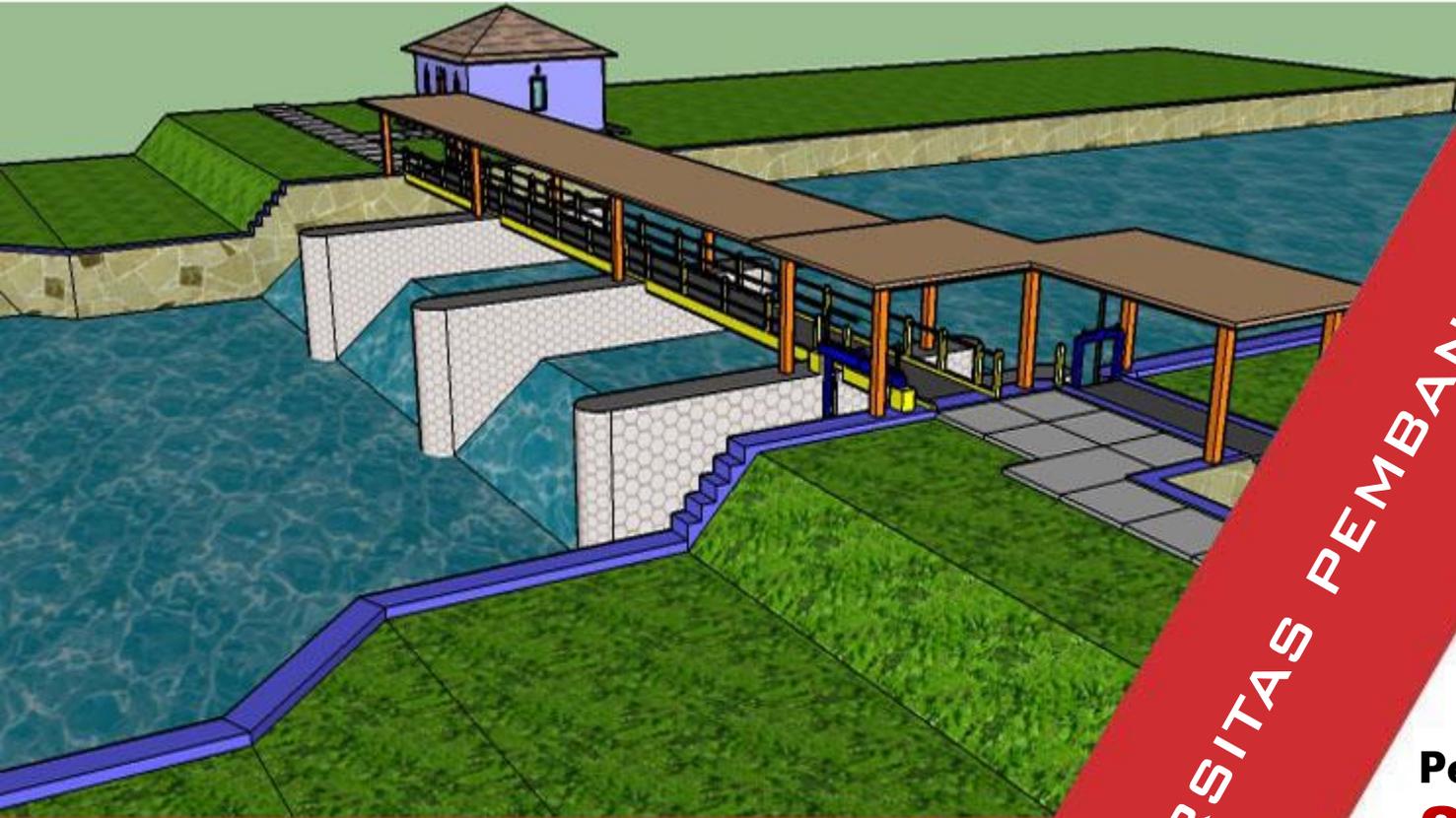


TENAGA AIR

CIV-407



PROGRAM STUDI TEKNIK SIPIL

UNIVERSITAS PEMBANGUNAN JAYA



Pertemuan ke-2

Skema Pembangkit Listrik Tenaga Air

Rizka Arbaningrum, ST., MT

KONTRAK KULIAH ONLINE

- Pertemuan Live Session via zoom adalah pada pertemuan 1, 7, 9 & 15
- Pertemuan lainnya secara online melalui Collabor
- Pada setiap pertemuan harap mengisi menu “Presensi pada Collabor”. Presensi dapat dilakukan sesuai jadwal mata kuliah dan diberi waktu satu jam setelah jadwal kuliah di mulai.
- Mahasiswa diharapkan aktif di setiap aktivitas yang telah diberikan dosen di Collabor
- Grup Wassap akan digunakan sebagai pengingat jika ada tugas atau materi yang harus di perhatikan
- Menggunakan pakaian rapi dan focus pada perkuliahan





