

Laporan Tugas Besar 01

IF2123 ALJABAR LINEAR & GEOMETRI



Disusun oleh:

Kelompok 40 - Matriks Reeves

Danendra Shafi Athallah (13523136)

Jovandra Otniel Pangalambok Siregar (13523141)

Ardell Aghna Mahendra (13523151)

**PROGRAM STUDI TEKNIK INFORMATIKA
SEKOLAH TEKNIK ELEKTRO DAN INFORMATIKA
INSTITUT TEKNOLOGI BANDUNG
JL. GANESA 10, BANDUNG 40132**

2024

Daftar Isi

Daftar Isi	2
BAB I	5
DESKRIPSI MASALAH	5
1.1. Latar Belakang	5
1.2. Tujuan	5
1.3. Spesifikasi Program	5
BAB II	8
TEORI SINGKAT	8
2.1. Metode Eliminasi Gauss	8
2.2. Metode Eliminasi Gauss-Jordan	8
2.2.1. Fase maju (forward phase) atau fase eliminasi Gauss	8
2.2.2. Fase mundur (backward phase)	8
2.3. Determinan	9
2.4. Matriks Balikan	9
2.5. Matriks Kofaktor	10
2.6. Matriks Adjoin	10
2.7. Kaidah Cramer	10
2.8. Interpolasi Polinom	10
2.9. Interpolasi Bicubic Spline	11
2.10. Regresi Berganda	11
2.10.1. Regresi Linear Berganda	11
2.10.2. Regresi Kuadratik Berganda	12
BAB III	13
IMPLEMENTASI PUSTAKA dan PROGRAM	13
3.1. AritmatikaMatriks.java	13
3.1.1. Fungsi/Prosedur	13
3.2. AritmatikaMatriksMenu.java	13
3.2.1. Atribut	13
3.2.2. Fungsi/Prosedur	14
3.3. BasicOperationMatrix.java	14
3.3.1. Fungsi/Prosedur	14
3.4. BicubicSplineInterpolation.java	14
3.4.1. Atribut	14
3.4.2. Konstruktor	15
3.4.3. Fungsi/Prosedur	15
3.5. CramerRule.java	16
3.5.1. Fungsi/Prosedur	16
3.6. DeterminantCalculator.java	17
3.6.1. Fungsi/Prosedur	17
3.7. DeterminantCalculatorMenu.java	18

3.7.1. Fungsi/Prosedur	18
3.8. DeterminantOperations.java	18
3.8.1. Fungsi/Prosedur	18
3.9. GaussElimination.java	18
3.9.1. Fungsi/Prosedur	19
3.10. GaussJordanElimination.java	19
3.10.1. Atribut	19
3.10.2. Konstruktor	20
3.10.3. Fungsi/Prosedur	20
3.11. ImageInterpolator.java	20
3.11.1. Atribut	21
3.11.2. Konstruktor	21
3.11.3. Fungsi/Prosedur	21
3.12. IntroCalculator.java	22
3.12.1. Fungsi/Prosedur	22
3.13. InverseMatrix.java	22
3.13.1. Fungsi/Prosedur	22
3.14. InverseMenu.java	23
3.14.1. Atribut	23
3.14.2. Fungsi/Prosedur	23
3.15. LinearEquationInputSystem.java	23
3.15.1. Atribut	23
3.15.2. Konstruktor	23
3.15.3. Fungsi/Prosedur	24
3.16. main.java	24
3.16.1. Fungsi/Prosedur	24
3.17. MatrixInputSystem.java	24
3.17.1. Atribut	25
3.17.2. Fungsi/Prosedur	25
3.18. PolynomialInterpolationMenu.java	25
3.18.1. Fungsi/Prosedur	25
3.19. Regresi.java	26
3.19.1. Fungsi/Prosedur	26
3.20. RegresiMenu.java	26
3.20.1. Atribut	26
3.20.2. Fungsi/Prosedur	27
3.21. SPLMenu.java	27
3.21.1. Fungsi/Prosedur	27
BAB IV	28
EKSPERIMEN	28
4.1. Temukan Solusi SPL $Ax = b$	28
4.1.1. Soal A	28

4.1.2. Soal B	30
4.1.3. Soal C	31
4.1.4. Soal D	32
4.1.4.1. Untuk $n = 6$	32
4.1.4.2 Untuk $n = 10$	34
4.2. SPL Berbentuk Matriks Augmented	37
4.2.1. Soal A	37
4.2.2. Soal B	39
4.3. SPL Berbentuk	42
4.3.1. Soal A	42
4.3.2. Soal B	45
4.4. Lihatlah sistem reaktor pada gambar berikut.	47
4.5. Studi Kasus Interpolasi	48
4.5.1. Soal A	48
4.5.2. Soal B	49
4.5.3. Soal C	52
4.6. Studi Kasus Interpolasi	53
4.7. Studi Kasus Interpolasi Bicubic Spline	54
4.8. Studi Kasus Interpolasi Interpolasi Gambar (Bonus)	57
4.9. Aritmatika Matriks	58
BAB V	61
PENUTUP	61
5.1. Kesimpulan	61
5.2. Saran	61
5.3. Komentar	61
5.4. Refleksi	61
LAMPIRAN	62
Link Repository	62
Link Video	62
DAFTAR REFERENSI	63

BAB I

DESKRIPSI MASALAH

1.1. Latar Belakang

Sistem persamaan linier (SPL) banyak ditemukan di dalam bidang sains dan rekayasa. 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).

$$\left[\begin{array}{cccc} 0 & 2 & 1 & -1 \\ 0 & 0 & 3 & 1 \\ 0 & 0 & 0 & 0 \end{array} \right] \xrightarrow{\text{Eliminasi Gauss}} \left[\begin{array}{cccc} 0 & 1 & 0 & -\frac{2}{3} \\ 0 & 0 & 1 & \frac{1}{3} \\ 0 & 0 & 0 & 0 \end{array} \right].$$

Gambar 1. Eliminasi Gauss dilakukan dengan matriks eselon baris dan eliminasi Gauss-Jordan dengan matriks eselon baris tereduksi.

Di dalam Tugas Besar 1 ini, Kami diminta membuat 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.

1.2. Tujuan

1. 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)
2. Menghitung determinan matriks dengan reduksi baris dan dengan ekspansi kofaktor
3. Menghitung balikan matriks
4. Menyelesaikan persoalan interpolasi dan regresi

1.3. Spesifikasi Program

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

3. Untuk persoalan invers, metode yang digunakan ada 2 yaitu menggunakan OBE dan Matriks Adjoin
4. 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
5. 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.
6. 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 $x_1 = t$).
7. Untuk persoalan polinom interpolasi dan regresi, luarannya adalah persamaan polinom/regresi dan taksiran nilai fungsi pada x yang diberikan. Contoh luaran untuk interpolasi adalah $f(x) = -0.0064x^2 + 0.2266x + 0.6762$, $f(5) = \dots$ dan untuk regresi adalah $f(x) = -9.5872 + 1.0732x_1$, $f(x_k) = \dots$
8. Untuk persoalan bicubic spline interpolation, masukan dari file text (.txt) yang berisi matriks berukuran 4 x 4 yang berisi konfigurasi nilai fungsi dan turunan berarah disekitarinya, diikuti dengan nilai a dan b untuk mencari nilai $f(a, b)$.
9. Misalnya jika nilai dari $f(0, 0), f(1, 0), f(0, 1), f(1, 1), f_x(0, 0), f_x(1, 0), f_x(0, 1), f_x(1, 1), f_y(0, 0), f_y(1, 0), f_y(0, 1), f_{xy}(0, 0), f_{xy}(1, 0), f_{xy}(0, 1), f_{xy}(1, 1)$ 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 $f(0.5, 0.5)$.

10. Luaran program harus dapat ditampilkan pada layar komputer dan dapat disimpan ke dalam file.

11. Bahasa program yang digunakan adalah Java. Anda bebas untuk menggunakan versi java apapun dengan catatan di atas java versi 8 (8/9/11/15/17/19/20/21).
12. 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 dan kuadratik berganda
7. Interpolasi Gambar (Bonus)
8. 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
1. Bab 3 : Implementasi pustaka dan program dalam Java, meliputi struktur *class* yang didefinisikan (atribut dan *method*), garis besar program, dll.

BAB II

TEORI SINGKAT

2.1. Metode Eliminasi Gauss

Metode eliminasi Gauss ditemukan oleh Carl Friedrich Gauss. Metode ini digunakan untuk menyelesaikan SPL atau sistem persamaan linear dengan mengubah menjadi bentuk matriks *augmented* dan kemudian diubah ke dalam bentuk matriks eselon baris dengan OBE dan diakhiri dengan substitusi balik.

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

2.2. Metode Eliminasi Gauss-Jordan

Metode eliminasi Gauss-Jordan merupakan pengembangan metode eliminasi Gauss yang mana operasi baris elementer (OBE) diterapkan pada matriks augmented sehingga menghasilkan matriks eselon baris tereduksi. Jika solusinya unik maka tidak diperlukan lagi substitusi secara mundur untuk memperoleh nilai dari masing-masing variabel. Metode eliminasi Gauss-Jordan terdiri dari 2 fase, yaitu fase maju (*forward phase*) atau fase eliminasi Gauss dan Fase mundur (*backward phase*).

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

2.2.1. Fase maju (*forward phase*) atau fase eliminasi Gauss

Fase maju (*forward phase*) atau fase eliminasi Gauss akan menghasilkan nilai-nilai 0 di bawah satut utama.

$$\left[\begin{array}{cccc} 2 & 3 & -1 & 5 \\ 4 & 4 & -3 & 3 \\ -2 & 3 & -1 & 1 \end{array} \right] \sim_{\text{OBE}} \dots \sim \left[\begin{array}{cccc} 1 & 3/2 & -1/2 & 5/2 \\ 0 & 1 & 1/2 & 7/2 \\ 0 & 0 & 1 & 3 \end{array} \right]$$

2.2.2. Fase mundur (*backward phase*)

Fase mundur (*backward phase*) akan menghasilkan nilai-nilai 0 di atas satut utama

$$\left[\begin{array}{cccc} 1 & 3/2 & -1/2 & 5/2 \\ 0 & 1 & 1/2 & 7/2 \\ 0 & 0 & 1 & 3 \end{array} \right] \sim_{\substack{\text{R1}-(3/2)\text{R2} \\ \text{R2}-(1/2)\text{R3}}} \left[\begin{array}{cccc} 1 & 0 & -5/4 & -11/4 \\ 0 & 1 & 1/2 & 7/2 \\ 0 & 0 & 1 & 3 \end{array} \right] \sim_{\substack{\text{R1}+(5/4)\text{R3} \\ \text{R2}-(1/2)\text{R3}}} \left[\begin{array}{cccc} 1 & 0 & 0 & 1 \\ 0 & 1 & 0 & 2 \\ 0 & 0 & 1 & 3 \end{array} \right]$$

2.3. Determinan

Determinan adalah nilai yang didapat dari unsur-unsur suatu matriks persegi atau matriks yang memiliki jumlah kolom dan baris yang sama. Determinan biasa dilambangkan dengan $\det(X)$ yang mana X merupakan nama dari matriks tersebut. Untuk menghitung sebuah determinan matriks dapat menggunakan berbagai cara diantaranya adalah menggunakan metode reduksi baris. Seperti contoh, determinan matriks A berikut ini akan dicari determinannya menggunakan metode reduksi baris dengan cara melakukan OBE pada matriks A sampai diperoleh matriks segitiga (p menyatakan banyaknya operasi pertukaran baris di dalam OBE)

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

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

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

Jika selama reduksi baris ada OBE berupa perkalian baris-baris matriks dengan k_1, k_2, \dots, k_m , maka

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

2.4. Matriks Balikan

Matriks persegi dengan ukuran $n \times n$ biasanya akan mempunyai matriks balikan. Matriks balikan dari matriks A merupakan $(A)^{-1}$ sehingga $AA^{-1} = A^{-1}A = I$. Matriks balikan berukuran 2×2 dapat dicari dengan cara:

$$A = \begin{bmatrix} a & b \\ c & d \end{bmatrix} \longrightarrow A^{-1} = \frac{1}{ad - bc} \begin{bmatrix} d & -b \\ -c & a \end{bmatrix}$$

dengan syarat $ad - bc \neq 0$

Matriks balikan juga dapat dicari dengan eliminasi Gauss-Jordan, yaitu dengan cara :

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

Selain itu, matriks balikan dapat dicari menggunakan adjoint matriks, yaitu dengan cara:

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

2.5. Matriks Kofaktor

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

$$K(A) = \begin{bmatrix} +M_{11} & -M_{12} & +M_{13} \\ -M_{21} & +M_{22} & -M_{23} \\ +M_{31} & -M_{32} & +M_{33} \end{bmatrix}$$

2.6. Matriks Adjoin

Adjoin matrix merupakan transpose dari suatu matriks yang elemen-elemennya merupakan kofaktor dari elemen-elemen matriks tersebut. Adjoin dapat digunakan untuk mencari matriks balikan dengan cara:

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

2.7. Kaidah Cramer

Kaidah Cramer pertama kali diterbitkan pada tahun 1750 oleh Gabriel Cramer (1704 – 1752). Kaidah Cramer atau *Cramer's rule* merupakan cara yang dapat digunakan untuk mencari solusi dari SPL dengan memanfaatkan determinan matriks yang terbentuk dari koefisien dan konstanta masing-masing persamaan di sistem tersebut. Jika $Ax = b$ adalah SPL yang terdiri dari n persamaan linier dengan n variabel sehingga $\det(A) \neq 0$, maka SPL tersebut memiliki solusi yang unik, yaitu

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

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

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

2.8. Interpolasi Polinom

Interpolasi polinom merupakan teknik interpolasi dengan mengasumsikan pola data yang dipakai mengikuti pola polinomial berderajat dan membentuk persamaan polinomial dari data tersebut. Polinom interpolasi derajat n yang menginterpolasi titik-titik $(x_0, y_0), (x_1, y_1), \dots, (x_n, y_n)$ adalah berbentuk $p_n(x) = a_0 + a_1x + a_2x^2 + \dots$

$+ a_n x^n$. Jika hanya ada dua titik, (x_0, y_0) dan (x_1, y_1) , maka polinom yang menginterpolasi kedua titik tersebut adalah $p_1(x) = a_0 + a_1 x$ yaitu berupa persamaan garis lurus. Jika tersedia tiga titik, (x_0, y_0) , (x_1, y_1) , dan (x_2, y_2) , maka polinom yang menginterpolasi ketiga titik tersebut adalah $p_2(x) = a_0 + a_1 x + a_2 x^2$ dan seterusnya. Persamaan polinomial yang terbentuk digunakan untuk melakukan interpolasi dari nilai yang diketahui atau menaksir nilai di luar rentang data yang diketahui. Aplikasi interpolasi polinom diantaranya adalah menghampiri fungsi rumit menjadi lebih sederhana dan menggambar kurva (jika hanya diketahui titik-titik diskrit saja).

