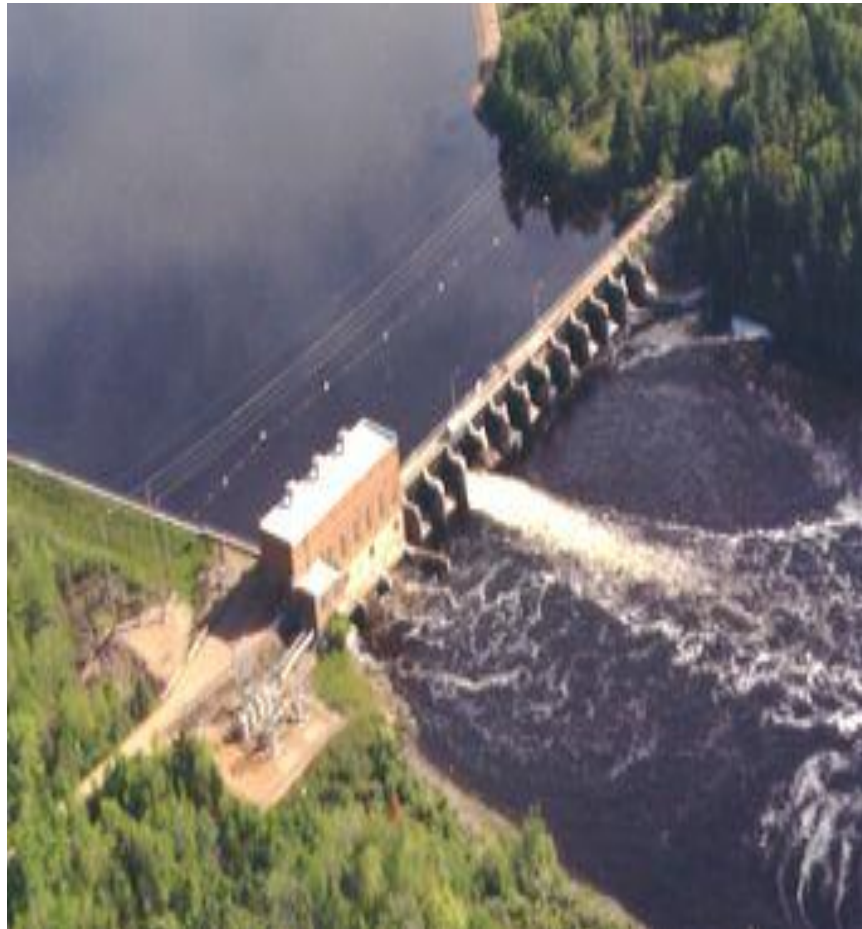


# KONVERSI ENERGI AIR

HASBULLAH, MT

Teknik Elektro  
FPTK UPI, 2009



# LATAR BELAKANG

- Total pembangkit kelistrikan yang dimiliki Indonesia saat ini adalah sebesar 25.218 MW, yang terdiri atas 21.769 MW milik PLN dan 3.450 MW milik swasta.
- Indonesia mempunyai potensi pembangkit listrik tenaga air (PLTA) sebesar 70.000 Mega watt (MW). Potensi ini baru dimanfaatkan sekitar 6 persen atau 3.529 MW atau 14,2 persen dari jumlah energi pembangkitan PT PLN.
- Kondisi tersebut sampai dengan saat ini masih menyisakan banyak persoalan.
- Persoalan-Persoalan tersebut a l :



- **Pertama**, rendahnya pertumbuhan penyediaan tenaga listrik yang rata-rata hanya 6%-9% per tahun, sehingga sangat kurang untuk dapat memenuhi permintaan akan energi listrik nasional
- **Kedua**, tingkat ketergantungan terhadap Bahan Bakar Minyak (BBM) sebagai bahan pembangkit tenaga listrik
- Tahun 2005 pemakaian BBM melonjak kembali menjadi 37,4%. Dan pada 2006 porsi penggunaan BBM saja meleset dari target 22% menjadi 32%.
- **Ketiga**, masih tingginya subsidi listrik, pada 2006 pengeluaran pemerintah untuk subsidi dan terus meningkatnya mencapai Rp. 32,2 triliun
- **Keempat**, masih relatif tingginya tingkat susut jaringan (losses) PLN pada 2006 susut jaringan di PLN mencapai 11,4%, meleset dari target yang ditetapkan (10,2%).



