LAPORAN TUGAS BESAR 1 IF2123
ALJABAR LINIER DAN GEOMETRI

SISTEM PERSAMAAN LINIER, DETERMINAN,
DAN APLIKASINYA

Dosen Pengampu : Dr. Ir. Rinaldi, M.T.
Asisten pembimbing : Bernardus Willson (13521021)

Disusun oleh:
Kelas 01 - Kelompok 09 - Sembilan Ayam Naga

Amalia Putri	**(13522042)**
Erdianti Wiga Putri Andini	**(13522053)**
Andhita Naura Hariyanto	**(13522060)**

SEKOLAH TEKNIK ELEKTRO DAN INFORMATIKA
INSTITUT TEKNOLOGI BANDUNG
2023

KATA PENGANTAR

Dalam kesempatan yang mulia ini, dengan penuh rasa syukur dan semangat, kami ingin menyampaikan sebuah makalah yang mengupas secara mendalam materi mata kuliah yang sangat penting dalam dunia matematika dan pemrograman, yaitu "Aljabar Linier dan Geometri."

Mata kuliah ini merupakan landasan utama dalam pemahaman konsep-konsep dasar Aljabar Linier dan Geometri yang memainkan peran sentral dalam berbagai cabang ilmu matematika hingga ilmu komputer. Dengan pemahaman yang kuat terhadap Aljabar Linier dan Geometri, kita dapat membuka pintu menuju berbagai pengetahuan yang lebih dalam dan pemecahan masalah yang lebih kompleks.

Makalah ini bertujuan untuk memberikan pandangan komprehensif tentang konsep-konsep dasar Aljabar Linier dan Geometri, serta bagaimana penerapannya dalam dunia nyata. Kami berharap makalah ini dapat memberikan wawasan yang bermanfaat dan mendalam bagi para pembaca, baik mereka yang baru mengenal mata kuliah ini maupun mereka yang ingin memperdalam pemahaman mereka.

Kami ingin mengucapkan terima kasih kepada semua pihak yang telah memberikan dukungan dan inspirasi dalam penyusunan makalah ini. Semoga makalah ini dapat menjadi panduan yang bermanfaat dalam perjalanan Anda dalam memahami dunia Aljabar Linier dan Geometri.

Akhir kata, kami berharap makalah ini dapat bermanfaat dan memotivasi pembaca untuk terus mengeksplorasi serta mendalami dunia yang menarik dari Aljabar Linier dan Geometri.

Bandung, 04 Oktober 2023,

Amalia Putri (13522042)

Erdianti Wiga Putri Andini (13522053)

Andhita Naura Hariyanto (13522060)

DAFTAR ISI

DAFTAR PEMBAGIAN TUGAS

Tabel 1. Pembagian tugas dalam pembuatan Tugas Besar

KEGIATAN		PIC
ADT	Convert ADT Matrix	13522042 13522053 13522060
Library	Gauss	13522060
	Gauss-Jordan	13522042 13522060
	Kaidah Cramer	13522053
	Determinan reduksi baris	13522042 13522060
	Determinan ekspansi kofaktor	13522053
	Invers matriks dan solusi SPL (invers)	13522042
Program	Interpolasi polinomial	13522053
	Bicubic interpolation	13522042
	Regresi linier	13522053
	Main Program	13522042 13522053 13522060
	Input file txt	13522053
	Read file, open file, write file	13522053 13522060
Laporan	Bab 1 (Deskripsi Masalah)	13522042
	Bab 2 (Teori Singkat)	13522060

	Bab 3 (Implementasi Pustaka)	13522042 13522053 13522060
	Bab 4 (Eksperimen)	13522053
	Bab 5 (Kesimpulan, Saran, Refleksi)	13522042 13522053 13522060

BAB I

DESKRIPSI MASALAH

1.1. Abstraksi

Sistem persamaan linier (SPL) banyak ditemukan di dalam bidang sains dan rekayasa. Anda sudah mempelajari berbagai metode untuk menyelesaikan SPL, termasuk menghitung determinan matriks. Sembarang SPL dapat diselesaikan dengan beberapa metode, yaitu metode eliminasi Gauss, metode eliminasi Gauss-Jordan, metode matriks balikan ($x = A^{-1}b$), dan kaidah *Cramer* (khusus untuk SPL dengan n peubah dan n persamaan). Solusi sebuah SPL mungkin tidak ada, banyak (tidak berhingga), atau hanya satu (unik/tunggal).

$$\begin{bmatrix} 0 & \mathbf{2} & 1 & -1 \\ 0 & 0 & \mathbf{3} & 1 \\ 0 & 0 & 0 & 0 \end{bmatrix}. \quad \begin{bmatrix} 0 & \mathbf{1} & 0 & -\frac{2}{3} \\ 0 & 0 & \mathbf{1} & \frac{1}{3} \\ 0 & 0 & 0 & 0 \end{bmatrix}.$$

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

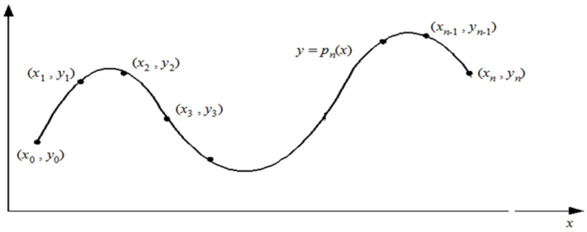
Di dalam Tugas Besar 1 ini, Anda diminta membuat satu atau lebih *library* aljabar linier dalam Bahasa Java. Library tersebut berisi fungsi-fungsi seperti eliminasi Gauss, eliminasi Gauss-Jordan, menentukan balikan matriks, menghitung determinan, kaidah Cramer (kaidah Cramer khusus untuk SPL dengan n peubah dan n persamaan). Selanjutnya, gunakan library tersebut di dalam program Java untuk menyelesaikan berbagai persoalan yang dimodelkan dalam bentuk SPL, menyelesaikan persoalan interpolasi, dan persoalan regresi. Penjelasan tentang interpolasi dan regresi adalah seperti di bawah ini.

Beberapa tulisan cara membuat library di Java:

1. https://www.programcreek.com/2011/07/build-a-java-library-for-yourself/
2. https://developer.ibm.com/tutorials/j-javalibrary/
3. https://stackoverflow.com/questions/3612567/how-to-create-my-own-java-libraryapi

1.2. Interpolasi Polinomial

Persoalan interpolasi polinom adalah sebagai berikut: Diberikan $n+1$ buah titik berbeda, (x_0, y_0), (x_1, y_1), ..., (x_n, y_n). Tentukan polinom $p_n(x)$ yang menginterpolasi (melewati) semua titik-titik tersebut sedemikian rupa sehingga $y_i = p_n(x_i)$ untuk $i = 0, 1, 2, \ldots, n$.



Gambar 2. Ilustrasi beberapa titik yang diinterpolasi secara polinomial.

Setelah polinom interpolasi $p_n(x)$ ditemukan, $p_n(x)$ dapat digunakan untuk menghitung perkiraan nilai y di sembarang titik di dalam selang $[x_0, x_n]$.

Polinom interpolasi derajat n yang menginterpolasi titik-titik (x_0, y_0), (x_1, y_1), ..., (x_n, y_n). adalah berbentuk $p_n(x) = a_0 + a_1x + a_2x^2 + \ldots + a_nx^n$. Jika hanya ada dua titik, (x_0, y_0) dan (x_1, y_1), maka polinom yang menginterpolasi kedua titik tersebut adalah $p_1(x) = a_0 + a_1x$ 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 $p_2(x) = a_0 + a_1x + a_2x^2$ atau persaman kuadrat dan kurvanya berupa parabola. Jika tersedia empat titik, (x_0, y_0), (x_1, y_1), (x_2, y_2), dan (x_3, y_3), polinom yang menginterpolasi keempat titik tersebut adalah $p_3(x) = a_0 + a_1x + a_2x^2 + a_3x^3$, demikian seterusnya. Dengan cara yang sama kita dapat membuat polinom interpolasi berderajat n untuk n yang lebih tinggi asalkan tersedia $(n+1)$ buah titik data. Dengan menyulihkan (x_i, y_i) ke dalam persamaan polinom $p_n(x) = a_0 + a_1x + a_2x^2 + \ldots +$ anxn untuk $i = 0, 1, 2, \ldots, n$, akan diperoleh n buah sistem persamaan lanjar dalam $a_0, a_1, a_2, \ldots, a_n$

$$\begin{gathered}
\boldsymbol{a_0 + a_1x_0 + a_2x_0^2 + \ldots + a_nx_0^n = y_0} \\
\boldsymbol{a_0 + a_1x_1 + a_2x_1^2 + \ldots + a_nx_1^n = y_1} \\
\boldsymbol{\ldots \qquad\qquad \ldots} \\
\boldsymbol{a_0 + a_1x_n + a_2x_n^2 + \ldots + a_nx_n^n = y_n}
\end{gathered}$$

Solusi sistem persamaan lanjar ini, yaitu nilai a_0, a_1, …, a_n, diperoleh dengan menggunakan metode eliminasi Gauss yang sudah anda pelajari. Sebagai contoh, misalkan diberikan tiga buah titik yaitu (8.0, 2.0794), (9.0, 2.1972), dan (9.5, 2.2513). Tentukan polinom interpolasi kuadratik lalu estimasi nilai fungsi pada x = 9.2. Polinom kuadratik berbentuk $p_2(x) = a_0 + a_1x + a_2x^2$. Dengan menyulihkan ketiga buah titik data ke dalam polinom tersebut, diperoleh sistem persamaan lanjar yang terbentuk adalah

$$a_0 + 8.0a_1 + 64.00a_2 = 2.0794$$
$$a_0 + 9.0a_1 + 81.00a_2 = 2.1972$$
$$a_0 + 9.5x_1 + 90.25a_2 = 2.2513$$

Penyelesaian sistem persamaan dengan metode eliminasi Gauss menghasilkan a_0 = 0.6762, a_1 = 0.2266, dan a_2 = -0.0064. Polinom interpolasi yang melalui ketiga buah titik tersebut adalah $p_2(9.2) = 0.6762 + 0.2266(9.2) + -0.0064(9.2)^2$. Dengan menggunakan polinom ini, maka nilai fungsi pada x = 9.2 dapat ditaksir sebagai berikut: $p_2(9.2) = 0.6762 + 0.2266(9.2) + -0.0064(9.2)^2 = 2.2192$.

1.3. Regresi Linier Berganda

Regresi Linear (akan dipelajari lebih lanjut di Probabilitas dan Statistika) merupakan salah satu metode untuk memprediksi nilai selain menggunakan Interpolasi Polinom. Meskipun sudah ada persamaan jadi untuk menghitung regresi linear sederhana, terdapat persamaan umum dari regresi linear yang bisa digunakan untuk regresi linear berganda, yaitu.

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

Untuk mendapatkan nilai dari setiap β_i dapat digunakan Normal Estimation Equation for Multiple Linear Regression sebagai berikut:

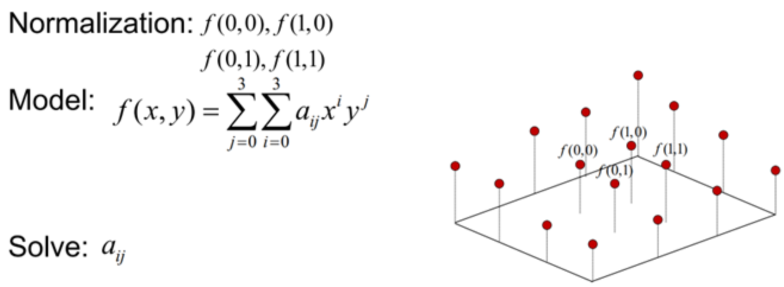
$$\begin{array}{lllll}
nb_0 + b_1\sum_{i=1}^{n} x_{1i} & + b_2\sum_{i=1}^{n} x_{2i} & + \cdots + b_k\sum_{i=1}^{n} x_{ki} & = \sum_{i=1}^{n} y_i \\
b_0\sum_{i=1}^{n} x_{1i} + b_1\sum_{i=1}^{n} x_{1i}^2 & + b_2\sum_{i=1}^{n} x_{1i}x_{2i} & + \cdots + b_k\sum_{i=1}^{n} x_{1i}x_{ki} & = \sum_{i=1}^{n} x_{1i}y_i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

Sistem persamaan linier tersebut diselesaikan dengan menggunakan metode eliminasi Gauss.

1.4. Bicubic Spline Interpolation

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. Bentuk pemodelannya adalah sebagai berikut.



Gambar 3. Pemodelan interpolasi bicubic spline.

Selain melibatkan model dasar, juga digunakan model turunan berarah dari kedua sumbu, baik terhadap sumbu x, sumbu y, mapun keduanya. Persamaan polinomial yang digunakan adalah sebagai berikut.

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

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

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

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

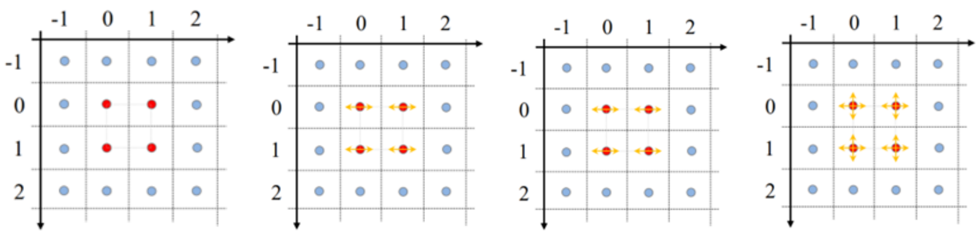
Dengan menggunakan nilai fungsi dan turunan berarah tersebut, dapat terbentuk sebuah matriks solusi X yang membentuk persamaan penyelesaian sebagai berikut.

$$y = Xa$$

$$\begin{bmatrix} f(0,0) \\ f(1,0) \\ f(0,1) \\ f(1,1) \\ f_x(0,0) \\ f_x(1,0) \\ f_x(0,1) \\ f_x(1,1) \\ f_y(0,0) \\ f_y(1,0) \\ f_y(0,1) \\ f_y(1,1) \\ f_{xy}(0,0) \\ f_{xy}(1,0) \\ f_{xy}(0,1) \\ f_{xy}(1,1) \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} 1 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 \\ 1 & 1 & 1 & 1 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 \\ 1 & 0 & 0 & 0 & 1 & 0 & 0 & 0 & 1 & 0 & 0 & 0 & 1 & 0 & 0 & 0 \\ 1 & 1 & 1 & 1 & 1 & 1 & 1 & 1 & 1 & 1 & 1 & 1 & 1 & 1 & 1 & 1 \\ 0 & 1 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 1 & 2 & 3 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 1 & 0 & 0 & 0 & 1 & 0 & 0 & 0 & 1 & 0 & 0 & 0 & 1 & 0 & 0 \\ 0 & 1 & 2 & 3 & 0 & 1 & 2 & 3 & 0 & 1 & 2 & 3 & 0 & 1 & 2 & 3 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & 1 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & 1 & 1 & 1 & 1 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & 1 & 0 & 0 & 0 & 2 & 0 & 0 & 0 & 3 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & 1 & 1 & 1 & 1 & 2 & 2 & 2 & 2 & 3 & 3 & 3 & 3 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 1 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 1 & 2 & 3 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 1 & 0 & 0 & 0 & 2 & 0 & 0 & 0 & 3 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 1 & 2 & 3 & 0 & 2 & 4 & 6 & 0 & 3 & 6 & 9 \end{bmatrix} \begin{bmatrix} a_{00} \\ a_{10} \\ a_{20} \\ a_{30} \\ a_{01} \\ a_{11} \\ a_{21} \\ a_{31} \\ a_{02} \\ a_{12} \\ a_{22} \\ a_{32} \\ a_{03} \\ a_{13} \\ a_{23} \\ a_{33} \end{bmatrix}$$

Perlu diketahui bahwa elemen pada matriks X adalah nilai dari setiap komponen koefisien a_{ij} yang diperoleh dari persamaan fungsi maupun persamaan turunan yang telah dijelaskan sebelumnya. Sebagai contoh, elemen matriks X pada baris 8 kolom ke 2 adalah koefisien dari a_{10} pada ekspansi sigma untuk $f_x(1, 1)$ sehingga diperoleh nilai konstanta $1 \times 1^{1-1} \times 1^0 = 1$, sesuai dengan isi matriks X.

Nilai dari vektor a dapat dicari dari persamaan $y = Xa$, lalu vektor a tersebut digunakan sebagai nilai variabel dalam $f(x, y)$, sehingga terbentuk fungsi interpolasi bicubic sesuai model. Tugas Anda pada studi kasus ini adalah membangun persamaan $f(x, y)$ yang akan digunakan untuk melakukan interpolasi berdasarkan nilai $f(a, b)$ dari masukan matriks 4 x 4. Nilai masukan a dan b berada dalam rentang [0, 1]. Nilai yang akan diinterpolasi dan turunan berarah disekitarnya dapat diilustrasikan pada titik berwarna merah pada gambar di bawah.



Gambar 4. Nilai fungsi yang akan di interpolasi pada titik merah, turunan berarah terhadap sumbu x, terhadap sumbu y, dan keduanya (kiri ke kanan).

BAB II

TEORI SINGKAT

2.1. Metode Eliminasi Gauss

Metode Eliminasi Gauss merupakan salah satu metode numerik yang dapat diterapkan untuk menyelesaikan permasalahan dari suatu sistem persamaan linier. Tahapan pertama dalam melakukan eliminasi Gauss adalah mengubah persamaan linear ke dalam matriks teraugmentasi (*augmented matrix*). Selanjutnya, matriks teraugmentasi disederhanakan melalui operasi baris elementer sehingga menjadi matriks yang eselon baris (Junaidi, 2016).

$$\begin{bmatrix} 0 & 1 & * & * & * & * & * & * & * & * \\ 0 & 0 & 0 & 1 & * & * & * & * & * & * \\ 0 & 0 & 0 & 0 & 1 & * & * & * & * & * \\ 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 1 & * & * & * & * \\ 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 1 & * \end{bmatrix}$$

Gambar 2.1 Matriks Eselon Baris

Tahapan yang berikutnya dilakukan setelah terbentuk matriks eselon baris adalah melakukan substitusi balik (*back substitutions*) untuk mendapatkan nilai dari variabel-variabel dalam sebuah sistem persamaan linear.

