

REAKTOR NUKLIR



Sulistyani, M.Si.
Email: sulistyani@uny.ac.id

Reaktor Nuklir

- Reaktor Nuklir pertama kali dibuat oleh Fermi tahun 1942.
- Reaktor nuklir dikelompokkan menjadi reaktor penelitian dan reaktor daya.
- Reaktor penelitian dirancang sebagai penghasil neutron yang dapat digunakan untuk pembuatan radionuklida, untuk analisis, dsb.
- Reaktor daya dirancang untuk menghasilkan daya, misalnya pembangkit tenaga listrik, penggerak kapal selam.

- Pada reaktor nuklir berlangsung reaksi pembelahan inti (reaksi fisi) berantai secara terus menerus dan terkendali.
- Ada dua reaksi fisi, yaitu reaksi fisi dengan neutron cepat (n^*) dan reaksi fisi dengan neutron termal. Ex:

$${}^1_0n + {}^{235}_{92}\text{U} \rightarrow {}^{236}_{92}\text{U}^* \rightarrow {}^{144}_{56}\text{Ba} + {}^{89}_{36}\text{Kr} + 3 {}^1_0n + E$$

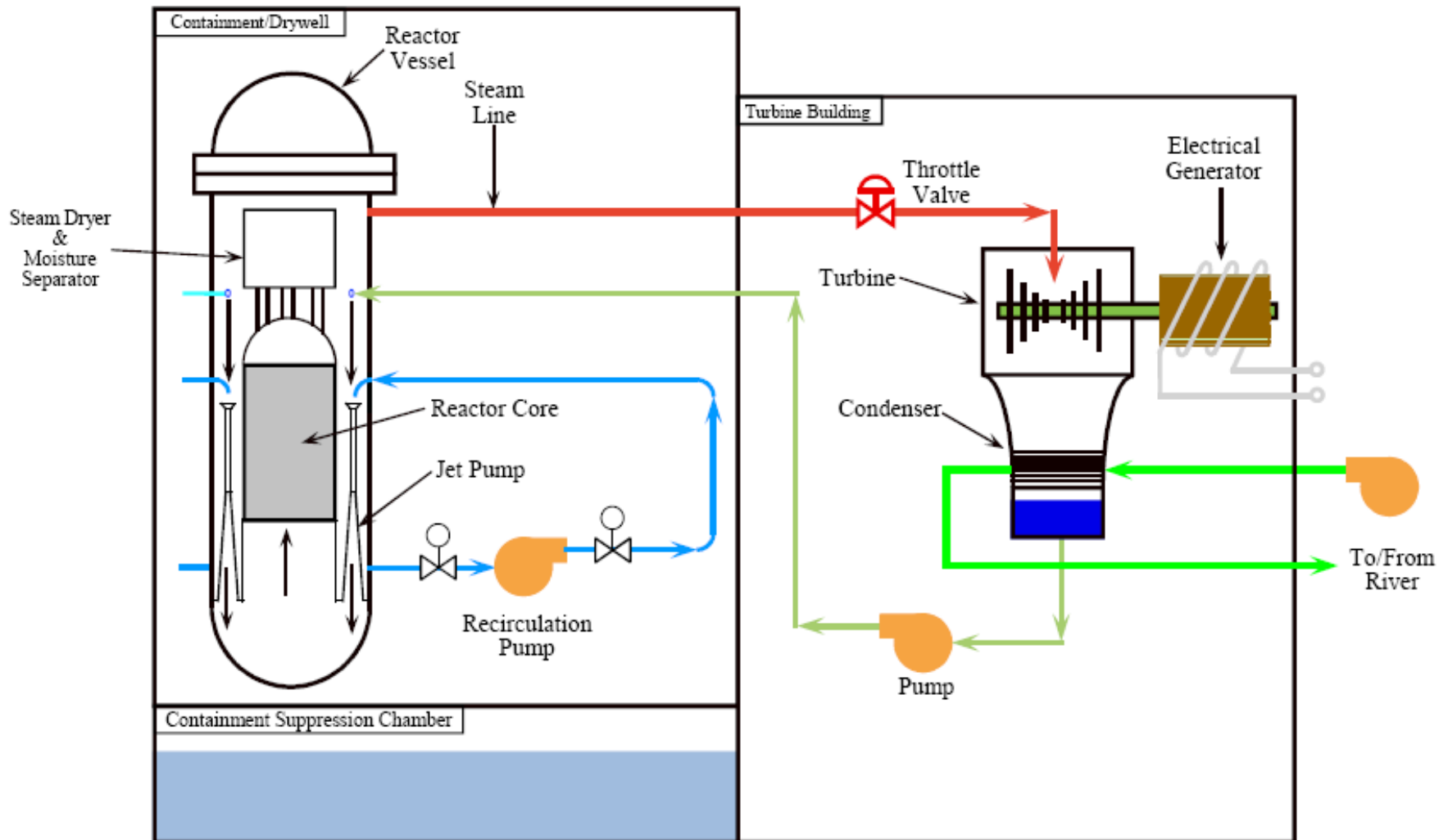
$${}^1_0n + {}^{235}_{92}\text{U} \rightarrow {}^{236}_{92}\text{U}^* \rightarrow {}^{140}_{56}\text{Ba} + {}^{94}_{36}\text{Kr} + 2 {}^1_0n + E$$