2.9. Interpolasi Bicubic Spline

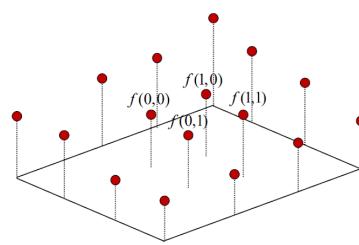
Bicubic spline interpolation adalah metode interpolasi yang digunakan untuk mengaproksimasi fungsi di antara titik-titik data yang diketahui. *Bicubic spline interpolation* melibatkan konsep *spline* dan konstruksi serangkaian polinomial kubik di dalam setiap sel segi empat dari data yang diberikan. 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 dan bentuk pemodelannya adalah sebagai berikut:

Normalization: $f(0,0), f(1,0)$

$f(0,1), f(1,1)$

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

Solve: a_{ij}



2.10. Regresi Berganda

Regresi berganda merupakan salah satu metode untuk memprediksi nilai selain menggunakan Interpolasi Polinom. Pada regresi berganda terdapat 2 jenis, yaitu regresi linear berganda dan regresi kuadratik berganda. Kedua jenis tersebut dapat diselesaikan dengan metode eliminasi Gauss.

2.10.1. Regresi Linear Berganda

Regresi linier berganda adalah model regresi linier yang melibatkan variabel independen yang lebih dari satu. Persamaan umum dari regresi linier berganda yang dapat digunakan walaupun terdapat persamaan jadi untuk menghitung regresi linear sederhana adalah sebagai berikut:

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

Normal Estimation Equation for Multiple Linear Regression dapat digunakan untuk mendapatkan nilai dari setiap β_i yaitu dengan cara sebagai berikut:

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

2.10.2. Regresi Kuadratik Berganda

Regresi kuadratik berganda adalah perluasan dari regresi linier berganda, yang mana model tidak hanya menggunakan variabel-variabel independen dalam bentuk linear, tetapi juga memasukkan kuadrat dari variabel-variabel tersebut. Regresi kuadratik berganda memiliki 3 bentuk persamaan, yaitu variabel Linier yang merupakan variabel dengan derajat satu seperti X, Y, dan Z, variabel kuadrat yang merupakan variabel dengan derajat dua seperti X^2 , dan variabel Interaksi yang merupakan 2 Variabel dengan derajat satu yang dikalikan dengan satu sama lain seperti XY, YZ, dan XZ. Jumlah variabel linear, variabel kuadrat, dan variabel interaksi akan berbeda di setiap n-peubah yang mana dapat dilihat pada contoh berikut ini.

$$\begin{pmatrix}
N & \sum u_i & \sum v_i & \sum u_i^2 & \sum u_i v_i & \sum v_i^2 \\
\sum u_i & \sum u_i^2 & \sum u_i v_i & \sum u_i^3 & \sum u_i^2 v_i & \sum u_i v_i^2 \\
\sum v_i & \sum u_i v_i & \sum v_i^2 & \sum u_i^2 v_i & \sum u_i v_i^2 & \sum v_i^3 \\
\sum u_i^2 & \sum u_i^3 & \sum u_i^2 v_i & \sum u_i^4 & \sum u_i^3 v_i & \sum u_i^2 v_i^2 \\
\sum u_i v_i & \sum u_i^2 v_i & \sum u_i v_i^2 & \sum u_i^3 v_i & \sum u_i^2 v_i^2 & \sum u_i v_i^3 \\
\sum v_i^2 & \sum u_i v_i^2 & \sum v_i^3 & \sum u_i^2 v_i^2 & \sum u_i v_i^3 & \sum v_i^4
\end{pmatrix}
\begin{pmatrix}
a \\
b \\
c \\
d \\
e \\
f
\end{pmatrix} =
\begin{pmatrix}
\sum y_i \\
\sum y_i u_i \\
\sum y_i v_i \\
\sum y_i u_i^2 \\
\sum y_i u_i v_i \\
\sum y_i v_i^2
\end{pmatrix}$$

BAB III

IMPLEMENTASI PUSTAKA dan PROGRAM

3.1. AritmatikaMatriks.java

Class ini berisi fungsi dan prosedur yang akan digunakan untuk melakukan aritmatika matriks.

3.1.1. Fungsi/Prosedur

Fungsi/Prosedur	Deskripsi
public static double[][] addMatrices(double[][] matrix1, double[][] matrix2)	Berfungsi untuk melakukan pertambahan matriks
public static double[][] minusMatrices(double[][] matrix1, double[][] matrix2)	Berfungsi untuk melakukan pengurangan matriks
public static double[][] multiplyMatrices(double[][] matrix1, double[][] matrix2)	Berfungsi untuk melakukan perkalian matriks

3.2. AritmatikaMatriksMenu.java

Class ini berisi fungsi dan prosedur yang digunakan untuk menampilkan menu untuk melakukan aritmatika matriks.

3.2.1. Atribut

Fungsi/Prosedur	Deskripsi
private static Scanner scanner	Berfungsi sebagai scanner untuk menerima inputan pengguna
private double[][] augmentedMatrix	Berfungsi untuk sebagai matriks augmented yang berisi koefisien dari SPL
private static Scanner scanner	Berfungsi sebagai scanner untuk menerima inputan pengguna

3.2.2. Fungsi/Prosedur

Fungsi/Prosedur	Deskripsi
public static void displayAritmatikaMatriksMenu()	Berfungsi untuk menampilkan menu utama untuk operasi aritmatika matriks
private static double[][] inputMatrix()	Berfungsi untuk menerima input dari pengguna untuk membuat matriks
private static void saveToFile(String results)	Berfungsi untuk menyimpan hasil matriks ke dalam file teks

3.3. BasicOperationMatrix.java

Class ini berisi fungsi dan prosedur yang akan digunakan sebagai operasi dasar pada matriks

3.3.1. Fungsi/Prosedur

Fungsi/Prosedur	Deskripsi
public static double[][] transposeMatrix(double[][] matrix)	Berfungsi untuk melakukan transpose matriks
public static int traceMatrix(int[][] matrix)	Berfungsi untuk menghitung trace matriks (jumlah elemen diagonal utama)
public static int[][] addMatrices(int[][] matrix1, int[][] matrix2)	Berfungsi untuk menjumlahkan dua matriks
public static int[][] multiplyMatrices(int[][] matrix1, int[][] matrix2)	Berfungsi untuk mengalikan dua matriks tipe int
public static double[][] multiplyMatricesDouble(double[][] matrix1, double[][] matrix2)	Berfungsi untuk mengalikan dua matriks tipe double

3.4. BicubicSplineInterpolation.java

Class ini berisi fungsi dan prosedur yang digunakan untuk melakukan interpolasi bicubic.

3.4.1. Atribut

Fungsi/Prosedur	Deskripsi
private static final int MATRIX_SIZE = 4;	Berfungsi untuk menyimpan ukuran matriks
private static final int COEFFICIENTS_COUNT = 16	Berfungsi untuk menyimpan jumlah koefisien
private double[][] inputMatrix	Berfungsi untuk menyimpan matriks input dalam bentuk array dua dimensi

private double[] coefficients	Berfungsi untuk menyimpan array satu dimensi dari koefisien
private double a	Berfungsi untuk menyimpan nilai double berupa parameter a pada $f(a,b)$
private double b	Berfungsi untuk menyimpan nilai double berupa parameter b pada $f(a,b)$
private double[][] dx	Berfungsi untuk menyimpan matriks pada turunan parsial dalam arah x
private double[][] dy	Berfungsi untuk menyimpan matriks pada turunan parsial dalam arah y
private double[][] dxy	Berfungsi untuk menyimpan matriks pada turunan parsial dalam arah xy

3.4.2. Konstruktor

Fungsi/Prosedur	Deskripsi
public BicubicSplineInterpolation()	berfungsi untuk membuat dan menyiapkan objek dari class
public void setA(double a)	Berfungsi untuk menyetel nilai a pada atribut kelas dengan parameter masukan double a
public void setB(double b)	Berfungsi untuk menyetel nilai b atribut kelas dengan parameter masukan double b
public void setInputMatrix(double[][] inputMatrix)	Berfungsi untuk menyetel matriks masukan pada atribut kelas dengan parameter double[][] inputMatrix

3.4.3. Fungsi/Prosedur

Fungsi/Prosedur	Deskripsi
public void runInterpolation()	Berfungsi untuk menjalankan interpolasi
private void inputFromKeyboard(Scanner scanner)	Berfungsi untuk menerima input melalui keyboard
public void readInputFromFile(String fileName)	Berfungsi untuk membaca input dari file
public void performBicubicSplineInterpolation(String outputFileName)	Berfungsi untuk melakukan interpolasi bicubic spline

Fungsi/Prosedur	Deskripsi
private void calculateDerivatives()	Berfungsi untuk menghitung turunan parsial
public void calculateCoefficients()	Berfungsi untuk menghitung koefisien untuk polinomial interpolasi
public double evaluatePolynomial()	Berfungsi untuk menghitung nilai polinomial pada titik (a, b)
private static double powerFunctionDouble(double base, int exponent)	Berfungsi untuk menghitung base pangkat eksponen untuk double
private static String formatDouble(double x)	Berfungsi untuk mengubah format double menjadi string dengan maksimal 4 desimal
private static String doubleToString(double value, int decimals)	Berfungsi untuk mengkonversi double ke string dengan jumlah desimal tertentu
private static String longToString(long value)	Berfungsi untuk mengkonversi long ke string
private static String padRight(String s, int n)	Berfungsi menambahkan padding spasi di kanan string
private static int parseInteger(String s)	Berfungsi untuk parsing integer
private static double parseDouble(String s)	Berfungsi untuk parsing double

3.5. CramerRule.java

Class ini berisi fungsi dan prosedur yang digunakan untuk menyelesaikan SPL (Sistem Persamaan Linear) menggunakan aturan Cramer.

3.5.1. Fungsi/Prosedur

Fungsi/Prosedur	Deskripsi
public static double[] solveUsingCramer(double[][] coefficients, double[] constants)	Berfungsi untuk menyelesaikan SPL menggunakan Cramer Rule
public static double calculateDeterminant(double[][] matrix)	Berfungsi untuk menghitung determinan dari matriks persegi menggunakan metode rekursif
public static double[][] modifyMatrix(double[][] coefficients, double[] constants, int column)	Berfungsi untuk mengganti kolom ke-'column' dari matriks koefisien dengan konstanta
public static void displaySolution(double[] solution)	Berfungsi untuk menampilkan solusi
public static double[][] inputCoefficients(Scanner scanner, int n)	Berfungsi untuk menerima inputan pengguna untuk mengisi koefisien dari setiap variabel untuk tiap persamaan dalam SPL

Fungsi/Prosedur	Deskripsi
public static double[] inputConstants(Scanner scanner, int n)	Berfungsi untuk menerima inputan pengguna untuk memasukkan konstanta di sisi kanan persamaan

3.6. DeterminantCalculator.java

Class ini berisi fungsi dan prosedur yang digunakan untuk menghitung determinan matriks.

3.6.1. Fungsi/Prosedur

Fungsi/Prosedur	Deskripsi
public static double calculateDeterminant(double[][] matrix)	Berfungsi untuk menghitung determinan dengan default metode reduksi baris
public static double calculateDeterminant(double[][] matrix, String method)	Berfungsi untuk menghitung determinan dengan pilihan metode
private static boolean isSquareMatrix(double[][] matrix)	Berfungsi untuk memeriksa apakah matriks memiliki jumlah elemen setiap baris yang sama dengan jumlah baris
private static double calculateDeterminantByCofactorExpansion(double[][] matrix)	Berfungsi untuk menghitung determinan menggunakan metode ekspansi Kofaktor
private static double[][] getMinor(double[][] matrix, int row, int col)	Berfungsi untuk mengembalikan matriks minor (menghapus baris dan kolom tertentu dari matriks awal)
private static double calculateDeterminantByRowReduction(double[][] matrix)	Berfungsi untuk menghitung determinan menggunakan metode reduksi baris
private static int findMaxPivotRow(double[][] matrix, int col)	Berfungsi untuk mencari baris dengan elemen pivot terbesar di suatu kolom
private static void swapRows(double[][] matrix, int row1, int row2)	Berfungsi untuk menukar dua baris dalam matriks
private static double[][] copyMatrix(double[][] matrix)	Berfungsi untuk membuat salinan dari matriks yang diberikan
private static double absoluteValue(double value)	Berfungsi untuk mengembalikan nilai absolut dari sebuah angka double
public static double calculateDeterminant(int[][] matrix)	Berfungsi untuk mengkonversi matriks int menjadi double dan kemudian memanggil fungsi perhitungan determinan untuk tipe

Fungsi/Prosedur	Deskripsi
	double
private static double[][] convert.ToDoubleMatrix(int[][] matrix)	Berfungsi untuk mengkonversi matriks int menjadi matriks double
public static double calculateDeterminant(int[][] matrix, String method)	Berfungsi untuk menghitung determinan dari matriks dengan elemen bertipe integer
public static double[][] readMatrixFromKeyboard(Scanner scanner)	Berfungsi sebagai metode input dari keyboard (menggunakan input per baris, dipisahkan oleh spasi)
public static double[][] readMatrixFromFile(String filename)	Berfungsi sebagai metode input dari file
public static void writeDeterminantToFile(double determinant, String filename)	Berfungsi sebagai metode output ke file

3.7. DeterminantCalculatorMenu.java

Class ini berisi fungsi dan prosedur yang digunakan untuk menampilkan menu perhitungan determinan matriks.