# PEMBANGKIT LISTRIK TENAGA AIR

- Pembangkit Listrik Tenaga Air (PLTA) adalah suatu pembangkitan energi listrik dengan mengubah energi potensial air menjadi energi mekanik oleh turbin dan diubah lagi menjadi energi listrik oleh generator dengan memanfaatkan ketinggian dan kecepatan aliran air
- Energi listrik yang dibangkitkan dari ini biasa disebut sebagai hidroelektrik.
- Bentuk utama dari pembangkit listrik jenis ini adalah generator yang dihubungkan ke turbin yang digerakkan oleh air.



- Kapasitas PLTA diseluruh dunia ada sekitar 675.000 MW ,setara dengan 3,6 milyar barrel minyak atau sama dengan 24 % kebutuhan listrik dunia yang digunakan oleh lebih 1 milyar orang
- Penggunaan tenaga air mungkin merupakan bentuk energi tertua yang pernah dikenal manusia. Perbedaan vertikal antara batas atas dengan batas bawah bendungan dimana terletak turbin air, yang dikenal dengan tinggi terjun.
- Tinggi terjun ini mengakibatkan air yang mengalir akan memperoleh energi kinetic yang kemudian mendesak sudu-sudu turbin. Bergantung kepada tinggi terjun dan debit air, dikenal tiga macam turbin yaitu: Pelton, Francis dan Kaplan.



# JENIS-JENIS PLTA

- PLTA Berdasarkan Tinggi Terjun
- PLTA jenis terusan air (water way)
- Adalah pusat listrik yang mempunyai tempat ambil air (intake) di hulu sungai dan mengalirkan air ke hilir melalui terusan air dengan kemiringan (gradient) yang agak kecil. Tenaga listrik dibangkitkan dengan cara memanfaatkan tinggi terjun dan kemiringan sungai.



# JENIS-JENIS PLTA

- PLTA Jenis DAM /Bendungan
- Adalah pembangkit listrik dengan bendungan yang melintang di sungai, pembuatan bendungan ini dimaksudkan untuk menaikkan permukaan air dibagian hulu sungai guna membangkitkan energi potensial yang lebih besar sebagai pembangkit listrik.
- PLTA Jenis Terusan dan DAM (campuran)
- Adalah pusat listrik yang menggunakan gabungan dari dua jenis sebelumnya, jadi energi potensial yang diperoleh dari bendungan dan terusan.



- PLTA Berdasarkan Aliran Sungai :
- PLTA jenis aliran sungai langsung (run of river)  
Banyak dipakai dalam PLTA saluran air/terusan, jenis ini membangkitkan listrik dengan memanfaatkan aliran sungai itu sendiri secara alamiah.
- PLTA Dengan Kolam Pengatur (Regulating Pond)  
Mengatur aliran sungai setiap hari atau setiap minggu dengan menggunakan kolam pengatur yang dibangun melintang sungai dan membangkitkan listrik sesuai dengan beban.





- Pusat Listrik Jenis Waduk (Reservoir)

Di buat dengan cara membangun suatu waduk yang melintang sungai, sehingga terbentuk seperti danau buatan, atau dapat dibuat dari danau asli sebagai penampung air hujan sebagai cadangan untuk musim kemarau.