Solusi sistem persamaan linier memiliki tiga kemungkinan bentuk, yaitu solusi unik/tunggal, solusi banyak/tidak terhingga, dan tidak ada solusi. Solusi unik/tunggal didapatkan bila satu utama dari matriks eselon baris berada tepat di diagonal matriks soal.

$$\left[\begin{array}{ccc|c} 1 & 1 & 1 & 0 \\ 0 & 1 & -1 & 1 \\ 0 & 0 & 1 & 1 \end{array}\right]$$

Gambar 2.2 Matriks eselon baris dengan satu utama di diagonal matriks soal

Solusi banyak/tidak terhingga didapatkan bila persamaan yang bersesuaian dengan baris terakhir adalah $0x_1+0x_2+0x_3 = 0$. Selain itu, bila jumlah kolom matriks augmented berbeda lebih dari 1 dengan jumlah baris matriks augmented, solusi banyak/tidak terhingga juga bisa terjadi.

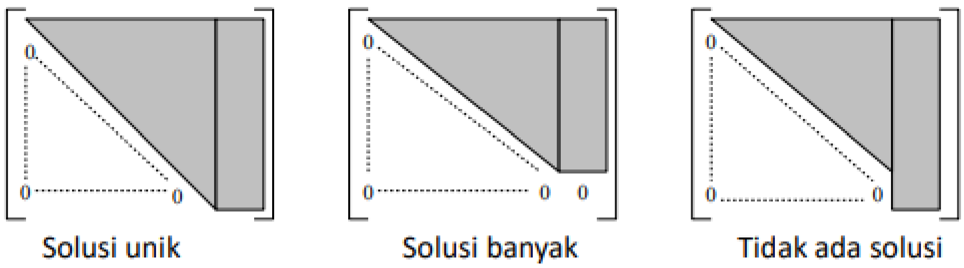
$$\left[\begin{array}{ccc|c} 1 & 1 & 2 & 4 \\ 0 & 1 & 1 & 2 \\ 0 & 0 & 0 & 0 \end{array}\right]$$

Gambar 2.3 Matriks eselon baris dengan baris terakhir bersesuaian $0x_1+0x_2+0x_3=0$

Sistem persamaan linier tidak memiliki solusi jika baris terakhir matriks augmented bersesuaian dengan persamaan $0x_1+0x_2+0x_3 \neq 0$.

$$\left[\begin{array}{ccc|c} 1 & 1 & 2 & 4 \\ 0 & 1 & 1 & 2 \\ 0 & 0 & 0 & 1 \end{array}\right]$$

Gambar 2.4 Matriks eselon baris dengan baris terakhir bersesuaian $0x_1+0x_2+0x_3\neq0$



Gambar 2.5 Bentuk akhir matriks setelah eliminasi Gauss dan jenis kemungkinan solusinya

2.2. Metode Eliminasi Gauss-Jordan

Metode Eliminasi Gauss Jordan adalah pengembangan metode eliminasi Gauss. Metode Eliminasi Gauss Jordan melakukan metode penyederhanaan dengan operasi baris elementer. Penyederhanaan dilakukan hingga tercapai bentuk matriks eselon baris tereduksi. Penyelesaian sistem persamaan linear kemudian dilanjutkan dengan melakukan substitusi balik untuk mendapatkan solusi dari tiap variabel.

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

Gambar 2.6 Matriks Eselon Baris Tereduksi

Penyelesaian sistem persamaan linier dengan Metode Eliminasi Gauss Jordan memiliki 3 kemungkinan solusi, yaitu solusi unik/tunggal, solusi banyak/tidak berhingga, dan tidak ada solusi.

2.3. Determinan

Determinan mempunyai peranan penting dalam menyelesaikan beberapa persoalan matriks dan banyak digunakan dalam ilmu matematika serta ilmu terapannya. Nilai dari determinan matriks menentukan banyak aspek dalam penyelesaian suatu permasalahan yang melibatkan matriks. Apabila sebuah matriks memiliki determinan yang bernilai nol, matriks tidak memiliki balikan. Jika nilai determinannya tidak nol, matriks tersebut memiliki balikan. Nilai determinan juga dapat menyelesaikan sistem persamaan linier. Sistem persamaan linier ini banyak digunakan oleh bidang ilmu optimasi, ekonomi dan lainnya.

2.4. Matriks Balikan

Sebuah bilangan atau angka memiliki balikan atau invers yaitu kebalikan atau invers dari bilangan tersebut. Sifat dari suatu invers adalah jika invers tersebut dikalikan dengan bilangan/variabel asalnya (yaitu angka atau variabel yang diinvers) maka hasil perkaliannya adalah satu. Seperti halnya bilangan atau variabel yang memiliki invers atau resiprok, matriks juga memiliki invers yang disebut matriks invers. Namun demikian, tidak semua matriks akan memiliki invers matriks. Agar sebuah matriks memiliki invers, maka matriks tersebut harus berupa matriks persegi. Selain itu, sebuah matriks yang memiliki invers harus memiliki determinan yang tidak boleh sama dengan nol. Jika sebuah matriks memiliki invers, maka matriks tersebut disebut invertibel atau dapat diinversi.

Sedangkan jika sebuah matriks tidak dapat diinversi, maka matriks tersebut disebut matriks singular.

2.5. Matriks Kofaktor

Kofaktor adalah hasil perkalian minor dengan suatu angka yang besarnya menuruti suatu aturan yaitu $(-1)^{(i+j)}$ dengan i adalah baris dan j adalah kolom. Kofaktor suatu elemen baris ke-*i* dan kolom ke-*j* dari matriks A dilambangkan dengan C_{ij}.

$$C^{(i+j)} = (-1)M_{ij}$$

$$\begin{bmatrix} C_{11} & C_{12} & \cdots & C_{1n} \\ C_{21} & C_{22} & \cdots & C_{2n} \\ \vdots & \vdots & \vdots & \vdots \\ C_{n1} & C_{n2} & \cdots & C_{nn} \end{bmatrix}$$

Gambar 2.7 Matriks kofaktor

Sama seperti minor, jumlah kofaktor suatu matriks mengikuti jumlah elemen matriks tersebut.

Matriks kofaktor merupakan matriks yang terdiri dari kofaktor-kofaktor matriks itu sendiri. Misalkan terdapat matriks A, maka matriks kofaktor A merupakan matriks yang terdiri atas kofaktor-kofaktor dari matriks A. Susunan elemen matriks kofaktor juga mengikuti susunan (letak) kofaktor-kofaktornya.

2.6. Matriks Adjoin

Adjoin dari suatu matriks persegi didefinisikan sebagai transpose dari matriks kofaktornya. Adjoin dari matriks A dilambangkan dengan adj(A). Untuk mencari adjoin dari sebuah matriks, pertama-tama cari kofaktor dari matriks yang diberikan. Kemudian temukan transpose dari matriks kofaktor tersebut.

Apabila suatu matriks kofaktor dari suatu matriks A adalah matriks yang terdapat pada Gambar 2.8.

$$\begin{bmatrix} 11 & 1 & -3 \\ 1 & 11 & -3 \\ 9 & 9 & 3 \end{bmatrix}$$

Gambar 2.8 Permisalan matriks kofaktor dari suatu matriks

Maka, matriks adjoin yang merupakan transpose dari permisalan matriks pada Gambar 2.8 dapat dilihat pada Gambar 2.9.

$$\begin{bmatrix} 11 & 1 & 9 \\ 1 & 11 & 9 \\ -3 & -3 & 3 \end{bmatrix}$$

Gambar 2.9 Matriks adjoin dari suatu matriks kofaktor

2.7. Kaidah Cramer

Kaidah Cramer merupakan salah satu metode yang dapat digunakan untuk menyelesaikan sistem persamaan linear dengan jumlah banyaknya persamaan sama dengan banyaknya variabel. Metode penyelesaian sistem persamaan linear dengan metode Kaidah Cramer hanya berlaku ketika sistem persaman linear yang ingin dicari solusinya hanya memiliki solusi tunggal. Rumus ini menyatakan solusi dengan menggunakan determinan matriks koefisien (dari sistem persamaan) dan determinan matriks lain yang diperoleh dengan mengganti salah satu kolom matriks koefisien dengan vektor yang berada sebelah kanan persamaan.

Metode penyelesaian dengan kaidah cramer pada sistem persamaan linier Ax = b yang terdiri dari n persamaan linier dengan peubah sedemikian sehingga det(A) ≠ 0. Maka, sistem persamaan linier memiliki solusi yang unik dengan metode substitusi seperti pada Gambar 2.10.

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

Gambar 2.10 Solusi sistem persamaan linier dengan metode Kaidah Cramer

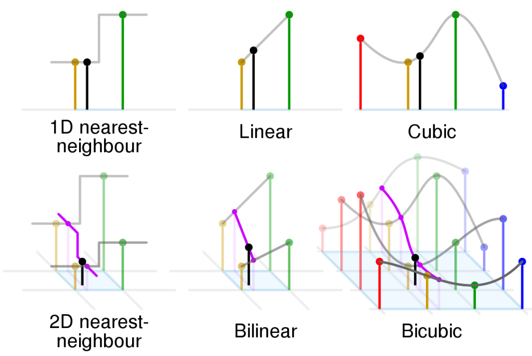
A_j sendiri merupakan matriks yang diperoleh dengan mengganti entri pada kolom ke-j dari A menjadi entri dari matriks hasil/b pada sistem persamaan linier Ax=b.

2.8. Interpolasi Polinom

Pencocokkan kurva merupakan salah satu metode yang dapat digunakan untuk mencocokkan titik data dengan sebuah kurva (*curve fitting*) fungsi. Salah satu metode pencocokkan kurva adalah metode interpolasi. Bila data diketahui mempunyai ketelitian yang sangat tinggi, maka kurva cocokannya dibuat melalui setiap titik. Bila fungsi cocokan yang digunakan berbentuk polinom, polinom tersebut dinamakan polinom interpolasi.

2.9. Interpolasi Bicubic Spline

Interpolasi bicubic merupakan sebuah metode interpolasi yang menggunakan 16 pixel dalam pixel 4x4 tetangga terdekat pada citra aslinya. Dengan menggunakan metode interpolasi bicubic ini dapat membuat tepi-tepi citra hasil lebih halus. Sehingga metode interpolasi bicubic sering digunakan dalam pengeditan perangkat lunak dan banyak kamera digital lainnya. Seiring perkembangannya maka mulai dibentuk berbagai metode interpolasi, salah satunya adalah interpolasi bicubic basis spline, yang mana metode ini juga memanfaatkan 16 pixel tetangga terdekatnya (Suban, 2019).



Gambar 2.11 Macam-macam ilustrasi dari berbagai bentuk interpolasi

Konsep dari metode interpolasi bicubic basis spline pertama kali diperkenalkan oleh Schoenberg. Schoenberg mendefinisikan metode ini sebagai potongan-potongan polinomial lebih halus.

Proses magnifikasi *image* merupakan implementasi dari metode interpolasi bicubic berbasis spline. Metode interpolasi bicubic berbasis spline menghasilkan citra output dengan kualitas yang baik. Metode ini menghasilkan citra output yang lebih tajam, dapat menghindari efek kotak-kotak, dan memperkecil kaburnya gambar yang dihasilkan.

2.10. Regresi Linier Berganda

Regresi linier terbagi menjadi regresi linier sederhana dan regresi linier berganda. Regresi linier berganda merupakan suatu algoritma yang digunakan untuk menelusuri pola hubungan antara variabel terikat dengan dua atau lebih variabel bebas (Uyanik & Guler, 2013).

BAB III

IMPLEMENTASI PUSTAKA DAN PROGRAM

3.1. Implementasi Pustaka

Pustaka yang dibuat, yakni *Abstract Data Type* (ADT) Matriks yang berisi fungsi-fungsi primitif untuk mengelola matriks, ada pun fungsi-fungsi dasar yang digunakan untuk menyelesaikan persoalan dengan Gauss, Gauss-Jordan, matriks balikan, dan lainnya serta aplikasi program berupa *bicubic spline interpolation*, interpolasi polinomial, dan regresi linear berganda.

1. MatrixInput.java

MatrixInput.java berisi program yang menerima input dari user berupa file .txt dan juga dari keyboard.

1) choose()

Memberikan opsi kepada user untuk memilih jenis masukan pada program.

2) exit()

Fungsi untuk mengeluarkan pengguna dari program.

3) lineCount()

Parameter : String path

Fungsi untuk menghitung jumlah baris pada file yang dibaca.

4) columnCount()

Parameter : String path

Fungsi untuk menghitung jumlah kolom pada file yang dibaca.

5) matrixFile()

Membaca file .txt yang berisi suatu matriks kemudian digunakan untuk program.

6) getPathInput()

Parameter : String namaFile

Fungsi untuk mengkonstruksi path/*address* file yang ingin diproses.

7) matrixUser()

Menerima input dari user (dari keyboard) untuk mengkonstruksi suatu matriks.

8) matrixHilbert()

Fungsi untuk mengkonstruksi suatu matriks Hilbert.

9) PRBMatrixFile()

Parameter : String path

Membaca file .txt yang berisi matriks dan taksiran, namun fungsi ini hanya untuk membaca matriksnya saja.

10) polinomTaksiranFile()

Parameter : String path

Membaca file .txt yang berisi matriks dan taksiran, namun fungsi ini hanya untuk membaca angka taksiran (x).

11) regresiTaksiranFile()

Parameter : String path

Membaca file .txt yang berisi matriks dan taksiran, namun fungsi ini hanya untuk membaca angka taksiran (x1, x2, …, xn).

12) convBicubic()

Parameter : String path

Mengubah matriks bicubic yang awalnya berukuran 4x4 menjadi 16x1;

13) bicubicTaksiranFile()

Parameter : String path

Membaca file .txt yang berisi matriks dan taksiran, namun fungsi ini hanya untuk membaca angka taksiran (x,y).

2. MatrixOP.java

MatrixOP.java berisi fungsi-fungsi yang membantu memproses dan mengelola program untuk menjalankan aplikasi SPL.

1) getRowEff()

Parameter : double[][] matrix

Mengirimkan banyaknya baris efektif pada matriks.

2) getColEff()

Parameter : double[][] matrix

Mengirimkan banyaknya kolom efektif pada matriks.

3) getElmt()

Parameter : double[][] matrix, int i, int j

Mengirimkan nilai elemen dari indeks baris dan kolom tertentu di matriks.

4) **getLastIdxRow()**

Parameter : double[][] matrix

Mengirimkan angka indeks terakhir dari baris matriks.

5) **getLastIdxCol()**

Parameter : double[][] matrix

Mengirimkan angka indeks terakhir dari kolom matriks.

6) **isIdxEff()**

Parameter : double[][] matrix, int i, int j

Mengirimkan nilai <u>true</u> jika i,j adalah indeks efektif bagi matriks.

7) **getElmtDiagonal()**

Parameter : double[][] matrix, int i

Mengirimkan elemen m(i,i).

8) **addMatrix()**

Parameter : double[][] m1, double[][] m2

Mengirim hasil penjumlahan matriks: m1 + m2.

9) **subtractMatrix()**

Parameter : double[][] m1, double[][] m2

Mengirim hasil pengurangan matriks: salinan m1 – m2.

10) **multiplyMatrix()**

Parameter : double[][] m1, double[][] m2

Mengirim hasil perkalian matriks: salinan m1 * m2.

11) **multiplyByConst()**

Parameter : double[][] m, double x

Mengirim hasil perkalian setiap elemen m dengan x.

12) **pMultiplyByConst()**

Parameter : double[][] m, double x

I.S. m terdefinisi, x terdefinisi.

F.S. Mengalikan setiap elemen m dengan x.

13) **isMatrixEqual()**

Parameter : double[][] m1, double[][] m2

Mengirimkan true jika m1 = m2, yaitu count(m1) = count(m2) dan untuk setiap i,j yang merupakan index baris dan kolom m1(i,j) = m2(i,j) juga merupakan strong eq karena getLastIdxCol(m1) = getLastIdxCol(m2).

14) **isMatrixNotEqual()**

    Parameter : double[][] m1, double[][] m2

    Mengirimkan true jika m1 tidak sama dengan m2.

15) **isMatrixSizeEqual()**

    Parameter : double[][] m1, double[][] m2

    Mengirimkan true jika ukuran efektif matriks m1 sama dengan ukuran efektif m2.

16) **countElmt()**

    Parameter : double[][] m

    Mengirimkan banyaknya elemen m.

17) **isSquare()**

    Parameter : double[][] m

    Mengirimkan true jika m adalah matriks dg ukuran baris dan kolom sama.

18) **isSymmetric()**

    Parameter : double[][] m

    Mengirimkan true jika m adalah matriks simetri {m(i,j) = m(j,i)}.

19) **isIdentity()**

    Parameter : double[][] m

    Mengirimkan true jika m adalah matriks satuan: isSquare(m) dan setiap elemen diagonal m bernilai 1 dan elemen yang bukan diagonal bernilai 0.

20) **submatrix()**

    Parameter : double[][] m, int nRow, int nCol

    Mengirimkan suatu matriks dengan jumlah baris dan kolomnya berkurang 1 dari semula.

21) **determinant()**

    Parameter : double[][] m

    Menghitung nilai determinan m dengan metode kofaktor.

22) **transpose()**

    Parameter : double[][] m

Menghasilkan salinan transpose dari m, yaitu setiap elemen m(i,j) nilainya dengan elemen m(j,i)

23) **pTranspose()**

Parameter : double[][] m

I.S. m terdefinisi dan IsSquare(m).

F.S. m "di-transpose", yaitu setiap elemen m(i,j) ditukar nilainya dengan elemen m(j,i).

24) **IdentityMatrix()**

Parameter : double[][] m, int n

Mengirimkan suatu matriks identitas (elemen diagonalnya 1 dan sisanya 0)

25) **isFullZeroRow()**

Parameter : double[][] m, int row

Mengirikan nilai <u>true</u> jika semua elemen pada baris tersebut bernilai 0.

26) **rowMultiplyByConst()**

Parameter : double[][] m, double x, int row

Mengirimkan elemen yang hasilnya dari perkalian baris dan suatu nilai.

27) **colMultiplyByConst()**

Parameter : double[][] m, double x, int col

Mengirimkan elemen yang hasilnya dari perkalian kolom dan suatu nilai.

28) **setElmt()**

Parameter : double[][] m, int row, int col, double val

Mengirimkan suatu nilai dari indeks baris dan kolom matriks.

29) **copyMatrix()**

Parameter : double[][] m

Menyalin suatu matriks dengan indeks baris dan kolom serta elemen yang sama.

30) **getIdxColEl()**

Parameter : double[][] m, double val

Mengirimkan suatu indeks pada kolom yang bergantung pada suatu nilai.