3.7.1. Fungsi/Prosedur

Fungsi/Prosedur	Deskripsi
public static void displayDeterminantMenu()	Berfungsi untuk menampilkan menu utama untuk determinan matriks

3.8. DeterminantOperations.java

Class ini berisi fungsi dan prosedur yang digunakan sebagai operasi dari determinan matriks.

3.8.1. Fungsi/Prosedur

Fungsi/Prosedur	Deskripsi
public static double calculateDeterminant(double[][] matrix, String method)	Berfungsi sebagai metode untuk menghitung determinan
public static void saveDeterminantToFile(double determinant, String filename)	Berfungsi sebagai metode untuk menyimpan hasil ke file

3.9. GaussElimination.java

Class ini berisi fungsi dan prosedur yang digunakan untuk menyelesaikan SPL (Sistem Persamaan Linear) menggunakan metode eliminasi Gauss.

3.9.1. Fungsi/Prosedur

Fungsi/Prosedur	Deskripsi
public static void main(String[] args)	Berfungsi untuk menjadi fungsi utama dari program
public static double[][] gaussElimination(double[][] matrix)	Berfungsi untuk mengubah matriks menjadi bentuk eselon baris dengan mengeliminasi elemen-elemen di bawah pivot
public static double[] backSubstitution(double[][] matrix)	Berfungsi untuk menyelesaikan SPL dengan proses substitusi balik pada matriks augmented yang sudah berbentuk eselon baris
public static int calculateRank(double[][] matrix)	Berfungsi untuk menghitung jumlah baris yang mengandung sedikitnya 1 elemen tak nol pada matriks koefisien. Hasil berupa integer dikembalikan untuk menentukan apakah solusi unik/banyak/tidak ada.
public static boolean hasInconsistentSystem(double[][] matrix, int rank)	Berfungsi untuk mengembalikan boolean SPL yang tidak mempunyai solusi unik. Mengembalikan true jika tidak ada solusi, false jika solusi banyak.
public static String[] parametricSolutions(double[][] matrix, int rank)	Mengembalikan solusi parametrik untuk ditampilkan jika solusi SPL banyak.
private static void swapRows(double[][] matrix, int row1, int row2)	Berfungsi untuk menukar dua baris dalam matriks
private static void printMatrix(double[][] matrix)	Berfungsi untuk mencetak matriks

3.10. GaussJordanElimination.java

Class ini berisi fungsi dan prosedur yang digunakan untuk menyelesaikan SPL (Sistem Persamaan Linear) menggunakan metode eliminasi Gauss-Jordan.

3.10.1. Atribut

Fungsi/Prosedur	Deskripsi
private int n	Berfungsi untuk menyimpan ukuran matriks
private double[][] augmentedMatrix	Berfungsi untuk sebagai matriks augmented yang berisi koefisien dari SPL
private Scanner scanner	Berfungsi sebagai scanner untuk menerima inputan pengguna

3.10.2. Konstruktor

Fungsi/Prosedur	Deskripsi
public GaussJordanElimination()	Berfungsi untuk menginisialisasi Scanner untuk digunakan di seluruh class

3.10.3. Fungsi/Prosedur

Fungsi/Prosedur	Deskripsi
public void run()	Berfungsi untuk menerima input data, menjalankan eliminasi Gauss-Jordan, dan mencetak hasil.
private void inputData()	Berfungsi untuk menerima input matriks augmented dari pengguna.
private void processAndOutputResults()	Berfungsi untuk menjalankan eliminasi Gauss-Jordan dan menampilkan hasil
public static double[][] gaussJordanElimination(double[][] matrix)	Berfungsi untuk mengubah matriks ke bentuk eselon baris tereduksi dengan melakukan eliminasi Gauss-Jordan pada matriks augmented yang diberikan
private static void swapRows(double[][] matrix, int row1, int row2)	Berfungsi untuk menukar dua baris dalam matriks
public static int calculateRank(double[][] matrix)	Berfungsi untuk menghitung jumlah baris yang mengandung sedikitnya 1 elemen tak nol pada matriks koefisien. Hasil berupa integer dikembalikan untuk menentukan apakah solusi unik/banyak/tidak ada.
public static boolean hasInconsistentSystem(double[][] matrix, int rank)	Berfungsi untuk mengembalikan boolean SPL yang tidak mempunyai solusi unik. Mengembalikan true jika tidak ada solusi, false jika solusi banyak.
public static String[] parametricSolutions(double[][] matrix, int rank)	Mengembalikan solusi parametrik untuk ditampilkan jika solusi SPL banyak.
private static void printMatrix(double[][] matrix)	Berfungsi untuk mencetak matriks

3.11. ImageInterpolator.java

Class ini berisi fungsi dan prosedur yang digunakan untuk melakukan interpolasi gambar.

3.11.1. Atribut

Fungsi/Prosedur	Deskripsi
private Scanner scanner	Berfungsi sebagai scanner untuk menerima inputan pengguna

3.11.2. Konstruktor

Fungsi/Prosedur	Deskripsi
public ImageInterpolator()	Berfungsi untuk menginisialisasi Scanner untuk digunakan di class

3.11.3. Fungsi/Prosedur

Fungsi/Prosedur	Deskripsi
public void performImageInterpolation()	Berfungsi untuk menerima input dari pengguna, membaca gambar input, menjalankan proses interpolasi, dan menyimpan hasil gambar yang telah diinterpolasi.
private BufferedImage resizeImage(BufferedImage inputImage, double scaleX, double scaleY)	Berfungsi untuk melakukan interpolasi bicubic
private double[][] getNeighborhoodPixels(BufferedImage image, int x, int y)	Berfungsi untuk mendapatkan matriks 4x4 piksel di sekitar (x, y)
private int clamp(int value, int min, int max)	Berfungsi untuk membatasi nilai antara min dan max
private double getValidDoubleInput(double min, double max)	Berfungsi untuk mendapatkan input double yang valid
public static int calculateRank(double[][] matrix)	Berfungsi untuk menghitung jumlah baris yang mengandung sedikitnya 1 elemen tak nol pada matriks koefisien. Hasil berupa integer dikembalikan untuk menentukan apakah solusi unik/banyak/tidak ada.
public static boolean hasInconsistentSystem(double[][] matrix, int rank)	Berfungsi untuk mengembalikan boolean SPL yang tidak mempunyai solusi unik. Mengembalikan true jika tidak ada solusi, false jika solusi banyak.
public static String[] parametricSolution(double[][] matrix, int rank)	Mengembalikan solusi parametrik untuk ditampilkan jika solusi SPL banyak.

Fungsi/Prosedur	Deskripsi
private static void printMatrix(double[][] matrix)	Berfungsi untuk mencetak matriks

3.12. IntroCalculator.java

Class ini berisi fungsi dan prosedur yang digunakan untuk menjadi tampilan menu utama kalkulator matriks.

3.12.1. Fungsi/Prosedur

Fungsi/Prosedur	Deskripsi
public static void main(String[] args)	Berfungsi untuk menjadi fungsi utama dari program
private static void displayMainMenu()	Berfungsi untuk menampilkan menu utama kalkulator matriks
public static int getMenuChoice()	Berfungsi untuk pengguna memilih menu sekaligus memastikan pengguna memilih menu yang benar
private static void processMainMenuChoice(int choice)	Berfungsi untuk memproses pilihan menu yang dipilih pengguna

3.13. InverseMatrix.java

Class ini berisi fungsi dan prosedur yang digunakan untuk menyelesaikan SPL (Sistem Persamaan Linear) menggunakan metode invers matriks.

3.13.1. Fungsi/Prosedur

Fungsi/Prosedur	Deskripsi
public static double[] solveLinearEquation(double[][] coefficients, double[] constants)	Berfungsi untuk menghitung SPL dengan menggunakan matriks invers dari koefisien
public static double[][] matrixInverse(double[][] matrix)	Berfungsi untuk menghitung invers dari matriks dengan menggunakan metode reduksi baris pada matriks augmented
public static double[][] matrixInverseAdjoint(double[][] matrix)	Berfungsi untuk menghitung invers dari matriks dengan menggunakan metode adjoint
public static double[][] cofactor(double[][] matrix)	Berfungsi untuk menghitung matriks kofaktor
public static double[][] minor(double[][] matrix, int row, int col)	Berfungsi untuk menghasilkan minor dari matriks dengan cara menghapus baris dan kolom tertentu

3.14. InverseMenu.java

Class ini berisi fungsi dan prosedur yang digunakan untuk menampilkan menu untuk menghitung matriks balikan dengan metode eliminasi Gauss-Jordan dan metode kofaktor-adjoin.

3.14.1. Atribut

Fungsi/Prosedur	Deskripsi
private static Scanner scanner	Berfungsi sebagai scanner untuk menerima inputan pengguna

3.14.2. Fungsi/Prosedur

Fungsi/Prosedur	Deskripsi
public static void displayInverseMenu()	Berfungsi untuk menampilkan menu untuk menghitung matriks balikan yaitu dengan metode eliminasi Gauss-Jordan dan metode kofaktor-adjoin
private static void saveToFile(String results)	Berfungsi untuk menyimpan hasil matriks ke dalam file teks
public static String readLine()	Berfungsi untuk membaca inputan hingga baris baru dan mengembalikannya sebagai string

3.15. LinearEquationInputSystem.java

Class ini berisi fungsi dan prosedur yang digunakan untuk mengelola sistem input persamaan linear dari pengguna.

3.15.1. Atribut

Fungsi/Prosedur	Deskripsi
private int numEquations	Berfungsi untuk menyimpan jumlah persamaan
private int numVariables	Berfungsi untuk menyimpan jumlah variabel
private double[][] coefficients	Berfungsi untuk menyimpan koefisien dari setiap persamaan dalam bentuk matriks

3.15.2. Konstruktor

Fungsi/Prosedur	Deskripsi
public LinearEquationInputSystem()	Berfungsi untuk memastikan bahwa tidak memiliki data yang tidak valid dan objek dimulai dalam keadaan yang jelas atau valid

3.15.3. Fungsi/Prosedur

Fungsi/Prosedur	Deskripsi
public int getNumEquations()	Berfungsi untuk mengembalikan jumlah persamaan yang dimasukkan
public int getNumVariables()	Berfungsi untuk mengembalikan jumlah variabel yang dimasukkan
public double[][] getCoefficients()	Berfungsi untuk mengembalikan matriks koefisien
public void inputLinearEquations()	Berfungsi untuk menerima input persamaan linear
private void inputFromKeyboard()	Berfungsi untuk menerima input data dari keyboard
private void inputFromFile()	Berfungsi untuk menerima input data dari file
public void displayEquations()	Berfungsi untuk menampilkan SPL yang dimasukkan
private static void printExample(int numVariables)	Berfungsi untuk menampilkan contoh format untuk memasukkan persamaan linear
private static double absoluteValue(double number)	Berfungsi untuk mengembalikan nilai absolut dari angka yang dimasukkan
private static int readInt(String prompt, int min, int max)	Berfungsi untuk menerima inputan bilangan bulat hingga inputan valid
private static double readDouble(String prompt)	Berfungsi untuk menerima inputan double hingga inputan angka valid
private static String readLine()	Berfungsi untuk membaca inputan hingga baris baru dan mengembalikannya sebagai string

3.16. main.java

Class ini berisi fungsi dan prosedur yang digunakan untuk menjalankan seluruh program.

3.16.1. Fungsi/Prosedur

Fungsi/Prosedur	Deskripsi
public static void main(String[] args)	Berfungsi untuk menjalankan seluruh program

3.17. MatrixInputSystem.java

Class ini berisi fungsi dan prosedur yang digunakan untuk memasukkan data matriks dari input pengguna.

3.17.1. Atribut

Fungsi/Prosedur	Deskripsi
private double[][] matrix_det	Berfungsi untuk menyimpan matriks

3.17.2. Fungsi/Prosedur

Fungsi/Prosedur	Deskripsi
public double[][] getMatrix()	Berfungsi untuk mengembalikan matriks yang telah dimasukkan sebagai array dua dimensi
public void inputMatrix()	Berfungsi untuk menerima input jumlah baris dan kolom dari pengguna dan selanjutnya mengisi matriks dengan elemen-elemen yang diterima
private void inputFromKeyboard()	Berfungsi untuk menerima input data dari keyboard
private void inputFromFile()	Berfungsi untuk menerima input data dari file
private static int readInt()	Berfungsi untuk menerima inputan bilangan bulat hingga inputan valid
private static double readDouble()	Berfungsi untuk menerima inputan double hingga inputan angka valid
private static String readLine()	Berfungsi untuk membaca inputan hingga baris baru dan mengembalikannya sebagai string

3.18. PolynomialInterpolationMenu.java

Class ini berisi fungsi dan prosedur yang digunakan untuk menampilkan menu utama interpolasi polinom.

3.18.1. Fungsi/Prosedur

Fungsi/Prosedur	Deskripsi
public static void displayPolynomialInterpolationMenu()	Berfungsi untuk menampilkan menu interpolasi polinom di IntroCalculator (Main Class)
private static double[][] inputData(Scanner scanner)	Berfungsi untuk menerima input data dari keyboard atau file
private static double[][] inputFromKeyboard(Scanner scanner)	Berfungsi untuk menerima input data dari keyboard
private static double[][] inputFromFile(Scanner scanner)	Berfungsi untuk menerima input data dari file

private static double[] calculateCoefficients(double[][] points)	Berfungsi untuk menghitung koefisien polinom interpolasi
private static String getPolynomialString(double[] coefficients)	Berfungsi untuk mendapatkan string polinom
private static double evaluatePolynomial(double[] coefficients, double x)	Berfungsi untuk menampilkan evaluasi polinom
private static double abs(double x)	Berfungsi untuk mengembalikan nilai absolut
private static String formatDouble(double x)	Berfungsi sebagai format double untuk menghilangkan trailing zero
private static void saveToFile(String content, Scanner scanner)	Berfungsi untuk menyimpan hasil ke dalam file

3.19. Regresi.java

Class ini berisi fungsi dan prosedur yang digunakan saat melakukan regresi.