- PLTA Jenis Pompa (Pumped Storage)

- Adalah jenis PLTA yang memanfaatkan tenaga listrik yang berlebihan ketika musim hujan atau pada saat pemakaian tenaga listrik berkurang saat tengah malam, pada waktu ini sebagian turbin berfungsi sebagai pompa untuk memompa air yang di hilir ke hulu, jadi pembangkit ini memanfaatkan kembali air yang dipakai saat beban puncak dan dipompa ke atas lagi saat beban puncak terlewati.

# DASAR KONVERSI ENERGI AIR

- Dalam pembangkitan listrik tenaga air energi yang banyak digunakan adalah energi potensial

- $E_p = m \cdot g \cdot H$

dengan      E      = Energi Potensial

              m      = Massa

              g      = Percepatan Gravitasi

              h      = Tinggi relatif terhadap

- permukaan bumi



- Atau bisa ditulis dengan

$$dE = dm \cdot g \cdot H$$

Dimana  $dE$  merupakan energi yang dibangkitkan oleh elemen masa  $dm$  yang melalui jarak  $h$ .

- Jika  $Q$  didefinisikan sebagai debit air menurut rumus maka:

$$Q = dm/dt,$$

dengan  $dm$  : elemen masa air

$dt$  : elemen waktu



- Dari turunan rumus diatas, daya yang dibangkitkan olehh suatu pembangkit adalah :

- $P = g \cdot Q \cdot H$

- Jika dihubungkan dengan efisiensi, maka

$$P = \eta \cdot g \cdot Q \cdot H$$

Dimana :

P = daya

$\eta$  = efisiensi

g = Percepatan Grapitasi

Q = Debit air

h = Tinggi relatif terhadap permukaan bumi



Untuk keperluan estimasi pertama secara kasar, dipergunakan rumus sederhana berikut:

$$P = f \cdot Q \cdot h$$

Dengan

P	= Daya
f	= Faktor efisiensi (antara 0,7 dan 0,8)
Q	= Debit air
h	= Tinggi relatif terhadap permukaan bumi



