



Program Studi Teknik Elektro ITB

Nama Kuliah (Kode) : Praktikum Pemecahan Masalah dengan C (EL2208)
Tahun / Semester : 2021-2022 / Genap
Modul : 4 - Structures and Dynamic Arrays
Hari, Tanggal Praktikum : Rabu, 16 Maret 2022

Naskah Soal Praktikum

Pembuat Naskah: Hudzaifah Afif Al Fatih Nasution, Elkhan Julian Brillianshah

Ketentuan:

1. Kerjakanlah satu dari dua soal berikut pada *template repository* yang anda peroleh ketika mengambil *assignment* di GitHub Classroom praktikum!
2. *Commit* yang dilakukan setelah sesi praktikum berakhir tidak akan dipertimbangkan dalam penilaian.
3. *Header* setiap *file* harus mengikuti format yang telah disediakan pada *file template repository*. *Header* yang tidak mengikuti format tersebut tidak akan dinilai.
4. Buku catatan laboratorium yang berisi alasan pemilihan soal, *flowchart*, dan *data flow diagram* dari solusi yang anda buat dikumpulkan ke tugas.stei.itb.ac.id paling lambat pukul 11.00 WIB satu hari kerja setelah sesi praktikum.
5. Solusi soal pertama harus dapat dikompilasi dengan perintah `make soal-01` dan menghasilkan *file executable* dengan nama `soal-01`. Demikian pula, soal kedua harus dapat dikompilasi dengan perintah `make soal-02` dan menghasilkan *file executable* dengan nama `soal-02`.
6. Bila diperlukan, sesuaikanlah isi *Makefile* yang tersedia pada *template repository* untuk memenuhi syarat kompilasi dan *file* keluaran di atas!

Soal 1

Perkalian matriks adalah salah satu operasi aljabar linier yang paling penting. Salah satu aplikasi penting dari perkalian matriks adalah *machine learning* dimana aktivasi dari suatu layer adalah hasil perkalian matriks dari matriks beban dan input dari layer sebelumnya.

Sayangnya operasi matriks dalam C kurang fleksibel, sebelum dilakukan operasi pada matriks di C diperlukan perhitungan atas dimensi matriks tersebut, untuk mempercepat proses ini, kita akan mengimplementasikan perkalian matriks menggunakan struct. Dalam struct yang akan kita buat, matriks dapat disimpan beserta ukurannya, sehingga perkalian bisa langsung dilakukan.

Program akan menerima input berupa ukuran matriks A dan B, apabila ukuran matriks sesuai maka program akan mencetak matriks hasil perkalian keduanya. Bila tidak maka program akan mencetak *error message* "Ukuran matriks A dan B tidak sesuai." Agar tidak perlu berulang kali melakukan input pada matriks, inisialisasi elemen setiap matriks A dan B pada baris ke-i dan kolom ke-j dengan nilai $(i-1) * \text{jumlah kolom} + (j-1)$.

Misalkan matriks A dengan ukuran $3 * 3$ maka akan berisi

0	1	2
3	4	5
6	7	8

Sementara matriks B dengan ukuran $3 * 2$ akan berisi

0	1
2	3
4	5

Hasil perkalian keduanya adalah

10	13
28	40
46	67

Contoh Eksekusi Program (garis bawah menandakan input)

#1

```
Jumlah baris matrix A: 2  
Jumlah kolom matrix A: 2  
Jumlah baris matrix B: 2  
Jumlah kolom matrix B: 2  
2 3  
6 11
```

#2

```
Jumlah baris matrix A: 3  
Jumlah kolom matrix A: 3  
Jumlah baris matrix B: 3  
Jumlah kolom matrix B: 3  
Hasil perkalian matriks A*B:  
15 18 21  
42 54 66  
69 90 111
```

#3

```
Jumlah baris matrix A: 1  
Jumlah kolom matrix A: 1  
Jumlah baris matrix B: 2  
Jumlah kolom matrix B: 2  
Ukuran matriks A dan B tidak sesuai.
```

Soal 2

Robet ingin dapat menentukan kestabilan sebuah sistem LTI berdasarkan polinomial pada penyebut fungsi transfer dari sistem yang sedang ia amati dengan cepat. Hal tersebut dapat dilakukan dengan melakukan pembuatan dan penafsiran tabel Routh yang disederhanakan. Bantu Robet dalam mencapai keinginannya dengan cara membuat program C yang menerima masukan berupa koefisien-koefisien polinomial yang dipisahkan dengan spasi dan keluaran berupa pesan kestabilan sistem seperti pada contoh.

