

SKRIPSI

**ANALISIS KEHILANGAN TEKANAN PADA SALURAN
TERTUTUP PADA CONVEYE SEBAGAI SUPLAY DEBIT**

PLTMH

(STUDI KASUS PLTMH BUNGIN KAB.ENREKANG)



Oleh :

IPAN PRATAMA RAHIM 105811103318

PRODI TEKNIK PENGAIRAN

FAKULTAS TEKNIK

UNIVERSITAS MUHAMMADIYAH MAKASSAR

2024

KATA PENGANTAR

Segala Puji dan syukur penulis panjatkan kehadirat Allah SWT yang telah melimpahkan segala rahmat-Nya sehingga penulis dapat menyelesaikan tugas akhir ini dengan judul **“ANALISIS KEHILANGAN TEKANAN PADA SALURAN TERTUTUP PADA CONVEYE SEBGAI SUPLAY DEBIT PLTMH. (STUDI KASUS PLTMH BUNGIN KAB.ENREKANG)”** guna memenuhi sebagian persyaratan untuk memperoleh gelar Sarjana Teknik program studi Teknik Sipil Pengairan pada Fakultas Teknik Universitas Muhammadiyah Makassar.

Penulis menyadari kelemahan serta keterbatasan yang ada sehingga dalam menyelesaikan tugas Akhir ini memperoleh bantuan dari berbagai pihak, dalam kesempatan ini penulis menyampaikan ucapan terimakasih kepada :

1. Ibu Dr.Ir.Hj.Nurnawaty, ST., MT.,IPM selaku Dekan Fakultas Teknik Universitas Muhammadiyah Makassar.
2. Ibu Dr. Ir. Hj. Nurnawati, ST., MT.IPM Selaku Dosen Pembimbing I dalam penyusunan Tugas Akhir ini.
3. Bapak Dr. Israil, ST., MT. selaku Dosen Pembimbing II dalam penyusunan Tugas Akhir ini.
4. Bapak Ir. M. Aguslim, ST., MT. selaku Ketua Jurusan Teknik Sipil Universitas Muhammadiyah Makassar.
5. Ibu Kasmawati, ST., MT selaku Sekretaris Jurusan Teknik Sipil Universitas Muhammadiyah Makassar.

6. Seluruh Bapak dan Ibu Dosen dan Staff Akademik Jurusan Teknik Sipil Fakultas Teknik Universitas Muhammadiyah Makassar.
7. Terkhusus penulis ucapkan terima kasih kepada Kedua orang tua kami tercinta, yang telah mencurahkan seluruh cinta, kasih sayang yang hingga kapanpun penulis takkan bisa membalasnya.
8. Terima kasih juga kepada Himpunan Mahasiswa Sipil Fakultas Teknik Universitas Muhammadiyah Makassar
9. Serta ucapan terima kasih kepada saudari Diana's yang telah meng support saya.

Penulis menyadari bahwa proposal ini masih banyak kekurangan baik isi maupun susunannya. Semoga tugas akhir ini dapat bermanfaat tidak hanya bagi penulis juga bagi para pembaca.

Makassar, 15 September 2024

Penulis

DAFTAR ISI

HALAMAN JUDUL.....	i
LEMBAR PENGESAHAN	ii
KATA PENGANTAR	iii
DAFTAR ISI	iv
BAB I PENDAHULUAN	
A. Latar Belakang	1
B. Rumusan Masalah	3
C. Tujuan Penelitian	3
D. Batasan Masalah	3
E. Manfaat Penelitian	3
F. Sistematika Penulisan	4
BAB II TINJAUAN PUSTAKA	5
A. Pembangkit Listrik Tenaga Mikrihidro (PLTMH)	5
B. Fluida	7
C. Saluran Tertutup	8
D. Tekanan Aliran.....	8
E. Mekanisme Kerja PLTMH.....	10
F. Kehilangan tinggi tekanan pada pipa	16

BAB III METODE PENELITIAN	31
A. Lokasi dan Waktu Penelitian	31
B. Jenis Penelitian dan Sumber Data	32
C. Jenis penelitian.....	32
D. Sumber penelitian	32
E. Rancangan Penelitian.....	33
F. Pengambilan Data	33
G. Prosedur Penelitian	34
H. Flow Chart Penelitian	35
BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN	36
A . Skematis jaringan PLTMH	37
B . Data Perancangan	38
C . Analisa Data	40
D . Hasil penelitian	45
E. Pembahasan.....	47
BAB V PENUTUP	51
A . kesimpulan.....	51
B . saran.....	51
DAFTAR PUSTAKA	
LAMPIRAN	

BAB 1

PENDAHULUAN

A. LATAR BELAKANG

Pembangkit Listrik Tenaga Mikro Hidro yang disebut juga dengan (PLTMH) merupakan pembangkit listrik skala kecil yang menggunakan tenaga air sebagai penggerakannya, contoh sederhananya adalah saluran irigasi, sungai atau air terjun alami yang menggunakan tenaga air.) dan jumlah air yang dikeluarkan. Mikrohidro merupakan istilah yang terdiri dari kata mikro yang berarti kecil dan hidrogen yang berarti air. Secara teknis, pembangkit listrik tenaga mikrohidro terdiri dari tiga elemen utama air (sebagai sumber energi), turbin, dan generator. PLTMH menggunakan sumber daya air (Wahjudi et al., 2018).

Pembangkit listrik tenaga mikrohidro mengambil energi dari aliran air dengan perbedaan ketinggian tertentu. Pada dasarnya, pembangkit listrik tenaga mikrohidro menggunakan energi potensial air yang jatuh. Semakin tinggi air terjun maka semakin besar energi potensial air yang dapat diubah menjadi listrik. Selain faktor geografis (tata letak sungai), ketinggian air terjun juga dapat dicapai dengan menghalangi aliran air sehingga permukaan air naik. Air dialirkan melalui pipa cepat (penstock) ke pembangkit listrik yang biasanya dibangun di tepi sungai untuk mengoperasikan turbin mikrohidro atau kincir air. Energi mekanik dari putaran poros turbin akan diubah menjadi energi listrik oleh

generator. pembangkit listrik tenaga mikrohidro dapat memanfaatkan ketinggian air yang tidak terlalu tinggi. pembangkit listrik tenaga mikro hidro merupakan salah satu manfaat energi baru(Zaini et al., 2020).

Misalnya dengan ketinggian air 3 meter , listrik bisa di hasilkan sebesar 500 ribu watt. Jumlah energi yang di hasilkan oleh pembangkit listrik tenaga mikrohidro dibandingkan dengan pembangkit listrik tenaga air skala besar mempunyai implikasi dalam hal peralatan yang relatif sederhana dan tapak yang kecil yang di butuhkan untuk instalasi dan pengoprasian pembangkit listrik tenaga mikrohidro . Hal inilah yang menjadi salah satu keunggulan PLMH yaitu tidak membahayakan lingkungan.

Perbedaan Pembangkit Listrik Tenaga Air (PLTA) dengan pembangkit listrik tenaga mikrohidro terutama terletak pada perbedaan jumlah listrik yang di hasilkan , PLTA di bawah 100 KW tergolong PLTA mikro atau masuk PLTMH. Namun perbedaan utamanya terletak pada wilayah kerja sistem pembangkit listriknya. PLTMH bisa menggunakan sumber air yang tidak terlalu besar.

Berbeda dengan PLTA, PLTMH dapat beroperasi dengan atau tanpa reservoir karena dapat menggunakan potensi air yang rendah .(Susatyo & Subekti, 2009)

PLTMH paling baik digunakan pada daerah yang mempunyai potensi energi air yang melimpah dan terdapat perbedaan tinggi muka air pada suatu daerah atau dasar sungai , baik berupa dasar sungai yang curam, sehingga aliran sungai dapat di cegat / bendung dan juga untuk dapat memberi akses listrik ke desa Bungin. Maka daerah inilah PLTMH dapat di bangun.

Adapun beberapa PLTMH yang telah beroperasi di Indonesia tepatnya di Sulawesi Selatan yaitu : PLTMH Bantaeng, PLTMH Maipi, PLTMH Bungin 1 , PLTMH Kawata , PLTMH Datara ,PLTMH Kadundung PLMH Malea energy, PLTMH Ranteballa , PLTMH Maiting hulu 2, PLTMH Bambalu ,PLTMH Simbuang, PLTMH Madong, PLMH Sidrap ,PLMH Punaga . jadi total PLTMH yang beroperasi di Sulawesi Selatan berkisar 15 PLMH. Salah satunya PLTMH Bungin 1 yang berada di Desa Bungin Kec, Bungin Kab, Enrekang. PLTMH ini telah beroperasi selama 10 tahun .

Berdasarkan latar belakang diatas, maka saya melakukan penelitian dengan judul “ ANALISIS KEHILANGAN TEKANAN PADA SALURAN TERTUTUP PADA CONVEYE SEBAGAI SUPLAY DEBIT PLTMH. (STUDI KASUS PLTMH BUNGIN KAB.ENREKANG)”

A. RUMUSAN MASALAH

Permasalahan yang akan di kaji dalam penelitian ini adalah :

1. Berapakah tekanan yang hilang pada saluran tertutup PLTMH ?
2. Bagaimana cara kerja alat conveyer pada PLTMH ?

B. TUJUAN PENELITIAN

Tujuan penelitian ini adalah :

1. Mengetahui tekanan yang hilang pada saluran tertutup bangunan PLMH.
2. Mengetahui cara kerja alat conveyer sebagai penyuplai debit air ke PLTMH.

C. BATASAN MASALAH

Adapun batasan masalah yang digunakan ialah mempertegas masalah yang di bahas yaitu :

1. Penelitian yang dilakukan berskala lapangan.
2. Saluran yang memiliki diameter besar.

D. MANFAAT PENELITIAN

Adapun manfaat dalam penelitian ini adalah :

1. Manfaat Teoritis

Untuk mengetahui tujuan Mikrohidro pengaruhnya terhadap tekanan yang hilang pada saluran tertutup.

2. Manfaat praktis

Semoga hasil penelitian ini dapat bermanfaat sebagai bahan informasi bagi mahasiswa Teknik Pengairan.

E. SISTEMATIKA PENULISAN

BAB I PENDAHULUAN

Bab I pendahuluan merupakan pengantar artikel meliputi konteks penelitian , rumusan masalah , tujuan penelitian , batasan masalah yang di ajukan dan cara penulisan sistemnya dalam bentuk gambaran singkat setiap topik masalah .

BAB II TINJAUAN PUSTAKA

Pada bab ini di jelaskan teori aliran fluida atau cairan dan tekanan, saluran

tertutup, generator pembangkit tenaga mikrohidro.

BAB III METODE PENELITIAN

Uraian lokasi , periode atau pelaksanaan penelitian , gambaran umum penelitian , metode penelitian dan tahapan penelitian.

BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN

menguraikan hasil dan pembahasan

BAB V PENUTUP

Bab ini merupakan kesimpulan dari keseluruhan pekerjaan, termasuk kesimpulan yang diambil dari penelitian yang di lakukan dan saran referensi untuk melakukan penelitian selanjutnya , bagian akhir dari karya akhir ini meliputi daftar pustakan dan dokumen penyertanya.

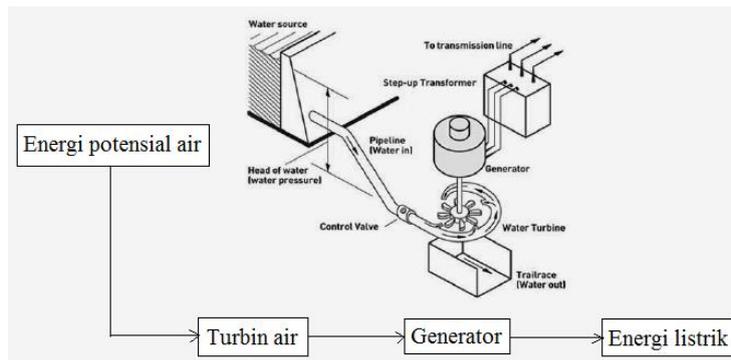
BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

A. PEMBANGKIT LISTRIK TENAGA MIKROHIDRO (PLTMH)

Pembangkit Listrik Tenaga Mikro Hidro (PLMH) merupakan pembangkit listrik skala kecil dengan kapasitas kurang dari 200 KW, yang memanfaatkan potensi aliran air di pedesaan sebagai sumber energi, misalnya sungai atau air terjun alami, PLTMH memiliki biaya investasi yang terjangkau sehingga cocok untuk penerangan di daerah pedesaan yang tidak terjangkau listrik PLN. Utami, R., & Wiyono, A. (2021).

Secara teknis, pembangkit listrik tenaga mikro hidro memiliki tiga bagian utama : air (yang merupakan sumber energi), turbin, dan generator . Pembangkit listrik tenaga mikro hidro mendapatkan energi dari aliran air dengan perbedaan ketinggian (head) tertentu. Pada hakikatnya pembangkit listrik tenaga mikrohidro memanfaatkan energi potensial air yang jatuh (head). Semakin tinggi air terjun maka semakin besar energi potensial yang dapat diubah menjadi listrik. Prinsipnya ,pembangkit listrik tenaga mikro hidro memanfaatkan perbedaan ketinggian dan jumlah air yang di keluarkan per detik pada aliran irigasi, sungai atau air terjun . Aliran air ini akan memutar poros turbin sehingga menghasilkan energi mekanik yang selanjutnya akan menggerakkan generator.