3.19.1. Fungsi/Prosedur

Fungsi/Prosedur	Deskripsi
public static double[] regresiLinear(double[][] data)	Berfungsi untuk melakukan regresi linear berganda
public static double[] regresiKuadratik(double[][] data)	Berfungsi untuk melakukan regresi kuadratik berganda
private static double[] multiplyMatrixVector(double[][] a, double[] b)	Berfungsi untuk mengalikan matriks dengan vektor
private static double[] solveSystem(double[][] A, double[] B)	Berfungsi untuk menyelesaikan sistem persamaan linier menggunakan eliminasi Gauss
public static double calculateY(double[] koefisien, double[] x, boolean isKuadratik)	Berfungsi untuk menghitung nilai Y berdasarkan koefisien dan nilai x yang diberikan

3.20. RegresiMenu.java

Class ini berisi fungsi dan prosedur yang digunakan untuk menampilkan menu regresi.

3.20.1. Atribut

Fungsi/Prosedur	Deskripsi
private static Scanner scanner	Berfungsi sebagai scanner untuk menerima inputan pengguna

3.20.2. Fungsi/Prosedur

Fungsi/Prosedur	Deskripsi
public static void displayRegresiMenu()	Berfungsi untuk menampilkan menu utama untuk regresi linear dan kuadratik berganda
private static double[][] inputData()	Berfungsi untuk menerima input data dari keyboard atau file
private static double[][] inputFromKeyboard()	Berfungsi untuk menerima input dari keyboard
private static double[][] inputFromFile()	Berfungsi untuk membaca input dari file
private static void saveToFile(String results)	Berfungsi untuk menyimpan hasil ke dalam file
private static String formatRegressionOutput(double[] koefisien, boolean isKuadratik, int nLinier)	Berfungsi untuk memformat output regresi
private static int readInt()	Berfungsi untuk membaca input tipe integer
private static double readDouble()	Berfungsi untuk membaca input tipe double
private static String readLine()	Berfungsi untuk membaca inputan hingga baris baru dan mengembalikannya sebagai string

3.21. SPLMenu.java

Class ini berisi fungsi dan prosedur yang digunakan untuk menjadi tampilan menu SPL (Sistem Persamaan Linear)

3.21.1. Fungsi/Prosedur

Fungsi/Prosedur	Deskripsi
public static void displaySPLMenu()	Berfungsi untuk menampilkan menu utama dari menu SPL (Sistem Persamaan Linear) dan menerima inputan dari pengguna

BAB IV

EKSPERIMENT

4.1. Temukan Solusi SPL Ax = b

4.1.1. Soal A

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

Metode Eliminasi Gauss

```
Anda memilih metode 1
Anda memilih: Metode eliminasi Gauss
--- Sistem Input Persamaan Linear ===
Pilih metode input:
1. Input dari keyboard
2. Input dari file
Masukkan pilihan (1/2): 1

Masukkan jumlah persamaan (1-4): 4
Masukkan jumlah variabel (1-4): 4

Masukkan koefisien dan konstanta untuk setiap persamaan,
ax1 ± bx2 ± cx3 ± dx4 = ± z

Persamaan 1:
Koefisien X1: 1
Koefisien X2: 2
Koefisien X3: 2
Koefisien X4: 5
Konstanta: 1

Persamaan 2:
Koefisien X1: 1
Koefisien X2: 5
Koefisien X3: -1
Koefisien X4: 2
Konstanta: -2

Persamaan 3:
Koefisien X1: -1
Koefisien X2: -7
Koefisien X3: 1
Koefisien X4: -4
Konstanta: 4

Persamaan 4:
Koefisien X1: -1
Koefisien X2: -5
Koefisien X3: 3
Koefisien X4: 2
Konstanta: 6

Sistem Persamaan Linear yang dimasukkan:
1.0X1 + 2.0X2 + 2.0X3 + 5.0X4 = 1.0
1.0X1 + 5.0X2 - 1.0X3 + 2.0X4 = -2.0
-1.0X1 - 7.0X2 + 1.0X3 - 4.0X4 = 4.0
-1.0X1 - 5.0X2 + 3.0X3 + 2.0X4 = 6.0

Matriks setelah eliminasi Gauss:
1.00 2.00 2.00 5.00 1.00
0.00 3.00 -3.00 -3.00 -3.00
0.00 0.00 -2.00 -4.00 0.00
0.00 0.00 0.00 0.00 4.00

Tidak ada solusi.
```

Metode Eliminasi Gauss-Jordan

```

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

Pilih metode (1-4): 2
Anda memilih metode 2
Anda memilih: Metode eliminasi Gauss-Jordan
== Sistem Input Persamaan Linear ==
Pilih metode input:
1. Input dari keyboard
2. Input dari file
Masukkan pilihan (1/2): 2
Masukkan nama file (misalnya: input.txt): 1a.txt

Sistem Persamaan Linear yang dimasukkan:
1.0X1 + 1.0X2 - 1.0X3 - 1.0X4 = 1.0
2.0X1 + 5.0X2 - 7.0X3 - 5.0X4 = -2.0
2.0X1 - 1.0X2 + 1.0X3 + 3.0X4 = 4.0
5.0X1 + 2.0X2 - 4.0X3 + 2.0X4 = 6.0

Matriks setelah eliminasi Gauss-Jordan:
1.00  0.00  0.00  0.67  1.67
0.00  1.00  0.00 -2.67  0.33
-0.00 -0.00  1.00 -1.00  1.00
0.00  0.00  0.00  0.00  1.00

Tidak ada solusi.

```

Metode Matriks Balikan

```

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

Pilih metode (1-4): 3
Anda memilih metode 3
Anda memilih: Matriks balikan
== Sistem Input Persamaan Linear ==
Pilih metode input:
1. Input dari keyboard
2. Input dari file
Masukkan pilihan (1/2): 2
Masukkan nama file (misalnya: input.txt): 1a.txt

Sistem Persamaan Linear yang dimasukkan:
1.0X1 + 1.0X2 - 1.0X3 - 1.0X4 = 1.0
2.0X1 + 5.0X2 - 7.0X3 - 5.0X4 = -2.0
2.0X1 - 1.0X2 + 1.0X3 + 3.0X4 = 4.0
5.0X1 + 2.0X2 - 4.0X3 + 2.0X4 = 6.0

Tidak ada solusi unik (matriks singular).

```

Kaidah Cramer

```

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

Pilih metode (1-4): 4
Anda memilih metode 4
Anda memilih: Kaidah Cramer
== Sistem Input Persamaan Linear ==
Pilih metode input:
1. Input dari keyboard
2. Input dari file
Masukkan pilihan (1/2): 2
Masukkan nama file (misalnya: input.txt): 1a.txt

Sistem Persamaan Linear yang dimasukkan:
1.0X1 + 1.0X2 - 1.0X3 - 1.0X4 = 1.0
2.0X1 + 5.0X2 - 7.0X3 - 5.0X4 = -2.0
2.0X1 - 1.0X2 + 1.0X3 + 3.0X4 = 4.0
5.0X1 + 2.0X2 - 4.0X3 + 2.0X4 = 6.0

Tidak ada solusi unik (matriks singular).

```

4.1.2. Soal 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

```
Matriks setelah eliminasi Gauss:  
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  
0,00 0,00 0,00 0,00 0,00 0,00  
  
Sistem memiliki solusi banyak (parametrik).  
Solusi Parametrik:  
x1 = 3.0 + 1.0*t2 + -1.0*t5  
x2 = 1.5 + 1.5*t4 + 0.5*t5  
x3 = t3 (variabel bebas)  
x4 = -1.0 + 1.0*t5  
x5 = t5 (variabel bebas)  
Apakah Anda ingin menyimpan hasil ke file? (y/n):
```

Metode Eliminasi Gauss-Jordan

```
Matriks setelah eliminasi Gauss-Jordan:  
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  
0,00 0,00 0,00 0,00 0,00 0,00  
  
Sistem memiliki solusi banyak (parametrik).  
Solusi Parametrik:  
x1 = 1,00 * t5 + 3,00  
x2 = 2,00 * t5 + 0,00  
x3 = t3  
x4 = 1,00 * t5 + -1,00  
x5 = t5  
Apakah Anda ingin menyimpan hasil ke file? (y/n):
```

Metode Matriks Balikan

```
Sistem Persamaan Linear yang dimasukkan:  
1.0X1 - 1.0X2 + 1.0X5 = 3.0  
1.0X1 + 1.0X2 - 3.0X4 = 6.0  
2.0X1 - 1.0X2 + 1.0X4 - 1.0X5 = 5.0  
-1.0X1 + 2.0X2 - 2.0X4 - 1.0X5 = -1.0  
Jumlah persamaan dan variabel tidak sama. Silakan coba lagi.  
  
Tekan Enter untuk kembali ke menu utama!
```

Kaidah Cramer

```

Sistem Persamaan Linear yang dimasukkan:
1.0X1 - 1.0X2 + 1.0X5 = 3.0
1.0X1 + 1.0X2 - 3.0X4 = 6.0
2.0X1 - 1.0X2 + 1.0X4 - 1.0X5 = 5.0
-1.0X1 + 2.0X2 - 2.0X4 - 1.0X5 = -1.0
Jumlah persamaan dan variabel tidak sama. Silakan coba lagi.

```

Tekan Enter untuk kembali ke menu utama!

4.1.3. Soal 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

```

Matriks setelah eliminasi Gauss:
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
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

```

Sistem memiliki solusi banyak (parametrik).

Solusi Parametrik:

```

x1 = t1 (variabel bebas)
x2 = 2.0 + -1.0*t5
x3 = t3 (variabel bebas)
x4 = -1.0 + -1.0*t5
x5 = 1.0 + 1.0*t6
x6 = t6 (variabel bebas)
Apakah Anda ingin menyimpan hasil ke file? (y/n): ■

```

Metode Eliminasi Gauss-Jordan

```

Matriks setelah eliminasi Gauss-Jordan:
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 -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 0,00 0,00 0,00 0,00

```

Sistem memiliki solusi banyak (parametrik).

Solusi Parametrik:

```

x1 = t1
x2 = -1,00 * t6 + 1,00
x3 = t3
x4 = -1,00 * t6 + -2,00
x5 = 1,00 * t6 + 1,00
x6 = t6
Apakah Anda ingin menyimpan hasil ke file? (y/n): ■

```

Metode Matriks Balikan

```
Sistem Persamaan Linear yang dimasukkan:  
1.0X2 + 1.0X5 = 2.0  
1.0X4 + 1.0X5 = -1.0  
1.0X2 + 1.0X6 = 1.0  
Jumlah persamaan dan variabel tidak sama. Silakan coba lagi.
```

```
Tekan Enter untuk kembali ke menu utama!
```

Kaidah Cramer

```
Sistem Persamaan Linear yang dimasukkan:  
1.0X2 + 1.0X5 = 2.0  
1.0X4 + 1.0X5 = -1.0  
1.0X2 + 1.0X6 = 1.0  
Jumlah persamaan dan variabel tidak sama. Silakan coba lagi.
```

```
Tekan Enter untuk kembali ke menu utama!
```

4.1.4. Soal D

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

4.1.4.1. Untuk n = 6

Metode Eliminasi Gauss

```

Matriks setelah eliminasi Gauss:
1,00  0,50  0,33  0,25  0,20  0,17  1,00
0,00  1,00  1,00  0,90  0,80  0,71  -6,00
0,00  0,00  1,00  1,50  1,71  1,79  30,03
0,00  0,00  0,00  1,00  2,12  2,89  -148,46
0,00  0,00  0,00  0,00  1,00  0,62  -421,94
0,00  0,00  0,00  0,00  0,00  1,00  334,58

```

Hasil SPL:

```

x1 = 15,7070
x2 = -118,2650
x3 = 177,7190
x4 = 220,7538
x5 = -628,8344
x6 = 334,5823

```

Apakah Anda ingin menyimpan hasil ke file? (y/n):

Metode Eliminasi Gauss-Jordan

Sistem Persamaan Linear yang dimasukkan:

```

1.0X1 + 0.5X2 + 0.33333X3 + 0.25X4 + 0.2X5 + 0.16667X6 = 1.0
0.5X1 + 0.33333X2 + 0.25X3 + 0.2X4 + 0.16667X5 + 0.14285X6 = 0.0
0.33333X1 + 0.25X2 + 0.2X3 + 0.16667X4 + 0.14285X5 + 0.125X6 = 0.0
0.25X1 + 0.2X2 + 0.16667X3 + 0.14285X4 + 0.125X5 + 0.11111X6 = 0.0
0.2X1 + 0.16667X2 + 0.14285X3 + 0.125X4 + 0.11111X5 + 0.1X6 = 0.0
0.16667X1 + 0.14285X2 + 0.125X3 + 0.11111X4 + 0.1X5 + 0.09091X6 = 0.0

```

Matriks setelah eliminasi Gauss-Jordan:

```

1,00  0,00  0,00  0,00  0,00  0,00  15,71
0,00  1,00  0,00  0,00  0,00  0,00  -118,26
0,00  0,00  1,00  0,00  0,00  0,00  177,72
0,00  0,00  0,00  1,00  0,00  0,00  220,75
-0,00  -0,00  -0,00  -0,00  1,00  0,00  -628,83
0,00  0,00  0,00  0,00  0,00  1,00  334,58

```

Hasil SPL:

```

x1 = 15,7070
x2 = -118,2650
x3 = 177,7190
x4 = 220,7538
x5 = -628,8344
x6 = 334,5823

```

Apakah Anda ingin menyimpan hasil ke file? (y/n):