31) **getIdxRowEl()**

Parameter : double[][] m, double val

Mengirimkan suatu indeks pada baris yang bergantung pada suatu nilai.

32) **solTidakAda()**

Parameter : double[][] m

Mengirimkan nilai <u>true</u> jika suatu OBE tidak memiliki solusi.

33) **solBanyak()**

Parameter : double[][] m

Mengirimkan nilai <u>true</u> jika suatu OBE memiliki solusi banyak.

34) **swapRow()**

Parameter : double[][] m, int row1, int row2

Menukarkan suatu baris dengan baris yang lain.

35) **kaliRow()**

Parameter : double[][] m, int row, double x

Mengalikan tiap elemen suatu baris dengan suatu nilai konstanta.

36) **kurangRow()**

Parameter : double[][] m, int row1, int row2

Mengurangi tiap elemen suatu baris dengan suatu nilai konstanta.

37) **extendMatrix()**

Parameter : double[][] m1, double[][] m2

Fungsi untuk memperbesar ukuran kolom matrix menjadi m1 + m2 lalu menggabungkan kedua matriks tersebut.

38) **CountRowZero()**

Parameter : double[][] m

Mengirimkan banyaknya jumlah baris yang memiliki elemen seluruhnya 0 dalam suatu matriks.

39) **getIdxColElNotZero()**

Parameter : double[][] m, int row

Mengirimkan nomor index kolom dalam suatu baris di mana pertama kali ditemukan elemen tidak nol.

40) **oneNotZeroCol()**

Parameter : double[][] m, int row

Mengirimkan nilai <u>true</u> apabila dalam satu baris, kecuali kolom terakhir, hanya didapatkan satu elemen yang bukan nol.

41) **isFullZeroCol()**

Parameter : double[][] m, int col

Mengirimkan nilai true apabila dalam satu kolom didapati memiliki elemen seluruhnya nol.

3. MatrixOutput.java

MatrixOutput.java berisi program yang menampilkan output matriks dan juga menyimpan hasil dalam file .txt dari user berupa file .txt dan juga dari keyboard.

1) printMatrix()

Parameter : double[][] m

I.S. m terdefinisi

F.S. Nilai m(i,j) ditulis ke layar per baris per kolom, masing-masing elemen perbaris dipisahkan sebuah spasi. Baris terakhir tidak diakhiri dengan newline

3.2. Program

Berisi pemrograman utama dan fungsi-fungsi untuk menyelesaikan persoalan di berbagai aplikasi terkait.

1. Main.java

Main adalah program utama yang menampilkan menu pilihan-pilihan permasalahan yang ingin diselesaikan oleh pengguna, yaitu:

1) Sistem Persamaan Linear
2) Determinan
3) Matriks Balikan
4) Interpolasi Polinom
5) Interpolasi Bicubic Spline
6) Regresi Linear Berganda
7) Keluar

Pengguna diminta untuk memasukkan pilihan permasalahan yang ingin diselesaikan. Program akan berhenti saat pengguna memilih pilihan keluar (7), jika *user* memasukkan *input* selain opsi di atas, maka *user* akan diminta untuk melakukan *input* kembali.

2. Bicubic.java

Bicubic.java memuat aplikasi dari pustaka untuk membuat interpolasi bikubik dengan memanfaatkan persamaan y = Ax.

1) fillMatrix()

Parameter : double[][] m, int i, int j, int k, int count

I.S. Matrix terdefinisi, i terdefinisi, j terdefinisi, k terdefinisi, dan count Terdefinisi.

F.S. Menghasilkan nilai f(x,y), $f_x(x,y)$, $f_y(x,y)$, dan $f_{xy}(x,y)$.

2) matriksBicubicX()

Mengembalikan matriks X berupa 16x16 dari rumus terkait.

3) matriksBicubicA()

Parameter : double[][] inputMatriks

Mengembalikan matriks A berdasarkan perkalian matriks, $a = x^{-1}.y$

4) hasilBicubic()

Parameter : double[][] matriksA, double[][] matriksAB

Mengembalikan nilai f(A,B) dengan rumus terkait.

3. Cofactor.java

Cofactor.java memuat fungsi yang digunakan untuk memproses operasi terkait kofaktor, misalnya untuk mencari determinan, matriks kofaktor, dan matriks adjoin.

1) determinanCof()

Parameter : double[][] m

Mengembalikan nilai determinan dari matriks kofaktor.

2) getCofactor()

Parameter : double[][] m, int row, int col

Mengembalikan matriks yang berisi elemen kofaktor dari matriks m. Misal C11, C21, C31, C23, dll.

3) createMatrixCofactor()

Parameter : double[][] m

Mengembalikan matriks kofaktor yang dioperasikan dari matriks m.

4) adj()

Parameter : double[][] m

Mengembalikan matriks transpose dari matriks kofaktor.

5) **detByCofactor()**

Parameter : double[][] cof, double[][] m, int n

I.S. Matriks kofaktor (cof) terdefinisi, m terdefinisi, dan n terdefinisi.

F.S. Menghasilkan output berupa determinan dari matriks kofaktor.

6) **valDetCofactor()**

Parameter : double[][] cof, double[][] m, int n

Mengembalikan nilai determinan dari matriks kofaktor di suatu baris/kolom n.

4. Cramer.java

Cramer.java memuat fungsi-fungsi yang digunakan untuk menyelesaikan SPL untuk mencari solusi dan juga memanfaatkan konsep determinan di dalamnya.

1) **replace**

Parameter : double[][] m, int n

Fungsi untuk menukar elemen kolom terakhir matriks pada matriks augmented (matriks hasil) dengan indeks kolom yang dipilih.

2) **SPLCramer()**

Parameter : double[][] m

I.S. Matriks terdefinisi

F.S Menghasilkan output berupa hasil persamaan linear dengan kaidah Cramer

3) **matriksACramer()**

Parameter : double[][] m

Mengembalikan matriks A dari matriks augmented.

4) **matriksBCramer()**

Parameter : double[][] m

Mengembalikan matriks B dari matriks *augmented*.

5) **matriksXCramer()**

Parameter : double[][] matriksACramer, double[][] matriksBCramer

Mengembalikan semua nilai solusi kaidah Cramer, X = det(Ai)/det(A) dalam matriks X.

6) **solCramer()**

Parameter : double[][] m

I.S. m terdefinisi.

F.S. Menghasilkan output berupa solusi SPL dari kaidah Cramer.

7) strSol()

Parameter : double[][] m

Fungsi untuk menukar elemen kolom terakhir matriks pada matriks augmented (matriks hasil) dengan indeks kolom yang dipilih.

8) cramerUnique()

Parameter : double[][] m

Fungsi untuk menukar elemen kolom terakhir matriks pada matriks augmented (matriks hasil) dengan indeks kolom yang dipilih.

5. Gauss.java

Gauss.java memuat fungsi-fungsi yang digunakan untuk menyelesaikan SPL serta digunakan untuk menyelesaikan berbagai persoalan dari beberapa aplikasi.

1) forwardOBE()

Parameter : double[][] m

Mengembalikan matriks yang telah dilakukan OBE maju sehingga terbentuklah matriks eselon baris.

2) matriksGauss()

Parameter : double[][] m

I.S. m terdefinisi.

F.S. Menampilkan matriks eselon baris dari OBE maju.

3) xsolGauss()

Parameter : double[][] m

I.S. m terdefinisi.

F.S. Menampilkan solusi sistem persamaan linier sesuai dengan jenis solusi yang sesuai dengan hasil keluaran gauss.

4) parametrikGauss()

Parameter : double[][] m

Mengembalikan array bertipe data string yang berisikan hasil perhitungan suatu sistem persamaan linier dengan metode Gauss bila dihasilkan solusi yang parametrik.

5) **parametriksolution()**

Parameter : double[][] m

I.S. m terdefinisi.

F.S. Menampilkan output solusi parametrik dari suatu sistem persamaan linier.

6) **uniqueSolGauss()**

Parameter : double[][] matriks

I.S. m terdefinisi.

F.S. Menampilkan output solusi unik/tunggal dari suatu sistem persamaan linier.

7) **strparametriksolution()**

Parameter : double[][] m

Mengembalikan solusi unik/tunggal dari suatu sistem persamaan linier dalam bentuk *array of string*.

8) **displayuniqueSolGauss()**

Parameter : double[][] matriks

Menampilkan hasil solusi SPL Gauss jika bersifat unik.

9) **strUniqueSol()**

Parameter : double[][] m

Menyimpan string yang berisi hasil solusi SPL Gauss jika bersifat unik.

6. GaussJordan.java

GaussJordan.java memuat fungsi-fungsi yang digunakan untuk menyelesaikan SPL serta digunakan untuk menyelesaikan berbagai persoalan dari beberapa aplikasi.

1) **gaussJordan()**

Parameter : double[][] m

Mengembalikan matriks yang telah dilakukan OBE reduksi maju-mundur.

2) **matriksGaussJordan()**

Parameter : double[][] m

I.S. m terdefinisi.

F.S. Menampilkan matriks eselon baris tereduksi dari OBE maju-mundur.

3) solGaussJordan()

Parameter : double[][] m

I.S. m terdefinisi.

F.S. Menampilkan solusi OBE Gauss-Jordan.

4) mxSolGaussJordan()

Parameter : double[][] m

Mengembalikan matriks yang berisi solusi dari OBE Gauss-Jordan.

5) strResultUniqueSol()

Parameter : double[][] m

Mengembalikan string yang berisi solusi dari OBE Gauss-Jordan.

7. InterpolasiPolinom.java

InterpolasiPolinom.java memuat aplikasi dari pustaka untuk membuat polinom interpolasi dari titik-titik dan menghasilkan nilai taksiran dari sebuah nilai x.

1) interpolasiMatrix()

Parameter : double[][] m

Mengembalikan matriks yang telah dilakukan metode Gauss-Jordan dan dengan rumus interpolasi polinomial.

2) interpolasiFX()

Parameter : double[][] m, double x

Mengembalikan nilai berupa hasil dari fungsi interpolasi polinomial.

3) printInterpolasi()

Parameter : double[][] m

I.S. m terdefinisi.

F.S. Menampilkan persamaan fungsi interpolasi polinomial.

4) stringprintPol()

Parameter : double[][] m

Mengembalikan persamaan fungsi interpolasi polinomial dalam bentuk string.

8. Inverse.java

Inverse.java memuat aplikasi dari pustaka untuk menyelesaikan permasalahan balikan matriks.

1) inverseMatriks()

Parameter : double[][] m

Mengembalikan matriks balikan yang menggunakan metode kofaktor.

2) matriksInverse()

Parameter : double[][] m

I.S. m terdefinisi.

F.S. Menampilkan matriks balikan dengan metode kofaktor.

3) balikanGJ()

Parameter : double[][] m

Mengembalikan matriks balikan dengan metode Gauss-Jordan (I | A^{-1}).

4) balikanGJReturn()

Parameter : double[][] m

Mengembalikan matriks balikan tanpa matriks identitas dengan metode Gauss-Jordan (A^{-1}).

5) matriksInverseGJ()

Parameter : double[][] m

I.S. m terdefinisi.

F.S. Menampilkan matriks balikan dengan metode Gauss-Jordan.

9. InverseSpl.java

InverseSpl.java memuat fungsi-fungsi untuk mencari solusi SPL dengan metode balikan matriks.

1) inverseSpl()

Parameter : double[][] m

Mengembalikan matriks X, yakni $X = A^{-1}B$ yang merupakan solusi dari SPL.

2) solInverse()

Parameter : double[][] m

I.S. m terdefinisi.

F.S. Menampilkan solusi SPL dengan metode matriks balikan.

3) strSol()

Parameter : double[][] m

Mengembalikan solusi SPL dengan metode matriks balikan dalam bentuk string.

4) detEqual0()

Parameter : double[][] m

Mengembalikan nilai true apabila determinan dari inputan matriks untuk penyelesaian Sistem Persamaan Linear dengan matriks balikan bernilai 0.

10. Output.java

Regresi.java memuat aplikasi dari pustaka untuk melakukan regresi linear berganda, kemudian menampilkan persamaan regresi dan juga menaksir nilai f(xk).

1) createPath()

Parameter : String fileName

Mengkonstruksi path dari nama file untuk dimasukkan pada save file.

2) delFile()

Parameter : String fileName

I.S. Nama file terdefinisi.

F.S. Menghapus file dengan nama sama.

3) printFile()

Parameter : String fileName, String str

I.S. Nama file terdefinisi, elemen string terdefinisi.

F.S. Menuliskan elemen string pada file yang diinput.

4) userPrintFile()

Fungsi untuk menanyakan kepada user apakah ingin save file atau tidak dan mengembalikan dalam bentuk true jika menginput 1 (tidak ingin save file) atau 2 (ingin save file).

5) printMatrixFile()

Parameter : String fileName, double[][] m

I.S. Nama file terdefinisi, matriks terdefinisi.

F.S. Menuliskan matriks ke dalam file yang diinput.

6) **printMatrix()**

Parameter : double[][] m

Menampilkan matriks dalam terminal.

11. Regresi.java

Regresi.java memuat aplikasi dari pustaka untuk melakukan regresi linear berganda, kemudian menampilkan persamaan regresi dan juga menaksir nilai f(xk).

7) **normalEquation()**

Parameter : double[][] m

Mengembalikan matriks yang elemen-elemennya berisi nilai Bi melalui Normal Estimation Equation for Multiple Linear Regression.

8) **regresiMatrix()**

Parameter : double[][] m

Mengembalikan matriks yang berisi hasil regresi yang telah dilakukan metode Gauss-Jordan.

9) **printReg()**

Parameter : double[][] m

I.S. m terdefinisi.

F.S. Menampilkan persamaan regresi linear berganda.

10) **solRegresiFX()**

Parameter : double[][] m, double[][] taksir

I.S. m terdefinisi.

F.S. Menampilkan solusi/nilai x.

11) **inputTaksiran()**

Parameter : double[][] m

Menginput nilai taksiran sesuai dengan jumlah peubah.

12) **printTaksir()**

Parameter : double[][] taksir

I.S. Matriks taksiran terdefinisi

F.S. Menampilkan nilai taksiran (x1, x2, …, xn).

13) **stringprintReg()**

Parameter : double[][] m

Mengembalikan hasil regresi dalam bentuk string

14) hasilregresi()

Parameter : double[][] m, double[][] taksir

Mengembalikan matriks yang berisi elemen hasil regresi.

12. Triangle.java

Triangle.java memuat fungsi-fungsi yang digunakan untuk menghitung determinan dengan metode segitiga atas atau segitiga bawah..

1) detUpperTriangular()

Parameter : double[][] m

Mengembalikan nilai determinan dengan metode segitiga atas, yakni mengalikan semua elemen diagonal matriks dengan faktor lainnya juga serta menggunakan metode OBE Gauss.

2) detLowerTriangular()

Parameter : double[][] m

Mengembalikan nilai determinan dengan metode segitiga atas, yakni mengalikan semua elemen diagonal matriks dengan faktor lainnya juga serta menggunakan metode OBE Gauss.

BAB IV

EKSPERIMEN

Tabel 3. Hasil pengujian program

Soal	Hasil Pengujian
No 1a. **SPL**	

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

a) Hasil Input File

```
===== PILIHAN MENU =====
1. Sistem Persamaan Linear
2. Determinan
3. Matriks Balikan
4. Interpolasi Polinom
5. Interpolasi Bicubic Spline
6. Regresi Linear Berganda
7. Keluar
Memilih menu: 1

===== SISTEM PERSAMAAN LINEAR =====
===== PILIHAN READ MATRIX =====
1. Input manual
2. Baca dari file .txt (Pastikan bahwa .txt sudah ada di folder yang sesuai)
3. Matrix Hilbert
Cara input matriks: 2
Nama file lengkap dengan type file (e.g.: case1a.txt):
case1a.txt

Matrix:
1.000   1.000   -1.000  -1.000  1.000
2.000   5.000   -7.000  -5.000  -2.000
2.000   -1.000  1.000   3.000   4.000
5.000   2.000   -4.000  2.000   6.000
```

b) SPL Eliminasi Gauss

```
===== PILIH METODE/KAIDAH =====
1. Metode eliminasi Gauss
2. Metode eliminasi Gauss-Jordan
3. Metode matriks balikan
4. Kaidah Cramer
Memilih metode penyelesaian: 1

===== METODE ELIMINASI GAUSS =====
Matriks Gauss:
1.000   1.000   -1.000  -1.000  1.000
0.000   1.000   -1.667  -1.000  -1.333
0.000   0.000   1.000   -1.000  1.000
0.000   0.000   0.000   0.000   1.000

Solusi SPL:
Tidak ada
```

c) SPL Eliminasi Gauss-Jordan

```
===== PILIH METODE/KAIDAH =====
1. Metode eliminasi Gauss
2. Metode eliminasi Gauss-Jordan
3. Metode matriks balikan
4. Kaidah Cramer
Memilih metode penyelesaian: 2

===== METODE ELIMINASI GAUSS-JORDAN =====
Matriks Gauss Jordan:
1.000   0.000   0.000   0.667   0.000
0.000   1.000   0.000   -2.667  0.000
0.000   0.000   1.000   -1.000  0.000
0.000   0.000   0.000   0.000   1.000

Solusi SPL:
Tidak ada
```

d) SPL Metode Matriks Balikan

```
===== PILIH METODE/KAIDAH =====
1. Metode eliminasi Gauss
2. Metode eliminasi Gauss-Jordan
3. Metode matriks balikan
4. Kaidah Cramer
Memilih metode penyelesaian: 3

===== METODE MATRIKS BALIKAN =====
Matriks tidak dapat diinverse karena ukuran matriks tidak n x n.
```

e) SPL Kaidah Cramer

```
===== PILIH METODE/KAIDAH =====
1. Metode eliminasi Gauss
2. Metode eliminasi Gauss-Jordan
3. Metode matriks balikan
4. Kaidah Cramer
Memilih metode penyelesaian: 4

===== KAIDAH CRAMER =====
Solusi SPL:
Solusi tidak dapat dicari menggunakan metode Cramer karena determinan matriks A adalah 0.
```

No 1b.