- Energi yang dihasilkan pada reaksi fisi tersebut ~ 200 MeV dan energi neutron yang dihasilkan ~ 2 MeV.
- Agar neutron dapat melangsungkan reaksi fisi selanjutnya, neutron harus diperlambat menjadi neutron termal. Alat yang digunakan untuk memperlambat neutron disebut moderator (air, air berat (D_2O), berilium, atau grafit).
- Reaksi fisi selanjutnya dikendalikan dengan menggunakan batang kendali, berfungsi menyerap neutron hingga jumlah neutron di dalam teras reaktor sesuai keperluan. Dengan kata lain batang kendali mengatur jumlah reaksi fisi dan jumlah energi yang dihasilkan. Bahan batang kendali: kadmium, boron, atau hafnium.

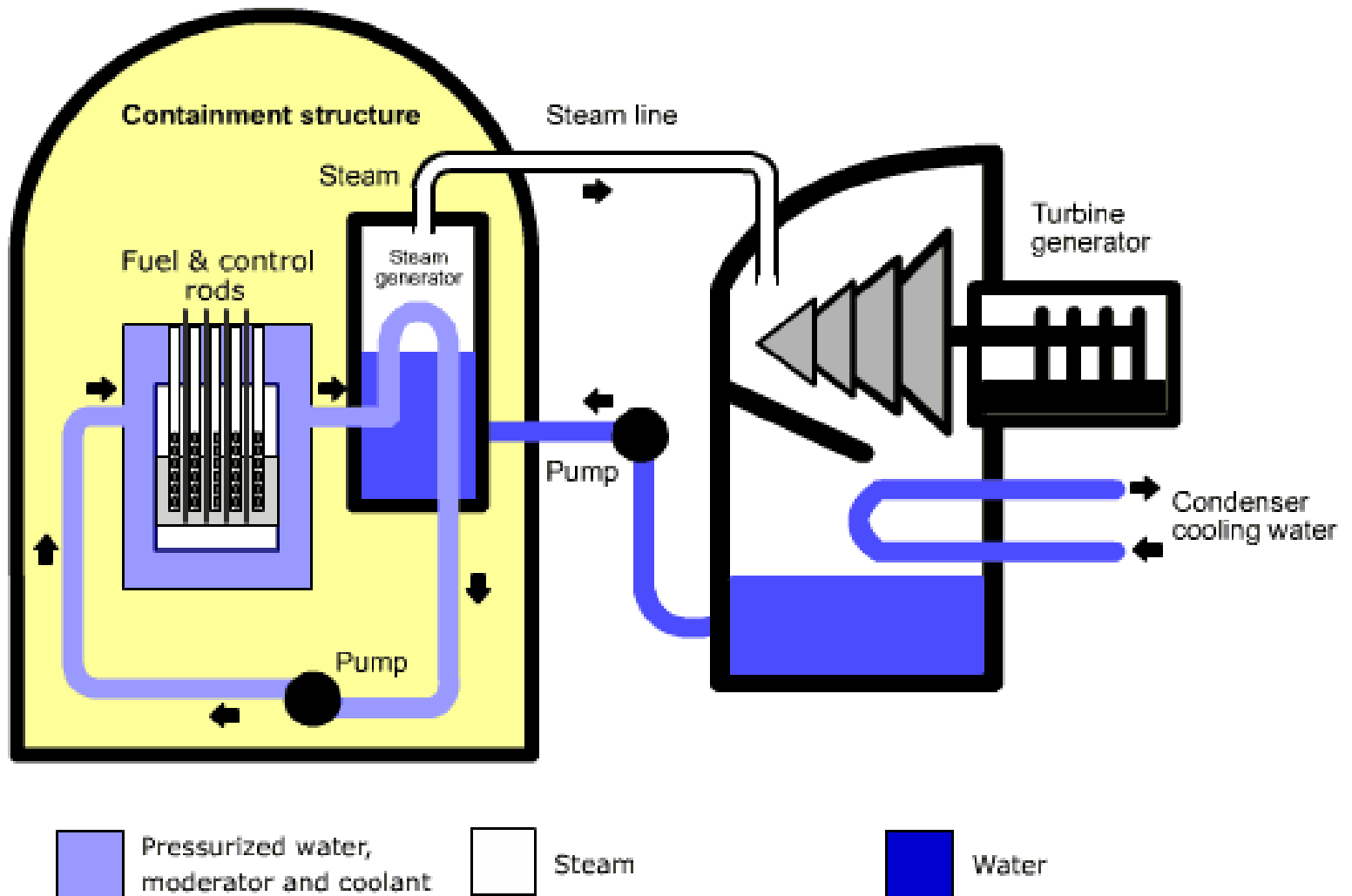
Komponen-komponen reaktor nuklir

- Tangki reaktor,
- Perisai radiasi
- Teras reaktor, merupakan susunan elemen bahan bakar, batang kendali ditempatkan pada lubang-lubang plat kisi menurut konfigurasi tertentu, dan reflektor.
- Fasilitas irradiasi dan eksperimen
 - Penyalur berkas neutron, berfungsi untuk irradiasi sampel dengan ukuran agak besar.
 - Kolom termal, berfungsi untuk irradiasi dengan neutron termal.
 - Saluran tengah, berfungsi untuk keperluan irradiasi atau eksperimen dengan fluks neutron maksimum.
 - Fasilitas bulk shielding, berupa bak air yang dihubungkan dengan kolom termalisasi. Komponen ini digunakan untuk eksperimen perisai dan untuk menyimpan sementara bahan bakar bekas.
 - Perangkat subkritik, sebagai sumber neutron tetap
 - Sistem pemindah pneumatik, berfungsi memasukkan dan mengeluarkan sampel dari dalam teras secara cepat.