Gambar 1. Prinsip Kerja PLTMH sumber

(wikipedia. 2021)

Pembangkit listrik tenaga mikrohidro bisa menggunakan ketinggian air yang tidak terlalu tinggi , misalnya dengan ketinggian air 3 meter maka listrik dapat di hasilkan sebesar 500 W. Prinsip pengoprasian PLTMH adalah menggunakan tinggi dan jumlah air yang di buang ke sungai dan kali per detik. Air mengalir melalui water intake dan dilanjutkan melalui saluran suplai menuju penstock yang akan memutar poros turbin sehingga menghasilkan energi mekanik. Turbin hidrolis akan memutar generator dan akan menghasilkan listrik. Utami, R., & Wiyono, A. (2021).

Dibanding pembangkit listrik lainnya, pembangkit listrik tenaga mikro (PLTMH) memiliki beberapa keunggulan :

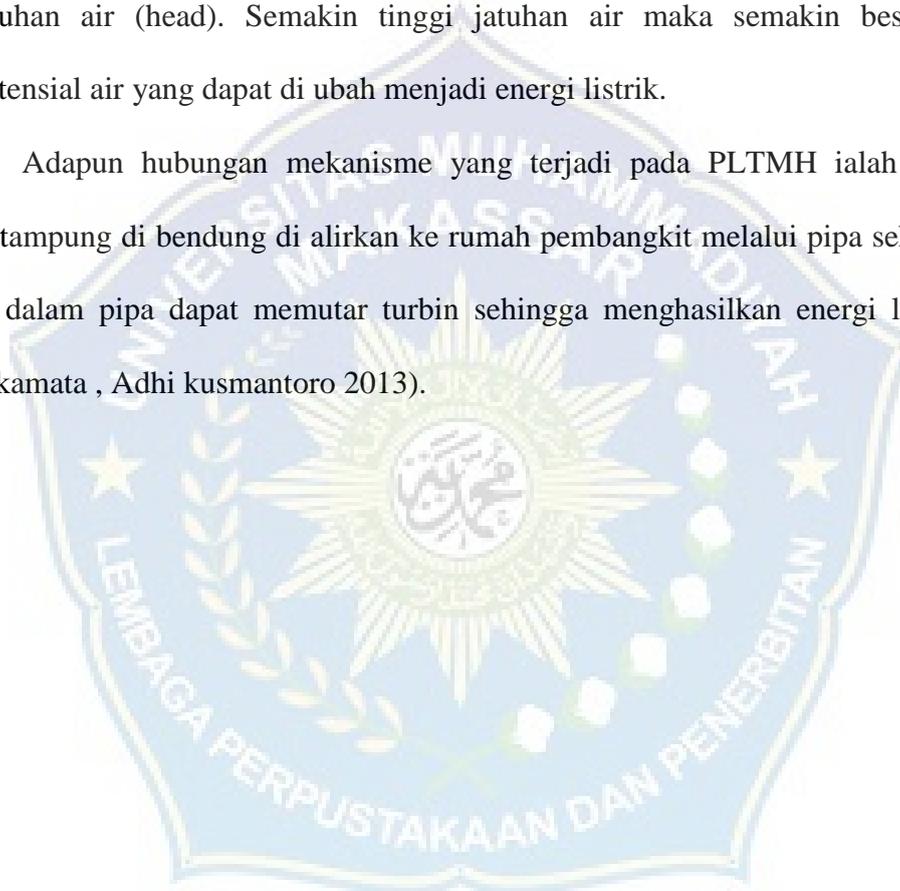
1. PLTMH cukup murah karena menggunakan alam.
2. Konstruksinya sederhana , dapat dioperasikan di daerah terpencil oleh penduduk setempat yang kualifikasi dan telah melalui beberapa pelatihan.
3. Tidak menimbulkan polusi
4. Dapat di gabungkan dengan program lain seperti irigasi dan pekerjaan irigasi lainnya.

5. Mendorong masyarakat untuk menjaga kelestarian hutan agar sumber air tetap terjamin. Utami, R., & Wiyono, A. (2021).

Hubungan mekanisme fluida

Mikrohidro mendapatkan energi dari aliran air yang memiliki perbedaan ketinggian tertentu. Pada dasarnya ,mikrohidro memanfaatkan energi potensial jatuhnya air (head). Semakin tinggi jatuhnya air maka semakin besar energi potensial air yang dapat di ubah menjadi energi listrik.

Adapun hubungan mekanisme yang terjadi pada PLTMH ialah air yang tertampung di bendung di alirkan ke rumah pembangkit melalui pipa sehingga air di dalam pipa dapat memutar turbin sehingga menghasilkan energi listrik (Sri sukamata , Adhi kusmantoro 2013).



B. FLUIDA

Fluida adalah suatu zat yang dapat mengalir ,dapat berupa cairan atau gas . Cairan mudah berubah bentuk dan,dalam kasus gas, volumenya sama dengan volume wadah gas .penggunaan mekanika pada media kontinu , benda padat dan zat cair , di dasarkan pada hukum gerak Newton yang di padukan dengan hukum gaya yang sesuai.

Fluida dapat didefinisikan sebagai zat yang terus menerus berubah bentuk ketika terkena tegangan gesek. Zat cair mempunyai jarak molekul yang jauh , gaya antar molekul lebih lemah di dibandingkan pada zat padat , dan molekul bergerak lebih bebas ,sehingga zat cair lebih muda berubah bentuk.

Prinsip dasar ini menyangkut konsep penting aliran fluida karena sifat-sifat fluida mempengaruhi perilaku statis dan dinamis fluida atau benda-benda di dalam fluida.

Salah satu cara untuk menjelaskan gerak suatu fluida adalah dengan membagi fluida menjadi partikel – partikel yang bervolume sangat kecil , yang disebut partikel fluida , dan memantau pergerakan masing- masing partikel tersebut (*pantar,s, 1997*)

Konsep aliran fluida yang berkaitan dengan fluida pada saluran tertutup adalah :

1. Hukum kekentalan Massa
2. Hukum Kekentalan energi
3. Hukum kekentalan momentum
4. Katup

5. Orifacemeter

Arcameter (rotarimeter). (martomo, s, 1999)

Pada prinsipnya besar aliran fluida dapat diukur melalui :

1. Kecepatan (velocity)
2. Berat (massanya)
3. Luas bidang yang dilaluinya

Konsep aliran fluida dibagi menjadi dua yaitu :

Aliran laminar . Dalam aliran laminar , partikel – partikel fluida bergerak sepanjang garis lurus sejajar secara berlapis – lapis .

Fluida dibedakan menjadi dua jenis yaitu fluida statis dan fluida dinamis.

1. Fluida Statis

Fluida statis adalah fluida yang berada dalam fase diam (tidak bergerak) atau fluida yang tidak bergerak tetapi tidak ada perbedaan kecepatan antar partikel – partikel fluida tersebut , dapat juga di katakan bahwa partikel fluida bergerak dengan kecepatan yang seragam sehingga tidak mempunyai gaya geser.

Contoh fenomena fluida statis di bedakan menjadi dua jenis , yaitu statika sederhana dan statika non sederhana .

- Contoh fluida statis sederhana adalah air dalam bak mandi yang tidak terkena gaya apapun seperti angin , panas , dan lain-lain yang membuat air bergerak .
- Contoh fluida statis tidak sederhana adalah air sungai , yang mempunyai kecepatan konstan untuk setiap partikel di berbagai lapisan permukaan dasar sungai.

Sifat fisis suatu fluida di tentukan pada saat fluida tersebut diam (statis) . Sifat-sifat fluida statis meliputi massa jenis , tegangan permukaan , kapilaritas , dan viskositas. Arcameter (rotarimeter). (*martomo, s, 2019*)

2. Fluida Dinamis

Fluida dinamis adalah fluida yang bergerak dalam bentuk zat cair dan gas. Fluida dinamis dianggap stabil atau mempunyai kecepatan konstan terhadap waktu, ketika tidak mengalami perubahan volume (kompresibel), tidak kental , dan tidak mengalami turbulensi (turbulen).

Komputasi dinamika fluida meliputi perhitungan seperti kecepatan, tekanan , kepadatan serta suhu sebagai fungsi ruang dan waktu.

Fluida dinamis mempunyai banyak penerapan dalam kehidupan sehari – hari . Contoh dinamika fluida yang mudah di jumpai di kehidupan sehari-hari adalah perhitungan gaya dan momeb pada pesawat terbang, aliran massa air dalam pipa , bahkan penggunaanya dalam peramalan cuaca. Arcameter (rotarimeter). (*martomo, s, 2019*)

PERBEDAAN FLUIDA STATIS DAN FLUIDA DINAMIS

Dari penjelasan di atas dapat di simpulkan bahwa perbedaan fluida statis dan fluida dinamis adalah fluida statis berada dalam fase diam, sedangkan fluida dinamis berada dalam fase bergerak.

Besaran besaran dalam Fluida Dinamis

Jika volume zat cair mengalir per satuan waktu maka persamaan matematis nya adalah

$$Q = \Delta V / \Delta t = Av \Delta t / \Delta t = Av \dots \dots \dots (1)$$

Keterangan:

Q = debit aliran (m³/s)

A = luas penampang (m²)

V = aliran fluidan (m/s)

Sedangkan aliran fluida biasanya di nyatakan sebagai laju aliran sebagai berikut :

$$Q = V/t \dots \dots \dots (2)$$

Keterangan :

Q = debit aliran (m³/s)

V = volume (m³)

t = periode waktu

Rumus fuida statis dan dinamis

Hukum pascal

$$P = F/A \dots\dots\dots(3)$$

Keterangan :

F = Gaya (N)

A = luas penampang (m²)

P = tekanan pascal (pascal)

Tekanan Hidrostatik

$$P_h = \rho g h \dots\dots\dots(4)$$

Keterangan :

P_h = tekanan hidrostatik (J)

ρ = massa jenis (kg/m³)

g = gravitasi (m/s²)

h = kedalaman air (m)

Gaya Archimedes

$$F_a = \rho g V \dots\dots\dots(5)$$

Keterangan :

Fa = massa jenis (kg/ m3)

G = gravitasi (m/s2)

V = volume kedalaman (m3)

Hukum Bernoulli

Tekanan + Ekinetik + Epotensial = konstan

$$P_1 + \frac{1}{2}\rho v_1^2 + \rho gh_1 = P_2 + \frac{1}{2}\rho v_2^2 + \rho gh_2 \dots \dots \dots (6)$$

Keterangan :

P = tekanan (pascal)

ρ = massa jenis zat cair (kg/m3)

v = kecepatan aliran fluida (m/s)

g = gravitasi (m/s2)

h = tinggi (m)

C. SALURAN TERTUTUP

Saluran tertutup (juga dikenal sebagai parit timbun) adalah solusi yang di rekomendasikan untuk di gunakan pada material pondasi karena menggali parit yang dalam untuk saluran dapat dengan mudah menyebabkan kelongsoran . saluran tertutup dapat di temukan di sepanjang tepian sungai yang ketinggian air di bawah permukaan banjir. saluran air yang melintang ke saluran pembuang

bawah tanah mungkin juga memerlukan saluran air tertutup . Saluran tertutup merupakan saluran yang laju alirannya tidak di pengaruhi langsung oleh tekanan udara kecuali tekanan hidrolis. (Sudiyanto et al., 2022)

. Pemanfaatan jaringan pipa banyak di manfaatkan oleh masyarakat , baik oleh kalangan dunia usaha maupun dalam pendistribusian air minum, minyak bumi , dan gas alam . Begitu pula kebutuhan air di rumah tangga, pipa ini paling banyak di gunakan untuk distribusi air minum dan sanitasi. Karena pipa adalah cara yang mudah untuk mendistribusikan cairan , pipa tersedia dalam berbagai ukuran dan bentuk penampang. Bentuk penampang pipa biasa bulat dan persegi. Sedangkan bahan pipanya juga berbeda- beda yaitu : baja, palstik ,perunggu ,PCV,dll. Dalam dunia industri tentunya efisiensi dan kualitas produk yang di hasilkan akan mempunyai nilai tambah karena efisiensi produk tinggi, biaya – biaya yang di perlukan dapat di tekan dan harga jual produk lebih kompetitif. Dan teknologi yang berguna untuk meningkatkan efisiensi adalah penggunaan pipa dalam pendistribusian cairan air untuk kebutuhan produksi air minum dll. penstock steel SM 400 B.(Sudiyanto et al., 2022)

D. Konveyor

Konveyor adalah suatu sistem mekanik yang mempunyai fungsi memindahkan barang dari satu tempat ke tempat yang lain. Konveyor banyak dipakai di industri untuk transportasi barang yang jumlahnya sangat banyak dan berkelanjutan. Dalam kondisi tertentu, Konveyor banyak dipakai karena

mempunyai nilai ekonomis dibanding transportasi berat seperti truk dan mobil pengangkut. Jenis Konveyor membuat penanganan alat berat tersebut / produk lebih mudah dan lebih efektif. Banyak konveyor roll dapat bergerak secepat 75 kaki / menit. Konveyor dapat memobilisasi barang dalam jumlah banyak dan kontinyu dari satu tempat ke tempat lain. Perpindahan tempat tersebut harus mempunyai lokasi yang tetap agar sistem conveyor mempunyai nilai ekonomis. Kelemahan sistem ini adalah tidak mempunyai fleksibilitas saat lokasi barang yang dimobilisasi tidak tetap dan jumlah barang yang masuk tidak kontinyu. Banyak sekali macam jenis dan karakteristik conveyor untuk keperluan banyak macam proses produksi. Sebelum memutuskan untuk mendesain suatu conveyor. Sebelumnya harus dipahami terlebih dahulu bagaimana alur proses produksi yang nantinya akan dilewati conveyor, serta tipe produk atau bentuk barang yang akan melewati Konveyor. (Prabowo, 2018)

1. Bilangan Reynolds

Bilangan Reynolds (Re) merupakan bilangan tak berdimensi yang penting dalam menganalisis jenis aliran (laminar , turbulen , atau irigasi). Re adalah perbandingan antara gaya gaya inersia dan gaya viskos.