SPL

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

a) Hasil Input File

```
===== PILIHAN MENU =====
1. Sistem Persamaan Linear
2. Determinan
3. Matriks Balikan
4. Interpolasi Polinom
5. Interpolasi Bicubic Spline
6. Regresi Linear Berganda
7. Keluar
Memilih menu: 1

===== SISTEM PERSAMAAN LINEAR =====
===== PILIHAN READ MATRIX =====
1. Input manual
2. Baca dari file .txt (Pastikan bahwa .txt sudah ada di folder yang sesuai)
3. Matrix Hilbert
Cara input matriks: 2
Nama file lengkap dengan type file (e.g.: case1a.txt):
case1b.txt

Matrix:
1.000   -1.000  0.000   0.000   1.000   3.000
1.000   1.000   0.000   -3.000  0.000   6.000
2.000   -1.000  0.000   1.000   -1.000  5.000
-1.000  2.000   0.000   -2.000  -1.000  -1.000
```

b) SPL Eliminasi Gauss

```
===== PILIH METODE/KAIDAH =====
1. Metode eliminasi Gauss
2. Metode eliminasi Gauss-Jordan
3. Metode matriks balikan
4. Kaidah Cramer
Memilih metode penyelesaian: 1

===== METODE ELIMINASI GAUSS =====
Matriks Gauss:
1.000   -1.000  0.000   0.000   1.000   3.000
0.000   1.000   0.000   -1.500  -0.500  1.500
0.000   0.000   0.000   1.000   -1.000  -1.000
0.000   0.000   0.000   0.000   0.000   0.000

Solusi SPL:
x1 = 3.0 + e
x2 = 2.0e
x3 = c
x4 = -1.0 + e
x5 = e
```

c) SPL Eliminasi Gauss-Jordan

```
===== PILIH METODE/KAIDAH =====
1. Metode eliminasi Gauss
2. Metode eliminasi Gauss-Jordan
3. Metode matriks balikan
4. Kaidah Cramer
Memilih metode penyelesaian: 2

===== METODE ELIMINASI GAUSS-JORDAN =====
Matriks Gauss Jordan:
1.000   0.000   0.000   0.000   -1.000  3.000
0.000   1.000   0.000   0.000   -2.000  0.000
0.000   0.000   0.000   1.000   -1.000  -1.000
0.000   0.000   0.000   0.000   0.000   0.000

Solusi SPL:
x1 = 3.0 + e
x2 = 2.0e
x3 = c
x4 = -1.0 + e
x5 = e
```

<table>
<tr><td></td><td>

d) SPL Metode Matriks Balikan

```
===== PILIH METODE/KAIDAH =====
1. Metode eliminasi Gauss
2. Metode eliminasi Gauss-Jordan
3. Metode matriks balikan
4. Kaidah Cramer
Memilih metode penyelesaian: 3

===== METODE MATRIKS BALIKAN =====
Matriks tidak dapat diinverse karena ukuran matriks tidak n x n.
```

e) SPL Kaidah Cramer

```
===== PILIH METODE/KAIDAH =====
1. Metode eliminasi Gauss
2. Metode eliminasi Gauss-Jordan
3. Metode matriks balikan
4. Kaidah Cramer
Memilih metode penyelesaian: 4

===== KAIDAH CRAMER =====
Solusi SPL:
Solusi tidak dapat dicari menggunakan metode Cramer karena ukuran matriks A tidak n x n.
```

</td></tr>
<tr><td>

No 1c.

SPL

</td><td>

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

a) Hasil Input File

```
===== SISTEM PERSAMAAN LINEAR =====
===== PILIHAN READ MATRIX =====
1. Input manual
2. Baca dari file .txt (Pastikan bahwa .txt sudah ada di folder yang sesuai)
3. Matrix Hilbert
Cara input matriks: 2
Nama file lengkap dengan type file (e.g.: case1a.txt):
case1c.txt

Matrix:
0.000   1.000   0.000   0.000   1.000   0.000   2.000
0.000   0.000   0.000   1.000   1.000   0.000   -1.000
0.000   1.000   0.000   0.000   0.000   1.000   1.000
```

b) SPL Eliminasi Gauss

</td></tr>
</table>

	(content below)

```
===== PILIH METODE/KAIDAH =====
1. Metode eliminasi Gauss
2. Metode eliminasi Gauss-Jordan
3. Metode matriks balikan
4. Kaidah Cramer
Memilih metode penyelesaian: 1

===== METODE ELIMINASI GAUSS =====
Matriks Gauss:
0.000   1.000   0.000   0.000   1.000   0.000   2.000
0.000   0.000   0.000   1.000   1.000   0.000   -1.000
0.000   0.000   0.000   0.000   1.000   -1.000  1.000

Solusi SPL:
x1 = a
x2 = 1.0 - f
x3 = c
x4 = -2.0 - f
x5 = 1.0 + f
x6 = f
```

c) SPL Eliminasi Gauss-Jordan

```
===== PILIH METODE/KAIDAH =====
1. Metode eliminasi Gauss
2. Metode eliminasi Gauss-Jordan
3. Metode matriks balikan
4. Kaidah Cramer
Memilih metode penyelesaian: 2

===== METODE ELIMINASI GAUSS-JORDAN =====
Matriks Gauss Jordan:
0.000   1.000   0.000   0.000   0.000   1.000   1.000
0.000   0.000   0.000   1.000   0.000   1.000   -2.000
0.000   0.000   0.000   0.000   1.000   -1.000  1.000

Solusi SPL:
x1 = a
x2 = 1.0 - f
x3 = c
x4 = -2.0 - f
x5 = 1.0 + f
x6 = f
```

d) SPL Metode Matriks Balikan

```
===== PILIH METODE/KAIDAH =====
1. Metode eliminasi Gauss
2. Metode eliminasi Gauss-Jordan
3. Metode matriks balikan
4. Kaidah Cramer
Memilih metode penyelesaian: 3

===== METODE MATRIKS BALIKAN =====
Matriks tidak dapat diinverse karena ukuran matriks tidak n x n.
```

e) SPL Kaidah Cramer

```
===== PILIH METODE/KAIDAH =====
1. Metode eliminasi Gauss
2. Metode eliminasi Gauss-Jordan
3. Metode matriks balikan
4. Kaidah Cramer
Memilih metode penyelesaian: 4

===== KAIDAH CRAMER =====
Solusi SPL:
Solusi tidak dapat dicari menggunakan metode Cramer karena ukuran matriks A tidak n x n.
```

No 1d. SPL	Matrix Hilbert dengan ordo (n) = 6

a) Hasil Construct Matriks Hilbert

```
===== PILIHAN MENU =====
1. Sistem Persamaan Linear
2. Determinan
3. Matriks Balikan
4. Interpolasi Polinom
5. Interpolasi Bicubic Spline
6. Regresi Linear Berganda
7. Keluar
Memilih menu: 1

===== SISTEM PERSAMAAN LINEAR =====
===== PILIHAN READ MATRIX =====
1. Input manual
2. Baca dari file .txt (Pastikan bahwa .txt sudah ada di folder yang sesuai)
3. Matrix Hilbert
Cara input matriks: 3
Ordo matrix : 6

Matrix:
1.000   0.500   0.333   0.250   0.200   0.167   1.000
0.500   0.333   0.250   0.200   0.167   0.143   0.000
0.333   0.250   0.200   0.167   0.143   0.125   0.000
0.250   0.200   0.167   0.143   0.125   0.111   0.000
0.200   0.167   0.143   0.125   0.111   0.100   0.000
0.167   0.143   0.125   0.111   0.100   0.091   0.000
```

b) SPL Eliminasi Gauss

```
===== PILIH METODE/KAIDAH =====
1. Metode eliminasi Gauss
2. Metode eliminasi Gauss-Jordan
3. Metode matriks balikan
4. Kaidah Cramer
Memilih metode penyelesaian: 1

===== METODE ELIMINASI GAUSS =====
Matriks Gauss:
1.000   0.500   0.333   0.250   0.200   0.167   1.000
0.000   1.000   1.000   0.900   0.800   0.714   -6.000
0.000   0.000   1.000   1.500   1.714   1.786   30.000
0.000   0.000   0.000   1.000   2.000   2.778   -140.000
0.000   0.000   0.000   0.000   1.000   2.500   630.000
0.000   0.000   0.000   0.000   0.000   1.000   -2772.000

Solusi SPL:
Matriks Gauss:
x1 = 36.000
x2 = -630.000
x3 = 3360.000
x4 = -7560.000
x5 = 7560.000
x6 = -2772.000
```

c) SPL Eliminasi Gauss-Jordan

	`` ===== PILIH METODE/KAIDAH ===== 1. Metode eliminasi Gauss 2. Metode eliminasi Gauss-Jordan 3. Metode matriks balikan 4. Kaidah Cramer Memilih metode penyelesaian: 2 ===== METODE ELIMINASI GAUSS-JORDAN ===== Matriks Gauss Jordan: 1.000 0.000 0.000 0.000 0.000 0.000 36.000 0.000 1.000 0.000 0.000 0.000 0.000 -630.000 0.000 0.000 1.000 0.000 0.000 0.000 3360.000 0.000 0.000 0.000 1.000 0.000 0.000 -7560.000 0.000 0.000 0.000 0.000 1.000 0.000 7560.000 0.000 0.000 0.000 0.000 0.000 1.000 -2772.000 Solusi SPL: x1 = 36.000 x2 = -630.000 x3 = 3360.000 x4 = -7560.000 x5 = 7560.000 x6 = -2772.000 ``` **d) SPL Metode Matriks Balikan** ``` ===== PILIH METODE/KAIDAH ===== 1. Metode eliminasi Gauss 2. Metode eliminasi Gauss-Jordan 3. Metode matriks balikan 4. Kaidah Cramer Memilih metode penyelesaian: 3 ===== METODE MATRIKS BALIKAN ===== Solusi SPL: x1 = 36.000 x2 = -630.000 x3 = 3360.000 x4 = -7559.999 x5 = 7560.000 x6 = -2772.000 ``` **e) SPL Kaidah Cramer** ``` ===== PILIH METODE/KAIDAH ===== 1. Metode eliminasi Gauss 2. Metode eliminasi Gauss-Jordan 3. Metode matriks balikan 4. Kaidah Cramer Memilih metode penyelesaian: 4 ===== KAIDAH CRAMER ===== Solusi SPL: x1 = 36.000 x2 = -630.000 x3 = 3360.000 x4 = -7559.999 x5 = 7560.000 x6 = -2772.000 ```
No 1e. **SPL**	**Matrix Hilbert dengan ordo (n) = 10** **a) Hasil Construct Matriks Hilbert**

```
===== PILIHAN MENU =====
1. Sistem Persamaan Linear
2. Determinan
3. Matriks Balikan
4. Interpolasi Polinom
5. Interpolasi Bicubic Spline
6. Regresi Linear Berganda
7. Keluar
Memilih menu: 1

===== SISTEM PERSAMAAN LINEAR =====
===== PILIHAN READ MATRIX =====
1. Input manual
2. Baca dari file .txt (Pastikan bahwa .txt sudah ada di folder yang sesuai)
3. Matrix Hilbert
Cara input matriks: 3
Ordo matrix : 10

Matrix:
1.000   0.500   0.333   0.250   0.200   0.167   0.143   0.125   0.111   0.100   1.000
0.500   0.333   0.250   0.200   0.167   0.143   0.125   0.111   0.100   0.091   0.000
0.333   0.250   0.200   0.167   0.143   0.125   0.111   0.100   0.091   0.083   0.000
0.250   0.200   0.167   0.143   0.125   0.111   0.100   0.091   0.083   0.077   0.000
0.200   0.167   0.143   0.125   0.111   0.100   0.091   0.083   0.077   0.071   0.000
0.167   0.143   0.125   0.111   0.100   0.091   0.083   0.077   0.071   0.067   0.000
0.143   0.125   0.111   0.100   0.091   0.083   0.077   0.071   0.067   0.062   0.000
0.125   0.111   0.100   0.091   0.083   0.077   0.071   0.067   0.062   0.059   0.000
0.111   0.100   0.091   0.083   0.077   0.071   0.067   0.062   0.059   0.056   0.000
0.100   0.091   0.083   0.077   0.071   0.067   0.062   0.059   0.056   0.053   0.000
```

b) SPL Eliminasi Gauss

```
===== PILIH METODE/KAIDAH =====
1. Metode eliminasi Gauss
2. Metode eliminasi Gauss-Jordan
3. Metode matriks balikan
4. Kaidah Cramer
Memilih metode penyelesaian: 1

===== METODE ELIMINASI GAUSS =====
Matriks Gauss:
1.000   0.500   0.333   0.250   0.200   0.167   0.143   0.125   0.111   0.100   1.000
0.000   1.000   1.000   0.900   0.800   0.714   0.643   0.583   0.533   0.491   -6.000
0.000   0.000   1.000   1.500   1.714   1.786   1.786   1.750   1.697   1.636   30.000
0.000   0.000   0.000   1.000   2.000   2.778   3.333   3.712   3.960   4.112   -140.000
0.000   0.000   0.000   0.000   1.000   2.500   4.091   5.568   6.853   7.930   630.000
0.000   0.000   0.000   0.000   0.000   1.000   3.000   5.654   8.615   11.631  -2772.000
0.000   0.000   0.000   0.000   0.000   0.000   1.000   3.500   7.467   12.600  12012.000
0.000   0.000   0.000   0.000   0.000   0.000   0.000   1.000   4.000   9.529   -51480.001
0.000   0.000   0.000   0.000   0.000   0.000   0.000   0.000   1.000   4.500   218789.130
0.000   0.000   0.000   0.000   0.000   0.000   0.000   0.000   0.000   1.000   -923630.235

Solusi SPL:
Matriks Gauss:
x1 = 99.996
x2 = -4949.683
x3 = 79193.215
x4 = -600538.137
x5 = 2522224.259
x6 = -6305485.547
x7 = 9608261.783
x8 = -8750305.214
x9 = 4375119.566
x10 = -923630.235
```

c) SPL Eliminasi Gauss-Jordan

```
===== PILIH METODE/KAIDAH =====
1. Metode eliminasi Gauss
2. Metode eliminasi Gauss-Jordan
3. Metode matriks balikan
4. Kaidah Cramer
Memilih metode penyelesaian: 2

===== METODE ELIMINASI GAUSS-JORDAN =====
Matriks Gauss Jordan:
1.000   0.000   0.000   0.000   0.000   0.000   0.000   0.000   0.000   0.000   99.996
0.000   1.000   0.000   0.000   0.000   0.000   0.000   0.000   0.000   0.000   -4949.683
0.000   0.000   1.000   0.000   0.000   0.000   0.000   0.000   0.000   0.000   79193.215
0.000   0.000   0.000   1.000   0.000   0.000   0.000   0.000   0.000   0.000   -600538.137
0.000   0.000   0.000   0.000   1.000   0.000   0.000   0.000   0.000   0.000   2522224.259
0.000   0.000   0.000   0.000   0.000   1.000   0.000   0.000   0.000   0.000   -6305485.547
0.000   0.000   0.000   0.000   0.000   0.000   1.000   0.000   0.000   0.000   9608261.783
0.000   0.000   0.000   0.000   0.000   0.000   0.000   1.000   0.000   0.000   -8750305.214
0.000   0.000   0.000   0.000   0.000   0.000   0.000   0.000   1.000   0.000   4375119.566
0.000   0.000   0.000   0.000   0.000   0.000   0.000   0.000   0.000   1.000   -923630.235

Solusi SPL:
x1 = 99.996
x2 = -4949.683
x3 = 79193.215
x4 = -600538.137
x5 = 2522224.259
x6 = -6305485.547
x7 = 9608261.783
x8 = -8750305.214
x9 = 4375119.566
x10 = -923630.235
```

d) SPL Metode Matriks Balikan

```
===== PILIH METODE/KAIDAH =====
1. Metode eliminasi Gauss
2. Metode eliminasi Gauss-Jordan
3. Metode matriks balikan
4. Kaidah Cramer
Memilih metode penyelesaian: 3

===== METODE MATRIKS BALIKAN =====
Solusi SPL:
x1 = 99.996
x2 = -4949.683
x3 = 79193.215
x4 = -600538.137
x5 = 2522224.259
x6 = -6305485.547
x7 = 9608261.783
x8 = -8750305.214
x9 = 4375119.566
x10 = -923630.235
```

e) SPL Kaidah Cramer

```
===== PILIH METODE/KAIDAH =====
1. Metode eliminasi Gauss
2. Metode eliminasi Gauss-Jordan
3. Metode matriks balikan
4. Kaidah Cramer
Memilih metode penyelesaian: 4

===== KAIDAH CRAMER =====
Solusi SPL:
x1 = 99.992
x2 = -4949.557
x3 = 79193.254
x4 = -600537.484
x5 = 2522224.827
x6 = -6305486.515
x7 = 9608263.465
x8 = -8750306.935
x9 = 4375120.512
x10 = -923630.451
```

No 2a. **SPL**	$$\begin{bmatrix} 1 & -1 & 2 & -1 & -1 \\ 2 & 1 & -2 & -2 & -2 \\ -1 & 2 & -4 & 1 & 1 \\ 3 & 0 & 0 & -3 & -3 \end{bmatrix}.$$

a) Hasil Input File

```
===== PILIHAN MENU =====
1. Sistem Persamaan Linear
2. Determinan
3. Matriks Balikan
4. Interpolasi Polinom
5. Interpolasi Bicubic Spline
6. Regresi Linear Berganda
7. Keluar
Memilih menu: 1

===== SISTEM PERSAMAAN LINEAR =====
===== PILIHAN READ MATRIX =====
1. Input manual
2. Baca dari file .txt (Pastikan bahwa .txt sudah ada di folder yang sesuai)
3. Matrix Hilbert
Cara input matriks: 2
Nama file lengkap dengan type file (e.g.: case1a.txt):
case2a.txt

Matrix:
1.000   -1.000  2.000   -1.000  -1.000
2.000   1.000   -2.000  -2.000  -2.000
-1.000  2.000   -4.000  1.000   1.000
3.000   0.000   0.000   -3.000  -3.000
```

b) SPL Eliminasi Gauss

```
===== PILIH METODE/KAIDAH =====
1. Metode eliminasi Gauss
2. Metode eliminasi Gauss-Jordan
3. Metode matriks balikan
4. Kaidah Cramer
Memilih metode penyelesaian: 1

===== METODE ELIMINASI GAUSS =====
Matriks Gauss:
1.000   -1.000  2.000   -1.000  -1.000
0.000   1.000   -2.000  0.000   0.000
0.000   0.000   0.000   0.000   0.000
0.000   0.000   0.000   0.000   0.000

Solusi SPL:
x1 = -1.0 + d
x2 =  + 2.0c
x3 = c
x4 = d
```

c) SPL Eliminasi Gauss-Jordan

```
===== PILIH METODE/KAIDAH =====
1. Metode eliminasi Gauss
2. Metode eliminasi Gauss-Jordan
3. Metode matriks balikan
4. Kaidah Cramer
Memilih metode penyelesaian: 2

===== METODE ELIMINASI GAUSS-JORDAN =====
Matriks Gauss Jordan:
1.000   0.000   0.000   -1.000  -1.000
0.000   1.000   -2.000  0.000   0.000
0.000   0.000   0.000   0.000   0.000
0.000   0.000   0.000   0.000   0.000

Solusi SPL:
x1 = -1.0 + d
x2 =  + 2.0c
x3 = c
x4 = d
```

d) SPL Metode Matriks Balikan

```
===== PILIH METODE/KAIDAH =====
1. Metode eliminasi Gauss
2. Metode eliminasi Gauss-Jordan
3. Metode matriks balikan
4. Kaidah Cramer
Memilih metode penyelesaian: 3

===== METODE MATRIKS BALIKAN =====
Determinan matriks 0, tidak bisa dibalikkan
```

e) SPL Kaidah Cramer

```
===== PILIH METODE/KAIDAH =====
1. Metode eliminasi Gauss
2. Metode eliminasi Gauss-Jordan
3. Metode matriks balikan
4. Kaidah Cramer
Memilih metode penyelesaian: 4

===== KAIDAH CRAMER =====
Solusi SPL:
Solusi tidak dapat dicari menggunakan metode Cramer karena determinan matriks A adalah 0.
```

No 2b.