Metode Matriks Balikan

```

Sistem Persamaan Linear yang dimasukkan:
1.0X1 + 0.5X2 + 0.33333X3 + 0.25X4 + 0.2X5 + 0.16667X6 = 1.0
0.5X1 + 0.33333X2 + 0.25X3 + 0.2X4 + 0.16667X5 + 0.14285X6 = 0.0
0.33333X1 + 0.25X2 + 0.2X3 + 0.16667X4 + 0.14285X5 + 0.125X6 = 0.0
0.25X1 + 0.2X2 + 0.16667X3 + 0.14285X4 + 0.125X5 + 0.11111X6 = 0.0
0.2X1 + 0.16667X2 + 0.14285X3 + 0.125X4 + 0.11111X5 + 0.1X6 = 0.0
0.16667X1 + 0.14285X2 + 0.125X3 + 0.11111X4 + 0.1X5 + 0.09091X6 = 0.0

Solusi SPL:
x1 = 15,7070
x2 = -118,2650
x3 = 177,7190
x4 = 220,7538
x5 = -628,8344
x6 = 334,5823
Apakah Anda ingin menyimpan hasil ke file? (y/n): -

```

Kaidah Cramer

```

Sistem Persamaan Linear yang dimasukkan:
1.0X1 + 0.5X2 + 0.33333X3 + 0.25X4 + 0.2X5 + 0.16667X6 = 1.0
0.5X1 + 0.33333X2 + 0.25X3 + 0.2X4 + 0.16667X5 + 0.14285X6 = 0.0
0.33333X1 + 0.25X2 + 0.2X3 + 0.16667X4 + 0.14285X5 + 0.125X6 = 0.0
0.25X1 + 0.2X2 + 0.16667X3 + 0.14285X4 + 0.125X5 + 0.11111X6 = 0.0
0.2X1 + 0.16667X2 + 0.14285X3 + 0.125X4 + 0.11111X5 + 0.1X6 = 0.0
0.16667X1 + 0.14285X2 + 0.125X3 + 0.11111X4 + 0.1X5 + 0.09091X6 = 0.0

Solusi SPL:
x1 = 15,7070
x2 = -118,2650
x3 = 177,7190
x4 = 220,7538
x5 = -628,8344
x6 = 334,5823
Apakah Anda ingin menyimpan hasil ke file? (y/n): -

```

4.1.4.2 Untuk n = 10

Metode Eliminasi Gauss

```
Matriks setelah eliminasi Gauss:
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  0,71  0,64  0,58  0,53  0,49  -6,00
0,00  0,00  1,00  1,50  1,71  1,79  1,79  1,75  1,70  1,64  30,03
0,00  0,00  0,00  1,00  2,12  2,89  3,50  3,89  4,14  4,32  -148,46
0,00  0,00  0,00  0,00  1,00  0,62  0,50  0,26  -0,29  -0,57  -421,94
0,00  0,00  0,00  0,00  0,00  1,00  1,71  2,61  3,54  4,09  334,58
0,00  0,00  0,00  0,00  0,00  0,00  1,00  1,78  2,11  2,59  232,07
0,00  0,00  0,00  0,00  0,00  0,00  0,00  1,00  1,76  1,29  558,12
0,00  0,00  0,00  0,00  0,00  0,00  0,00  0,00  1,00  3,13  280,83
0,00  0,00  0,00  0,00  0,00  0,00  0,00  0,00  0,00  1,00  236,14
```

Hasil SPL:

```
x1 = 11,8101
x2 = -37,2962
x3 = -168,1609
x4 = 533,2709
x5 = -315,0455
x6 = 444,1427
x7 = -1299,8690
x8 = 1060,5230
x9 = -458,4309
x10 = 236,1430
```

Apakah Anda ingin menyimpan hasil ke file? (y/n):

Sistem Persamaan Linear yang dimasukkan:

```
1.0X1 + 0.5X2 + 0.33333X3 + 0.25X4 + 0.2X5 + 0.16667X6 + 0.14285X7 + 0.125X8 + 0.11111X9 + 0.1X10 = 1.0
0.5X1 + 0.33333X2 + 0.25X3 + 0.2X4 + 0.16667X5 + 0.14285X6 + 0.125X7 + 0.11111X8 + 0.1X9 + 0.09091X10 = 0.0
0.33333X1 + 0.25X2 + 0.2X3 + 0.16667X4 + 0.14285X5 + 0.125X6 + 0.11111X7 + 0.1X8 + 0.09091X9 + 0.08333X10 = 0.0
0.25X1 + 0.2X2 + 0.16667X3 + 0.14285X4 + 0.125X5 + 0.11111X6 + 0.1X7 + 0.09091X8 + 0.08333X9 + 0.07692X10 = 0.0
0.2X1 + 0.16667X2 + 0.14285X3 + 0.125X4 + 0.11111X5 + 0.1X6 + 0.09091X7 + 0.08333X8 + 0.07692X9 + 0.07143X10 = 0.0
0.16667X1 + 0.14285X2 + 0.125X3 + 0.11111X4 + 0.1X5 + 0.09091X6 + 0.08333X7 + 0.07692X8 + 0.07143X9 + 0.06667X10 = 0.0
0.14285X1 + 0.125X2 + 0.11111X3 + 0.1X4 + 0.09091X5 + 0.08333X6 + 0.07692X7 + 0.07143X8 + 0.06667X9 + 0.0625X10 = 0.0
0.125X1 + 0.11111X2 + 0.1X3 + 0.09091X4 + 0.08333X5 + 0.07692X6 + 0.07143X7 + 0.06667X8 + 0.0625X9 + 0.05882X10 = 0.0
0.11111X1 + 0.1X2 + 0.09091X3 + 0.08333X4 + 0.07692X5 + 0.07143X6 + 0.06667X7 + 0.0625X8 + 0.05882X9 + 0.05556X10 = 0.0
0.1X1 + 0.09091X2 + 0.08333X3 + 0.07692X4 + 0.07143X5 + 0.06667X6 + 0.0625X7 + 0.05882X8 + 0.05556X9 + 0.05263X10 = 0.0
```

Solusi SPL:

```
x1 = 11,8101
x2 = -37,2962
x3 = -168,1609
x4 = 533,2709
x5 = -315,0455
x6 = 444,1427
x7 = -1299,8690
x8 = 1060,5230
x9 = -458,4309
x10 = 236,1430
```

Apakah Anda ingin menyimpan hasil ke file? (y/n):

Metode Eliminasi Gauss-Jordan

```

Matriks setelah eliminasi Gauss-Jordan:
1,00  0,00  0,00  0,00  0,00  0,00  0,00  0,00  0,00  11,81
0,00  1,00  0,00  0,00  0,00  0,00  0,00  0,00  0,00  -37,30
0,00  0,00  1,00  0,00  0,00  0,00  0,00  0,00  0,00  -168,16
0,00  0,00  0,00  1,00  0,00  0,00  0,00  0,00  0,00  533,27
0,00  0,00  0,00  0,00  1,00  0,00  0,00  0,00  0,00  -315,05
0,00  0,00  0,00  0,00  0,00  1,00  0,00  0,00  0,00  444,14
0,00  0,00  0,00  0,00  0,00  0,00  1,00  0,00  0,00  -1299,87
-0,00 -0,00 -0,00 -0,00 -0,00 -0,00 -0,00 1,00  0,00  1060,52
0,00  0,00  0,00  0,00  0,00  0,00  0,00  0,00  1,00  -458,43
-0,00 -0,00 -0,00 -0,00 -0,00 -0,00 -0,00 -0,00 1,00  236,14

Hasil SPL:
x1 = 11,8101
x2 = -37,2962
x3 = -168,1609
x4 = 533,2709
x5 = -315,0455
x6 = 444,1427
x7 = -1299,8690
x8 = 1060,5230
x9 = -458,4309
x10 = 236,1430

Apakah Anda ingin menyimpan hasil ke file? (y/n): ■

```

Metode Matriks Balikan

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

```

Pilih metode (1-4): 3
Anda memilih metode 3
Anda memilih: Matriks balikan
== Sistem Input Persamaan Linear ==
Pilih metode input:
1. Input dari keyboard
2. Input dari file
Masukkan pilihan (1/2): 2
Masukkan nama file (misalnya: input.txt): SPL1d10.txt

Sistem Persamaan Linear yang dimasukkan:
1.0X1 + 0.5X2 + 0.3333X3 + 0.25X4 + 0.2X5 + 0.16667X6 + 0.14285X7 + 0.125X8 + 0.11111X9 + 0.1X10 = 1.0
0.5X1 + 0.33333X2 + 0.25X3 + 0.2X4 + 0.16667X5 + 0.14285X6 + 0.125X7 + 0.11111X8 + 0.1X9 + 0.09091X10 = 0.0
0.33333X1 + 0.25X2 + 0.2X3 + 0.16667X4 + 0.14285X5 + 0.125X6 + 0.11111X7 + 0.1X8 + 0.09091X9 + 0.08333X10 = 0.0
0.25X1 + 0.2X2 + 0.16667X3 + 0.14285X4 + 0.125X5 + 0.11111X6 + 0.1X7 + 0.09091X8 + 0.08333X9 + 0.07692X10 = 0.0
0.2X1 + 0.14285X2 + 0.125X3 + 0.11111X5 + 0.1X6 + 0.09091X7 + 0.08333X8 + 0.07692X9 + 0.07143X10 = 0.0
0.16667X1 + 0.14285X2 + 0.125X3 + 0.11111X4 + 0.1X5 + 0.09091X6 + 0.08333X7 + 0.07692X8 + 0.07143X9 + 0.06667X10 = 0.0
0.14285X1 + 0.125X2 + 0.11111X3 + 0.1X4 + 0.09091X5 + 0.08333X6 + 0.07692X7 + 0.07143X8 + 0.06667X9 + 0.0625X10 = 0.0
0.125X1 + 0.11111X2 + 0.1X3 + 0.09091X4 + 0.08333X5 + 0.07692X6 + 0.07143X7 + 0.06667X8 + 0.0625X9 + 0.05882X10 = 0.0
0.11111X1 + 0.1X2 + 0.09091X3 + 0.08333X4 + 0.07692X5 + 0.07143X6 + 0.06667X7 + 0.0625X8 + 0.05882X9 + 0.05556X10 = 0.0
0.1X1 + 0.09091X2 + 0.08333X3 + 0.07692X4 + 0.07143X5 + 0.06667X6 + 0.0625X7 + 0.05882X8 + 0.05556X9 + 0.05263X10 = 0.0

Solusi SPL:
x1 = 11,8101
x2 = -37,2962
x3 = -168,1609
x4 = 533,2709
x5 = -315,0455
x6 = 444,1427
x7 = -1299,8690
x8 = 1060,5230
x9 = -458,4309
x10 = 236,1430

Apakah Anda ingin menyimpan hasil ke file? (y/n): ■

```

Kaidah Cramer

```

Sistem Persamaan Linear yang dimasukkan:
1.0X1 + 0.5X2 + 0.33333X3 + 0.25X4 + 0.2X5 + 0.16667X6 + 0.14285X7 + 0.125X8 + 0.11111X9 + 0.1X10 = 1.0
0.5X1 + 0.33333X2 + 0.25X3 + 0.2X4 + 0.16667X5 + 0.14285X6 + 0.125X7 + 0.11111X8 + 0.1X9 + 0.09091X10 = 0.0
0.33333X1 + 0.25X2 + 0.2X3 + 0.16667X4 + 0.14285X5 + 0.125X6 + 0.11111X7 + 0.1X8 + 0.09091X9 + 0.08333X10 = 0.0
0.25X1 + 0.2X2 + 0.16667X3 + 0.14285X4 + 0.125X5 + 0.11111X6 + 0.1X7 + 0.09091X8 + 0.08333X9 + 0.07692X10 = 0.0
0.2X1 + 0.16667X2 + 0.14285X3 + 0.125X4 + 0.11111X5 + 0.1X6 + 0.09091X7 + 0.08333X8 + 0.07692X9 + 0.07143X10 = 0.0
0.16667X1 + 0.14285X2 + 0.125X3 + 0.11111X4 + 0.1X5 + 0.09091X6 + 0.08333X7 + 0.07692X8 + 0.07143X9 + 0.06667X10 = 0.0
0.14285X1 + 0.125X2 + 0.11111X3 + 0.1X4 + 0.09091X5 + 0.08333X6 + 0.07692X7 + 0.07143X8 + 0.06667X9 + 0.0625X10 = 0.0
0.125X1 + 0.11111X2 + 0.1X3 + 0.09091X4 + 0.08333X5 + 0.07692X6 + 0.07143X7 + 0.06667X8 + 0.0625X9 + 0.05882X10 = 0.0
0.11111X1 + 0.1X2 + 0.09091X3 + 0.08333X4 + 0.07692X5 + 0.07143X6 + 0.06667X7 + 0.0625X8 + 0.05882X9 + 0.05556X10 = 0.0
0.1X1 + 0.09091X2 + 0.08333X3 + 0.07692X4 + 0.07143X5 + 0.06667X6 + 0.0625X7 + 0.05882X8 + 0.05556X9 + 0.05263X10 = 0.0

Solusi SPL:
x1 = 11,8101
x2 = -37,2961
x3 = -168,1611
x4 = 533,2700
x5 = -315,0429
x6 = 444,1386
x7 = -1299,8618
x8 = 1060,5164
x9 = -458,4285
x10 = 236,1424

Apakah Anda ingin menyimpan hasil ke file? (y/n):

```

4.2. SPL Berbentuk Matriks Augmented

4.2.1. Soal 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

```

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

Pilih metode (1-4): 1
Anda memilih metode 1
Anda memilih: Metode eliminasi Gauss
== Sistem Input Persamaan Linear ==
Pilih metode input:
1. Input dari keyboard
2. Input dari file
Masukkan pilihan (1/2): 2
Masukkan nama file (misalnya: input.txt): SPL2a.txt

Sistem Persamaan Linear yang dimasukkan:
1.0X1 - 1.0X2 + 2.0X3 - 1.0X4 = -1.0
2.0X1 + 1.0X2 - 2.0X3 - 2.0X4 = -2.0
-1.0X1 + 2.0X2 - 4.0X3 + 1.0X4 = 1.0
3.0X1 - 3.0X4 = -3.0

Matriks setelah eliminasi Gauss:
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

Sistem memiliki solusi banyak (parametrik).
Solusi Parametrik:
x1 = -1.0 + 1.0*t2 + -2.0*t3 + 1.0*t4
x2 = 0.0 + 2.0*t3
x3 = t3 (variabel bebas)
x4 = t4 (variabel bebas)