Bilangan Reynolds

$$RE = \frac{v \rho d}{\mu}$$

.....

$$= \frac{\text{gaya inersia}}{\text{viskositas}} \dots\dots(7)$$

Dimana

,

Re = Bilangan Reynolds

v = kecepatan rata-rata aliran di dalam pipa (m/s)

d = diameter dalam pipa (m)

ρ = massa jenis fluida (kg/m³)

μ = viskositas dinamik fluida (kg/m.s)

Kehilangan Energi

Kehilangan energi (Head loss) merupakan faktor yang mempengaruhi kapasitas pipa sebagai alat pengantar aliran, baik air maupun pipa.

Headloss meliputi :

a) Mayor headloss

Mayor loss adalah hilangnya aliran dalam suatu pipa akibat gesekan yang terjadi sepanjang garis fluida yang berdampak pada dinding pipa.

b) Minor loss

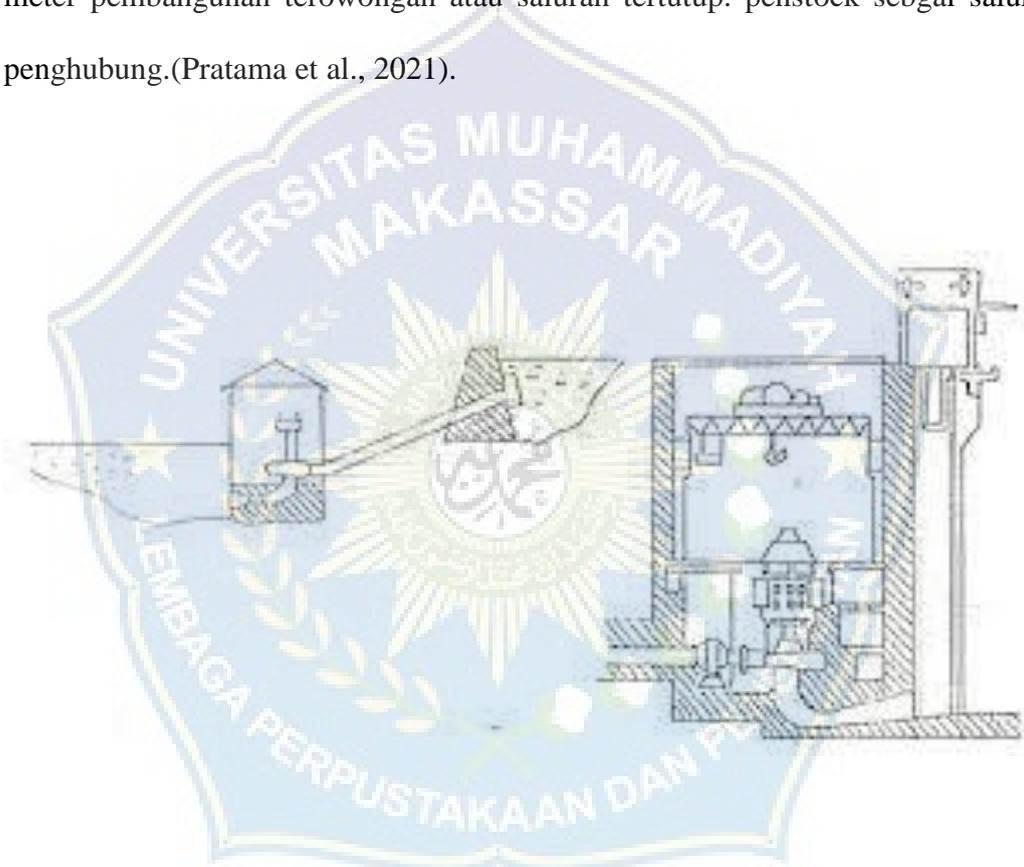
Kerugian-kerugian yang terjadi pada sistem perpipaan disebabkan oleh adanya tikungan, tekukan dan sambungan-sambungan, katup (valve). Dan sisanya disebut kerugian kecil.

Kriteria penting untuk terowongan dan saluran tertutup adalah :

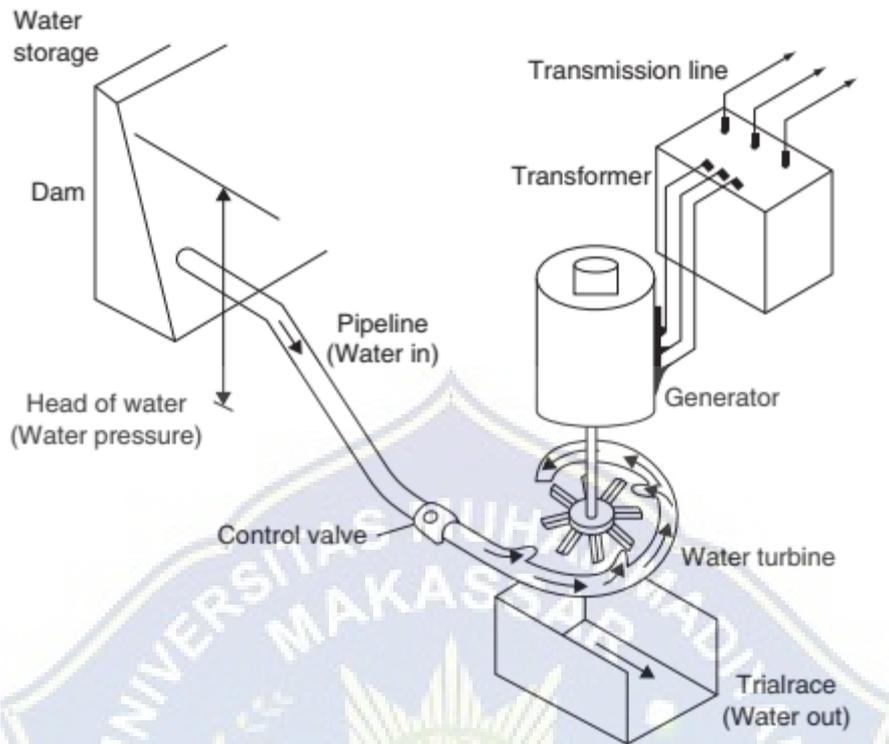
1. Kedalaman tanah
2. Kondisi air tanah
3. topografis

4. geografis

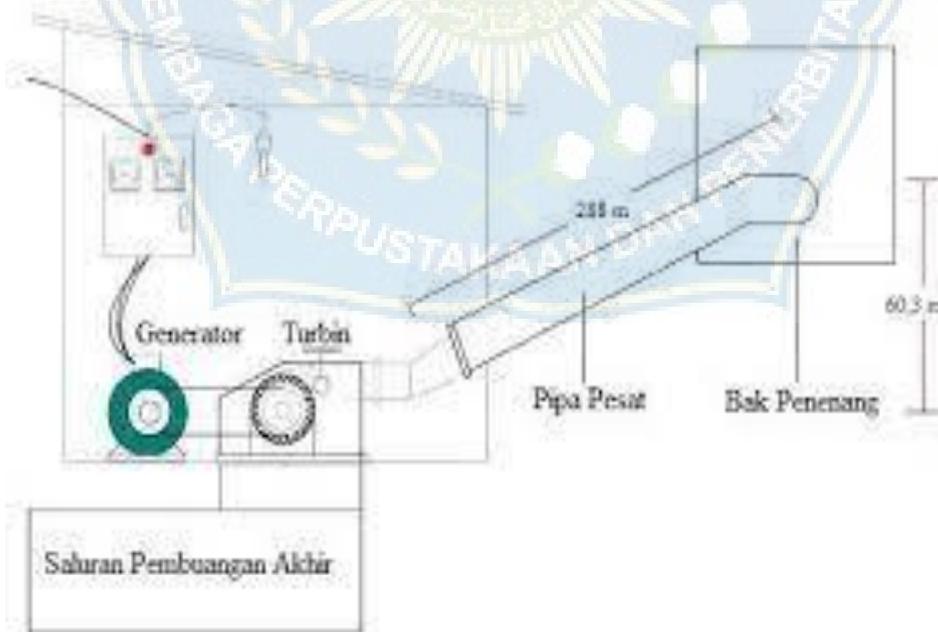
Trase saluran terpendek dapat melalui dataran – dataran tinggi atau daerah pegunungan . Dalam hal ini , penggalian dalam atau pembuatan terowongan akan dipertimbangkan sebagai alternatif untuk membuat jalur panjang dengan dataran rendah . Biaya pembangunan saluran juga akan dibandingkan dengan biaya per meter pembangunan terowongan atau saluran tertutup. penstock sebagai saluran penghubung.(Pratama et al., 2021).



Gambar 1. Sumber (taufiq rukman 2021)



Gambar 2. Sumber (taufiq rukman 2021)



Gambar 3. Saluran Tertutup (sumber ruqman 2021)

E. TEKANAN ALIRAN

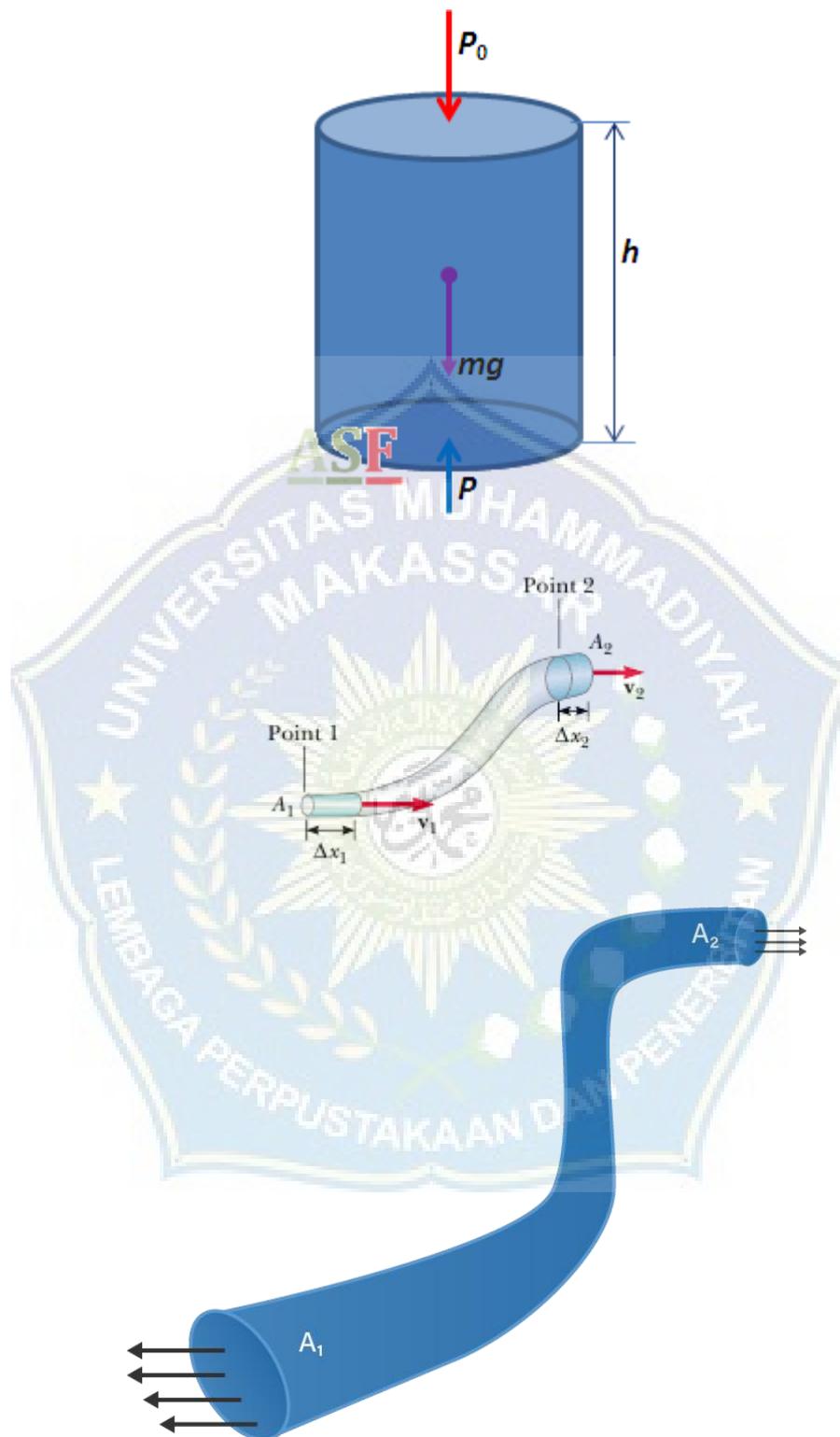
Tekanan dan tekanan mutlak merupakan besaran yang menyatakan gaya yang bekerja pada suatu luas. Dengan demikian, semakin besar gaya yang muncul maka semakin besar juga tekanan yang di dapat, sebaliknya semakin besar luas permukaan maka tekanannya akan semakin kecil.

