

Tugas Akhir

Perencanaan Pembangkit Listrik Tenaga Mikrohidro di Saluran Irigasi Mataram



Oleh:

Titis Haryani

3113105038

Dosen Pembimbing:

1. Dr.Ir. Wasis Wardoyo, M.Sc
2. Ir. Abdullah Hidayat SA, M.T

JURUSAN TEKNIK SIPIL
Fakultas Teknik Sipil dan Perencanaan
Institut Teknologi Sepuluh Nopember
Surabaya
2015

Konten



PENDAHULUAN

Selama ini sumber energi yang sering digunakan berasal dari minyak bumi, gas alam, dan batu bara. Yang mana digunakan terus-menerus akan habis dan proses pembentukannya memerlukan waktu yang lama



Sumber: Google, 2014



Sumber: Google, 2014

Lain halnya dengan sumber **energi panas bumi, panas matahari, dan air** yang **renewable** dan masih terus dikembangkan.



Sumber: Google, 2014



Sumber: Google, 2014



Sumber: Google, 2014

Air → **sumber energi** → **berpotensi besar** → **pembangkit listrik**
Ada beberapa jenis pembangkit listrik berdasarkan kapasitasnya yaitu:

- PLTA mikro < 100 kW
- PLTA mini 100-999 kW
- PLTA kecil 1000-10.000 kW
- PLTA besar > 10.000 kW



Sumber: Google, 2015



Sumber: Google, 2015

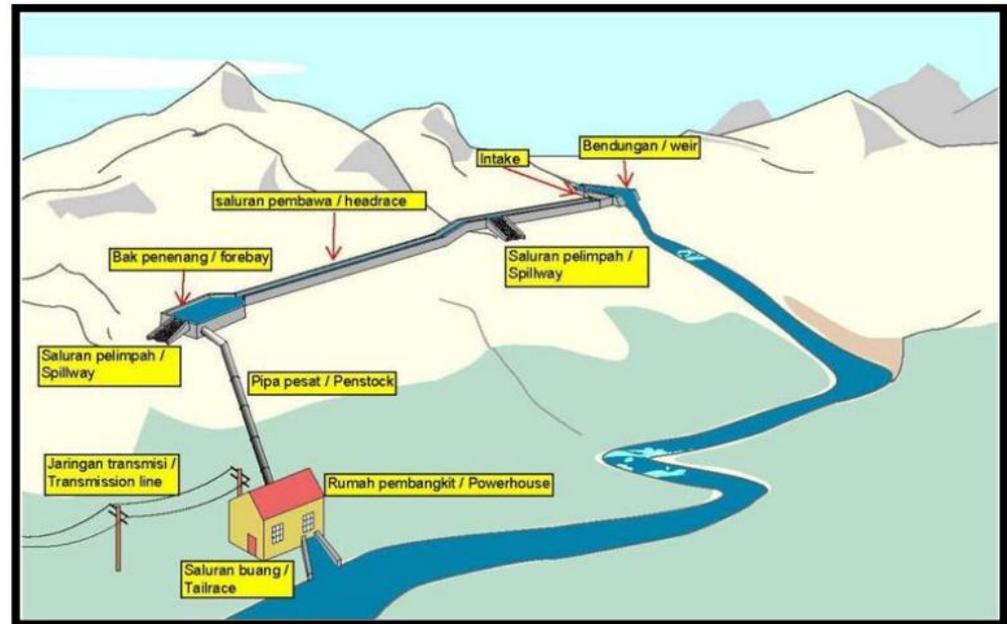


Sumber: Google, 2015



Sumber: Google, 2015

Pembangkit Listrik Tenaga Mikrohidro



Sumber: Google, 2015

- Pembangkit Listrik Tenaga Mikrohidro (PLTMH): Pembangkit listrik skala kecil dengan daya kurang dari 100 KW yang memanfaatkan tenaga air sebagai sumber penghasil energi. (Patty,1995).
- Tenaga air yang digunakan dapat berupa aliran air pada sungai yang dibendung , air terjun, atau sistem irigasi.