# KOMPONEN-KOMPONEN PLTA

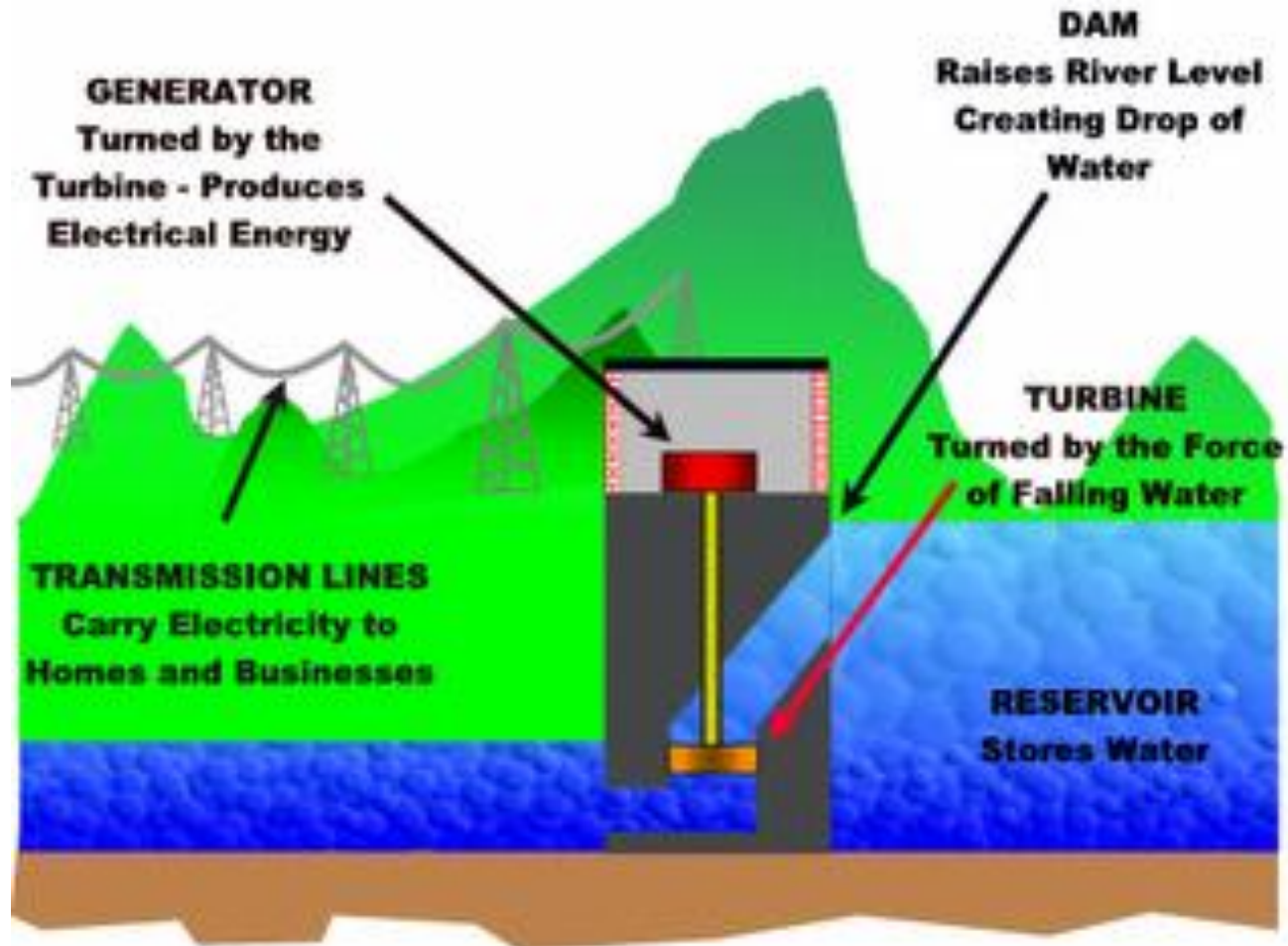
- Komponen – komponen dasar PLTA berupa **dam, turbin, generator, transmisi dan reservoir air.**

Dam (Bendungan) :

- Berfungsi untuk :menampung air dalam jumlah besar karena turbin memerlukan pasokan air yang cukup dan stabil.
- Selain itu juga berfungsi untuk pengendalian banjir. contoh waduk Jatiluhur yang berkapasitas 3 miliar kubik air dengan volume efektif sebesar 2,6 miliar kubik.



