

# **LAPORAN TUGAS BESAR 01**

## **IF 2123 ALJABAR LINEAR DAN GEOMETRI**

**Kelompok APAU & APIN**



Disusun oleh :

Wilson Yusda	13522019
Filbert	13522021
Farel Winalda	13522047

**SEKOLAH TEKNIK ELEKTRO DAN INFORMATIKA (STEI)**  
**INSTITUT TEKNOLOGI BANDUNG**  
**2023**

## DAFTAR ISI

<b>DAFTAR ISI.....</b>	<b>2</b>
<b>BAB I DESKRIPSI MASALAH.....</b>	<b>4</b>
1.1. Tujuan.....	4
1.2. Spesifikasi Program.....	4
<b>BAB II TEORI SINGKAT.....</b>	<b>8</b>
2.1. Metode Operasi Baris Elementer (OBE).....	8
2.2. Metode Eliminasi Gauss.....	8
2.3. Metode Eliminasi Gauss-Jordan.....	9
2.4. Determinan.....	9
2.5. Matriks Balikan.....	10
2.6. Matriks Kofaktor.....	11
2.7. Matriks Adjoin.....	11
2.8. Kaidah Cramer.....	12
2.9. Interpolasi Polinomial.....	12
2.10. Interpolasi Bicubic Spline.....	13
2.11. Regresi Linear Berganda.....	14
<b>BAB III IMPLEMENTASI PROGRAM.....</b>	<b>15</b>
3.1. File Matrix.java.....	15
3.2. File Main.java.....	26
3.3. File Selection.java.....	26
3.4. File SPL.java.....	27
3.5. File Determinan.java.....	28
3.6. File Inverse.java.....	29
3.7. File Interpolasi.java.....	29
3.8. File Bicubic.java.....	30
3.9. File Regresi.java.....	30
<b>BAB IV EKSPERIMEN.....</b>	<b>32</b>
4.1. Menentukan solusi SPL $Ax = b$ .....	32
4.2. SPL berbentuk matriks augmented.....	43
4.3. SPL berbentuk persamaan $x_1, x_2, x_3, \dots$ , dst.....	48
4.4. Sistem Reaktor.....	54
4.5. Studi Kasus Interpolasi.....	58
4.6. Studi Kasus Regresi linear Berganda.....	64
4.7. Studi Kasus Interpolasi Bicubic Spline.....	66
<b>BAB V SARAN &amp; KESIMPULAN.....</b>	<b>71</b>
5.1 Kesimpulan.....	71

5.2 Saran.....	71
5.3 Refleksi.....	71
5.4 Komentar.....	72
5.5 Link Repository.....	72
<b>DAFTAR PUSTAKA.....</b>	<b>73</b>

## BAB I 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). Dalam program ini terdapat satu atau lebih *library* aljabar linier dalam Bahasa Java. Library tersebut berisi fungsi-fungsi seperti eliminasi Gauss, eliminasi Gauss-Jordan, menentukan balikan matriks, menghitung determinan, kaidah Cramer (kaidah Cramer khusus untuk SPL dengan  $n$  peubah dan  $n$  persamaan). Selanjutnya, *library* tersebut digunakan di dalam program Java untuk menyelesaikan berbagai persoalan yang dimodelkan dalam bentuk SPL, menyelesaikan persoalan interpolasi, dan persoalan regresi.

### 1.1. Tujuan

Berikut tujuan pembuatan tugas besar :

1. Membuat pustaka (*library* atau *package*) dalam **Bahasa Java** untuk menemukan solusi SPL dengan metode eliminasi Gauss, metode Eliminasi Gauss-Jordan, metode matriks balikan, dan kaidah *Cramer* (kaidah *Cramer* khusus untuk SPL dengan  $n$  peubah dan  $n$  persamaan), menghitung determinan matriks dengan reduksi baris dan dengan ekspansi kofaktor, dan menghitung balikan matriks.
2. Menggunakan pustaka yang diberikan pada **BAB 2 Teori Singkat** untuk membuat program penyelesaian berbagai persoalan dalam bentuk SPL, menyelesaikan persoalan interpolasi dan regresi linier, menghitung matriks balikan, menghitung determinan matriks dengan berbagai metode (reduksi baris dan ekspansi kofaktor).

### 1.2. Spesifikasi Program

Spesifikasi program adalah sebagai berikut :

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
0.5 -10 -9
```

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

3. Untuk persoalan interpolasi, masukannya jika dari *keyboard* adalah  $n, (x_0, y_0), (x_1, y_1), \dots, (x_n, y_n)$ , dan nilai  $x$  yang akan ditaksir nilai fungsinya. Jika masukannya dari *file*, maka titik-titik dinyatakan pada setiap baris tanpa koma dan tanda kurung. Masukan kemudian dilanjutkan dengan satu buah baris berisi satu buah nilai  $x$  yang akan ditaksir menggunakan fungsi interpolasi yang telah didefinisikan. Misalnya jika titik-titik datanya adalah (8.0, 2.0794), (9.0, 2.1972), dan (9.5, 2.2513) dan akan mencari nilai  $y$  saat  $x = 8.3$ , maka di dalam *file text* ditulis sebagai berikut:

```
8.0 2.0794
9.0 2.1972
9.5 2.2513
8.3
```

4. Untuk persoalan regresi, masukannya jika dari *keyboard* adalah  $n$  (jumlah peubah  $x$ ),  $m$  (jumlah sampel), semua nilai-nilai  $x_{1i}, x_{2i}, \dots, x_{ni}$ , 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 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 polinom interpolasi dan regresi, luarannya adalah persamaan polinom/regresi dan taksiran nilai fungsi pada  $x$  yang diberikan. Contoh luaran untuk interpolasi adalah

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

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 disekitaranya, 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 program yang digunakan adalah Java. Anda bebas untuk menggunakan versi java apapun dengan catatan di atas java versi 8 (8/9/11/15/17/19/20).
10. Program **tidak harus** berbasis GUI, cukup *text-based* saja, namun boleh menggunakan GUI (memakai kakas *Eclipse* misalnya).
11. 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 II TEORI SINGKAT

### 2.1. Metode Operasi Baris Elementer (OBE)

Operasi Baris Elementer (OBE) merupakan suatu operasi yang diterapkan pada baris suatu matriks. OBE bisa digunakan untuk menentukan invers suatu matriks dan menyelesaikan suatu sistem persamaan linear (SPL) / berbentuk matriks augmented. Operasi Baris Elementer (OBE) adalah salah satu alternatif dalam menyelesaikan suatu bentuk matriks seperti menentukan invers matriks dan penerapan matriks pada sistem persamaan linear menggunakan dua cara yaitu "Eliminasi Gauss" dan "Eliminasi Gauss-Jordan. Metode ini digunakan untuk mengubah matriks koefisien dari sistem persamaan linear menjadi bentuk segitiga atau bentuk eselon baris sehingga mudah untuk menemukan solusi dari sistem tersebut. Langkah-langkah dalam metode OBE untuk memodifikasi matriks adalah sebagai berikut :

1. Pertukaran baris / penggantian baris
2. Pengurangan baris dengan baris lainnya
3. Mengalikan baris dengan konstanta tak nol

Tujuan dari operasi-operasi ini adalah untuk membuat matriks tersebut menjadi bentuk segitiga atas atau bentuk eselon baris tereduksi.

### 2.2. Metode Eliminasi Gauss

Metode Eliminasi Gauss dikembangkan oleh Carl Friedrich Gauss (1777-1855). Metode eliminasi Gauss adalah metode untuk operasi nilai-nilai dalam matriks, untuk membuat matriks lebih sederhana lagi. Metode eliminasi gaus dikembangkan dari metode eliminasi, dengan cara menghilangkan atau mengurangi jumlah variabel, untuk mendapatkan nilai variabel bebas. Eliminasi Gauss mengubah persamaan linear menjadi bentuk matriks, kemudian diubah ke bentuk Eselon Baris melalui Operasi Baris Elementer. Setelah itu bentuk matriks diselesaikan dengan substitusi balik.

$$\left[ \begin{array}{ccccc} a_{11} & a_{12} & \dots & a_{1n} & b_1 \\ a_{21} & a_{22} & \dots & a_{2n} & b_2 \\ \vdots & \vdots & \vdots & \vdots & \vdots \\ a_{m1} & a_{m2} & \dots & a_{mn} & b_n \end{array} \right] \sim_{\text{OBE}} \left[ \begin{array}{cccccc} 1 & * & * & \dots & * & * \\ 0 & 1 & * & \dots & * & * \\ \vdots & \vdots & \vdots & \vdots & \vdots & \vdots \\ 0 & 0 & 0 & \vdots & 1 & * \end{array} \right]$$

### 2.3. Metode Eliminasi Gauss-Jordan

Metode Eliminasi Gauss dikembangkan oleh Carl Friedrich Gauss (1777-1855) dan juga Camille Jordan (1838-1922). Metode Eliminasi Gauss-Jordan adalah prosedur pemecahan sistem persamaan linear dengan mengubahnya menjadi bentuk matriks eselon baris tereduksi dengan Operasi Baris Elementer.

$$\left[ \begin{array}{cccc|c} a_{11} & a_{12} & \dots & a_{1n} & b_1 \\ a_{21} & a_{22} & \dots & a_{2n} & b_2 \\ \vdots & \vdots & \vdots & \vdots & \vdots \\ a_{m1} & a_{m2} & \dots & a_{mn} & b_m \end{array} \right] \sim_{\text{OBE}} \left[ \begin{array}{cccc|c} 1 & 0 & 0 & \dots & 0 & * \\ 0 & 1 & 0 & \dots & 0 & * \\ \vdots & \vdots & \vdots & \vdots & \vdots & \vdots \\ 0 & 0 & 0 & \vdots & 1 & * \end{array} \right]$$

Gambar 2.3 Metode Eliminasi Gauss-Jordan

### 2.4. Determinan

Determinan adalah konsep matematika yang digunakan untuk mengukur sifat-sifat matriks, yang merupakan susunan bilangan dalam bentuk persegi (mempunyai baris dan kolom memiliki jumlah yang sama). Determinan suatu matriks dapat dihitung dengan berbagai metode yaitu metode reduksi baris dan metode ekspansi kofaktor.

Pada metode reduksi baris, OBE diterapkan pada matriks persegi sehingga diperoleh matriks segitiga.

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

$$\left[ \begin{array}{cccc} a_{11} & a_{12} & \dots & a_{1n} \\ a_{21} & a_{22} & \dots & a_{2n} \\ \vdots & \vdots & \vdots & \vdots \\ a_{n1} & a_{n2} & \dots & a_{nn} \end{array} \right] \stackrel{\text{OBE}}{\sim} \left[ \begin{array}{cccc} a'_{11} & a'_{12} & \dots & a'_{1n} \\ 0 & a'_{22} & \dots & a'_{2n} \\ \vdots & \vdots & \ddots & a'_{3n} \\ 0 & 0 & 0 & a'_{nn} \end{array} \right]$$

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

$p$  menyatakan berapa banyak terjadi pertukaran baris di dalam OBE

Untuk metode ekspansi kofaktor, misal didefinisikan :

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

$M_{ij}$  adalah minor entri dari elemen  $a_{ij}$   
 $C_{ij} = (-1)^{i+j} M_{ij}$  atau kofaktor entri  $a_{ij}$

Dari kedua informasi diatas, untuk menghitung determinannya dapat digunakan salah satu dari persamaan-persamaan berikut.

$$\begin{array}{ll} \text{det}(A) = a_{11}C_{11} + a_{12}C_{12} + \dots + a_{1n}C_{1n} & \text{det}(A) = a_{11}C_{11} + a_{21}C_{21} + \dots + a_{n1}C_{n1} \\ \text{det}(A) = a_{21}C_{21} + a_{22}C_{22} + \dots + a_{2n}C_{2n} & \text{det}(A) = a_{12}C_{12} + a_{22}C_{22} + \dots + a_{n2}C_{n2} \\ \vdots & \vdots \\ \text{det}(A) = a_{n1}C_{n1} + a_{n2}C_{n2} + \dots + a_{nn}C_{nn} & \text{det}(A) = a_{1n}C_{1n} + a_{2n}C_{2n} + \dots + a_{nn}C_{nn} \end{array}$$

Secara baris

Secara kolom

## 2.5. Matriks Balikan

Matriks Balikan dapat didefinisikan sebagai matriks persegi dengan ukuran  $n \times n$  sedemikian rupa sehingga  $A(A^{-1}) = (A^{-1}A) = I$ . Matriks balikan dapat dicari dengan eliminasi Gauss-Jordan dan dengan metode adjoin matriks. Jika suatu matriks seluruh elemennya 0 atau memiliki determinan 0, maka matriks tersebut tidak memiliki balikan. Terdapat 2 cara dalam mendapatkan balikan matriks, yaitu dengan metode Gauss-Jordan dan metode adjoin.

Untuk metode Gauss-Jordan menerapkan persamaan:

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

Ketika melakukan Operasi pada sisi kiri, sisi kanan juga ikut berubah sehingga ketika sisi kiri menjadi identitas, sis kanan menjadi balikan dari sisi kiri,

Kemudian untuk Metode Adjoin dapat menerapkan persamaan:

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

## 2.6. Matriks Kofaktor

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

Untuk matriks minor, penggambaran yang dapat dilakukan yakni sebagai contoh berikut :

$$A = \begin{bmatrix} 6 & -3 & 1 \\ 2 & 2 & -4 \\ 1 & 5 & 3 \end{bmatrix} \quad M_{11} = \begin{vmatrix} 2 & -4 \\ 5 & 3 \end{vmatrix}$$

Dari minor-minor dengan  $i$  dan  $j$  yang berbeda, kemudian disusun matriks kofaktor sebagai berikut:

$$\begin{bmatrix} + \begin{vmatrix} 6 & 3 \\ -4 & 0 \end{vmatrix} & - \begin{vmatrix} 1 & 3 \\ 2 & 0 \end{vmatrix} & + \begin{vmatrix} 1 & 6 \\ 2 & -4 \end{vmatrix} \\ - \begin{vmatrix} 2 & -1 \\ -4 & 0 \end{vmatrix} & + \begin{vmatrix} 3 & -1 \\ 2 & 0 \end{vmatrix} & - \begin{vmatrix} 3 & 2 \\ 2 & -4 \end{vmatrix} \\ + \begin{vmatrix} 2 & -1 \\ 6 & 3 \end{vmatrix} & - \begin{vmatrix} 3 & -1 \\ 1 & 3 \end{vmatrix} & + \begin{vmatrix} 3 & 2 \\ 1 & 6 \end{vmatrix} \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} 12 & 6 & -16 \\ 4 & 2 & 16 \\ 12 & -10 & 16 \end{bmatrix}$$

## 2.7. Matriks Adjoin

Matriks Adjoin merupakan hasil transpose dari matriks yang elemen elemennya merupakan kofaktor dari elemen-elemen matriks (Matriks kofaktor A). Matriks Adjoin sendiri merupakan salah satu cara untuk mendapatkan Matriks balikan. Penerapan Matriks Adjoin dapat dilihat sebagai berikut:

Jadi matriks kofaktor:  $\begin{bmatrix} 12 & 6 & -16 \\ 4 & 2 & 16 \\ 12 & -10 & 16 \end{bmatrix}$

Adjoin dari A adalah transpose matriks kofaktor:

$$\text{adj}(A) = \begin{bmatrix} 12 & 4 & 12 \\ 6 & 2 & -10 \\ -16 & 16 & 16 \end{bmatrix}$$

## 2.8. Kaidah Cramer

Dalam aljabar linear, kaidah Cramer adalah rumus yang dapat digunakan untuk menyelesaikan sistem persamaan linear dengan banyak persamaan sama dengan banyak variabel, dan berlaku ketika sistem tersebut memiliki **solusi yang tunggal**. Kaidah Cramer menyatakan solusi dengan menggunakan determinan matriks koefisien (dari sistem persamaan) dan determinan matriks lain yang diperoleh dengan mengganti salah satu kolom matriks koefisien dengan vektor yang berada sebelah kanan persamaan. Kaidah Cramer menerapkan persamaan dibawah ini untuk mendapatkan nilai  $X_n$  dengan A sebagai Matriks sistem persamaan awal dan  $A_n$  sebagai matriks yang kolomnya sudah diformat demi mendapat nilai  $X_n$ :

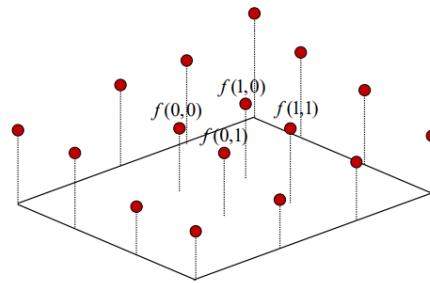
$$x_1 = \frac{\det(A_1)}{\det(A)}, \quad x_2 = \frac{\det(A_2)}{\det(A)}, \dots, \quad x_n = \frac{\det(A_n)}{\det(A)}$$

## 2.9. Interpolasi Polinomial

*Interpolasi polinom* adalah teknik yang digunakan untuk mengestimasi atau memodelkan data yang diberikan dengan asumsi bahwa data tersebut dapat dijelaskan oleh sebuah polinom dengan derajat tertentu. Dengan menggunakan teknik ini, kita dapat membentuk persamaan polinomial berdasarkan data yang ada, yang nantinya dapat digunakan untuk memperkirakan nilai di antara data yang diketahui atau bahkan di luar rentang data tersebut. Interpolasi polinom memiliki aplikasi yang luas, antara lain untuk menyederhanakan pemodelan fungsi yang kompleks dan untuk menghasilkan kurva saat hanya ada titik-titik data diskrit."

## 2.10. Interpolasi Bicubic Spline

*Bicubic Spline Interpolation* merupakan metode interpolasi yang dapat digunakan untuk mengaproksimasi fungsi diantara titik titik yang diketahui. Bicubic spline interpolation melibatkan konsep *spline* dan konstruksi serangkaian polinomial kubik di dalam setiap sel segi empat dari data yang diberikan. Pendekatan ini menciptakan permukaan yang halus dan kontinu, memungkinkan untuk perluasan data secara visual yang lebih akurat daripada metode interpolasi linear. Dalam pemrosesan menggunakan interpolasi bicubic spline digunakan 16 buah titik, 4 titik referensi utama di bagian pusat, dan 12 titik di sekitarnya sebagai aproksimasi turunan dari keempat titik referensi untuk membagun permukaan bikubik. Bentuk pemodelannya adalah sebagai berikut.



Persamaan utama dari *bicubic spline interpolation* yang akan digunakan yaitu:

$$A^{-1}x = \alpha$$

Dengan A yaitu matriks ekspansi dari input f dan turunan berarahnya dengan titik titik referensinya dan x merupakan nilai dari turunan tersebut, dan alpha merupakan matriks yang nantinya akan dipakai untuk menaksir suatu titik.

Dalam *bicubic spline interpolation*, dibutuhkan 16 titik dengan 4 titik referensi utama. Untuk 4 titik tersebut, perlu dicari turunan berarah , baik  $f_x$ ,  $f_y$ ,maupun  $f_{xy}$ .  
Persamaan -persamaan yang digunakan untuk menghitung hal tersebut yakni:

$$f(x, y) = \sum_{i=0}^3 \sum_{j=0}^3 a_{ij} x^i y^j$$

$$f_x(x, y) = \sum_{j=0}^3 \sum_{i=1}^3 a_{ij} i x^{i-1} y^j$$

$$f_y(x, y) = \sum_{j=1}^3 \sum_{i=0}^3 a_{ij} j x^i y^{j-1}$$

$$f_{xy}(x, y) = \sum_{j=0}^3 \sum_{i=0}^3 a_{ij} i j x^{i-1} y^{j-1}$$

## 2.11. Regresi Linear Berganda

Regresi linier berganda merupakan suatu algoritma yang digunakan untuk menelusuri pola hubungan antara variabel terikat dengan dua atau lebih variabel bebas. Meskipun sudah ada persamaan jadi untuk menghitung regresi linear sederhana, terdapat persamaan umum dari regresi linear yang bisa digunakan untuk regresi linear berganda, yaitu:

$$y = \beta_0 + \beta_1 x_1 + \cdots + \beta_p x_p + \varepsilon,$$

Untuk mendapatkan nilai dari setiap  $\beta_i$  dapat digunakan Normal Estimation Equation for Multiple Linear Regression sebagai berikut dimana persamaan linear tersebut diselesaikan dengan metode eliminasi-Gauss:

$$\begin{aligned} nb_0 + b_1 \sum_{i=1}^n x_{1i} + b_2 \sum_{i=1}^n x_{2i} + \cdots + b_k \sum_{i=1}^n x_{ki} &= \sum_{i=1}^n y_i \\ b_0 \sum_{i=1}^n x_{1i} + b_1 \sum_{i=1}^n x_{1i}^2 + b_2 \sum_{i=1}^n x_{1i} x_{2i} + \cdots + b_k \sum_{i=1}^n x_{1i} x_{ki} &= \sum_{i=1}^n x_{1i} y_i \\ \vdots &\quad \vdots & \vdots &\quad \vdots &\quad \vdots \\ b_0 \sum_{i=1}^n x_{ki} + b_1 \sum_{i=1}^n x_{ki} x_{1i} + b_2 \sum_{i=1}^n x_{ki} x_{2i} + \cdots + b_k \sum_{i=1}^n x_{ki}^2 &= \sum_{i=1}^n x_{ki} y_i \end{aligned}$$

## BAB III IMPLEMENTASI PROGRAM

### 3.1. File Matrix.java

- Atribut

Atribut	Deskripsi
public int rows	Berisi data dengan tipe integer yang menampung jumlah baris matriks
public int cols	Berisi data dengan tipe integer yang menampung jumlah kolom matriks
public int double	Berisi data dengan tipe double yang merupakan isi dari matriks

- Fungsi/Prosedur

Fungsi / Prosedur	Deskripsi
public double getElmt(int i, int j)	Mengembalikan nilai elemen pada baris i dan kolom j.
public int getRow()	Mengembalikan banyak baris pada sebuah matriks sesuai dengan yang sudah di-declare pada konstruktur.
public int getColumn()	Mengembalikan banyak kolom pada sebuah matriks sesuai dengan yang sudah di-declare pada konstruktur.
public void setELmt(int row, int col, double val)	Mengubah nilai matriks pada posisi suatu baris dan kolom tertentu dengan value yang di-declare di parameter. Jika baris atau kolom diluar batas, akan memberikan output error.
public void printMatrix()	Menampilkan isi matriks ke layar.

int ValidateIntInput(String message,Scanner scanner)	Mengecek apakah nilai yang diinput merupakan integer atau bukan.
public boolean areStringsInside(String[] array)	Mengembalikan nilai boolean yang mengecek dengan cara mem-parse double dan integer , jika terdapat error, akan di catch dan mengembalikan true, jika tidak error, berarti tidak ada string dan return false.
double getValidDoubleInput(String message, Scanner scanner)	Mengecek apakah nilai yang diinput merupakan double atau bukan.
public void readMatrixFromTerminal(Scanner scanner)	Membaca setiap inputan yang diberikan oleh user mulai dari inputan baris, kolom dan matriks. Kemudian, melakukan validasi apakah matriks yang diinput sudah sesuai format atau apakah elemen matriks yang diinput double atau bukan. Cara untuk mengecek apakah matriks yang diinput sudah sesuai format atau belum adalah dengan menyimpan elemen matriks yang diinput dalam sebuah array lalu mengecek apakah besar dari arraynya sudah sesuai dengan column baru dapat melanjutkan penginputan. Sedangkan untuk mengecek apakah elemen yang diinput adalah double, setiap elemen akan diparse dan dicek apakah setiap elemen merupakan double atau bukan.Terakhir, untuk mengecek apakah ukuran pas, terdapat maxcol dimana jika col tidak sama dengan maxcol, maka matriks tidak rata dan akan memberikan output error.
public void readMatrixFromTerminalRegresi(int rows, int cols, Scanner scanner)	Membaca setiap inputan yang diberikan oleh user mulai dari inputan jumlah sampel, jumlah peubah X dan matriks sendiri. Untuk ukuran, dipastikan bahwa ukurannya yaitu 1 +jumlah peubah karena ada nilai Y. Kemudian, melakukan validasi apakah matriks yang diinput sudah sesuai format atau apakah elemen matriks yang diinput double atau bukan. Cara untuk mengecek apakah matriks

	yang diinput sudah sesuai format atau belum adalah dengan menyimpan elemen matriks yang diinput dalam sebuah array lalu mengecek apakah besar dari arraynya sudah sesuai dengan column baru dapat melanjutkan penginputan. Sedangkan untuk mengecek apakah elemen yang diinput adalah double, setiap elemen akan diparse dan dicek apakah setiap elemen merupakan double atau bukan. Terakhir, untuk mengecek apakah ukuran pas, terdapat maxcol dimana jika col tidak sama dengan maxcol, maka matriks tidak rata dan akan memberikan output error.
public void readSquareMatrix(Scanner scanner)	Membaca inputan jumlah ukuran matriks yang diinginkan oleh user dan kemudian melakukan validasi seperti ukuran format matriks yang diinput sudah benar atau apakah elemen matriks yang diinput double atau bukan. Cara untuk mengecek apakah matriks yang diinput sudah sesuai format atau belum adalah dengan menyimpan elemen matriks yang diinput dalam sebuah array lalu mengecek apakah besar dari arraynya sudah sesuai dengan column baru dapat melanjutkan penginputan. Sedangkan untuk mengecek apakah elemen yang diinput adalah double, setiap elemen akan diparse dan dicek apakah setiap elemen merupakan double atau bukan.
public Matrix copyMatrix()	Mengembalikan duplikat dari Matriks yang ingin di duplikasi.
public int Msize(double[][] matrix)	Mengembalikan besar dari suatu Matriks.
public boolean isSquare(double[][] matrix)	Mengecek apakah Matriks tersebut adalah matriks persegi.
public void readMatrixFromFile(Scanner scanner)	Membaca Matriks dari file dengan menggunakan BufferedReader dengan pembacaan 2x, pembacaan 1 hanya demi mencari jumlah kolom dan baris yang sesuai serta mengecek apakah terdapat string, kemudian pembacaan kedua

	digunakan untuk memindahkan tiap line ke temparray setelah di split dan di parseDouble ke sebuah nilai sebelum di setELmt pada “this”. Setiap ada error seperti adanya huruf, nama file tidak ada, file bukan txt dan lain-lain akan memberikan output error dan input nama file ulang.
public void readMatrixFromFileForRegression(Scanner scanner, int peubah, int data)	Membaca Matriks dari file dengan menggunakan BufferedReader dengan perulangan 2x, 1 hanya demi mencari jumlah kolom dan baris yang sesuai serta mengecek apakah terdapat string, kemudian perulangan kedua digunakan untuk memindahkan tiap line ke temparray setelah di split dan di parseDouble ke sebuah nilai sebelum di setELmt pada “this”. Setiap ada error seperti adanya huruf, nama file tidak ada, file bukan txt dan lain-lain akan memberikan output error dan input nama file ulang.
public Matrix readMatrixFromFileForBicubic(Scanner scanner)	Membaca Matriks dari file dengan menggunakan BufferedReader dengan perulangan 2x, pembacaan 1 hanya demi mencari jumlah kolom dan baris yang sesuai serta mengecek apakah terdapat string, ditambah lagi mengecek apakah ukuran matriks 4x4 dan apakah terdapat 1 baris tambahan setelah 4x4 tersebut. Kemudian pembacaan kedua digunakan untuk memindahkan tiap line ke temparray setelah di split dan di parseDouble ke sebuah nilai sebelum di setELmt pada “this”. Selain itu, juga dicek apakah benar row terakhir hanya terdapat 2 elemen karena jika lebih akan error dan akan di catch. Perlu diingat bahwa pembacaan untuk pengisian matriks hanya sampai 4 baris sesuai format bicubic, dan baris terakhir dibaca sesuai format taksiran dan tidak diisi. Setiap ada error seperti adanya huruf, nama file tidak ada, file bukan txt, ukuran matriks tidak sesuai,

	format matriks tidak benar dan lain-lain akan memberikan output error dan input nama file ulang. Selain Membaca, fungsi ini juga mengembalikan nilai taksiran dalam bentuk matriks (X dan Y yang ingin ditaksir)
public double readMatrixFromFileforInterpolation(Scanner scanner)	Membaca Matriks dari file dengan menggunakan BufferedReader dengan perulangan 2x, pembacaan 1 hanya demi mencari jumlah kolom dan baris yang sesuai serta mengecek apakah terdapat string, ditambah lagi mengecek apakah ukuran matriks berisi 2 kolumn. Kemudian pembacaan kedua digunakan untuk memindahkan tiap line ke temparray setelah di split dan di parseDouble ke sebuah nilai sebelum di setElmt pada "this". Namun, juga dicek apakah benar row terakhir hanya terdapat 1 elemen karena jika lebih akan error dan akan di catch. Juga diingat bahwa untuk read file yang dipindahkan ke Matrix hanya sampai sebelum baris terakhir dan baris terakhir diubah ke double dan disimpan dalam value. Setiap ada error seperti adanya huruf, nama file tidak ada, file bukan txt, ukuran matriks tidak sesuai, format matriks tidak benar dan lain-lain akan memberikan output error dan input nama file ulang. Selain itu, juga mengembalikan baris terakhir yang sudah dicek hanya ada 1 yang merupakan nilai yang ingin diinterpolasikan Y nya.
public static boolean isTxtFile(String fileName)	Mengembalikan boolean true jika ujung dari file name inputan merupakan .txt dan false jika bukan.
public Matrix OBE(Matrix M)	Mengembalikan Matriks dalam bentuk Eselon Baris dan juga mengeluarkan output berupa cara / metode OBE baik itu eliminasi, perkalian, dan juga penukaran baris hingga mendapatkan matriks eselon baris yang akan diolah nanti menjadi suatu solusi SPL dan lainnya.

public Matrix OBE_red(Matrix M)	Mengembalikan Matriks dalam bentuk Eselon Baris Tereduksi dan juga mengeluarkan output berupa cara / metode OBE baik itu eliminasi, perkalian, dan juga penukaran baris hingga mendapatkan matriks eselon baris tereduksi yang akan diolah nanti menjadi suatu solusi SPL dan lainnya.
public Matrix minor(int row,int col)	Mengembalikan Matriks yang meng-exclude baris dan kolom yang di-declare di parameter, dengan memindahkan elemen elemen dari suatu matriks, namun pastikan apakah posisi elemen tersebut sesuai dengan di parameter, jika iya, akan di skip dan jika tidak akan secara berurutan dimasukkan ke matriks baru.
public Matrix cofactor()	Mengembalikan Matriks kofaktor dengan memanfaatkan minor dan determinan. Dilakukan looping untuk tiap posisi baris dan kolom sehingga minor yang dicari determinannya mencakup semua kemungkinan dan kombinasi atas kolom dan baris yang ada.
public void determinanCofExp(Scanner scanner)	Menampilkan cara-cara untuk menghitung determinan dengan menggunakan metode ekspansi kofaktor yaitu dengan mengalikan elemen baris pertama dari matriks dengan elemen baris pertama dari matriks kofaktor lalu menambahkan semua elemennya.
public double determinanCof()	mengembalikan nilai determinan dari suatu matriks dimana ini dilakukan dengan menggunakan metode kofaktor(minor) dari matriks asli dengan menghilangkan baris dan kolom yang sesuai. Kemudian, mengalikan setiap elemen dari baris pertama dengan determinan minor yang sesuai, menambahkannya sesuai sign (+/-) dan mengembalikan nilai determinan akhir dari matriks tersebut.

public void swapRows(int i,int j)	Mengubah (Membalikkan) semua elemen posisi row i dan row j
public static double round(double number,int decimal)	untuk menground nilai dari double sesuai dengan jumlah desimal yang diinginkan
public double determinanOBE()	mengembalikan nilai determinan tetapi menggunakan metode reduksi baris.
public double determinanOBETanpaPrint()	Mengembalikan nilai determinan seperti function determinanOBE tetapi bedanya disini tidak ditampilkan cara-caranya.
public Matrix transpose()	Mengembalikan Matriks transpose dari suatu matriks dengan cara SetELmt posisi j,i dengan get element i,j untuk semua kombinasi baris dan kolom.
public Matrix adjoint()	Mengembalikan Matriks kofaktor dengan memanfaatkan minor dan determinan. Dilakukan looping untuk tiap posisi baris dan kolom sehingga minor yang dicari determinannya mencakup semua kemungkinan dan kombinasi atas kolom dan baris yang ada. Ini sama seperti cofactor, namun untuk adjoint di transpose matriks kofaktornya.
public Matrix inverseAdjoinFunc()	Mengembalikan nilai inverse dari suatu matriks dengan memanfaatkan fungsi adjoint dan determinan dan juga dengan rumus balikan adjoint yang dijelaskan di teori dasar, yaitu membagi setiap elemen adjoint dengan determinan matriks awal.
public static void interPolim(Scanner scanner)	mengembalikan nilai dari hasil interpolasi berbagai titik. Dari hasil meminta inputan x,y dari user, kita harus membuat inputan tersebut menjadi matriks augmented. Lalu, kita mencari hasil SPL dari matriks augmented dengan menggunakan metode gauss. kemudian, kita akan mendapatkan hasil interpolasinya dalam bentuk fungsi.
public static void InterPolimFromFile(Scanner scanner)	Mengembalikan nilai dari hasil interpolasi dari berbagai titik. Bedanya disini, tidak perlu meminta inputan dari user lagi dan

	langsung membaca inputan-inputan tersebut dari filenya.
public Matrix hasilOBEGauss()	Mengembalikan hasil spl dari suatu matriks dengan menggunakan metode gauss.
public Matrix createIdentitas(int rows)	Mengembalikan matriks identitas sesuai dengan jumlah row karena sudah dipastikan merupakan matriks persegi. Konsepnya yaitu untuk memberikan nilai satu ketika nilai baris sama dengan kolom dan 0 untuk sisanya.
public Matrix gabung()	Mengembalikan gabungan dari suatu matriks dengan identitas dibelakangnya. Konsepnya yaitu membuat matriks dengan baris sama namun dengan kolom hasil penjumlahan dan memindahkan 1 per 1 elemen mulai dari kolom matriks awal kemudian dilanjutkan dengan kolom dari matriks identitas.
public Matrix inverseIdentitas()	Mengembalikan balikan dari suatu matriks dengan metode ekspansi identitas yaitu dengan melakukan Gauss-Jordan tidak hanya pada matriks awal, namun pada identitas juga.
public Matrix hasilSPL()	Menampilkan matriks yang unik (tidak parametrik) berukuran 1xn (n adalah banyak variabel) setelah divalidasi sebelumnya dan matriks tersebut merupakan matriks yang berisi solusi yang tidak parametrik dari setiap variabel dari suatu Sistem Persamaan Linear.
public Matrix OBETanpaCara(Matrix M)	Mengembalikan Matrix hasil OBE sesuai dengan konsep yang ada pada fungsi OBE sebelumnya , namun menghilangkan panduan cara.
public Matrix OBE_redTanpaCara(Matrix M)	Mengembalikan Matrix hasil OBE_red sesuai dengan konsep yang ada pada fungsi OBE_red sebelumnya , namun menghilangkan panduan cara.

public Matrix InverseIdentitasTanpaCara()	Mengembalikan balikan dari suatu matriks dengan metode ekspansi identitas yaitu dengan melakukan Gauss-Jordan tidak hanya pada matriks awal, namun pada identitas juga. Selain itu, juga tidak dijelaskan cara jalan karena memanfaatkan OBE_redTanpaCara. Ini digunakan untuk memperpendek hasil di terminal jika digunakan pada fungsi lain.
public int checkPositionX(int cols)	Mengembalikan posisi X untuk kolom tertentu. Penjelasannya berupa karena format pada bicubic yaitu (0,0), (1,0), (0,1), (1,1) sehingga nilai 0 hanya jika ada pada kolom 0 dan 2.
public int checkPositionY(int cols)	Mengembalikan posisi Y untuk kolom tertentu. Penjelasannya berupa karena format pada bicubic yaitu (0,0), (1,0), (0,1), (1,1) sehingga nilai 0 hanya jika ada pada kolom 0 dan 1.
public Matrix expansionMatrix()	Mengembalikan Matriks 16x16 hasil ekspansi dengan memanfaatkan rumus $A^{-1}x = \alpha$ dengan x adalah nilai dari matriks inputan yang dikonversi ke 16x1. Cara penggerjaannya jika disederhanakan yaitu mengambil tiap elemen dari matriks x dan elemen dari posisi $\alpha$ (kombinasi dari 0 dan 1 untuk x dan y) dan menerapkan operasi yang sesuai. Cara yang digunakan untuk mengecek operasi sesuai yaitu dengan percabangan, jika untuk pengecekan kolom sudah penuh , maka nilai turunan bertambah 1. Untuk turunan sama dengan 0,1,2,3 akan menjalankan operasi berbeda. Namun, juga dicek jika ada pengecualian dimana mungkin saja terdapat kombinasi $0^{0-1}$ sehingga menjadi NaN , sehingga saya pastikan untuk kondisi tersebut output sama dengan 0. Operasi diatas dilakukan terus sampai matriks 16x16 terisi penuh.
public Matrix multiply(Matrix m1,Matrix	Mengembalikan hasil perkalian antara

m2)	matrix m1 dan m2 dimana konsep yang digunakan yaitu mengalikan tiap baris m1 dan tiap kolom m2.
public Matrix MatrixTurunan()	Mengembalikan matriks 16x1 dari hasil inputan yang awalnya 4x4 dengan pengecekan jika kolom sudah maks akan dilanjutkan ke baris selanjutnya.
public Matrix InverseExpansion()	Mengembalikan Inverse dari matriks 16x16 hasil expansionMatrix dengan InverseIdentitasTanpaCara karena jika dengan inverseAdjoin akan memakan waktu lama.
public double bicubicSplineInterpolation(double x,double y)	Melakukan operasi bicubic spline interpolation sesuai rumus. Operasi dimulai dengan memanggil fungsi expansionMatrix dan MatrixTurunan dan dikalikan (expansion x turunan) untuk dilabel atau dijadikan sebagai matrix $\alpha$ . Kemudian, diubah formatnya dari 16x1 menjadi 4x4 agar dapat dilakukan perkalian nantinya. Operasi dilanjutkan dengan membuat newX dan newY dimana newX merupakan matriks 1x4 dengan kolom 0 dimulai dari 1 dan tiap kolom setelahnya merupakan perkalian kolom sebelumnya dengan nilai X yang akan ditaksir. newY merupakan matriks 4x1 dengan baris 0 dimulai dari 1 dan tiap baris setelahnya merupakan perkalian diri baris sebelumnya dengan nilai taksiran Y. Kemudian diterapkan operasi perkalian newX(1x4) dengan hasil $\alpha$ (4x4) dan new Y ( 4x1) sehingga menghasilkan matriks (1x1) yang kemudian disimpan valuenya ke 1 variabel dalam bentuk double. Caranya yaitu dengan mengecek row awal dan hanya menyimpan jika bukan merupakan row terakhir. Kemudian setelah didapat taksiran, akan ditanyakan apakah ingin menyimpan taksiran dalam file, jika iya akan disimpan, jika tidak maka tidak akan disimpan.

public Matrix createXMatrix()	Mengembalikan Matrix yang hanya berisi peubah X namun di bagian depan diberikan angka 1 (dijadikan kolom 0) untuk setiap baris.
public Matrix createYMatrix()	Mengembalikan Matrix yang hanya berisi nilai target Y sehingga hanya ada 1 kolom. Caranya yaitu dengan mengecek row awal dan hanya menyimpan jika merupakan row terakhir.
public Matrix mergeMatrix(Matrix newX, Matrix newY)	Mengembalikan Matrix hasil gabungan kedua input, dalam hal ini ditujukan untuk newX dan newY. Caranya yaitu dengan membuat matriks dengan baris sama namun dengan kolom hasil penjumlahan kedua kolom dan mengisi untuk tiap kolom input newX dan newY. Mirip dengan fungsi gabung namun kali ini tidak dengan identitas, tetapi dengan Matrix lain.
public Matrix Beta(int peubah)	Mengembalikan Matrix Beta dari matriks inputan. Dimulai dari mengambil newX dan newY dari matriks awal dan kemudian di merge. Tidak lupa juga untuk mentranpose newX karena selanjutnya akan dilakukan perkalian dari $X^T$ dan $X^{merged}$ . Matrix hasil perkalian disebut newX2 dan matriks tersebut dilakukan <i>Normal Estimation Equation for Multiple Linear Regression</i> sesuai teori pada Bab II dan didapat persamaan spl yang diperlukan. Terakhir, untuk tiap koefisien dan hasil dikonversi ke bentuk Matrix agar dapat dilakukan OBEGauss, untuk mendapat $x_1, x_2, \dots, x_n$ dalam bentuk matriks yang disusun vertikal dan disimpan ke matriks yang akan direturn.
public static void OutputToFile (Scanner scanner, String result) throws IOException	Mengembalikan output dari hasil setiap fungsi ke dalam suatu file di folder output. Jika nama file yang dimasukkan bukanlah extension txt, maka akan dikeluarkan error message dan menyuruh user untuk menginput kembali nama file dengan

	format yang benar. Jika terdapat nama file yang sama, maka hasilnya akan direplace dengan file yang dulu.
public static void ListToFile (Scanner scanner, String[] result) throws IOException	Mengembalikan output dari hasil SPL yang dibuat ke dalam bentuk list of String ke dalam suatu file di folder output. Dan juga mencetak satu baris untuk setiap anggota dalam list of String. Jika nama file yang dimasukkan bukanlah extension txt, maka akan dikeluarkan error message dan menyuruh user untuk menginput kembali nama file dengan format yang benar. Jika terdapat nama file yang sama, maka hasilnya akan direplace dengan file yang dulu.

### 3.2. File Main.java

Fungsi/Prosedur	Deskripsi
public static void main(String[] args)	Merupakan fungsi satu-satunya yang berfungsi selayaknya sebuah kepala dan nantinya akan menerima input-input yang berupa pilihan-pilihan opsi fungsi lainnya. Dilakukan juga validasi jika input salah akan diberikan output error dan akan diminta untuk memberi input ulang.

### 3.3. File Selection.java

Fungsi/Prosedur	Deskripsi
public static void menu_utama()	Menampilkan dekorasi menu utama .
public static void ui()	Menampilkan garis-garis pembatas (dekorasi dan kerapian).
public static void clear()	Membersihkan terminal agar tidak terlalu ramai.

public static void option()	Menampilkan opsi-opsi pada menu utama.
public static void option_spl()	Menampilkan opsi input SPL dan tambahan UI lainnya.
public static void option_exit()	Menampilkan tampilan terima kasih pada layar.
public static String kembali(Scanner scanner)	Menampilkan pertanyaan apakah ingin keluar dari program. Jika iya maka akan menampilkan option_exit, jika tidak, akan diarahkan ke menu_utama.

### 3.4. File SPL.java

Fungsi/Prosedur	Deskripsi
public static void landingpage()	Menampilkan tampilan menu untuk pilihan SPL
public static void gausspage()	Menampilkan header untuk metode eliminasi gauss
public static void gaussjordanpage()	Menampilkan header untuk metode eliminasi gauss-jordan
public static void balikanpage()	Menampilkan header untuk metode balikan
public static void cramerpage()	Menampilkan header untuk metode cramer
public static void Gauss(Scanner scanner, String pilihan_input)	Mengolah pilihan menu penyelesaian SPL untuk eliminasi gauss termasuk cara penyelesaian (step by step), tampilan matriks, dan masukan yang sesuai dengan metode masukan yang dipilih dalam variabel “pilihan_input”
public static void GaussJordan(Scanner scanner, String pilihan_input)	Mengolah pilihan menu penyelesaian SPL untuk eliminasi gauss-jordan termasuk cara penyelesaian (step by step), tampilan matriks, dan masukan yang sesuai dengan metode masukan yang dipilih dalam variabel “pilihan_input”

public static void SPLInverse(Scanner scanner, String pilihan_input)	Mengolah pilihan menu penyelesaian SPL untuk metode matriks balikan termasuk cara penyelesaian (step by step), tampilan matriks, dan masukan yang sesuai dengan metode masukan yang dipilih dalam variabel “pilihan_input”
public static void Cramer(Scanner scanner, String pilihan_input)	Mengolah pilihan menu penyelesaian SPL untuk metode aturan cramer termasuk cara penyelesaian (step by step), tampilan matriks, dan masukan yang sesuai dengan metode masukan yang dipilih dalam variabel “pilihan_input”

### 3.5. File Determinan.java

Fungsi/Prosedur	Deskripsi
public static void landingpage()	Menampilkan tampilan menu untuk pilihan Determinan Matriks
public static void DetOBEpage()	Menampilkan header untuk metode reduksi baris
public static void DetCofpage()	Menampilkan header untuk metode ekspansi kofaktor
public static void Detkofaktor(Scanner scanner, String pilihan_input)	Mengolah pilihan menu penyelesaian Determinan untuk metode ekspansi kofaktor termasuk cara penyelesaian (step by step), tampilan matriks, dan masukan yang sesuai dengan metode masukan yang dipilih dalam variabel “pilihan_input”
public static void DetOBE(Scanner scanner, String pilihan_input)	Mengolah pilihan menu penyelesaian Determinan untuk metode reduksi baris termasuk cara penyelesaian (step by step), tampilan matriks, dan masukan yang sesuai dengan metode masukan yang dipilih dalam variabel “pilihan_input”

### 3.6. File Inverse.java

Fungsi/Prosedur	Deskripsi
public static void landingpage()	Menampilkan tampilan menu untuk pilihan Invers Matriks
public static void inverseIdentitaspage()	Menampilkan tampilan menu untuk InverseIdentitas
public static void adjoinpage()	Menampilkan tampilan menu untuk Balikan adjoin
public static void inverseAdjoin(Scanner scanner, String pilihan_input)	Melakukan operasi balikan dengan metode adjoin. Dimulai dengan membaca file sesuai dengan keinginan pengguna dan dilanjutkan dengan pengecekan determinan untuk memastikan terdapat balikan. Jika ada, akan langsung dilakukan operasi dengan memanggil fungsi terkait. Kemudian ditanyakan apakah ingin menyimpan hasil inverse dalam bentuk txt. Jika "Y" maka akan disimpan, sebaliknya akan dilanjutkan ke validasi keluar program.
public static void inverseIdentitas(Scanner scanner, String pilihan_input)	Melakukan operasi balikan dengan metode ekspansi identitas. Dimulai dengan membaca file sesuai dengan keinginan pengguna dan dilanjutkan dengan pengecekan determinan untuk memastikan terdapat balikan. Jika ada, akan langsung dilakukan operasi dengan memanggil fungsi terkait. Kemudian ditanyakan apakah ingin menyimpan hasil inverse dalam bentuk txt. Jika "Y" maka akan disimpan, sebaliknya akan dilanjutkan ke validasi keluar program.

### 3.7. File Interpolasi.java

Fungsi/Prosedur	Deskripsi
public static void landingpage()	Menampilkan tampilan menu untuk pilihan Interpolasi Polinomial

public static void InterpolasiPage()	Menampilkan header untuk fungsi Interpolasi
public static void InterpolasiPolinom(Scanner scanner, String pilihan_input)	Mengolah pilihan menu penyelesaian Interpolasi Polinom termasuk cara penyelesaian (step by step), tampilan matriks, dan masukan yang sesuai dengan metode masukan yang dipilih dalam variabel "pilihan_input"

### 3.8. File Bicubic.java

Fungsi/Prosedur	Deskripsi
public static void landingpage()	Menampilkan tampilan menu untuk pilihan Polinomial Bicubic Spline
public static void BicubicPage()	Menampilkan header untuk fungsi Bicubic
public static void BicubicInterpolation(Scanner scanner, String pilihan_input)	Melakukan operasi bicubic dari matriks sesuai keinginan pengguna yakni dari terminal atau dari file. Jika dari terminal akan dilanjutkan dengan input nilai x dan y yang ingin ditaksir. Setelah menerima matriks input dan taksiran, akan dipanggil operasi bicubic. Juga dilakukan validasi untuk input matriks, x, dan y agar tidak ada input diluar format.

### 3.9. File Regresi.java

Fungsi/Prosedur	Deskripsi
public static void landingpage()	Menampilkan tampilan menu untuk pilihan Regresi
public static void RegressionPage()	Menampilkan header untuk fungsi Regression
public static void Regression(Scanner scanner, String pilihan_input)	Melakukan operasi regresi pada Matriks inputan, dari file atau dari terminal. Jika terminal, akan diminta input jumlah peubah x dan jumlah sampel. Kemudian

dipanggil fungsi Beta untuk dicari Matriks Beta. Dari Matriks Beta, kemudian diminta input Xk, dan dari tiap nilai Xk akan dihitung taksiran yang tepat dengan mengalikan elemen beta dan xk inputan sesuai format regresi. Sebelum itu, bentuk beta diubah ke dalam bentuk persamaan  $f(x)$ . Kemudian, akan diberikan pilihan untuk menyimpan  $f(x)$  dan taksiran yang ada. Jika tidak, maka tidak akan disimpan.

## BAB IV EKSPERIMEN

### 4.1. Menentukan solusi SPL $Ax = b$

a.

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

Metode Eliminasi Gauss (Masukan File)