CULTURAL LANDSCAPE

4



3



2



1



 alur jalan

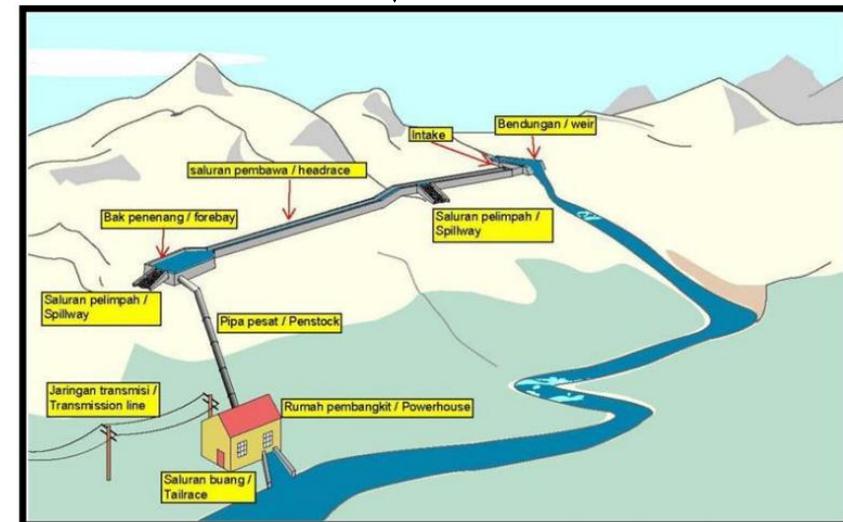
Sumber: Google, 2015

- Saluran Irigasi Mataram adalah saluran irigasi yang menghubungkan Sungai Progo di Yogyakarta sebelah Barat dan Sungai Opak di Yogyakarta sebelah Timur.
- Meskipun letaknya strategis, namun potensi aliran air di Saluran Irigasi Mataram belum dimanfaatkan secara maksimal dalam hal pembangkit listrik tenaga air.

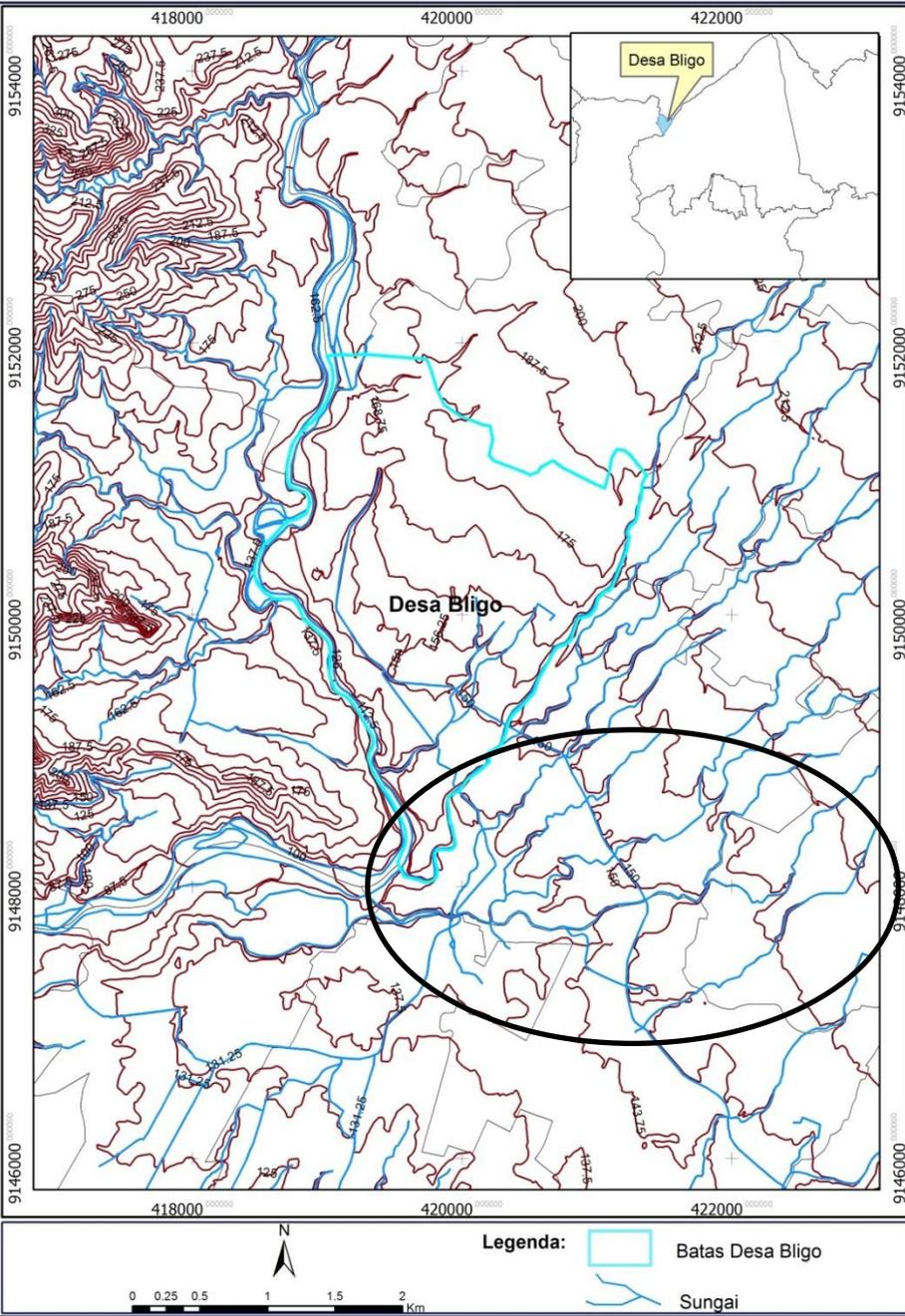
Maka pada $7^{\circ} 40' 13.24''\text{LS}$ $110^{\circ} 16' 2.60''\text{BT}$ di Desa Bligo dan masih dalam kawasan hulu dari saluran irigasi Mataram direncanakan Pembangkit Listrik Tenaga Mikrohidro