TENAGA AIR (CIV 407)

Rizka Arbaningrum, ST., MT

Diskripsi Mata Kuliah

Mata Kuliah ini memahami dan menganalisis pengantar Bangunan Tenaga Air, Prinsip teknik listrik tenaga air, Pembangkit tenaga air dan tenaga alternatif, Kapasitas pembangkit dan faktor beban, Pengaturan waduk harian dan tahunan, Pengaturan debit pembangkit berdasar Rule Curve, Sistem perancangan; Fasilitas konstruksi pusat listrik tenaga air; Perencanaan turbin; Perencanaan pipa pesat (a), surge tank (b); Perencanaan sistem transmisi dan tegangan; Perencanaan bangunan sentral; Pelaksanaan pembangunan; Kajian proyek PLTA di Indonesia. Mikdro Hidro.

Komposisi Penilaian

- ❖ Tugas : 30 %
- ❖ Ujian Tengah Semester : 35 %
- ❖ Ujian Akhir Semester : 35 %



TENAGA AIR (CIV 407)

Rizka Arbaningrum, ST., MT

Daftar Referensi

- ❖ “Bangunan Tenaga Air” oleh Bambang Triatmodjo
- ❖ *Hydropower Economics*, Finn R. Forsund, 2015, Springer

Mata Kuliah Pendukung :

- ❖ Rekayasa Hidrologi
- ❖ Rekayasa Hidrolika
- ❖ PSDA
- ❖ Perancangan Bangunan Air



TENAGA AIR (CIV 407)

Rizka Arbaningrum, ST., MT

Rencana Pembelajaran Semester (RPS)

1. Pendahuluan & Sejarah Tenaga Air
2. Skema Pembangkit Listrik Tenaga Air
3. PLTA Dengan Waduk
4. PLTA Aliran Sungai
5. Dasar Debit Tenaga Air
6. Terjun
7. Diagram Muatan Harian
8. **UTS**
9. Menghitung Volume Kolam Tandon Harian
10. Garis Masa Debit
11. Beberapa Tipe Bendungan
12. Turbin Air
13. Hubungan Kolam Tandon Harian dan Turbin
14. Pipa Pesat
15. Pipa Lepas
16. **UAS**



TENAGA AIR (CIV 407)

Rizka Arbaningrum, ST., MT

Pokok Bahasan Skema Pembangkit Listrik Tenaga Air

1. Teori Dasar Pembangkit Energi Air
2. Daya Listrik
3. Energi Listrik
4. Skema PLTA
5. Kriteria Teknis Perencanaan PLTA



TENAGA AIR (CIV 407)