Misalkan sebuah polinomial $D(s)$ adalah polinomial pada penyebut fungsi transfer dengan $D(s)$ seperti pada persamaan di bawah.

$$D(s) = a_1 s^4 + a_2 s^3 + a_3 s^2 + a_4 s + a_5 = 0$$

Maka tabel Routh dibuat dengan langkah-langkah berikut:

1. Membuat tabel

Misalkan n adalah derajat polinomial, maka tabel Routh akan berukuran $(n + 1) \times \left\lfloor \frac{n+1}{2} \right\rfloor$ yang pada kasus ini adalah 5×3 seperti pada tabel di bawah

S^4	0	0	0
S^3	0	0	0
S^2	0	0	0
S^1	0	0	0
S^0	0	0	0

2. Mengisi dua baris pertama tabel Routh

Dua baris pertama pada tabel Routh berisikan koefisien-koefisien setiap suku pada polinomial yang dimasukkan seperti pada tabel berikut

S^4	a_1	a_3	a_5
S^3	a_2	a_4	0
S^2	0	0	0
S^1	0	0	0
S^0	0	0	0

3. Mengisi nilai-nilai lain pada tabel Routh

Pengisian nilai-nilai lain adalah seperti pada tabel berikut.

S^4	a_1	a_3	a_5
S^3	a_2	a_4	0
S^2	b_1	b_2	0
S^1	b_3	0	0
S^0	b_4	0	0

Dengan:

$$b_1 = \frac{- \begin{vmatrix} a_1 & a_3 & a_2 & a_4 \end{vmatrix}}{a_2} = - \frac{a_1 a_4 - a_2 a_3}{a_2}$$

$$b_2 = \frac{- \begin{vmatrix} a_1 & a_5 & a_2 & 0 \end{vmatrix}}{a_2} = - \frac{a_1 a_4 - a_2 \times 0}{a_2}$$

$$b_3 = \frac{- \begin{vmatrix} a_2 & a_4 & b_1 & b_2 \end{vmatrix}}{b_1} = - \frac{a_2 b_2 - b_1 a_4}{b_1}$$

$$b_4 = \frac{- \begin{vmatrix} b_1 & b_2 & b_3 & 0 \end{vmatrix}}{b_3} = - \frac{b_1 \times 0 - b_3 b_2}{b_3}$$

Perhatikan bahwa nilai-nilai pada tabel didapatkan dari determinan matrix 2x2 yang terdiri dari nilai-nilai lainnya pada tabel serta proses pengisian tabel harus dilakukan baris demi baris. Perhatikan pula bahwa jika matrix 2x2 tidak dapat dibuat atau nilainya dapat dipastikan 0 maka nilai pada sel adalah 0.

Perhatikan bahwa nilai 0 pada kolom pertama dapat memberikan hasil yang tidak terdefinisi. Ada dua kasus untuk menangani hal tersebut yaitu:

- Jika didapatkan sebuah baris memiliki nilai 0 pada kolom pertama namun terdapat nilai tidak nol pada kolom lainnya di baris yang sama, maka ganti nilai tersebut dengan 10^{-100} ($10e-100$) untuk mengaproksimasi pengambilan limit.
- Jika didapatkan bahwa sebuah baris berisi 0 semua, maka terjadi kasus spesial.

Setelah tabel Routh dibuat, maka langkah selanjutnya adalah untuk menafsirkan tabel tersebut. Penafsiran tabel Routh dilakukan dengan cara melihat apakah ada pergantian tanda pada kolom pertama tabel berdasarkan kasus-kasus berikut:

- Jika ada pergantian tanda maka polinomial memiliki akar di sebelah kanan bidang kompleks sehingga sistem dikatakan tidak stabil.
- Jika tidak ada pergantian tanda pada kolom pertama, maka sistem dikatakan stabil
- Jika terdapat baris yang berisi 0 semua, maka sistem dikatakan tidak stabil atau stabil marginal

Catatan:

- Polinomial yang dimaksud untuk contoh 1, 2, dan 3 secara berurutan adalah $s^2 + 1$, $s^2 - 2s + 1$, dan $s^2 + 2s + 1$
- Gunakan struct DoubleMatrix dan DoubleArray yang disediakan pada template kode
- Masukkan yang diawali dengan 0 dianggap tidak valid
- Asumsikan semua masukkan valid
- Apabila anda belum paham dengan tabel Routh, silakan minta penjelasan lebih lanjut kepada asisten.

Contoh Eksekusi Program (garis bawah menandakan input)

```
#1
Masukkan koefisien-koefisien : 1 0 1
Sistem tidak stabil atau stabil marginal

#2
Masukkan koefisien-koefisien : 1 -2 1
Sistem tidak stabil

#3
Masukkan koefisien-koefisien : 1 2 1
Sistem stabil
```