```

Metode Eliminasi Gauss-Jordan

```

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

Pilih metode (1-4): 2
Anda memilih metode 2
Anda memilih: Metode eliminasi Gauss-Jordan
== Sistem Input Persamaan Linear ==
Pilih metode input:
1. Input dari keyboard
2. Input dari file
Masukkan pilihan (1/2): 2
Masukkan nama file (misalnya: input.txt): SPL2a.txt

Sistem Persamaan Linear yang dimasukkan:
1.0X1 - 1.0X2 + 2.0X3 - 1.0X4 = -1.0
2.0X1 + 1.0X2 - 2.0X3 - 2.0X4 = -2.0
-1.0X1 + 2.0X2 - 4.0X3 + 1.0X4 = 1.0
3.0X1 - 3.0X4 = -3.0

Matriks setelah eliminasi Gauss-Jordan:
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

Sistem memiliki solusi banyak (parametrik).
Solusi Parametrik:
x1 = 1.00 * t4 + -1.00
x2 = 2.00 * t3 + 0.00
x3 = t3
x4 = t4
Apakah Anda ingin menyimpan hasil ke file? (y/n): 

```

Metode Matriks Balikan

```

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

Pilih metode (1-4): 3
Anda memilih metode 3
Anda memilih: Matriks balikan
== Sistem Input Persamaan Linear ==
Pilih metode input:
1. Input dari keyboard
2. Input dari file
Masukkan pilihan (1/2): 2
Masukkan nama file (misalnya: input.txt): SPL2a.txt

Sistem Persamaan Linear yang dimasukkan:
1.0X1 - 1.0X2 + 2.0X3 - 1.0X4 = -1.0
2.0X1 + 1.0X2 - 2.0X3 - 2.0X4 = -2.0
-1.0X1 + 2.0X2 - 4.0X3 + 1.0X4 = 1.0
3.0X1 - 3.0X4 = -3.0

Tidak ada solusi unik (matriks singular).
Apakah Anda ingin menyimpan hasil ke file? (y/n): 

```

Kaidah Cramer

```

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

Pilih metode (1-4): 4
Anda memilih metode 4
Anda memilih: Kaidah Cramer
== Sistem Input Persamaan Linear ==
Pilih metode input:
1. Input dari keyboard
2. Input dari file
Masukkan pilihan (1/2): 2
Masukkan nama file (misalnya: input.txt): SPL2a.txt

Sistem Persamaan Linear yang dimasukkan:
1.0X1 - 1.0X2 + 2.0X3 - 1.0X4 = -1.0
2.0X1 + 1.0X2 - 2.0X3 - 2.0X4 = -2.0
-1.0X1 + 2.0X2 - 4.0X3 + 1.0X4 = 1.0
3.0X1 - 3.0X4 = -3.0

Tidak ada solusi unik (matriks singular).
Apakah Anda ingin menyimpan hasil ke file? (y/n): █

```

4.2.2. Soal 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

```
c:\ Command Prompt - java Main
SISTEM PERSAMAAN LINIER
1. Metode eliminasi Gauss
2. Metode eliminasi Gauss-Jordan
3. Metode matriks balikan
4. Kaidah Cramer
Pilih metode (1-4): 1
Anda memilih metode 1
Anda memilih: Metode eliminasi Gauss
== Sistem Input Persamaan Linear ==
Pilih metode input:
1. Input dari keyboard
2. Input dari file
Masukkan pilihan (1/2): 2
Masukkan nama file (misalnya: input.txt): ../test/spl2b.txt

Sistem Persamaan Linear yang dimasukkan:
2.0X1 + 8.0X3 = 8.0
1.0X2 + 4.0X4 = 6.0
-4.0X1 + 6.0X3 = 6.0
-2.0X2 + 3.0X4 = -1.0

Matriks setelah eliminasi Gauss:
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

Hasil SPL:
x1 = 0,0000
x2 = 2,0000
x3 = 1,0000
x4 = 1,0000
Apakah Anda ingin menyimpan hasil ke file? (y/n):
```

Metode Eliminasi Gauss-Jordan

```

Command Prompt - java Main
Pilih menu (1-9): 1
Anda memilih: Sistem Persamaan Linier

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

Pilih metode (1-4): 2
Anda memilih metode 2
Anda memilih: Metode eliminasi Gauss-Jordan
== Sistem Input Persamaan Linear ==
Pilih metode input:
1. Input dari keyboard
2. Input dari file
Masukkan pilihan (1/2): 2
Masukkan nama file (misalnya: input.txt): ../test/spl2b.txt

Sistem Persamaan Linear yang dimasukkan:
2.0X1 + 8.0X3 = 8.0
1.0X2 + 4.0X4 = 6.0
-4.0X1 + 6.0X3 = 6.0
-2.0X2 + 3.0X4 = -1.0

Matriks setelah eliminasi Gauss-Jordan:
1,00 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

Hasil SPL:
x1 = 0,0000
x2 = 2,0000
x3 = 1,0000
x4 = 1,0000
Apakah Anda ingin menyimpan hasil ke file? (y/n): 

```

Metode Matriks Balikan

```

Command Prompt - java Main
4. Interpolasi Polinom
5. Interpolasi Bicubic Spline
6. Regresi linier dan kuadratik berganda
7. Interpolasi Gambar (Bonus)
8. Aritmatika Matriks
9. Keluar

Pilih menu (1-9): 1
Anda memilih: Sistem Persamaan Linier

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

Pilih metode (1-4): 3
Anda memilih metode 3
Anda memilih: Matriks balikan
== Sistem Input Persamaan Linear ==
Pilih metode input:
1. Input dari keyboard
2. Input dari file
Masukkan pilihan (1/2): 2
Masukkan nama file (misalnya: input.txt): ../test/spl2b.txt

Sistem Persamaan Linear yang dimasukkan:
2.0X1 + 8.0X3 = 8.0
1.0X2 + 4.0X4 = 6.0
-4.0X1 + 6.0X3 = 6.0
-2.0X2 + 3.0X4 = -1.0

Solusi SPL:
x1 = 0,0000
x2 = 2,0000
x3 = 1,0000
x4 = 1,0000
Apakah Anda ingin menyimpan hasil ke file? (y/n): 

```

Kaidah Cramer

```
Command Prompt - java Main
4. Interpolasi Polinom
5. Interpolasi Bicubic Spline
6. Regresi linier dan kuadratik berganda
7. Interpolasi Gambar (Bonus)
8. Aritmatika Matriks
9. Keluar

Pilih menu (1-9): 1
Anda memilih: Sistem Persamaan Linier

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

Pilih metode (1-4): 4
Anda memilih metode 4
Anda memilih: Kaidah Cramer
*** Sistem Input Persamaan Linear ***
Pilih metode input:
1. Input dari keyboard
2. Input dari file
Masukkan pilihan (1/2): 2
Masukkan nama file (misalnya: input.txt): ../test/spl2b.txt

Sistem Persamaan Linear yang dimasukkan:
2.0X1 + 8.0X3 = 8.0
1.0X2 + 4.0X4 = 6.0
-4.0X1 + 6.0X3 = 6.0
-2.0X2 + 3.0X4 = -1.0

Solusi SPL:
x1 = 0,0000
x2 = 2,0000
x3 = 1,0000
x4 = 1,0000
Apakah Anda ingin menyimpan hasil ke file? (y/n):
```

4.3. SPL Berbentuk

4.3.1. Soal A

$$8x_1 + x_2 + 3x_3 + 2x_4 = 0$$

$$2x_1 + 9x_2 - x_3 - 2x_4 = 1$$

$$x_1 + 3x_2 + 2x_3 - x_4 = 2$$

$$x_1 + 6x_3 + 4x_4 = 3$$

Metode Eliminasi Gauss

```

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

Pilih metode (1-4): 1
Anda memilih metode 1
Anda memilih: Metode eliminasi Gauss
== Sistem Input Persamaan Linear ==
Pilih metode input:
1. Input dari keyboard
2. Input dari file
Masukkan pilihan (1/2): 2
Masukkan nama file (misalnya: input.txt): SPL3a.txt

Sistem Persamaan Linear yang dimasukkan:
8.0X1 + 1.0X2 + 3.0X3 + 2.0X4 = 0.0
2.0X1 + 9.0X2 - 1.0X3 - 2.0X4 = 1.0
1.0X1 + 3.0X2 + 2.0X3 - 1.0X4 = 2.0
1.0X1 + 6.0X3 + 4.0X4 = 3.0

Matriks setelah eliminasi Gauss:
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

Hasil SPL:
x1 = -0.2243
x2 = 0.1824
x3 = 0.7095
x4 = -0.2581

```

Metode Eliminasi Gauss-Jordan

```

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

Pilih metode (1-4): 2
Anda memilih metode 2
Anda memilih: Metode eliminasi Gauss-Jordan
== Sistem Input Persamaan Linear ==
Pilih metode input:
1. Input dari keyboard
2. Input dari file
Masukkan pilihan (1/2): 2
Masukkan nama file (misalnya: input.txt): SPL3a.txt

Sistem Persamaan Linear yang dimasukkan:
8.0X1 + 1.0X2 + 3.0X3 + 2.0X4 = 0.0
2.0X1 + 9.0X2 - 1.0X3 - 2.0X4 = 1.0
1.0X1 + 3.0X2 + 2.0X3 - 1.0X4 = 2.0
1.0X1 + 6.0X3 + 4.0X4 = 3.0

Matriks setelah eliminasi Gauss-Jordan:
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

Hasil SPL:
x1 = -0.2243
x2 = 0.1824
x3 = 0.7095
x4 = -0.2581
Apakah Anda ingin menyimpan hasil ke file? (y/n): ■

```

Metode Matriks Balikan

```

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

Pilih metode (1-4): 3
Anda memilih metode 3
Anda memilih: Matriks balikan
== Sistem Input Persamaan Linear ===
Pilih metode input:
1. Input dari keyboard
2. Input dari file
Masukkan pilihan (1/2): 2
Masukkan nama file (misalnya: input.txt): SPL3a.txt

Sistem Persamaan Linear yang dimasukkan:
8.0X1 + 1.0X2 + 3.0X3 + 2.0X4 = 0.0
2.0X1 + 9.0X2 - 1.0X3 - 2.0X4 = 1.0
1.0X1 + 3.0X2 + 2.0X3 - 1.0X4 = 2.0
1.0X1 + 6.0X3 + 4.0X4 = 3.0

Solusi SPL:
x1 = -0.2243
x2 = 0.1824
x3 = 0.7095
x4 = -0.2581
Apakah Anda ingin menyimpan hasil ke file? (y/n): n

```

Kaidah Cramer

```

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

Pilih metode (1-4): 4
Anda memilih metode 4
Anda memilih: Kaidah Cramer
== Sistem Input Persamaan Linear ===
Pilih metode input:
1. Input dari keyboard
2. Input dari file
Masukkan pilihan (1/2): 2
Masukkan nama file (misalnya: input.txt): SPL3a.txt

Sistem Persamaan Linear yang dimasukkan:
8.0X1 + 1.0X2 + 3.0X3 + 2.0X4 = 0.0
2.0X1 + 9.0X2 - 1.0X3 - 2.0X4 = 1.0
1.0X1 + 3.0X2 + 2.0X3 - 1.0X4 = 2.0
1.0X1 + 6.0X3 + 4.0X4 = 3.0

Solusi SPL:
x1 = -0.2243
x2 = 0.1824
x3 = 0.7095
x4 = -0.2581
Apakah Anda ingin menyimpan hasil ke file? (y/n): n

Tekan Enter untuk kembali ke menu utama!

```

4.3.2. Soal 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

```
Command Prompt - java Main
Pilih metode input:
1. Input dari keyboard
2. Input dari file
Masukkan pilihan (1/2): 2
Masukkan nama file (misalnya: input.txt): ../test/spl3b.txt

Sistem Persamaan Linear yang dimasukkan:
1.0X7 + 1.0X8 + 1.0X9 = 13.0
1.0X4 + 1.0X5 + 1.0X6 = 15.0
1.0X1 + 1.0X2 + 1.0X3 = 8.0
0.04289X3 + 0.04289X5 + 0.75X6 + 0.04289X7 + 0.75X8 + 0.61396X9 = 14.79
0.25X2 + 0.91421X3 + 0.25X4 + 0.91421X5 + 0.25X6 + 0.91421X7 + 0.25X8 = 14.31
0.61396X1 + 0.75X2 + 0.04289X3 + 0.75X4 + 0.04289X5 + 0.04289X7 = 3.81
1.0X3 + 1.0X6 + 1.0X9 = 18.0
1.0X2 + 1.0X5 + 1.0X8 = 12.0
1.0X1 + 1.0X4 + 1.0X7 = 6.0

Matriks setelah eliminasi Gauss:
1,00 1,00 1,00 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 0,00 0,00 0,00 15,00
0,00 0,00 0,00 1,00 -161546268097193380,00 -55300600544408778,00
-167076328151634140,00 -137773989069044560,00 -3155896505272857000,00
0,00 0,00 0,00 0,00 1,00 0,03 1,03 0,05 19,54
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

Hasil SPL:
x1 = 24,0041
x2 = 2532,9888
x3 = -2548,9929
x4 = -2548,1884
x5 = 2816,0000
x6 = -252,8116
x7 = -256,0000
x8 = 285,0000
x9 = -16,0000
Apakah Anda ingin menyimpan hasil ke file? (y/n): -
```