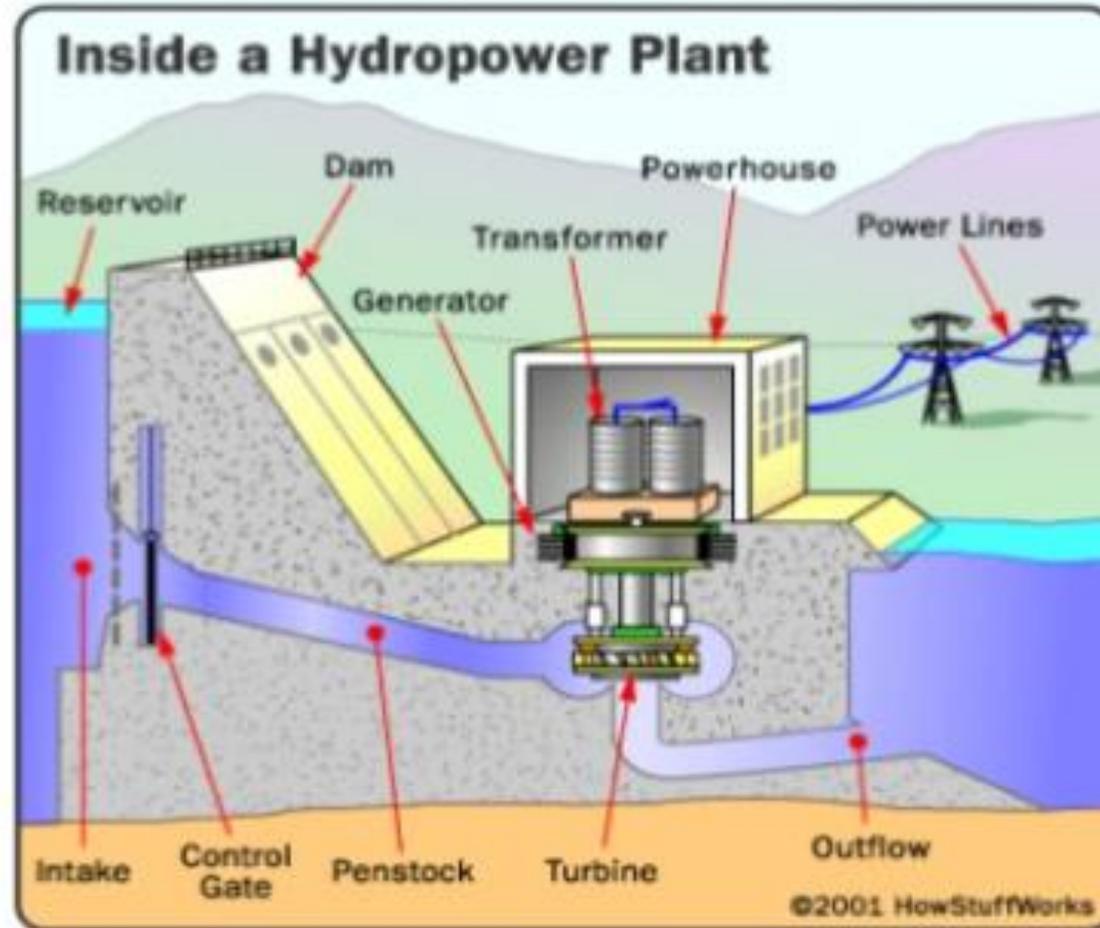
Rizka Arbaningrum, ST., MT

BAB II SKEMA PLTA

Pada PLTA, energi air diubah menjadi energi listrik menggunakan mesin pembangkit listrik. Energi air yang bisa berupa kecepatan air dan tinggi jatuh (head) digunakan untuk memutar turbin yang dihubungkan dengan generator sehingga terbangkitkan listrik.

Diperlukan bangunan-bangunan yang bisa mengonsentrasikan aliran sungai menuju turbin air. Bangunan tersebut berupa :

- Bendungan atau Bendung
- Bangunan pengambilan
- Saluran pembawa
- Pipa pesat (Penstock)
- Saluran belakang (trailrace)

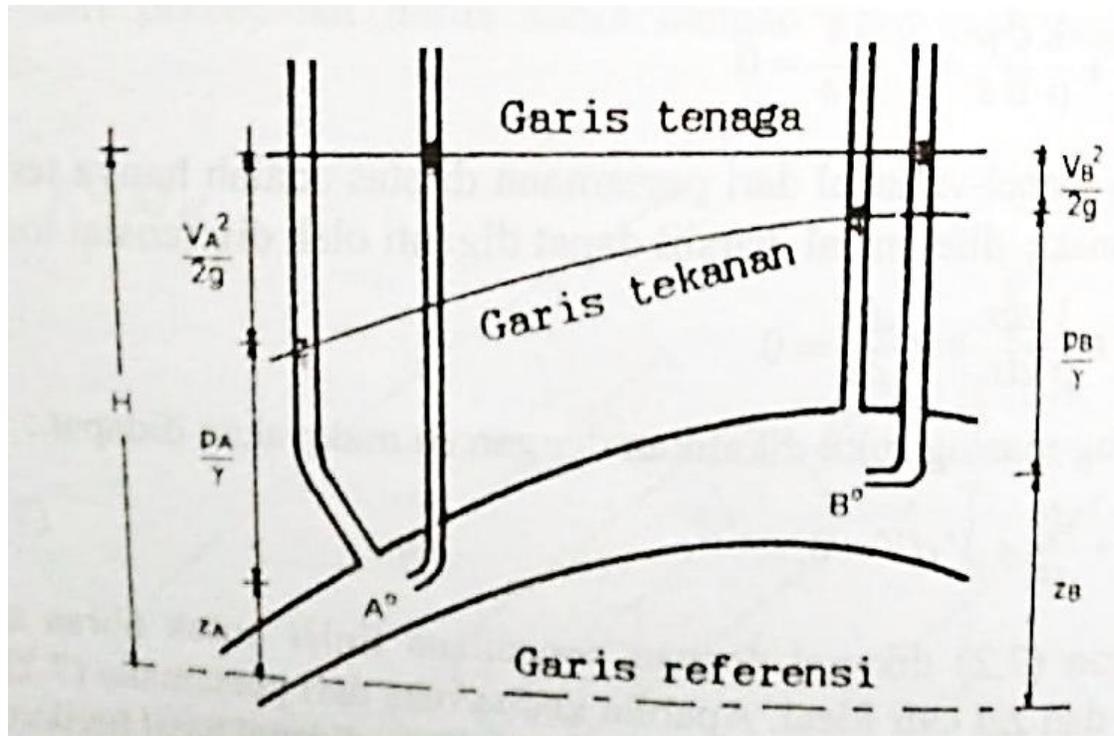


POKOK BAHASAN

1. Teori Dasar Pembangkit Energi Air
2. Daya Listrik
3. Energi Listrik
4. Skema PLTA
5. Kriteria Teknis Perencanaan PLTA



Persamaan Bernoulli



H = tinggi energi

z = elevasi (*tinggi tempat*)

