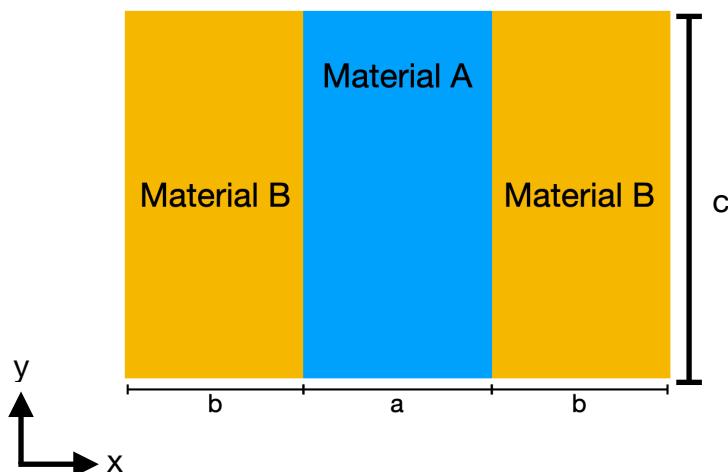


Tugas Komputasi Nuklir 2025

(Pengganti UAS)

Dua jenis material, yaitu **material A** dan **material B**, disusun sebagaimana ditunjukkan pada gambar di bawah ini. Susunan ini membentuk geometri dua dimensi (2-D) ke arah **sumbu x** dan **sumbu y**, dengan ukuran pada arah sumbu z dianggap tak hingga besar.



Neutron dihasilkan secara merata (homogen) di seluruh bagian material A oleh sumber neutron, sedangkan di material B tidak ada neutron yang dihasilkan. Neutron-neutron tersebut memiliki energi yang mengikuti distribusi Watt dan bergerak dengan arah isotropik (arah gerak merata ke segala arah). Saat bergerak, neutron dapat berinteraksi dengan material A atau material B (jika neutron melewati permukaan batas antara material A dan material B). Interaksi yang terjadi meliputi serapan neutron dan hamburan neutron. Tampang lintang reaksi bergantung pada fungsi energi neutron.

Jika terjadi reaksi hamburan, neutron akan terhambur secara isotropik, dan energi neutron berubah sesuai dengan persamaan berikut:

$$\frac{E_2}{E_1} = \frac{(1 + \alpha) + (1 - \alpha) \cos \phi}{2}$$

di mana E_1 dan E_2 masing-masing merupakan energi neutron sebelum dan sesudah terhambur, ϕ adalah sudut hamburan, dan:

$$\alpha = \left(\frac{A - 1}{A + 1} \right)^2$$

di mana A adalah nomor massa material.

Ketentuan Tugas:

- Tentukan jenis material dan ukuran geometri sesuai dengan data yang tercantum pada tabel di bawah ini.
- Jenis material ditentukan dengan membagi **NIU** dengan angka **12**. Sisa hasil bagi (modulus) dari pembagian tersebut menunjukkan kombinasi material yang digunakan.
- Ukuran geometri ditentukan dengan membagi **NIU** dengan angka **8**. Sisa hasil bagi (modulus) dari pembagian tersebut menunjukkan kombinasi ukuran geometri yang digunakan.

Kombinasi (NIU mod 12)	Material A	Material B
0	Berilium	Grafit
1	Berilium	Besi
2	Berilium	Timbal
3	Grafit	Berilium
4	Grafit	Besi
5	Grafit	Timbal
6	Besi	Berilium
7	Besi	Grafit
8	Besi	Timbal
9	Timbal	Berilium
10	Timbal	Grafit
11	Timbal	Besi

Kombinasi (NIU mod 8)	a (cm)	b (cm)	c (cm)
0	15	15	15
1	15	15	45
2	15	45	15
3	15	45	45
4	45	15	15
5	45	15	45
6	45	45	15
7	45	45	45

- Unduh data tampang lintang total dan hamburan dari eLOK.
- Data material dapat dilihat pada tabel berikut

Material	Lambang unsur	Densitas (g/cm ³)	Z	A	MAT
Berilium	Be	1,845	4	9	425
Grafit	C	2,26	6	12	600
Besi	Fe	7,874	26	56	2631
Timbal	Pb	11,35	82	208	8237

- Data reaksi adalah sebagai berikut :