SPL

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

a) Hasil Input File

```
===== PILIHAN MENU =====
1. Sistem Persamaan Linear
2. Determinan
3. Matriks Balikan
4. Interpolasi Polinom
5. Interpolasi Bicubic Spline
6. Regresi Linear Berganda
7. Keluar
Memilih menu: 1

===== SISTEM PERSAMAAN LINEAR =====
===== PILIHAN READ MATRIX =====
1. Input manual
2. Baca dari file .txt (Pastikan bahwa .txt sudah ada di folder yang sesuai)
3. Matrix Hilbert
Cara input matriks: 2
Nama file lengkap dengan type file (e.g.: case1a.txt):
case2b.txt

Matrix:
2.000   0.000   8.000   0.000   8.000
0.000   1.000   0.000   4.000   6.000
-4.000  0.000   6.000   0.000   6.000
0.000   -2.000  0.000   3.000   -1.000
2.000   0.000   -4.000  0.000   -4.000
0.000   1.000   0.000   -2.000  0.000
```

b) SPL Eliminasi Gauss

```
===== PILIH METODE/KAIDAH =====
1. Metode eliminasi Gauss
2. Metode eliminasi Gauss-Jordan
3. Metode matriks balikan
4. Kaidah Cramer
Memilih metode penyelesaian: 1

===== METODE ELIMINASI GAUSS =====
Matriks Gauss:
1.000   0.000   4.000   0.000   4.000
0.000   1.000   0.000   4.000   6.000
0.000   0.000   1.000   0.000   1.000
0.000   0.000   0.000   1.000   1.000
0.000   0.000   0.000   0.000   0.000
0.000   0.000   0.000   0.000   0.000

Solusi SPL:
x1 = 0.0
x2 = 2.0
x3 = 1.0
x4 = 1.0
```

c) SPL Eliminasi Gauss-Jordan

```
===== PILIH METODE/KAIDAH =====
1. Metode eliminasi Gauss
2. Metode eliminasi Gauss-Jordan
3. Metode matriks balikan
4. Kaidah Cramer
Memilih metode penyelesaian: 2

===== METODE ELIMINASI GAUSS-JORDAN =====
Matriks Gauss Jordan:
1.000   0.000   0.000   0.000   0.000
0.000   1.000   0.000   0.000   2.000
0.000   0.000   1.000   0.000   1.000
0.000   0.000   0.000   1.000   1.000
0.000   0.000   0.000   0.000   0.000
0.000   0.000   0.000   0.000   0.000

Solusi SPL:
x1 = 0.0
x2 = 2.0
x3 = 1.0
x4 = 1.0
```

d) SPL Metode Matriks Balikan

```
===== PILIH METODE/KAIDAH =====
1. Metode eliminasi Gauss
2. Metode eliminasi Gauss-Jordan
3. Metode matriks balikan
4. Kaidah Cramer
Memilih metode penyelesaian: 3

===== METODE MATRIKS BALIKAN =====
Matriks tidak dapat diinverse karena ukuran matriks tidak n x n.
```

e) SPL Kaidah Cramer

```
===== PILIH METODE/KAIDAH =====
1. Metode eliminasi Gauss
2. Metode eliminasi Gauss-Jordan
3. Metode matriks balikan
4. Kaidah Cramer
Memilih metode penyelesaian: 4

===== KAIDAH CRAMER =====
Solusi tidak dapat dicari menggunakan metode Cramer karena ukuran matriks A tidak n x n.
```

No 3a.

SPL

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

a) Hasil Input File

```
===== PILIHAN MENU =====
1. Sistem Persamaan Linear
2. Determinan
3. Matriks Balikan
4. Interpolasi Polinom
5. Interpolasi Bicubic Spline
6. Regresi Linear Berganda
7. Keluar
Memilih menu: 1

===== SISTEM PERSAMAAN LINEAR =====
===== PILIHAN READ MATRIX =====
1. Input manual
2. Baca dari file .txt (Pastikan bahwa .txt sudah ada di folder yang sesuai)
3. Matrix Hilbert
Cara input matriks: 2
Nama file lengkap dengan type file (e.g.: case1a.txt):
case3a.txt

Matrix:
8.000   1.000   3.000   2.000   0.000
2.000   9.000   -1.000  -2.000  1.000
1.000   3.000   2.000   -1.000  2.000
1.000   0.000   6.000   4.000   3.000
```

b) SPL Eliminasi Gauss

```
===== PILIH METODE/KAIDAH =====
1. Metode eliminasi Gauss
2. Metode eliminasi Gauss-Jordan
3. Metode matriks balikan
4. Kaidah Cramer
Memilih metode penyelesaian: 1

===== METODE ELIMINASI GAUSS =====
Matriks Gauss:
1.000   0.125   0.375   0.250   0.000
0.000   1.000   -0.200  -0.286  0.114
0.000   0.000   1.000   -0.195  0.760
0.000   0.000   0.000   1.000   -0.258

Solusi SPL:
Matriks Gauss:
x1 = -0.224
x2 = 0.182
x3 = 0.709
x4 = -0.258
```

c) SPL Eliminasi Gauss-Jordan

```
===== PILIH METODE/KAIDAH =====
1. Metode eliminasi Gauss
2. Metode eliminasi Gauss-Jordan
3. Metode matriks balikan
4. Kaidah Cramer
Memilih metode penyelesaian: 1

===== METODE ELIMINASI GAUSS =====
Matriks Gauss:
1.000   0.125   0.375   0.250   0.000
0.000   1.000   -0.200  -0.286  0.114
0.000   0.000   1.000   -0.195  0.760
0.000   0.000   0.000   1.000   -0.258

Solusi SPL:
Matriks Gauss:
x1 = -0.224
x2 = 0.182
x3 = 0.709
x4 = -0.258
```

d) SPL Metode Matriks Balikan

```
===== PILIH METODE/KAIDAH =====
1. Metode eliminasi Gauss
2. Metode eliminasi Gauss-Jordan
3. Metode matriks balikan
4. Kaidah Cramer
Memilih metode penyelesaian: 3

===== METODE MATRIKS BALIKAN =====
Matriks tidak dapat diinverse karena ukuran matriks tidak n x n.
```

e) SPL Kaidah Cramer

```
===== PILIH METODE/KAIDAH =====
1. Metode eliminasi Gauss
2. Metode eliminasi Gauss-Jordan
3. Metode matriks balikan
4. Kaidah Cramer
Memilih metode penyelesaian: 4

===== KAIDAH CRAMER =====
Solusi SPL:
x1 = -0.224
x2 = 0.182
x3 = 0.709
x4 = -0.258
```

No 3b.

SPL

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

a) Hasil Input File

```
===== PILIHAN MENU =====
1. Sistem Persamaan Linear
2. Determinan
3. Matriks Balikan
4. Interpolasi Polinom
5. Interpolasi Bicubic Spline
6. Regresi Linear Berganda
7. Keluar
Memilih menu: 1

===== SISTEM PERSAMAAN LINEAR =====
===== PILIHAN READ MATRIX =====
1. Input manual
2. Baca dari file .txt (Pastikan bahwa .txt sudah ada di folder yang sesuai)
3. Matrix Hilbert
Cara input matriks: 2
Nama file lengkap dengan type file (e.g.: case1a.txt):
case3b.txt

Matrix:
0.000   0.000   0.000   0.000   0.000   0.000   1.000   1.000   1.000   13.000
0.000   0.000   0.000   1.000   1.000   1.000   0.000   0.000   0.000   15.000
1.000   1.000   1.000   0.000   0.000   0.000   0.000   0.000   0.000   8.000
0.000   0.000   0.043   0.000   0.043   0.750   0.043   0.750   0.614   14.790
0.000   0.250   0.914   0.250   0.914   0.250   0.914   0.250   0.000   14.310
0.614   0.750   0.043   0.750   0.043   0.000   0.043   0.000   0.000   3.810
0.000   0.000   1.000   0.000   0.000   1.000   0.000   0.000   1.000   18.000
0.000   1.000   0.000   0.000   1.000   0.000   0.000   1.000   0.000   12.000
1.000   0.000   0.000   1.000   0.000   0.000   1.000   0.000   0.000   6.000
0.043   0.750   0.614   0.000   0.043   0.750   0.000   0.000   0.043   10.510
0.914   0.250   0.000   0.250   0.914   0.250   0.000   0.250   0.914   16.130
0.043   0.000   0.000   0.750   0.043   0.000   0.614   0.750   0.043   7.040
```

b) SPL Eliminasi Gauss

```
===== PILIH METODE/KAIDAH =====
1. Metode eliminasi Gauss
2. Metode eliminasi Gauss-Jordan
3. Metode matriks balikan
4. Kaidah Cramer
Memilih metode penyelesaian: 1

Matriks Gauss:
1.000   1.000   1.000   0.000   0.000   0.000   0.000   0.000   0.000   8.000
0.000   1.000   3.657   1.000   3.657   1.000   3.657   1.000   0.000   57.240
0.000   0.000   1.000   0.000   1.000   17.487  1.000   17.487  14.315  344.836
0.000   0.000   0.000   1.000   1.000   1.000   0.000   0.000   0.000   15.000
0.000   0.000   0.000   0.000   1.000   -161546268097193376.000 -5530060054440778.000   -167076328151634144.000 -137773989069044560.000 -3155896505272857100.000
0.000   0.000   0.000   0.000   0.000   1.000   0.034   1.034   0.853   19.536
0.000   0.000   0.000   0.000   0.000   0.000   1.000   1.000   1.000   13.000
0.000   0.000   0.000   0.000   0.000   0.000   0.000   1.000   17.000  13.000
0.000   0.000   0.000   0.000   0.000   0.000   0.000   0.000   1.000   -16.000
0.000   0.000   0.000   0.000   0.000   0.000   0.000   0.000   0.000   1.000
0.000   0.000   0.000   0.000   0.000   0.000   0.000   0.000   0.000   0.000
0.000   0.000   0.000   0.000   0.000   0.000   0.000   0.000   0.000   0.000

===== METODE ELIMINASI GAUSS =====
Matriks tidak memiliki solusi.
```

c) SPL Eliminasi Gauss-Jordan

```
===== PILIH METODE/KAIDAH =====
1. Metode eliminasi Gauss
2. Metode eliminasi Gauss-Jordan
3. Metode matriks balikan
4. Kaidah Cramer
Memilih metode penyelesaian: 2

===== METODE ELIMINASI GAUSS-JORDAN =====
Matriks Gauss Jordan:
1.000   0.000   0.000   0.000   0.000   0.000   0.000   0.000   0.000   0.000
0.000   1.000   0.000   0.000   0.000   0.000   0.000   0.000   0.000   0.000
0.000   0.000   1.000   0.000   0.000   0.000   0.000   0.000   0.000   0.000
0.000   0.000   0.000   1.000   0.000   0.000   0.000   0.000   0.000   0.000
0.000   0.000   0.000   0.000   1.000   0.000   0.000   0.000   0.000   0.000
0.000   0.000   0.000   0.000   0.000   1.000   0.000   0.000   0.000   0.000
0.000   0.000   0.000   0.000   0.000   0.000   1.000   0.000   0.000   0.000
0.000   0.000   0.000   0.000   0.000   0.000   0.000   1.000   0.000   0.000
0.000   0.000   0.000   0.000   0.000   0.000   0.000   0.000   1.000   0.000
0.000   0.000   0.000   0.000   0.000   0.000   0.000   0.000   0.000   1.000
0.000   0.000   0.000   0.000   0.000   0.000   0.000   0.000   0.000   0.000
0.000   0.000   0.000   0.000   0.000   0.000   0.000   0.000   0.000   0.000

Matriks tidak memiliki solusi.
```

d) SPL Metode Matriks Balikan

```
===== PILIH METODE/KAIDAH =====
1. Metode eliminasi Gauss
2. Metode eliminasi Gauss-Jordan
3. Metode matriks balikan
4. Kaidah Cramer
Memilih metode penyelesaian: 3

===== METODE MATRIKS BALIKAN =====
SPL tidak bisa diselesaikan karena antara determinan bernilai 0 atau tidak berbentuk persegi.
```

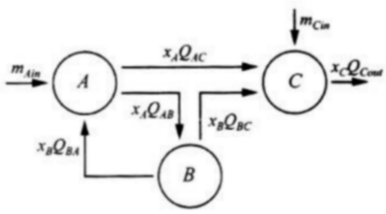
e) SPL Kaidah Cramer

```
===== PILIH METODE/KAIDAH =====
1. Metode eliminasi Gauss
2. Metode eliminasi Gauss-Jordan
3. Metode matriks balikan
4. Kaidah Cramer
Memilih metode penyelesaian: 4

===== KAIDAH CRAMER =====
Solusi tidak dapat dicari menggunakan metode Cramer karena ukuran matriks A tidak n x n.
```

No 4.

SPL

Lihatlah sistem reaktor pada gambar berikut.



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

$$
\begin{aligned}
&\text{A:} \quad m_{A_{in}} + Q_{BA}x_B - Q_{AB}x_A - Q_{AC}x_A = 0 \\
&\text{B:} \quad Q_{AB}x_A - Q_{BA}x_B - Q_{BC}x_B = 0 \\
&\text{C:} \quad m_{C_{in}} + Q_{AC}x_A + Q_{BC}x_B - Q_{C_{out}}x_C = 0
\end{aligned}
$$

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

a) Hasil Input File

```
===== PILIHAN MENU =====
1. Sistem Persamaan Linear
2. Determinan
3. Matriks Balikan
4. Interpolasi Polinom
5. Interpolasi Bicubic Spline
6. Regresi Linear Berganda
7. Keluar
Memilih menu: 1

===== SISTEM PERSAMAAN LINEAR =====
===== PILIHAN READ MATRIX =====
1. Input manual
2. Baca dari file .txt (Pastikan bahwa .txt sudah ada di folder yang sesuai)
3. Matrix Hilbert
Cara input matriks: 2
Nama file lengkap dengan type file (e.g.: case1a.txt):
case4.txt

Matrix:
1300.000        60.000  -40.000 -80.000 0.000
0.000   40.000  -60.000 -20.000 0.000
200.000 80.000  20.000  -150.000        0.000
```

b) SPL Eliminasi Gauss

```
===== PILIH METODE/KAIDAH =====
1. Metode eliminasi Gauss
2. Metode eliminasi Gauss-Jordan
3. Metode matriks balikan
4. Kaidah Cramer
Memilih metode penyelesaian: 1

===== METODE ELIMINASI GAUSS =====
Matriks Gauss:
1.000   0.046   -0.031  -0.062  0.000
0.000   1.000   -1.500  -0.500  0.000
0.000   0.000   1.000   -0.773  0.000

Solusi SPL:
x1 = 0.008720930232558148d
x2 = 1.6598837209302322d
x3 = 0.7732558139534882d
x4 = d
```

c) SPL Eliminasi Gauss-Jordan

```
===== PILIH METODE/KAIDAH =====
1. Metode eliminasi Gauss
2. Metode eliminasi Gauss-Jordan
3. Metode matriks balikan
4. Kaidah Cramer
Memilih metode penyelesaian: 2

===== METODE ELIMINASI GAUSS-JORDAN =====
Matriks Gauss Jordan:
1.000   0.000   0.000   -0.009  0.000
0.000   1.000   0.000   -1.660  0.000
0.000   0.000   1.000   -0.773  0.000

Solusi SPL:
x1 = 0.008720930232558148d
x2 = 1.6598837209302322d
x3 = 0.7732558139534882d
x4 = d
```

d) SPL Metode Matriks Balikan

```
===== PILIH METODE/KAIDAH =====
1. Metode eliminasi Gauss
2. Metode eliminasi Gauss-Jordan
3. Metode matriks balikan
4. Kaidah Cramer
Memilih metode penyelesaian: 3

===== METODE MATRIKS BALIKAN =====
SPL tidak bisa diselesaikan karena antara determinan bernilai 0 atau tidak berbentuk persegi.
```

e) SPL Kaidah Cramer

```
===== PILIH METODE/KAIDAH =====
1. Metode eliminasi Gauss
2. Metode eliminasi Gauss-Jordan
3. Metode matriks balikan
4. Kaidah Cramer
Memilih metode penyelesaian: 4

===== KAIDAH CRAMER =====
Solusi tidak dapat dicari menggunakan metode Cramer karena ukuran matriks A tidak n x n.
```

No 5aa. Interpolasi Polinom

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

$x = 0.2$

Hasil Interpolasi Polinom

```
===== PILIHAN MENU =====
1. Sistem Persamaan Linear
2. Determinan
3. Matriks Balikan
4. Interpolasi Polinom
5. Interpolasi Bicubic Spline
6. Regresi Linear Berganda
7. Keluar
Memilih menu: 4

===== INTERPOLASI POLINOM =====
===== PILIHAN READ MATRIX =====
1. Input manual
2. Baca dari file .txt (Pastikan bahwa .txt sudah ada di folder yang sesuai)
3. Matrix Hilbert
Cara input matriks: 2
Nama file lengkap dengan type file (e.g.: case1a.txt):
case5aa.txt

Matrix:
0.100   0.003
0.300   0.067
0.500   0.148
0.700   0.248
0.900   0.370
1.100   0.518
1.300   0.697

Nilai x yang ditaksir: 0.2

P(x) = 0.100 + 0.300x + 0.500x^2 + 0.700x^3 + 0.900x^4 + 1.100x^5 + 1.300x^6
P(0.2) = 0.0330
```

No 5ab. Interpolasi Polinom

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

$x = 0.55$

Hasil Interpolasi Polinom

```
===== PILIHAN MENU =====
1. Sistem Persamaan Linear
2. Determinan
3. Matriks Balikan
4. Interpolasi Polinom
5. Interpolasi Bicubic Spline
6. Regresi Linear Berganda
7. Keluar
Memilih menu: 4

===== INTERPOLASI POLINOM =====
===== PILIHAN READ MATRIX =====
1. Input manual
2. Baca dari file .txt (Pastikan bahwa .txt sudah ada di folder yang sesuai)
3. Matrix Hilbert
Cara input matriks: 2
Nama file lengkap dengan type file (e.g.: case1a.txt):
case5ab.txt

Matrix:
0.100   0.003
0.300   0.067
0.500   0.148
0.700   0.248
0.900   0.370
1.100   0.518
1.300   0.697

Nilai x yang ditaksir: 0.55

P(x) = 0.100 + 0.300x + 0.500x^2 + 0.700x^3 + 0.900x^4 + 1.100x^5 + 1.300x^6
P(0.55) = 0.1711
```

No 5ac.