Tekanan mutlak menjelaskan tekanan total yang dialami suatu zat, zat cair yang diam akan mengalami dua tekanan, yaitu: tekanan udara luar dan tekanan hidrostatik pada contoh rumus $P = F/A$, P (tekanan mutlak) = $P_o + P_h$.

Besaran paling umum yang terjadi dalam cairan adalah tekanan hidrostatik, yang menjelaskan tekanan yang di terima suatu benda saat berada di dalam cairan. Karena untuk menghitung tekanan hidrostatik perlu menggunakan rumus menghitung tekanan hidrostatik adalah $P = \rho gh$.

Tekanan hidrostatik menimbulkan tekanan ke segala arah dan merupakan gaya yang terjadi pada suatu luas yang dapat di hitung dan diukur berdasarkan kedalaman suatu benda. Berapapun kedalamannya, tidak akan terpengaruh oleh berat air, luas permukaan air, atau kedalaman yang di ukur.

Karena gaya gravitasi, maka berat molekul air akan memberikan tekanan pada molekul yang berada di bawahnya, begitu pula molekul air yang berada di bawah akan saling menekan sehingga ke dasar air, sehingga tekanan di bawah akan lebih besar di bandingkan tekanan di atas. Kehilangan tekanan pada pipa (head losses). (Putra et al., 2018).



Gambar 4 . Tekanan fluida (sumber Ruqman)

F. MEKANISME PLTMH

PLTMH beroperasi ketika air dalam jumlah dan ketinggian tertentu jatuh melalui penstock dan memutar turbin yang di pasang di ujung bawah pipa . Putaran turbin dikopel (terhubung) dengan generator sehingga generator berputar dan menghasilkan energi listrik . Listrik yang di hasilkan di salurkan melalui kabel listrik ke rumah-rumah penduduk atau konsumen lainnya . Oleh karena itu ,PLTMH mengubah energi potensial air menjadi energi listrik. Untuk memanfaatkan energi air dengan baik dan menghasilkan energi listrik yang baik . Diperlukan peralatan dan perencanaan yang tepat.

Pembangkit listrik tenaga air di kelompokkan berdasarkan kapasitasnya .Walaupun terdapat beberapa defenisi yang berbeda, namun dalam hal ini akan menggunakan klarifikasi berdasarkan standar UNINDO dan peraturan menteri Energi dan Sumber Daya mineral di tahun 2018. PLTA mikro <100 KW(Haryani et al., 2015).

Tabel 1. Definisi tenaga air berdasarkan kapasitas daya

Istilah	Power Output	Permen ESDM Tahun 2002
Pico Hydro	< 500 W	-
Micro Hydro	500 W hingga 100 kW	< 1 MW
Mini Hydro	100 kW hingga 1 MW	1 MW – 10

		MW
Small Hydro	1 MW to 10 MW	
Full-scale (large) hydro	> 10 MW	

Sumber: standard UNIDO dan Permen ESDM tahun 2002

Komponen PLTMH terdiri dari dua bagian yaitu komponen sipil dan komponen elektromagnetis, yaitu:

1. Bangunan sipil

Bagian pendukung menggerakkan bagian mekanik dan listrik. Terdapat 10 (sepuluh) komponen sipil yaitu :

a. Bendungan pengalihan

Terletak di sepanjang aliran air, fungsinya untuk menaikkan muka air sungai agar aliran air yang masuk ke jaringan distribusi PLTMH lebih lancar dan sesuai dengan kebutuhannya. Pembangunan ambang batas ini tidak menghalangi air mengalir ke sungai yang di bendung untuk menjamin hak pengguna air lainnya. (Sudibyo & Anjar Susatyo, 2018).



Gambar 5. Bendungan pengalihan (sumber . dokumentasi PLTMH BUNGIN)

b. Intake (saluran pemasukan)

Saluran intake merupakan pintu masuk air ke saluran pembawa. Tempat pengambilan air terletak di sebelah bendungan atau pada tepian suagai yang menghadap (diversion dam) ke arah hulu sungai. Kataup saluran masuk mengatur aliran air dari sunagi ke sistem perairan. Asupan air juga memungkinkan air di blokir sepenuhnya selama periode pemeliharaan dan selama banjir . Biasanya ada perangkat sampah di depan pintu. (Sudibyo & Anjar Susatyo, 2018).



c. Bak pengendap (sand trap)

Merupakan saluran yang terletak di belakang pintu (inlet). Bagian bawah decenter dimiringkan lebih vertikal sehingga kecepatan aliran air berkurang . Pengurangan ini akan mengedepankan kerikil, pasir , dan sedimen yang tidak akan masuk ke saluran konveyor dan terlebih lagi tidak masuk ke turbin . Diujung decenter terdapat lubang drainase untuk membersihkan pasir, kerikil dan perangkap sedimen. Pada PLTMH berukuran kecil, setting tank juga berfungsi sebagai tangki pendingin.

(Sudibyo & Anjar Susatyo, 2018).



Gambar 7. Bak pengendap (sumber eko .pamungkas)

d. Saluran pembawa (head race channel)

Saluran tersebut mengalirkan air dari saluran intake ke dalam bak pengendap. Dasar saluran di buat miring (miring) agar air tidak terperangkap di dalam saluran . Kemiringan di buat sedemikian rupa sehingga meminimalkan kehilangan ketinggian (load loss). head(jarak vertical / besarnya ketinggian).(Desa et al., 2011).

e. Saluran pelimpah (spillway)

Berfungsi untuk mencegah aliran air yang berlebihan dan tidak terkendali dengan mengembalikan kelebihan air dari saluran kembali ke sungai melalui saluran pelimpah . Kelebihan air terjadi bila aliran air pada saluran melebihi batas atau bila filter tangki destilasi tersumbat oleh limbah . Jalur pembuangan dapat di tempatkan di kolam pengendapan , saluran transportasi dan kolam pengendapan. Dengan adanya sistem pelimpah dapat mencegah terjadinya erosi dan longsor pada sistem saluran air akibat meluapnya air kemana- mana. (Sudiby & Anjar Susatyo, 2018).

f. Bak penenang(forebay)

Membentuk transisi antara saluran transportasi dan tabung penstock . Dalam beberapa kasus , tangki di perluas untuk berfungsi sebagai tangki beban puncak dan sebagai tangki terminal untuk mencegah masuknya udara. Sump ini juga merupakan decanter dan filter terakhir sebelum air masuk ke pipa pembuangan. (Sudiby & Anjar Susatyo, 2018).

g. Saringan

Menyaring limbah sampah di dalam air agar tidak cepat masuk ke dalam pipa . Filter terletak di depan saluran masuk , dibelakang tanki filter , dan di ujung depan piapa pembuangan ke tangkin filter . Filter harus di periksa dan di bersihkan secara teratur . (Sudibyo & Anjar Susatyo, 2018).

h. Pipa pesat (penstock)

Pipa yang menghubungkan tangki penenang ke turbin pembangkit listrik membawa air yang jatuh menuju turbin. Umumnya pipa pesat terbuat dari pipa baja yang di gulung dan di las untuk menyambunganya . Namun ada juga pipa beton atau plastik (PE,PCV,HDPE). Pipa pesat dukung dengan blok geser dan jangkar serta sambungan muai (sambungan) untuk mengatasi pemuaian memanjang pipa akibat suhu. Pipa pesat atau penstock adalah saluran dalam system PLTMH.(Sudibyo & Anjar Susatyo, 2018).

i. Rumah pembangkit (Power House)

Gedung tempat seluruh peralatan mekanik dan elektrik PLTMH di pasang terlindung dari pengaruh cuaca buruk dan masuknya orang yang tidak berkepentingan . Perangkat mekanis seperti turbin dan alternator terletak di pembangkit listrik , begitu pula dengan perangkat listrik seperti pengontrol.



Gambar 13. Bangunan Pembangkit (sumber google)

j. Saluran pembuang (Tailrace Channel)

Di pasang di bagian dasar pembangkit listrik , fungsinya mengalirkan air ke sungai setelah melewati turbin.



Gambar 14. Saluran pembuang (dokumentasi)

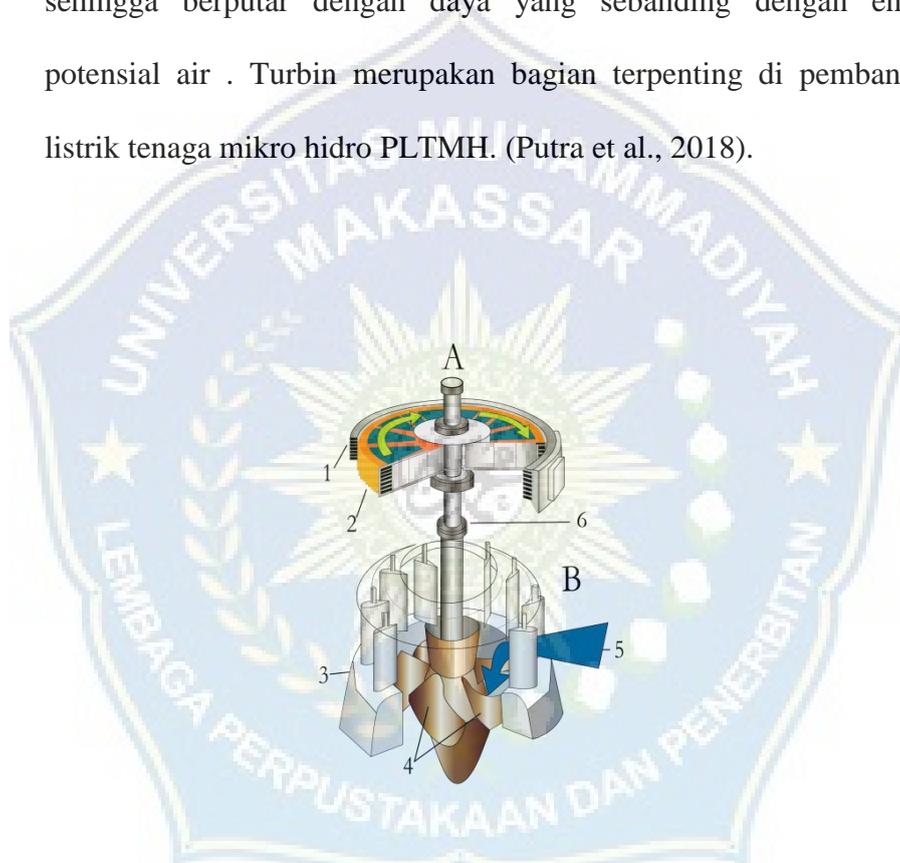
Komponen mekanikal dan elektrikal

Perangkat elektromekanis adalah semua perangkat yang di gunakan untuk mengubah energi potensial air menjadi listrik secara teknis pembangkit listrik tenaga mikro hidro memiliki tiga komponen utama air ,turbin, dan generator (Sukamta & Kusmantoro, 2013).

. Peralatan utama meliputi :

a. Turbin

Turbin adalah alat mekanis yang mengubah energi potensial air menjadi energi mekanik (rotasi). Air dengan tekanan dan kecepatan tertentu memutar sudut – sudut turbin dan memutar roda turbin sehingga berputar dengan daya yang sebanding dengan energi potensial air . Turbin merupakan bagian terpenting di pembangkit listrik tenaga mikro hidro PLTMH. (Putra et al., 2018).



Gambar 15. Turbin propeller open flume. (Sumber : CINK Hiddro-energy)

Ada beberapa jenis turbin yang di gunakan pada PLTMH yang sesuaikan dengan volume air limbah dan head tekanan . Turbin PLTMH yang bpaling banyak di gunakan di indonesia adalah :

- 1). Turbin aliran horizontal untuk aplikasi dengan head rata-rata 10

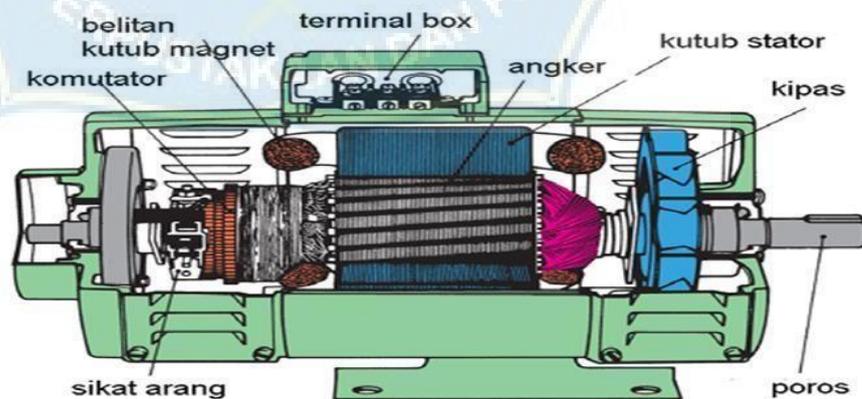
hingga 100 meter , daya 1KW hingga 250 KW.