$\frac{P}{\gamma}$ = *tinggi tekan*

$\frac{V^2}{2g}$ = *tinggi kecepatan*

$$H = z + \frac{P}{\gamma} + \frac{V^2}{2g}$$

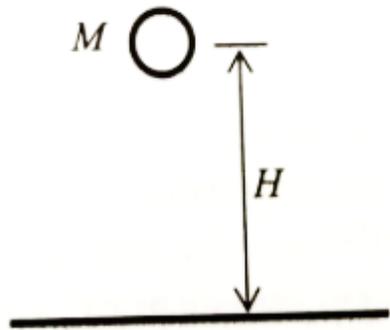
$$z_A + \frac{P_A}{\gamma} + \frac{V_A^2}{2g} = z_B + \frac{P_B}{\gamma} + \frac{V_B^2}{2g}$$

POKOK BAHASAN

1. Teori Dasar Pembangkit Energi Air
2. Daya Listrik
3. Energi Listrik
4. Skema PLTA
5. Kriteria Teknis Perencanaan PLTA



Energi Potensial



$$E_p = M g H$$

E_p = Energi Potensial (Newton meter, Nm atau Joule, J)

M = massa benda (kg)

G = percepatan gravitasi (m/d^2)

H = tinggi benda dari suatu bidang referensi (m)

Suatu benda dengan massa M yang mempunyai ketinggian H dan mempunyai energi yang disebut dengan energi potensial.

POKOK BAHASAN

1. Teori Dasar Pembangkit Energi Air
2. Daya Listrik
3. Energi Listrik
4. Skema PLTA
5. Kriteria Teknis Perencanaan PLTA



Daya Listrik

$$E_p = M g H$$

$$E_p = V \rho g H$$

$$E_p = Q t \rho g H$$

$$P = \frac{E}{t} = \frac{Q t \rho g h}{t}$$

$$P = Q \rho g H$$

$$P = 9810 Q H \eta \text{ (W)}$$

$$P = 9,81 Q H \eta \text{ (kW)}$$

E_p = Energi Potensial (Newton meter, Nm atau Joule, J)

M = massa benda (kg)

G = percepatan gravitasi (m/d^2)

H = tinggi benda dari suatu bidang referensi (m)

Q = Debit (m^3/d)

ρ = Rapat Massa (kg/m^3)

V = Volume (m^3)

P = Daya Listrik (kW)

t = waktu

η = % \rightarrow efisiensi turbin (0,8-0,9) ; efisiensi generator (0,9-0,97)

POKOK BAHASAN

1. Teori Dasar Pembangkit Energi Air
2. **Daya Listrik**
3. Energi Listrik
4. Skema PLTA
5. Kriteria Teknis Perencanaan PLTA



Energi Listrik

$$E = P T$$

$$E = P \cdot 3600 \rightarrow 1 \text{ jam } 3600 \text{ detik}$$

$$E = P T = \frac{Q \rho g h t}{3600} = \frac{9810 \times 3600 \times Q \times H}{3600} = 9810 Q H \text{ (Wh)} \rightarrow 1 \text{ Watt Jam Wh} = 3600 \text{ J}$$

$$E = 9,81 QH \text{ (kWh)}$$

E= energi listrik (Joule, J, kWh, Wh)

P = daya Listrik (W)

T = waktu (detik)

