

# **LAPORAN TUGAS BESAR 01 IF2123 ALJABAR LINEAR GEOMETRI**



Disusun oleh :

1. Shafiq Irvansyah 13522003
2. Dewantoro Triatmojo 13522011
3. Muhammad Althariq Fairuz 13522027

**SEKOLAH TEKNIK ELEKTRO DAN INFORMATIKA INSTITUT  
TEKNOLOGI BANDUNG  
2023**

# DAFTAR ISI

<b>BAB 1</b>	<b>3</b>
A. Tujuan	4
B. Spesifikasi	4
<b>BAB 2</b>	<b>7</b>
2.1 Metode Operasi Baris Elementer	7
2.2 Metode Eliminasi Gauss	8
2.3 Metode Eliminasi Gauss-Jordan	8
2.5 Matriks Balikan	11
2.6 Matriks Kofaktor	12
2.7 Adjoin Matriks	12
2.8 Kaidah Cramer	12
2.9 Interpolasi Polinom	13
2.10 Interpolasi Bicubic	13
2.11 Regresi Linier Berganda	14
<b>BAB 3</b>	<b>16</b>
3.1 FOLDER PRIMITIF	16
3.2 FOLDER ERRORS	19
3.3 FOLDER LIB	19
3.4 FOLDER PROGRAM	20
3.5 FOLDER LAIN	22
<b>BAB 4</b>	<b>23</b>
4.1 Solusi SPL $Ax = b$	23
4.2 SPL berbentuk matriks augmented	35
4.3 SPL Berbentuk:	40
4.4 Sistem Reaktor	45
4.5 Studi Kasus Interpolasi	48
4.6 Studi Kasus Regresi Linear Berganda	53
4.7 Studi Kasus Interpolasi bicubic Spline	55
<b>BAB 5</b>	<b>58</b>
5.1 Kesimpulan	58
5.2 Saran dan Komentar	58
5.3 Refleksi	58

## BAB 1

### DESKRIPSI MASALAH

Sistem persamaan linier (SPL) banyak ditemukan di dalam bidang sains dan rekayasa. Anda sudah mempelajari berbagai metode untuk menyelesaikan SPL, termasuk menghitung determinan matriks. Sembarang SPL dapat diselesaikan dengan beberapa metode, yaitu metode eliminasi Gauss, metode eliminasi Gauss-Jordan, metode matriks balikan ( $x = A^{-1}b$ ), dan kaidah *Cramer* (khusus untuk SPL dengan  $n$  peubah dan  $n$  persamaan). Solusi sebuah SPL mungkin tidak ada, banyak (tidak berhingga), atau hanya satu (unik/tunggal). Pada Tugas Besar 1 ini, kami membuat beberapa library aljabar linear dalam Bahasa Java yang mana library tersebut berisi fungsi-fungsi operasi matrix, seperti eliminasi Gauss, Gauss Jordan, Cramer, dan lain-lain. Selain itu, library tersebut juga bisa digunakan untuk memecahkan masalah yang lebih kompleks, seperti interpolasi polinom, regresi linear berganda, dan interpolasi bikubik.

#### A. Tujuan

1. Menemukan solusi dari suatu SPL baik menggunakan Gauss, Gauss Jordan, Metode Invers, dan Cramer.
2. Menentukan determinan matriks dengan menggunakan reduksi baris dan ekspansi kofaktor.
3. Menghitung invers/balikan dari suatu matrix
4. Menentukan solusi dari interpolasi polinom, regresi linear berganda, dan interpolasi bikubik.

#### B. Spesifikasi

1. Program dapat menerima masukan (input) baik dari keyboard maupun membaca masukan dari file text. Untuk SPL, masukan dari keyboard adalah  $m$ ,  $n$ , koefisien  $a_{ij}$ , dan  $b_i$ . Masukan dari file berbentuk matriks augmented tanpa tanda kurung, setiap elemen matriks dipisah oleh spasi. Misalnya,

```
3 4.5 2.8 10 12
-3 7 8.3 11 -4
0.5 -10 -9 12 0
```

2. Untuk persoalan menghitung determinan dan matriks balikan, masukan dari *keyboard* adalah  $n$  dan koefisien  $a_{ij}$ . Masukan dari *file* berbentuk matriks, setiap elemen matriks dipisah oleh spasi. Misalnya,

```
3 4.5 2.8
-3 7 8.3
```

Luaran (*output*) disesuaikan dengan persoalan (determinan atau invers) dan penghitungan balikan/invers dilakukan dengan metode matriks balikan dan adjoin.

3. Untuk persoalan interpolasi, masukannya jika dari keyboard adalah  $n$ ,  $(x_0, y_0)$ ,  $(x_1, y_1)$ , ...,  $(x_n, y_n)$ , dan nilai  $x$  yang akan ditaksir nilai fungsinya. Jika masukannya dari file, maka titik-titik 3 dinyatakan pada setiap baris tanpa koma dan tanda kurung. Misalnya jika titik-titik datanya adalah  $(8.0, 2.0794)$ ,  $(9.0, 2.1972)$ , dan  $(9.5, 2.2513)$ , maka di dalam file text ditulis sebagai berikut:

8.0 2.0794

9.0 2.1972

9.5 2.2513

8.3

Dengan 8.3 adalah nilai  $X$  yang akan ditaksir

4. Untuk persoalan regresi, masukannya jika dari *keyboard* adalah  $n$  (jumlah peubah  $x$ ),  $m$  (jumlah sampel), semua nilai-nilai  $x_{1i}$ ,  $x_{2i}$ , ...,  $x_{ni}$ , nilai  $y_i$ , dan nilai-nilai  $x_k$  yang akan ditaksir nilai fungsinya. Jika masukannya dari *file*, maka titik-titik dinyatakan pada setiap baris tanpa koma dan tanda kurung.
5. Untuk persoalan SPL, luaran (output) program adalah solusi SPL. Jika solusinya tunggal, tuliskan nilainya. Jika solusinya tidak ada, tuliskan solusi tidak ada, jika solusinya banyak, maka tuliskan solusinya dalam bentuk parametrik (misalnya  $x_4 = -2$ ,  $x_3 = 2s - t$ ,  $x_2 = s$ , dan  $x_1 = t$ .)
6. Untuk persoalan determinan dan matriks balikan, maka luarannya sesuai dengan persoalan masing-masing Contohnya :

$$f(x) = -0.0064x^2 + 0.2266x + 0.6762, \quad f(5) = \dots$$

dan untuk regresi adalah

$$f(x) = -9.5872 + 1.0732x_1, \quad f(x_k) = \dots$$

7. Untuk persoalan *bicubic spline interpolation*, masukan dari *file text* (.txt) yang berisi matriks berukuran  $4 \times 4$  yang berisi konfigurasi nilai fungsi dan turunan berarah disekitarnya, diikuti dengan nilai  $a$  dan  $b$  untuk mencari nilai  $f(a, b)$ .

Misalnya jika nilai dari  $f(0, 0)$ ,  $f(1, 0)$ ,  $f(0, 1)$ ,  $f(1, 1)$ ,  $f_x(0, 0)$ ,  $f_x(1, 0)$ ,  $f_x(0, 1)$ ,  $f_x(1, 1)$ ,  $f_y(0, 0)$ ,  $f_y(1, 0)$ ,  $f_y(0, 1)$ ,  $f_y(1, 1)$ ,  $f_{xy}(0, 0)$ ,  $f_{xy}(1, 0)$ ,  $f_{xy}(0, 1)$ ,  $f_{xy}(1, 1)$  berturut-turut adalah 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 10, 11, 12, 13, 14, 15, 16 serta nilai  $a$  dan  $b$  yang dicari berturut-turut adalah 0.5 dan 0.5 maka isi *file text* ditulis sebagai berikut:

```
1 2 3 4
5 6 7 8
9 10 11 12
13 14 15 16
0.5 0.5
```

Luaran yang dihasilkan adalah nilai dari  $f(0.5, 0.5)$ .

8. Luaran program harus dapat ditampilkan pada layar komputer dan dapat disimpan ke dalam file.
9. Bahasa yang digunakan adalah Java.
10. Program dapat dibuat dengan pilihan menu. Urutan menu dan isinya dipersilakan dirancang masing-masing. Misalnya, menu:

MENU

1. Sistem Persamaan Linier
2. Determinan
3. Matriks balikan
4. Interpolasi Polinom
5. Interpolasi Bicubic Spline
6. Regresi linier berganda
7. Keluar

Untuk pilihan menu nomor 1 ada sub-menu lagi yaitu pilihan metode:

1. Metode eliminasi Gauss
2. Metode eliminasi Gauss-Jordan
3. Metode matriks balikan
4. Kaidah Cramer

Begitu juga untuk pilihan menu nomor 2 dan 3.

## BAB 2

### TEORI SINGKAT

#### 2.1 Metode Operasi Baris Elementer

Operasi Baris Elementer merupakan suatu operasi pada matriks yang dapat digunakan untuk memperoleh invers suatu matriks atau memperoleh penyelesaian dari sebuah Sistem Persamaan Linier (SPL). Untuk mendapatkan solusi dari SPL, OBE dilakukan pada matriks *augmented* hingga terbentuk matriks eselon baris (matriks yang memiliki 1 utama pada setiap baris, kecuali baris yang seluruhnya nol) atau matriks eselon baris tereduksi (matriks eselon baris dengan sifat setiap kolom yang memiliki 1 utama memiliki nol di tempat lain). Adapun tiga OBE terhadap matriks augmented yakni:

1. Kalikan sebuah baris dengan konstanta tidak nol.
2. Pertukaran dua buah baris.
3. Tambahkan sebuah baris dengan kelipatan baris lainnya.

#### 2.2 Metode Eliminasi Gauss

Eliminasi Gauss merupakan sebuah metode yang dipopulerkan oleh Carl Friedrich Gauss (1777-1855) untuk mendapatkan solusi dari SPL dengan mengubah SPL tersebut menjadi bentuk matriks *augmented* agar dapat dioperasikan dengan OBE hingga diperoleh bentuk matriks eselon baris. Setelahnya, sistem diselesaikan dengan substitusi balik.

$$\begin{bmatrix} a_{11} & a_{12} & \dots & a_{1n} & b_1 \\ a_{21} & a_{22} & \dots & a_{2n} & b_2 \\ \vdots & \vdots & \vdots & \vdots & \vdots \\ a_{m1} & a_{m2} & \dots & a_{mn} & b_n \end{bmatrix} \sim_{\text{OBE}} \begin{bmatrix} 1 & * & * & \dots & * & * \\ 0 & 1 & * & \dots & * & * \\ \vdots & \vdots & \vdots & \vdots & \vdots & \vdots \\ 0 & 0 & 0 & \vdots & 1 & * \end{bmatrix}$$

## 2.3 Metode Eliminasi Gauss-Jordan

Eliminasi Gauss-Jordan merupakan pengembangan dari metode eliminasi Gauss di mana matriks *augmented* dioperasikan hingga diperoleh bentuk matriks eselon baris tereduksi. Dengan diperolehnya matriks eselon baris tereduksi, nilai dari masing-masing variabel pada SPL dapat langsung diperoleh tanpa melakukan substitusi mundur.

$$\begin{bmatrix} a_{11} & a_{12} & \dots & a_{1n} & b_1 \\ a_{21} & a_{22} & \dots & a_{2n} & b_2 \\ \vdots & \vdots & \vdots & \vdots & \vdots \\ a_{m1} & a_{m2} & \dots & a_{mn} & b_m \end{bmatrix} \sim \text{OBE} \sim \begin{bmatrix} 1 & 0 & 0 & \dots & 0 & * \\ 0 & 1 & 0 & \dots & 0 & * \\ \vdots & \vdots & \vdots & \vdots & \vdots & \vdots \\ 0 & 0 & 0 & \vdots & 1 & * \end{bmatrix}$$

Metode eliminasi Gauss-Jordan terdiri dari dua fase:


1. Fase maju (forward phase) atau fase eliminasi Gauss - Menghasilkan nilai-nilai 0 di bawah 1 utama

$$\begin{bmatrix} 2 & 3 & -1 & 5 \\ 4 & 4 & -3 & 3 \\ -2 & 3 & -1 & 1 \end{bmatrix} \sim \text{OBE} \sim \begin{bmatrix} 1 & 3/2 & -1/2 & 5/2 \\ 0 & 1 & 1/2 & 7/2 \\ 0 & 0 & 1 & 3 \end{bmatrix}$$

2. Fase mundur (backward phase) - Menghasilkan nilai-nilai 0 di atas satu utama

$$\begin{bmatrix} 1 & 3/2 & -1/2 & 5/2 \\ 0 & 1 & 1/2 & 7/2 \\ 0 & 0 & 1 & 3 \end{bmatrix} \xrightarrow{R1 - (3/2)R2} \begin{bmatrix} 1 & 0 & -5/4 & -11/4 \\ 0 & 1 & 1/2 & 7/2 \\ 0 & 0 & 1 & 3 \end{bmatrix} \xrightarrow{\begin{matrix} R1 + (5/4)R3 \\ R2 - (1/2)R3 \end{matrix}} \begin{bmatrix} 1 & 0 & 0 & 1 \\ 0 & 1 & 0 & 2 \\ 0 & 0 & 1 & 3 \end{bmatrix}$$

Kedua fase dapat dilakukan secara bersamaan atau sekuensial

 Matriks eselon baris tereduksi

Dari matriks augmented terakhir, diperoleh  $x_1 = 1$ ,  $x_2 = 2$ ,  $x_3 = 3$

## 2.4 Determinan

Determinan adalah nilai yang didapat dari operasi unsur-unsur suatu matriks persegi, yakni matriks yang memiliki jumlah baris dan kolom yang sama. Determinan suatu matriks dapat dihitung dengan berbagai metode, contohnya metode reduksi baris dan metode ekspansi kofaktor. Pada metode reduksi baris, OBE diterapkan pada matriks persegi hingga diperoleh matriks segitiga (segitiga atas atau bawah).

$$[A] \xrightarrow{OBE} [\text{matriks segitiga bawah}]$$

$$\begin{bmatrix} a_{11} & a_{12} & \dots & a_{1n} \\ a_{21} & a_{22} & \dots & a_{2n} \\ \vdots & \vdots & \vdots & \vdots \\ a_{n1} & a_{n2} & \dots & a_{nn} \end{bmatrix} \xrightarrow{OBE} \begin{bmatrix} a'_{11} & a'_{12} & \dots & a'_{1n} \\ 0 & a'_{22} & \dots & a'_{2n} \\ \vdots & \vdots & \dots & a'_{3n} \\ 0 & 0 & 0 & a'_{nn} \end{bmatrix}$$

$$\text{maka } \det(A) = (-1)^p a'_{11} a'_{22} \dots a'_{nn}$$

*p menyatakan banyaknya operasi pertukaran baris di dalam OBE*

Jika selami reduksi baris ada OBE berupa perkalian baris-baris dengan  $k_1, k_2, k_3, \dots, k_m$ .



$$\text{maka } \det(A) = \frac{(-1)^p a'_{11} a'_{22} \dots a'_{nn}}{k_1 k_2 \dots k_m}$$

Untuk ekspansi kofaktor, maka :

- Misalkan A adalah matriks berukuran  $n \times n$

$$A = \begin{bmatrix} a_{11} & a_{12} & \dots & a_{1n} \\ a_{21} & a_{22} & \dots & a_{2n} \\ \vdots & \vdots & \ddots & \vdots \\ a_{n1} & a_{n2} & \dots & a_{nn} \end{bmatrix}$$

- Didefinisikan:

$$M_{ij} = \text{minor entri } a_{ij}$$

= determinan upa-matriks (*submatrix*) yang elemen-elemennya tidak berada pada baris  $i$  dan kolom  $j$

$$C_{ij} = (-1)^{i+j} M_{ij} = \text{kofaktor entri } a_{ij}$$

Maka, untuk menghitung determinannya dapat kita gunakan salah satu dari persamaan berikut :

$$\det(A) = a_{11}C_{11} + a_{12}C_{12} + \dots + a_{1n}C_{1n}$$

$$\det(A) = a_{21}C_{21} + a_{22}C_{22} + \dots + a_{2n}C_{2n}$$

$\vdots$

$$\det(A) = a_{n1}C_{n1} + a_{n2}C_{n2} + \dots + a_{nn}C_{nn}$$

Secara baris

$$\det(A) = a_{11}C_{11} + a_{21}C_{21} + \dots + a_{n1}C_{n1}$$

$$\det(A) = a_{12}C_{12} + a_{22}C_{22} + \dots + a_{n2}C_{n2}$$

$\vdots$

$$\det(A) = a_{1n}C_{1n} + a_{2n}C_{2n} + \dots + a_{nn}C_{nn}$$

Secara kolom

## 2.5 Matriks Balikan

Matriks yang memiliki matriks balikan (invers) pasti merupakan matriks persegi dengan ukuran  $n \times n$ . Matriks balikan dapat dicari dengan menggunakan eliminasi Gauss-Jordan dengan cara :

$$[A|I] \xrightarrow{\text{G-J}} [I|A^{-1}]$$

Eliminasi Gauss-Jordan dilakukan secara simultan terhadap A maupun I. Jika ditemukan baris yang seluruh elemennya adalah 0 ketika dioperasikan dengan eliminasi Gauss-Jordan, matriks tersebut tidak memiliki balikan.

## 2.6 Matriks Kofaktor

Misal didefinisikan :

$$A = \begin{bmatrix} a_{11} & a_{12} & \dots & a_{1n} \\ a_{21} & a_{22} & \dots & a_{2n} \\ \vdots & \vdots & \ddots & \vdots \\ a_{n1} & a_{n2} & \dots & a_{nn} \end{bmatrix}$$

Maka, matriks kofaktor adalah matriks yang tersusun atas kofaktor entri  $A_{ij}$ , yaitu  $C_{ij}$  atau  $(-1)^{i+j} M_{ij}$  dengan  $M_{ij}$  adalah minor entri  $A_{ij}$  atau determinan submatriks yang elemen-elemennya tidak terletak pada baris  $i$  dan kolom  $j$ .

## 2.7 Adjoin Matriks

Adjoin matriks A merupakan transpose dari suatu matriks yang elemen-elemennya merupakan kofaktor dari elemen-elemen matriks A (matriks kofaktor A). Adjoin dapat digunakan untuk mencari matriks balikan dengan rumus:

$$A^{-1} = \frac{1}{\det(A)} \text{adj}(A)$$

## 2.8 Kaidah Cramer

Kaidah Cramer merupakan rumus atau formula yang dapat digunakan untuk mencari solusi dari SPL dengan memanfaatkan determinan matriks yang terbentuk dari koefisien dan konstanta masing-masing persamaan di sistem tersebut. Jika  $A\mathbf{x} = \mathbf{b}$  adalah SPL yang terdiri dari  $n$  persamaan linier dengan  $n$  peubah/variabel sehingga  $\det(A) \neq 0$ , maka SPL tersebut memiliki solusi yang unik, yaitu

$$x_1 = \frac{\det(A_1)}{\det(A)}, \quad x_2 = \frac{\det(A_2)}{\det(A)}, \quad \dots, \quad x_n = \frac{\det(A_n)}{\det(A)}$$

Yang mana dalam hal ini  $A_j$  adalah matriks yang diperoleh dengan mengganti entri pada kolom ke- $j$  dari  $A$  dengan entri dari matriks.

$$\mathbf{b} = \begin{bmatrix} b_1 \\ b_2 \\ \vdots \\ b_n \end{bmatrix}$$

## 2.9 Interpolasi Polinom

Interpolasi polinom adalah teknik interpolasi dengan mengasumsikan pola data yang dipakai mengikuti pola polinomial berderajat dan membentuk persamaan polinomial dari data tersebut. Persamaan polinomial yang terbentuk digunakan untuk melakukan interpolasi dari nilai yang diketahui atau ekstrapolasi (menaksir) nilai di luar rentang data yang diketahui.

Aplikasi interpolasi polinom :

1. Menghampiri fungsi rumit menjadi lebih sederhana
2. Menggambar kurva (jika hanya diketahui titik-titik diskrit saja)

## 2.10 Interpolasi Bicubic

Bicubic interpolation merupakan teknik interpolasi pada data 2D umumnya digunakan dalam pembesaran citra yang merupakan pengembangan dari interpolasi linear dan cubic yang telah dipelajari pada kuliah metode numerik di aljabar geometri.

## 2.11 Regresi Linier Berganda

Regresi linier berganda adalah salah satu metode untuk memprediksi nilai berdasarkan data yang dimiliki. Regresi linier berganda adalah model regresi linier yang melibatkan variabel independen yang lebih dari satu. Rumus umum dari regresi linier berganda adalah sebagai berikut.

$$y_i = \beta_0 + \beta_1 x_{1i} + \beta_2 x_{2i} + \beta_3 x_{3i} + \dots + \beta_k x_{ki} + \epsilon_i$$

Nilai  $\beta_i$  dapat diperoleh menggunakan *Normal Estimation Equation for Linear Regression* sebagai berikut.

$$nb_0 + b_1 \sum_{i=1}^n x_{1i} + b_2 \sum_{i=1}^n x_{2i} + \cdots + b_k \sum_{i=1}^n x_{ki} = \sum_{i=1}^n y_i$$

$$b_0 \sum_{i=1}^n x_{1i} + b_1 \sum_{i=1}^n x_{1i}^2 + b_2 \sum_{i=1}^n x_{1i}x_{2i} + \cdots + b_k \sum_{i=1}^n x_{1i}x_{ki} = \sum_{i=1}^n x_{1i}y_i$$

$$\vdots$$

$$\vdots$$

$$\vdots$$

$$\vdots$$

$$\vdots$$

$$\vdots$$

$$\vdots$$

$$\vdots$$

$$\vdots$$

$$\vdots$$

$$b_0 \sum_{i=1}^n x_{ki} + b_1 \sum_{i=1}^n x_{ki}x_{1i} + b_2 \sum_{i=1}^n x_{ki}x_{2i} + \cdots + b_k \sum_{i=1}^n x_{ki}^2 = \sum_{i=1}^n x_{ki}y_i$$

## BAB 3

### IMPLEMENTASI PROGRAM

#### 3.1 Folder Primitif

##### a. Matrix.java

- **Atribut**

Atribut	Deskripsi
int nRow	Berisi data tipe integer yang menyimpan jumlah baris matrix
int nCol	Berisi data tipe integer yang menyimpan jumlah kolom matrix.
double [][] matrix	Menampung data tipe double yang merupakan elemen dari matrix.