Boiling Water Reactor

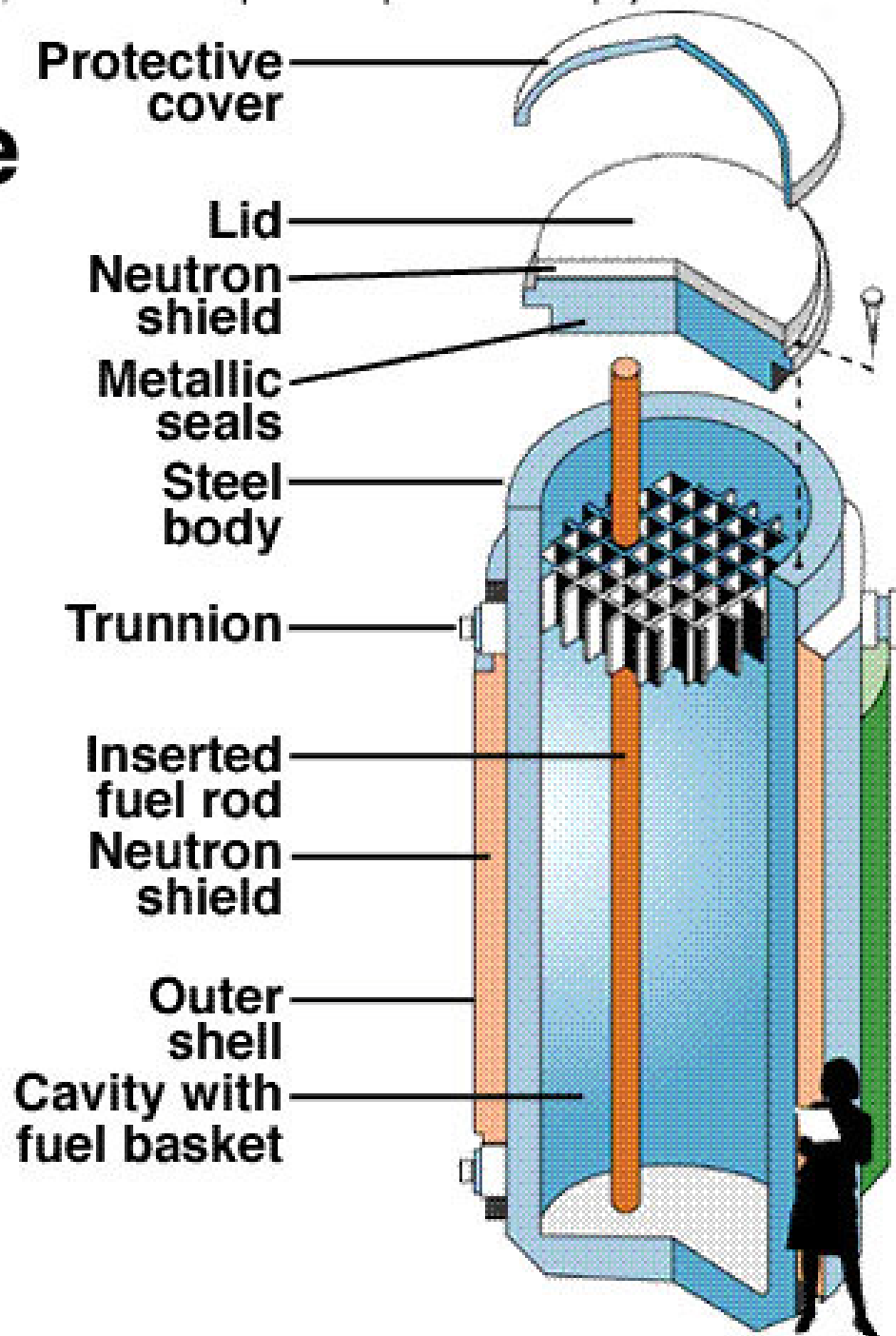


Pressurized Water Reactor



Source:

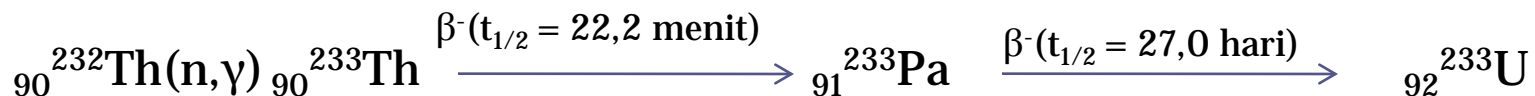
Dry Cask Storage



Bahan Bakar Nuklir

- Bahan bakar nuklir adalah bahan yang dapat mengalami reaksi fisi.
- Bahan bakar yang paling banyak digunakan adalah uranium.
- Uranium di alam tidak dalam keadaan bebas, tetapi dalam bentuk mineralnya, di antaranya pitchblende, uranit, dan carnotite.
- Uranium di alam terdapat 2 isotop, yaitu ${}_{92}^{235}\text{U}$ (0,7% berat) dan ${}_{92}^{238}\text{U}$ (99,3% berat).
- ${}_{92}^{235}\text{U}$ merupakan bahan fisil, yaitu bahan dapat belah artinya dapat langsung bereaksi dengan neutron termal melakukan reaksi fisi nuklir.
- ${}_{92}^{238}\text{U}$ merupakan bahan fertil, yaitu bahan tidak dapat belah artinya tidak dapat melangsungkan reaksi fisi dengan neutron termal. Nuklida fertil lainnya adalah ${}_{90}^{232}\text{Th}$.
- ${}_{92}^{238}\text{U}$ dan ${}_{90}^{232}\text{Th}$ dapat diubah menjadi bahan fisil lain, yaitu ${}_{94}^{239}\text{Pu}$ dan ${}_{92}^{233}\text{U}$.