POKOK BAHASAN

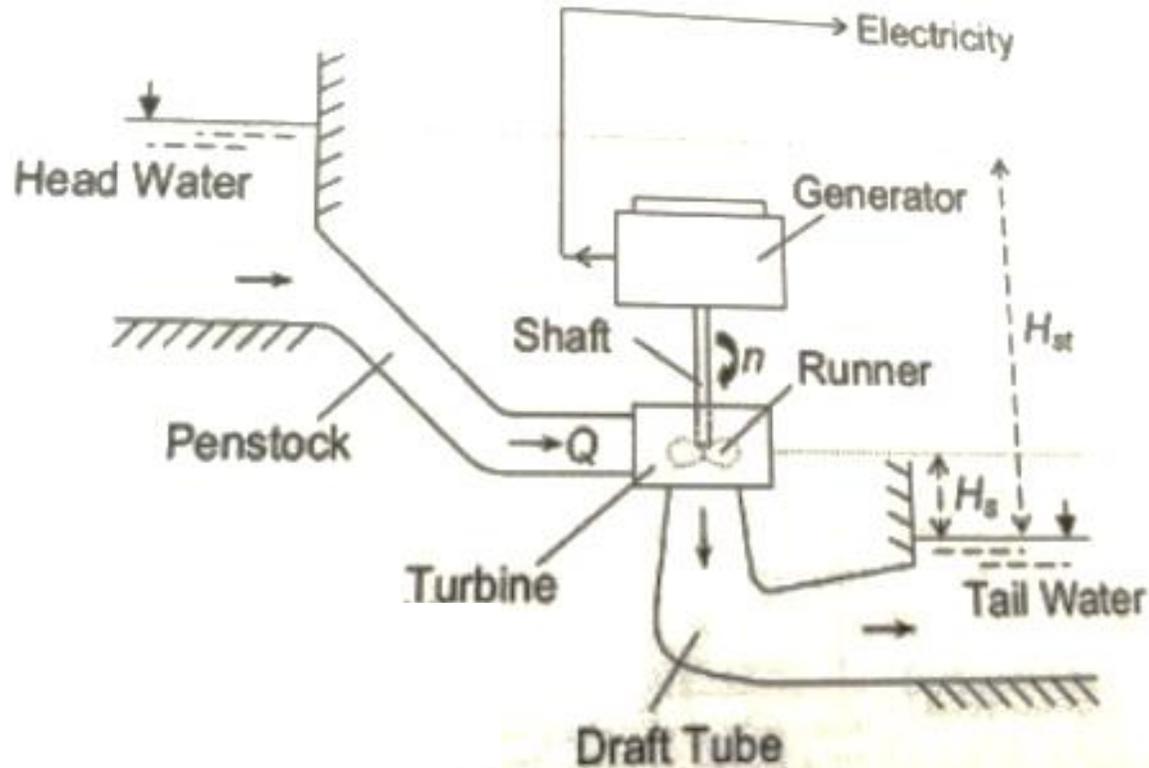
1. Teori Dasar Pembangkit Energi Air
2. Daya Listrik
- 3. Energi Listrik**
4. Skema PLTA
5. Kriteria Teknis Perencanaan PLTA



TENAGA AIR (CIV 407)

Rizka Arbaningrum, ST., MT

BAB II SKEMA PLTA



$$P = 9,81 Q H \eta \quad (\text{kW})$$

$$E = 9,81 QH \quad (\text{kWh})$$

POKOK BAHASAN

1. Teori Dasar Pembangkit Energi Air
2. Daya Listrik
3. Energi Listrik
- 4. Skema PLTA**
5. Kriteria Teknis Perencanaan PLTA

Air dari Waduk (Tampungan) dialirkan melalui pipa pesat (penstock) dengan debit Q (m^3/d) dan Head H (m) menuju turbin. Setelah memutar turbin air keluar melalui pipa hisap (draft tube) menuju tail race dan kembali ke sungai.

Perputaran turbin dihubungkan dengan generator yang menghasilkan listrik. Beda elevasi Mukai air antar waduk dan tail race adalah tinggi jatuh H (m)



TENAGA AIR (CIV 407)