Metode Eliminasi Gauss-Jordan

```

Command Prompt - java Main
*** Sistem Input Persamaan Linear ===
Pilih metode input:
1. Input dari keyboard
2. Input dari file
Masukkan pilihan (1/2): 2
Masukkan nama file (misalnya: input.txt): ../test/spl3b.txt

Sistem Persamaan Linear yang dimasukkan:
1.0X7 + 1.0X8 + 1.0X9 = 13.0
1.0X4 + 1.0X5 + 1.0X6 = 15.0
1.0X1 + 1.0X2 + 1.0X3 = 8.0
0.04289X3 + 0.04289X5 + 0.75X6 + 0.04289X7 + 0.75X8 + 0.61396X9 = 14.79
0.25X2 + 0.91421X3 + 0.25X4 + 0.91421X5 + 0.25X6 + 0.91421X7 + 0.25X8 = 14.31
0.61396X1 + 0.75X2 + 0.04289X3 + 0.75X4 + 0.04289X5 + 0.04289X7 = 3.81
1.0X3 + 1.0X6 + 1.0X9 = 18.0
1.0X2 + 1.0X5 + 1.0X8 = 12.0
1.0X1 + 1.0X4 + 1.0X7 = 6.0

Matriks setelah eliminasi Gauss-Jordan:
1,00 0,00 0,00 0,00 0,00 0,00 0,00 0,00 24,00
0,00 1,00 0,00 0,00 0,00 0,00 0,00 0,00 768,00
0,00 0,00 1,00 0,00 0,00 0,00 0,00 0,00 0,00
0,00 0,00 0,00 1,00 0,00 0,00 0,00 0,00 256,00
0,00 0,00 0,00 0,00 1,00 0,00 0,00 0,00 -256,00
0,00 0,00 0,00 0,00 0,00 1,00 0,00 0,00 -252,81
0,00 0,00 0,00 0,00 0,00 0,00 1,00 0,00 -256,00
0,00 0,00 0,00 0,00 0,00 0,00 0,00 1,00 285,00
0,00 0,00 0,00 0,00 0,00 0,00 0,00 1,00 -16,00

Hasil SPL:
x1 = 24,0041
x2 = 768,0000
x3 = 0,0000
x4 = 256,0000
x5 = -256,0000
x6 = -252,8116
x7 = -256,0000
x8 = 285,0000
x9 = -16,0000
Apakah Anda ingin menyimpan hasil ke file? (y/n): 

```

Metode Matriks Balikan

```

Command Prompt - java Main
5. Interpolasi Bicubic Spline
6. Regresi linier dan kuadratik berganda
7. Interpolasi Gambar (Bonus)
8. Aritmatika Matriks
9. Keluar

Pilih menu (1-9): 1
Anda memilih: Sistem Persamaan Linier

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

Pilih metode (1-4): 3
Anda memilih metode 3
Anda memilih: Matriks balikan
*** Sistem Input Persamaan Linear ===
Pilih metode input:
1. Input dari keyboard
2. Input dari file
Masukkan pilihan (1/2): 2
Masukkan nama file (misalnya: input.txt): ../test/spl3b.txt

Sistem Persamaan Linear yang dimasukkan:
1.0X7 + 1.0X8 + 1.0X9 = 13.0
1.0X4 + 1.0X5 + 1.0X6 = 15.0
1.0X1 + 1.0X2 + 1.0X3 = 8.0
0.04289X3 + 0.04289X5 + 0.75X6 + 0.04289X7 + 0.75X8 + 0.61396X9 = 14.79
0.25X2 + 0.91421X3 + 0.25X4 + 0.91421X5 + 0.25X6 + 0.91421X7 + 0.25X8 = 14.31
0.61396X1 + 0.75X2 + 0.04289X3 + 0.75X4 + 0.04289X5 + 0.04289X7 = 3.81
1.0X3 + 1.0X6 + 1.0X9 = 18.0
1.0X2 + 1.0X5 + 1.0X8 = 12.0
1.0X1 + 1.0X4 + 1.0X7 = 6.0

Tidak ada solusi unik (matriks singular).
Apakah Anda ingin menyimpan hasil ke file? (y/n): 

```

Kaidah Cramer

```

Command Prompt - java Main
SISTEM PERSAMAAN LINIER
1. Metode eliminasi Gauss
2. Metode eliminasi Gauss-Jordan
3. Metode matriks balikan
4. Kaidah Cramer

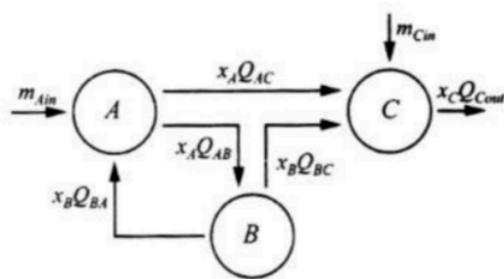
Pilih metode (1-4): 4
Anda memilih metode 4
Anda memilih: Kaidah Cramer
== Sistem Input Persamaan Linear ==
Pilih metode input:
1. Input dari keyboard
2. Input dari file
Masukkan pilihan (1/2): 2
Masukkan nama file (misalnya: input.txt): ../test/spl3b.txt

Sistem Persamaan Linear yang dimasukkan:
1.0X7 + 1.0X8 + 1.0X9 = 13.0
1.0X4 + 1.0X5 + 1.0X6 = 15.0
1.0X1 + 1.0X2 + 1.0X3 = 8.0
0.04289X3 + 0.04289X5 + 0.75X6 + 0.04289X7 + 0.75X8 + 0.61396X9 = 14.79
0.25X2 + 0.91421X3 + 0.25X4 + 0.91421X5 + 0.25X6 + 0.91421X7 + 0.25X8 = 14.31
0.61396X1 + 0.75X2 + 0.04289X3 + 0.75X4 + 0.04289X5 + 0.04289X7 = 3.81
1.0X3 + 1.0X6 + 1.0X9 = 18.0
1.0X2 + 1.0X5 + 1.0X8 = 12.0
1.0X1 + 1.0X4 + 1.0X7 = 6.0

Solusi SPL:
x1 = 48,0000
x2 = -64,0000
x3 = 12,0000
x4 = 24,0000
x5 = 88,0000
x6 = -64,0000
x7 = -64,0000
x8 = 56,0000
x9 = 18,0000
Apakah Anda ingin menyimpan hasil ke file? (y/n): -

```

4.4. Lihatlah sistem reaktor pada gambar berikut.



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 $Q_{Cout} = 150$ m³/s dan $m_{Ain} = 1300$ dan $m_{Cin} = 200$ mg/s.

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

```

Pilih metode (1-4): 1
Anda memilih metode 1
Anda memilih: Metode eliminasi Gauss
== Sistem Input Persamaan Linear ==
Pilih metode input:
1. Input dari keyboard
2. Input dari file
Masukkan pilihan (1/2): 2
Masukkan nama file (misalnya: input.txt): SoalNo4.txt

Sistem Persamaan Linear yang dimasukkan:
1300.0X1 + 60.0X2 - 40.0X3 - 80.0X4 = 0.0
40.0X2 - 60.0X3 - 20.0X4 = 0.0
200.0X1 + 80.0X2 + 20.0X3 - 150.0X4 = 0.0

Matriks setelah eliminasi Gauss:
1.00 0.05 -0.03 -0.06 0.00
0.00 1.00 -1.50 -0.50 0.00
0.00 0.00 1.00 -0.77 0.00
0.00 0.00 0.00 0.00 0.00

Sistem memiliki solusi banyak (parametrik).
Solusi Parametrik:
x1 = 0.0 + -0.046153846153846156*t2 + 0.03076923076923077*t3 + 0.06153846153846154*t4
x2 = 0.0 + 1.5*t3 + 0.5*t4
x3 = 0.0 + 0.7732558139534882*t4
x4 = t4 (variabel bebas)

```

4.5. Studi Kasus Interpolasi

4.5.1. Soal A

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

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

Lakukan pengujian pada nilai-nilai berikut:

$$x = 0.2 \quad f(x) = 0.033$$

```

Masukkan jumlah titik: 7
Masukkan titik ke-1 (x y): 0,1 0,003
Masukkan titik ke-2 (x y): 0,3 0,067
Masukkan titik ke-3 (x y): 0,5 0,148
Masukkan titik ke-4 (x y): 0,7 0,248
Masukkan titik ke-5 (x y): 0,9 0,370
Masukkan titik ke-6 (x y): 1,1 0,518
Masukkan titik ke-7 (x y): 1,3 0,697
Masukkan nilai x yang ingin ditaksir: 0,2
f(x) = -0,026x^6 + 0,026x^5 + 0,026x^4 + 0,026x^3 + 0,1974x^2 + 0,24x - 0,023
f(0,2) = 0,033
Apakah Anda ingin menyimpan hasil ke file? (y/n):

```

$$x = 0.55 \quad f(x) = 0.1711$$

```

Masukkan jumlah titik: 7
Masukkan titik ke-1 (x y): 0,1 0,003
Masukkan titik ke-2 (x y): 0,3 0,067
Masukkan titik ke-3 (x y): 0,5 0,148
Masukkan titik ke-4 (x y): 0,7 0,248
Masukkan titik ke-5 (x y): 0,9 0,370
Masukkan titik ke-6 (x y): 1,1 0,518
Masukkan titik ke-7 (x y): 1,3 0,697
Masukkan nilai x yang ingin ditaksir: 0,55
f(x) = - 0,x^6 + 0,x^5 + 0,026x^4 + 0,x^3 + 0,1974x^2 + 0,24x - 0,023
f(0,55) = 0,1711
Apakah Anda ingin menyimpan hasil ke file? (y/n): -

```

$$x = 0.85 \quad f(x) = 0.3372$$

```

Masukkan jumlah titik: 7
Masukkan titik ke-1 (x y): 0,1 0,003
Masukkan titik ke-2 (x y): 0,3 0,067
Masukkan titik ke-3 (x y): 0,5 0,148
Masukkan titik ke-4 (x y): 0,7 0,248
Masukkan titik ke-5 (x y): 0,9 0,370
Masukkan titik ke-6 (x y): 1,1 0,518
Masukkan titik ke-7 (x y): 1,3 0,697
Masukkan nilai x yang ingin ditaksir: 0,85
f(x) = - 0,x^6 + 0,x^5 + 0,026x^4 + 0,x^3 + 0,1974x^2 + 0,24x - 0,023
f(0,85) = 0,3372
Apakah Anda ingin menyimpan hasil ke file? (y/n):

```

$$x = 1.28 \quad f(x) = 0.6775$$

```

Masukkan jumlah titik: 7
Masukkan titik ke-1 (x y): 0,1 0,003
Masukkan titik ke-2 (x y): 0,3 0,067
Masukkan titik ke-3 (x y): 0,5 0,148
Masukkan titik ke-4 (x y): 0,7 0,248
Masukkan titik ke-5 (x y): 0,9 0,370
Masukkan titik ke-6 (x y): 1,1 0,518
Masukkan titik ke-7 (x y): 1,3 0,697
Masukkan nilai x yang ingin ditaksir: 1,28
f(x) = - 0,x^6 + 0,x^5 + 0,026x^4 + 0,x^3 + 0,1974x^2 + 0,24x - 0,023
f(1,28) = 0,6775
Apakah Anda ingin menyimpan hasil ke file? (y/n):

```

4.5.2. Soal B

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

Tanggal	Tanggal (desimal)	Jumlah Kasus Baru
17/06/2022	6,567	12.624
30/06/2022	7	21.807
08/07/2022	7,258	38.391
14/07/2022	7,451	54.517
17/07/2022	7,548	51.952
26/07/2022	7,839	28.228
05/08/2022	8,161	35.764

15/08/2022	8,484	20.813
22/08/2022	8,709	12.408
31/08/2022	9	10.534

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

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

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

```

Command Prompt - java Main
Taksiran f(5,00) = 176,007722
Apakah ingin disimpan dalam file? (y/n): n
Tekan Enter untuk kembali ke menu utama!

KALKULATOR MATRIKS REEVES
1. Sistem Persamaan Linier
2. Determinan
3. Matriks balikan
4. Interpolasi Polinom
5. Interpolasi Bicubic Spline
6. Regresi linier dan kuadratik berganda
7. Interpolasi Gambar (Bonus)
8. Aritmatika Matriks
9. Keluar

Pilih menu (1-9): 4
Anda memilih: Interpolasi Polinom

===== Pilih Metode Input =====
1. Input dari keyboard
2. Input dari file
Pilihan Anda: 2
Masukkan nama file: ../test/interpolbb.txt

===== HASIL =====
Fungsi : f(x) = -141120,3106004627800000000*x^9 + 9381759,2660863880000000000*x^8
+ -275752903,60384226000000000*x^7 + 4700873047,89032000000000000*x^6 + -51191
089915,82217400000000000*x^5 + 369011568500,29620000000000000*x^4 + -175919744
3156,96880000000000000*x^3 + 5342144345318,76200000000000000*x^2 + -9362383549
278,65600000000000000*x^1 + 7200305831156,5080
Taksiran f(8,32) = 36440,511719

Apakah ingin disimpan dalam file? (y/n): -

```

c. 05/09/2022

```

Command Prompt - java Main
2. Input dari file
Pilihan Anda: 2
Masukkan nama file: ../test/interpolbb.txt

Tekan Enter untuk kembali ke menu utama!

KALKULATOR MATRIKS REEVES
1. Sistem Persamaan Linier
2. Determinan
3. Matriks balikan
4. Interpolasi Polinom
5. Interpolasi Bicubic Spline
6. Regresi linier dan kuadratik berganda
7. Interpolasi Gambar (Bonus)
8. Aritmatika Matriks
9. Keluar

Pilih menu (1-9): 4
Anda memilih: Interpolasi Polinom

===== Pilih Metode Input =====
1. Input dari keyboard
2. Input dari file
Pilihan Anda: 2
Masukkan nama file: ../test/InterpolBc.txt

===== HASIL =====
Fungsi : f(x) = -141120,3106004627800000000*x^9 + 9381759,2660863880000000000*x^8
+ -275752903,60384226000000000*x^7 + 4700873047,89032000000000000*x^6 + -51191
089915,82217400000000000*x^5 + 369011568500,29620000000000000*x^4 + -175919744
3156,96880000000000000*x^3 + 5342144345318,76200000000000000*x^2 + -9362383549
278,65600000000000000*x^1 + 7200305831156,5080
Taksiran f(9,16) = -608795,718750

Apakah ingin disimpan dalam file? (y/n):

```

- d. Masukan user lainnya berupa tanggal (desimal) yang sudah diolah dengan asumsi prediksi selalu dilakukan untuk tahun 2022 (1 Oktober)

```

KALKULATOR MATRIKS REEVES
1. Sistem Persamaan Linier
2. Determinan
3. Matriks balikan
4. Interpolasi Polinom
5. Interpolasi Bicubic Spline
6. Regresi linier dan kuadratik berganda
7. Interpolasi Gambar (Bonus)
8. Aritmatika Matriks
9. Keluar

Pilih menu (1-9): 4
Anda memilih: Interpolasi Polinom

===== Pilih Metode Input =====
1. Input dari keyboard
2. Input dari file
Pilihan Anda: 2
Masukkan nama file: ../test/interpolbd.txt

===== HASIL =====
Fungsi : f(x) = -141120,3106004627800000000*x^9 + 9381759,266086388000000000*x^8
+ -275752903,60384226000000000*x^7 + 4700873047,89032000000000000*x^6 + -51191
089915,82217400000000000*x^5 + 369011568500,29620000000000000*x^4 + -175919744
3156,9680000000000000*x^3 + 5342144345318,7620000000000000*x^2 + -9362383549
278,6560000000000000*x^1 + 7200305831156,5080
Taksiran f(10,03) = -250609506,031250

Apakah ingin disimpan dalam file? (y/n): n
Tekan Enter untuk kembali ke menu utama!