- **Konstruktor**

Konstruktor	Deskripsi
public Matrix ()	Menginisialisasi matrix dengan baris dan kolom yang belum ditentukan
public Matrix (int nRow, int nCol)	Menginisialisasi matrix dengan baris sebanyak nRow dan kolom sebanyak nCol

- **Fungsi/Prosedur**

Fungsi/Prosedur	Deskripsi
public void readMatrixKeyboard ()	Berfungsi untuk membaca matriks dari inputan keyboard
public void readMatrixFile ()	Berfungsi untuk membaca matriks dari file.txt

public void printMatrix ()	Berfungsi untuk mencetak matrix ke layar
public int getCol ()	Berfungsi untuk mengambil kolom efektif matriks
public int getRow ()	Berfungsi untuk mengambil baris efektif matriks
public double getElmt (int row, int col)	Berfungsi untuk mengambil elemen pada baris dan kolom tertentu pada matriks
public void setElmt (int row, int col)	Berfungsi untuk memberikan nilai pada baris dan kolom tertentu pada matriks
public void copy (Matrix mIn)	Berfungsi untuk menyalin matriks ke matriks yang lain
public Matrix transpose ()	Berfungsi untuk mentranspose matriks dan menyimpannya ke matriks lain
public static Matrix createIdentity (int n)	Berfungsi untuk membuat matriks identitas berukuran nxn
public static Matrix addMatrix (Matrix m1, Matrix m2)	Berfungsi untuk menambahkan dua matriks
public static Matrix subtractMatrix (Matrix m1, Matrix m2)	Menghasilkan selisih dua matriks
public static Matrix multiplyMatrix (Matrix m1, Matrix m2)	Mengembalikan hasil perkalian ( <i>cross product</i> ) dari dua matriks
public boolean isSizeEqual (Matrix mIn)	Menghasilkan boolean apakah ukuran dari dua matriks sama atau tidak
public boolean isSqaure()	Menghasilkan boolean apakah matriks merupakan persegi
public boolean isEmpty()	Menghasilkan boolean apakah suatu matriks kosong atau tidak
public boolean isIdentity()	Menghasilkan boolean apakah suatu matriks merupakan matriks identitas

public void swapRow (int row1, int row2)	Berfungsi untuk mengganti posisi baris row1 dengan baris row2
public void multiplyRowConstant (int row, double k)	Berfungsi untuk mengalikan suatu baris matriks (row) dengan suatu konstanta k
public void divideRowConstant (int row, double k)	Berfungsi untuk membagi baris row suatu matriks dengan suatu konstanta k
public Matrix multiplyConstant (double k)	Berfungsi untuk mengalikan suatu matriks dengan suatu konstanta k
public Matrix divideConstant (double k)	Berfungsi untuk membagi suatu matriks dengan suatu konstanta k
public void addRow1WithKRow2 (int row1, int row2, double k)	Berfungsi untuk menambahkan row1 dengan k row2 dengan k adalah konstanta
public void transformToEchelonForm ()	Mengubah matriks ke bentuk matriks eselon
public void transformToReducedEchelonForm ()	Mengubah matriks ke bentuk eselon tereduksi
public double getDeterminantByERO ()	Menghasilkan determinan dengan metode reduksi baris/operasi baris elementer
public Matrix getInverseByERO()	Menghasilkan invers/balikan dari matriks dengan metode operasi baris elementer
public double getDeterminantByCofac()	Menghasilkan determinan dengan metode ekspansi kofaktor
public double getMinor(int row, int col)	Menghasilkan minor dari baris row dan kolom col/ suatu matriks.
public Matrix getCofactor()	Menghasilkan matriks kofaktor dari suatu matriks
public Matrix getAdjoint()	Menghasilkan adjoin dari suatu matriks.
public Matrix getInverseByAdjoint()	Menghasilkan invers/balikan dari



	suatu matriks dengan metode determinan dan adjoin
--	---

### 3.2 Folder Errors

#### a. Errors.java

Fungsi/Prosedur	Deskripsi
static public class NoInverseMatrixException extends Exception	Mengembalikan error jika matriks tidak memiliki invers
static public class DeterminanZeroException extends Exception	Mengembalikan error jika determinan matriks bernilai 0
static public class InvalidMatrixSizeException extends Exception	Mengembalikan error jika ukuran matriks tidak sesuai
static public class SPLUnsolvable extends Exception	Mengembalikan error jika SPL matriks tidak bisa diselesaikan

### 3.3 Folder Lib

#### a. fileOutput.java

Fungsi/Prosedur	Deskripsi
public void saveMatrix (Matrix matrix)	Berfungsi untuk menyimpan hasil dari suatu operasi matriks yang <i>return</i> nya berupa matriks dalam file.txt
public void saveDouble (double val)	Berfungsi untuk menyimpan hasil dari suatu operasi matriks yang hasilnya berupa double dalam file.txt
public void saveString (String x)	Berfungsi untuk menyimpan hasil dari

	suatu operasi matriks yang hasilnya berupa string dalam file.txt
--	--

### 3.4 Folder Program

#### a. SPL.java

Fungsi/Prosedur	Deskripsi
public static void app ()	Driver program utama (untuk memulai program pilihan SPL)
public static String solveWithGauss (Matrix aug)	Menghasilkan hasil dari SPL matriks dengan metode Gauss
public static String solveWithGaussJordan (Matrix aug)	Menghasilkan hasil dari SPL matriks dengan metode Gauss-Jordan
public static Matrix solveWithInverse (Matrix augmented)	Menghasilkan hasil dari SPL matriks dengan metode invers/balikan
public static Matrix solveWithCramer (Matrix augmented )	Menghasilkan hasil dari SPL matriks dengan metode cramer/determinan

#### b. Determinant.java

Fungsi/Prosedur	Deskripsi
public static void app ()	Driver program utama (untuk memulai program pilihan Determinant)

#### c. Inverse.java

Fungsi/Prosedur	Deskripsi
public static void app ()	Driver program utama (untuk memulai program pilihan Invers)

#### d. Interpolasi.java

Fungsi/Prosedur	Deskripsi
public static void app ()	Driver program utama (untuk memulai program pilihan Interpolasi)
public static Matrix generateMatrix (Matrix data)	Berfungsi untuk menngubah data (x,y) ke dalam bentuk <i>augmented</i> matriks
public static double solveInterpolation (Matrix augMatrix)	Berfungsi untuk mencari taksiran nilai X pada suatu polinom

**e. Regresi Linear Berganda.java**

Fungsi/Prosedur	Deskripsi
public static void app ()	Driver program utama (untuk memulai program pilihan Regresi Linear Berganda)
public static double Sum (Matrix m, int colIdx)	Berfungsi untuk mencari jumlah dari suatu elemen matriks pada kolom <i>colIdx</i>
public static double SumMultiply (Matrix m, int colIdx, int colMultiply)	Berfungsi untuk mencari jumlah dari suatu elemen matriks pada kolom <i>colIdx</i> yang dikali dengan elemen pada kolom <i>colMultiply</i>
public static Matrix Cramer (Matrix augmented)	

**f. BicubicSpline.java**

Fungsi/Prosedur	Deskripsi
public static void app ()	Driver program utama (untuk memulai program pilihan Bicubic Spline)
static double getFCoef (int i, int j, double x, double y)	Menghasilkan koefisien dari f(x,y)

static double getFxCoef(int i, int j, double x, double y)	Menghasilkan koefisien dari $f_x(x,y)$
static double getFyCoef (int i, int j, double x, double y)	Menghasilkan koefisien dari $f_y(x,y)$
static double getFxyCoef (int i, int j, double x, double y)	Menghasilkan koefisien dari $f_{xy}(x,y)$

### 3.5 Folder Lain

#### a. Main.java

Fungsi/Prosedur	Deskripsi
public static void main (String[] args)	Main program/Program utama

- a. Metode Eliminasi Gauss
- b. Metode Eliminasi Gauss-Jordan
- c. Metode Matriks Balikan
- d. Kaidah Cramer

## BAB 4

### EKSPERIMEN

#### 4.1 Solusi SPL $Ax = b$

a.

$$A = \begin{bmatrix} 1 & 1 & -1 & -1 \\ 2 & 5 & -7 & -5 \\ 2 & -1 & 1 & 3 \\ 5 & 2 & -4 & 2 \end{bmatrix}, \quad b = \begin{bmatrix} 1 \\ -2 \\ 4 \\ 6 \end{bmatrix}$$

a. Metode Eliminasi Gauss

```
test > input > 1a.txt
1  1 1 -1 -1 1
2  2 5 -7 -5 -2
3  2 -1 1 3 4
4  5 2 -4 2 6

PROBLEMS OUTPUT DEBUG CONSOLE TERMINAL PORTS

PS C:\Users\Irvansyah\Documents\Code\Tubes\Algeo01-22003> java -cp bin Main
===== Pilih Menu: =====
1. Sistem Persamaan Linear
2. Determinan
3. Matriks Balikan
4. Interpolasi Polinom
5. Interpolasi Bicubic Spline
6. Regresi Linear Berganda
7. Keluar
1
=====
===== Pilih Metode Perhitungan: =====
1. Gauss
2. Gauss - Jordan
3. Matriks Balikan
4. Cramer
1
=====
===== Pilih Metode Input: =====
Pilih opsi masukan matriks:
1. Keyboard
2. File
2
=====
Masukkan nilai matriks augmented A | b dimana Ax = b
Masukkan nama file pada directory test/input lengkap dengan extensionnya:
1a.txt
=====
===== RESULT =====
SPL ini tidak memiliki solusi sama sekali.
=====
```

b. Metode Eliminasi Gauss-Jordan

```

=====
===== Pilih Metode Perhitungan: =====
1. Gauss
2. Gauss - Jordan
3. Matriks Balikan
4. Cramer
2
=====
===== Pilih Metode Input: =====
Pilih opsi masukan matriks:
1. Keyboard
2. File
2
=====
Masukkan nilai matriks augmented A | b dimana Ax = b
Masukkan nama file pada directory test/input lengkap dengan extensionnya:
1a.txt
=====
===== RESULT =====
SPL ini tidak memiliki solusi sama sekali.
=====

```

### c. Metode Matriks Balikan

```

=====
===== Pilih Metode Perhitungan: =====
1. Gauss
2. Gauss - Jordan
3. Matriks Balikan
4. Cramer
3
=====
===== Pilih Metode Input: =====
Pilih opsi masukan matriks:
1. Keyboard
2. File
2
=====
Masukkan nilai matriks augmented A | b dimana Ax = b
Masukkan nama file pada directory test/input lengkap dengan extensionnya:
1a.txt
=====
Gagal menggunakan metode balikan matriks
errors.Errors$NoInverseMatrixException: Matriks tidak memiliki inverse karena augmented bagian kiri tidak dapat mencapai matriks identitas
    at matrix.Matrix.getInverseByERO(Matrix.java:558)
    at program.SPL.solveWithInverse(SPL.java:659)
    at program.SPL.app(SPL.java:106)
    at Main.main(Main.java:31)
=====
===== ERROR =====
errors.Errors$SPLUnsolvable: SPL Ini tidak bisa diselesaikan dengan metode ini karena tidak memiliki solusi unik.
    at program.SPL.solveWithInverse(SPL.java:666)
    at program.SPL.app(SPL.java:106)
    at Main.main(Main.java:31)
=====

```

### d. Kaidah Cramer

```

=====
===== Pilih Metode Perhitungan: =====
1. Gauss
2. Gauss - Jordan
3. Matriks Balikan
4. Cramer
4
=====
===== Pilih Metode Input: =====
Pilih opsi masukan matriks:
1. Keyboard
2. File
2
=====
Masukkan nilai matriks augmented A | b dimana Ax = b
Masukkan nama file pada directory test/input lengkap dengan extensionnya:
1a.txt
=====
Gagal menyelesaikan SPL menggunakan metode cramer.
errors.Errors$DeterminanZeroException: SPL Tidak dapat diselesaikan dengan metode ini karena determinan = 0.
    at program.SPL.solveWithCramer(SPL.java:697)
    at program.SPL.app(SPL.java:139)
    at Main.main(Main.java:31)
=====
===== ERROR =====
errors.Errors$SPLUnsolvable: SPL Ini tidak bisa diselesaikan dengan metode ini karena tidak memiliki solusi unik.
    at program.SPL.solveWithCramer(SPL.java:726)
    at program.SPL.app(SPL.java:139)
    at Main.main(Main.java:31)
=====

```

b.