```
=====
|      Apau & Apin SPL Calculator   |
=====
|      SISTEM PERSAMAAN LINEAR    |
=====
|          METODE GAUSS           |
=====
Enter the file name:sp11.txt

Matriks :
1.00 1.00 -1.00 -1.00 1.00
2.00 5.00 -7.00 -5.00 -2.00
2.00 -1.00 1.00 3.00 4.00
5.00 2.00 -4.00 2.00 6.00

Matriks : (R2 dikurang dengan 2.00 kali R1, R3 dikurang dengan 2.00 kali R1, R4 dikurang dengan 5.00 kali R1)
1.00 1.00 -1.00 -1.00 1.00
0.00 3.00 -5.00 -3.00 -4.00
0.00 -3.00 3.00 5.00 2.00
0.00 -3.00 1.00 7.00 1.00

Matriks : (R2 dibagi dengan 3.00)
1.00 1.00 -1.00 -1.00 1.00
0.00 1.00 -1.67 -1.00 -1.33
0.00 -3.00 3.00 5.00 2.00
0.00 -3.00 1.00 7.00 1.00

Matriks : (R3 ditambah dengan 3.00 kali R2, R4 ditambah dengan 3.00 kali R2)
1.00 1.00 -1.00 -1.00 1.00
0.00 1.00 -1.67 -1.00 -1.33
0.00 0.00 -2.00 2.00 -2.00
0.00 0.00 -4.00 4.00 -3.00

Matriks : (R3 dibagi dengan -2.00)
1.00 1.00 -1.00 -1.00 1.00
0.00 1.00 -1.67 -1.00 -1.33
0.00 0.00 1.00 -1.00 1.00
0.00 0.00 -4.00 4.00 -3.00

Matriks : (R4 ditambah dengan 4.00 kali R3)
1.00 1.00 -1.00 -1.00 1.00
0.00 1.00 -1.67 -1.00 -1.33
0.00 0.00 1.00 -1.00 1.00
0.00 0.00 0.00 0.00 1.00

Tidak memiliki penyelesaian.
```

## Metode Eliminasi Gauss-Jordan (Masukan File)

```
=====
|      Apau & Apin SPL Calculator      |
=====
|      SISTEM PERSAMAAN LINEAR        |
=====
|      METODE GAUSS JORDAN           |
=====

Enter the file name:spl1.txt

Matriks :
1.00 1.00 -1.00 -1.00 1.00
2.00 5.00 -7.00 -5.00 -2.00
2.00 -1.00 1.00 3.00 4.00
5.00 2.00 -4.00 2.00 6.00

Matriks : (R2 dikurang dengan 2.00 kali R1, R3 dikurang dengan 2.00 kali R1, R4 dikurang dengan 5.00 kali R1)
1.00 1.00 -1.00 -1.00 1.00
0.00 3.00 -5.00 -3.00 -4.00
0.00 -3.00 3.00 5.00 2.00
0.00 -3.00 1.00 7.00 1.00

Matriks : (R2 dibagi dengan 3.00)
1.00 1.00 -1.00 1.00
0.00 1.00 -1.67 -1.00 -1.33
0.00 -3.00 3.00 5.00 2.00
0.00 -3.00 1.00 7.00 1.00

Matriks : (R3 ditambah dengan 3.00 kali R2, R4 ditambah dengan 3.00 kali R2)
1.00 1.00 -1.00 -1.00 1.00
0.00 1.00 -1.67 -1.00 -1.33
0.00 0.00 -2.00 2.00 -2.00
0.00 0.00 -4.00 4.00 -3.00

Matriks : (R3 dibagi dengan -2.00)
1.00 1.00 -1.00 1.00
0.00 1.00 -1.67 -1.00 -1.33
0.00 0.00 1.00 -1.00 1.00
0.00 0.00 -4.00 4.00 -3.00

Matriks : (R4 ditambah dengan 4.00 kali R3)
1.00 1.00 -1.00 1.00
0.00 1.00 -1.67 -1.00 -1.33
0.00 0.00 1.00 -1.00 1.00
0.00 0.00 0.00 0.00 1.00

Matriks : (R3 dikurang dengan 1.00 kali R4, R2 ditambah dengan 1.33 kali R4, R1 dikurang dengan 1.00 kali R4)
1.00 1.00 -1.00 0.00
0.00 1.00 -1.67 -1.00 0.00
0.00 0.00 1.00 -1.00 0.00
0.00 0.00 0.00 0.00 1.00

Matriks : (R2 ditambah dengan 1.67 kali R3, R1 ditambah dengan 1.00 kali R3)
1.00 1.00 0.00 -2.00 0.00
0.00 1.00 0.00 -2.67 0.00
0.00 0.00 1.00 -1.00 0.00
0.00 0.00 0.00 0.00 1.00

Matriks : (R1 dikurang dengan 1.00 kali R2)
1.00 0.00 0.00 0.67 0.00
0.00 1.00 0.00 -2.67 0.00
0.00 0.00 1.00 -1.00 0.00
0.00 0.00 0.00 0.00 1.00

Tidak memiliki penyelesaian.
```

## Metode Matriks Balikan (Masukan Terminal)

```
=====
|      Apau & Apin SPL Calculator      |
=====
|      SISTEM PERSAMAAN LINEAR        |
=====
|      METODE MATRIKS BALIKAN / INVERS |
=====

Masukkan Jumlah Baris: 4
Masukkan Jumlah Kolom: 5

Masukkan Matriks:
1 1 -1 1
2 5 -7 -5 -2
2 -1 1 3 4
5 2 -4 2 6

Matriks :
1.00 1.00 -1.00 -1.00 1.00
2.00 5.00 -7.00 -5.00 -2.00
2.00 -1.00 1.00 3.00 4.00
5.00 2.00 -4.00 2.00 6.00

Matriks tidak memiliki balikan karena determinan = 0

Tidak berlaku matriks inverse.
```

### Metode Aturan Cramer (Masukan Terminal)

```
=====
|      Apau & Apin SPL Calculator   |
===== 
|      SISTEM PERSAMAAN LINEAR    |
===== 
|      METODE CRAMER             |
===== 
Masukkan Jumlah Baris: 4
Masukkan Jumlah Kolom: 5

Masukkan Matriks:
1 1 -1 1
2 5 -7 -5 -2
2 -1 1 3 4
5 2 -4 2 6

Matriks :
1.00 1.00 -1.00 -1.00 1.00
2.00 5.00 -7.00 -5.00 -2.00
2.00 -1.00 1.00 3.00 4.00
5.00 2.00 -4.00 2.00 6.00

Matriks persamaan linear a :
1.00 1.00 -1.00 -1.00
2.00 5.00 -7.00 -5.00
2.00 -1.00 1.00 3.00
5.00 2.00 -4.00 2.00
Determinan a : 0.00

Tidak berlaku metode cramer karena determinan = 0
```

b.

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

### Metode Eliminasi Gauss (Masukan File)

```
=====
|      Apau & Apin SPL Calculator   |
===== 
|      SISTEM PERSAMAAN LINEAR    |
===== 
|      METODE GAUSS              |
===== 
Enter the file name:spl2.txt

Matriks :
1.00 -1.00 0.00 0.00 1.00 3.00
1.00 1.00 0.00 -3.00 0.00 6.00
2.00 -1.00 0.00 1.00 -1.00 5.00
-1.00 2.00 0.00 -2.00 -1.00 -1.00

Matriks : (R2 dikurang dengan 1.00 kali R1, R3 dikurang dengan 2.00 kali R1, R4 ditambah dengan 1.00 kali R1)
1.00 -1.00 0.00 0.00 1.00 3.00
0.00 2.00 0.00 -3.00 -1.00 3.00
0.00 1.00 0.00 1.00 -3.00 -1.00
0.00 1.00 0.00 -2.00 0.00 2.00

Matriks : (R2 dibagi dengan 2.00)
1.00 -1.00 0.00 0.00 1.00 3.00
0.00 1.00 0.00 -1.50 -0.50 1.50
0.00 1.00 0.00 1.00 -3.00 -1.00
0.00 1.00 0.00 -2.00 0.00 2.00

Matriks : (R3 dikurang dengan 1.00 kali R2, R4 dikurang dengan 1.00 kali R2)
1.00 -1.00 0.00 0.00 1.00 3.00
0.00 1.00 0.00 -1.50 -0.50 1.50
0.00 0.00 0.00 2.50 -2.50 -2.50
0.00 0.00 0.00 -0.50 0.50 0.50

Matriks : (R3 dibagi dengan 2.50)
1.00 -1.00 0.00 0.00 1.00 3.00
0.00 1.00 0.00 -1.50 -0.50 1.50
0.00 0.00 0.00 1.00 -1.00 -1.00
0.00 0.00 0.00 -0.50 0.50 0.50

Matriks : (R4 ditambah dengan 0.50 kali R3)
1.00 -1.00 0.00 0.00 1.00 3.00
0.00 1.00 0.00 -1.50 -0.50 1.50
0.00 0.00 0.00 1.00 -1.00 -1.00
0.00 0.00 0.00 0.00 0.00 0.00

Soluksi Persamaan Linear :
a1 = (1.00)*a5 + 3.00
a2 = (2.00)*a5
a3 = a3 (sembarang bilangan real)
a4 = (1.00)*a5 - 1.00
a5 = a5 (sembarang bilangan real)
```

## Metode Eliminasi Gauss-Jordan (Masukan File)

```
=====
|          Apau & Apin SPL Calculator      |
=====
|          SISTEM PERSAMAAN LINEAR       |
=====
|          METODE GAUSS JORDAN         |
=====

Enter the file name:spl2.txt

Matriks :
1.00 -1.00 0.00 0.00 1.00 3.00
1.00 1.00 0.00 -3.00 0.00 6.00
2.00 -1.00 0.00 1.00 -1.00 5.00
-1.00 2.00 0.00 -2.00 -1.00 -1.00

Matriks : (R2 dikurang dengan 1.00 kali R1, R3 dikurang dengan 2.00 kali R1, R4 ditambah dengan 1.00 kali R1)
1.00 -1.00 0.00 0.00 1.00 3.00
0.00 2.00 0.00 -3.00 -1.00 3.00
0.00 1.00 0.00 1.00 -3.00 -1.00
0.00 1.00 0.00 -2.00 0.00 2.00

Matriks : (R2 dibagi dengan 2.00)
1.00 -1.00 0.00 0.00 1.00 3.00
0.00 1.00 0.00 -1.50 -0.50 1.50
0.00 1.00 0.00 1.00 -3.00 -1.00
0.00 1.00 0.00 -2.00 0.00 2.00

Matriks : (R3 dikurang dengan 1.00 kali R2, R4 dikurang dengan 1.00 kali R2)
1.00 -1.00 0.00 0.00 1.00 3.00
0.00 1.00 0.00 -1.50 -0.50 1.50
0.00 0.00 0.00 2.50 -2.50 -2.50
0.00 0.00 0.00 -0.50 0.50 0.50

Matriks : (R3 dibagi dengan 2.50)
1.00 -1.00 0.00 0.00 1.00 3.00
0.00 1.00 0.00 -1.50 -0.50 1.50
0.00 0.00 0.00 1.00 -1.00 -1.00
0.00 0.00 0.00 -0.50 0.50 0.50

Matriks : (R4 ditambah dengan 0.50 kali R3)
1.00 -1.00 0.00 0.00 1.00 3.00
0.00 1.00 0.00 -1.50 -0.50 1.50
0.00 0.00 0.00 1.00 -1.00 -1.00
0.00 0.00 0.00 0.00 0.00 0.00

Matriks : (R2 ditambah dengan 1.50 kali R3)
1.00 -1.00 0.00 0.00 1.00 3.00
0.00 1.00 0.00 0.00 -2.00 0.00
0.00 0.00 0.00 1.00 -1.00 -1.00
0.00 0.00 0.00 0.00 0.00 0.00

Matriks : (R1 ditambah dengan 1.00 kali R2)
1.00 0.00 0.00 0.00 -1.00 3.00
0.00 1.00 0.00 0.00 -2.00 0.00
0.00 0.00 0.00 1.00 -1.00 -1.00
0.00 0.00 0.00 0.00 0.00 0.00

Solusi Persamaan Linear :
a1 = (1.00)*a5 + 3.00
a2 = (2.00)*a5
a3 = a3 (sembarang bilangan real)
a4 = (1.00)*a5 - 1.00
a5 = a5 (sembarang bilangan real)
```

## Metode Matriks Balikan (Masukan Terminal)

```
=====
|          Apau & Apin SPL Calculator      |
=====
|          SISTEM PERSAMAAN LINEAR       |
=====
|          METODE MATRIKS BALIKAN / INVERS   |
=====

Masukkan Jumlah Baris: 4
Masukkan Jumlah Kolom: 6

Masukkan Matriks:
1 -1 0 0 1 3
1 1 0 -3 0 6
2 -1 0 1 -1 5
-1 2 0 -2 -1 -1

Matriks :
1.00 -1.00 0.00 0.00 1.00 3.00
1.00 1.00 0.00 -3.00 0.00 6.00
2.00 -1.00 0.00 1.00 -1.00 5.00
-1.00 2.00 0.00 -2.00 -1.00 -1.00

Ukuran matriks salah. Contoh : n x (n-1)

Tidak berlaku matriks inverse.
```

### Metode Aturan Cramer (Masukan Terminal)

```
=====
|          Apau & Apin SPL Calculator      |
=====
|          SISTEM PERSAMAAN LINEAR        |
=====
|          METODE CRAMER                |
=====
Masukkan Jumlah Baris: 4
Masukkan Jumlah Kolom: 6

Masukkan Matriks:
1 -1 0 0 1 3
1 1 0 -3 0 6
2 -1 0 1 -1 5
-1 2 0 -2 -1 -1

Matriks :
1.00 -1.00 0.00 0.00 1.00 3.00
1.00 1.00 0.00 -3.00 0.00 6.00
2.00 -1.00 0.00 1.00 -1.00 5.00
-1.00 2.00 0.00 -2.00 -1.00 -1.00
Ukuran matriks salah. Contoh : n x (n-1)

Tidak berlaku metode cramer.
```

c.

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

### Metode Eliminasi Gauss (Masukan Terminal)

```
=====
|          Apau & Apin SPL Calculator      |
=====
|          SISTEM PERSAMAAN LINEAR        |
=====
|          METODE GAUSS                 |
=====
Masukkan Jumlah Baris: 3
Masukkan Jumlah Kolom: 7

Masukkan Matriks:
0 1 0 0 1 0 2
0 0 0 1 1 0 -1
0 1 0 0 0 1 1

Matriks :
0.00 1.00 0.00 0.00 1.00 0.00 2.00
0.00 0.00 0.00 1.00 1.00 0.00 -1.00
0.00 1.00 0.00 0.00 0.00 1.00 1.00

Matriks : (R3 dikurang dengan 1.00 kali R1)
0.00 1.00 0.00 0.00 1.00 0.00 2.00
0.00 0.00 0.00 1.00 1.00 0.00 -1.00
0.00 0.00 0.00 0.00 -1.00 1.00 -1.00

Matriks : (R3 dibagi dengan -1.00)
0.00 1.00 0.00 0.00 1.00 0.00 2.00
0.00 0.00 0.00 1.00 1.00 0.00 -1.00
0.00 0.00 0.00 0.00 1.00 -1.00 1.00

Solusi Persamaan Linear :
a1 = a1 (sembarang bilangan real)
a2 = -(1.00)*a6 + 1.00
a3 = a3 (sembarang bilangan real)
a4 = -(1.00)*a6 - 2.00
a5 = (1.00)*a6 + 1.00
a6 = a6 (sembarang bilangan real)
```

### Metode Eliminasi Gauss-Jordan (Masukan Terminal)