Interpolasi Polinom

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

$x = 0.85$

Hasil Interpolasi Polinom

	`` ===== PILIHAN MENU ===== 1. Sistem Persamaan Linear 2. Determinan 3. Matriks Balikan 4. Interpolasi Polinom 5. Interpolasi Bicubic Spline 6. Regresi Linear Berganda 7. Keluar Memilih menu: 4 ===== INTERPOLASI POLINOM ===== ===== PILIHAN READ MATRIX ===== 1. Input manual 2. Baca dari file .txt (Pastikan bahwa .txt sudah ada di folder yang sesuai) 3. Matrix Hilbert Cara input matriks: 2 Nama file lengkap dengan type file (e.g.: case1a.txt): case5ac.txt Matrix: 0.100 0.003 0.300 0.067 0.500 0.148 0.700 0.248 0.900 0.370 1.100 0.518 1.300 0.697 Nilai x yang ditaksir: 0.85 P(x) = 0.100 + 0.300x + 0.500x^2 + 0.700x^3 + 0.900x^4 + 1.100x^5 + 1.300x^6 P(0.85) = 0.3372 ```
No 5ad. **Interpolasi** **Polinom**	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 | **x = 1.28** **Hasil Interpolasi Polinom**

	(see code block below)

```
===== PILIHAN MENU =====
1. Sistem Persamaan Linear
2. Determinan
3. Matriks Balikan
4. Interpolasi Polinom
5. Interpolasi Bicubic Spline
6. Regresi Linear Berganda
7. Keluar
Memilih menu: 4

===== INTERPOLASI POLINOM =====
===== PILIHAN READ MATRIX =====
1. Input manual
2. Baca dari file .txt (Pastikan bahwa .txt sudah ada di folder yang sesuai)
3. Matrix Hilbert
Cara input matriks: 2
Nama file lengkap dengan type file (e.g.: case1a.txt):
case5ad.txt

Matrix:
0.100   0.003
0.300   0.067
0.500   0.148
0.700   0.248
0.900   0.370
1.100   0.518
1.300   0.697

Nilai x yang ditaksir: 1.28

P(x) = 0.100 + 0.300x + 0.500x^2 + 0.700x^3 + 0.900x^4 + 1.100x^5 + 1.300x^6
P(1.28) = 0.6775
```

No 5ba.

Interpolasi Polinom

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

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

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

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

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

Tanggal (desimal) = 6 + (17/30) = 6,567

Tanggal (desimal) = 16/07/2022 = 7.516

```
===== PILIHAN MENU =====
1. Sistem Persamaan Linear
3. Matriks Balikan
4. Interpolasi Polinom
5. Interpolasi Bicubic Spline
6. Regresi Linear Berganda
7. Keluar
Memilih menu: 4

===== INTERPOLASI POLINOM =====
===== PILIHAN READ MATRIX =====
1. Input manual
2. Baca dari file .txt (Pastikan bahwa .txt sudah ada di folder yang sesuai)
3. Matrix Hilbert
Cara input matriks: 2

Jenis input ingin dari file atau dari user?
Jika dari user silakan ketik 1, jika dari file silakan ketik 2
2
Nama file lengkap dengan type file (e.g.: case1a.txt):
case5ba.txt

Matrix:
6.567   12624.000
7.000   21807.000
7.258   38391.000
7.451   54517.000
7.548   51952.000
7.839   28228.000
8.161   35764.000
8.484   20813.000
8.709   12408.000
9.000   10534.000

Nilai x yang ditaksir: 7.516

P(x) = 7187066071661.201 - 9346993079173.438x + 5334203055240.578x^2 - 1756810186361.356x^3 + 368550807
175.535x^4 - 51131876760.133x^5 + 4695806315.429x^6 - 275474539.421x^7 + 9372849.239x^8 - 140993.712x^9

P(7.516) = 53566.8086
```

No 5bb.

Interpolasi

Polinom

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

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

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

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

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

Tanggal (desimal) = 6 + (17/30) = 6,567

Tanggal (desimal) = 10/08/2022 = 8.323

```
===== PILIHAN MENU =====
1. Sistem Persamaan Linear
2. Determinan
3. Matriks Balikan
4. Interpolasi Polinom
5. Interpolasi Bicubic Spline
6. Regresi Linear Berganda
7. Keluar
Memilih menu: 4

===== INTERPOLASI POLINOM =====
===== PILIHAN READ MATRIX =====
1. Input manual
2. Baca dari file .txt (Pastikan bahwa .txt sudah ada di folder yang sesuai)
3. Matrix Hilbert
Cara input matriks: 2

Jenis input ingin dari file atau dari user?
Jika dari user silakan ketik 1, jika dari file silakan ketik 2
2
Nama file lengkap dengan type file (e.g.: case1a.txt):
case5bb.txt

Matrix:
6.567   12624.000
7.000   21807.000
7.258   38391.000
7.451   54517.000
7.548   51952.000
7.839   28228.000
8.161   35764.000
8.484   20813.000
8.709   12408.000
9.000   10534.000

Nilai x yang ditaksir: 8.323

P(x) = 7187066071661.201 - 9346993079173.438x + 5334203055240.578x^2 - 1756810186361.356x^3 + 368550807
175.535x^4 - 51131876760.133x^5 + 4695806315.429x^6 - 275474539.421x^7 + 9372849.239x^8 - 140993.712x^9
P(8.323) = 36331.7227
```

No 5bc. Interpolasi Polinom

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

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

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

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

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

Tanggal (desimal) = 6 + (17/30) = 6,567

Tanggal (desimal) = 05/09/2022 = 9.167

```
===== PILIHAN MENU =====
1. Sistem Persamaan Linear
2. Determinan
4. Interpolasi Polinom
5. Interpolasi Bicubic Spline
6. Regresi Linear Berganda
7. Keluar
Memilih menu: 4

===== INTERPOLASI POLINOM =====
===== PILIHAN READ MATRIX =====
1. Input manual
2. Baca dari file .txt (Pastikan bahwa .txt sudah ada di folder yang sesuai)
3. Matrix Hilbert
Cara input matriks: 2

Jenis input ingin dari file atau dari user?
Jika dari user silakan ketik 1, jika dari file silakan ketik 2
2
Nama file lengkap dengan type file (e.g.: case1a.txt):
case5bc.txt

Matrix:
6.567   12624.000
7.000   21807.000
7.258   38391.000
7.451   54517.000
7.548   51952.000
7.839   28228.000
8.161   35764.000
8.484   20813.000
8.709   12408.000
9.000   10534.000

Nilai x yang ditaksir: 9.167

P(x) = 7187066071661.201 - 9346993079173.438x + 5334203055240.578x^2 - 1756810186361.356x^3 + 368550807
175.535x^4 - 51131876760.133x^5 + 4695806315.429x^6 - 275474539.421x^7 + 9372849.239x^8 - 140993.712x^9
P(9.167) = -667646.2188
```

No 5bd. Interpolasi Polinom

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

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

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

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

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

Tanggal (desimal) = 6 + (17/30) = 6,567

Tanggal adalah input dari user

Misalkan

Tanggal (desimal) = 13/11/2022 = 11.433

```
===== PILIHAN MENU =====
1. Sistem Persamaan Linear
2. Determinan
3. Matriks Balikan
4. Interpolasi Polinom
5. Interpolasi Bicubic Spline
6. Regresi Linear Berganda
7. Keluar
Memilih menu: 4

===== INTERPOLASI POLINOM =====
===== PILIHAN READ MATRIX =====
1. Input manual
2. Baca dari file .txt (Pastikan bahwa .txt sudah ada di folder yang sesuai)
3. Matrix Hilbert
Cara input matriks: 2

Jenis input ingin dari file atau dari user?
Jika dari user silakan ketik 1, jika dari file silakan ketik 2
1
Nama file lengkap dengan type file (e.g.: case1a.txt):
case5b.txt
Matrix:
6.567   12624.000
7.000   21807.000
7.258   38391.000
7.451   54517.000
7.548   51952.000
7.839   28228.000
8.161   35764.000
8.484   20813.000
8.709   12408.000
9.000   10534.000

x yang ingin dicari nilai taksirannya: 11.433

P(x) = 7187066071661.201 - 9346993079173.438x + 5334203055240.578x^2 - 1756810186361.356x^3 + 368550807
175.535x^4 - 51131876760.133x^5 + 4695806315.429x^6 - 275474539.421x^7 + 9372849.239x^8 - 140993.712x^9
P(11.433) = -24097997321.7500
```

No 5c. Interpolasi Polinom

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

Dengan contoh input taksiran dari user adalah x = 2.8

```
===== PILIHAN MENU =====
1. Sistem Persamaan Linear
2. Determinan
3. Matriks Balikan
4. Interpolasi Polinom
5. Interpolasi Bicubic Spline
6. Regresi Linear Berganda
7. Keluar
Memilih menu: 4

===== INTERPOLASI POLINOM =====
===== PILIHAN READ MATRIX =====
1. Input manual
2. Baca dari file .txt (Pastikan bahwa .txt sudah ada di folder yang sesuai)
3. Matrix Hilbert (khusus SPL)
Cara input matriks: 4
Input pilihan salah, silakan input ulang.
===== PILIHAN READ MATRIX =====
1. Input manual
2. Baca dari file .txt (Pastikan bahwa .txt sudah ada di folder yang sesuai)
3. Matrix Hilbert (khusus SPL)
Cara input matriks: 2

Jenis input ingin dari file atau dari user?
Jika dari user silakan ketik 1, jika dari file silakan ketik 2
1
Nama file lengkap dengan type file (e.g.: case1a.txt):
case5c.txt
Matrix:
0.000   0.000
0.400   0.419
0.800   0.507
1.200   0.561
1.600   0.584
2.000   0.577

x yang ingin dicari nilai taksirannya: 2.8

P(x) = 0.000 + 2.035x - 3.553x^2 + 3.237x^3 - 1.421x^4 + 0.236x^5
P(2.8) = 2.2084
```

No 6.

Regresi Linier Berganda

Diberikan sekumpulan data sesuai pada tabel berikut ini.

Table 12.1: Data for Example 12.1

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

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

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

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

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

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

$$1530.4b_0 + 67000.09b_1 + 117912.32b_2 + 44976.867b_3 = 1483.437$$
$$587.84b_0 + 25283.395b_1 + 44976.867b_2 + 17278.5086b_3 = 571.1219$$

x1 = 50, x2 = 76, x3 = 29.30

```
===== PILIHAN MENU =====
1. Sistem Persamaan Linear
2. Determinan
3. Matriks Balikan
4. Interpolasi Polinom
5. Interpolasi Bicubic Spline
6. Regresi Linear Berganda
7. Keluar
Memilih menu: 6

===== PILIHAN READ MATRIX =====
1. Input manual
2. Baca dari file .txt (Pastikan bahwa .txt sudah ada di folder yang sesuai)
3. Matrix Hilbert
Cara input matriks: 2
Nama file lengkap dengan type file (e.g.: case1a.txt):
case6a.txt

Matrix:
72.400  76.300  29.180  0.900
41.600  70.300  29.350  0.910
34.300  77.100  29.240  0.960
35.100  68.000  29.270  0.890
10.700  79.000  29.780  1.000
12.900  67.400  29.390  1.100
8.300   66.800  29.690  1.150
20.100  76.900  29.480  1.030
72.200  77.700  29.090  0.770
24.000  67.700  29.600  1.070
23.200  76.800  29.380  1.070
47.400  86.600  29.350  0.940
31.500  76.900  29.630  1.100
10.600  86.300  29.560  1.100
11.200  86.000  29.480  1.100
73.300  76.300  29.400  0.910
75.400  77.900  29.280  0.870
96.600  78.700  29.290  0.780
107.400 86.800  29.030  0.820
54.900  70.900  29.370  0.950
```

```
Matriks persamaan regresi linearnya adalah
20.000  863.100 1530.400        587.840 19.420
863.100 54876.890       67000.090       25283.395       779.477
1530.400        67000.090       117912.320      44976.867       1483.437
587.840 25283.395       44976.867       17278.509       571.122

f(x) = -3.508 - 0.003x1 + 0.001x2 + 0.154x3
Hasil taksirannya adalah -3.5783
```

No 7a.

Interpolasi *Bicubic Spline*

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

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

Tentukan nilai:

$f(0, 0) = ?$
$f(0.5, 0.5) = ?$
$f(0.25, 0.75) = ?$
$f(0.1, 0.9) = ?$

f(0 , 0)

```
===== PILIHAN MENU =====
1. Sistem Persamaan Linear
2. Determinan
3. Matriks Balikan
4. Interpolasi Polinom
5. Interpolasi Bicubic Spline
6. Regresi Linear Berganda
7. Keluar
Memilih menu: 5

===== INTERPOLASI BICUBIC SPLINE =====
Nama file lengkap dengan type file (e.g.: case1a.txt):
case7a.txt
Matrix:
21.000  98.000  125.000 153.000
51.000  101.000 161.000 59.000
0.000   42.000  72.000  210.000
16.000  12.000  81.000  96.000

Taksiran:
0.000   0.000

f(0.0 , 0.0) = 21.0
```

No 7b.

Interpolasi

Bicubic Spline

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

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

Tentukan nilai:

$f(0, 0) = ?$

$f(0.5, 0.5) = ?$

$f(0.25, 0.75) = ?$

$f(0.1, 0.9) = ?$

f(0.5 , 0.5)

<table>
<tr>
<td></td>
<td>

```
===== PILIHAN MENU =====
1. Sistem Persamaan Linear
2. Determinan
3. Matriks Balikan
4. Interpolasi Polinom
5. Interpolasi Bicubic Spline
6. Regresi Linear Berganda
7. Keluar
Memilih menu: 5

===== INTERPOLASI BICUBIC SPLINE =====
Nama file lengkap dengan type file (e.g.: case1a.txt):
case7b.txt
Matrix:
21.000  98.000  125.000 153.000
51.000  101.000 161.000 59.000
0.000   42.000  72.000  210.000
16.000  12.000  81.000  96.000

Taksiran:
0.500   0.500

f(0.5 , 0.5) = 87.796875
```

</td>
</tr>
<tr>
<td>

No 7c.

Interpolasi

Bicubic Spline

</td>
<td>

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

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

Tentukan nilai:

$f(0, 0) = ?$
$f(0.5, 0.5) = ?$
$f(0.25, 0.75) = ?$
$f(0.1, 0.9) = ?$

f(0.25 , 0.75)

</td>
</tr>
</table>

	`` ===== PILIHAN MENU ===== 1. Sistem Persamaan Linear 2. Determinan 3. Matriks Balikan 4. Interpolasi Polinom 5. Interpolasi Bicubic Spline 6. Regresi Linear Berganda 7. Keluar Memilih menu: 5 ===== INTERPOLASI BICUBIC SPLINE ===== Nama file lengkap dengan type file (e.g.: case1a.txt): case7c.txt Matrix: 21.000 98.000 125.000 153.000 51.000 101.000 161.000 59.000 0.000 42.000 72.000 210.000 16.000 12.000 81.000 96.000 Taksiran: 0.250 0.750 f(0.25 , 0.75) = 117.732177734375 ```
No 7d. **Interpolasi** ***Bicubic Spline***	Diberikan matriks input dengan bentuk sebagai berikut. Format matriks masukan bukan mewakili nilai matriks, tetapi mengikuti format masukan pada bagian "Spesifikasi Tugas" nomor 7. $\begin{pmatrix} 21 & 98 & 125 & 153 \\ 51 & 101 & 161 & 59 \\ 0 & 42 & 72 & 210 \\ 16 & 12 & 81 & 96 \end{pmatrix}$ Tentukan nilai: $f(0, 0) = ?$ $f(0.5, 0.5) = ?$ $f(0.25, 0.75) = ?$ $f(0.1, 0.9) = ?$ **f(0.1 , 0.9)**

<table>
<tr>
<td></td>
<td>

```
======= FUNGSI INTERPOLASI BICUBIC ======
f(0.25 , 0.75) = 117.732177734375

===== PILIHAN MENU =====
1. Sistem Persamaan Linear
2. Determinan
3. Matriks Balikan
4. Interpolasi Polinom
5. Interpolasi Bicubic Spline
6. Regresi Linear Berganda
7. Keluar
Memilih menu: 5

===== INTERPOLASI BICUBIC SPLINE =====
Nama file lengkap dengan type file (e.g.: case1a.txt):
case7d.txt
Matrix:
21.000  98.000  125.000 153.000
51.000  101.000 161.000 59.000
0.000   42.000  72.000  210.000
16.000  12.000  81.000  96.000

Taksiran:
0.100   0.900

f(0.1 , 0.9) = 128.57518700000003
```

</td>
</tr>
<tr>
<td>

Determinan

(File a)

</td>
<td>

```
Algeo01-22042 > src > test > case8a.txt
1    1 3 1 5 3
2    -2 -7 0 -4 2
3    0 0 1 0 1
4    0 0 2 1 1
5    0 0 0 1 1
```