# KOMPONEN-KOMPONEN PLTA



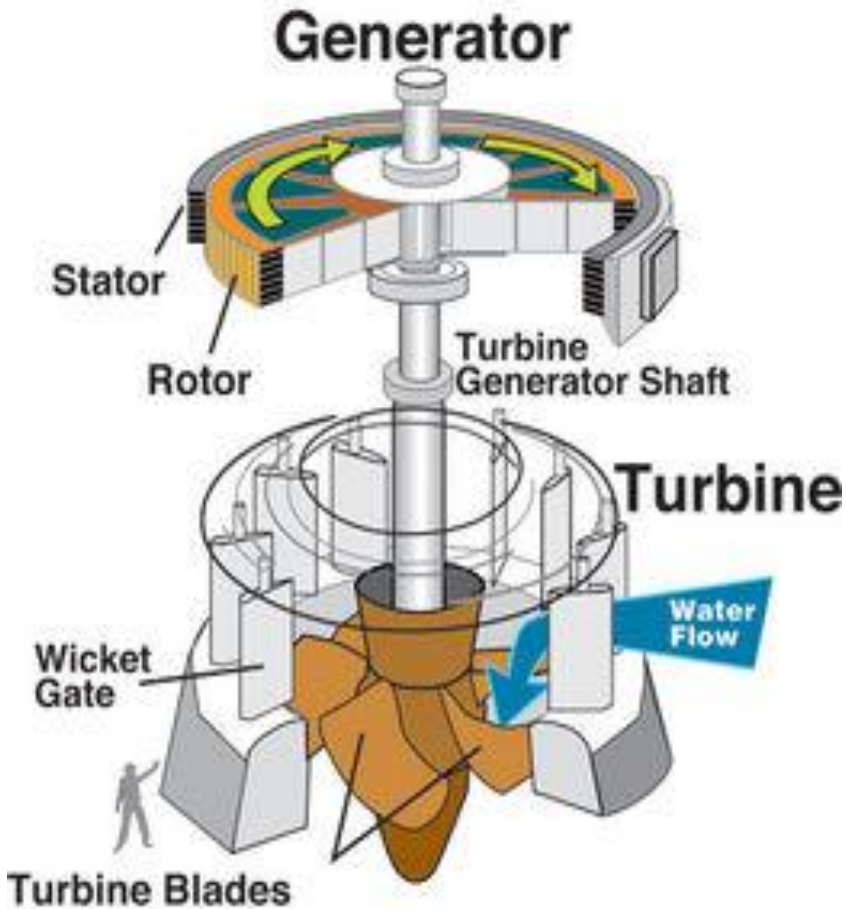
# KOMPONEN-KOMPONEN PLTA

- Turbin
- Turbin berfungsi untuk mengubah energi potensial menjadi energi mekanik. Air akan memukul sudu – sudu dari turbin sehingga turbin berputar. Perputaran turbin ini dikopel ke generator sehingga generator ikut berputar dan menghasilkan listrik.
- Turbin terdiri dari berbagai jenis seperti turbin Francis, Kaplan, Pelton, dll.





# KOMPONEN-KOMPONEN PLTA



- Generator dihubungkan ke turbin dengan bantuan poros dan gearbox.
- Memanfaatkan perputaran turbin untuk memutar kumparan magnet didalam generator sehingga terjadi pergerakan elektron yang membangkitkan arus AC