2). Turbin impeller (saluran terbuka) untuk head air rendah @ sampai 10 meter dengan debit air tinggi.

. Turbin pelton : cocok untuk ketinggian jatuh lebih tinggi dari 80 meter .

b. Generator

Generator merupakan suatu bagian yang mengubah energi mekanik yang berupa putaran menjadi energi listrik. Generator yang di gunakan biasanya berjenis arus bolak - balik (AC) dengan frekuensi 50Hz pada putaran 15000 rpm. Energi listrik yang di hasilkan dapat berupa satu fase (2kabel) atau tiga fase 4 kabel dengan tegangan 220/380. Generator di putar oleh turbin melalui kopling langsung atau melalui sabuk ada dua jenis generator yang banyak di gunakan untuk PLTMH yaitu generator sinkron dan motor asinkron sebagai generator (generator induksi). (Putra et al., 2018).



Gambar 17. Contoh generator . (Sumber : CINK Hiddro-energy)

c. Panel listrik dan alat kontrol

Panel listrik merupakan tempat sambungan kabel (terminal) dan alat pengaman listrik(MBC) serta meteran listrik . Berikut contoh fungsi panel listrik dan peralatan kendalinya:

1). Monitoring parameter dan besaran kelistrikan seperti tegangan generator , arus pengisian , frekuensi , lampu indikator ,jam pengoprasian dan parameter lainnya .

2). Merupakan cara melindungi genset dan peralatan listrik dari hubungan singkat , arus berlebih ,tegangan berlebih/kurang ,frekuensi berlebih/kurang dan lain-lain.

3). Merupakan generator /alat yang mengendalikan generator tegangan dan frekuensi generator stabil ketika terjadi perubahan beban konsumen.

Terdapat dua jenis kendali yaitu ELC (electrical charge controller) untuk generator sinkron dan IGC (inducation generator) untuk generator asinkron. Pada prinsipnya kedua jenis kendali ini sama , yang memebedakan parameter kendali hanya pada frekuensi pada ELC dan tegangan pada IGC. Cara membedakannya yang paling mudah adalag dengan adanya kapasitor pada IGC. (Putra et al., 2018).

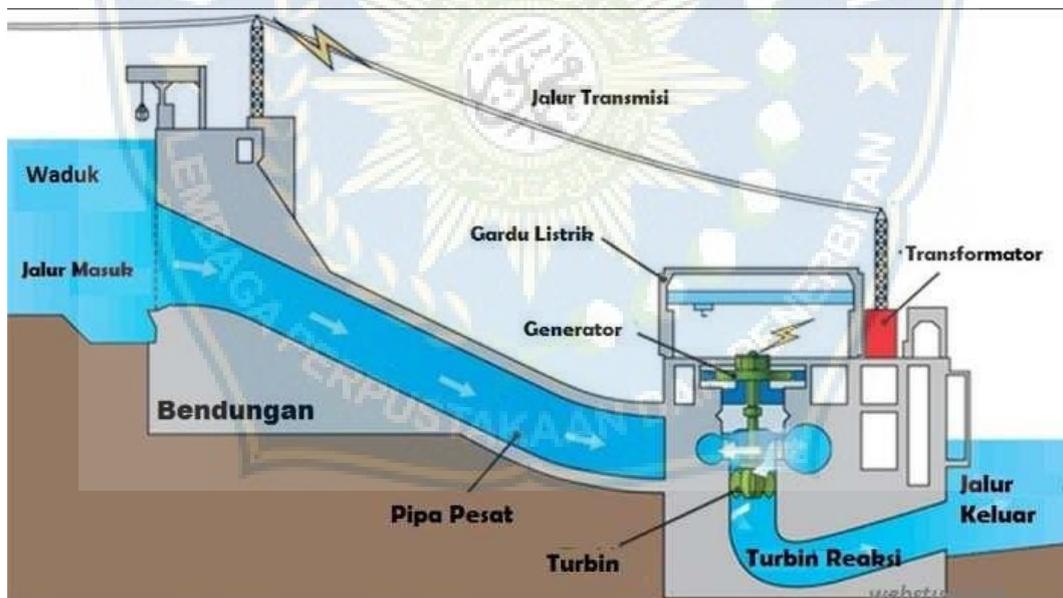
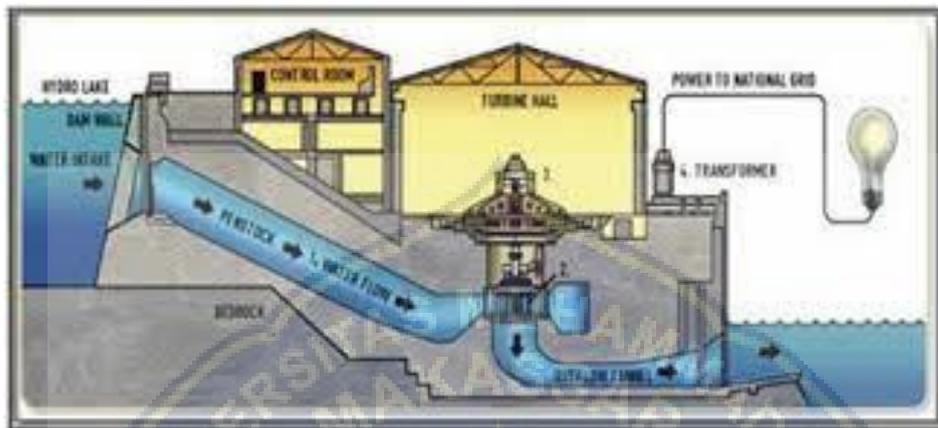
d. Beban ballast (ballast load)

Beban ballast hanya di gunakan PLTMH dengan mengatur beban (ELC/IGC) sedangkan pada PLTMH tanpa pengontrol tidak di gunakan beban ballasts. Pada PLTMH yang tidak menggunakan pengontrol , tegangan dan frekuensi akan naik dan turun seiring dengan perubahan beban

konsumen, sehingga menyebabkan kerusakan yang cepat pada lampu dan elektronik.

Beban ballasts di gunakan untuk menghilangkan energi listrik yang di hasilkan generator tetapi tidak di gunakan oleh konsumen. Agar daya yang di hasilkan generator dan daya yang di gunakan seimbang , hal ini bertujuan untuk menjaga tegangan dan frekuensi generator tetap stabil. (Putra et al., 2018).





Gambar 18. Gambar Mekanisme Kerja PLTMH

G. KEHILANGAN TINGGI TEKANAN PADA PIPA

Hilangnya tekanan fluida dalam pipa dapat terjadi karena faktor gesekan (kerugian besar) atau perubahan bentuk geometris pipa (kerugian kecil). Hilangnya head tekanan akibat gesekan pipa lurus, kontraksi tiba-tiba, pemuaian mendadak, dan pembengkokan pipa katup.

Sebuah pipa lurus berdiameter tetap (D) akan mengalami kehilangan tekanan akibat gesekan sepanjang pipa (L) sebesar :

$$h_l = \frac{f}{hg}$$

Ket:

h_l = kehilangan tekanan akibat gesekan (m).

f = koefisien gesekan (tak berdimensi).

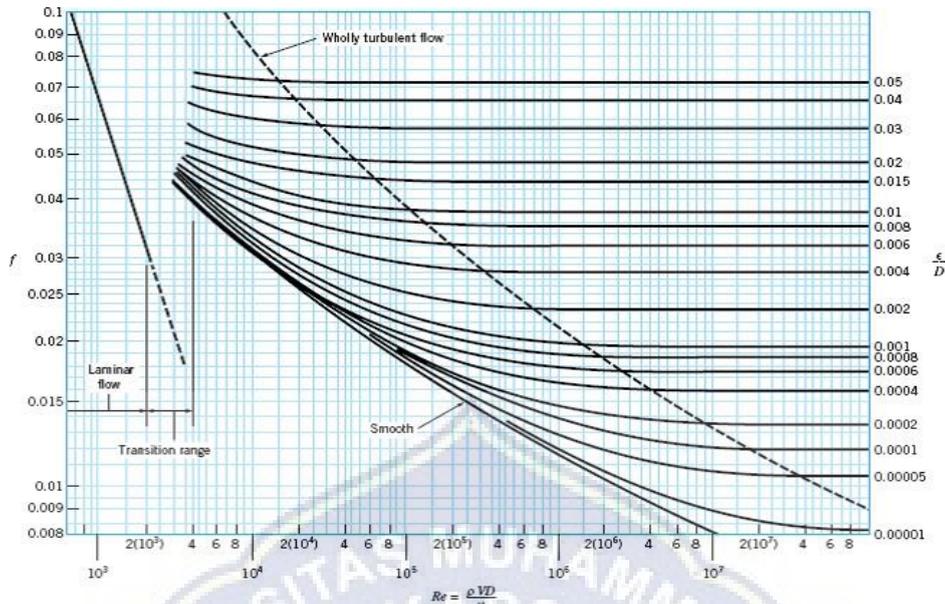
L = panjang pipa (m)

D = diameter pipa (m)

V = kecepatan aliran (m/detik²)

G = percepatan gravitasi (m/detik²)

Persamaan di atas disebut persamaan Darcy – Weisbach dimana f adalah konstanta tak berdimensi, fungsi bilangan Reynolds aliran kekasaran permukaan pipa koefisien gesekan (f) di gunakan dalam persamaan Darcy Weisbach. menghitung persamaan pipa pesat (Pratama et al., 2021). Koefisien ini dapat diperkirakan dengan diagram dibawah ini :



Gambar 19. Faktor gesekan untuk pipa (Diagram *Moody*)

Sistem perpipaan biasanya terdiri dari beberapa bagian seperti katup , siku ,bypass,dll, yang dapat meningkatkan kehilangan tekanan pada sistem perpipaan. Kehilangan tekanan di seluruh komponen sistem perpipaan di sebut kerugian kecil . Sedangkan kerugian gesekan sepanjang pipa di sebut kerugian curah (mayor loses).

(K)koefisien kerugian yang kecil , nilai (K) tergantung pada jedis komponen sistem perpipaan seperti katup , sambungan , siku , sisi masukan , sisi keluar ,dll. (Pratama et al., 2021).

Head *loss mayor* dapat terjadi akibat adanya gesekan antara cairan fluida yang mengalir dengan dinding pipa. Secara umum kerugian ini di pengaruhi oleh panjang pipa . Untuk dapat menghitung penurunan tekanan yang signifikan , perlu diketahui lebih baik jenis aliran dari fluida yang mengalir . Jenis aliran dapat di tentukan dengan menggunakan bilangan Reynolds sebfaai berikut:

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

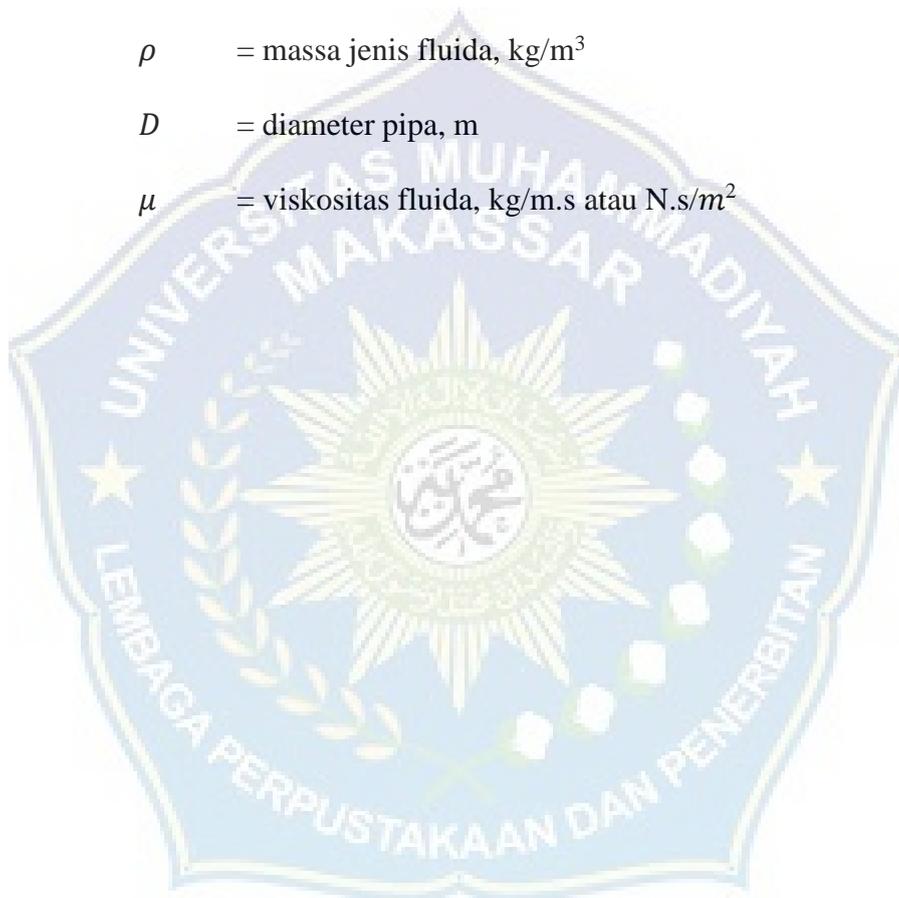
Keterangan:

v = kecepatan fluida, m/s

ρ = massa jenis fluida, kg/m³

D = diameter pipa, m

μ = viskositas fluida, kg/m.s atau N.s/m²



BAB III

METODOLOGI PENELITIAN

A. Lokasi Dan Waktu Penelitian

Penelitian ini mengambil lokasi di PLTMH BUNGIN Desa Bungin Kec. Baraka Kab. Enrekang .Pelaksanaan penelitian dilakukan selama 2 (dua) bulan yaitu dari bulan Oktober 2023 sampai pada bulan November 2023. Dimana pada bulan pertama dan kedua melakukan pengurusan administasi, pada bulan ke tiga adalah studi literatur dan pengumpulan data, analisa data dan proses penyelesaian penelitian.