$$A = \begin{bmatrix} 1 & -1 & 0 & 0 & 1 \\ 1 & 1 & 0 & -3 & 0 \\ 2 & -1 & 0 & 1 & -1 \\ -1 & 2 & 0 & -2 & -1 \end{bmatrix}, \quad b = \begin{bmatrix} 3 \\ 6 \\ 5 \\ -1 \end{bmatrix}$$

a. Metode Eliminasi Gauss

```
test > input > 1b.txt
1 1 -1 0 0 1 3
2 1 1 0 -3 0 6
3 2 -1 0 1 -1 5
4 -1 2 0 -2 -1 -1

PROBLEMS OUTPUT DEBUG CONSOLE TERMINAL PORTS

6. Regresi Linear Berganda
7. Keluar
1
=====
===== Pilih Metode Perhitungan: =====
1. Gauss
2. Gauss - Jordan
3. Matriks Balikan
4. Cramer
1
=====
===== Pilih Metode Input: =====
Pilih opsi masukan matriks:
1. Keyboard
2. File
2
=====
Masukkan nilai matriks augmented A | b dimana Ax = b
Masukkan nama file pada directory test/input lengkap dengan extensionnya:
1b.txt
=====
===== RESULT =====
x_3 = t_3
x_5 = t_5
x_1 = 3.0000 + t_5
x_2 = 2.0000t_5
x_4 = -1.0000 + t_5
Dimana t_i adalah parametrik t ke i dan t anggota bilangan Real.
=====
```

b. Metode Eliminasi Gauss-Jordan

```

=====
===== Pilih Metode Perhitungan: =====
1. Gauss
2. Gauss - Jordan
3. Matriks Balikan
4. Cramer
2
=====
===== Pilih Metode Input: =====
Pilih opsi masukan matriks:
1. Keyboard
2. File
2
=====
Masukkan nilai matriks augmented A | b dimana Ax = b
Masukkan nama file pada directory test/input lengkap dengan extensionnya:
1b.txt
=====
===== RESULT =====
x_3 = t_3
x_5 = t_5
x_1 = 3.0000 + t_5
x_2 = 2.0000t_5
x_4 = -1.0000 + t_5
Dimana t_i adalah parametrik t ke i dan t anggota bilangan Real.
=====

```

### c. Metode Matriks Balikan

```

===== Pilih Metode Perhitungan: =====
1. Gauss
2. Gauss - Jordan
3. Matriks Balikan
4. Cramer
3
=====
===== Pilih Metode Input: =====
Pilih opsi masukan matriks:
1. Keyboard
2. File
2
=====
Masukkan nilai matriks augmented A | b dimana Ax = b
Masukkan nama file pada directory test/input lengkap dengan extensionnya:
1b.txt
=====
Gagal menggunakan metode balikan matriks
errors.Errors$NoInverseMatrixException: Matriks ini tidak memiliki inverse karena bukan matriks persegi!
    at matrix.Matrix.getInverseByERO(Matrix.java:514)
    at program.SPL.solveWithInverse(SPL.java:659)
    at program.SPL.app(SPL.java:106)
    at Main.main(Main.java:31)
===== ERROR =====
errors.Errors$SPLUnsolvable: SPL Ini tidak bisa diselesaikan dengan metode ini karena tidak memiliki solusi unik.
    at program.SPL.solveWithInverse(SPL.java:666)
    at program.SPL.app(SPL.java:106)
    at Main.main(Main.java:31)
=====

```

### d. Kaidah Cramer



```

=====
===== Pilih Metode Perhitungan: =====
1. Gauss
2. Gauss - Jordan
3. Matriks Balikan
4. Cramer
4
=====
===== Pilih Metode Input: =====
Pilih opsi masukan matriks:
1. Keyboard
2. File
2
=====
Masukkan nilai matriks augmented A | b dimana Ax = b
Masukkan nama file pada directory test/input lengkap dengan extensionnya:
1b.txt
=====
Gagal menyelesaikan SPL menggunakan metode cramer.
errors.Errors$InvalidMatrixSizeException: Determinan matriks hanya terdefinisi untuk matriks persegi.
    at matrix.Matrix.getDeterminantByERO(Matrix.java:447)
    at program.SPL.solveWithCramer(SPL.java:694)
    at program.SPL.app(SPL.java:139)
    at Main.main(Main.java:31)
===== ERROR =====
errors.Errors$SPLUnsolvale: SPL Ini tidak bisa diselesaikan dengan metode ini karena tidak memiliki solusi unik.
    at program.SPL.solveWithCramer(SPL.java:726)
    at program.SPL.app(SPL.java:139)
    at Main.main(Main.java:31)
=====

```

C.

$$A = \begin{bmatrix} 0 & 1 & 0 & 0 & 1 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 1 & 1 & 0 \\ 0 & 1 & 0 & 0 & 0 & 1 \end{bmatrix}, \quad b = \begin{bmatrix} 2 \\ -1 \\ 1 \end{bmatrix}$$

a. Metode Eliminasi Gauss

```
test > input > 1c.txt
1 0 1 0 0 1 0 2
2 0 0 0 1 1 0 -1
3 0 1 0 0 0 1 1

PROBLEMS OUTPUT DEBUG CONSOLE TERMINAL PORTS

4. Interpolasi Polinom
5. Interpolasi Bicubic Spline
6. Regresi Linear Berganda
7. Keluar
1
=====
===== Pilih Metode Perhitungan: =====
1. Gauss
2. Gauss - Jordan
3. Matriks Balikan
4. Cramer
1
=====
===== Pilih Metode Input: =====
Pilih opsi masukan matriks:
1. Keyboard
2. File
2
=====
=====
Masukkan nilai matriks augmented A | b dimana Ax = b
Masukkan nama file pada directory test/input lengkap dengan extensionnya:
1c.txt
=====
===== RESULT =====
x_1 = t_1
x_3 = t_3
x_6 = t_6
x_2 = 1.0000 - t_6
x_4 = -2.0000 - t_6
x_5 = 1.0000 + t_6
Dimana t_i adalah parametrik dan t_i anggota bilangan Real.
=====
```

b. Metode Eliminasi Gauss-Jordan

```

===== Pilih Metode Perhitungan: =====
1. Gauss
2. Gauss - Jordan
3. Matriks Balikan
4. Cramer
2
=====
===== Pilih Metode Input: =====
Pilih opsi masukan matriks:
1. Keyboard
2. File
2
=====
Masukkan nilai matriks augmented A | b dimana Ax = b
Masukkan nama file pada directory test/input lengkap dengan extensionnya:
1c.txt
=====
===== RESULT =====
x_1 = t_1
x_3 = t_3
x_6 = t_6
x_2 = 1.0000 - t_6
x_4 = -2.0000 - t_6
x_5 = 1.0000 + t_6
Dimana t_i adalah parametrik t dan t_i anggota bilangan Real.
=====

```

### c. Metode Matriks Balikan

```

===== Pilih Metode Perhitungan: =====
1. Gauss
2. Gauss - Jordan
3. Matriks Balikan
4. Cramer
3
=====
===== Pilih Metode Input: =====
Pilih opsi masukan matriks:
1. Keyboard
2. File
2
=====
Masukkan nilai matriks augmented A | b dimana Ax = b
Masukkan nama file pada directory test/input lengkap dengan extensionnya:
1c.txt
=====
Gagal menggunakan metode balikan matriks
errors.Errors$NoInverseMatrixException: Matriks ini tidak memiliki inverse karena bukan matriks persegi!
    at matrix.Matrix.getInverseByERO(Matrix.java:514)
    at program.SPL.solveWithInverse(SPL.java:659)
    at program.SPL.app(SPL.java:106)
    at Main.main(Main.java:31)
=====
===== ERROR =====
errors.Errors$SPLUnsolvable: SPL Ini tidak bisa diselesaikan dengan metode ini karena tidak memiliki solusi unik.
    at program.SPL.solveWithInverse(SPL.java:666)
    at program.SPL.app(SPL.java:106)
    at Main.main(Main.java:31)
=====

```

### d. Kaidah Cramer

```

=====
Pilih Metode Perhitungan: =====
1. Gauss
2. Gauss - Jordan
3. Matriks Balikan
4. Cramer
4
=====
Pilih Metode Input: =====
Pilih opsi masukan matriks:
1. Keyboard
2. File
2
=====
Masukkan nilai matriks augmented A | b dimana Ax = b
Masukkan nama file pada directory test/input lengkap dengan extensionnya:
1c.txt
=====
Gagal menyelesaikan SPL menggunakan metode cramer.
errors.InvalidMatrixSizeException: Determinan matriks hanya terdefinisi untuk matriks persegi.
    at matrix.Matrix.getDeterminantByERO(Matrix.java:447)
    at program.SPL.solveWithCramer(SPL.java:694)
    at program.SPL.app(SPL.java:139)
    at Main.main(Main.java:31)
===== ERROR =====
errors.SPLUnsolvable: SPL Ini tidak bisa diselesaikan dengan metode ini karena tidak memiliki solusi unik.
    at program.SPL.solveWithCramer(SPL.java:726)
    at program.SPL.app(SPL.java:139)
    at Main.main(Main.java:31)
=====

```

d.

a.  $n = 6$

$$H = \begin{bmatrix} 1 & \frac{1}{2} & \frac{1}{3} & \dots & \frac{1}{n} \\ \frac{1}{2} & \frac{1}{3} & \frac{1}{4} & \dots & \frac{1}{n+1} \\ \frac{1}{3} & \frac{1}{4} & \frac{1}{5} & \dots & \frac{1}{n+2} \\ \vdots & \vdots & \vdots & \dots & \vdots \\ \frac{1}{n} & \frac{1}{n+1} & \frac{1}{n+2} & \dots & \frac{1}{2n+1} \end{bmatrix} = b = \begin{bmatrix} 1 \\ 0 \\ 0 \\ \vdots \\ 0 \end{bmatrix}$$

a. Metode Eliminasi Gauss

```

test > input > 1da.txt
5 0.2 0.16667 0.14285 0.125 0.11111 0.1 0
6 0.16667 0.14285 0.125 0.11111 0.1 0.09091 0

PROBLEMS OUTPUT DEBUG CONSOLE TERMINAL PORTS

4. Interpolasi Polinom
5. Interpolasi Bicubic Spline
6. Regresi Linear Berganda
7. Keluar
1
=====
===== Pilih Metode Perhitungan: =====
1. Gauss
2. Gauss - Jordan
3. Matriks Balikan
4. Cramer
1
=====
===== Pilih Metode Input: =====
Pilih opsi masukan matriks:
1. Keyboard
2. File
2
=====
Masukkan nilai matriks augmented A | b dimana Ax = b
Masukkan nama file pada directory test/input lengkap dengan extensionnya:
1da.txt
=====
===== RESULT =====
x_1 = 15.7070
x_2 = -118.2650
x_3 = 177.7190
x_4 = 220.7538
x_5 = -628.8344
x_6 = 334.5823
=====

```

## b. Metode Eliminasi Gauss-Jordan

```

=====
===== Pilih Metode Perhitungan: =====
1. Gauss
2. Gauss - Jordan
3. Matriks Balikan
4. Cramer
2
=====
===== Pilih Metode Input: =====
Pilih opsi masukan matriks:
1. Keyboard
2. File
2
=====
Masukkan nilai matriks augmented A | b dimana Ax = b
Masukkan nama file pada directory test/input lengkap dengan extensionnya:
1da.txt
=====
===== RESULT =====
x_1 = 15.7070
x_2 = -118.2650
x_3 = 177.7190
x_4 = 220.7538
x_5 = -628.8344
x_6 = 334.5823
=====

```

## c. Metode Matriks Balikan

```

=====
===== Pilih Metode Perhitungan: =====
1. Gauss
2. Gauss - Jordan
3. Matriks Balikan
4. Cramer
3
=====
===== Pilih Metode Input: =====
Pilih opsi masukan matriks:
1. Keyboard
2. File
2
=====
Masukkan nilai matriks augmented A | b dimana Ax = b
Masukkan nama file pada directory test/input lengkap dengan extensionnya:
lda.txt
=====
===== RESULT =====
x_1 = 15.707030536018932
x_2 = -118.26499441699377
x_3 = 177.71896739592728
x_4 = 220.7537905342566
x_5 = -628.8344190752289
x_6 = 334.5823450643494
=====

