi, A. (2025). ANALISIS TINGKAT KEHILANGAN AIR BERSIH DENGAN METODE INFRASTRUCTURE LEAKAGE INDEX PADA PDAM

TIRTA DAROY Akmal1,*., *Journal of Civil Engineering*, 02(2024), 97–106.

Surajad, A., Antoro, I., Marhendi, T., & Artikel, I. (2024). *ANALISIS KEHILANGAN AIR PADA JARINGAN DISTRIBUSI PDAM WONOSOBO*. 5(1), 1–8.
<http://jurnalnasional.ump.ac.id?index.php/civeng>

Triatmodjo, B. 1993. *Hidraulika I*. Yogyakarta: Beta Offset.

Triatmodjo, B. 1996. *Hidraulika II*. Yogyakarta: Beta Offset.