```
=====
|      Apau & Apin SPL Calculator      |
=====
|      SISTEM PERSAMAAN LINEAR       |
=====
|      METODE GAUSS JORDAN          |
=====

Masukkan Jumlah Baris: 3
Masukkan Jumlah Kolom: 7

Masukkan Matriks:
0 1 0 0 1 0 2
0 0 0 1 1 0 -1
0 1 0 0 0 1 1

Matriks :
0.00 1.00 0.00 0.00 1.00 0.00 2.00
0.00 0.00 0.00 1.00 1.00 0.00 -1.00
0.00 1.00 0.00 0.00 0.00 1.00 1.00

Matriks : (R3 dikurang dengan 1.00 kali R1)
0.00 1.00 0.00 0.00 1.00 0.00 2.00
0.00 0.00 0.00 1.00 1.00 0.00 -1.00
0.00 0.00 0.00 -1.00 1.00 -1.00

Matriks : (R3 dibagi dengan -1.00)
0.00 1.00 0.00 0.00 1.00 0.00 2.00
0.00 0.00 0.00 1.00 1.00 0.00 -1.00
0.00 0.00 0.00 1.00 -1.00 1.00

Matriks : (R2 dikurang dengan 1.00 kali R3, R1 dikurang dengan 1.00 kali R3)
0.00 1.00 0.00 0.00 0.00 1.00 1.00
0.00 0.00 0.00 1.00 0.00 1.00 -2.00
0.00 0.00 0.00 1.00 -1.00 1.00

Solusi Persamaan Linear :
a1 = a1 (sembarang bilangan real)
a2 = -(1.00)*a6 + 1.00
a3 = a3 (sembarang bilangan real)
a4 = -(1.00)*a6 - 2.00
a5 = (1.00)*a6 + 1.00
a6 = a6 (sembarang bilangan real)
```

### Metode Matriks Balikan (Masukan File)

```
=====
|      Apau & Apin SPL Calculator      |
=====
|      SISTEM PERSAMAAN LINEAR       |
=====
|      METODE MATRIKS BALIKAN / INVERS |
=====

Enter the file name:spl1c.txt

Matriks :
0.00 1.00 0.00 0.00 1.00 0.00 2.00
0.00 0.00 0.00 1.00 1.00 0.00 -1.00
0.00 1.00 0.00 0.00 0.00 1.00 1.00

Ukuran matriks salah. Contoh : n x (n-1)

Tidak berlaku matriks inverse.
```

### Metode Aturan Cramer (Masukan File)

```
=====
|      Apau & Apin SPL Calculator      |
=====
|      SISTEM PERSAMAAN LINEAR       |
=====
|      METODE CRAMER                 |
=====

Enter the file name:spl1c.txt

Matriks :
0.00 1.00 0.00 0.00 1.00 0.00 2.00
0.00 0.00 0.00 1.00 1.00 0.00 -1.00
0.00 1.00 0.00 0.00 0.00 1.00 1.00

Ukuran matriks salah. Contoh : n x (n-1)

Tidak berlaku metode cramer.
```

d.

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

H adalah matriks *Hilbert*. Cobakan untuk  $n = 6$  dan  $n = 10$ .

Metode Eliminasi Gauss (Hilbert n=6)

```
=====
|          Apau & Apin SPL Calculator      |
=====
|          SISTEM PERSAMAAN LINEAR       |
=====
|              METODE GAUSS             |
=====
Masukkan nama file : hilbert6.txt

Matriks :
1.00 0.50 0.33 0.25 0.20 0.17 1.00
0.50 0.33 0.25 0.20 0.17 0.14 0.00
0.33 0.25 0.20 0.17 0.14 0.13 0.00
0.25 0.20 0.17 0.14 0.13 0.11 0.00
0.20 0.17 0.14 0.13 0.11 0.10 0.00
0.17 0.14 0.13 0.11 0.10 0.09 0.00
```

```
Matriks : (R6 dibagi dengan -0.00)
1.00 0.50 0.33 0.25 0.20 0.17 1.00
0.00 1.00 1.00 0.90 0.80 0.72 -6.00
0.00 0.00 1.00 1.49 1.74 1.78 30.30
0.00 0.00 0.00 1.00 1.20 1.89 -84.45
0.00 0.00 0.00 0.00 1.00 1.99 -110.96
0.00 0.00 0.00 0.00 0.00 1.00 -184.22

Solusi Persamaan Linear :
a1 = 7.64
a2 = -18.54
a3 = -20.63
a4 = -43.28
a5 = 255.10
a6 = -184.22
```

### Metode Eliminasi Gauss-Jordan (Hilbert n=6)

```
=====
|      Apau & Apin SPL Calculator   |
=====
|      SISTEM PERSAMAAN LINEAR     |
=====
|      METODE GAUSS JORDAN        |
=====
Masukkan nama file : hilbert6.txt

Matriks :
1.00 0.50 0.33 0.25 0.20 0.17 1.00
0.50 0.33 0.25 0.20 0.17 0.14 0.00
0.33 0.25 0.20 0.17 0.14 0.13 0.00
0.25 0.20 0.17 0.14 0.13 0.11 0.00
0.20 0.17 0.14 0.13 0.11 0.10 0.00
0.17 0.14 0.13 0.11 0.10 0.09 0.00

Matriks : (R1 dikurang dengan 0.50 kali R2)
1.00 0.00 0.00 0.00 0.00 0.00 7.64
0.00 1.00 0.00 0.00 0.00 0.00 -18.54
0.00 0.00 1.00 0.00 0.00 0.00 -20.63
0.00 0.00 0.00 1.00 0.00 0.00 -43.28
0.00 0.00 0.00 0.00 1.00 0.00 255.10
0.00 0.00 0.00 0.00 0.00 1.00 -184.22

Solusi Persamaan Linear :
a1 = 7.64
a2 = -18.54
a3 = -20.63
a4 = -43.28
a5 = 255.10
a6 = -184.22
```

### Metode Matriks Balikan (Hilbert n=6)

```
=====
|      Apau & Apin SPL Calculator   |
=====
|      SISTEM PERSAMAAN LINEAR     |
=====
|      METODE MATRIKS BALIKAN / INVERS |
=====
Masukkan nama file : hilbert6.txt

Matriks :
1.00 0.50 0.33 0.25 0.20 0.17 1.00
0.50 0.33 0.25 0.20 0.17 0.14 0.00
0.33 0.25 0.20 0.17 0.14 0.13 0.00
0.25 0.20 0.17 0.14 0.13 0.11 0.00
0.20 0.17 0.14 0.13 0.11 0.10 0.00
0.17 0.14 0.13 0.11 0.10 0.09 0.00

Matriks Inverse A^(-1) :
7.64 -18.54 -20.63 -43.28 255.10 -184.22
-18.54 25.87 90.83 1004.05 -2948.80 1885.24
-20.63 90.83 804.07 -4503.57 7043.77 -3455.25
-43.28 1004.05 -4503.57 5780.90 -467.77 -1857.02
255.10 -2948.80 7043.77 -467.77 -11206.61 7382.21
-184.22 1885.24 -3455.25 -1857.02 7382.21 -3715.16

Matriks pengali B :
1.00
0.00
0.00
0.00
0.00
0.00

(A * x = B) ==> (x = A^(-1) * B)

Matriks x :
7.64
-18.54
-20.63
-43.28
255.10
-184.22

Solusi Persamaan Linear :
a1 = 7.64
a2 = -18.54
a3 = -20.63
a4 = -43.28
a5 = 255.10
a6 = -184.22
```

### Metode Aturan Cramer (Hilbert n=6)

```
=====
|          Apau & Apin SPL Calculator      |
=====
|          SISTEM PERSAMAAN LINEAR       |
=====
|          METODE CRAMER              |
=====
Masukkan nama file : hilbert6.txt

Matriks :
1.00 0.50 0.33 0.25 0.20 0.17 1.00
0.50 0.33 0.25 0.20 0.17 0.14 0.00
0.33 0.25 0.20 0.17 0.14 0.13 0.00
0.25 0.20 0.17 0.14 0.13 0.11 0.00
0.20 0.17 0.14 0.13 0.11 0.10 0.00
0.17 0.14 0.13 0.11 0.10 0.09 0.00
```

```
Solusi Persamaan Linear :
a1 = det(a1) / det(a) = 7.64
a2 = det(a2) / det(a) = -18.54
a3 = det(a3) / det(a) = -20.63
a4 = det(a4) / det(a) = -43.28
a5 = det(a5) / det(a) = 255.10
a6 = det(a6) / det(a) = -184.22
```

### Metode Eliminasi Gauss (Hilbert n=10)

```
=====
|          Apau & Apin SPL Calculator      |
=====
|          SISTEM PERSAMAAN LINEAR       |
=====
|          METODE GAUSS                |
=====
Masukkan nama file : hilbert10.txt

Matriks :
1.00 0.50 0.33 0.25 0.20 0.17 0.14 0.13 0.11 0.10 1.00
0.50 0.33 0.25 0.20 0.17 0.14 0.13 0.11 0.10 0.09 0.00
0.33 0.25 0.20 0.17 0.14 0.13 0.11 0.10 0.09 0.08 0.00
0.25 0.20 0.17 0.14 0.13 0.11 0.10 0.09 0.08 0.08 0.00
0.20 0.17 0.14 0.13 0.11 0.10 0.09 0.08 0.08 0.07 0.00
0.17 0.14 0.13 0.11 0.10 0.09 0.08 0.08 0.07 0.07 0.00
0.14 0.13 0.11 0.10 0.09 0.08 0.08 0.07 0.07 0.06 0.00
0.13 0.11 0.10 0.09 0.08 0.08 0.07 0.07 0.07 0.06 0.00
0.11 0.10 0.09 0.08 0.08 0.07 0.07 0.07 0.06 0.06 0.00
0.10 0.09 0.08 0.08 0.07 0.07 0.06 0.06 0.06 0.05 0.00

Matriks : (R10 dibagi dengan -0.00)
1.00 0.50 0.33 0.25 0.20 0.17 0.14 0.13 0.11 0.10 1.00
0.00 1.00 1.00 0.90 0.80 0.72 0.64 0.58 0.53 0.49 -6.00
0.00 0.00 1.00 1.49 1.74 1.78 1.79 1.76 1.70 1.64 30.30
0.00 0.00 0.00 1.00 1.26 1.89 2.22 2.39 2.53 2.69 -84.45
0.00 0.00 0.00 0.00 1.00 1.99 2.52 2.97 3.48 3.67 -110.96
0.00 0.00 0.00 0.00 0.00 1.00 1.32 1.34 1.71 1.98 -184.22
0.00 0.00 0.00 0.00 0.00 0.00 1.00 1.21 1.19 3.00 40.80
0.00 0.00 0.00 0.00 0.00 0.00 0.00 1.00 -222.20 -46.02 -29529.82
0.00 0.00 0.00 0.00 0.00 0.00 0.00 1.00 0.21 132.77
0.00 0.00 0.00 0.00 0.00 0.00 0.00 0.00 1.00 1.41

Solusi Persamaan Linear :
a1 = 9.79
a2 = -40.32
a3 = -5.85
a4 = 35.55
a5 = 245.40
a6 = -261.06
a7 = -86.86
a8 = -28.79
a9 = 132.48
a10 = 1.41
```

### Metode Eliminasi Gauss-Jordan (Hilbert n=10)

```
=====
|          Apau & Apin SPL Calculator      |
=====
|          SISTEM PERSAMAAN LINEAR       |
=====
|          METODE GAUSS JORDAN         |
=====

Masukkan nama file : hilbert10.txt

Matriks :
1.00 0.50 0.33 0.25 0.20 0.17 0.14 0.13 0.11 0.10 1.00
0.50 0.33 0.25 0.20 0.17 0.14 0.13 0.11 0.10 0.09 0.00
0.33 0.25 0.20 0.17 0.14 0.13 0.11 0.10 0.09 0.08 0.00
0.25 0.20 0.17 0.14 0.13 0.11 0.10 0.09 0.08 0.08 0.00
0.20 0.17 0.14 0.13 0.11 0.10 0.09 0.08 0.08 0.07 0.00
0.17 0.14 0.13 0.11 0.10 0.09 0.08 0.08 0.07 0.07 0.00
0.14 0.13 0.11 0.10 0.09 0.08 0.08 0.07 0.07 0.06 0.00
0.13 0.11 0.10 0.09 0.08 0.08 0.07 0.07 0.06 0.06 0.00
0.11 0.10 0.09 0.08 0.08 0.07 0.07 0.06 0.06 0.06 0.00
0.10 0.09 0.08 0.08 0.07 0.07 0.06 0.06 0.06 0.05 0.00

Matriks : (R1 dikurang dengan 0.50 kali R2)
1.00 0.00 0.00 0.00 0.00 0.00 0.00 0.00 0.00 0.00 9.79
0.00 1.00 0.00 0.00 0.00 0.00 0.00 0.00 0.00 0.00 -40.32
0.00 0.00 1.00 0.00 0.00 0.00 0.00 0.00 0.00 0.00 -5.85
0.00 0.00 0.00 1.00 0.00 0.00 0.00 0.00 0.00 0.00 35.55
0.00 0.00 0.00 0.00 1.00 0.00 0.00 0.00 0.00 0.00 245.40
0.00 0.00 0.00 0.00 0.00 1.00 0.00 0.00 0.00 0.00 -261.06
0.00 0.00 0.00 0.00 0.00 0.00 1.00 0.00 0.00 0.00 -86.86
0.00 0.00 0.00 0.00 0.00 0.00 0.00 1.00 0.00 0.00 -28.79
0.00 0.00 0.00 0.00 0.00 0.00 0.00 0.00 1.00 0.00 132.48
0.00 0.00 0.00 0.00 0.00 0.00 0.00 0.00 0.00 1.00 1.41

Soluksi Persamaan Linear :
a1 = 9.79
a2 = -40.32
a3 = -5.85
a4 = 35.55
a5 = 245.40
a6 = -261.06
a7 = -86.86
a8 = -28.79
a9 = 132.48
a10 = 1.41
```

### Metode Matriks Balikan (Hilbert n=10)

```
=====
|          Apau & Apin SPL Calculator      |
=====
|          SISTEM PERSAMAAN LINEAR       |
=====
|          METODE MATRIKS BALIKAN / INVERS |
=====

Masukkan nama file : hilbert10.txt

Matriks :
1.00 0.50 0.33 0.25 0.20 0.17 0.14 0.13 0.11 0.10 1.00
0.50 0.33 0.25 0.20 0.17 0.14 0.13 0.11 0.10 0.09 0.00
0.33 0.25 0.20 0.17 0.14 0.13 0.11 0.10 0.09 0.08 0.00
0.25 0.20 0.17 0.14 0.13 0.11 0.10 0.09 0.08 0.08 0.00
0.20 0.17 0.14 0.13 0.11 0.10 0.09 0.08 0.08 0.07 0.00
0.17 0.14 0.13 0.11 0.10 0.09 0.08 0.08 0.07 0.07 0.00
0.14 0.13 0.11 0.10 0.09 0.08 0.08 0.07 0.07 0.06 0.00
0.13 0.11 0.10 0.09 0.08 0.08 0.07 0.07 0.06 0.06 0.00
0.11 0.10 0.09 0.08 0.08 0.07 0.07 0.06 0.06 0.06 0.00
0.10 0.09 0.08 0.08 0.07 0.07 0.06 0.06 0.06 0.05 0.00
```

```

Matriks Inverse A^(-1) :
9.79 -40.32 -5.85 35.55 245.40 -261.06 -86.86 -28.79 132.48 1.41
-40.32 231.18 35.71 181.53 -3093.49 2477.13 1199.01 745.85 -1263.52 -507.33
-5.85 35.71 322.49 -3691.19 8203.10 -3041.93 -2208.70 -3093.27 1495.56 2055.96
35.55 181.53 -3691.19 8240.67 -1353.58 -3736.40 -3825.45 1129.55 2809.58 303.11
245.40 -3093.49 8203.10 -1353.58 -12421.65 3782.74 5021.70 4849.30 -3426.26 -1833.28
-261.06 2477.13 -3041.93 -3736.40 3782.74 -6239.26 10495.37 3621.60 4789.91 -12312.67
-86.86 1199.01 -2208.70 -3825.45 5021.70 10495.37 -6370.72 -4028.56 -13279.16 13162.74
-28.79 745.85 -3093.27 1129.55 4849.30 3621.60 -4028.56 -15111.57 7770.29 4325.95
132.48 -1263.52 1495.56 2809.58 -3426.26 4789.91 -13279.16 7770.29 -255.79 1403.94
1.41 -507.33 2055.96 303.11 -1833.28 -12312.67 13162.74 4325.95 1403.94 -6684.98

Matriks pengali B :
1.00
0.00
0.00
0.00
0.00
0.00
0.00
0.00
0.00
0.00

(A * x = B) ==> (x = A^(-1) * B)

Matriks x :
9.79
-40.32
-5.85
35.55
245.40
-261.06
-86.86
-28.79
132.48
1.41

Solusi Persamaan Linear :
a1 = 9.79
a2 = -40.32
a3 = -5.85
a4 = 35.55
a5 = 245.40
a6 = -261.06
a7 = -86.86
a8 = -28.79
a9 = 132.48
a10 = 1.41

```

### Metode Aturan Cramer (Hilbert n=10)

```

=====
|          Apau & Apin SPL Calculator      |
=====
|          SISTEM PERSAMAAN LINEAR        |
=====
|          METODE CRAMER                 |
=====
Masukkan nama file : hilbert10.txt

Matriks :
1.00 0.50 0.33 0.25 0.20 0.17 0.14 0.13 0.11 0.10 1.00
0.50 0.33 0.25 0.20 0.17 0.14 0.13 0.11 0.10 0.09 0.00
0.33 0.25 0.20 0.17 0.14 0.13 0.11 0.10 0.09 0.08 0.00
0.25 0.20 0.17 0.14 0.13 0.11 0.10 0.09 0.08 0.08 0.00
0.20 0.17 0.14 0.13 0.11 0.10 0.09 0.08 0.08 0.07 0.00
0.17 0.14 0.13 0.11 0.10 0.09 0.08 0.08 0.07 0.07 0.00
0.14 0.13 0.11 0.10 0.09 0.08 0.08 0.07 0.07 0.07 0.00
0.13 0.11 0.10 0.09 0.08 0.08 0.07 0.07 0.06 0.06 0.00
0.11 0.10 0.09 0.08 0.08 0.07 0.07 0.06 0.06 0.06 0.00
0.10 0.09 0.08 0.08 0.07 0.07 0.06 0.06 0.06 0.05 0.00

```

```

Solusi Persamaan Linear :
a1 = det(a1) / det(a) = 9.79
a2 = det(a2) / det(a) = -40.32
a3 = det(a3) / det(a) = -5.85
a4 = det(a4) / det(a) = 35.55
a5 = det(a5) / det(a) = 245.40
a6 = det(a6) / det(a) = -261.06
a7 = det(a7) / det(a) = -86.86
a8 = det(a8) / det(a) = -28.79
a9 = det(a9) / det(a) = 132.48
a10 = det(a10) / det(a) = 1.41

```

## 4.2. SPL berbentuk matriks augmented

a.

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

Metode Eliminasi Gauss

```
=====
| Apau & Apin SPL Calculator |
=====
```

SISTEM PERSAMAAN LINEAR

METODE GAUSS

Enter the file name:spl2a.txt

Matriks :

```
1.00 -1.00 2.00 -1.00 -1.00
2.00 1.00 -2.00 -2.00 -2.00
-1.00 2.00 -4.00 1.00 1.00
3.00 0.00 0.00 -3.00 -3.00
```

Matriks : (R2 dikurang dengan 2.00 kali R1, R3 ditambah dengan 1.00 kali R1, R4 dikurang dengan 3.00 kali R1)

```
1.00 -1.00 2.00 -1.00 -1.00
0.00 3.00 -6.00 0.00 0.00
0.00 1.00 -2.00 0.00 0.00
0.00 3.00 -6.00 0.00 0.00
```

Matriks : (R3 dibagi dengan 3.00)

```
1.00 -1.00 2.00 -1.00 -1.00
0.00 1.00 -2.00 0.00 0.00
0.00 1.00 -2.00 0.00 0.00
0.00 3.00 -6.00 0.00 0.00
```

Matriks : (R3 dikurang dengan 1.00 kali R2, R4 dikurang dengan 3.00 kali R2)

```
1.00 -1.00 2.00 -1.00 -1.00
0.00 1.00 -2.00 0.00 0.00
0.00 0.00 0.00 0.00 0.00
0.00 0.00 0.00 0.00 0.00
```

Solusi Persamaan Linear :

$a_1 = (1.00)*a_4 - 1.00$   
 $a_2 = (2.00)*a_3$   
 $a_3 = a_3$  (sembarang bilangan real)  
 $a_4 = a_4$  (sembarang bilangan real)

Metode Eliminasi Gauss-Jordan

```
=====
| Apau & Apin SPL Calculator |
=====
```

SISTEM PERSAMAAN LINEAR

METODE GAUSS JORDAN

Enter the file name:spl2a.txt

Matriks :

```
1.00 -1.00 2.00 -1.00 -1.00
2.00 1.00 -2.00 -2.00 -2.00
-1.00 2.00 -4.00 1.00 1.00
3.00 0.00 0.00 -3.00 -3.00
```

Matriks : (R2 dikurang dengan 2.00 kali R1, R3 ditambah dengan 1.00 kali R1, R4 dikurang dengan 3.00 kali R1)

```
1.00 -1.00 2.00 -1.00 -1.00
0.00 3.00 -6.00 0.00 0.00
0.00 1.00 -2.00 0.00 0.00
0.00 3.00 -6.00 0.00 0.00
```

Matriks : (R2 dibagi dengan 3.00)