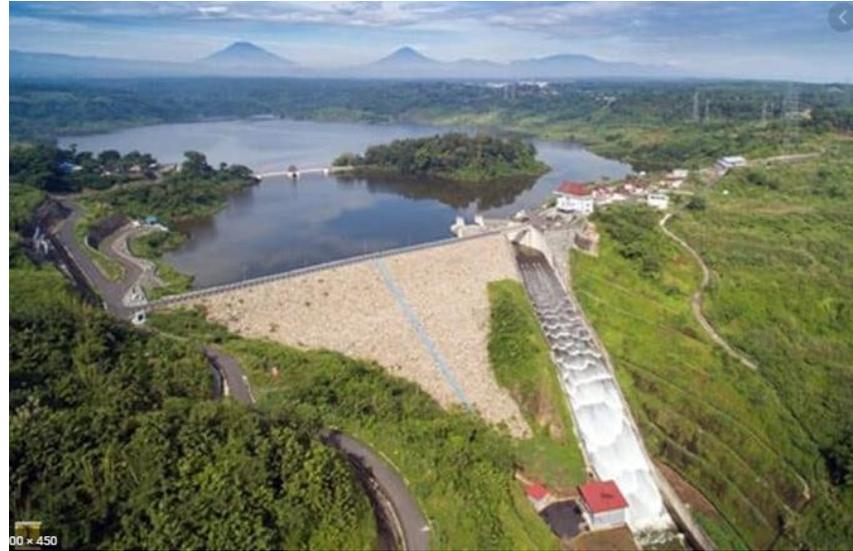
Rizka Arbaningrum, ST., MT

BAB II SKEMA PLTA

DAYA LISTRIK DI BANGKITKAN TERGANTUNG PADA **DEBIT** DAN **TINGGI JATUH**

Disungai bagian hulu :
Kemiringan lahan besar
Daerah tangkapan hujan kecil
Debit aliran kecil
Head (tinggi jatuh) besar.

Disungai bagian hilir :
Kemiringan lahan kecil
Daerah tangkapan hujan besar
Debit aliran besar
Head (tinggi jatuh) kecil.



POKOK BAHASAN

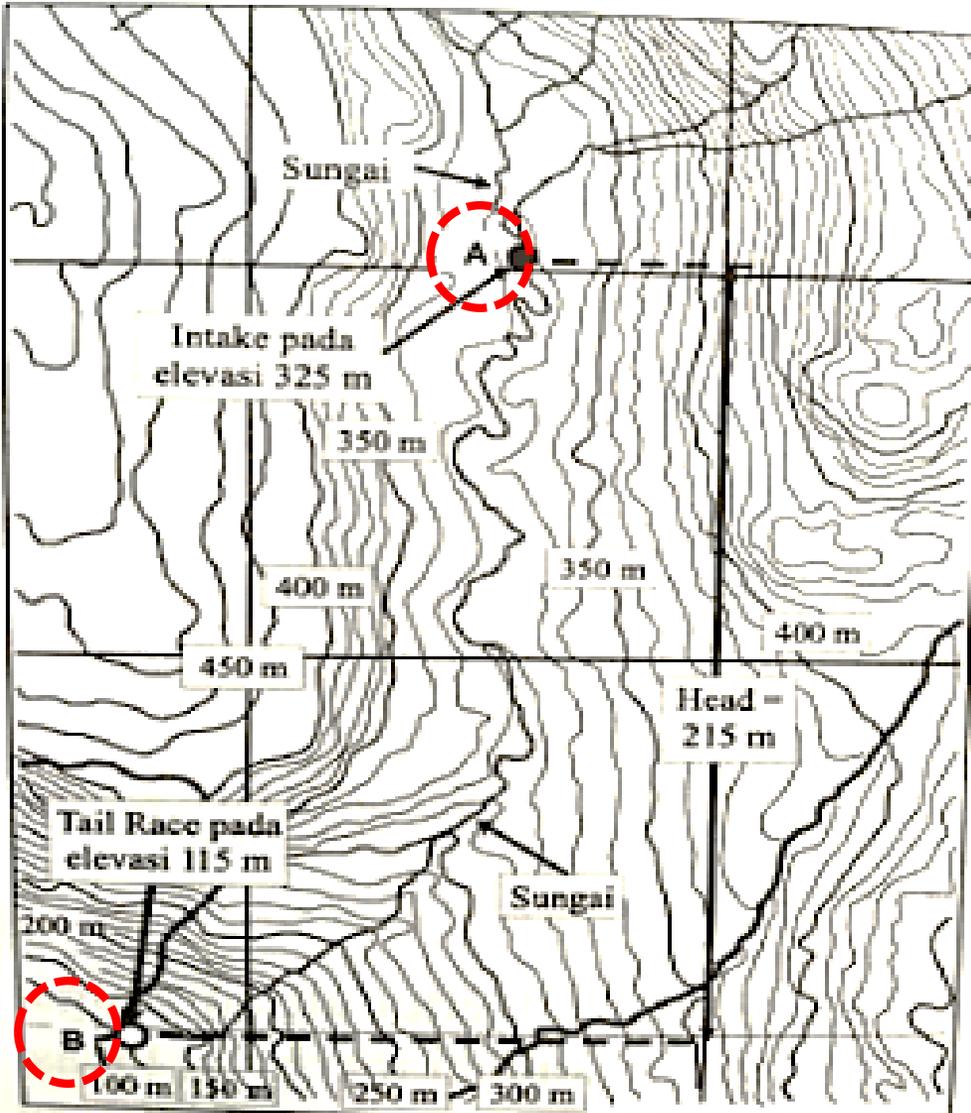
1. Teori Dasar Pembangkit Energi Air
2. Daya Listrik
3. Energi Listrik
4. Skema PLTA
5. **Kriteria Teknis Perencanaan PLTA**



TENAGA AIR (CIV 407)

Rizka Arbaningrum, ST., MT

BAB II SKEMA PLTA



Debit (Q) sungai tergantung dari hidrologi daerah aliran sungai (DAS). Data debit diperoleh dari pengukuran debit sungai di lapangan atau perkiraan berdasar data hidrologi.