B. Jenis Penelitian dan Sumber Data

1. Jenis Penelitian

Jenis penelitian yang digunakan adalah pengukuran , dimana kondisi tersebut dibuat dan diatur oleh peneliti dengan mengacu pada literatur-literatur yang berkaitan dengan penelitian tersebut, serta adanya kontrol dengan tujuan untuk mengetahui hubungan sebab akibat serta berapa besar hubungan sebab akibat tersebut dengan cara memberikan perlakuan-perlakuan tertentu pada beberapa kelompok pengukur dan menyediakan kontrol untuk perbandingan. Jenis penelitian inipun menggunakan beberapa variabel bebas maupun terikat.

2. Sumber Data

Pada penelitian ini akan menggunakan 2 (dua) sumber data antara lain

sebagai berikut:

- a. Data primer, yaitu data yang diperoleh langsung dari simulasi model fisik di saluran tertutup PLTMH.
- b. Data sekunder, yaitu data yang diperoleh dari literatur dan hasil penelitian yang sudah ada baik yang telah dilakukan di lapangan maupun dilakukan di tempat lain yang berkaitan dengan Analisis kehilangan tekanan pada saluran tertutup pada conveyer sebagai supply debit PLTMH.

C. Rancangan Penelitian

1. Pengambilan Data

Hal penting dalam setiap penelitian adalah pengambilan data. Pada dasarnya data yang diambil adalah data yang akan digunakan sebagai parameter dalam analisa. Pencatatan data dilakukan pada setiap kondisi, yaitu data kondisi awal sebelum perlakuan penentuan variasi diameter saluran yang digunakan.

a) Data sebelum perlakuan antara lain :

Pengukuran awal dari penampang pipa mulai dari panjang pipa (L), diameter pipa (D), tinggi saluran sampai ke turbin PLTMH (t).

b) Data saat perlakuan yang perlu dicatat adalah :

1. Kecepatan aliran (V) (m/dtk) diukur dengan menggunakan *currentmeter*
2. Waktu perlakuan (t) (menit) diukur dengan menggunakan *stopwatch*

c) Data setelah perlakuan :

Adalah perubahan yang terjadi setelah dilaksanakan perlakuan dengan terlebih dahulu mengosongkan saluran pipa percobaan dari air sehingga data

kecepatan (V) dapat di catat sesuai waktu (t) yang ditetapkan selama percobaan dilaksanakan.

2. Format pengambilan data :

Adalah struktur data-data yang diperlukan untuk diolah menjadikesimpulan hasil dari penelitian sesuai dengan tujuan penelitian tersebut. Format pengambilan data berbentuk tabel yang telah tersusun sedemikianrupa dan dilengkapi dengan beberapa nama dan simbol data-data yang akan di peroleh dari penelitian tersebut. Format penelitian data bertujuan untuk memudahkan dalam mengambil dan mengolah data-data yang diperlukan sehingga penelitian ini dapat berjalan dengan baik dan lancar. Format pengambilan data untuk penelitian pengaruh Kecepatan (V) terhadap variasi diameter saluran dan waktu (t)

No	Ukuran Pipa (inchi)	V (kecepatan)	Waktu (t) (detik)
1	$\frac{1}{2}$	v1	t1
		v2	t2
		v3	t3
2	$\frac{3}{4}$	v1	t1
		v2	t2
		v3	t3
3	$1\frac{1}{4}$	v1	t1
		v2	t2
		v3	t3

No	Ukuran Pipa (inchi)	V (kecepatan)	Waktu (t) (detik)
1	$\frac{1}{2}$	v1	t1
		v2	t2
		v3	t3
2	$\frac{3}{4}$	v1	t1
		v2	t2
		v3	t3
3	$1\frac{1}{4}$	v1	t1
		v2	t2
		v3	t3

Tabel 3. Data Penelitian

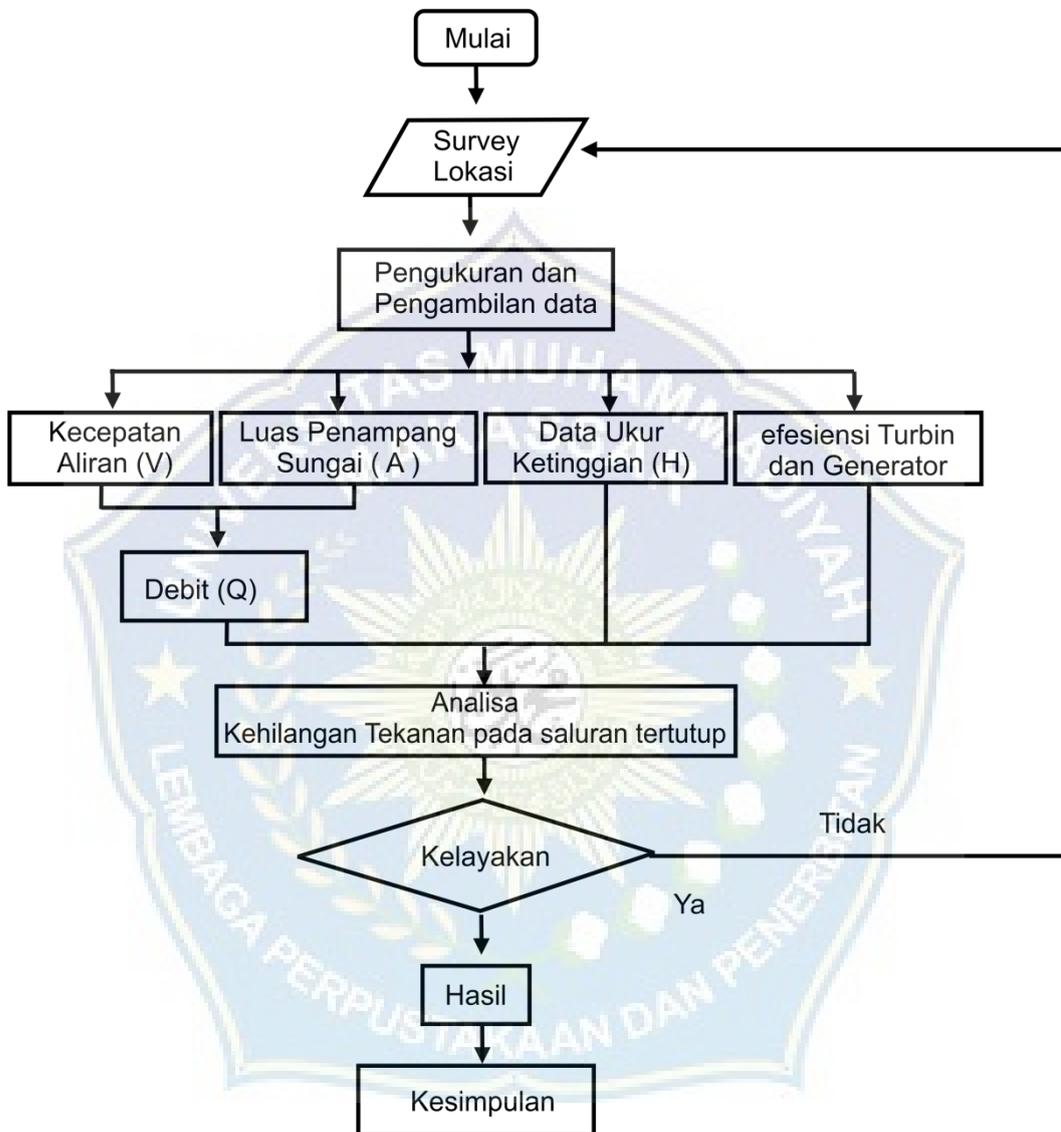
3. Prosedur Penelitian

Langkah-langkah dalam melakukan percobaan pada penelitian ini adalah :

- a) Pengukuran kecepatan aliran pada saluran tertutup / conveye menggunakan current meter.



- b) Pada Bak penyuplay air di ujung pipa di pasang *current meter* kemudian percobaan siap dilakukan
- c) Mengukur dan menghitung kemiringan saluran dan mencari sudut yang terbentuk.
- d) Prosedur ini dilakukan dengan beberapa kali percobaan dengan waktu (t) dan variasi diameter pipa yang telah ditentukan.
- e) Mencatat hasil penelitian yang telah dilakukan



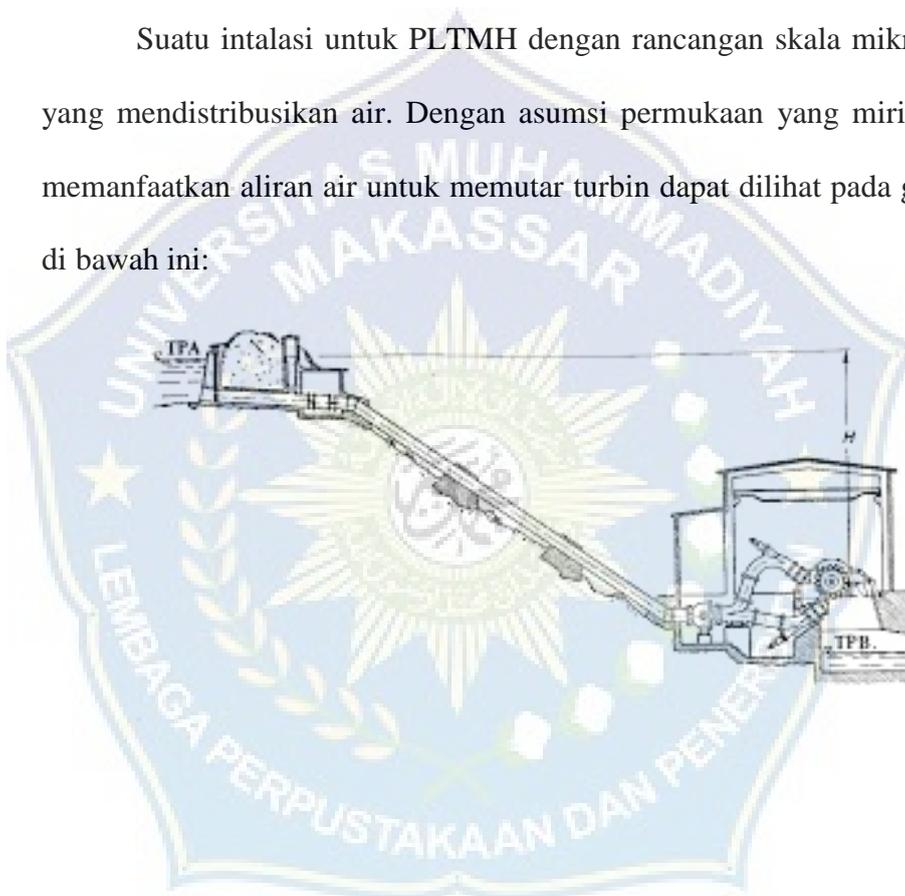
Gambar 6. Flow chart penelitian

BAB IV

HASIL DAN PEMBAHASAN

A. Skematis jaringan PLTMH

Suatu instalasi untuk PLTMH dengan rancangan skala mikrohidro yang mendistribusikan air. Dengan asumsi permukaan yang miring dan memanfaatkan aliran air untuk memutar turbin dapat dilihat pada gambar di bawah ini:



B. Data Perancangan

Data klasifikasi dari pembangkit listrik tenaga air ditentukan terlebih dulu untuk mengetahui karakteristik tipe pembangkit listrik, mengklasifikasi sistem pembangkit listrik perlu dilakukan terkait dengan distribusi energi listrik. Klasifikasi pembangkit listrik dapat ditentukan

dari beberapa faktor yakni :

Tabel 4. Klasifikasi pembangkit listrik

No	Nama	kapasitas	Debit desain (m ³ /s)
1	Mikro	< 100 kW	Q < 0,4
2	Mini	100 kW – 500 kW	0,4 < Q < 12,8
3	Kecil	500 kW – 10 MW	Q > 12,8

Sumber : Penche, 1998

C. Analisa data

No	Ukuran Pipa (cm)	V (kecepatan)	Waktu (t) (detik)
1	180	8.3	30
		8.3	30
		8.3	30
2	180	8.0	30
		8.0	30
		8.0	30

Sumber : Hasil Pengamatan

1. Kecepatan dan Debit

Dari data hasil penelitian maka besarnya debit berdasarkan kecepatan dan luas pipa dengan menggunakan rumus persamaan 1 adalah sebagai berikut :