```
1.00 -1.00 2.00 -1.00 -1.00
0.00 1.00 -2.00 0.00 0.00
0.00 1.00 -2.00 0.00 0.00
0.00 3.00 -6.00 0.00 0.00
```

Matriks : (R3 dikurang dengan 1.00 kali R2, R4 dikurang dengan 3.00 kali R2)

```
1.00 -1.00 2.00 -1.00 -1.00
0.00 1.00 -2.00 0.00 0.00
0.00 0.00 0.00 0.00 0.00
0.00 0.00 0.00 0.00 0.00
```

Matriks : (R1 ditambah dengan 1.00 kali R2)

```
1.00 0.00 0.00 -1.00 -1.00
0.00 1.00 -2.00 0.00 0.00
0.00 0.00 0.00 0.00 0.00
0.00 0.00 0.00 0.00 0.00
```

Solusi Persamaan Linear :

$a_1 = (1.00)*a_4 - 1.00$   
 $a_2 = (2.00)*a_3$   
 $a_3 = a_3$  (sembarang bilangan real)  
 $a_4 = a_4$  (sembarang bilangan real)

### Metode Matriks Balikan

```
=====
|          Apau & Apin SPL Calculator      |
=====
|          SISTEM PERSAMAAN LINEAR        |
=====
|          METODE MATRIKS BALIKAN / INVERS |
=====
Enter the file name:spl2a.txt

Matriks :
1.00 -1.00 2.00 -1.00 -1.00
2.00 1.00 -2.00 -2.00 -2.00
-1.00 2.00 -4.00 1.00 1.00
3.00 0.00 0.00 -3.00 -3.00

Matriks tidak memiliki balikan karena determinan = 0

Tidak berlaku matriks inverse.
```

### Metode Aturan Cramer

```
=====
|          Apau & Apin SPL Calculator      |
=====
|          SISTEM PERSAMAAN LINEAR        |
=====
|          METODE CRAMER                |
=====
Enter the file name:spl2a.txt

Matriks :
1.00 -1.00 2.00 -1.00 -1.00
2.00 1.00 -2.00 -2.00 -2.00
-1.00 2.00 -4.00 1.00 1.00
3.00 0.00 0.00 -3.00 -3.00

Matriks persamaan linear a :
1.00 -1.00 2.00 -1.00
2.00 1.00 -2.00 -2.00
-1.00 2.00 -4.00 1.00
3.00 0.00 0.00 -3.00
Determinan a : 0.00

Tidak berlaku metode cramer karena determinan = 0
```

b.

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

## Metode Eliminasi Gauss

```
=====
|          Apau & Apin SPL Calculator   |
=====
|          SISTEM PERSAMAAN LINEAR    |
=====
|          METODE GAUSS            |
=====

Enter the file name:spl2b.txt

Matriks :
2.00 0.00 8.00 0.00 8.00
0.00 1.00 0.00 4.00 6.00
-4.00 0.00 6.00 0.00 6.00
0.00 -2.00 0.00 3.00 -1.00
2.00 0.00 -4.00 0.00 -4.00
0.00 1.00 0.00 -2.00 0.00

Matriks : (R1 dibagi dengan 2.00)
1.00 0.00 4.00 0.00 4.00
0.00 1.00 0.00 4.00 6.00
-4.00 0.00 6.00 0.00 6.00
0.00 -2.00 0.00 3.00 -1.00
2.00 0.00 -4.00 0.00 -4.00
0.00 1.00 0.00 -2.00 0.00

Matriks : (R3 ditambah dengan 4.00 kali R1, R5 dikurang dengan 2.00 kali R1)
1.00 0.00 4.00 0.00 4.00
0.00 1.00 0.00 4.00 6.00
0.00 0.00 22.00 0.00 22.00
0.00 -2.00 0.00 3.00 -1.00
0.00 0.00 -12.00 0.00 -12.00
0.00 1.00 0.00 -2.00 0.00

Matriks : (R4 ditambah dengan 2.00 kali R2, R6 dikurang dengan 1.00 kali R2)
1.00 0.00 4.00 0.00 4.00
0.00 1.00 0.00 4.00 6.00
0.00 0.00 22.00 0.00 22.00
0.00 0.00 0.00 11.00 11.00
0.00 0.00 -12.00 0.00 -12.00
0.00 0.00 0.00 -6.00 -6.00

Matriks : (R3 dibagi dengan 22.00)
1.00 0.00 4.00 0.00 4.00
0.00 1.00 0.00 4.00 6.00
0.00 0.00 1.00 0.00 1.00
0.00 0.00 0.00 11.00 11.00
0.00 0.00 -12.00 0.00 -12.00
0.00 0.00 0.00 -6.00 -6.00

Matriks : (R5 ditambah dengan 12.00 kali R3)
1.00 0.00 4.00 0.00 4.00
0.00 1.00 0.00 4.00 6.00
0.00 0.00 1.00 0.00 1.00
0.00 0.00 0.00 11.00 11.00
0.00 0.00 0.00 0.00 0.00
0.00 0.00 0.00 -6.00 -6.00

Matriks : (R4 dibagi dengan 11.00)
1.00 0.00 4.00 0.00 4.00
0.00 1.00 0.00 4.00 6.00
0.00 0.00 1.00 0.00 1.00
0.00 0.00 0.00 1.00 1.00
0.00 0.00 0.00 0.00 0.00
0.00 0.00 0.00 -6.00 -6.00

Matriks : (R6 ditambah dengan 6.00 kali R4)
1.00 0.00 4.00 0.00 4.00
0.00 1.00 0.00 4.00 6.00
0.00 0.00 1.00 0.00 1.00
0.00 0.00 0.00 1.00 1.00
0.00 0.00 0.00 0.00 0.00
0.00 0.00 0.00 0.00 0.00

Soluksi Persamaan Linear :
a1 = 0.00
a2 = 2.00
a3 = 1.00
a4 = 1.00
```

## Metode Eliminasi Gauss-Jordan

```
|=====|
|          Apau & Apin SPL Calculator      |
|=====|
|          SISTEM PERSAMAAN LINEAR        |
|=====|
|          METODE GAUSS JORDAN           |
|=====|
Masukkan Jumlah Baris: 6
Masukkan Jumlah Kolom: 5

Masukkan Matriks:
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

Matriks :
2.00 0.00 8.00 0.00 8.00
0.00 1.00 0.00 4.00 6.00
-4.00 0.00 6.00 0.00 6.00
0.00 -2.00 0.00 3.00 -1.00
2.00 0.00 -4.00 0.00 -4.00
0.00 1.00 0.00 -2.00 0.00

Matriks : (R1 dibagi dengan 2.00)
1.00 0.00 4.00 0.00 4.00
0.00 1.00 0.00 4.00 6.00
-4.00 0.00 6.00 0.00 6.00
0.00 -2.00 0.00 3.00 -1.00
2.00 0.00 -4.00 0.00 -4.00
0.00 1.00 0.00 -2.00 0.00

Matriks : (R3 ditambah dengan 4.00 kali R1, R5 dikurang dengan 2.00 kali R1)
1.00 0.00 4.00 0.00 4.00
0.00 1.00 0.00 4.00 6.00
0.00 0.00 22.00 0.00 22.00
0.00 -2.00 0.00 3.00 -1.00
0.00 0.00 -12.00 0.00 -12.00
0.00 1.00 0.00 -2.00 0.00

Matriks : (R4 ditambah dengan 2.00 kali R2, R6 dikurang dengan 1.00 kali R2)
1.00 0.00 4.00 0.00 4.00
0.00 1.00 0.00 4.00 6.00
0.00 0.00 22.00 0.00 22.00
0.00 0.00 0.00 11.00 11.00
0.00 0.00 -12.00 0.00 -12.00
0.00 0.00 0.00 -6.00 -6.00

Matriks : (R3 dibagi dengan 22.00)
1.00 0.00 4.00 0.00 4.00
0.00 1.00 0.00 4.00 6.00
0.00 0.00 1.00 0.00 1.00
0.00 0.00 0.00 11.00 11.00
0.00 0.00 -12.00 0.00 -12.00
0.00 0.00 0.00 -6.00 -6.00

Matriks : (R5 ditambah dengan 12.00 kali R3)
1.00 0.00 4.00 0.00 4.00
0.00 1.00 0.00 4.00 6.00
0.00 0.00 1.00 0.00 1.00
0.00 0.00 0.00 11.00 11.00
0.00 0.00 0.00 0.00 0.00
0.00 0.00 0.00 -6.00 -6.00

Matriks : (R4 dibagi dengan 11.00)
1.00 0.00 4.00 0.00 4.00
0.00 1.00 0.00 4.00 6.00
0.00 0.00 1.00 0.00 1.00
0.00 0.00 0.00 1.00 1.00
0.00 0.00 0.00 0.00 0.00
0.00 0.00 0.00 -6.00 -6.00

Matriks : (R6 ditambah dengan 6.00 kali R4)
1.00 0.00 4.00 0.00 4.00
0.00 1.00 0.00 4.00 6.00
0.00 0.00 1.00 0.00 1.00
0.00 0.00 0.00 1.00 1.00
0.00 0.00 0.00 0.00 0.00
0.00 0.00 0.00 0.00 0.00

Matriks : (R2 dikurang dengan 4.00 kali R4)
1.00 0.00 4.00 0.00 4.00
0.00 1.00 0.00 0.00 2.00
0.00 0.00 1.00 0.00 1.00
0.00 0.00 0.00 1.00 1.00
0.00 0.00 0.00 0.00 0.00
0.00 0.00 0.00 0.00 0.00

Matriks : (R1 dikurang dengan 4.00 kali R3)
1.00 0.00 0.00 0.00 0.00
0.00 1.00 0.00 0.00 2.00
0.00 0.00 1.00 0.00 1.00
0.00 0.00 0.00 1.00 1.00
0.00 0.00 0.00 0.00 0.00
0.00 0.00 0.00 0.00 0.00

Solusi Persamaan Linear :
a1 = 0.00
a2 = 2.00
a3 = 1.00
a4 = 1.00
```

## Metode Matriks Balikan

```
=====
|          Apau & Apin SPL Calculator      |
=====
|          SISTEM PERSAMAAN LINEAR        |
=====
|          METODE MATRIKS BALIKAN / INVERS|
=====

Enter the file name:spl2b.txt

Matriks :
2.00 0.00 8.00 0.00 8.00
0.00 1.00 0.00 4.00 6.00
-4.00 0.00 6.00 0.00 6.00
0.00 -2.00 0.00 3.00 -1.00
2.00 0.00 -4.00 0.00 -4.00
0.00 1.00 0.00 -2.00 0.00
Ukuran matriks salah. Contoh : n x (n-1)

Tidak berlaku matriks inverse.
```

## Metode Aturan Cramer

```
=====
|          Apau & Apin SPL Calculator      |
=====
|          SISTEM PERSAMAAN LINEAR        |
=====
|          METODE CRAMER                 |
=====

Masukkan Jumlah Baris: 6
Masukkan Jumlah Kolom: 5

Masukkan Matriks:
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

Matriks :
2.00 0.00 8.00 0.00 8.00
0.00 1.00 0.00 4.00 6.00
-4.00 0.00 6.00 0.00 6.00
0.00 -2.00 0.00 3.00 -1.00
2.00 0.00 -4.00 0.00 -4.00
0.00 1.00 0.00 -2.00 0.00
Ukuran matriks salah. Contoh : n x (n-1)

Tidak berlaku metode cramer.
```

### 4.3. SPL berbentuk persamaan x1, x2, x3 , ... , dst

a.

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

Metode Eliminasi Gauss

```
=====
|      Apau & Apin SPL Calculator      |
=====
|      SISTEM PERSAMAAN LINEAR       |
=====
|      METODE GAUSS                 |
=====

Enter the file name:spl3a.txt

Matriks :
8.00 1.00 3.00 2.00 0.00
2.00 9.00 -1.00 -2.00 1.00
1.00 3.00 2.00 -1.00 2.00
1.00 0.00 6.00 4.00 3.00

Matriks : (R1 dibagi dengan 8.00)
1.00 0.13 0.38 0.25 0.00
2.00 9.00 -1.00 -2.00 1.00
1.00 3.00 2.00 -1.00 2.00
1.00 0.00 6.00 4.00 3.00

Matriks : (R2 dikurang dengan 2.00 kali R1, R3 dikurang dengan 1.00 kali R1, R4 dikurang dengan 1.00 kali R1)
1.00 0.13 0.38 0.25 0.00
0.00 8.75 -1.75 -2.50 1.00
0.00 2.88 1.63 -1.25 2.00
0.00 -0.13 5.63 3.75 3.00

Matriks : (R2 dibagi dengan 8.75)
1.00 0.13 0.38 0.25 0.00
0.00 1.00 -0.20 -0.29 0.11
0.00 2.88 1.63 -1.25 2.00
0.00 -0.13 5.63 3.75 3.00

Matriks : (R3 dikurang dengan 2.88 kali R2, R4 ditambah dengan 0.13 kali R2)
1.00 0.13 0.38 0.25 0.00
0.00 1.00 -0.20 -0.29 0.11
0.00 0.00 2.20 -0.43 1.67
0.00 0.00 5.60 3.71 3.01

Matriks : (R3 dibagi dengan 2.20)
1.00 0.13 0.38 0.25 0.00
0.00 1.00 -0.20 -0.29 0.11
0.00 0.00 1.00 -0.19 0.76
0.00 0.00 5.60 3.71 3.01

Matriks : (R4 dikurang dengan 5.60 kali R3)
1.00 0.13 0.38 0.25 0.00
0.00 1.00 -0.20 -0.29 0.11
0.00 0.00 1.00 -0.19 0.76
0.00 0.00 0.00 4.81 -1.24

Matriks : (R4 dibagi dengan 4.81)
1.00 0.13 0.38 0.25 0.00
0.00 1.00 -0.20 -0.29 0.11
0.00 0.00 1.00 -0.19 0.76
0.00 0.00 0.00 1.00 -0.26

Solusi Persamaan Linear :
a1 = -0.22
a2 = 0.18
a3 = 0.71
a4 = -0.26
```

## Metode Eliminasi Gauss-Jordan

```
=====
| Apau & Apin SPL Calculator |
=====
| SISTEM PERSAMAAN LINEAR |
=====
| METODE GAUSS JORDAN |
=====

Enter the file name:spl3a.txt

Matriks :
8.00 1.00 3.00 2.00 0.00
2.00 9.00 -1.00 -2.00 1.00
1.00 3.00 2.00 -1.00 2.00
1.00 0.00 6.00 4.00 3.00

Matriks : (R1 dibagi dengan 8.00)
1.00 0.13 0.38 0.25 0.00
2.00 9.00 -1.00 -2.00 1.00
1.00 3.00 2.00 -1.00 2.00
1.00 0.00 6.00 4.00 3.00

Matriks : (R2 dikurang dengan 2.00 kali R1, R3 dikurang dengan 1.00 kali R1, R4 dikurang dengan 1.00 kali R1)
1.00 0.13 0.38 0.25 0.00
0.00 8.75 -1.75 -2.50 1.00
0.00 2.88 1.63 -1.25 2.00
0.00 -0.13 5.63 3.75 3.00

Matriks : (R2 dibagi dengan 8.75)
1.00 0.13 0.38 0.25 0.00
0.00 1.00 -0.20 -0.29 0.11
0.00 2.88 1.63 -1.25 2.00
0.00 -0.13 5.63 3.75 3.00

Matriks : (R3 dikurang dengan 2.88 kali R2, R4 ditambah dengan 0.13 kali R2)
1.00 0.13 0.38 0.25 0.00
0.00 1.00 -0.20 -0.29 0.11
0.00 0.00 2.20 -0.43 1.67
0.00 0.00 5.60 3.71 3.01

Matriks : (R3 dibagi dengan 2.20)
1.00 0.13 0.38 0.25 0.00
0.00 1.00 -0.20 -0.29 0.11
0.00 0.00 1.00 -0.19 0.76
0.00 0.00 5.60 3.71 3.01

Matriks : (R4 dikurang dengan 5.60 kali R3)
1.00 0.13 0.38 0.25 0.00
0.00 1.00 -0.20 -0.29 0.11
0.00 0.00 1.00 -0.19 0.76
0.00 0.00 0.00 4.81 -1.24

Matriks : (R4 dibagi dengan 4.81)
1.00 0.13 0.38 0.25 0.00
0.00 1.00 -0.20 -0.29 0.11
0.00 0.00 1.00 -0.19 0.76
0.00 0.00 0.00 1.00 -0.26

Matriks : (R3 ditambah dengan 0.19 kali R4, R2 ditambah dengan 0.29 kali R4, R1 dikurang dengan 0.25 kali R4)
1.00 0.13 0.38 0.00 0.06
0.00 1.00 -0.20 0.00 0.04
0.00 0.00 1.00 0.00 0.71
0.00 0.00 0.00 1.00 -0.26

Matriks : (R2 ditambah dengan 0.20 kali R3, R1 dikurang dengan 0.38 kali R3)
1.00 0.13 0.00 0.00 -0.20
0.00 1.00 0.00 0.00 0.18
0.00 0.00 1.00 0.00 0.71
0.00 0.00 0.00 1.00 -0.26

Matriks : (R1 dikurang dengan 0.13 kali R2)
1.00 0.00 0.00 0.00 -0.22
0.00 1.00 0.00 0.00 0.18
0.00 0.00 1.00 0.00 0.71
0.00 0.00 0.00 1.00 -0.26

Solusi Persamaan Linear :
a1 = -0.22
a2 = 0.18
a3 = 0.71
a4 = -0.26
```

## Metode Matriks Balikan

```
=====
|          Apau & Apin SPL Calculator      |
=====
```

```
=====
|          SISTEM PERSAMAAN LINEAR        |
=====
```

```
=====
|          METODE MATRIKS BALIKAN / INVERS |
=====
```

```
Enter the file name:spl3a.txt
```

```
Matriks :
8.00 1.00 3.00 2.00 0.00
2.00 9.00 -1.00 -2.00 1.00
1.00 3.00 2.00 -1.00 2.00
1.00 0.00 6.00 4.00 3.00
```

```
Matriks hasil ekspansi kofaktor :
102.00 -25.00 -15.00 -3.00
-14.00 105.00 -85.00 131.00
8.00 -60.00 260.00 -392.00
-56.00 50.00 30.00 154.00
```

```
Dari kofaktor di transpose untuk diubah menjadi adjoin.
```

```
Adjoin :
102.00 -14.00 8.00 -56.00
-25.00 105.00 -60.00 50.00
-15.00 -85.00 260.00 30.00
-3.00 131.00 -392.00 154.00
```

```
Di cari Matriks Balikan dengan membagi setiap elemen dengan determinan.
```

```
Determinan : 740.0
```

```
Matriks Inverse A(-1) :
0.14 -0.02 0.01 -0.08
-0.03 0.14 -0.08 0.07
-0.02 -0.11 0.35 0.04
-0.00 0.18 -0.53 0.21
```

```
Matriks pengali B :
0.00
1.00
2.00
3.00
```

```
(A * x = B) ==> (x = A(-1) * B)
```

```
Matriks x :
-0.22
0.18
0.71
-0.26
```

```
Solusi Persamaan Linear :
a1 = -0.22
a2 = 0.18
a3 = 0.71
a4 = -0.26
```

## Metode Aturan Cramer

```
=====
|          Apau & Apin SPL Calculator      |
=====
```

| SISTEM PERSAMAAN LINEAR |

| METODE CRAMER |

```
=====
Enter the file name:spl3a.txt

Matriks :
8.00 1.00 3.00 2.00 0.00
2.00 9.00 -1.00 -2.00 1.00
1.00 3.00 2.00 -1.00 2.00
1.00 0.00 6.00 4.00 3.00

Matriks persamaan linear a :
8.00 1.00 3.00 2.00
2.00 9.00 -1.00 -2.00
1.00 3.00 2.00 -1.00
1.00 0.00 6.00 4.00
Determinan a : 740.00

Matriks a1 : (Tukar kolom 1 matriks a dengan hasil SPL)
0.00 1.00 3.00 2.00
1.00 9.00 -1.00 -2.00
2.00 3.00 2.00 -1.00
3.00 0.00 6.00 4.00
Determinan a1 : -166.00

Matriks a2 : (Tukar kolom 2 matriks a dengan hasil SPL)
8.00 0.00 3.00 2.00
2.00 1.00 -1.00 -2.00
1.00 2.00 2.00 -1.00
1.00 3.00 6.00 4.00
Determinan a2 : 135.00

Matriks a3 : (Tukar kolom 3 matriks a dengan hasil SPL)
8.00 1.00 0.00 2.00
2.00 9.00 1.00 -2.00
1.00 3.00 2.00 -1.00
1.00 0.00 3.00 4.00
Determinan a3 : 525.00

Matriks a4 : (Tukar kolom 4 matriks a dengan hasil SPL)
8.00 1.00 3.00 0.00
2.00 9.00 -1.00 1.00
1.00 3.00 2.00 2.00
1.00 0.00 6.00 3.00
Determinan a4 : -191.00

Solusi Persamaan Linear :
a1 = det(a1) / det(a) = -0.22
a2 = det(a2) / det(a) = 0.18
a3 = det(a3) / det(a) = 0.71
a4 = det(a4) / det(a) = -0.26
```

b.

$$x_7 + x_8 + x_9 = 13.00$$

$$x_4 + x_5 + x_6 = 15.00$$

$$x_1 + x_2 + x_3 = 8.00$$

$$0.04289(x_3 + x_5 + x_7) + 0.75(x_6 + x_8) + 0.61396x_9 = 14.79$$

$$0.91421(x_3 + x_5 + x_7) + 0.25(x_2 + x_4 + x_6 + x_8) = 14.31$$

$$0.04289(x_3 + x_5 + x_7) + 0.75(x_2 + x_4) + 0.61396x_1 = 3.81$$

$$x_3 + x_6 + x_9 = 18.00$$

$$x_2 + x_5 + x_8 = 12.00$$

$$x_1 + x_4 + x_7 = 6.00$$

$$0.04289(x_1 + x_5 + x_9) + 0.75(x_2 + x_6) + 0.61396x_3 = 10.51$$

$$0.91421(x_1 + x_5 + x_9) + 0.25(x_2 + x_4 + x_6 + x_8) = 16.13$$

$$0.04289(x_1 + x_5 + x_9) + 0.75(x_4 + x_8) + 0.61396x_7 = 7.04$$

## Metode Eliminasi Gauss