Sedangkan head (tinggi jatuh) tergantung dari topografi lokasi PLTA. Seperti contoh Titik A adalah titik di sungai yang berada pada elevasi 325 m. Dalam peta tersebut di sekitar titik B berada pada elevasi 115 m. Dengan demikian, ada perbedaan elevasi titik A dan B sebesar 210 m yang merupakan head (tinggi jatuh) dari PLTA yang akan dikembangkan.

POKOK BAHASAN

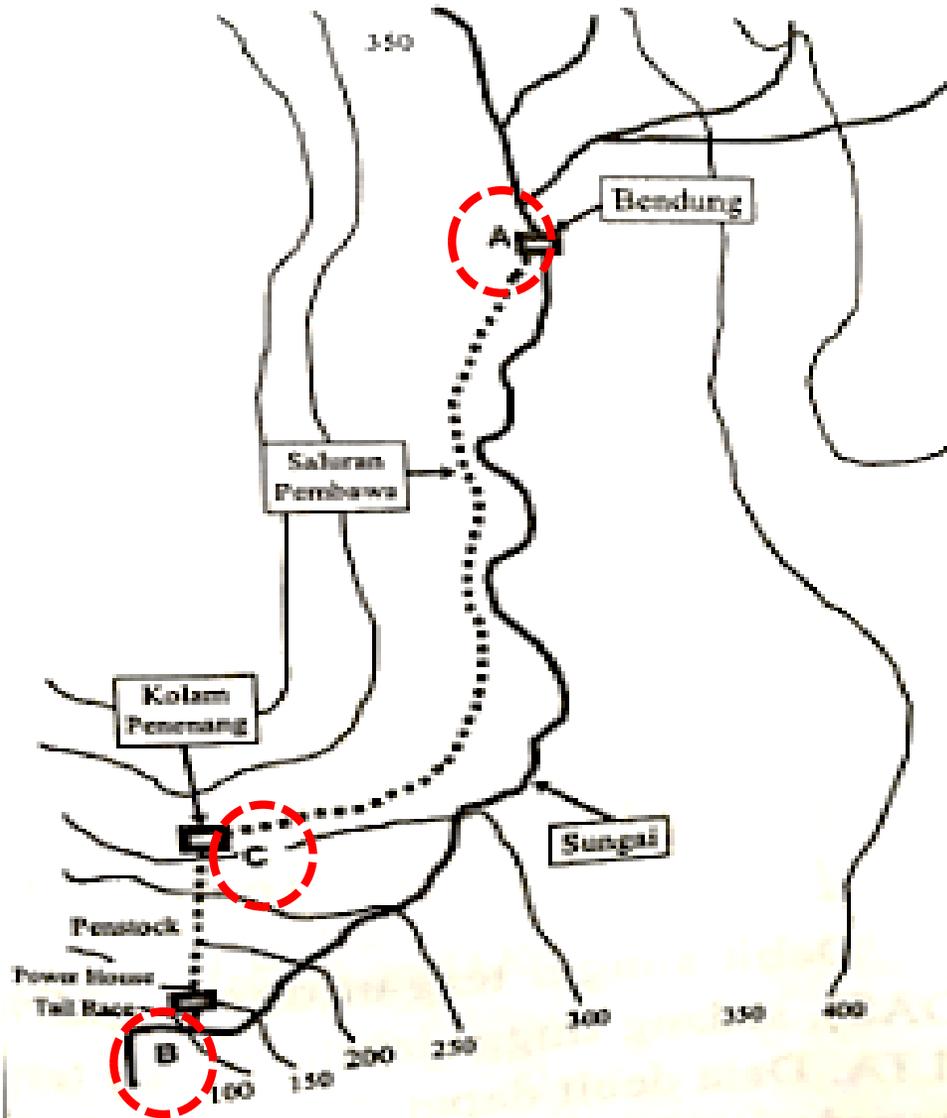
1. Teori Dasar Pembangkit Energi Air
2. Daya Listrik
3. Energi Listrik
4. Skema PLTA
5. **Kriteria Teknis Perencanaan PLTA**



TENAGA AIR (CIV 407)

Rizka Arbaningrum, ST., MT

BAB II SKEMA PLTA



Peta kontur di gambar setiap elevasi 50 m agar tidak terlalu rapat.