```

#### d. Kaidah Cramer

```

=====
===== Pilih Metode Perhitungan: =====
1. Gauss
2. Gauss - Jordan
3. Matriks Balikan
4. Cramer
4
=====
===== Pilih Metode Input: =====
Pilih opsi masukan matriks:
1. Keyboard
2. File
2
=====
Masukkan nilai matriks augmented A | b dimana Ax = b
Masukkan nama file pada directory test/input lengkap dengan extensionnya:
lda.txt
=====
===== RESULT =====
x_1 = -7.265853357774548E13
x_2 = 5.470773771152881E14
x_3 = 1.7390718902260277E-12
x_4 = -7.625148761811412E-12
x_5 = 210.48936798175842
x_6 = 1.0
=====

```

b.  $n = 10$

$$H = \begin{bmatrix} 1 & \frac{1}{2} & \frac{1}{3} & \dots & \frac{1}{n} \\ \frac{1}{2} & \frac{1}{3} & \frac{1}{4} & \dots & \frac{1}{n+1} \\ \frac{1}{3} & \frac{1}{4} & \frac{1}{5} & \dots & \frac{1}{n+2} \\ \vdots & \vdots & \vdots & \dots & \vdots \\ \frac{1}{n} & \frac{1}{n+1} & \frac{1}{n+2} & \dots & \frac{1}{2n+1} \end{bmatrix} \quad \text{---} \quad b = \begin{bmatrix} 1 \\ 0 \\ 0 \\ \vdots \\ 0 \end{bmatrix}$$

## a. Metode Eliminasi Gauss

```
test > input > 1db.txt
1 1 0.5 0.3333333333333333 0.25 0.2 0.166666666666667 0.14285 0.125 0.111111111111111 0.1 1
2 0.5 0.3333333333333333 0.25 0.2 0.166666666666667 0.14285 0.125 0.111111111111111 0.1 0.0909090909090909 0
3 0.3333333333333333 0.25 0.2 0.166666666666667 0.14285 0.125 0.111111111111111 0.1 0.0909090909090909 0.0833333333333333 0
4 0.25 0.2 0.166666666666667 0.14285 0.125 0.111111111111111 0.1 0.0909090909090909 0.0833333333333333 0.076923076923077 0
5 0.2 0.166666666666667 0.14285 0.125 0.111111111111111 0.1 0.0909090909090909 0.0833333333333333 0.076923076923077 0.0714285714285714
6 0.166666666666667 0.14285 0.125 0.111111111111111 0.1 0.0909090909090909 0.0833333333333333 0.076923076923077 0.0714285714285714 0.0666666666666667
7 0.14285 0.125 0.111111111111111 0.1 0.0909090909090909 0.0833333333333333 0.076923076923077 0.0714285714285714 0.0666666666666667 0.0625
8 0.125 0.111111111111111 0.1 0.0909090909090909 0.0833333333333333 0.076923076923077 0.0714285714285714 0.0666666666666667 0.0625 0.0588235294117647
9 0.111111111111111 0.1 0.0909090909090909 0.0833333333333333 0.076923076923077 0.0714285714285714 0.0666666666666667 0.0625 0.0588235294117647 0.0555555555555556
10 0.1 0.0909090909090909 0.0833333333333333 0.076923076923077 0.0714285714285714 0.0666666666666667 0.0625 0.0588235294117647 0.0555555555555556

PROBLEMS OUTPUT DEBUG CONSOLE TERMINAL PORTS
1. Keyboard
2. File
2
=====
Masukkan nilai matriks augmented A | b dimana Ax = b
Masukkan nama file pada directory test/input lengkap dengan extensionnya:
1db.txt
===== RESULT =====
x_1 = 5.6555
x_2 = 6.2010
x_3 = -58.3929
x_4 = -312.4366
x_5 = -416.6255
x_6 = 6988.1352
x_7 = -12142.4591
x_8 = 2417.3141
x_9 = 8091.1424
x_10 = -4581.7645
=====
```

## b. Metode Eliminasi Gauss-Jordan

```

=====
===== Pilih Metode Perhitungan: =====
1. Gauss
2. Gauss - Jordan
3. Matriks Balikan
4. Cramer
2
=====
===== Pilih Metode Input: =====
Pilih opsi masukan matriks:
1. Keyboard
2. File
2
=====
Masukkan nilai matriks augmented A | b dimana Ax = b
Masukkan nama file pada directory test/input lengkap dengan extensionnya:
ldb.txt
=====
===== RESULT =====
x_1 = 5.6555
x_2 = 6.2010
x_3 = -58.3929
x_4 = -312.4366
x_5 = -416.6255
x_6 = 6988.1352
x_7 = -12142.4591
x_8 = 2417.3141
x_9 = 8091.1424
x_10 = -4581.7645
=====

```

### c. Metode Matriks Balikan

```

=====
===== Pilih Metode Perhitungan: =====
1. Gauss
2. Gauss - Jordan
3. Matriks Balikan
4. Cramer
3
=====
===== Pilih Metode Input: =====
Pilih opsi masukan matriks:
1. Keyboard
2. File
2
=====
Masukkan nilai matriks augmented A | b dimana Ax = b
Masukkan nama file pada directory test/input lengkap dengan extensionnya:
ldb.txt
=====
===== RESULT =====
x_1 = 5.655489199155222
x_2 = 6.200972917609459
x_3 = -58.392864144451316
x_4 = -312.4365565725868
x_5 = -416.6254639680034
x_6 = 6988.1351661092995
x_7 = -12142.459135548968
x_8 = 2417.3141063172225
x_9 = 8091.142428200415
x_10 = -4581.764511567076
=====

```

### d. Kaidah Cramer



```

=====
===== Pilih Metode Perhitungan: =====
1. Gauss
2. Gauss - Jordan
3. Matriks Balikan
4. Cramer
4
=====
===== Pilih Metode Input: =====
Pilih opsi masukan matriks:
1. Keyboard
2. File
2
=====
Masukkan nilai matriks augmented A | b dimana Ax = b
Masukkan nama file pada directory test/input lengkap dengan extensionnya:
1db.txt
=====
===== RESULT =====
x_1 = 4.7608066042378794E14
x_2 = -2.0689049136984562E14
x_3 = -4.137809842171907E14
x_4 = 5.522415326820123E-7
x_5 = 13772.485576532914
x_6 = -8.670187670530978E15
x_7 = -56026.66883436776
x_8 = 18683.814516824972
x_9 = 1.0
x_10 = 1.0
=====

```

#### 4.2 SPL berbentuk matriks *augmented*

a.

$$\begin{bmatrix} 1 & -1 & 2 & -1 & -1 \\ 2 & 1 & -2 & -2 & -2 \\ -1 & 2 & -4 & 1 & 1 \\ 3 & 0 & 0 & -3 & -3 \end{bmatrix}.$$

a. Metode Eliminasi Gauss

```

test > input > 2a.txt
1 1 -1 2 -1 -1
2 2 1 -2 -2 -2
3 -1 2 -4 1 1
4 3 0 0 -3 -3

PROBLEMS OUTPUT DEBUG CONSOLE TERMINAL PORTS

=====
===== Pilih Metode Perhitungan: =====
1. Gauss
2. Gauss - Jordan
3. Matriks Balikan
4. Cramer
1
=====
===== Pilih Metode Input: =====
Pilih opsi masukan matriks:
1. Keyboard
2. File
2
=====
=====
Masukkan nilai matriks augmented A | b dimana Ax = b
Masukkan nama file pada directory test/input lengkap dengan extensionnya:
2a.txt
=====
===== RESULT =====
x_4 = t_4
x_1 = -1.0000 + t_4
x_3 = t_3
x_2 = 2.0000t_3
Dimana t_i adalah parametrik dan t_i anggota bilangan Real.
=====

```

b. Metode Eliminasi Gauss-Jordan

```

===== Pilih Metode Perhitungan: =====
1. Gauss
2. Gauss - Jordan
3. Matriks Balikan
4. Cramer
2
=====
===== Pilih Metode Input: =====
Pilih opsi masukan matriks:
1. Keyboard
2. File
2
=====
=====
Masukkan nilai matriks augmented A | b dimana Ax = b
Masukkan nama file pada directory test/input lengkap dengan extensionnya:
2a.txt
=====
===== RESULT =====
x_4 = t_4
x_1 = -1.0000 + t_4
x_3 = t_3
x_2 = 2.0000t_3
Dimana t_i adalah parametrik t dan t_i anggota bilangan Real.
=====

```

### c. Metode Matriks Balikan

```

===== Pilih Metode Perhitungan: =====
1. Gauss
2. Gauss - Jordan
3. Matriks Balikan
4. Cramer
3
=====
===== Pilih Metode Input: =====
Pilih opsi masukan matriks:
1. Keyboard
2. File
2
=====
=====
Masukkan nilai matriks augmented A | b dimana Ax = b
Masukkan nama file pada directory test/input lengkap dengan extensionnya:
2a.txt
=====
Gagal menggunakan metode balikan matriks
errors.NoInverseMatrixException: Matriks tidak memiliki inverse karena augmented bagian kiri tidak dapat mencapai matriks identitas
    at matrix.Matrix.getInverseByERO(Matrix.java:558)
    at program.SPL.solveWithInverse(SPL.java:659)
    at program.SPL.app(SPL.java:106)
    at Main.main(Main.java:31)
===== ERROR =====
errors.Errors$SPLUnsolvable: SPL Ini tidak bisa diselesaikan dengan metode ini karena tidak memiliki solusi unik.
    at program.SPL.solveWithInverse(SPL.java:666)
    at program.SPL.app(SPL.java:106)
    at Main.main(Main.java:31)
=====

```

### d. Kaidah Cramer

```

===== Pilih Metode Perhitungan: =====
1. Gauss
2. Gauss - Jordan
3. Matriks Balikan
4. Cramer
4
=====
===== Pilih Metode Input: =====
Pilih opsi masukan matriks:
1. Keyboard
2. File
2
=====
Masukkan nilai matriks augmented A | b dimana Ax = b
Masukkan nama file pada directory test/input lengkap dengan extensionnya:
2b.txt
=====
Gagal menyelesaikan SPL menggunakan metode cramer.
errors.Errors$InvalidMatrixSizeException: Determinan matriks hanya terdefinisi untuk matriks persegi.
    at matrix.Matrix.getDeterminantByERO(Matrix.java:447)
    at program.SPL.solveWithCramer(SPL.java:694)
    at program.SPL.app(SPL.java:139)
    at Main.main(Main.java:31)
===== ERROR =====
errors.Errors$SPLUnsolvable: SPL Ini tidak bisa diselesaikan dengan metode ini karena tidak memiliki solusi unik.
    at program.SPL.solveWithCramer(SPL.java:726)
    at program.SPL.app(SPL.java:139)
    at Main.main(Main.java:31)
=====

```

b.

$$\begin{bmatrix} 2 & 0 & 8 & 0 & 8 \\ 0 & 1 & 0 & 4 & 6 \\ -4 & 0 & 6 & 0 & 6 \\ 0 & -2 & 0 & 3 & -1 \\ 2 & 0 & -4 & 0 & -4 \\ 0 & 1 & 0 & -2 & 0 \end{bmatrix}.$$

a. Metode Eliminasi Gauss

```
test > input > 2b.txt
1 2 0 8 0 8
2 0 1 0 4 6
3 -4 0 6 0 6
4 0 -2 0 3 -1
5 2 0 -4 0 -4
6 0 1 0 -2 0

PROBLEMS OUTPUT DEBUG CONSOLE TERMINAL PORTS

=====
===== Pilih Metode Perhitungan: =====
1. Gauss
2. Gauss - Jordan
3. Matriks Balikan
4. Cramer
1
=====
===== Pilih Metode Input: =====
Pilih opsi masukan matriks:
1. Keyboard
2. File
2
=====
Masukkan nilai matriks augmented A | b dimana Ax = b
Masukkan nama file pada directory test/input lengkap dengan extensionnya:
2b.txt
=====
===== RESULT =====
x_1 = 0.0000
x_2 = 2.0000
x_3 = 1.0000
x_4 = 1.0000
=====
```