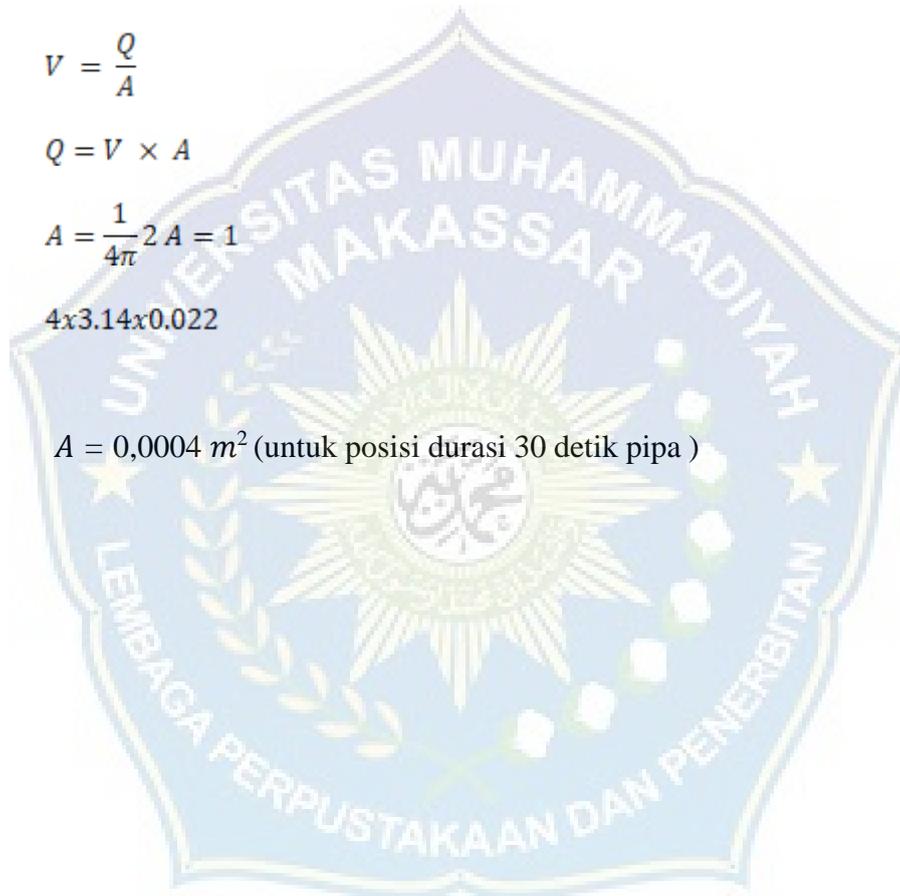
$$V = \frac{Q}{A}$$

$$Q = V \times A$$

$$A = \frac{1}{4\pi} 2 A = 1$$

$$4 \times 3.14 \times 0.022$$

$$A = 0,0004 \text{ m}^2 \text{ (untuk posisi durasi 30 detik pipa)}$$



Sehingga, debit yang diperoleh untuk posisi durasi 30 detik pipa adalah:

$$Q = 2,13 \times 0,0004$$

$$Q = 0,00081 \text{ m}^3/\text{dt}$$

Untuk perhitungan selanjutnya terdapat pada tabe 6.

Tabel 6. Data kecepatan, diameter, luas dan debit

Diameter Pipa		Durasi Pengamatan Dt	Kecepatan m/s	Luas m ²	Debit m ³ /dt
Inchi	cm				
0.78	180	30	8,13	0,0004	0,00081
		60	8,30	0,0004	0,00087
		120	8,37	0,0004	0,00090
		60	8,13	0,0014	0,00434
		120	8,03	0,0014	0,00420

Sumber : Hasil pengukuran dan perhitungan

Tabel 7. Data kecepatan, diameter, luas debit, faktor gesekan bilangan reynold dan kehilangan tekanan

Diameter Pipa		Hf m	Durasi Pengamatan Dt	Kecepatan m/s	Luas m ²	Debit m ³ /s	Hf m	Faktor Gesekan (f)	Bilangan <i>Reynold</i>	kehilangan tekanan N/m ²
cm										
A	180	515,9	30	2,13	0,0004	0,00081	2,78	0,0220	46933,33	2,780
		505,8	60	2,30	0,0004	0,00087	3,38	0,0230	46933,33	3,380
		500,5	120	2,37	0,0004	0,00090	3,66	0,0235	50600,00	3,660
		471,5	60	3,13	0,0014	0,00434	2,50	0,0175	131600,00	2,500
		459,2	120	3,03	0,0014	0,00420	2,41	0,0180	127400,00	2,410

Sumber : Hasil penelitian dan perhitungan.

Ukuran Pipa		Waktu Penelitian dt	$H_{\text{kehilangan air}}$ (H)(cm)	Kecepatan m/s	Luas m ²	Debit m ³ /s	H f m	Faktor Gesekan n (f)	Bilangan Reynold	kehilangan tekanan
cm	N/m ²									
A	180	30	9,10	8,13	0,0004	0,00081	2,78	0,0220	46933,33	2,780
		60	19,17	8,30	0,0004	0,00087	3,38	0,0230	46933,33	3,380
		120	24,13	8,37	0,0004	0,00090	3,66	0,0235	50600,00	3,660
		60	54,50	8,13	0,0014	0,00434	2,50	0,0175	131600,00	2,500
		120	65,80	8,03	0,0014	0,00420	2,41	0,0180	127400,00	2,410

Sumber : Hasil pengukuran dan perhitungan

D. Hasil Penelitian

1. Hasil pengukuran, diameter pipa, waktu dan kecepatan

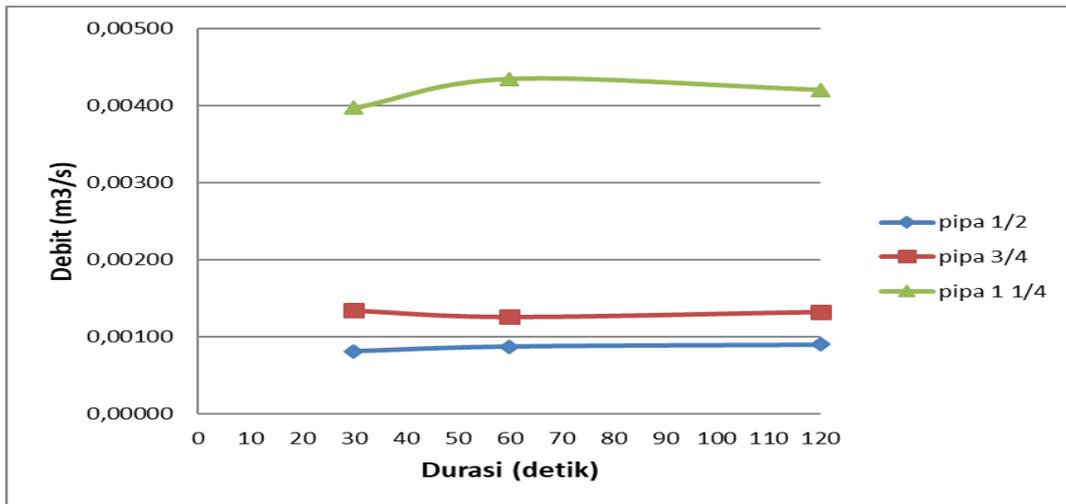
Pengambilan data dilakukan di PLTMH – Bungin 1 kecamatan Bungin kabupaten enrekang sulawesi selatan. Data dari eksperimen masih berupa data mentah. Data ini selanjutnya diolah menjadi parameter pengaruh kecepatan dan variasi diameter pipa terhadap kehilangan tinggi tekan (H_f). Dalam penelitian kecepatan (v) aliran menggunakan diameter pipa dan waktu (t) yang berbeda-beda.

Pengukuran dalam penelitian ini menghasilkan angka-angka yang kemudian dimasukkan dalam tabel sebagai berikut.

Tabel 5. Data hasil pengukuran diameter pipa, waktu, dan kecepatan.

Dimensi Pipa		H	Durasi Pengamatan (dt)	H kehilangan air (cm)	Kecepatan m/dt
inchi	cm				
70,86	180	1.3	30	9,10	8.3
		1.3	30	19,17	8.3
		1.3	30	24,13	8.3
		1.3	30	19,17	8.0
		1.3	30	24,13	8.0

Gambar 15. Grafik hubungan kecepatan dan diameter pipa



Gambar 16. Grafik Hubungan debit dan durasi

E. Pembahasan

1. Kecepatan dan Debit

Dari data hasil penelitian maka besarnya debit berdasarkan kecepatan dan luas pipa dengan menggunakan rumus persamaan 1 adalah sebagai berikut :

$$v = \frac{Q}{A}$$

A

$$Q = v \times A$$

Dimana :

$$A = \frac{\pi d^2}{4}$$

$$4\pi d^2$$

$$A =$$

1

$$4 \times 3,14 \times 0,022^2$$

$$A = 0,0004 \text{ m}^2$$

(untuk posisi durasi 30 detik pipa 1/2")

Sehingga, debit yang diperoleh untuk posisi durasi 30 detik pipa 1/2" adalah:

$$Q = 2,13 \times 0,0004$$

$$Q = 0,00081 \text{ m}^3/\text{dt}$$

$$2. \quad hL = f \frac{L}{D} \frac{v^2}{2g}$$

hL = head lose

f = pipa length

D = diameter pipa

V = fluid velocity

G = gravitasi konstan

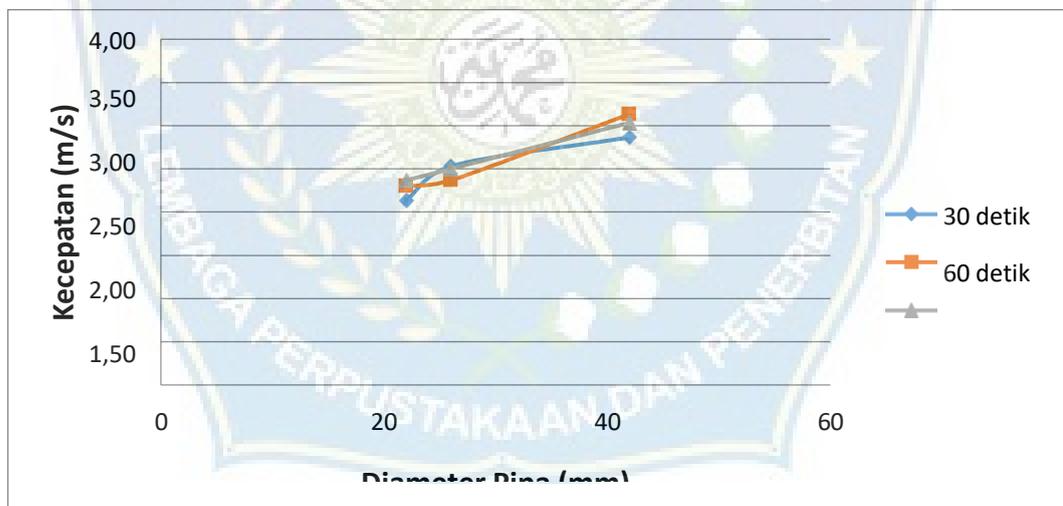


3. Untuk perhitungan selanjutnya terdapat di tabel 6. Tabel 6. Data kecepatan, diameter, luas dan debit

Diameter Pipa		Durasi	Kecepatan m/s	Luas m ²	Debit m ³ /dt
Inchi	Mm	Pengamatan Dt			
0,78	180	30	2,13	0,0004	0,00081
		60	2,30	0,0004	0,00087
		120	2,37	0,0004	0,00090
		60	3,13	0,0014	0,00434
		120	3,03	0,0014	0,00420

Sumber : Hasil pengukuran dan perhitungan

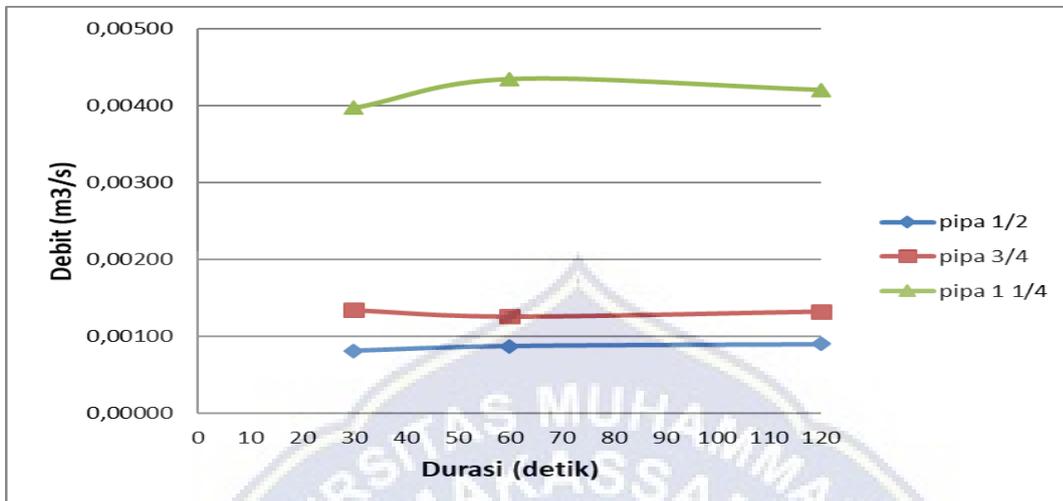
Data tabel 6 hasil pengukuran dan perhitungan yang telah diolah ditampilkan dalam bentuk grafik-grafik hubungan sebagai berikut.