Di titik A akan di bangun bendung untuk mengalihkan debit sungai melalui saluran pembawa. Saluran tersebut mempunyai kemiringan jecil dengan mengikuti kontur sekitar 325 m menuju kolam penenang yang berada di titik C. kemiringan saluran pembawa ini antara 0.0005-0.001. dari kolam penenang air di alirkan melalui penstock menuju power house di titik (B).

Dalam menentukan posisi penstock di cari peta kontur yang rapat, yaitu antara titik C dan B yang menunjukan daerah yang terjal sehingga diperoleh penstock yang pendek.

POKOK BAHASAN

1. Teori Dasar Pembangkit Energi Air
2. Daya Listrik
3. Energi Listrik
4. Skema PLTA
5. **Kriteria Teknis Perencanaan PLTA**



Suatu PLTA dengan debit $5 \text{ m}^3/\text{d}$ dan tinggi jatuh 100 m beroperasi selama 250 hari dalam 1 tahun. Efisiensi turbin = 0.85 dan efisiensi generator = 0.9 . Kehilangan tenaga pada penstock adalah 10% dari head. Berapa tenaga listrik yang dibangkitkan ? Hitung pula energi listrik dalam satu tahun.

- Kehilangan energi pada penstock :

$$H_f = 10\% \times 100 = 10 \text{ m}$$

- Tinggi jatuh:

$$H_{eff} = H - H_f = 100 - 10 = 90 \text{ m}$$

- Tenaga Listrik (P)

$$P = 9,81 Q H \eta \quad (\text{kW})$$

$$= 9,81 \times 5 \times 90 \times 0,85 \times 0,9$$

$$= 3.377,092 \text{ kW} = 3,377 \text{ MW}$$

- Energi listrik dalam satu tahun (E):

$$E = P T$$

$$= 3.377,092 \text{ kW} \times 24 \text{ jam} \times 250 \text{ hari}$$

$$= 20.262.555 \text{ kWh}$$

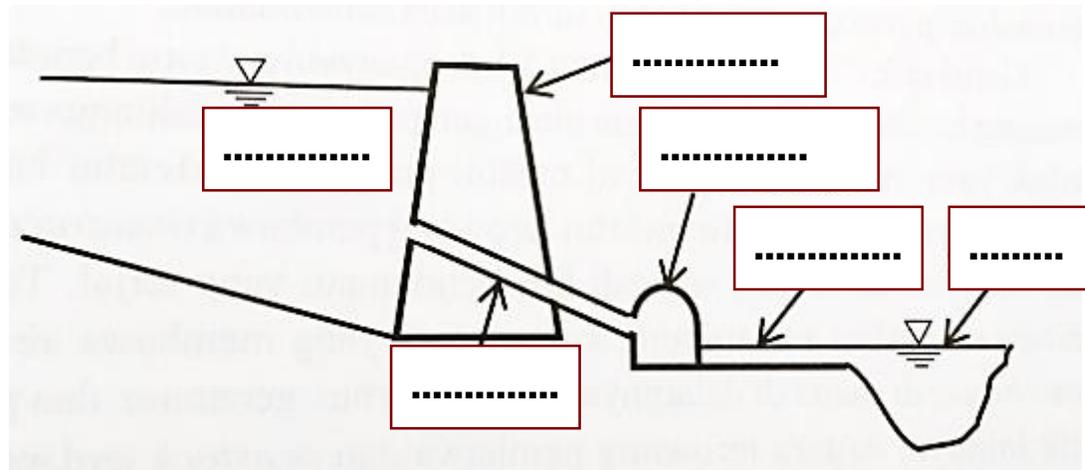


TENAGA AIR (CIV 407)

Rizka Arbaningrum, ST., MT

SOAL TUGAS

1. PT. Jaya berencana membangun PLTA JAYA dengan Energi yang di hasilkan dalam satu bulan adalah sebesar 25.000.000 kWh. Dalam satu bulan PLTA di rencanakan hanya beroperasi selama 25 hari. Dari peta topografi didapat bahwa tinggi jatuh diperkirakan sebesar 85 m. sedangkan nilai efisiensi turbin = 0.85 dan efisiensi generato = 0.9. Hitunglah debit yang diperlukan untuk merealisasikan perencanaan PLTA JAYA tersebut.
2. Gambarlah sketsa PLTA dengan Waduk dibawah ini, berilah keterangan pada bagian yang ksocong.



Catatan :

Kerjakan di selembar kertas, beri nama, nim

Foto/scan hasil tugas, lalu upload di link one drive yang telah di sediakan di menu (Tugas pertemuan 2)

Tugas dikumpulkan paling lambat pada hari jumat, 25 September 2020