Sumber: Google, 2015



Sumber: Google, 2015



Legenda:
  Batas Desa Bligo
  Sungai

Sumber: Bakosurtanal, 2014

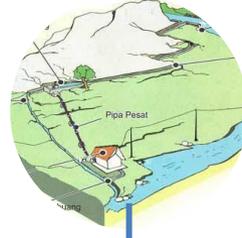
TINJAUAN PUSTAKA



Tinjauan Pustaka



Analisa Debit



Perencanaan
Kapasitas
Tenaga Air

Tinggi Jatuh Efektif

Daya Yang Dihasilkan

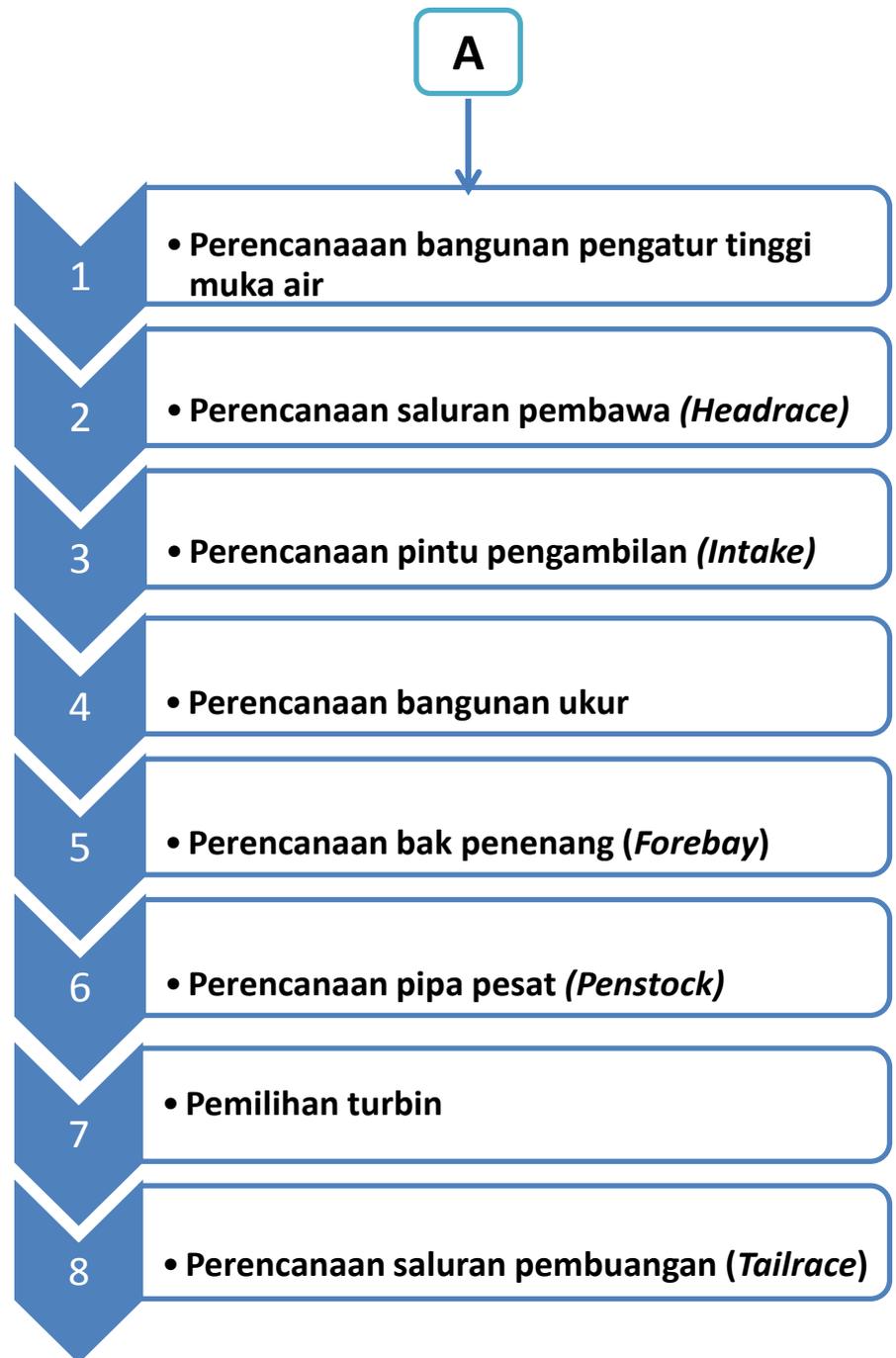
Perencanaan Bangunan
Pembangkit

A

Estimasi Kehilangan Energi

B

Perencanaan Bangunan Pembangkit

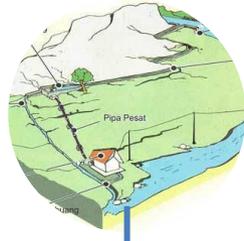




Tinjauan Pustaka



Analisa Debit



Perencanaan
Kapasitas
Tenaga Air

Tinggi Jatuh Efektif

Daya Yang Dihasilkan

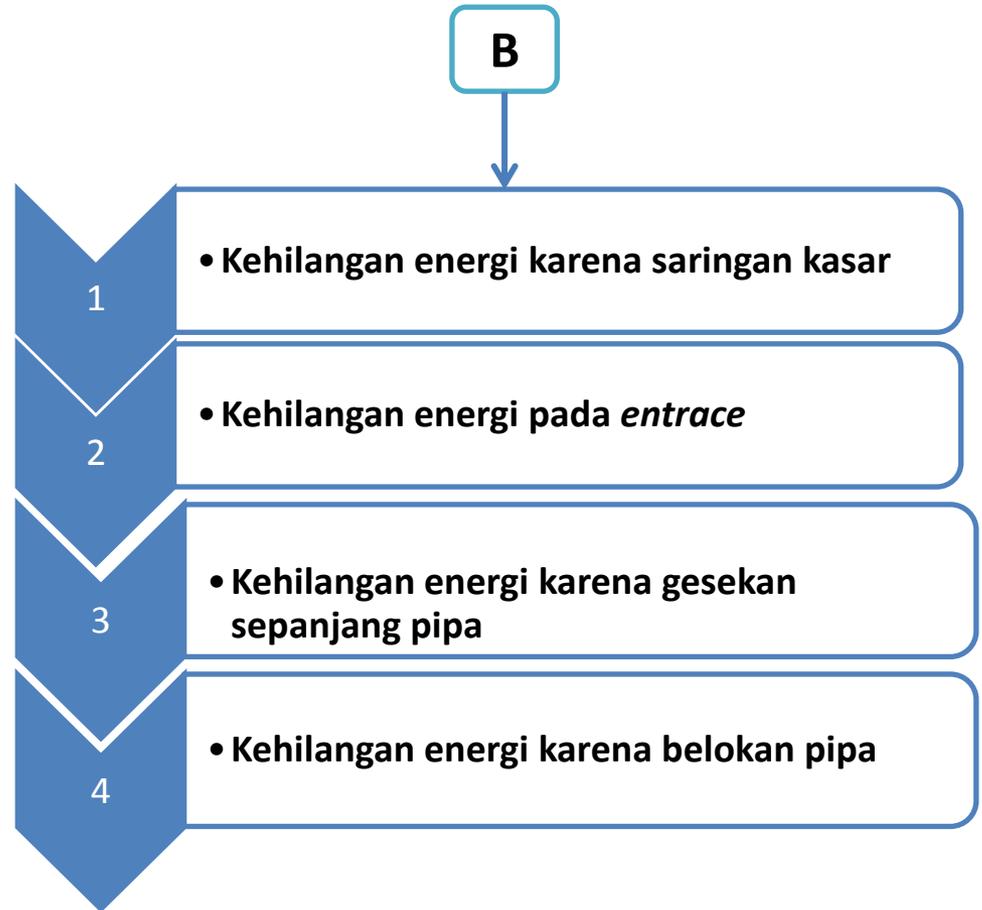
Perencanaan Bangunan
Pembangkit

A

Estimasi Kehilangan Energi