(Case yang dibuat)

a) **Hasil Input File**

</td>
</tr>
</table>

```
===== PILIHAN MENU =====
1. Sistem Persamaan Linear
2. Determinan
3. Matriks Balikan
4. Interpolasi Polinom
5. Interpolasi Bicubic Spline
6. Regresi Linear Berganda
7. Keluar
Memilih menu: 2

===== DETERMINAN =====
===== PILIHAN READ MATRIX =====
1. Input manual
2. Baca dari file .txt (Pastikan bahwa .txt sudah ada di folder yang sesuai)
3. Matrix Hilbert
Cara input matriks: 2
Nama file lengkap dengan type file (e.g.: case1a.txt):
case8a.txt

Matrix:
1.000   3.000   1.000   5.000   3.000
-2.000  -7.000  0.000   -4.000  2.000
0.000   0.000   1.000   0.000   1.000
0.000   0.000   2.000   1.000   1.000
0.000   0.000   0.000   1.000   1.000
```

b) Determinan Reduksi Baris (Upper- Triangular)

```
===== PILIHAN METODE/KAIDAH =====
1. Metode eliminasi upper-triangular
2. Metode eliminasi lower-triangular
3. Metode kofaktor
Memilih metode penyelesaian: 1

==== METODE ELIMINASI UPPER-TRIANGULAR ====
Determinannya adalah -2.000
```

c) Determinan Reduksi Baris (Lower-Triangular)

```
===== PILIHAN METODE/KAIDAH =====
1. Metode eliminasi upper-triangular
2. Metode eliminasi lower-triangular
3. Metode kofaktor
Memilih metode penyelesaian: 2

==== METODE ELIMINASI LOWER-TRIANGULAR ====
Determinannya adalah -2.000
```

d) Determinan Kofaktor

```
===== PILIHAN METODE/KAIDAH =====
1. Metode eliminasi upper-triangular
2. Metode eliminasi lower-triangular
3. Metode kofaktor
Memilih metode penyelesaian: 3

==== METODE KOFAKTOR ====
Pilih indeks baris/kolom yang ingin dihitung:
1

Matrix cofactornya:
-14.000 4.000   0.000   0.000   0.000
-6.000  2.000   0.000   0.000   0.000
8.000   -4.000  0.000   2.000   -2.000
3.000   0.000   -1.000  -1.000  1.000
43.000  -12.000 1.000   -1.000  -1.000

Index merupakan baris/kolom?
Jika baris ketik '1'
Jika kolom ketik '2'
2
Determinan matriks ini adalah -2.000
```

Determinan (File b)

```
Algeo01-22042 > src > test > case8b.txt
1    4 2 5 6 2
2    2 5 1 2 5
3    1 2 5 1 6
```

(Case yang dibuat)

a) Hasil Input File

```
===== PILIHAN MENU =====
1. Sistem Persamaan Linear
2. Determinan
3. Matriks Balikan
4. Interpolasi Polinom
5. Interpolasi Bicubic Spline
6. Regresi Linear Berganda
7. Keluar
Memilih menu: 2

===== DETERMINAN =====
===== PILIHAN READ MATRIX =====
1. Input manual
2. Baca dari file .txt (Pastikan bahwa .txt sudah ada di folder yang sesuai)
3. Matrix Hilbert
Cara input matriks: 2
Nama file lengkap dengan type file (e.g.: case1a.txt):
case8b.txt

Matrix:
4.000   2.000   5.000   6.000   2.000
2.000   5.000   1.000   2.000   5.000
1.000   2.000   5.000   1.000   6.000
```

b) Determinan Reduksi Baris (Upper- Triangular)

```
===== PILIHAN METODE/KAIDAH =====
1. Metode eliminasi upper-triangular
2. Metode eliminasi lower-triangular
3. Metode kofaktor
Memilih metode penyelesaian: 1

==== METODE ELIMINASI UPPER-TRIANGULAR ====
Matriks tidak memiliki determinan karena tidak berukuran n x n.
```

c) Determinan Reduksi Baris (Lower-Triangular)

```
===== PILIHAN METODE/KAIDAH =====
1. Metode eliminasi upper-triangular
2. Metode eliminasi lower-triangular
3. Metode kofaktor
Memilih metode penyelesaian: 2

==== METODE ELIMINASI LOWER-TRIANGULAR ====
Matriks tidak memiliki determinan karena tidak berukuran n x n.
```

d) Determinan Kofaktor

```
===== PILIHAN METODE/KAIDAH =====
1. Metode eliminasi upper-triangular
2. Metode eliminasi lower-triangular
3. Metode kofaktor
Memilih metode penyelesaian: 3

==== METODE KOFAKTOR ====
Matriks tidak memiliki determinan karena tidak berukuran n x n.
```

Determinan (File c)

Algeo01-22042 > src > test > case8a.txt

```
1 3 1 5 3
-2 -7 0 -4 2
0 0 1 0 1
0 0 2 1 1
0 0 0 1 1
```

(Case yang dibuat)

a) Hasil Input File

	`` ===== PILIHAN MENU ===== 1. Sistem Persamaan Linear 2. Determinan 3. Matriks Balikan 4. Interpolasi Polinom 5. Interpolasi Bicubic Spline 6. Regresi Linear Berganda 7. Keluar Memilih menu: 2 ===== DETERMINAN ===== ===== PILIHAN READ MATRIX ===== 1. Input manual 2. Baca dari file .txt (Pastikan bahwa .txt sudah ada di folder yang sesuai) 3. Matrix Hilbert Cara input matriks: 2 Nama file lengkap dengan type file (e.g.: case1a.txt): case8c.txt Matrix: 1.000 2.000 3.000 0.000 0.000 0.000 2.000 6.000 -4.000 ``` **b) Determinan Reduksi Baris (Upper- Triangular)** ``` ===== PILIHAN METODE/KAIDAH ===== 1. Metode eliminasi upper-triangular 2. Metode eliminasi lower-triangular 3. Metode kofaktor Memilih metode penyelesaian: 1 ==== METODE ELIMINASI UPPER-TRIANGULAR ==== Determinannya adalah 0.000 ``` **c) Determinan Reduksi Baris (Lower-Triangular)** ``` ===== PILIHAN METODE/KAIDAH ===== 1. Metode eliminasi upper-triangular 2. Metode eliminasi lower-triangular 3. Metode kofaktor Memilih metode penyelesaian: 2 ==== METODE ELIMINASI LOWER-TRIANGULAR ==== Determinannya adalah 0.000 ``` **d) Determinan Kofaktor**

```
===== PILIHAN METODE/KAIDAH =====
1. Metode eliminasi upper-triangular
2. Metode eliminasi lower-triangular
3. Metode kofaktor
Memilih metode penyelesaian: 3

==== METODE KOFAKTOR ====
Pilih indeks baris/kolom yang ingin dihitung:
0

Matrix cofactornya:
0.000   0.000   0.000
26.000  -10.000 -2.000
0.000   0.000   0.000

Index merupakan baris/kolom?
Jika baris ketik '1'
Jika kolom ketik '2'
2
Determinan matriks ini adalah 0.000
```

Matriks Balikan

(File a)

```
Algeo01-22042 > src > test > case8a.txt
1 3 1 5 3
-2 -7 0 -4 2
0 0 1 0 1
0 0 2 1 1
0 0 0 1 1
```

(Case yang dibuat)

a) Matriks Inverse Metode Eliminasi Gauss-Jordan

```
===== PILIHAN MENU =====
1. Sistem Persamaan Linear
2. Determinan
3. Matriks Balikan
4. Interpolasi Polinom
5. Interpolasi Bicubic Spline
6. Regresi Linear Berganda
7. Keluar
Memilih menu: 3

===== MATRIKS BALIKAN =====
===== PILIHAN READ MATRIX =====
1. Input manual
2. Baca dari file .txt (Pastikan bahwa .txt sudah ada di folder yang sesuai)
3. Matrix Hilbert
Cara input matriks: 2
Nama file lengkap dengan type file (e.g.: case1a.txt):
case8a.txt

Matrix:
1.000   3.000   1.000   5.000   3.000
-2.000  -7.000  0.000   -4.000  2.000
0.000   0.000   1.000   0.000   1.000
0.000   0.000   2.000   1.000   1.000
0.000   0.000   0.000   1.000   1.000

===== PILIH METODE =====
1. Metode eliminasi Gauss-Jordan
2. Metode kofaktor
Memilih metode penyelesaian: 1

===== METODE ELIMINASI GAUSS-JORDAN =====
7.000   3.000   -4.000  -1.500  -21.500
-2.000  -1.000  2.000   0.000   6.000
0.000   0.000   0.000   0.500   -0.500
0.000   0.000   -1.000  0.500   0.500
0.000   0.000   1.000   -0.500  0.500
```

b) Matriks Inverse Metode Kofaktor

```
===== PILIHAN MENU =====
1. Sistem Persamaan Linear
2. Determinan
3. Matriks Balikan
4. Interpolasi Polinom
5. Interpolasi Bicubic Spline
6. Regresi Linear Berganda
7. Keluar
Memilih menu: 3

===== MATRIKS BALIKAN =====
===== PILIHAN READ MATRIX =====
1. Input manual
2. Baca dari file .txt (Pastikan bahwa .txt sudah ada di folder yang sesuai)
3. Matrix Hilbert
Cara input matriks: 2
Nama file lengkap dengan type file (e.g.: case1a.txt):
case8a.txt

Matrix:
1.000   3.000   1.000   5.000   3.000
-2.000  -7.000  0.000   -4.000  2.000
0.000   0.000   1.000   0.000   1.000
0.000   0.000   2.000   1.000   1.000
0.000   0.000   0.000   1.000   1.000

===== PILIH METODE =====
1. Metode eliminasi Gauss-Jordan
2. Metode kofaktor
Memilih metode penyelesaian: 2

===== INVERSE METODE KOFAKTOR =====
Matriks balikan (menggunakan matriks kofaktor):
7.000   3.000   -4.000  -1.500  -21.500
-2.000  -1.000  2.000   -0.000  6.000
-0.000  -0.000  -0.000  0.500   -0.500
-0.000  -0.000  -1.000  0.500   0.500
-0.000  -0.000  1.000   -0.500  0.500
```

Matriks Balikan (File b)

```
Algeo01-22042 > src > test > case8b.txt
4 2 5 6 2
2 5 1 2 5
1 2 5 1 6
```

(Case yang dibuat)

a) Matriks Inverse Metode Eliminasi Gauss-Jordan

```
===== PILIHAN MENU =====
1. Sistem Persamaan Linear
2. Determinan
3. Matriks Balikan
4. Interpolasi Polinom
5. Interpolasi Bicubic Spline
6. Regresi Linear Berganda
7. Keluar
Memilih menu: 3

===== MATRIKS BALIKAN =====
===== PILIHAN READ MATRIX =====
1. Input manual
2. Baca dari file .txt (Pastikan bahwa .txt sudah ada di folder yang sesuai)
3. Matrix Hilbert
Cara input matriks: 2
Nama file lengkap dengan type file (e.g.: case1a.txt):
case8b.txt

Matrix:
4.000   2.000   5.000   6.000   2.000
2.000   5.000   1.000   2.000   5.000
1.000   2.000   5.000   1.000   6.000

===== PILIH METODE =====
1. Metode eliminasi Gauss-Jordan
2. Metode kofaktor
Memilih metode penyelesaian: 1

===== INVERSE METODE ELIMINASI GAUSS-JORDAN =====
Matriks tidak bisa diinverse karena karena matriks tidak berukuran n x n.
```

b) Matriks Inverse Metode Kofaktor

<table>
<tr>
<td></td>
<td>

```
===== PILIHAN MENU =====
1. Sistem Persamaan Linear
2. Determinan
3. Matriks Balikan
4. Interpolasi Polinom
5. Interpolasi Bicubic Spline
6. Regresi Linear Berganda
7. Keluar
Memilih menu: 3

===== MATRIKS BALIKAN =====
===== PILIHAN READ MATRIX =====
1. Input manual
2. Baca dari file .txt (Pastikan bahwa .txt sudah ada di folder yang sesuai)
3. Matrix Hilbert
Cara input matriks: 2
Nama file lengkap dengan type file (e.g.: case1a.txt):
case8b.txt

Matrix:
4.000   2.000   5.000   6.000   2.000
2.000   5.000   1.000   2.000   5.000
1.000   2.000   5.000   1.000   6.000

===== PILIH METODE =====
1. Metode eliminasi Gauss-Jordan
2. Metode kofaktor
Memilih metode penyelesaian: 2

===== INVERSE METODE KOFAKTOR =====
Matriks tidak bisa diinverse karena karena matriks tidak berukuran n x n.
```

</td>
</tr>
<tr>
<td>

Matriks Balikan

(File c)

</td>
<td>

```
Algeo01-22042 > src > test > case8a.txt
1   1 3 1 5 3
2   -2 -7 0 -4 2
3   0 0 1 0 1
4   0 0 2 1 1
5   0 0 0 1 1
```

(Case yang dibuat)

a) Matriks Inverse Metode Eliminasi Gauss-Jordan

</td>
</tr>
</table>

```
===== PILIHAN MENU =====
1. Sistem Persamaan Linear
2. Determinan
3. Matriks Balikan
4. Interpolasi Polinom
5. Interpolasi Bicubic Spline
6. Regresi Linear Berganda
7. Keluar
Memilih menu: 3

===== MATRIKS BALIKAN =====
===== PILIHAN READ MATRIX =====
1. Input manual
2. Baca dari file .txt (Pastikan bahwa .txt sudah ada di folder yang sesuai)
3. Matrix Hilbert
Cara input matriks: 2
Nama file lengkap dengan type file (e.g.: case1a.txt):
case8c.txt

Matrix:
1.000   2.000   3.000
0.000   0.000   0.000
2.000   6.000   -4.000

===== PILIH METODE =====
1. Metode eliminasi Gauss-Jordan
2. Metode kofaktor
Memilih metode penyelesaian: 1

===== INVERSE METODE ELIMINASI GAUSS-JORDAN =====
Matriks tidak bisa diinverse karena determinannya adalah 0.
```

b) Matriks Inverse Metode Kofaktor

```
===== PILIHAN MENU =====
1. Sistem Persamaan Linear
2. Determinan
3. Matriks Balikan
4. Interpolasi Polinom
5. Interpolasi Bicubic Spline
6. Regresi Linear Berganda
7. Keluar
Memilih menu: 3

===== MATRIKS BALIKAN =====
===== PILIHAN READ MATRIX =====
1. Input manual
2. Baca dari file .txt (Pastikan bahwa .txt sudah ada di folder yang sesuai)
3. Matrix Hilbert
Cara input matriks: 2
Nama file lengkap dengan type file (e.g.: case1a.txt):
case8c.txt

Matrix:
1.000   2.000   3.000
0.000   0.000   0.000
2.000   6.000   -4.000

===== PILIH METODE =====
1. Metode eliminasi Gauss-Jordan
2. Metode kofaktor
Memilih metode penyelesaian: 2

===== INVERSE METODE KOFAKTOR =====
Matriks tidak bisa diinverse karena determinannya adalah 0.
```

Save File SPL

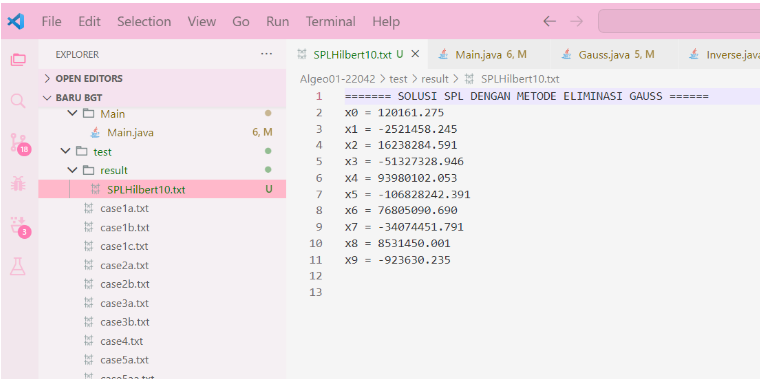
Setelah muncul output hasil SPL, akan ditanyakan opsi ingin save file atau tidak.

a) Save File

Jika ingin save file, maka ketik ‘2’ dan otomatis akan masuk ke dalam folder result yang terdapat dalam folder test.

```
===== METODE ELIMINASI GAUSS =====
Matriks Gauss:
1.000   0.500   0.333   0.250   0.200   0.167   0.143   0.125   0.111   0.100   1.000
0.000   1.000   1.000   0.900   0.800   0.714   0.643   0.583   0.533   0.491   -6.000
0.000   0.000   1.000   1.500   1.714   1.786   1.786   1.750   1.697   1.636   30.000
0.000   0.000   0.000   1.000   2.000   2.778   3.333   3.712   3.960   4.112   -140.000
0.000   0.000   0.000   0.000   1.000   2.500   4.091   5.568   6.853   7.930   630.000
0.000   0.000   0.000   0.000   0.000   1.000   3.000   5.654   8.615   11.631  -2772.000
0.000   0.000   0.000   0.000   0.000   0.000   1.000   3.500   7.467   12.600  12012.000
0.000   0.000   0.000   0.000   0.000   0.000   0.000   1.000   4.000   9.529   -51480.001
0.000   0.000   0.000   0.000   0.000   0.000   0.000   0.000   1.000   4.500   218789.130
0.000   0.000   0.000   0.000   0.000   0.000   0.000   0.000   0.000   1.000   -923630.235

Solusi SPL:
x1 = 99.996
x2 = -4949.683
x3 = 79193.215
x4 = -600538.137
x5 = 2522224.259
x6 = -6305485.547
x7 = 9608261.783
x8 = -8750305.214
x9 = 4375119.566
x10 = -923630.235

======  SAVE FILE  ======
Apakah Anda ingin menyimpan solusi ini ke dalam suatu file?
1. Tidak
2. Ya
Masukkan angkanya saja (1-2): 2

Masukkan nama file lengkap dengan format txt (e.g.: SPL1a.txt): SPL1aGauss.txt
Berhasil create dan write pada file ini.
```

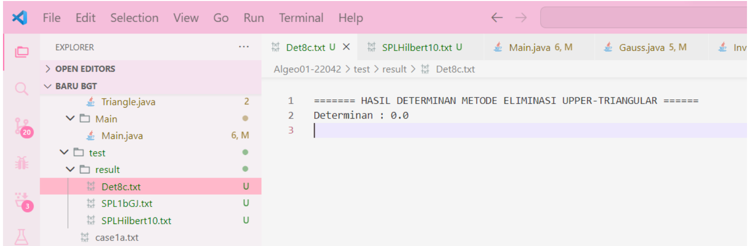
Bukti file tersave:



b) Tidak Save File

Jika memilih tidak save file, maka output akan ditampilkan lagi pada terminal.