## b. Metode Eliminasi Gauss-Jordan

```
=====
===== Pilih Metode Perhitungan: =====
1. Gauss
2. Gauss - Jordan
3. Matriks Balikan
4. Cramer
2
=====
===== Pilih Metode Input: =====
Pilih opsi masukan matriks:
1. Keyboard
2. File
2
=====
Masukkan nilai matriks augmented A | b dimana Ax = b
Masukkan nama file pada directory test/input lengkap dengan extensionnya:
2b.txt
=====
===== RESULT =====
x_1 = 0.0000
x_2 = 2.0000
x_3 = 1.0000
x_4 = 1.0000
=====
```

## c. Metode Matriks Balikan

```

===== Pilih Metode Perhitungan: =====
1. Gauss
2. Gauss - Jordan
3. Matriks Balikan
4. Cramer
3
=====
===== Pilih Metode Input: =====
Pilih opsi masukan matriks:
1. Keyboard
2. File
2
=====
Masukkan nilai matriks augmented A | b dimana Ax = b
Masukkan nama file pada directory test/input lengkap dengan extensionnya:
2b.txt
=====
Gagal menggunakan metode balikan matriks
errors.Errors$NoInverseMatrixException: Matriks ini tidak memiliki inverse karena bukan matriks persegi!
    at matrix.Matrix.getInverseByERO(Matrix.java:514)
    at program.SPL.solveWithInverse(SPL.java:659)
    at program.SPL.app(SPL.java:106)
    at Main.main(Main.java:31)
===== ERROR =====
errors.Errors$SPLUnsolvable: SPL Ini tidak bisa diselesaikan dengan metode ini karena tidak memiliki solusi unik.
    at program.SPL.solveWithInverse(SPL.java:666)
    at program.SPL.app(SPL.java:106)
    at Main.main(Main.java:31)
=====

```

#### d. Kaidah Cramer

```

===== Pilih Metode Perhitungan: =====
1. Gauss
2. Gauss - Jordan
3. Matriks Balikan
4. Cramer
4
=====
===== Pilih Metode Input: =====
Pilih opsi masukan matriks:
1. Keyboard
2. File
2
=====
Masukkan nilai matriks augmented A | b dimana Ax = b
Masukkan nama file pada directory test/input lengkap dengan extensionnya:
2b.txt
=====
Gagal menyelesaikan SPL menggunakan metode cramer.
errors.Errors$InvalidMatrixSizeException: Determinan matriks hanya terdefinisi untuk matriks persegi.
    at matrix.Matrix.getDeterminantByERO(Matrix.java:447)
    at program.SPL.solveWithCramer(SPL.java:694)
    at program.SPL.app(SPL.java:139)
    at Main.main(Main.java:31)
===== ERROR =====
errors.Errors$SPLUnsolvable: SPL Ini tidak bisa diselesaikan dengan metode ini karena tidak memiliki solusi unik.
    at program.SPL.solveWithCramer(SPL.java:726)
    at program.SPL.app(SPL.java:139)
    at Main.main(Main.java:31)
=====

```

### 4.3 SPL Berbentuk:

a.

$$\begin{aligned}
 8x_1 + x_2 + 3x_3 + 2x_4 &= 0 \\
 2x_1 + 9x_2 - x_3 - 2x_4 &= 1 \\
 x_1 + 3x_2 + 2x_3 - x_4 &= 2 \\
 x_1 + 6x_3 + 4x_4 &= 3
 \end{aligned}$$

a. Metode Eliminasi Gauss

```

test > input > 3a.txt
1 8 1 3 2 0
2 2 9 -1 -2 1
3 1 3 2 -1 2
4 1 0 6 4 3

PROBLEMS OUTPUT DEBUG CONSOLE TERMINAL PORTS

=====
===== Pilih Metode Perhitungan: =====
1. Gauss
2. Gauss - Jordan
3. Matriks Balikan
4. Cramer
1
=====
===== Pilih Metode Input: =====
Pilih opsi masukan matriks:
1. Keyboard
2. File
2
=====
Masukkan nilai matriks augmented A | b dimana Ax = b
Masukkan nama file pada directory test/input lengkap dengan extensionnya:
3a.txt
=====
===== RESULT =====
x_1 = -0.2243
x_2 = 0.1824
x_3 = 0.7095
x_4 = -0.2581
=====

```

## b. Metode Eliminasi Gauss-Jordan

```

=====
===== Pilih Metode Perhitungan: =====
1. Gauss
2. Gauss - Jordan
3. Matriks Balikan
4. Cramer
2
=====
===== Pilih Metode Input: =====
Pilih opsi masukan matriks:
1. Keyboard
2. File
2
=====
Masukkan nilai matriks augmented A | b dimana Ax = b
Masukkan nama file pada directory test/input lengkap dengan extensionnya:
3a.txt
=====
===== RESULT =====
x_1 = -0.2243
x_2 = 0.1824
x_3 = 0.7095
x_4 = -0.2581
=====

```

## c. Metode Matriks Balikan

```

=====
===== Pilih Metode Perhitungan: =====
1. Gauss
2. Gauss - Jordan
3. Matriks Balikan
4. Cramer
3
=====
===== Pilih Metode Input: =====
Pilih opsi masukan matriks:
1. Keyboard
2. File
2
=====
Masukkan nilai matriks augmented A | b dimana Ax = b
Masukkan nama file pada directory test/input lengkap dengan extensionnya:
3a.txt
=====
===== RESULT =====
x_1 = -0.2243243243243243
x_2 = 0.18243243243243243
x_3 = 0.7094594594594593
x_4 = -0.25810810810810814
=====

```

d. Kaidah Cramer

```

=====
===== Pilih Metode Perhitungan: =====
1. Gauss
2. Gauss - Jordan
3. Matriks Balikan
4. Cramer
4
=====
===== Pilih Metode Input: =====
Pilih opsi masukan matriks:
1. Keyboard
2. File
2
=====
Masukkan nilai matriks augmented A | b dimana Ax = b
Masukkan nama file pada directory test/input lengkap dengan extensionnya:
3a.txt
=====
===== RESULT =====
x_1 = -0.22432432432432414
x_2 = 0.1824324324324324
x_3 = 0.7094594594594594
x_4 = -0.25810810810810797
=====

```

b.



$$\begin{aligned}
x_7 + x_8 + x_9 &= 13.00 \\
x_4 + x_5 + x_6 &= 15.00 \\
x_1 + x_2 + x_3 &= 8.00 \\
0.04289(x_3 + x_5 + x_7) + 0.75(x_6 + x_8) + 0.61396x_9 &= 14.79 \\
0.91421(x_3 + x_5 + x_7) + 0.25(x_2 + x_4 + x_6 + x_8) &= 14.31 \\
0.04289(x_3 + x_5 + x_7) + 0.75(x_2 + x_4) + 0.61396x_1 &= 3.81 \\
x_3 + x_6 + x_9 &= 18.00 \\
x_2 + x_5 + x_8 &= 12.00 \\
x_1 + x_4 + x_7 &= 6.00 \\
0.04289(x_1 + x_5 + x_9) + 0.75(x_2 + x_6) + 0.61396x_3 &= 10.51 \\
0.91421(x_1 + x_5 + x_9) + 0.25(x_2 + x_4 + x_6 + x_8) &= 16.13 \\
0.04289(x_1 + x_5 + x_9) + 0.75(x_4 + x_8) + 0.61396x_7 &= 7.04
\end{aligned}$$

a. Metode Eliminasi Gauss

```

test > input > 3b.txt
1  0 0 0 0 0 1 1 1 13
2  0 0 0 1 1 1 0 0 0 15
3  1 1 1 0 0 0 0 0 0 8
4  0 0 0.04289 0 0.04289 0.75 0.04289 0.75 0.61396 14.79
5  0 0.25 0.91421 0.25 0.91421 0.25 0.91421 0.25 0 14.31
6  0.61396 0.75 0.04289 0.75 0.04289 0 0.04289 0 0 3.81
7  0 0 1 0 0 1 0 0 1 18
8  0 1 0 0 1 0 0 1 0 12
9  1 0 0 1 0 0 1 0 0 6
10 0.04289 0.75 0.61396 0 0.04289 0.75 0 0 0.04289 10.51
11 0.91421 0.25 0 0.25 0.91421 0.25 0 0.25 0.91421 16.13
12 0.04289 0 0 0.75 0.04289 0 0.61396 0.75 0.04289 7.04

```

PROBLEMS OUTPUT DEBUG CONSOLE TERMINAL PORTS

```

2. File
2
=====
Masukkan nilai matriks augmented A | b dimana Ax = b
Masukkan nama file pada directory test/input lengkap dengan extensionnya:
3b.txt
=====
===== RESULT =====
SPL ini tidak memiliki solusi sama sekali.
=====

```

b. Metode Eliminasi Gauss-Jordan

```

=====
===== Pilih Metode Perhitungan: =====
1. Gauss
2. Gauss - Jordan
3. Matriks Balikan
4. Cramer
2
=====
===== Pilih Metode Input: =====
Pilih opsi masukan matriks:
1. Keyboard
2. File
2
=====
=====
Masukkan nilai matriks augmented A | b dimana Ax = b
Masukkan nama file pada directory test/input lengkap dengan extensionnya:
3b.txt
=====
===== RESULT =====
SPL ini tidak memiliki solusi sama sekali.
=====

```

### c. Metode Matriks Balikan

```

=====
===== Pilih Metode Perhitungan: =====
1. Gauss
2. Gauss - Jordan
3. Matriks Balikan
4. Cramer
3
=====
===== Pilih Metode Input: =====
Pilih opsi masukan matriks:
1. Keyboard
2. File
2
=====
Masukkan nilai matriks augmented A | b dimana Ax = b
Masukkan nama file pada directory test/input lengkap dengan extensionnya:
3b.txt
=====
Gagal menggunakan metode balikan matriks
errors.Errors$NoInverseMatrixException: Matriks ini tidak memiliki inverse karena bukan matriks persegi!
    at matrix.Matrix.getInverseByERO(Matrix.java:514)
    at program.SPL.solveWithInverse(SPL.java:659)
    at program.SPL.app(SPL.java:106)
    at Main.main(Main.java:31)
=====
===== ERROR =====
errors.Errors$SPLUnsolvable: SPL Ini tidak bisa diselesaikan dengan metode ini karena tidak memiliki solusi unik.
    at program.SPL.solveWithInverse(SPL.java:666)
    at program.SPL.app(SPL.java:106)
    at Main.main(Main.java:31)
=====

```

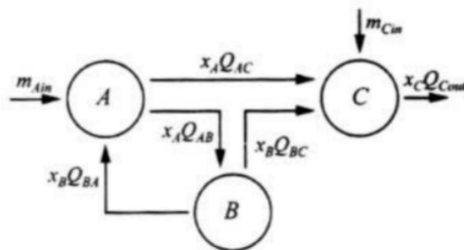
### d. Kaidah Cramer

```

===== Pilih Metode Perhitungan: =====
1. Gauss
2. Gauss - Jordan
3. Matriks Balikan
4. Cramer
4
=====
===== Pilih Metode Input: =====
Pilih opsi masukan matriks:
1. Keyboard
2. File
2
=====
Masukkan nilai matriks augmented A | b dimana Ax = b
Masukkan nama file pada directory test/input lengkap dengan extensionnya:
3b.txt
=====
Gagal menyelesaikan SPL menggunakan metode cramer.
errors.Errors$InvalidMatrixSizeException: Determinan matriks hanya terdefinisi untuk matriks persegi.
    at matrix.Matrix.getDeterminantByERO(Matrix.java:447)
    at program.SPL.solveWithCramer(SPL.java:694)
    at program.SPL.app(SPL.java:139)
    at Main.main(Main.java:31)
===== ERROR =====
errors.Errors$SPLUnsolvable: SPL Ini tidak bisa diselesaikan dengan metode ini karena tidak memiliki solusi unik.
    at program.SPL.solveWithCramer(SPL.java:726)
    at program.SPL.app(SPL.java:139)
    at Main.main(Main.java:31)
=====