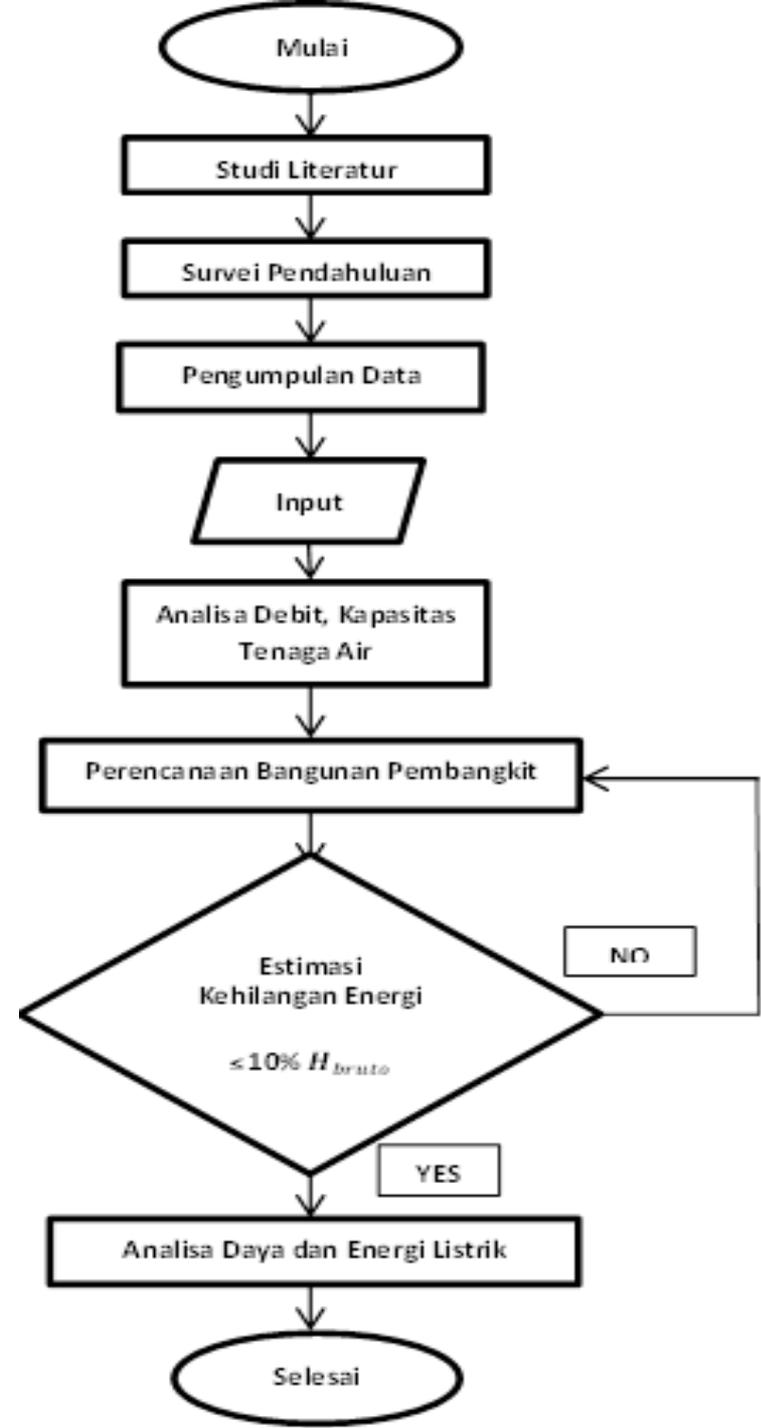
B

Perencanaan Bangunan Pembangkit



METODOLOGI

Adapun langkah-langkah dan prosedur penyusunan tugas akhir ini secara berurutan dapat dipaparkan sebagai berikut:



ANALISA DAN PERENCANAAN

Kapasitas Tenaga Air

Kapasitas tenaga air adalah **kemampuan tenaga air memproduksi daya listrik**. Kapasitas daya ditentukan oleh debit yang mengalir dalam saluran dan tinggi jatuh yang ada.

Dari perhitungan debit, direncanakan **debit andalan** sebesar **1,70 m³/detik** dan **tinggi jatuh efektif** sebesar **3,56 m**

Perkiraan daya yang dihasilkan:

$$\begin{aligned} P &= \rho \times g \times Q_{\text{andalan}} \times H_{\text{eff}} \\ &= 1000 \text{ kg/m}^3 \times 9,81 \text{ m/s}^2 \times 1,70 \text{ m}^3/\text{s} \times 3,56 \text{ m} \\ &= 59370,12 \text{ kg m}^2/\text{s}^3 \\ &= 59370,12 \text{ watt} \\ &= \mathbf{59,37 \text{ kW}} \end{aligned}$$

Perencanaan Bangunan Pembangkit

Parameter	Notasi	Nilai	Satuan
Debit rencana	$Q_{andalan}$	1,70	m ³ /detik
Kecepatan	v	0,5	m/detik
Koefisien manning	n	0,015	-
Lebar saluran	b	3	m
Tinggi saluran	h	1,5	m
Kemiringan dasar saluran	S	0,0001188	-
Tinggi jagaan	w	0,6	m

Parameter	Notasi	Nilai	Satuan
Tinggi pintu	h_p	0,75	m
Beda kedalaman air	z	0,14	m

Parameter	Notasi	Nilai	Satuan
Panjang bak	L_f	5	m
Tinggi MA pada bak	h_f	0,65	m
Lebar bak	B_f	5	m
Volume desain bak	V_f	19,11	m ³