```
=====
|          Apau & Apin SPL Calculator      |
=====
|          SISTEM PERSAMAAN LINEAR       |
=====
|          METODE GAUSS                |
=====

Enter the file name:spl3b.txt

Matriks :
0.00 0.00 0.00 0.00 0.00 1.00 1.00 1.00 1.00 1.00 13.00
0.00 0.00 0.00 1.00 1.00 0.00 0.00 0.00 0.00 15.00
1.00 1.00 1.00 0.00 0.00 0.00 0.00 0.00 0.00 8.00
0.00 0.00 0.04 0.00 0.04 0.75 0.04 0.75 0.61 14.79
0.00 0.25 0.91 0.25 0.91 0.25 0.91 0.25 0.00 14.31
0.61 0.75 0.64 0.75 0.64 0.00 0.00 0.00 0.00 3.81
0.00 0.00 1.00 0.00 0.00 1.00 0.00 0.00 1.00 18.00
0.00 1.00 0.00 0.00 1.00 0.00 0.00 1.00 0.00 12.00
1.00 0.00 0.00 1.00 0.00 0.00 1.00 0.00 0.00 6.00
0.04 0.75 0.61 0.00 0.04 0.75 0.00 0.00 0.04 10.51
0.91 0.25 0.00 0.25 0.91 0.25 0.00 0.25 0.91 16.13
0.04 0.00 0.00 0.75 0.04 0.00 0.61 0.75 0.04 7.04

Matriks : (R1 ditukar dengan R3)
1.00 1.00 1.00 0.00 0.00 0.00 0.00 0.00 0.00 8.00
0.00 0.00 0.00 1.00 1.00 0.00 0.00 0.00 0.00 15.00
0.00 0.00 0.00 0.00 0.00 1.00 0.00 1.00 1.00 13.00
0.00 0.00 0.04 0.00 0.04 0.75 0.04 0.75 0.61 14.79
0.00 0.25 0.91 0.25 0.91 0.25 0.91 0.25 0.00 14.31
0.61 0.75 0.64 0.75 0.64 0.00 0.00 0.00 0.00 3.81
0.00 0.00 1.00 0.00 0.00 1.00 0.00 0.00 1.00 18.00
0.00 1.00 0.00 0.00 1.00 0.00 0.00 1.00 0.00 12.00
1.00 0.00 0.00 1.00 0.00 0.00 1.00 0.00 0.00 6.00
0.04 0.75 0.61 0.00 0.04 0.75 0.00 0.00 0.04 10.51
0.91 0.25 0.00 0.25 0.91 0.25 0.00 0.25 0.91 16.13
0.04 0.00 0.00 0.75 0.04 0.00 0.61 0.75 0.04 7.04

Matriks : (R6 dikurang dengan 0.61 kali R1, R9 dikurang dengan 1.00 kali R1)
1.00 1.00 1.00 0.00 0.00 0.00 0.00 0.00 0.00 8.00
0.00 0.00 0.00 1.00 1.00 0.00 0.00 0.00 0.00 15.00
0.00 0.00 0.00 0.00 0.00 1.00 0.00 1.00 1.00 13.00
0.00 0.00 0.04 0.00 0.04 0.75 0.04 0.75 0.61 14.79
0.00 0.25 0.91 0.25 0.91 0.25 0.91 0.25 0.00 14.31
0.00 0.14 -0.57 0.75 0.04 0.00 0.04 0.00 0.00 -1.10
0.00 0.00 1.00 0.00 0.00 1.00 0.00 0.00 1.00 18.00
0.00 1.00 0.00 0.00 1.00 0.00 0.00 1.00 0.00 12.00
0.00 -1.00 -1.00 1.00 0.00 0.00 1.00 0.00 0.00 -2.00
0.00 0.71 0.57 0.60 0.04 0.75 0.00 0.00 0.04 10.17
0.00 -0.66 -0.91 0.25 0.91 0.25 0.00 0.25 0.91 8.82
0.00 -0.04 -0.04 0.75 0.64 0.00 0.61 0.75 0.04 6.76

Matriks : (R11 dikurang dengan 1792.00 kali R10, R12 ditambah dengan 4432.00 kali R10)
1.00 1.00 1.00 0.00 0.00 0.00 0.00 0.00 0.00 8.00
0.00 1.00 3.66 1.00 3.66 1.00 3.66 1.00 0.00 57.24
0.00 0.00 1.00 0.00 1.00 17.49 1.00 17.49 14.31 344.84
0.00 0.00 0.00 1.00 1.00 1.00 0.00 0.00 0.00 15.00
0.00 0.00 0.00 1.00 -161546268097193376.00 -5530060054440778.00 -167076328151634144.00 -137773989069044560.00 -3155896505272857100.00
0.00 0.00 0.00 0.00 0.00 1.00 0.03 1.03 0.85 19.54
0.00 0.00 0.00 0.00 0.00 0.00 1.00 1.00 1.00 13.00
0.00 0.00 0.00 0.00 0.00 0.00 1.00 17.00 13.00
0.00 0.00 0.00 0.00 0.00 0.00 0.00 1.00 -16.00
0.00 0.00 0.00 0.00 0.00 0.00 0.00 0.00 1.00
0.00 0.00 0.00 0.00 0.00 0.00 0.00 0.00 0.00
0.00 0.00 0.00 0.00 0.00 0.00 0.00 0.00 0.00

Tidak memiliki penyelesaian.
```

## Metode Eliminasi Gauss-Jordan

```
=====
|          Apau & Apin SPL Calculator      |
=====
|          SISTEM PERSAMAAN LINEAR       |
=====
|          METODE GAUSS JORDAN         |
=====

Enter the file name:sp13b.txt

Matriks :
0.00 0.00 0.00 0.00 0.00 1.00 1.00 1.00 1.00 13.00
0.00 0.00 0.00 1.00 1.00 1.00 0.00 0.00 0.00 15.00
1.00 1.00 1.00 0.00 0.00 0.00 0.00 0.00 0.00 8.00
0.00 0.00 0.04 0.00 0.04 0.75 0.04 0.75 0.61 14.31
0.00 0.25 0.91 0.25 0.91 0.25 0.91 0.25 0.00 14.31
0.61 0.75 0.64 0.75 0.64 0.00 0.00 0.00 0.00 3.81
0.00 0.00 1.00 0.00 0.00 1.00 0.00 0.00 1.00 18.00
0.00 1.00 0.00 0.00 1.00 0.00 0.00 1.00 0.00 12.00
1.00 0.00 0.00 1.00 0.00 0.00 1.00 0.00 0.00 6.00
0.04 0.75 0.61 0.00 0.04 0.75 0.00 0.00 0.04 10.51
0.91 0.25 0.00 0.25 0.91 0.25 0.00 0.25 0.91 16.13
0.04 0.00 0.00 0.75 0.04 0.00 0.61 0.75 0.04 7.04
```

```

Matriks : (R1 dikurang dengan 1.00 kali R2)
1.00 0.00 0.00 0.00 0.00 0.00 0.00 0.00 0.00 0.00
0.00 1.00 0.00 0.00 0.00 0.00 0.00 0.00 0.00 0.00
0.00 0.00 1.00 0.00 0.00 0.00 0.00 0.00 0.00 0.00
0.00 0.00 0.00 1.00 0.00 0.00 0.00 0.00 0.00 0.00
0.00 0.00 0.00 0.00 1.00 0.00 0.00 0.00 0.00 0.00
0.00 0.00 0.00 0.00 0.00 1.00 0.00 0.00 0.00 0.00
0.00 0.00 0.00 0.00 0.00 0.00 1.00 0.00 0.00 0.00
0.00 0.00 0.00 0.00 0.00 0.00 0.00 1.00 0.00 0.00
0.00 0.00 0.00 0.00 0.00 0.00 0.00 0.00 1.00 0.00
0.00 0.00 0.00 0.00 0.00 0.00 0.00 0.00 0.00 1.00
0.00 0.00 0.00 0.00 0.00 0.00 0.00 0.00 0.00 0.00
0.00 0.00 0.00 0.00 0.00 0.00 0.00 0.00 0.00 0.00
0.00 0.00 0.00 0.00 0.00 0.00 0.00 0.00 0.00 0.00
Tidak memiliki penyelesaian.

```

### Metode Matriks Balikan

```

=====
|          Apau & Apin SPL Calculator      |
=====
|          SISTEM PERSAMAAN LINEAR        |
=====
|          METODE MATRIKS BALIKAN / INVERS   |
=====
Enter the file name:spl3b.txt

Matriks :
0.00 0.00 0.00 0.00 0.00 0.00 1.00 1.00 1.00 13.00
0.00 0.00 0.00 1.00 1.00 1.00 0.00 0.00 0.00 15.00
1.00 1.00 1.00 0.00 0.00 0.00 0.00 0.00 0.00 8.00
0.00 0.00 0.04 0.00 0.04 0.75 0.04 0.75 0.61 14.79
0.00 0.25 0.91 0.25 0.91 0.25 0.91 0.25 0.00 14.31
0.61 0.75 0.04 0.75 0.04 0.00 0.04 0.00 0.00 3.81
0.00 0.00 1.00 0.00 0.00 1.00 0.00 0.00 1.00 18.00
0.00 1.00 0.00 0.00 1.00 0.00 0.00 1.00 0.00 12.00
1.00 0.00 0.00 1.00 0.00 0.00 1.00 0.00 0.00 6.00
0.04 0.75 0.61 0.00 0.04 0.75 0.00 0.00 0.04 10.51
0.91 0.25 0.00 0.25 0.91 0.25 0.00 0.25 0.91 16.13
0.04 0.00 0.00 0.75 0.04 0.00 0.61 0.75 0.04 7.04
Ukuran matriks salah. Contoh : n x (n-1)

Tidak berlaku matriks inverse.

```

### Metode Aturan Cramer

```

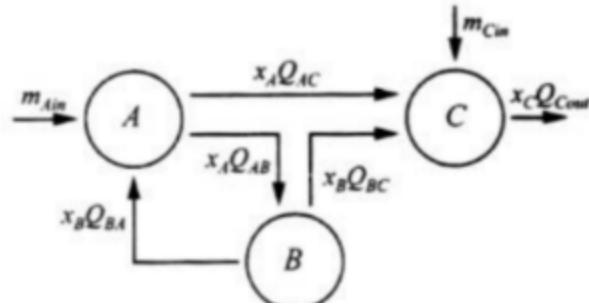
=====
|          Apau & Apin SPL Calculator      |
=====
|          SISTEM PERSAMAAN LINEAR        |
=====
|          METODE CRAMER                 |
=====
Enter the file name:spl3b.txt

Matriks :
0.00 0.00 0.00 0.00 0.00 0.00 1.00 1.00 1.00 13.00
0.00 0.00 0.00 1.00 1.00 1.00 0.00 0.00 0.00 15.00
1.00 1.00 1.00 0.00 0.00 0.00 0.00 0.00 0.00 8.00
0.00 0.00 0.04 0.00 0.04 0.75 0.04 0.75 0.61 14.79
0.00 0.25 0.91 0.25 0.91 0.25 0.91 0.25 0.00 14.31
0.61 0.75 0.04 0.75 0.04 0.00 0.04 0.00 0.00 3.81
0.00 0.00 1.00 0.00 0.00 1.00 0.00 0.00 1.00 18.00
0.00 1.00 0.00 0.00 1.00 0.00 0.00 1.00 0.00 12.00
1.00 0.00 0.00 1.00 0.00 0.00 1.00 0.00 0.00 6.00
0.04 0.75 0.61 0.00 0.04 0.75 0.00 0.00 0.04 10.51
0.91 0.25 0.00 0.25 0.91 0.25 0.00 0.25 0.91 16.13
0.04 0.00 0.00 0.75 0.04 0.00 0.61 0.75 0.04 7.04
Ukuran matriks salah. Contoh : n x (n-1)

Tidak berlaku metode cramer.

```

#### 4.4. Sistem Reaktor



Dengan laju volume  $Q$  dalam  $m^3/s$  dan input massa min dalam  $mg/s$ . Konservasi massa pada tiap inti reaktor adalah sebagai berikut:

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

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

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

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  $Q_{Cout} = 150 \text{ } m^3/\text{s}$  dan  $m_{Ain} = 1300$  dan  $m_{Cin} = 200 \text{ mg/s}$ .

Metode Eliminasi Gauss

```

=====
|          Apau & Apin SPL Calculator      |
=====
|          SISTEM PERSAMAAN LINEAR        |
=====
|          METODE GAUSS                  |
=====
Masukkan nama file : reactor.txt

Matriks :
60.00 -40.00 -80.00 -1300.00
40.00 -60.00 -20.00 0.00
80.00 20.00 -150.00 -200.00

Matriks : (R1 dibagi dengan 60.00)
1.00 -0.67 -1.33 -21.67
40.00 -60.00 -20.00 0.00
80.00 20.00 -150.00 -200.00

Matriks : (R2 dikurang dengan 40.00 kali R1, R3 dikurang dengan 80.00 kali R1)
1.00 -0.67 -1.33 -21.67
0.00 -33.33 33.33 866.67
0.00 73.33 -43.33 1533.33

Matriks : (R2 dibagi dengan -33.33)
1.00 -0.67 -1.33 -21.67
0.00 1.00 -1.00 -26.00
0.00 73.33 -43.33 1533.33

Matriks : (R3 dikurang dengan 73.33 kali R2)
1.00 -0.67 -1.33 -21.67
0.00 1.00 -1.00 -26.00
0.00 0.00 30.00 3440.00

Matriks : (R3 dibagi dengan 30.00)
1.00 -0.67 -1.33 -21.67
0.00 1.00 -1.00 -26.00
0.00 0.00 1.00 114.67

Solusi Persamaan Linear :
a1 = 190.33
a2 = 88.67
a3 = 114.67
  
```

## Metode Eliminasi Gauss-Jordan

```
=====
|          SISTEM PERSAMAAN LINEAR      |
=====
|          METODE GAUSS JORDAN        |
=====

Masukkan nama file : reactor.txt

Matriks :
60.00 -40.00 -80.00 -1300.00
40.00 -60.00 -20.00 0.00
80.00 20.00 -150.00 -200.00

Matriks : (R1 dibagi dengan 60.00)
1.00 -0.67 -1.33 -21.67
40.00 -60.00 -20.00 0.00
80.00 20.00 -150.00 -200.00

Matriks : (R2 dikurang dengan 40.00 kali R1, R3 dikurang dengan 80.00 kali R1)
1.00 -0.67 -1.33 -21.67
0.00 -33.33 33.33 866.67
0.00 73.33 -43.33 1533.33

Matriks : (R2 dibagi dengan -33.33)
1.00 -0.67 -1.33 -21.67
0.00 1.00 -1.00 -26.00
0.00 73.33 -43.33 1533.33

Matriks : (R3 dikurang dengan 73.33 kali R2)
1.00 -0.67 -1.33 -21.67
0.00 1.00 -1.00 -26.00
0.00 0.00 30.00 3440.00

Matriks : (R3 dibagi dengan 30.00)
1.00 -0.67 -1.33 -21.67
0.00 1.00 -1.00 -26.00
0.00 0.00 1.00 114.67

Matriks : (R2 ditambah dengan 1.00 kali R3, R1 ditambah dengan 1.33 kali R3)
1.00 -0.67 0.00 131.22
0.00 1.00 0.00 88.67
0.00 0.00 1.00 114.67

Matriks : (R1 ditambah dengan 0.67 kali R2)
1.00 0.00 0.00 190.33
0.00 1.00 0.00 88.67
0.00 0.00 1.00 114.67

Solusi Persamaan Linear :
a1 = 190.33
a2 = 88.67
a3 = 114.67
```

## Metode Matriks Balikan

```
=====
|          Apau & Apin SPL Calculator      |
=====
|          SISTEM PERSAMAAN LINEAR       |
=====
|          METODE MATRIKS BALIKAN / INVERS |
=====

Masukkan nama file : reactor.txt

Matriks :
60.00 -40.00 -80.00 -1300.00
40.00 -60.00 -20.00 0.00
80.00 20.00 -150.00 -200.00

Matriks hasil ekspansi kofaktor :
9400.00 4400.00 5600.00
-7600.00 -2600.00 -4400.00
-4000.00 -2000.00 -2000.00

Dari kofaktor di transpose untuk diubah menjadi adjoin.

Adjoin :
9400.00 -7600.00 -4000.00
4400.00 -2600.00 -2000.00
5600.00 -4400.00 -2000.00

Di cari Matriks Balikan dengan membagi setiap elemen dengan determinan.

Determinan : -59999.99999999995

Matriks Inverse A-1 :
-0.16 0.13 0.07
-0.07 0.04 0.03
-0.09 0.07 0.03

Matriks pengali B :
-1300.00
0.00
-200.00

(A * x = B) ==> (x = A-1 * B)

Matriks x :
190.33
88.67
114.67

Solusi Persamaan Linear :
a1 = 190.33
a2 = 88.67
a3 = 114.67
```

## Metode Aturan Cramer

```
=====
|          Apau & Apin SPL Calculator      |
=====
|          SISTEM PERSAMAAN LINEAR        |
=====
|          METODE MATRIKS BALIKAN / INVERS |
=====
Masukkan nama file : reactor.txt

Matriks :
60.00 -40.00 -80.00 -1300.00
40.00 -60.00 -20.00 0.00
80.00 20.00 -150.00 -200.00

Matriks hasil ekspansi kofaktor :
9400.00 4400.00 5600.00
-7600.00 -2600.00 -4400.00
-4000.00 -2000.00 -2000.00

Dari kofaktor di transpose untuk diubah menjadi adjoin.

Adjoin :
9400.00 -7600.00 -4000.00
4400.00 -2600.00 -2000.00
5600.00 -4400.00 -2000.00

Di cari Matriks Balikan dengan membagi setiap elemen dengan determinan.

Determinan : -59999.99999999995

Matriks Inverse A(-1) :
-0.16 0.13 0.07
-0.07 0.04 0.03
-0.09 0.07 0.03

Matriks pengali B :
-1300.00
0.00
-200.00

(A * x = B) ==> (x = A(-1) * B)

Matriks x :
190.33
88.67
114.67

Solusi Persamaan Linear :
a1 = 190.33
a2 = 88.67
a3 = 114.67
```

#### 4.5. Studi Kasus Interpolasi

a.

$x$	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

untuk  $x = 0.2$

(masukan file)

```
=====
|          Apau & Apin SPL Calculator      |
=====
|          INTERPOLASI POLINOMIAL        |
=====
Enter the file name : interpolasi-a-1.txt

Matriks Augmented :
1.00 0.10 0.01 0.00 0.00 0.00 0.00 0.00
1.00 0.30 0.09 0.03 0.01 0.00 0.00 0.07
1.00 0.50 0.25 0.13 0.06 0.03 0.02 0.15
1.00 0.70 0.49 0.34 0.24 0.17 0.12 0.25
1.00 0.90 0.81 0.73 0.66 0.59 0.53 0.37
1.00 1.10 1.21 1.33 1.46 1.61 1.77 0.52
1.00 1.30 1.69 2.20 2.86 3.71 4.83 0.70

Polynomial Function :
f(x) = -0.023 + 0.24 x + 0.1974 x^2 + 0.026 x^4
f(0.2) = -0.023 + 0.24 * (0.2) + 0.1974 * (0.2^2) + 0.026 * (0.2^4) = 0.033
```

Untuk  $x = 0.55$

(masukan file)

```
=====
|          Apau & Apin SPL Calculator      |
=====
|          INTERPOLASI POLINOMIAL        |
=====
Enter the file name : interpolasi-a-2.txt

Matriks Augmented :
1.00 0.10 0.01 0.00 0.00 0.00 0.00 0.00
1.00 0.30 0.09 0.03 0.01 0.00 0.00 0.07
1.00 0.50 0.25 0.13 0.06 0.03 0.02 0.15
1.00 0.70 0.49 0.34 0.24 0.17 0.12 0.25
1.00 0.90 0.81 0.73 0.66 0.59 0.53 0.37
1.00 1.10 1.21 1.33 1.46 1.61 1.77 0.52
1.00 1.30 1.69 2.20 2.86 3.71 4.83 0.70

Polynomial Function :
f(x) = -0.023 + 0.24 x + 0.1974 x^2 + 0.026 x^4
f(0.55) = -0.023 + 0.24 * (0.55) + 0.1974 * (0.55^2) + 0.026 * (0.55^4) = 0.1711
```

Untuk  $x = 0.85$

(Masukan file)

```
=====
|          Apau & Apin SPL Calculator      |
=====
|          INTERPOLASI POLINOMIAL       |
=====

Enter the file name : interpolasi-a-3.txt

Matriks Augmented :
1.00 0.10 0.01 0.00 0.00 0.00 0.00 0.00
1.00 0.30 0.09 0.03 0.01 0.00 0.00 0.07
1.00 0.50 0.25 0.13 0.06 0.03 0.02 0.15
1.00 0.70 0.49 0.34 0.24 0.17 0.12 0.25
1.00 0.90 0.81 0.73 0.66 0.59 0.53 0.37
1.00 1.10 1.21 1.33 1.46 1.61 1.77 0.52
1.00 1.30 1.69 2.20 2.86 3.71 4.83 0.70