```

#### 4.4 Sistem Reaktor



$$A: m_{Ain} + Q_{BA}x_B - Q_{AB}x_A - Q_{AC}x_A = 0$$

$$B: Q_{AB}x_A - Q_{BA}x_B - Q_{BC}x_B = 0$$

$$C: m_{Cin} + Q_{AC}x_A + Q_{BC}x_B - Q_{Cout}x_C = 0$$

Dengan laju volume  $Q$  dalam  $m^3/s$  dan input massa  $m$  dalam  $mg/s$ . Tentukan solusi  $x_A$ ,  $x_B$ ,  $x_C$  dengan menggunakan parameter berikut :  $Q_{AB} = 40$ ,  $Q_{AC} = 80$ ,  $Q_{BA} = 60$ ,  $Q_{BC} = 20$  dan  $Q_{Cout} = 150 m^3/s$  dan  $m_{Ain} = 1300$  dan  $m_{Cin} = 200 mg/s$

##### a. Metode Eliminasi Gauss

```

test > input > 4.txt
1  -120 60 0 -1300
2   40 -80 0 0
3   80 60 -150 -200

PROBLEMS  OUTPUT  DEBUG CONSOLE  TERMINAL  PORTS

=====
===== Pilih Metode Perhitungan: =====
1. Gauss
2. Gauss - Jordan
3. Matriks Balikan
4. Cramer
1
=====
===== Pilih Metode Input: =====
Pilih opsi masukan matriks:
1. Keyboard
2. File
2
=====
Masukkan nilai matriks augmented A | b dimana Ax = b
Masukkan nama file pada directory test/input lengkap dengan extensionnya:
4.txt
=====
===== RESULT =====
x_1 = 14.4444
x_2 = 7.2222
x_3 = 11.9259
=====

```

## b. Metode Eliminasi Gauss-Jordan

```

=====
===== Pilih Metode Perhitungan: =====
1. Gauss
2. Gauss - Jordan
3. Matriks Balikan
4. Cramer
2
=====
===== Pilih Metode Input: =====
Pilih opsi masukan matriks:
1. Keyboard
2. File
2
=====
Masukkan nilai matriks augmented A | b dimana Ax = b
Masukkan nama file pada directory test/input lengkap dengan extensionnya:
4.txt
=====
===== RESULT =====
x_1 = 14.4444
x_2 = 7.2222
x_3 = 11.9259
=====

```

## c. Metode Matriks Balikan

```

=====
===== Pilih Metode Perhitungan: =====
1. Gauss
2. Gauss - Jordan
3. Matriks Balikan
4. Cramer
3
=====
===== Pilih Metode Input: =====
Pilih opsi masukan matriks:
1. Keyboard
2. File
2
=====
Masukkan nilai matriks augmented A | b dimana Ax = b
Masukkan nama file pada directory test/input lengkap dengan extensionnya:
4.txt
=====
===== RESULT =====
x_1 = 14.44444444444443
x_2 = 7.22222222222221
x_3 = 11.925925925925926
=====

```

#### d. Kaidah Cramer

```

=====
===== Pilih Metode Perhitungan: =====
1. Gauss
2. Gauss - Jordan
3. Matriks Balikan
4. Cramer
4
=====
===== Pilih Metode Input: =====
Pilih opsi masukan matriks:
1. Keyboard
2. File
2
=====
Masukkan nilai matriks augmented A | b dimana Ax = b
Masukkan nama file pada directory test/input lengkap dengan extensionnya:
4.txt
=====
===== RESULT =====
x_1 = 14.44444444444445
x_2 = 7.22222222222222
x_3 = 11.925925925925924
=====

```

## 4.5 Studi Kasus Interpolasi

a.

Gunakan tabel di bawah ini untuk mencari polinom interpolasi dari pasangan titik-titik yang terdapat dalam tabel. Program menerima masukan nilai  $x$  yang akan dicari nilai fungsi  $f(x)$ .

$x$	0.1	0.3	0.5	0.7	0.9	1.1	1.3
$f(x)$	0.003	0.067	0.148	0.248	0.370	0.518	0.697

Lakukan pengujian pada nilai-nilai berikut:

$$x = 0.2 \quad f(x) = ?$$

$$x = 0.55 \quad f(x) = ?$$

$$x = 0.85 \quad f(x) = ?$$

$$x = 1.28 \quad f(x) = ?$$

a.  $x = 0.2$

```
test > input > 5a.txt
1 0.1 0.003
2 0.3 0.067
3 0.5 0.148
4 0.7 0.248
5 0.9 0.370
6 1.1 0.518
7 1.3 0.697

PROBLEMS OUTPUT DEBUG CONSOLE TERMINAL PORTS
PS C:\Users\Irvansyah\Documents\Code\Tubes\Algeo01-22003> java -cp bin Main
===== Pilih Menu: =====
1. Sistem Persamaan Linear
2. Determinan
3. Matriks Balikan
4. Interpolasi Polinom
5. Interpolasi Bicubic Spline
6. Regresi Linear Berganda
7. Keluar
4
=====
===== Pilih Metode Input: =====
1. Keyboard
2. File
2
Masukkan nama file pada directory test/input lengkap dengan extensionnya:
5a.txt
Berikut adalah f(x) nya dengan nilai a yang telah diperoleh dari OBE :
-0.02297656250000016 + 0.2400000000000028x^1 + 0.19739583333331742x^2 + 4.020745686626978E-14x^
3 + 0.02604166666661634x^4 + 3.0493186101160675E-14x^5 - 7.152722665704425E-15x^6

Akan ditaksir nilai fungsi, silahkan masukkan X :

0.2

Nilai f(x) = 0.03296093750000016
=====
```

**b. x = 0.55**

```
===== Pilih Menu: =====
1. Sistem Persamaan Linear
2. Determinan
3. Matriks Balikan
4. Interpolasi Polinom
5. Interpolasi Bicubic Spline
6. Regresi Linear Berganda
7. Keluar
4
=====
===== Pilih Metode Input: =====
1. Keyboard
2. File
2
Masukkan nama file pada directory test/input lengkap dengan extensionnya:
5a.txt
Berikut adalah f(x) nya dengan nilai a yang telah diperoleh dari OBE :
-0.02297656250000016 + 0.24000000000000028x^1 + 0.19739583333331742x^2 + 4.020745686626978E-14x^
3 + 0.02604166666661634x^4 + 3.0493186101160675E-14x^5 - 7.152722665704425E-15x^6

Akan ditaksir nilai fungsi, silahkan masukkan X :

0.55

Nilai f(x) = 0.17111865234375
=====
```

**c. x = 0.85**

```
===== Pilih Menu: =====
1. Sistem Persamaan Linear
2. Determinan
3. Matriks Balikan
4. Interpolasi Polinom
5. Interpolasi Bicubic Spline
6. Regresi Linear Berganda
7. Keluar
4
=====
===== Pilih Metode Input: =====
1. Keyboard
2. File
2
Masukkan nama file pada directory test/input lengkap dengan extensionnya:
5a.txt
Berikut adalah f(x) nya dengan nilai a yang telah diperoleh dari OBE :
-0.02297656250000016 + 0.24000000000000028x^1 + 0.19739583333331742x^2 + 4.020745686626978E-14x^
3 + 0.02604166666661634x^4 + 3.0493186101160675E-14x^5 - 7.152722665704425E-15x^6

Akan ditaksir nilai fungsi, silahkan masukkan X :

0.85

Nilai f(x) = 0.33723583984375
=====
```

d.  $x = 1.28$

```
===== Pilih Menu: =====
1. Sistem Persamaan Linear
2. Determinan
3. Matriks Balikan
4. Interpolasi Polinom
5. Interpolasi Bicubic Spline
6. Regresi Linear Berganda
7. Keluar
4
=====
===== Pilih Metode Input: =====
1. Keyboard
2. File
2
Masukkan nama file pada directory test/input lengkap dengan extensionnya:
5a.txt
Berikut adalah f(x) nya dengan nilai a yang telah diperoleh dari OBE :
-0.02297656250000016 + 0.2400000000000028x^1 + 0.1973958333331742x^2 + 4.020745686626978E-14x^
3 + 0.02604166666661634x^4 + 3.0493186101160675E-14x^5 - 7.152722665704425E-15x^6

Akan ditaksir nilai fungsi, silahkan masukkan X :

1.28

Nilai f(x) = 0.6775418375000001
=====
```

b.

Jumlah kasus positif baru Covid-19 di Indonesia semakin fluktuatif dari hari ke hari. Di bawah ini diperlihatkan jumlah kasus baru Covid-19 di Indonesia mulai dari tanggal 17 Juni 2022 hingga 31 Agustus 2022:

Tanggal	Tanggal (desimal)	Jumlah Kasus Baru
17/06/2022	6,567	12.624
30/06/2022	7	21.807
08/07/2022	7,258	38.391
14/07/2022	7,451	54.517
17/07/2022	7,548	51.952
26/07/2022	7,839	28.228
05/08/2022	8,161	35.764
15/08/2022	8,484	20.813
22/08/2022	8,709	12.408
31/08/2022	9	10.534

Tanggal (desimal) adalah tanggal yang sudah diolah ke dalam bentuk desimal 3 angka di belakang koma dengan memanfaatkan perhitungan sebagai berikut:



Tanggal (desimal) = bulan + (tanggal / jumlah hari pada bulan tersebut)

- a. Prediksi tanggal 16/07/2022  
 Tanggal (desimal) = 7,516

```
test > input > 5b.txt
1 6.567 12624
2 7 21807
3 7.258 38391
4 7.451 54517
5 7.548 51952
6 7.839 28228
7 8.161 35764
8 8.484 20813
9 8.709 12408
10 9 10534

PROBLEMS OUTPUT DEBUG CONSOLE TERMINAL PORTS
4. Interpolasi Polinom
5. Interpolasi Bicubic Spline
6. Regresi Linear Berganda
7. Keluar
4
=====
===== Pilih Metode Input: =====
1. Keyboard
2. File
2
Masukkan nama file pada directory test/input lengkap dengan extensionnya:
5b.txt
Berikut adalah f(x) nya dengan nilai a yang telah diperoleh dari OBE :
7.200305831156559E12 - 9.362383549278918E12x^1 + 5.342144345319042E12x^2 - 1.759197443156982E12
x^3 + 3.690115685002981E11x^4 - 5.119108991582238E10x^5 + 4.700873047890323E9x^6 - 2.7575290360
384226E8x^7 + 9381759.266086388x^8 - 141120.31060046278x^9

Akan ditaksir nilai fungsi, silahkan masukkan X :

7.516

Nilai f(x) = 53547.85546875
=====
```

- b. Prediksi tanggal 10/08/2022  
 Tanggal (desimal) = 8,323

```
=====
===== Pilih Metode Input: =====
1. Keyboard
2. File
2
Masukkan nama file pada directory test/input lengkap dengan extensionnya:
5b.txt
Berikut adalah f(x) nya dengan nilai a yang telah diperoleh dari OBE :
7.200305831156559E12 - 9.362383549278918E12x^1 + 5.342144345319042E12x^2 - 1.759197443156982E12
x^3 + 3.690115685002981E11x^4 - 5.119108991582238E10x^5 + 4.700873047890323E9x^6 - 2.75752903
60384226E8x^7 + 9381759.266086388x^8 - 141120.31060046278x^9

Akan ditaksir nilai fungsi, silahkan masukkan X :

8.323

Nilai f(x) = 36307.31640625
=====
```