```

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

```

Command Prompt - java Main
Taksiran f(10,03) = -250609506,031250
Apakah ingin disimpan dalam file? (y/n): n
Tekan Enter untuk kembali ke menu utama!

KALKULATOR MATRIKS REEVES
1. Sistem Persamaan Linier
2. Determinan
3. Matriks balikan
4. Interpolasi Polinom
5. Interpolasi Bicubic Spline
6. Regresi linier dan kuadratik berganda
7. Interpolasi Gambar (Bonus)
8. Aritmatika Matriks
9. Keluar

Pilih menu (1-9):
Input tidak valid. Masukkan angka antara 1-9.
Pilih menu (1-9): 4
Anda memilih: Interpolasi Polinom

===== Pilih Metode Input =====
1. Input dari keyboard
2. Input dari file
Pilihan Anda: 2
Masukkan nama file: ../test/interpolc.txt

===== HASIL =====
Fungsi : f(x) = 0,23625569661458043000*x^5 + -1,42126302083331800000*x^4 + 3,2371100
2604164030000*x^3 + -3,55267916666665000000*x^2 + 2,03525674999999670000*x^1 + 0,000
0
Taksiran f(5,00) = 176,007722

Apakah ingin disimpan dalam file? (y/n): -

```

4.6. Studi Kasus Interpolasi

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.

$$\begin{aligned} 20b_0 + 863.1b_1 + 1530.4b_2 + 587.84b_3 &= 19.42 \\ 863.1b_0 + 54876.89b_1 + 67000.09b_2 + 25283.395b_3 &= 779.477 \\ 1530.4b_0 + 67000.09b_1 + 117912.32b_2 + 44976.867b_3 &= 1483.437 \\ 587.84b_0 + 25283.395b_1 + 44976.867b_2 + 17278.5086b_3 &= 571.1219 \end{aligned}$$

Silahkan terapkan model-model ini pada *Multiple Quadratic Equation* juga dan bandingkan hasilnya. Sistem persamaan linear tidak akan diberikan untuk kasus ini.

```
Regresi
1. Regresi Linear Berganda
2. Regresi Kuadratik Berganda

Pilih metode (1-2): 1
Anda memilih: Regresi Linear Berganda
== Input Data Regresi ==
Pilih metode input:
1. Input dari keyboard
2. Input dari file
Masukkan pilihan (1/2): 2
Masukkan nama file (misalnya: test/input.txt) : test/SoalRegresi.txt
Hasil Regresi Linear Berganda:
y = -3.5078 + -0.0026*X1 + 0.0008*X2 + 0.1542*X3
Nilai taksiran y untuk x yang diberikan: 0.94
Apakah Anda ingin menyimpan hasil ke file? (y/n)
y
```

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:

$$f(0, 0) =$$

```

KALKULATOR MATRIKS REEVES
1. Sistem Persamaan Linier
2. Determinan
3. Matriks balikan
4. Interpolasi Polinom
5. Interpolasi Bicubic Spline
6. Regresi linier dan kuadratik berganda
7. Interpolasi Gambar (Bonus)
8. Aritmatika Matriks
9. Keluar

Pilih menu (1-9): 5
Anda memilih: Interpolasi Bicubic Spline

===== Menu Input =====
Pilih metode input matriks:
1. Input melalui keyboard
2. Input melalui file
Pilihan Anda: 2
Masukkan nama file input (contoh: test/input.txt): test/bicubic1.txt
Membaca elemen-elemen matriks dari file...
Masukkan nama file output (contoh: output.txt): b1.txt

[ HASIL BICUBIC SPLINE INTERPOLATION ]
f(0.0000, 0.0000) = 21.0000
[ Output berhasil disimpan ke file 'b1.txt' ]

Tekan Enter untuk kembali ke menu utama!

```

$$f(0.5, 0.5) =$$

```

KALKULATOR MATRIKS REEVES
1. Sistem Persamaan Linier
2. Determinan
3. Matriks balikan
4. Interpolasi Polinom
5. Interpolasi Bicubic Spline
6. Regresi linier dan kuadratik berganda
7. Interpolasi Gambar (Bonus)
8. Aritmatika Matriks
9. Keluar

Pilih menu (1-9): 5
Anda memilih: Interpolasi Bicubic Spline

===== Menu Input =====
Pilih metode input matriks:
1. Input melalui keyboard
2. Input melalui file
Pilihan Anda: 2
Masukkan nama file input (contoh: test/input.txt): test/bicubic2.txt
Membaca elemen-elemen matriks dari file...
Masukkan nama file output (contoh: output.txt): b2.txt

[ HASIL BICUBIC SPLINE INTERPOLATION ]
f(0.5000, 0.5000) = 73.3437
[ Output berhasil disimpan ke file 'b2.txt' ]

Tekan Enter untuk kembali ke menu utama!

```

$$f(0.25, 0.75) =$$

```

KALKULATOR MATRIKS REEVES
1. Sistem Persamaan Linier
2. Determinan
3. Matriks balikan
4. Interpolasi Polinom
5. Interpolasi Bicubic Spline
6. Regresi linier dan kuadratik berganda
7. Interpolasi Gambar (Bonus)
8. Aritmatika Matriks
9. Keluar

Pilih menu (1-9): 5
Anda memilih: Interpolasi Bicubic Spline

===== Menu Input =====
Pilih metode input matriks:
1. Input melalui keyboard
2. Input melalui file
Pilihan Anda: 2
Masukkan nama file input (contoh: test/input.txt): test/bicubic3.txt
Membaca elemen-elemen matriks dari file...
Masukkan nama file output (contoh: output.txt): b3.txt

HASIL BICUBIC SPLINE INTERPOLATION
f(0.2500, 0.7500) = 85.2766
Output berhasil disimpan ke file 'b3.txt'

Tekan Enter untuk kembali ke menu utama!

```

$$f(0.1, 0.9) =$$

```

KALKULATOR MATRIKS REEVES
1. Sistem Persamaan Linier
2. Determinan
3. Matriks balikan
4. Interpolasi Polinom
5. Interpolasi Bicubic Spline
6. Regresi linier dan kuadratik berganda
7. Interpolasi Gambar (Bonus)
8. Aritmatika Matriks
9. Keluar

Pilih menu (1-9): 5
Anda memilih: Interpolasi Bicubic Spline

===== Menu Input =====
Pilih metode input matriks:
1. Input melalui keyboard
2. Input melalui file
Pilihan Anda: 2
Masukkan nama file input (contoh: test/input.txt): test/bicubic4.txt
Membaca elemen-elemen matriks dari file...
Masukkan nama file output (contoh: output.txt): b4.txt

HASIL BICUBIC SPLINE INTERPOLATION
f(0.1000, 0.9000) = 92.9625
Output berhasil disimpan ke file 'b4.txt'

Tekan Enter untuk kembali ke menu utama!

```

4.8. Studi Kasus Interpolasi Interpolasi Gambar (Bonus)

Pada program ini sebuah gambar dengan nama Matriks Reeves Logo.jpg yang semula memiliki 501 x 397 pixels menjadi 1002 x 1191 pixels dengan mengcopy path gambar yang ingin diubah lalu mengisi skala lebar & tinggi sesuai keinginan user lalu mengisi path yang sama dengan path input sebelumnya namun mengganti format di bagian akhirnya sesuai dengan keinginan user terhadap nama file gambar tersebut.



Berikut kondisi awal gambar :



Berikut kondisi akhir gambar:



4.9. Aritmatika Matriks

Pertambahan

```
Aritmatika Matriks
1. Perjumlahan
2. Pengurangan
3. Perkalian

Pilih metode (1-3): 1
Anda memilih: Penjumlahan Matriks
Berapa banyak matriks yang ingin dijumlahkan? 2
Masukkan jumlah baris: 2
Masukkan jumlah kolom: 2
Masukkan elemen matriks:
Matriks[1][1]: 1
Matriks[1][2]: 1
Matriks[2][1]: 1
Matriks[2][2]: 1
Masukkan Matriks Ke-2:
Masukkan jumlah baris: 2
Masukkan jumlah kolom: 2
Masukkan elemen matriks:
Matriks[1][1]: 1
Matriks[1][2]: 1
Matriks[2][1]: 1
Matriks[2][2]: 1
Hasil penjumlahan matriks:
2.00 2.00
2.00 2.00
```

Pengurangan

```
Aritmatika Matriks
1. Perjumlahan
2. Pengurangan
3. Perkalian

Pilih metode (1-3): 2
Anda memilih: Pengurangan Matriks
Berapa banyak matriks yang ingin dikurangkan? 2
Masukkan jumlah baris: 2
Masukkan jumlah kolom: 2
Masukkan elemen matriks:
Matriks[1][1]: 1
Matriks[1][2]: 1
Matriks[2][1]: 1
Matriks[2][2]: 1
Masukkan Matriks Ke-2:
Masukkan jumlah baris: 2
Masukkan jumlah kolom: 2
Masukkan elemen matriks:
Matriks[1][1]: 1
Matriks[1][2]: 1
Matriks[2][1]: 1
Matriks[2][2]: 1
Hasil pengurangan matriks:
0.00 0.00
0.00 0.00
```

Perkalian

Aritmatika Matriks
1. Perjumlahan 2. Pengurangan 3. Perkalian

```
Pilih metode (1-3): 3
Anda memilih: Perkalian Matriks
Berapa banyak matriks yang ingin dikalikan? 2
Masukkan jumlah baris: 2
Masukkan jumlah kolom: 2
Masukkan elemen matriks:
Matriks[1][1]: 1
Matriks[1][2]: 2
Matriks[2][1]: 2
Matriks[2][2]: 1
Masukkan Matriks Ke-2:
Masukkan jumlah baris: 2
Masukkan jumlah kolom: 2
Masukkan elemen matriks:
Matriks[1][1]: 1
Matriks[1][2]: 2
Matriks[2][1]: 2
Matriks[2][2]: 1
Hasil perkalian matriks:
5.00 4.00
4.00 5.00
```

BAB V

PENUTUP

5.1. Kesimpulan

Berdasarkan materi yang telah dipelajari di IF2123 mata kuliah Aljabar Linear dan Geometri, kami mengimplementasikan materi-materi tersebut ke dalam program bahasa Java. Program yang kami buat dapat menyelesaikan persoalan-persoalan matriks, yaitu Sistem Persamaan Linier (SPL) menggunakan metode eliminasi Gauss, eliminasi Gauss-Jordan, matriks balikan, dan kaidah Cramer, Determinan Matriks menggunakan metode ekspansi kofaktor dan reduksi baris dengan OBE, Matriks Balikan (Invers), Interpolasi Polinomial, Interpolasi Bicubic Spline, Regresi Linear dan Kuadratik Berganda, Aritmatika Matriks, dan juga kami menyelesaikan permasalahan untuk peningkatan kualitas gambar. Dengan membuat program ini, wawasan kami terhadap dunia pemrograman semakin bertambah dan juga menambah ilmu serta kemampuan kami dalam menggunakan bahasa pemrograman Java.

5.2. Saran

Deskripsi materi yang diimplementasikan sebaiknya diberi penjelasan yang lebih mendalam lagi agar tidak terjadi kebingungan saat mengerjakan.

5.3. Komentar

Tugas besar ini merupakan tugas besar pertama di jurusan dan cukup untuk menjadi bayangan terhadap tugas besar lainnya yang akan diberikan.

5.4. Refleksi

Tugas besar ini memberikan kami banyak sekali pengalaman baru. Pengalaman baru bekerja sama dengan orang dan pengalaman baru menggunakan bahasa pemrograman Java. Selama mengerjakan tugas besar ini juga kami mendapatkan pengalaman sekaligus menambah kemampuan kami, yaitu dalam bekerja sama secara tim, berkomunikasi sesama anggota, saling tolong menolong, dan juga kemampuan untuk menyelesaikan tugas sesuai dengan deadline yang sudah ditentukan.

LAMPIRAN

Link Repository

Link Repository kelompok kami: <https://github.com/danenftyessir/Algeo01-23136>

Link Video

Link Video kelompok kami: <https://youtu.be/GxI1EqKNMQU>

DAFTAR REFERENSI

Avramović, Slaviša. “How to Read a File in Java.” *Baeldung*, 8 January 2024,

<https://www.baeldung.com/reading-file-in-java>. Accessed 8 October 2024.

Refsnes Data. “Java Tutorial.” *W3Schools*, 2024, <https://www.w3schools.com/java/>. Accessed 8 October 2024.

Tim Pengajar IF2150. “IF2150 – Rekayasa Perangkat Lunak Pendahuluan.” *Edunex*, 2024,

https://cdn-edunex.itb.ac.id/65650-Software-Engineering-Parent-Class/267889-Pendahuluan/1725860676902_01-IF2150-Pendahuluan.pdf. Accessed 8 October 2024.