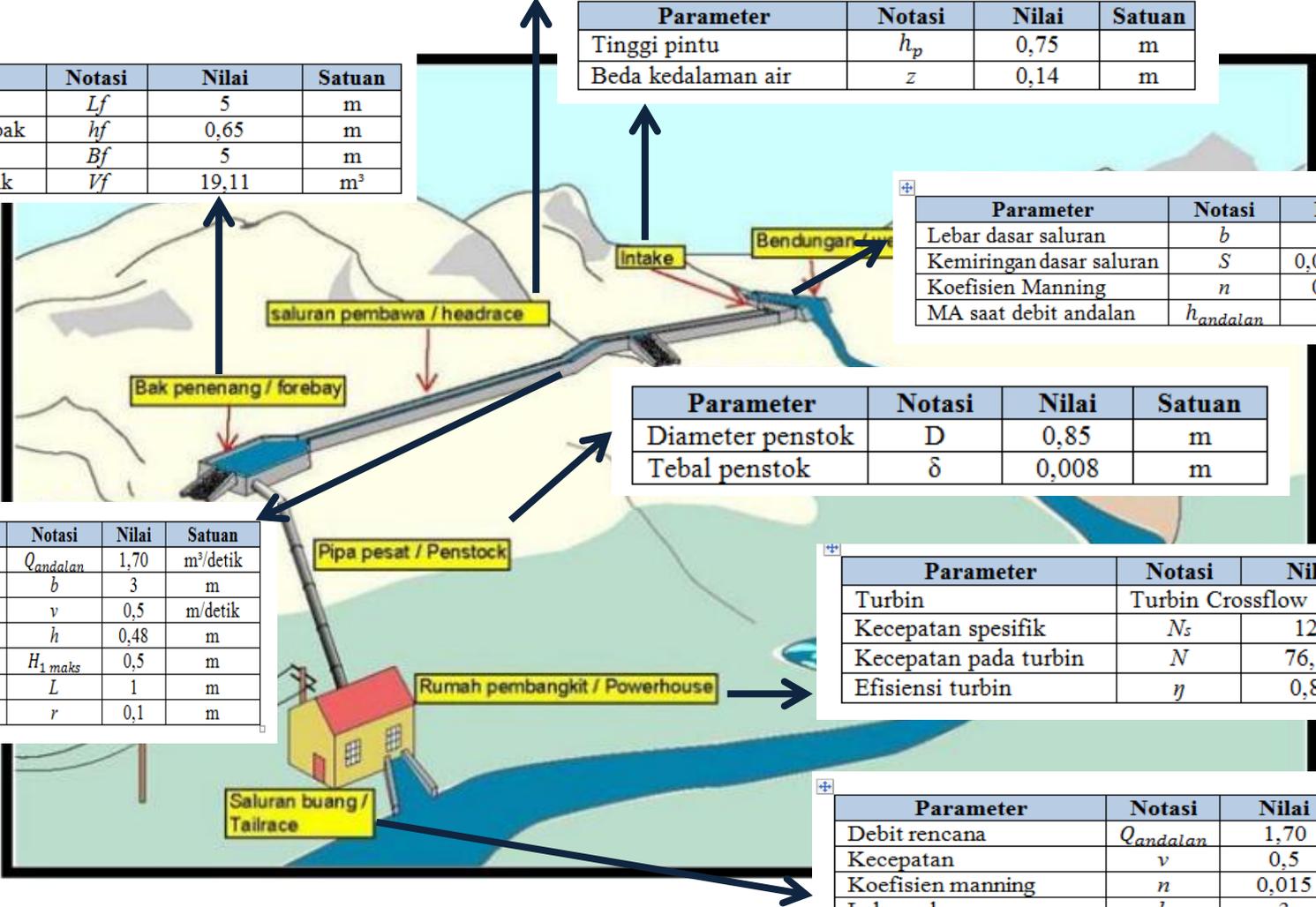
Parameter	Notasi	Nilai	Satuan
Lebar dasar saluran	b	6	m
Kemiringan dasar saluran	S	0,000109	-
Koefisien Manning	n	0,015	-
MA saat debit andalan	$h_{andalan}$	0,65	m

Parameter	Notasi	Nilai	Satuan
Diameter penstok	D	0,85	m
Tebal penstok	δ	0,008	m

Parameter	Notasi	Nilai	Satuan
Debit rencana	$Q_{andalan}$	1,70	m ³ /detik
Lebar alat ukur	b	3	m
Kecepatan	v	0,5	m/detik
Tinggi air batas ambang	h	0,48	m
Tinggi energi hulu	H_{1maks}	0,5	m
Panjang alat ukur	L	1	m
Jari-jari	r	0,1	m

Parameter	Notasi	Nilai	Satuan
Turbin	Turbin Crossflow		
Kecepatan spesifik	N_s	120	rpm
Kecepatan pada turbin	N	76,16	rpm
Efisiensi turbin	η	0,87	-

Parameter	Notasi	Nilai	Satuan
Debit rencana	$Q_{andalan}$	1,70	m ³ /detik
Kecepatan	v	0,5	m/detik
Koefisien manning	n	0,015	-
Lebar saluran	b	3	m
Tinggi saluran	h	1,5	m
Kemiringan dasar saluran	S	0,0001188	-
Tinggi jagaan	w	0,6	m



[Read more](#)