Reaksinya:



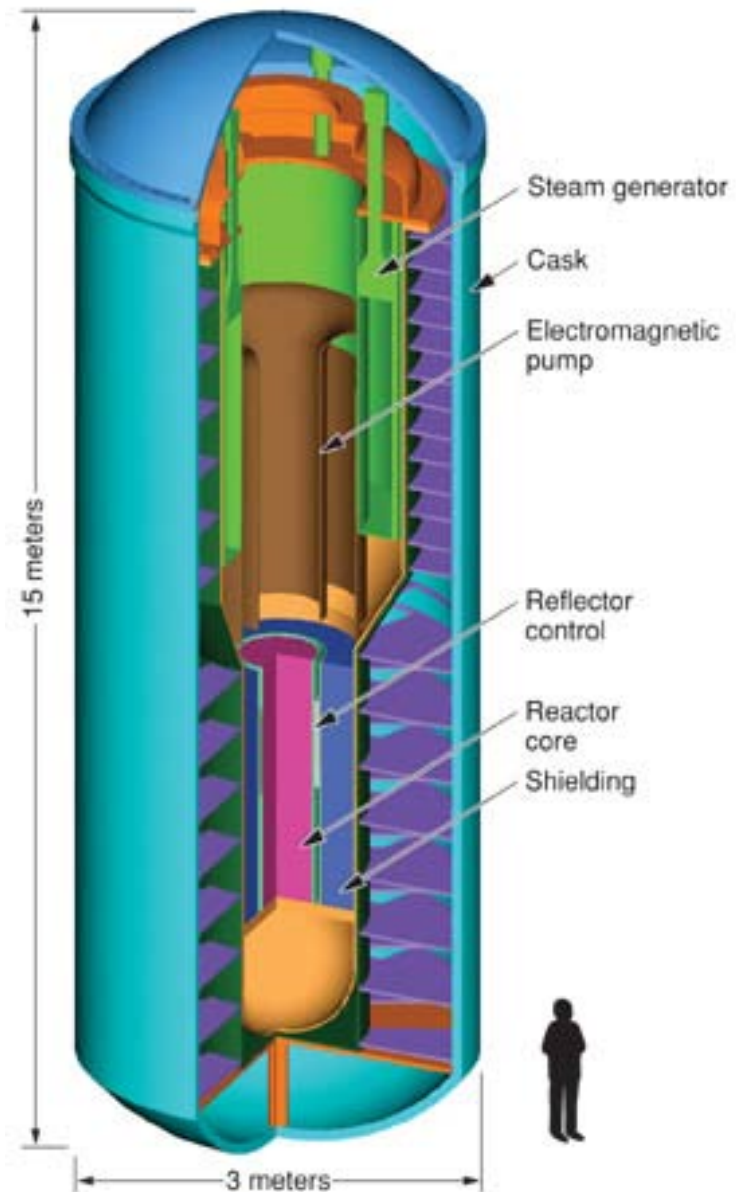
- **ADVANTAGES**

- Nuclear power generation does emit relatively low amounts of carbon dioxide (CO₂). The emissions of green house gases and therefore the contribution of nuclear power plants to global warming is therefore relatively little.
- This technology is readily available, it does not have to be developed first.
- It is possible to generate a high amount of electrical energy in one single plant

- **DISADVANTAGES**

- Nuclear power plants as well as nuclear waste could be preferred targets for terrorist attacks..
- During the operation of nuclear power plants, radioactive waste is produced, which in turn can be used for the production of nuclear weapons.
- Nuclear reactors have a high risk, especially if there is leakage.

Reaktor Nuklir Portable



- **Charge particle accelerator = pemercepat partikel bermuatan**