MT = 1 (tampang lintang total)

MT = 2 (tampang lintang hamburan)

- Format nama file tampang lintang : MAT-MT.html

- **Tugas penyusunan diagram alir**

- Buatlah diagram alir (*flowchart*) program Monte Carlo untuk mensimulasikan gerakan dan interaksi neutron pada susunan geometri seperti yang telah dijelaskan sebelumnya.
 - Diagram alir harus mencakup langkah-langkah utama simulasi, seperti:
 1. Inisialisasi posisi dan energi neutron.
 2. Penentuan arah gerakan neutron secara isotropik.
 3. Identifikasi jenis interaksi (penyerapan atau hamburan).
 4. Proses pembaruan energi dan arah jika terjadi hamburan.
 5. Penghentian pelacakan jika neutron diserap atau keluar dari geometri.
 - Pastikan diagram alir Anda menggambarkan logika program dengan jelas, termasuk penanganan kondisi untuk melanjutkan atau mengakhiri simulasi.
 - Sertakan diagram alir tersebut ke dalam notebook Jupyter sebagai bagian dari dokumentasi tugas.

- **Tugas penyusunan program simulasi Monte Carlo**

- Buatlah program Python berdasarkan diagram alir (*flowchart*) yang telah dibuat sebelumnya untuk mensimulasikan gerakan dan interaksi neutron pada susunan geometri yang telah dijelaskan.
- Program yang disusun melakukan simulasi Monte Carlo analog dan non-analog (melalui metode reduksi varians).
- Program harus dapat menghitung:
 - a. Fraksi neutron yang diserap di Material A.
 - b. Fraksi neutron yang diserap di Material B.
 - c. Fraksi neutron yang lolos dari permukaan luar Material A dan Material B.

- Selain itu, program harus menghasilkan visualisasi berupa:
 - a. Histogram energi neutron yang dihasilkan di Material A.
 - b. Histogram energi neutron yang lolos dari permukaan luar Material A dan Material B.
 - c. Jejak lintasan partikel sejak dilahirkan sampai diserap atau keluar material. Cukup menggunakan sampel partikel saja, misal 50 atau 100 partikel pertama, agar dapat memperlihatkan jejak lintasan dengan jelas.

- **Catatan Penting:**

- Jumlah neutron yang disimulasikan harus cukup besar untuk memastikan hasil statistik yang memadai. Disarankan untuk mensimulasikan jumlah neutron dalam orde puluhan ribuan atau lebih, tergantung pada tingkat akurasi yang diinginkan.
- Pemilihan energi neutron yang dihasilkan oleh sumber neutron menggunakan metode *sampling rejection*.
- Berhati-hatilah saat neutron melewati batas antara dua daerah material. Ketika ini terjadi, posisi neutron harus disesuaikan dengan langkah-langkah berikut:
 1. Jika neutron berada di material A, panjang lintasan dihitung berdasarkan nilai Σ_t milik material A.
 2. Jika panjang lintasan yang dihitung melebihi jarak menuju batas bidang, artinya neutron akan melintasi batas dan memasuki material B. Dalam hal ini:
 - Posisi neutron harus digeser ke titik batas bidang.
 - Setelah itu, lakukan perhitungan ulang panjang lintasan dengan menggunakan nilai Σ_t milik material B. Arah atau sudut lintasan tetap sama seperti sebelumnya.

Proses ini memastikan bahwa simulasi menangani transisi antar material dengan akurasi yang sesuai.

- **Tugas Video Presentasi:**

- Buatlah video presentasi yang menjelaskan langkah-langkah pemrograman yang dilakukan untuk mensimulasikan gerakan dan interaksi neutron, sesuai dengan diagram alir yang telah dibuat.
- Dalam video, pastikan untuk:

- Menjelaskan diagram alir, logika program dan fungsi-fungsi utama yang digunakan.
- Menampilkan hasil simulasi, termasuk fraksi neutron yang diserap di Material A, Material B, dan yang lolos dari Material A dan B.
- Menunjukkan visualisasi hasil, seperti histogram energi neutron dan jejak lintasan partikel.
- Unggah video tersebut ke platform media online, seperti YouTube.
- Sertakan tautan video dalam notebook Jupyter yang telah dikerjakan sebagai bagian dari dokumentasi.