Polynomial Function :
f(x) = -0.023 + 0.24 x + 0.1974 x^2 + 0.026 x^4
f(0.85) = -0.023 + 0.24 * (0.85) + 0.1974 * (0.85^2) + 0.026 * (0.85^4) = 0.3372
```

Untuk  $x = 1.28$

(Masukan file)

```
=====
|          Apau & Apin SPL Calculator      |
=====
|          INTERPOLASI POLINOMIAL       |
=====

Enter the file name : interpolasi-a-4.txt

Matriks Augmented :
1.00 0.10 0.01 0.00 0.00 0.00 0.00 0.00
1.00 0.30 0.09 0.03 0.01 0.00 0.00 0.07
1.00 0.50 0.25 0.13 0.06 0.03 0.02 0.15
1.00 0.70 0.49 0.34 0.24 0.17 0.12 0.25
1.00 0.90 0.81 0.73 0.66 0.59 0.53 0.37
1.00 1.10 1.21 1.33 1.46 1.61 1.77 0.52
1.00 1.30 1.69 2.20 2.86 3.71 4.83 0.70

Polynomial Function :
f(x) = -0.023 + 0.24 x + 0.1974 x^2 + 0.026 x^4
f(1.28) = -0.023 + 0.24 * (1.28) + 0.1974 * (1.28^2) + 0.026 * (1.28^4) = 0.6775
```

b.

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:

$$\text{Tanggal (desimal)} = \text{bulan} + (\text{tanggal} / \text{jumlah hari pada bulan tersebut})$$

Sebagai contoh, untuk tanggal 17/06/2022 (dibaca: 17 Juni 2022) diperoleh tanggal(desimal) sebagai berikut:

$$\text{Tanggal (desimal)} = 6 + (17/30) = 6,567$$

Gunakanlah data di atas dengan memanfaatkan **interpolasi polinomial** untuk melakukan prediksi jumlah kasus baru Covid-19 pada tanggal-tanggal berikut:

- a. 16/07/2022
- b. 10/08/2022
- c. 05/09/2022
- d. Masukan user lainnya berupa **tanggal (desimal) yang sudah diolah** dengan asumsi prediksi selalu dilakukan untuk tahun 2022.

a. desimal = 7.156

```
=====
|      Apau & Apin SPL Calculator      |
=====INTERPOLASI POLINOMIAL=====
Masukkan nama file : interpolasi-b-a.txt

Matriks Augmented :
1.00 6.57 43.13 283.21 1859.81 12213.36 80285.12 526707.03 3458885.06 22714498.18 12624.00
1.00 7.00 49.00 343.00 2401.00 16807.00 117649.00 823543.00 5764881.00 40353607.00 21807.00
1.00 7.26 52.68 382.34 2775.03 20141.18 146184.65 1061088.22 7780797.63 55892389.23 38391.00
1.00 7.45 55.52 413.66 3082.18 22965.34 171114.72 1274975.81 9499844.73 70783343.11 54517.00
1.00 7.55 56.97 430.03 3245.84 24499.63 184923.18 1395880.15 10535499.53 79521956.43 51952.00
1.00 7.84 61.45 481.71 3776.09 29609.79 232040.66 1818966.29 14258876.77 111775334.97 28228.00
1.00 8.16 66.68 543.54 4435.82 36200.69 295433.86 2411035.72 19676462.53 160579610.70 35764.00
1.00 8.48 71.98 610.66 5180.87 43954.58 372909.94 3163767.93 26841407.09 227722497.71 20813.00
1.00 8.71 75.85 660.55 5752.72 50100.43 436324.64 3799951.33 33093776.11 288213696.13 12408.00
1.00 9.00 81.00 729.00 6561.00 59049.00 531441.00 4782969.00 43046721.00 387420489.00 10534.00

Polynomial Function :
f(x) = 1870666071657.867 - 9346993079172.328 x + 5334203055240.195 x^2 - 1756810186361.3809 x^3 + 368550807175.5339 x^4 - 51131876760.1328 x^5 + 4695806315.4288 x^6 - 275474539.4207 x^7 +
9372849.2391 x^8 - 140993.7122 x^9
f(7.156) = 1870666071657.867 - 9346993079172.328 * (7.156) + 5334203055240.195 * (7.156^2) - 1756810186361.3809 * (7.156^3) + 368550807175.5339 * (7.156^4) - 51131876760.1328 * (7.156^5) +
4695806315.4288 * (7.156^6) - 275474539.4207 * (7.156^7) + 9372849.2391 * (7.156^8) - 140993.7122 * (7.156^9) = 55537.9961
```

b. desimal = 8.322

```
=====
|      Apau & Apin SPL Calculator      |
=====INTERPOLASI POLINOMIAL=====
Enter the file name : interpolasi-b-b.txt

Matriks Augmented :
1.00 6.57 43.13 283.21 1859.81 12213.36 80285.12 526707.03 3458885.06 22714498.18 12624.00
1.00 7.00 49.00 343.00 2401.00 16807.00 117649.00 823543.00 5764881.00 40353607.00 21807.00
1.00 7.26 52.68 382.34 2775.03 20141.18 146184.65 1061088.22 7780797.63 55892389.23 38391.00
1.00 7.45 55.52 413.66 3082.18 22965.34 171114.72 1274975.81 9499844.73 70783343.11 54517.00
1.00 7.55 56.97 430.03 3245.84 24499.63 184923.18 1395880.15 10535499.53 79521956.43 51952.00
1.00 7.84 61.45 481.71 3776.09 29609.79 232040.66 1818966.29 14258876.77 111775334.97 28228.00
1.00 8.16 66.68 543.54 4435.82 36200.69 295433.86 2411035.72 19676462.53 160579610.70 35764.00
1.00 8.48 71.98 610.66 5180.87 43954.58 372909.94 3163767.93 26841407.09 227722497.71 20813.00
1.00 8.71 75.85 660.55 5752.72 50100.43 436324.64 3799951.33 33093776.11 288213696.13 12408.00
1.00 9.00 81.00 729.00 6561.00 59049.00 531441.00 4782969.00 43046721.00 387420489.00 10534.00

Polynomial Function :
f(x) = 1870666071657.867 - 9346993079172.328 x + 5334203055240.195 x^2 - 1756810186361.3809 x^3 + 368550807175.5339 x^4 - 51131876760.1328 x^5 + 4695806315.4288 x^6 - 275474539.4207 x^7 +
9372849.2391 x^8 - 140993.7122 x^9
f(8.322) = 1870666071657.867 - 9346993079172.328 * (8.322) + 5334203055240.195 * (8.322^2) - 1756810186361.3809 * (8.322^3) + 368550807175.5339 * (8.322^4) - 51131876760.1328 * (8.322^5) +
4695806315.4288 * (8.322^6) - 275474539.4207 * (8.322^7) + 9372849.2391 * (8.322^8) - 140993.7122 * (8.322^9) = 36343.7695
```

c. desimal = 9.166

```
=====
|      Apau & Apin SPL Calculator      |
=====INTERPOLASI POLINOMIAL=====
Masukkan nama file : interpolasi-b-c.txt

Matriks Augmented :
1.00 6.57 43.13 283.21 1859.81 12213.36 80285.12 526707.03 3458885.06 22714498.18 12624.00
1.00 7.00 49.00 343.00 2401.00 16807.00 117649.00 823543.00 5764881.00 40353607.00 21807.00
1.00 7.26 52.68 382.34 2775.03 20141.18 146184.65 1061088.22 7780797.63 55892389.23 38391.00
1.00 7.45 55.52 413.66 3082.18 22965.34 171114.72 1274975.81 9499844.73 70783343.11 54517.00
1.00 7.55 56.97 430.03 3245.84 24499.63 184923.18 1395880.15 10535499.53 79521956.43 51952.00
1.00 7.84 61.45 481.71 3776.09 29609.79 232040.66 1818966.29 14258876.77 111775334.97 28228.00
1.00 8.16 66.68 543.54 4435.82 36200.69 295433.86 2411035.72 19676462.53 160579610.70 35764.00
1.00 8.48 71.98 610.66 5180.87 43954.58 372909.94 3163767.93 26841407.09 227722497.71 20813.00
1.00 8.71 75.85 660.55 5752.72 50100.43 436324.64 3799951.33 33093776.11 288213696.13 12408.00
1.00 9.00 81.00 729.00 6561.00 59049.00 531441.00 4782969.00 43046721.00 387420489.00 10534.00

Polynomial Function :
f(x) = 1870666071657.867 - 9346993079172.328 x + 5334203055240.195 x^2 - 1756810186361.3809 x^3 + 368550807175.5339 x^4 - 51131876760.1328 x^5 + 4695806315.4288 x^6 - 275474539.4207 x^7 +
9372849.2391 x^8 - 140993.7122 x^9
f(9.166) = 1870666071657.867 - 9346993079172.328 * (9.166) + 5334203055240.195 * (9.166^2) - 1756810186361.3809 * (9.166^3) + 368550807175.5339 * (9.166^4) - 51131876760.1328 * (9.166^5) +
4695806315.4288 * (9.166^6) - 275474539.4207 * (9.166^7) + 9372849.2391 * (9.166^8) - 140993.7122 * (9.166^9) = -659015.5156
```

d. desimal = 3.565

```
=====
|          Apau & Apin SPL Calculator      |
|          INTERPOLASI POLINOMIAL       |
=====

Masukkan nama file : interpolasi-b-d.txt

Matriks Augmented :
1.00 6.57 43.12 283.21 1859.81 1/2213.36 88295.12 526707.03 3458885.06 227140989.18 12624.00
1.00 7.00 44.00 245.00 2061.00 16807.00 1/17619.00 823543.00 5761801.00 40353607.00 21807.00
1.00 7.26 52.08 382.34 2775.03 20101.18 146184.65 1061088.22 77089797.63 55892289.23 38391.00
1.00 7.45 55.52 413.66 3082.18 22965.34 171114.72 1274975.81 94999844.73 79783343.11 54517.00
1.00 7.55 56.97 430.03 3245.84 24099.63 184923.18 1395800.15 10535499.53 79521950.43 51952.00
1.00 7.84 61.45 481.71 3776.09 29669.79 232046.68 1818966.24 14258876.77 111775334.97 28228.00
1.00 8.16 66.65 543.54 4435.82 36298.69 295433.86 2411835.72 19676462.53 166579618.77 35764.00
1.00 8.48 71.95 610.66 5180.87 43954.59 372986.94 3163767.93 26841487.09 227722497.74 28813.00
1.00 8.71 75.85 660.55 5752.72 50108.43 436324.64 3799951.33 33093776.11 288213696.13 12488.00
1.00 9.00 81.00 729.00 6561.00 59049.00 531441.00 4782969.00 43046721.00 387420489.00 18534.00

Polynomial Function :
f(x) = 7187066071657.867 - 9346993079172.328 x + 5334203055240.195 x^2 - 1756810186361.3809 x^3 + 368550807175.5339 x^4 - 51131876760.1328 x^5 + 4695806315.4288 x^6 - 275474539.4287 x^7 +
9372849.2391 x^8 - 140993.7122 x^9
f(3.565) = 7187066071657.867 - 9346993079172.328 * (3.565) + 5334203055240.195 * (3.565^2) - 1756810186361.3809 * (3.565^3) + 368550807175.5339 * (3.565^4) - 51131876760.1328 * (3.565^5) +
4695806315.4288 * (3.565^6) - 275474539.4287 * (3.565^7) + 9372849.2391 * (3.565^8) - 140993.7122 * (3.565^9) = 2011539468.1883
```

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

	1	2	3	4	5	6	7
test >	0.0	0.0	0.418884	0.507158	0.560925	0.583686	0.576651
	1	2	3	4	5	6	7
	0.0	0.4	0.8	1.2	1.6	2.0	0.5

```
=====
|          Apau & Apin SPL Calculator      |
=====
|          INTERPOLASI POLINOMIAL       |
=====
Masukkan nama file : interpolasi-c.txt

Matriks Augmented :
1.00 0.00 0.00 0.00 0.00 0.00 0.00
1.00 0.40 0.16 0.06 0.03 0.01 0.42
1.00 0.80 0.64 0.51 0.41 0.33 0.51
1.00 1.20 1.44 1.73 2.07 2.49 0.56
1.00 1.60 2.56 4.10 6.55 10.49 0.58
1.00 2.00 4.00 8.00 16.00 32.00 0.58

Polynomial Function :
f(x) = 2.0353 x - 3.5527 x^2 + 3.2371 x^3 - 1.4213 x^4 + 0.2363 x^5
f(0.5) = 2.0353 * (0.5) - 3.5527 * (0.5^2) + 3.2371 * (0.5^3) - 1.4213 * (0.5^4) + 0.2363 * (0.5^5) = 0.4527
```

#### 4.6. Studi Kasus Regresi linear Berganda

Diberikan sekumpulan data sesuai pada tabel berikut ini.

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.

Gunakan *Normal Estimation Equation for Multiple Linear Regression* untuk mendapatkan regresi linear berganda dari data pada tabel di atas, kemudian estimasi nilai Nitrous Oxide apabila Humidity bernilai 50%, temperatur 76°F, dan tekanan udara sebesar 29.30.

Dari data-data tersebut, apabila diterapkan *Normal Estimation Equation for Multiple Linear Regression*, maka diperoleh sistem persamaan linear sebagai berikut.

$$20b_0 + 863.1b_1 + 1530.4b_2 + 587.84b_3 = 19.42$$

$$863.1b_0 + 54876.89b_1 + 67000.09b_2 + 25283.395b_3 = 779.477$$

$$1530.4b_0 + 67000.09b_1 + 117912.32b_2 + 44976.867b_3 = 1483.437$$

$$587.84b_0 + 25283.395b_1 + 44976.867b_2 + 17278.5086b_3 = 571.1219$$

```
=====
|          Apau & Apin SPL Calculator      |
=====
|          DOUBLE LINEAR REGRESSION        |
=====

Masukkan nama file : regresi.txt
Persamaan:
20.00b0 + 863.10b1 + 1530.40b2 + 587.84b3 = 19.42
863.10b0 + 54876.89b1 + 67000.09b2 + 25283.40b3 = 779.48
1530.40b0 + 67000.09b1 + 117912.32b2 + 44976.87b3 = 1483.44
587.84b0 + 25283.40b1 + 44976.87b2 + 17278.51b3 = 571.12
Nilai Beta
-3.51
-0.00
0.00
0.15

f(x) = -3.507778 + -0.002625x1 + 0.000799x2 + 0.154155x3
Masukkan nilai Xk-1 : 50
Masukkan nilai Xk-2 : 76
Masukkan nilai Xk-3 : 29.3
Hasil taksiran yaitu: 0.9384342262216645
```

#### 4.7. Studi Kasus Interpolasi *Bicubic Spline*

Diberikan matriks input dengan bentuk sebagai berikut. Format matriks masukan bukan mewakili nilai matriks, tetapi mengikuti format masukan pada bagian “Spesifikasi Tugas” nomor 7.

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

Tentukan nilai:

$$f(0, 0) = ?$$

$$f(0.5, 0.5) = ?$$

$$f(0.25, 0.75) = ?$$

$$f(0.1, 0.9) = ?$$

a.  $f(0,0) = 21.0$  (read from file)

```
=====
|          Apau & Apin SPL Calculator      |
=====
|          INTERPOLASI BICUBIC SPLINE   |
=====

Masukkan nama file : bicubic1.txt
Didapat nilai hasil ekspansi atau A yaitu:
1.00 0.00 0.00 0.00 0.00 0.00 0.00 0.00 0.00 0.00 0.00 0.00 0.00 0.00 0.00 0.00
1.00 1.00 1.00 1.00 0.00 0.00 0.00 0.00 0.00 0.00 0.00 0.00 0.00 0.00 0.00 0.00
1.00 0.00 0.00 1.00 0.00 0.00 1.00 0.00 0.00 1.00 0.00 0.00 1.00 0.00 0.00 0.00
1.00 1.00 1.00 1.00 1.00 1.00 1.00 1.00 1.00 1.00 1.00 1.00 1.00 1.00 1.00 1.00
0.00 1.00 0.00 0.00 0.00 0.00 0.00 0.00 0.00 0.00 0.00 0.00 0.00 0.00 0.00 0.00
0.00 1.00 2.00 3.00 0.00 0.00 0.00 0.00 0.00 0.00 0.00 0.00 0.00 0.00 0.00 0.00
0.00 1.00 0.00 0.00 1.00 0.00 0.00 1.00 0.00 0.00 0.00 0.00 1.00 0.00 0.00 0.00
0.00 1.00 2.00 3.00 0.00 1.00 2.00 3.00 0.00 1.00 2.00 3.00 0.00 1.00 2.00 3.00
0.00 0.00 0.00 0.00 1.00 0.00 0.00 0.00 0.00 0.00 0.00 0.00 0.00 0.00 0.00 0.00
0.00 0.00 0.00 1.00 1.00 0.00 0.00 0.00 0.00 0.00 0.00 0.00 0.00 0.00 0.00 0.00
0.00 0.00 0.00 1.00 1.00 2.00 0.00 0.00 0.00 0.00 0.00 0.00 3.00 0.00 0.00 0.00
0.00 0.00 0.00 1.00 1.00 2.00 2.00 0.00 0.00 0.00 0.00 0.00 3.00 3.00 0.00 0.00
0.00 0.00 0.00 0.00 0.00 0.00 0.00 0.00 0.00 0.00 0.00 0.00 0.00 0.00 0.00 0.00
0.00 0.00 0.00 0.00 1.00 2.00 3.00 0.00 0.00 0.00 0.00 0.00 0.00 0.00 0.00 0.00
0.00 0.00 0.00 0.00 1.00 2.00 3.00 0.00 2.00 4.00 6.00 0.00 3.00 6.00 9.00

Matrix A invers :
1.00 0.00 0.00 0.00 0.00 0.00 0.00 0.00 0.00 0.00 0.00 0.00 0.00 0.00 0.00 0.00
0.00 0.00 0.00 0.00 1.00 0.00 0.00 0.00 0.00 0.00 0.00 0.00 0.00 0.00 0.00 0.00
-3.00 3.00 0.00 0.00 -2.00 -1.00 0.00 0.00 0.00 0.00 0.00 0.00 0.00 0.00 0.00 0.00
2.00 -2.00 0.00 0.00 1.00 1.00 0.00 0.00 0.00 0.00 0.00 0.00 0.00 0.00 0.00 0.00
0.00 0.00 0.00 0.00 0.00 0.00 0.00 1.00 0.00 0.00 0.00 0.00 0.00 0.00 0.00 0.00
0.00 0.00 0.00 0.00 0.00 0.00 0.00 0.00 0.00 0.00 0.00 0.00 1.00 0.00 0.00 0.00
0.00 0.00 0.00 0.00 0.00 0.00 0.00 0.00 0.00 0.00 0.00 0.00 0.00 0.00 0.00 0.00
0.00 0.00 0.00 0.00 0.00 0.00 0.00 -3.00 3.00 0.00 0.00 -2.00 -1.00 0.00 0.00
0.00 0.00 0.00 0.00 0.00 0.00 0.00 2.00 -2.00 0.00 0.00 1.00 1.00 0.00 0.00
-3.00 0.00 3.00 0.00 0.00 0.00 0.00 -2.00 0.00 -1.00 0.00 0.00 0.00 0.00 0.00 0.00
0.00 0.00 0.00 0.00 -3.00 0.00 3.00 0.00 0.00 0.00 0.00 0.00 -2.00 0.00 -1.00 0.00
9.00 -9.00 -9.00 9.00 6.00 3.00 -6.00 -3.00 6.00 -6.00 3.00 -3.00 4.00 2.00 2.00 1.00
-6.00 6.00 6.00 -6.00 -3.00 -3.00 3.00 3.00 -4.00 4.00 -2.00 2.00 -2.00 -2.00 -1.00 -1.00
2.00 0.00 -2.00 0.00 0.00 0.00 0.00 1.00 0.00 1.00 0.00 0.00 0.00 0.00 0.00 0.00
0.00 0.00 0.00 0.00 2.00 0.00 -2.00 0.00 0.00 0.00 0.00 0.00 1.00 0.00 1.00 0.00
-6.00 6.00 6.00 -6.00 -4.00 -2.00 4.00 2.00 -3.00 3.00 -3.00 3.00 -2.00 -1.00 -2.00 -1.00
4.00 -4.00 -4.00 4.00 2.00 2.00 -2.00 -2.00 2.00 -2.00 1.00 1.00 1.00 1.00 1.00

Matrix Inputan:
21.00
98.00
125.00
153.00
51.00
101.00
161.00
59.00
0.00
42.00
72.00
210.00
16.00
12.00
81.00
96.00

Menghitung nilai alpha dengan rumus y=A.alpha
21.00 0.00 240.00 -136.00
51.00 16.00 217.00 -123.00
28.00 82.00 -1295.00 888.00
-2.00 -56.00 709.00 -487.00

Matrix X:
1.00 0.00 0.00 0.00

Matrix Y:
1.00
0.00
0.00
0.00

Nilai f(0.0,0.0) adalah 21.0
```

b.  $f(0.5,0.5) = 87.796875$  (read from file)