- c. 05/09/2022  
 Tanggal (desimal) = 9,167

```

=====
===== Pilih Metode Input: =====
1. Keyboard
2. File
2
Masukkan nama file pada directory test/input lengkap dengan extensionnya:
5b.txt
Berikut adalah f(x) nya dengan nilai a yang telah diperoleh dari OBE :
7.200305831156559E12 - 9.362383549278918E12x^1 + 5.342144345319042E12x^2 - 1.75919744
3156982E12x^3 + 3.690115685002981E11x^4 - 5.119108991582238E10x^5 + 4.700873047890323
E9x^6 - 2.7575290360384226E8x^7 + 9381759.266086388x^8 - 141120.31060046278x^9

Akan ditaksir nilai fungsi, silahkan masukkan X :

9.167

Nilai f(x) = -667857.8125
=====

```

- d. 10/11/2022  
Tanggal (desimal) = 11.333

```

=====
===== Pilih Metode Input: =====
1. Keyboard
2. File
2
Masukkan nama file pada directory test/input lengkap dengan extensionnya:
5b.txt
Berikut adalah f(x) nya dengan nilai a yang telah diperoleh dari OBE :
7.200305831156559E12 - 9.362383549278918E12x^1 + 5.342144345319042E12x^2 - 1.75919744
3156982E12x^3 + 3.690115685002981E11x^4 - 5.119108991582238E10x^5 + 4.700873047890323
E9x^6 - 2.7575290360384226E8x^7 + 9381759.266086388x^8 - 141120.31060046278x^9

Akan ditaksir nilai fungsi, silahkan masukkan X :

11.333

Nilai f(x) = -1.873529925375E10
=====

```

- c. Sederhanakan fungsi  $f(x)$  yang memenuhi kondisi

$$f(x) = \frac{x^2 + \sqrt{x}}{e^x + x}$$

dengan polinom interpolasi derajat  $n$  di dalam selang  $[0, 2]$ . Sebagai contoh, jika  $n = 5$ , maka titik-titik  $x$  yang diambil di dalam selang  $[0, 2]$

berjarak  $h = (2 - 0)/5 = 0.4$ .

```
=====
===== Pilih Metode Input: =====
1. Keyboard
2. File
2
Masukkan nama file pada directory test/input lengkap dengan extensionnya:
5c.txt
Berikut adalah f(x) nya dengan nilai a yang telah diperoleh dari OBE :
0.0 + 2.0352567499999967x^1 - 3.552679166666665x^2 + 3.2371100260416403x^3 -
1.421263020833318x^4 + 0.23625569661458043x^5

Akan ditaksir nilai fungsi, silahkan masukkan X :

0.5

Nilai f(x) = 0.45265138830566415
=====
```

#### 4.6 Studi Kasus Regresi Linear Berganda

Table 12.1: Data for Example 12.1

Nitrous Oxide, $y$	Humidity, $x_1$	Temp., $x_2$	Pressure, $x_3$	Nitrous Oxide, $y$	Humidity, $x_1$	Temp., $x_2$	Pressure, $x_3$
0.90	72.4	76.3	29.18	1.07	23.2	76.8	29.38
0.91	41.6	70.3	29.35	0.94	47.4	86.6	29.35
0.96	34.3	77.1	29.24	1.10	31.5	76.9	29.63
0.89	35.1	68.0	29.27	1.10	10.6	86.3	29.56
1.00	10.7	79.0	29.78	1.10	11.2	86.0	29.48
1.10	12.9	67.4	29.39	0.91	73.3	76.3	29.40
1.15	8.3	66.8	29.69	0.87	75.4	77.9	29.28
1.03	20.1	76.9	29.48	0.78	96.6	78.7	29.29
0.77	72.2	77.7	29.09	0.82	107.4	86.8	29.03
1.07	24.0	67.7	29.60	0.95	54.9	70.9	29.37

Source: Charles T. Hare, "Light-Duty Diesel Emission Correction Factors for Ambient Conditions," EPA-600/2-77-116. U.S. Environmental Protection Agency.

Estimasi nilai Nitrous Oxide dengan Humidity bernilai 50%, temperatur 76°F, dan tekanan udara sebesar 29.30:

```
test > input > 6.txt
1 72.4 76.3 29.18 0.90
2 41.6 70.3 29.35 0.91
3 34.3 77.1 29.24 0.96
4 35.1 68.0 29.27 0.89
5 10.7 79.0 29.78 1.00
6 12.9 67.4 29.39 1.10
7 8.3 66.8 29.69 1.15
8 20.1 76.9 29.48 1.03
9 72.2 77.7 29.09 0.77
10 24.0 67.7 29.60 1.07
11 23.2 76.8 29.38 1.07
12 47.4 86.6 29.35 0.94
13 31.5 76.9 29.63 1.10
14 10.6 86.3 29.56 1.10
15 11.2 86.0 29.48 1.10
16 73.3 76.3 29.40 0.91
17 75.4 77.9 29.28 0.87
18 96.6 78.7 29.29 0.78
19 107.4 86.8 29.03 0.82
20 54.9 70.9 29.37 0.95

PROBLEMS OUTPUT DEBUG CONSOLE TERMINAL PORTS

PS C:\Users\Irvansyah\Documents\Code\Tubes\Algeo01-22003> java -cp bin Main
===== Pilih Menu: =====
1. Sistem Persamaan Linear
2. Determinan
3. Matriks Balikan
4. Interpolasi Polinom
5. Interpolasi Bicubic Spline
6. Regresi Linear Berganda
7. Keluar
6
=====
Masukkan Jumlah Peubah X:
=====
3
=====
Masukkan Jumlah Sampel:
=====
20
```

```
===== Masukkan nilai-nilai x_i =====
Masukkan nilai x_1, x_2, x_3
50 76 29.30
===== Pilih Metode Input: =====
1. Keyboard
2. File
2
=====
Masukkan nama file pada directory test/input lengkap dengan extensionnya:
6.txt
===== RESULT =====
f(x) = -3.5077781408835103 - 0.002624990745878327 x_1 + 7.989410472218274E-4 x_2 + 0.15415503019830143 x_3,
f( 50.0, 76.0, 29.3 ) = 0.9384342262216645
=====
Apakah anda ingin menyimpan hasilnya? (y/n)
y
Masukkan nama file yg akan disimpan lengkap dengan .txt (extensionnya):
outputRegresi.txt
Berhasil menyimpan file
```

## Fitur Save File yang menyimpan hasil perhitungan dari regresi

```
test > output > outputRegresi.txt
1 -3.5077781408835103 - 0.002624990745878327 x_1 + 7.989410472218274E-4 x_2 + 0.15415503019830143 x_3
2 0.9384
```

#### 4.7 Studi Kasus Interpolasi bicubic Spline

$$\begin{pmatrix} 21 & 98 & 125 & 153 \\ 51 & 101 & 161 & 59 \\ 0 & 42 & 72 & 210 \\ 16 & 12 & 81 & 96 \end{pmatrix}$$

a. Nilai  $f(0, 0)$ :

```
test > input > 7a.txt
1 21 98 125 153
2 51 101 161 59
3 0 42 72 210
4 16 12 81 96
5 0 0

PROBLEMS OUTPUT DEBUG CONSOLE TERMINAL PORTS

PS C:\Users\Irvansyah\Documents\Code\Tubes\Algeo01-22003> java -cp bin Main
===== Pilih Menu: =====
1. Sistem Persamaan Linear
2. Determinan
3. Matriks Balikan
4. Interpolasi Polinom
5. Interpolasi Bicubic Spline
6. Regresi Linear Berganda
7. Keluar
5
=====
===== Pilih Metode Input: =====
1. Keyboard
2. File
2
=====
Masukkan nama file pada directory test/input lengkap dengan extensionnya:
7a.txt
21.0
=====
```

b. Nilai  $f(0.5, 0.5)$ :

```
test > input > 7b.txt
1 21 98 125 153
2 51 101 161 59
3 0 42 72 210
4 16 12 81 96
5 0.5 0.5

PROBLEMS OUTPUT DEBUG CONSOLE TERMINAL PORTS

5
PS C:\Users\Irvansyah\Documents\Code\Tubes\Algeo01-22003> java -cp bin Main
===== Pilih Menu: =====
1. Sistem Persamaan Linear
2. Determinan
3. Matriks Balikan
4. Interpolasi Polinom
5. Interpolasi Bicubic Spline
6. Regresi Linear Berganda
7. Keluar
5
=====
===== Pilih Metode Input: =====
1. Keyboard
2. File
2
=====
Masukkan nama file pada directory test/input lengkap dengan extensionnya:
7b.txt
87.796875
=====
```

c. Nilai  $f(0.25, 0.75)$ :

```
test > input > 7c.txt
1 21 98 125 153
2 51 101 161 59
3 0 42 72 210
4 16 12 81 96
5 0.25 0.75

PROBLEMS OUTPUT DEBUG CONSOLE TERMINAL PORTS

PS C:\Users\Irvansyah\Documents\Code\Tubes\Algeo01-22003> java -cp bin Main
===== Pilih Menu: =====
1. Sistem Persamaan Linear
2. Determinan
3. Matriks Balikan
4. Interpolasi Polinom
5. Interpolasi Bicubic Spline
6. Regresi Linear Berganda
7. Keluar
5
=====
===== Pilih Metode Input: =====
1. Keyboard
2. File
2
=====
Masukkan nama file pada directory test/input lengkap dengan extensionnya:
7c.txt
117.732177734375
=====
```

d. Nilai  $f(0.1, 0.9)$ :

```
test > input > 7d.txt
1 21 98 125 153
2 51 101 161 59
3 0 42 72 210
4 16 12 81 96
5 0.1 0.9

PROBLEMS OUTPUT DEBUG CONSOLE TERMINAL PORTS

PS C:\Users\Irvansyah\Documents\Code\Tubes\Algeo01-22003> java -cp bin Main
===== Pilih Menu: =====
1. Sistem Persamaan Linear
2. Determinan
3. Matriks Balikan
4. Interpolasi Polinom
5. Interpolasi Bicubic Spline
6. Regresi Linear Berganda
7. Keluar
5
=====
===== Pilih Metode Input: =====
1. Keyboard
2. File
2
=====
Masukkan nama file pada directory test/input lengkap dengan extensionnya:
7d.txt
128.57518700000003
=====
```

## **BAB 5**

### **PENUTUP**

#### **5.1 Kesimpulan**

Dari pembelajaran dalam kelas Aljabar Linier dan Geometri IF2123, kami dapat menerapkan konsep-konsep tersebut dalam pengembangan program berbasis Java. Program yang kami hasilkan memiliki kemampuan untuk menyelesaikan beragam masalah yang berkaitan dengan matriks, seperti Sistem Persamaan Linier, Determinan, dan Matriks Balikan.

Dalam tugas besar ini, kami memahami cara menerapkan metode-metode penyelesaian masalah matriks ke dalam program Java. Dengan program ini, dapat meningkatkan kecepatan dan efisiensi dalam menyelesaikan masalah yang melibatkan matriks. Beberapa contoh masalah yang dapat dipecahkan oleh program kami meliputi estimasi nilai dari suatu fungsi, interpolasi polinom, interpolasi bikubik, serta perhitungan hasil regresi linier berganda.

#### **5.2 Saran dan Komentar**

- Hasil pekerjaan dapat ditingkatkan dengan lebih baik melalui pembelajaran terlebih dahulu mengenai pola-pola desain dalam paradigma berorientasi objek
- Jika memungkinkan, memulai pekerjaan lebih awal sehingga dapat menghindari penumpukan beban pada aktivitas akademik maupun non-akademik lainnya.
- Memahami platform kolaborasi seperti github sebelum memulai pekerjaan.

#### **5.3 Refleksi**

Melalui tugas besar ini, kami memperoleh berbagai pengalaman berharga. Kami dapat meningkatkan kemampuan kerja sama, komunikasi, pemecahan masalah, kedisiplinan, dan kemampuan mengatur waktu dalam menjalankan tugas besar ini. Selain itu, kami juga dapat memahami dan menggunakan bahasa pemrograman Java.