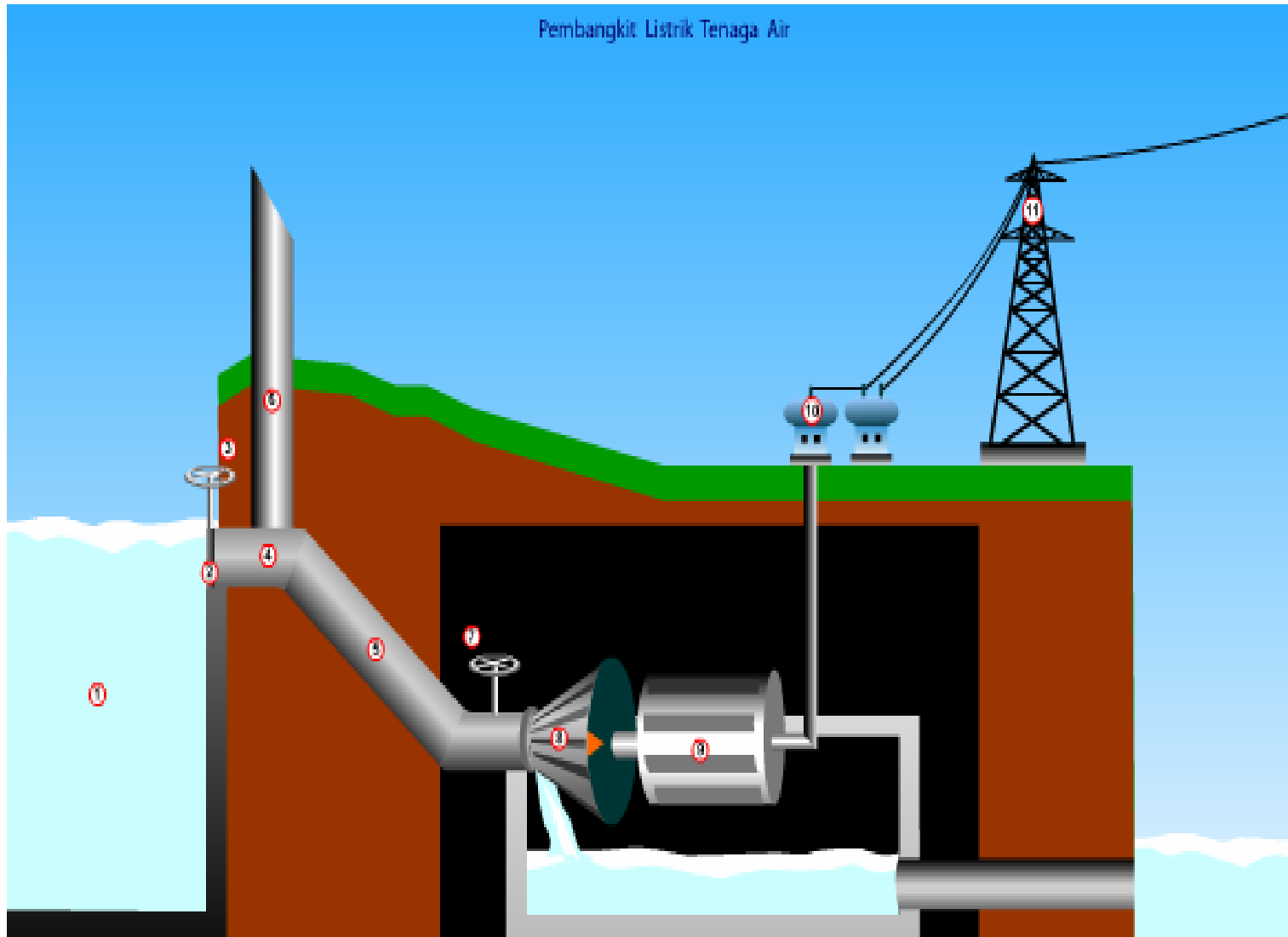


# KOMPONEN-KOMPONEN PLTA

- Transmisi berguna untuk mengalirkan listrik dari PLTA ke gardu distribusi. Sebelum listrik kita pakai tegangannya di turunkan lagi dengan trafo step down di gardu distribusi.
- Arus yang keluar dari trafo distribusi adalah sebesar tegangan yang biasa digunakan di rumah-rumah yaitu sekitar 220 Volt.
- Hal ini dilakukan karena tegangan pada Transmisi sangat besar jadi semua alat rumah tangga pasti langsung rusak bila diberi tegangan langsung dari Transmisi



# BAGIAN-BAGIAN PLTA



# BAGIAN-BAGIAN PLTA

## ○ Ket:

- 1) Sungai/ bendungan/ tempat penampungan air
- 2) Intake yaitu pintu masuk air dari sungai
- 3) Katup pengaman berfungsi sebagai katup pengatur intake
- 4) Headrace tunnel
- 5) Penstock
- 6) Surge tank berfungsi sebagai pengaman tekanan air yang tiba-tiba naik saat katup ditutup
- 7) Main Stop Valve berfungsi sebagai katup pengatur turbin
- 8) Turbin berfungsi mengubah energi potensial air menjadi energi gerak
- 9) Generator berfungsi sebagai penghasil energi listrik dan energi gerak yang dihasilkan turbin
- 10) Main transformer berfungsi sebagai converter listrik yang dihasilkan oleh turbin menjadi listrik yang akan di transmisikan.
- 11) Transmission line berfungsi sebagai penyalur energi listrik ke konsumen



o Terima kasih



# TUGAS 1

1. Jelaskan perbedaan dari jenis-jenis Turbin berikut :
  - a. Francis, b. Kaplan, c. Pelton
2. Jelaskan Perbedaan dari sistem pembangkitan PLTA dengan PLTMH, yang meliputi Prinsip kerjanya, Komponen Utamanya dan Daya yang dihasilkannya