Gambar 15. Grafik hubungan kecepatan dan diameter pipa

berdasarkan gambar 15 grafik tersebut jelas memperlihatkan hubungan kecepatan dan diameter pipa, dimana terlihat kondisinya berbanding lurus yaitu semakin besar diameter pipa yang digunakan maka kecepatan yang dihasilkan semakin

besar pula. Kondisi tersebut dipengaruhi karena semakin kecil gesekan yang ditimbulkan pada dinding pipa yang memiliki diameter besar sehingga kecepatan yang dihasilkan semakin besar.



Gambar 16. Grafik Hubungan debit dan durasi

Berdasarkan grafik pada gambar 16 menunjukkan durasi (waktu) berbanding terbalik dengan debit yang dihasilkan, dimana semakin panjang waktu maka semakin kecil debit yang dihasilkan. Kondisi ini dipengaruhi karena semakin Panjang waktu yang digunakan maka semakin banyak air yang memuai sepanjang pipa sehingga debit yang dihasilkan semakin berkurang.

4. Perhitungan Kehilangan Tinggi Tekan (Hf)

Dari data hasil penelitian maka besarnya kehilangan tinggi tekan suatu fluida pipa dapat terjadi karena faktor gesekan, diameter, panjang pipa, kecepatan aliran. Kehilangan Tinggi tekan pipa pada suatu fluida menggunakan rumus persamaan 2 :

$$H_f = f \frac{v^2 L}{Dg}$$

Dimana :

f=faktor gesekan yang diperoleh dari diagram *Moody* dengan menggunakan rumus persamaan 3 yaitu rumus *Reynold* yaitu :

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

Dimana

$$\rho = 1000 \text{ kg/m}^3$$

$v = 2,13 \text{ m/s}$ (posisi durasi 30 detik pipa $\frac{1}{2}$ “)D =

$\frac{1}{2}$ ” menjadi 22 mm (terlampir) = 0,022 m

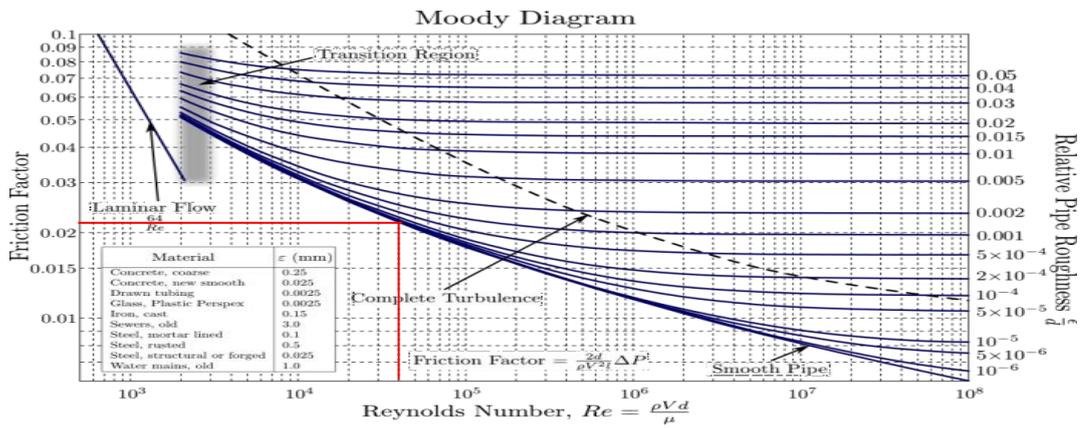
$\mu = 1 \times 10^{-3} \text{ kg/m.s}$ (terlampir)

Jadi,

$$Re = \frac{1000 \times 1,97 \times 0,022}{0,001}$$

$Re = 46933,33$ (terbuler)





Gambar 17. Nilai factor gesekan (f)

Dengan melihat diagram *Moody* pada gambar 16 menunjukkan untuk menentukan factor gesekan terlebih dahulu mencari *Reynolds* number. Pada hasil pengukuran percobaan pertama dengan menggunakan diameter (D) pipa ½“ menghasilkan kecepatan (v) 2,13m/s. Sehingga menghasilkan *Reynold* number 46933,33 sehingga termasuk aliran Terbuler karena nilai $Re > 2000$, untuk mendapatkan nilai factor gesekan maka dihubungkan pada grafik *Moody*, kerana menggunakan Pipa PVC jadi patokan penentuan nilai dari garis smooth pipe dan nilai yang di ambil sebelah kanan karena merupakan aliran terbuler. Sehingga nilai factor gesekan (f) yang diperoleh adalah 0,022. Sehingga, $f = 0,022$ (berdasarkan grafik *Moody* gambar 16)

$$L = 6 \text{ m}$$

$$G = 9,81 \text{ m/s}^2$$

$$H_f = f \frac{v^2 L}{Dg}$$

Dg

$$2,13^2 \times 6$$

$$H_f = 0,022 \frac{\quad}{0,022 \times 9,81}$$

$$H_f = 2,783 \text{ m}$$

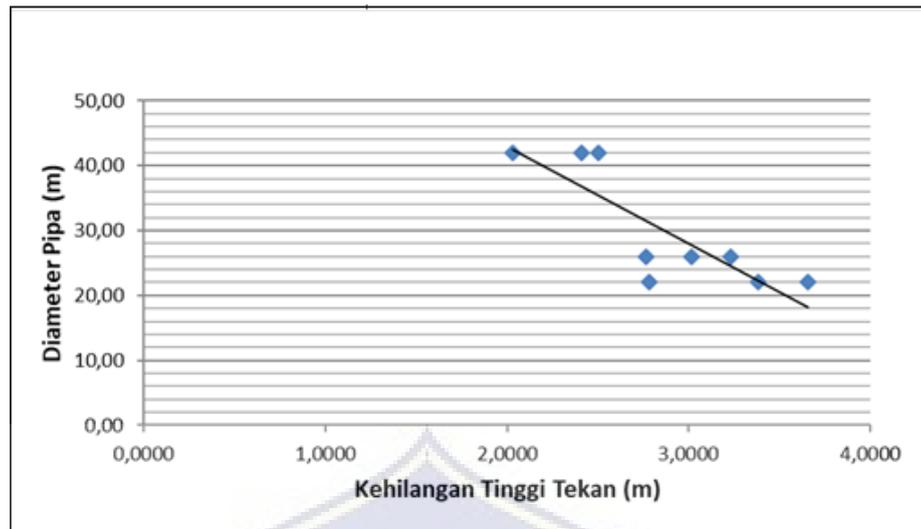
Untuk perhitungan selanjutnya terdapat di tabel 7.



Tabel 7. Kehilangan tinggi tekan fluida pada pipa

Diameter Pipa		Hf m	Durasi Pengamatan dt	Kecepatan m/s	Luas m ²	Debit m ³ /s	Hf m	Faktor Gesekan (f)	Bilangan <i>Reynold</i>
inchi	cm								
A	180	515,9	30	2,13	0,0004	0,00081	2,78	0,0220	46933,33
		505,8	60	2,30	0,0004	0,00087	3,38	0,0230	46933,33
		500,5	120	2,37	0,0004	0,00090	3,66	0,0235	50600,00
		471,5	60	3,13	0,0014	0,00434	2,50	0,0175	131600,00
		459,2	120	3,03	0,0014	0,00420	2,41	0,0180	127400,00

Sumber : Hasil penelitian dan perhitungan.



Gambar 18. Grafik Hubungan Kehilangan Tinggi Tekan dan Diameter Pipa

Berdasarkan grafik pada gambar 18 menunjukkan hubungan

antara diameter pipa dan kehilangan tekanan berbanding terbalik, dimana semakin besar diameter pipa, semakin tinggi nilai kehilangan tinggi tekan (H_f). Hal ini dikarenakan pada pipa yang memiliki diameter besar memiliki factor gesekan fluida yang besar sehingga kehilangan tinggi tekan pipa semakin besar.

BAB V PENUTUP

A. Kesimpulan

Setelah mengamati dan menganalisa data yang ada, dapat disimpulkan beberapa poin berikut :

1. Semakin besar variasi diameter pipa, maka nilai kecepatan dan debit semakin besar, hal ini terlihat pada tabel 7 dimana pada pipa berdiameter 180 memiliki nilai debit (Q) yaitu $0,00420\text{m}^3/\text{s}$ dan kecepatan (v) yaitu $3,03\text{ m/s}$.
2. Terdapat kecenderungan bahwa semakin besar diameter pipa, semakin tinggi nilai kehilangan tekanan adapun tekanan yang hilang dari pipa penstock tersebut sebesar $2,410\text{ (N/ms)}$.
3. Kecepatan aliran dan debit pada pipa di pengaruhi oleh kemiringan jalur yang di lalui apabila kemiringan jalur miring kecepatan aliran akan menjadi besar dan apabila jalur terdapat pada bidang yang datar maka kecepatan aliran akan mengecil.

B. Saran

Adapun saran yang dapat penulis berikan adalah sebagai berikut :

1. Perlu dilakukannya penelitian lanjutan untuk perencanaan PLTMH.
2. Dalam suatu perencanaan PLTMH, diperlukan alat-alat yang lebih memadai untuk menunjang penelitian selanjutnya.
3. Perlu adanya perhatian dari pihak-pihak terkait untuk dapat menyediakan penunjang referensi buku Hidrolika dan PLTMH di perpustakaan Fakultas maupun Universitas

DAFTAR PUSTAKA

- Desa, D. I., Kabupaten, M., Mongondow, B., & Rompas, P. T. D. (2011). *Jurnal Penelitian Saintek*, Vol. 16, Nomor 2, Oktober 2011. *Jurnal Penelitian Saintek*, 16.
- Haryani, T., Wardoyo, W., & Hidayat, A. (2015). Perencanaan Pembangkit Listrik Tenaga Mikrohidro Di Saluran Irigasi Mataram. *Jurnal Hidroteknik*, 1(2), 75.
<https://doi.org/10.12962/jh.v1i2.1672>
- Kiiza, P., & Picho, E. O. (2015). *Jurnal Sains dan Teknologi Maritim. Makerere Journal of Higher Education*, 7(2), 3–13.
<https://www.ajol.info/index.php/majohe/article/view/135652>
- Pratama, A. D., Hidayah, E., Utami, R., & Wiyono, A. (2021). Penentuan Desain Optimum Penstock untuk Pembangkit Listrik Tenaga Mikrohidro di Sungai Poreng , Jember
Determination of the Optimum Penstock Design for a Micro-Hydro Power. 12(1), 71–80.
- Putra, I. G. W., Weking, A. I., & Jasa, L. (2018). Analisa Pengaruh Tekanan Air Terhadap Kinerja PLTMH dengan Menggunakan Turbin Archimedes Screw. *Majalah Ilmiah Teknologi Elektro*, 17(3), 385. <https://doi.org/10.24843/mite.2018.v17i03.p13>
- Sudibyoy, H., & Anjar Susatyo. (2018). Perhitungan Head Losses Pada Pipa Penstock Turbin Propeller. *Prosiding Seminar Nasional Riset Information Science (SENARIS)*.
- Sudiyanto, A., Mirahati, R. Z., & Rahma, N. A. (2022). Pengaruh Drying Elektroda Low Hydrogen Pada Longitudinal Weld Penstock Material Baja Sm 400 B Terhadap Cacat Las Dengan Inspeksi Non Destructive Test Metode Radiografi. *Journal of Metallurgical Engineering and Processing Technology*, 2(2), 59.
<https://doi.org/10.31315/jmept.v2i2.6510>

Sukamta, S., & Kusmantoro, A. (2013). Perencanaan Pembangkit Listrik Tenaga Mikro Hidro (PLTMH) Jantur Tabalas Kalimantan Timur. *Jurnal Teknik Elektro Unnes*, 5(2), 58–63.

Wahjudi, A., Soeprijanto, A., & Harnani, D. (2018). Analisa Mekanis Perancangan Pembangkit Listrik Tenaga Mikro Hidro sebagai Pemanfaatan Air Sungai Mendak di Desa Wagirkidul Kabupaten Ponorogo untuk Kebutuhan Wisata Arung Jeram. *Sewagati*, 2(1), 1–6. <https://doi.org/10.12962/j26139960.v2i1.3197>

Zaini, M., Safrudin, S., & Bachrudin, M. (2020). Perancangan Sistem Monitoring Tegangan, Arus Dan Frekuensi Pada Pembangkit Listrik Tenaga Mikrohidro Berbasis Iot. *TESLA: Jurnal Teknik Elektro*, 22(2), 139. <https://doi.org/10.24912/tesla.v0i0.9081>

Susatyo, A., & Subekti, R. A. (2009). Implementasi teknologi pembangkit listrik tenaga mikro hidro kapasitas 30 kW di Desa Cibunar Kabupaten Tasikmalaya Jawa Barat. *Prosiding Seminar Nasional Daur Bahan Bakar 2009*, m, 22–26.

Pltmh memanfaatkan enbergi potensial dan perbedaan ketinggian air(Desember et al., 2013)

DOKUMENTASI



Pengambilan data menggunakan flow watch





pengecekan kecepatan aliran dalam pipa dengan mengamati bar ukur