```
=====
|           INTERPOLASI BICUBIC SPLINE      |
=====

Masukkan nama file : bicubic2.txt
Didapat nilai hasil ekspansi atau A yaitu:
1.00 0.00 0.00 0.00 0.00 0.00 0.00 0.00 0.00 0.00 0.00 0.00 0.00 0.00 0.00 0.00
1.00 1.00 1.00 0.00 0.00 0.00 0.00 0.00 0.00 0.00 0.00 0.00 0.00 0.00 0.00 0.00
1.00 0.00 0.00 1.00 0.00 0.00 0.00 1.00 0.00 0.00 0.00 1.00 0.00 0.00 0.00 0.00
1.00 1.00 1.00 1.00 1.00 1.00 1.00 1.00 1.00 1.00 1.00 1.00 1.00 1.00 1.00 1.00
0.00 1.00 0.00 0.00 0.00 0.00 0.00 0.00 0.00 0.00 0.00 0.00 0.00 0.00 0.00 0.00
0.00 1.00 2.00 3.00 0.00 0.00 0.00 0.00 0.00 0.00 0.00 0.00 0.00 0.00 0.00 0.00
0.00 1.00 0.00 0.00 1.00 0.00 0.00 0.00 1.00 0.00 0.00 0.00 0.00 1.00 0.00 0.00
0.00 1.00 2.00 3.00 0.00 1.00 2.00 3.00 0.00 1.00 2.00 3.00 0.00 1.00 2.00 3.00
0.00 0.00 0.00 0.00 1.00 0.00 0.00 0.00 0.00 0.00 0.00 0.00 0.00 0.00 0.00 0.00
0.00 0.00 0.00 0.00 1.00 1.00 1.00 0.00 0.00 0.00 0.00 0.00 0.00 0.00 0.00 0.00
0.00 0.00 0.00 0.00 1.00 0.00 0.00 2.00 0.00 0.00 0.00 3.00 0.00 0.00 0.00 0.00
0.00 0.00 0.00 1.00 1.00 1.00 2.00 2.00 2.00 2.00 3.00 3.00 3.00 3.00 3.00
0.00 0.00 0.00 0.00 0.00 1.00 0.00 0.00 0.00 0.00 0.00 0.00 0.00 0.00 0.00 0.00
0.00 0.00 0.00 0.00 1.00 2.00 3.00 0.00 0.00 0.00 0.00 0.00 0.00 0.00 0.00 0.00
0.00 0.00 0.00 0.00 0.00 1.00 2.00 3.00 0.00 2.00 4.00 6.00 0.00 3.00 6.00 9.00

Matrix A invers :
1.00 0.00 0.00 0.00 0.00 0.00 0.00 0.00 0.00 0.00 0.00 0.00 0.00 0.00 0.00 0.00
0.00 0.00 0.00 1.00 0.00 0.00 0.00 0.00 0.00 0.00 0.00 0.00 0.00 0.00 0.00 0.00
-3.00 3.00 0.00 0.00 -2.00 -1.00 0.00 0.00 0.00 0.00 0.00 0.00 0.00 0.00 0.00 0.00
2.00 -2.00 0.00 0.00 1.00 1.00 0.00 0.00 0.00 0.00 0.00 0.00 0.00 0.00 0.00 0.00
0.00 0.00 0.00 0.00 0.00 0.00 1.00 0.00 0.00 0.00 0.00 0.00 0.00 0.00 0.00 0.00
0.00 0.00 0.00 0.00 0.00 0.00 0.00 1.00 0.00 0.00 0.00 0.00 1.00 0.00 0.00 0.00
0.00 0.00 0.00 0.00 0.00 0.00 0.00 -3.00 3.00 0.00 0.00 -2.00 -1.00 0.00 0.00 0.00
0.00 0.00 0.00 0.00 0.00 0.00 0.00 2.00 -2.00 0.00 0.00 1.00 1.00 0.00 0.00 0.00
-3.00 0.00 3.00 0.00 0.00 0.00 0.00 -2.00 0.00 -1.00 0.00 0.00 0.00 0.00 0.00 0.00
0.00 0.00 0.00 -3.00 0.00 3.00 0.00 0.00 0.00 0.00 0.00 -2.00 0.00 -1.00 0.00
9.00 -9.00 -9.00 9.00 6.00 3.00 -6.00 -3.00 6.00 -6.00 3.00 -3.00 4.00 2.00 2.00 1.00
-6.00 6.00 6.00 -6.00 -3.00 3.00 3.00 -4.00 4.00 -2.00 2.00 -2.00 -2.00 -1.00 -1.00
2.00 0.00 -2.00 0.00 0.00 0.00 0.00 1.00 0.00 1.00 0.00 0.00 0.00 0.00 0.00 0.00
0.00 0.00 0.00 2.00 0.00 -2.00 0.00 0.00 0.00 0.00 0.00 1.00 0.00 1.00 0.00 0.00
-6.00 6.00 6.00 -6.00 -4.00 -2.00 4.00 2.00 -3.00 3.00 -3.00 3.00 -2.00 -1.00 -2.00 -1.00
4.00 -4.00 -4.00 4.00 2.00 2.00 -2.00 2.00 -2.00 2.00 -2.00 1.00 1.00 1.00 1.00

Matrix Inputan:
21.00
98.00
125.00
153.00
51.00
101.00
161.00
59.00
0.00
42.00
72.00
210.00
16.00
12.00
81.00
96.00

Menghitung nilai alpha dengan rumus y=A.alpha
21.00 0.00 240.00 -136.00
51.00 16.00 217.00 -123.00
28.00 82.00 -1295.00 888.00
-2.00 -56.00 709.00 -487.00

Matrix X:
1.00 0.50 0.25 0.13

Matrix Y:
1.00
0.50
0.25
0.13

Nilai f(0.5,0.5) adalah 87.796875
```

c.  $f(0.25, 0.75) = 117.732177734375$  (read from file)

```
=====
|           INTERPOLASI BICUBIC SPLINE      |
=====

Masukkan nama file : bicubic3.txt
Didapat nilai hasil ekspansi atau A yaitu:
1.00 0.00 0.00 0.00 0.00 0.00 0.00 0.00 0.00 0.00 0.00 0.00 0.00 0.00 0.00 0.00 0.00 0.00
1.00 1.00 1.00 0.00 0.00 0.00 0.00 0.00 0.00 0.00 0.00 0.00 0.00 0.00 0.00 0.00 0.00 0.00
1.00 0.00 0.00 0.00 1.00 0.00 0.00 1.00 0.00 0.00 0.00 1.00 0.00 0.00 0.00 0.00 0.00 0.00
1.00 1.00 1.00 1.00 1.00 1.00 1.00 1.00 1.00 1.00 1.00 1.00 1.00 1.00 1.00 1.00 1.00 1.00
0.00 1.00 0.00 0.00 0.00 0.00 0.00 0.00 0.00 0.00 0.00 0.00 0.00 0.00 0.00 0.00 0.00 0.00
0.00 1.00 2.00 3.00 0.00 0.00 0.00 0.00 0.00 0.00 0.00 0.00 0.00 0.00 0.00 0.00 0.00 0.00
0.00 1.00 0.00 0.00 0.00 1.00 0.00 0.00 0.00 1.00 0.00 0.00 0.00 1.00 0.00 0.00 0.00 0.00
0.00 1.00 2.00 3.00 0.00 1.00 2.00 3.00 0.00 1.00 2.00 3.00 0.00 1.00 2.00 3.00 0.00 1.00 2.00 3.00
0.00 0.00 0.00 0.00 1.00 0.00 0.00 0.00 0.00 0.00 0.00 0.00 0.00 0.00 0.00 0.00 0.00 0.00 0.00
0.00 0.00 0.00 0.00 1.00 1.00 1.00 0.00 0.00 0.00 0.00 0.00 0.00 0.00 0.00 0.00 0.00 0.00 0.00
0.00 0.00 0.00 0.00 0.00 1.00 0.00 2.00 0.00 0.00 0.00 3.00 0.00 0.00 0.00 0.00 0.00 0.00 0.00
0.00 0.00 0.00 0.00 0.00 1.00 1.00 2.00 2.00 2.00 3.00 3.00 3.00 3.00 3.00 3.00 3.00 3.00 3.00
0.00 0.00 0.00 0.00 0.00 0.00 1.00 2.00 3.00 0.00 0.00 0.00 0.00 0.00 0.00 0.00 0.00 0.00 0.00
0.00 0.00 0.00 0.00 0.00 0.00 1.00 0.00 2.00 0.00 0.00 0.00 0.00 0.00 0.00 0.00 0.00 0.00 0.00
0.00 0.00 0.00 0.00 0.00 0.00 0.00 1.00 2.00 3.00 0.00 0.00 0.00 0.00 0.00 0.00 0.00 0.00 0.00
0.00 0.00 0.00 0.00 0.00 0.00 0.00 0.00 1.00 2.00 3.00 4.00 6.00 0.00 3.00 6.00 9.00

Matrix A invers :
1.00 0.00 0.00 0.00 0.00 0.00 0.00 0.00 0.00 0.00 0.00 0.00 0.00 0.00 0.00 0.00 0.00 0.00
0.00 0.00 0.00 0.00 1.00 0.00 0.00 0.00 0.00 0.00 0.00 0.00 0.00 0.00 0.00 0.00 0.00 0.00
-3.00 3.00 0.00 0.00 -2.00 -1.00 0.00 0.00 0.00 0.00 0.00 0.00 0.00 0.00 0.00 0.00 0.00 0.00
2.00 -2.00 0.00 0.00 1.00 1.00 0.00 0.00 0.00 0.00 0.00 0.00 0.00 0.00 0.00 0.00 0.00 0.00
0.00 0.00 0.00 0.00 0.00 0.00 1.00 0.00 0.00 0.00 0.00 0.00 0.00 0.00 0.00 0.00 0.00 0.00
0.00 0.00 0.00 0.00 0.00 0.00 0.00 1.00 0.00 0.00 0.00 0.00 0.00 1.00 0.00 0.00 0.00 0.00
0.00 0.00 0.00 0.00 0.00 0.00 0.00 0.00 -3.00 3.00 0.00 0.00 -2.00 -1.00 0.00 0.00 0.00 0.00
0.00 0.00 0.00 0.00 0.00 0.00 0.00 2.00 -2.00 0.00 0.00 0.00 1.00 1.00 0.00 0.00 0.00 0.00
-3.00 0.00 3.00 0.00 0.00 0.00 0.00 0.00 -2.00 0.00 -1.00 0.00 0.00 0.00 0.00 0.00 0.00 0.00
0.00 0.00 0.00 0.00 -3.00 0.00 3.00 0.00 0.00 0.00 0.00 0.00 -2.00 0.00 -1.00 0.00
9.00 -9.00 -9.00 9.00 6.00 3.00 -6.00 -3.00 6.00 -6.00 3.00 -3.00 4.00 2.00 2.00 1.00
-6.00 6.00 6.00 -6.00 -3.00 3.00 3.00 -4.00 4.00 -2.00 2.00 -2.00 -1.00 -1.00
2.00 0.00 -2.00 0.00 0.00 0.00 0.00 1.00 0.00 1.00 0.00 0.00 0.00 0.00 0.00 0.00 0.00
0.00 0.00 0.00 2.00 0.00 -2.00 0.00 0.00 0.00 0.00 0.00 1.00 0.00 1.00 0.00 0.00 0.00
-6.00 6.00 6.00 -6.00 -4.00 -2.00 4.00 2.00 -3.00 3.00 -3.00 3.00 -2.00 -1.00 -2.00 -1.00
4.00 -4.00 -4.00 4.00 2.00 2.00 -2.00 -2.00 2.00 -2.00 2.00 -2.00 1.00 1.00 1.00 1.00

Matrix Inputan:
21.00
98.00
125.00
153.00
51.00
101.00
161.00
59.00
0.00
42.00
72.00
210.00
16.00
12.00
81.00
96.00

Menghitung nilai alpha dengan rumus y=A.alpha
21.00 0.00 240.00 -136.00
51.00 16.00 217.00 -123.00
28.00 82.00 -1295.00 888.00
-2.00 -56.00 709.00 -487.00

Matrix X:
1.00 0.25 0.06 0.02

Matrix Y:
1.00
0.75
0.56
0.42

Nilai f(0.25, 0.75) adalah 117.732177734375
```

d.  $f(0.1,0.9) = 128.575187$  (read from file)

```
=====
|           INTERPOLASI BICUBIC SPLINE      |
=====

Masukkan nama file : Bicubic4.txt
Didapat nilai hasil ekspansi atau A yaitu:
1.00 0.00 0.00 0.00 0.00 0.00 0.00 0.00 0.00 0.00 0.00 0.00 0.00 0.00 0.00 0.00 0.00
1.00 1.00 1.00 0.00 0.00 0.00 0.00 0.00 0.00 0.00 0.00 0.00 0.00 0.00 0.00 0.00 0.00
1.00 0.00 0.00 0.00 1.00 0.00 0.00 1.00 0.00 0.00 0.00 1.00 0.00 0.00 0.00 0.00 0.00
1.00 1.00 1.00 1.00 1.00 1.00 1.00 1.00 1.00 1.00 1.00 1.00 1.00 1.00 1.00 1.00 1.00
0.00 1.00 0.00 0.00 0.00 0.00 0.00 0.00 0.00 0.00 0.00 0.00 0.00 0.00 0.00 0.00 0.00
0.00 1.00 2.00 3.00 0.00 0.00 0.00 0.00 0.00 0.00 0.00 0.00 0.00 0.00 0.00 0.00 0.00
0.00 1.00 0.00 0.00 0.00 1.00 0.00 0.00 0.00 1.00 0.00 0.00 0.00 0.00 1.00 0.00 0.00
0.00 1.00 2.00 3.00 0.00 1.00 2.00 3.00 0.00 1.00 2.00 3.00 0.00 1.00 2.00 3.00
0.00 0.00 0.00 0.00 1.00 0.00 0.00 0.00 0.00 0.00 0.00 0.00 0.00 0.00 0.00 0.00 0.00
0.00 0.00 0.00 0.00 1.00 1.00 1.00 1.00 0.00 0.00 0.00 0.00 0.00 0.00 0.00 0.00 0.00
0.00 0.00 0.00 0.00 1.00 0.00 0.00 0.00 2.00 0.00 0.00 0.00 3.00 0.00 0.00 0.00 0.00
0.00 0.00 0.00 0.00 1.00 1.00 1.00 1.00 0.00 2.00 2.00 2.00 3.00 3.00 3.00 3.00
0.00 0.00 0.00 0.00 1.00 0.00 0.00 0.00 0.00 0.00 0.00 0.00 0.00 0.00 0.00 0.00 0.00
0.00 0.00 0.00 0.00 1.00 2.00 3.00 0.00 0.00 0.00 0.00 0.00 0.00 0.00 0.00 0.00 0.00
0.00 0.00 0.00 0.00 1.00 0.00 0.00 0.00 2.00 0.00 0.00 0.00 3.00 0.00 0.00 0.00 0.00
0.00 0.00 0.00 0.00 1.00 2.00 3.00 0.00 2.00 4.00 6.00 0.00 3.00 6.00 9.00

Matrix A invers :
1.00 0.00 0.00 0.00 0.00 0.00 0.00 0.00 0.00 0.00 0.00 0.00 0.00 0.00 0.00 0.00 0.00
0.00 0.00 0.00 0.00 1.00 0.00 0.00 0.00 0.00 0.00 0.00 0.00 0.00 0.00 0.00 0.00 0.00
-3.00 3.00 0.00 0.00 -2.00 -1.00 0.00 0.00 0.00 0.00 0.00 0.00 0.00 0.00 0.00 0.00 0.00
2.00 -2.00 0.00 0.00 1.00 1.00 0.00 0.00 0.00 0.00 0.00 0.00 0.00 0.00 0.00 0.00 0.00
0.00 0.00 0.00 0.00 0.00 0.00 0.00 1.00 0.00 0.00 0.00 0.00 0.00 0.00 0.00 0.00 0.00
0.00 0.00 0.00 0.00 0.00 0.00 0.00 0.00 0.00 0.00 0.00 1.00 0.00 0.00 0.00 0.00 0.00
0.00 0.00 0.00 0.00 0.00 0.00 0.00 -3.00 3.00 0.00 0.00 -2.00 -1.00 0.00 0.00 0.00
0.00 0.00 0.00 0.00 0.00 0.00 0.00 2.00 -2.00 0.00 0.00 1.00 1.00 0.00 0.00 0.00
-3.00 0.00 3.00 0.00 0.00 0.00 0.00 -2.00 0.00 -1.00 0.00 0.00 0.00 0.00 0.00 0.00 0.00
0.00 0.00 0.00 0.00 -3.00 0.00 3.00 0.00 0.00 0.00 0.00 -2.00 0.00 -1.00 0.00
9.00 -9.00 9.00 6.00 3.00 -6.00 -3.00 6.00 -6.00 3.00 -3.00 4.00 2.00 2.00 1.00
-6.00 6.00 6.00 -6.00 -3.00 -3.00 3.00 3.00 -4.00 4.00 -2.00 2.00 -2.00 -2.00 -1.00
2.00 0.00 -2.00 0.00 0.00 0.00 0.00 1.00 0.00 1.00 0.00 0.00 0.00 0.00 0.00 0.00 0.00
0.00 0.00 0.00 0.00 2.00 0.00 -2.00 0.00 0.00 0.00 0.00 1.00 0.00 1.00 0.00 0.00
-6.00 6.00 6.00 -6.00 -4.00 -2.00 4.00 2.00 -3.00 3.00 -3.00 3.00 -2.00 -1.00 -2.00 -1.00
4.00 -4.00 4.00 2.00 2.00 -2.00 -2.00 2.00 -2.00 2.00 1.00 1.00 1.00 1.00 1.00

Matrix Inputan:
21.00
98.00
125.00
153.00
51.00
101.00
161.00
59.00
0.00
42.00
72.00
210.00
16.00
12.00
81.00
96.00

Menghitung nilai alpha dengan rumus y=A.alpha
21.00 0.00 240.00 -136.00
51.00 16.00 217.00 -123.00
28.00 82.00 -1295.00 888.00
-2.00 -56.00 709.00 -487.00

Matrix X:
1.00 0.10 0.01 0.00

Matrix Y:
1.00
0.90
0.81
0.73

Nilai f(0.1,0.9) adalah 128.575187
```

## BAB V SARAN & KESIMPULAN

### 5.1 Kesimpulan

Dalam kuliah Aljabar Linier dan Geometri (IF2123), kami mempelajari berbagai konsep dan metode yang berkaitan dengan matriks. Kami kemudian mengimplementasikan pemahaman ini ke dalam program Java yang mampu menyelesaikan berbagai jenis masalah yang melibatkan matriks. Beberapa masalah yang dapat diselesaikan oleh program kami meliputi Sistem Persamaan Linier, perhitungan Determinan, dan perhitungan Matriks Balikan.

Melalui tugas besar ini, kami menjadi familiar dengan berbagai metode yang digunakan untuk menyelesaikan masalah yang melibatkan matriks. Contohnya, kami belajar bagaimana menghitung nilai taksiran dari fungsi interpolasi polinomial dan *bicubic spline interpolation*. Kami juga dapat menghitung hasil regresi linear berganda dengan mengimplementasikan fungsi fungsi yang telah dibuat sebelumnya.

Dengan kata lain, program yang kami buat memungkinkan kami untuk mengaplikasikan pengetahuan Aljabar Linier dan Geometri dalam berbagai konteks, seperti matematika, statistik, dan taksiran.

### 5.2 Saran

Dalam pengerjaan tugas besar ini, terdapat beberapa saran yang akan kami camkan untuk berkembang kedepannya. Diantaranya adalah:

- Nama atribut disepakati secara bersama agar tidak terdapat nama atribut yang berbeda untuk suatu istilah yang sama (Contoh rows,columns, dan lain sebagainya).
- Akan lebih baik jika mengutamakan keberhasilan program terlebih dahulu . Setelah itu, barulah dilakukan *error handling* untuk berbagai kasus yang mungkin diuji.

### 5.3 Refleksi

Melalui tugas besar ini, kami mendapatkan berbagai pengalaman yang berharga. Selain memahami konsep matematis, kami juga mengasah kemampuan kerjasama tim, berkomunikasi secara efektif, dan memahami cara mendekomposisikan berbagai permasalahan yang kompleks. Kami juga menguatkan kedisiplinan dalam menjalankan tugas masing-masing anggota tim.

Penting untuk dicatat bahwa pembagian tugas dalam tim kami dilakukan dengan sangat merata dan juga mempertimbangkan kemampuan individu, sehingga setiap

anggota memiliki tanggung jawab yang seimbang. Hal ini membantu memastikan bahwa setiap kontribusi kami memiliki bobot yang sama dalam kesuksesan proyek ini. Selain itu, kami juga mendapatkan pemahaman yang lebih mendalam tentang bahasa pemrograman Java, yang merupakan bahasa pemrograman utama kami dalam mengimplementasikan solusi untuk berbagai masalah yang melibatkan matriks.

#### 5.4 Komentar

- Dari Wilson Yusda : ~Tugas yang melimpah bukanlah rintangan~
- Dari Filbert : Good job all;
- Dari Farel Winalda : Kerja Rodi cuuy;

#### 5.5 Link Repository

Link repository kelompok kami untuk tugas besar 1 mata kuliah IF2123 Aljabar Linier dan Geometri adalah sebagai berikut:

<https://github.com/Filbert88/Algeo01-22019>

## **DAFTAR PUSTAKA**

Slide Kuliah Pak Rinaldi Munir :

<https://informatika.stei.itb.ac.id/~rinaldi.munir/AljabarGeometri/2023-2024/algeo23-24.htm>

Penjelasan Kaidah Cramer:

[https://id.wikipedia.org/wiki/Kaidah\\_Cramer](https://id.wikipedia.org/wiki/Kaidah_Cramer)

Penjelasan Bicubic interpolation:

[https://en.wikipedia.org/wiki/Bicubic\\_interpolation](https://en.wikipedia.org/wiki/Bicubic_interpolation)

Penjelasan Determinan matriks ekspansi kofaktor :

[https://en.wikipedia.org/wiki/Laplace\\_expansion](https://en.wikipedia.org/wiki/Laplace_expansion)