Estimasi Kehilangan Energi

Kehilangan energi
karena saringan kasar

H_r

$$\begin{aligned} &= \varphi \left(\frac{S}{b}\right)^{\frac{4}{3}} \frac{v^2}{2g} \sin \alpha \\ &= 1,67 \left(\frac{0,01}{0,05}\right)^{\frac{4}{3}} \frac{0,6^2}{2 \times 9,81} \sin 70 \\ &= \mathbf{0,0037 \text{ m}} \end{aligned}$$

Kehilangan energi pada
entrace

H_e

$$\begin{aligned} &= K_e \cdot \left(\frac{\Delta V^2}{2g}\right) \\ &= 0,05 \left(\frac{(2,99-0,6)^2}{2 \times 9,81}\right) \\ &= \mathbf{0,0146 \text{ m}} \end{aligned}$$

Kehilangan energi
karena gesekan
sepanjang pipa

H_f

$$\begin{aligned} &= f \cdot \frac{L}{D} \cdot \frac{v^2}{2g} \\ &= 0,015 \times \frac{16}{0,85} \times \frac{2,99^2}{2 \times 9,81} \\ &= \mathbf{0,11 \text{ m}} \end{aligned}$$

Kehilangan energi
karena belokan pipa

H_l

$$\begin{aligned} &= K_b \frac{v^2}{2g} \\ &= 0,025 \times \frac{2,99^2}{2 \times 9,81} \\ &= \mathbf{0,011 \text{ m}} \end{aligned}$$

Dari perhitungan beberapa faktor kehilangan energi pada pipa pesat dapat diketahui kehilangan energi total yaitu:

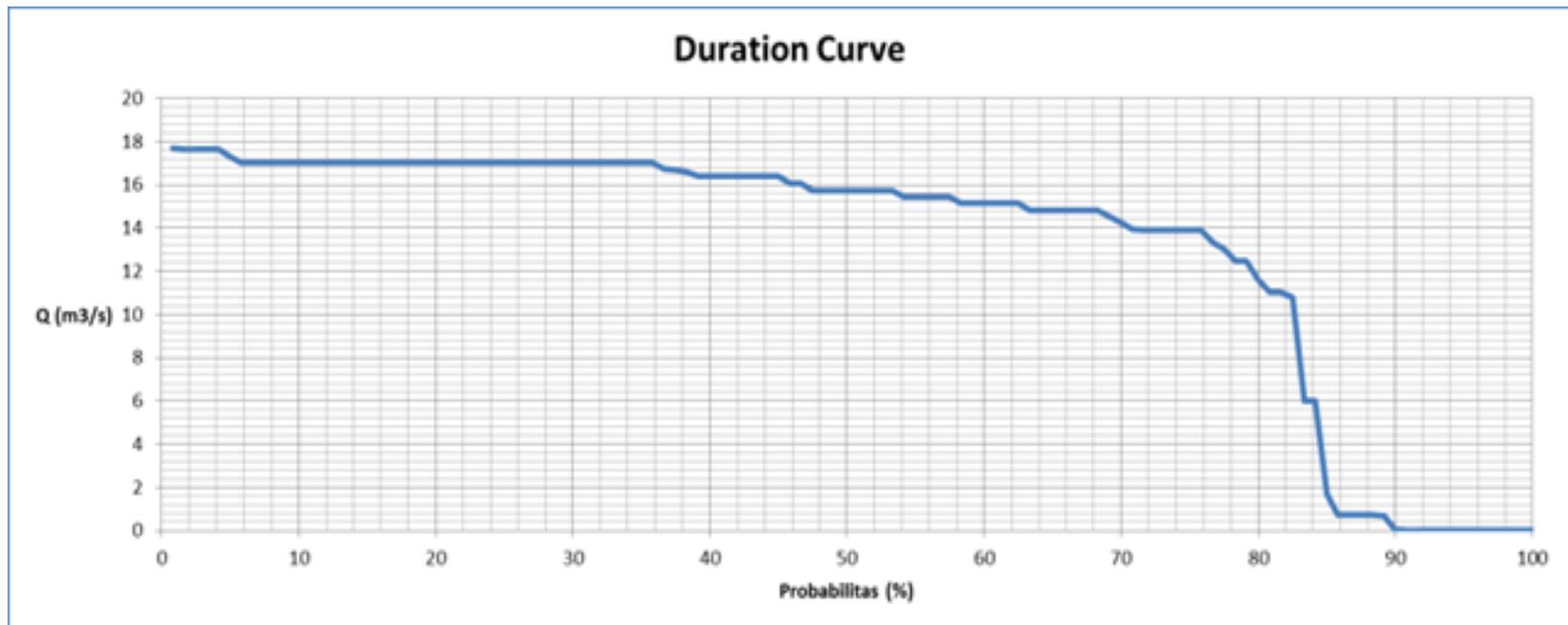
$$\begin{aligned} H_{total} &= H_r + H_e + H_f + H_l \\ &= 0,0037 + 0,0146 + 0,11 + 0,011 \\ &= \mathbf{0,14 \text{ m}} \end{aligned}$$

Nilai ini lebih kecil dari asumsi awal kehilangan energi sebesar 10% dari tinggi bruto sebesar **0,395 m**. Sehingga perencanaan ini dapat digunakan.

[Read more](#)

Perhitungan Energi Listrik

Energi listrik total yang didapat dalam satu tahun dibagi dalam tiga perhitungan. Perhitungan pertama berdasarkan pada Q_{85} selama 85% dari satu tahun. Sedangkan 2,5% selanjutnya direncanakan diantara Q_{85} dan $Q_{87,5}$ dan 2,5% sisanya diantara $Q_{87,5}$ dan Q_{90} .



Perhitungan Energi Listrik

-Efisiensi yang digunakan adalah:

$$\text{efisiensi turbin } (\eta_t) = 0,87$$

$$\text{efisiensi generator } (\eta_g) = 0,95$$

$$\text{efisiensi transformator } (\eta_{tr}) = 0,95$$

Sehingga efisiensi total yang digunakan adalah:

$$\begin{aligned} \text{efisiensi total } (\eta_{total}) &= 0,87 \times 0,95 \times 0,95 \\ &= \mathbf{0,79} \end{aligned}$$

-Daya yang didapatkan adalah:

$$\begin{aligned} P_{85} &= \eta \times \rho \times g \times Q_{85} \times H_{eff} \\ &= 0,79 \times 1000 \times 9,81 \times 1,7 \times 3,56 \\ &= \mathbf{46,902 \text{ kW}} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} P_{87,5} &= \eta \times \rho \times g \times Q_{87,5} \times H_{eff} \\ &= 0,79 \times 1000 \times 9,81 \times 0,722 \times 3,56 \\ &= \mathbf{19,919 \text{ kW}} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} P_{90} &= \eta \times \rho \times g \times Q_{90} \times H_{eff} \\ &= 0,79 \times 1000 \times 9,81 \times 0,069 \times 3,56 \\ &= \mathbf{1,903 \text{ kW}} \end{aligned}$$

-Energi yang diperoleh adalah:

$$\begin{aligned} E_1 &= P_{85} \times 85\% \times 365 \times 24 \\ &= 46,902 \times 0,85 \times 365 \times 24 \\ &= \mathbf{349.232,292 \text{ kWh}} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} E_2 &= \left(\frac{P_{85} + P_{87,5}}{2} \right) \times 2,5\% \times 365 \times 24 \\ &= \left(\frac{46,902 + 19,919}{2} \right) \times 0,025 \times 365 \times 24 \\ &= \mathbf{7316,8995 \text{ kWh}} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} E_3 &= \left(\frac{P_{87,5} + P_{90}}{2} \right) \times 2,5\% \times 365 \times 24 \\ &= \left(\frac{19,919 + 1,903}{2} \right) \times 0,025 \times 365 \times 24 \\ &= \mathbf{2389,5 \text{ kWh}} \end{aligned}$$

-Jadi total energi keseluruhan yang diperoleh dalam satu tahun:

$$\begin{aligned} E_{total} &= E_1 + E_2 + E_3 \\ &= 349.232,292 \text{ kWh} + 7316,8995 \text{ kWh} \\ &\quad + 2389,5 \text{ kWh} \\ &= \mathbf{358938,69 \text{ kWh}} \end{aligned}$$

PENUTUP

Kesimpulan

Dari hasil analisa perhitungan, maka diperoleh kesimpulan bahwa:

1. Diperoleh debit andalan sebesar $1,7 \text{ m}^3/\text{detik}$
2. Tinggi efektif yang digunakan dalam perencanaan PLTMH di Saluran Irigasi Mataram ini adalah 3,56 m
3. Bangunan sipil yang digunakan pada PLTMH di Saluran Irigasi Mataram ini adalah bangunan pengatur tinggi muka air, pintu pengambilan (*intake*), saluran pembawa (*headrace*), bangunan ukur, bak penenang (*forebay*), pipa pesat (*penstock*), dan saluran pembuang (*tailrace*)
4. Kehilangan energi yang terjadi pada PLTMH ini adalah sebesar 0,14 m. Nilai ini lebih kecil dari asumsi awal kehilangan energi sebesar 10% dari tinggi bruto sebesar 0,395 m.
5. Energi listrik yang dihasilkan dari PLTMH di Saluran Irigasi Mataram ini adalah sebesar 358938,69 kWh

Saran

Saran yang dapat diajukan untuk perencanaan di kemudian hari adalah:

- Untuk mendapatkan daya listrik yang lebih besar maka dipilih lokasi perencanaan dengan debit dan tinggi jatuh (*head*) yang besar.

TERIMA KASIH

*Choose a job you love and you will never have to
work a day in your life*

(Confucious)