	`` Solusi SPL: x1 = 99.996 x2 = -4949.683 x3 = 79193.215 x4 = -600538.137 x5 = 2522224.259 x6 = -6305485.547 x7 = 9608261.783 x8 = -8750305.214 x9 = 4375119.566 x10 = -923630.235 ====== SAVE FILE ====== Apakah Anda ingin menyimpan solusi ini ke dalam suatu file? 1. Tidak 2. Ya Masukkan angkanya saja (1-2): 1 ======= SOLUSI SPL DENGAN METODE ELIMINASI GAUSS ====== Solusi SPL: x1 = 120161.275 x2 = -2521458.245 x3 = 16238284.591 x4 = -51327328.946 x5 = 93980102.053 x6 = -106828242.391 x7 = 76805090.690 x8 = -34074451.791 x9 = 8531450.001 x10 = -923630.235 ```
Save File Determinan	Setelah muncul output hasil SPL, akan ditanyakan opsi ingin save file atau tidak. a) Save File ``` ===== DETERMINAN ===== ===== PILIHAN READ MATRIX ===== 1. Input manual 2. Baca dari file .txt (Pastikan bahwa .txt sudah ada di folder yang sesuai) 3. Matrix Hilbert (khusus SPL) Cara input matriks: 2 Nama file lengkap dengan type file (e.g.: case1a.txt): case8c.txt Matrix: 1.000 2.000 3.000 0.000 0.000 0.000 2.000 6.000 -4.000 ===== PILIHAN METODE/KAIDAH ===== 1. Metode eliminasi upper-triangular 2. Metode eliminasi lower-triangular 3. Metode kofaktor Memilih metode penyelesaian: 1 ==== METODE ELIMINASI UPPER-TRIANGULAR ==== Determinannya adalah 0.000 ====== SAVE FILE ====== Apakah Anda ingin menyimpan solusi ini ke dalam suatu file? 1. Tidak 2. Ya Masukkan angkanya saja (1-2): 2 Masukkan nama file lengkap dengan format txt (e.g.: SPL1a.txt): Det8c.txt Berhasil create dan write pada file ini. ```

<table>
<tr>
<td></td>
<td>Bukti file tersave:


b) Tidak Save File
Jika memilih tidak save file, maka output akan ditampilkan lagi pada terminal.

Matrix:
1.000 2.000 3.000
0.000 0.000 0.000
2.000 6.000 -4.000

===== PILIHAN METODE/KAIDAH =====
1. Metode eliminasi upper-triangular
2. Metode eliminasi lower-triangular
3. Metode kofaktor
Memilih metode penyelesaian: 1

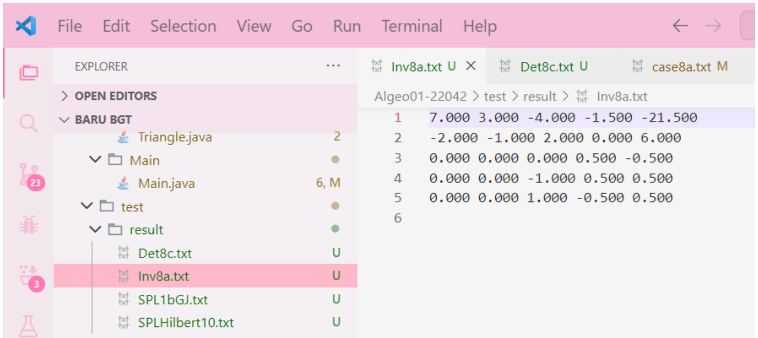
==== METODE ELIMINASI UPPER-TRIANGULAR ====
Determinannya adalah 0.000

====== SAVE FILE ======
Apakah Anda ingin menyimpan solusi ini ke dalam suatu file?
1. Tidak
2. Ya
Masukkan angkanya saja (1-2): 1

======= HASIL DETERMINAN METODE ELIMINASI UPPER-TRIANGULAR ======
Determinan matriks ini adalah 0.0</td>
</tr>
<tr>
<td>Save File Matriks Inverse</td>
<td>Setelah muncul output hasil Matriks Inverse, akan ditanyakan opsi ingin save file atau tidak.
a) Save File
Jika ingin save file, maka ketik ‘2’ dan otomatis akan masuk ke dalam folder result yang terdapat dalam folder test.</td>
</tr>
</table>

```
Matrix:
1.000   3.000   1.000   5.000   3.000
-2.000  -7.000  0.000   -4.000  2.000
0.000   0.000   1.000   0.000   1.000
0.000   0.000   2.000   1.000   1.000
0.000   0.000   0.000   1.000   1.000

===== PILIH METODE =====
1. Metode eliminasi Gauss-Jordan
2. Metode kofaktor
Memilih metode penyelesaian: 2

===== INVERSE METODE KOFAKTOR =====
Matriks balikan (menggunakan matriks kofaktor):
7.000   3.000   -4.000  -1.500  -21.500
-2.000  -1.000  2.000   -0.000  6.000
-0.000  -0.000  -0.000  0.500   -0.500
-0.000  -0.000  -1.000  0.500   0.500
-0.000  -0.000  1.000   -0.500  0.500

======  SAVE FILE  ======
Apakah Anda ingin menyimpan solusi ini ke dalam suatu file?
1. Tidak
2. Ya
Masukkan angkanya saja (1-2): 2


Masukkan nama file lengkap dengan format txt (e.g.: SPL1a.txt): Inv8a.txt
Berhasil create dan write pada file ini.
```

Bukti file tersave:



b) Tidak Save File

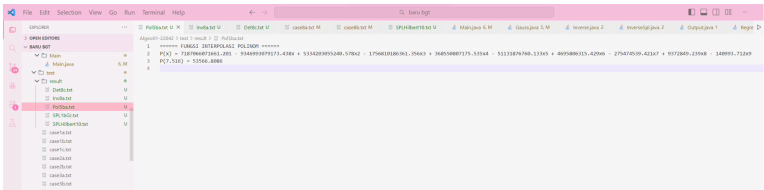
Jika memilih tidak save file, maka output akan ditampilkan lagi pada terminal.

```
===== MATRIKS BALIKAN =====
===== PILIHAN READ MATRIX =====
1. Input manual
2. Baca dari file .txt (Pastikan bahwa .txt sudah ada di folder yang sesuai)
3. Matrix Hilbert (khusus SPL)
Cara input matriks: 2
Nama file lengkap dengan type file (e.g.: case1a.txt):
case8a.txt

Matrix:
1.000   3.000   1.000   5.000   3.000
-2.000  -7.000  0.000   -4.000  2.000
0.000   0.000   1.000   0.000   1.000
0.000   0.000   2.000   1.000   1.000
0.000   0.000   0.000   1.000   1.000

===== PILIH METODE =====
1. Metode eliminasi Gauss-Jordan
2. Metode kofaktor
Memilih metode penyelesaian: 2

===== INVERSE METODE KOFAKTOR =====
Matriks balikan (menggunakan matriks kofaktor):
7.000   3.000   -4.000  -1.500  -21.500
-2.000  -1.000  2.000   -0.000  6.000
-0.000  -0.000  -0.000  0.500   -0.500
-0.000  -0.000  -1.000  0.500   0.500
-0.000  -0.000  1.000   -0.500  0.500

======  SAVE FILE  ======
Apakah Anda ingin menyimpan solusi ini ke dalam suatu file?
1. Tidak
2. Ya
Masukkan angkanya saja (1-2): 1



======= HASIL INVERSE METODE KOFAKTOR ======
[7.000,3.000,-4.000,-1.500,-21.500]
[-2.000,-1.000,2.000,0.000,6.000]
[0.000,0.000,0.000,0.500,-0.500]
[0.000,0.000,-1.000,0.500,0.500]
[0.000,0.000,1.000,-0.500,0.500]
```

Save File Interpolasi Polinom	Setelah muncul output hasil Interpolasi Polinomial, akan ditanyakan opsi ingin save file atau tidak. a) Save File Jika ingin save file, maka ketik ‘2’ dan otomatis akan masuk ke dalam folder result yang terdapat dalam folder test.

```
===== INTERPOLASI POLINOM =====
===== PILIHAN READ MATRIX =====
1. Input manual
2. Baca dari file .txt (Pastikan bahwa .txt sudah ada di folder yang sesuai)
3. Matrix Hilbert (khusus SPL)
Cara input matriks: 2

Jenis input ingin dari file atau dari user?
Jika dari user silakan ketik 1, jika dari file silakan ketik 2
2
Nama file lengkap dengan type file (e.g.: case1a.txt):
case5ba.txt

Matrix:
6.567   12624.000
7.000   21807.000
7.258   38391.000
7.451   54517.000
7.548   51952.000
7.839   28228.000
8.161   35764.000
8.484   20813.000
8.709   12408.000
9.000   10534.000

Nilai x yang ditaksir: 7.516
Nilai x yang ditaksir: 7.516
Nilai x yang ditaksir: 7.516

P(x) = 7187066071661.201 - 9346993079173.438x + 5334203055240.578x^2 - 1756810186361.356x^3 + 368550807
175.535x^4 - 51131876760.133x^5 + 4695806315.429x^6 - 275474539.421x^7 + 9372849.239x^8 - 140993.712x^9

P(7.516) = 53566.8086

======  SAVE FILE  ======
Apakah Anda ingin menyimpan solusi ini ke dalam suatu file?
1. Tidak
2. Ya
Masukkan angkanya saja (1-2): 2

Masukkan nama file lengkap dengan format txt (e.g.: SPL1a.txt): Pol5ba.txt

Berhasil create dan write pada file ini.
```

Bukti file tersave:



b) Tidak Save File

Jika memilih tidak save file, maka output akan ditampilkan lagi pada terminal.

```
Jenis input ingin dari file atau dari user?
Jika dari user silakan ketik 1, jika dari file silakan ketik 2
2
Nama file lengkap dengan type file (e.g.: case1a.txt):
case5ba.txt

Matrix:
6.567   12624.000
7.000   21807.000
7.258   38391.000
7.451   54517.000
7.548   51952.000
7.839   28228.000
8.161   35764.000
8.484   20813.000
8.709   12408.000
9.000   10534.000

Nilai x yang ditaksir: 7.516

P(x) = 7187066071661.201 - 9346993079173.438x + 5334203055240.578x^2 - 1756810186361.356x^3 + 368550807175.535x^4 - 51131876760.133x^5 + 4695806315.429x^6 - 275474539.421x^7 + 9372849.239x^8 - 140993.712x^9
P(7.516) = 53566.8086

======  SAVE FILE  ======
Apakah Anda ingin menyimpan solusi ini ke dalam suatu file?
1. Tidak
2. Ya
Masukkan angkanya saja (1-2): 1


======= FUNGSI INTERPOLASI POLINOM ======
P(x) = 7187066071661.201 - 9346993079173.438x + 5334203055240.578x^2 - 1756810186361.356x^3 + 368550807175.535x^4 - 51131876760.133x^5 + 4695806315.429x^6 - 275474539.421x^7 + 9372849.239x^8 - 140993.712x^9
P(7.516) = 53566.8086
```

Save File Interpolasi *Bicubic Spline*

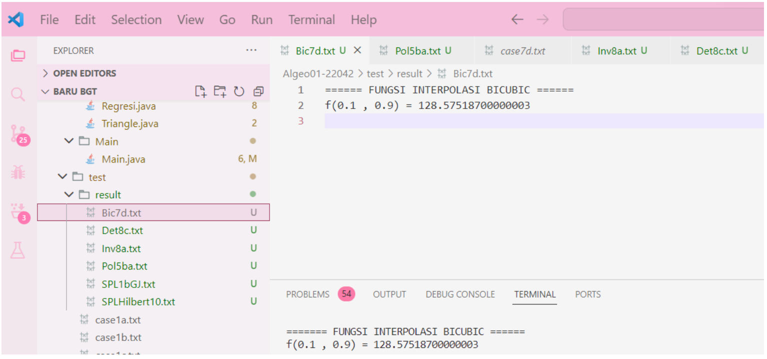
Setelah muncul output hasil Interpolasi Bicubic Spline, akan ditanyakan opsi ingin save file atau tidak.

a) Save File

Jika ingin save file, maka ketik ‘2’ dan otomatis akan masuk ke dalam folder result yang terdapat dalam folder test.

```
===== PILIHAN MENU =====
1. Sistem Persamaan Linear
2. Determinan
3. Matriks Balikan
4. Interpolasi Polinom
5. Interpolasi Bicubic Spline
6. Regresi Linear Berganda
7. Keluar
Memilih menu: 5

===== INTERPOLASI BICUBIC SPLINE =====
Nama file lengkap dengan type file (e.g.: case1a.txt):
case7d.txt
Matrix:
21.000  98.000  125.000 153.000
51.000  101.000 161.000 59.000
0.000   42.000  72.000  210.000
16.000  12.000  81.000  96.000

Taksiran:
0.100   0.900

f(0.1 , 0.9) = 128.57518700000003
======  SAVE FILE  ======
Apakah Anda ingin menyimpan solusi ini ke dalam suatu file?
1. Tidak
2. Ya
Masukkan angkanya saja (1-2): 2

Masukkan nama file lengkap dengan format txt (e.g.: SPL1a.txt): Bic7d.txt
Berhasil create dan write pada file ini.
```

Bukti file tersave:



b) Tidak Save File

Jika memilih tidak save file, maka output akan ditampilkan lagi pada terminal.

<table>
<tr>
<td></td>
<td>
<pre>
===== PILIHAN MENU =====
1. Sistem Persamaan Linear
2. Determinan
3. Matriks Balikan
4. Interpolasi Polinom
5. Interpolasi Bicubic Spline
6. Regresi Linear Berganda
7. Keluar
Memilih menu: 5

===== INTERPOLASI BICUBIC SPLINE =====
Nama file lengkap dengan type file (e.g.: case1a.txt):
case7d.txt
Matrix:
21.000 98.000 125.000 153.000
51.000 101.000 161.000 59.000
0.000   42.000 72.000 210.000
16.000 12.000 81.000 96.000

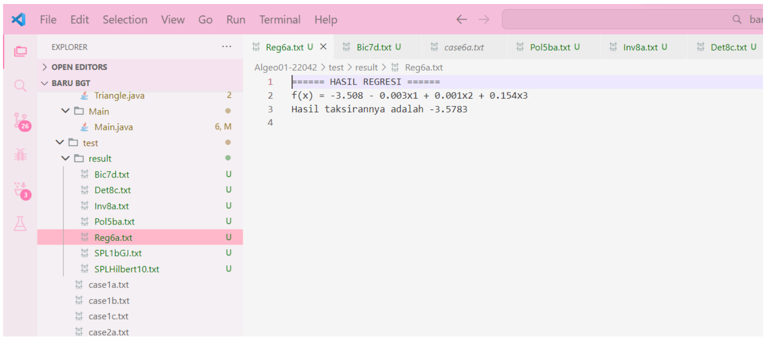
Taksiran:
0.100   0.900

f(0.1 , 0.9) = 128.57518700000003
====== SAVE FILE ======
Apakah Anda ingin menyimpan solusi ini ke dalam suatu file?
1. Tidak
2. Ya
Masukkan angkanya saja (1-2): 1

======= FUNGSI INTERPOLASI BICUBIC ======
f(0.1 , 0.9) = 128.57518700000003
</pre>
</td>
</tr>
<tr>
<td>Save File Regresi Linier Berganda</td>
<td>Setelah muncul output hasil Regresi Linear Berganda, akan ditanyakan opsi ingin save file atau tidak.
a) Save File
Jika ingin save file, maka ketik ‘2’ dan otomatis akan masuk ke dalam folder result yang terdapat dalam folder test.</td>
</tr>
</table>

```
Matrix:
72.400  76.300  29.180  0.900
41.600  70.300  29.350  0.910
34.300  77.100  29.240  0.960
35.100  68.000  29.270  0.890
10.700  79.000  29.780  1.000
12.900  67.400  29.390  1.100
8.300   66.800  29.690  1.150
20.100  76.900  29.480  1.030
72.200  77.700  29.090  0.770
24.000  67.700  29.600  1.070
23.200  76.800  29.380  1.070
47.400  86.600  29.350  0.940
31.500  76.900  29.630  1.100
10.600  86.300  29.560  1.100
11.200  86.000  29.480  1.100
73.300  76.300  29.400  0.910
75.400  77.900  29.280  0.870
96.600  78.700  29.290  0.780
107.400 86.800  29.030  0.820
54.900  70.900  29.370  0.950

Matriks persamaan regresi linearnya adalah
20.000  863.100 1530.400        587.840 19.420
863.100 54876.890       67000.090       25283.395       779.477
1530.400        67000.090       117912.320      44976.867       1483.437
587.840 25283.395       44976.867       17278.509       571.122

f(x) = -3.508 - 0.003x1 + 0.001x2 + 0.154x3
Hasil taksirannya adalah -3.5783

======  SAVE FILE  ======
Apakah Anda ingin menyimpan solusi ini ke dalam suatu file?
1. Tidak
2. Ya
Masukkan angkanya saja (1-2): 2

Masukkan nama file lengkap dengan format txt (e.g.: SPL1a.txt): Reg6a.txt
Berhasil create dan write pada file ini.
```

Bukti file tersave:



b) Tidak Save File

Jika memilih tidak save file, maka output akan ditampilkan lagi pada terminal.

	`` Matrix: 72.400 76.300 29.180 0.900 41.600 70.300 29.350 0.910 34.300 77.100 29.240 0.960 35.100 68.000 29.270 0.890 10.700 79.000 29.780 1.000 12.900 67.400 29.390 1.100 8.300 66.800 29.690 1.150 20.100 76.900 29.480 1.030 72.200 77.700 29.090 0.770 24.000 67.700 29.600 1.070 23.200 76.800 29.380 1.070 47.400 86.600 29.350 0.940 31.500 76.900 29.630 1.100 10.600 86.300 29.560 1.100 11.200 86.000 29.480 1.100 73.300 76.300 29.400 0.910 75.400 77.900 29.280 0.870 96.600 78.700 29.290 0.780 107.400 86.800 29.030 0.820 54.900 70.900 29.370 0.950 Matriks persamaan regresi linearnya adalah 20.000 863.100 1530.400 587.840 19.420 863.100 54876.890 67000.090 25283.395 779.477 1530.400 67000.090 117912.320 44976.867 1483.437 587.840 25283.395 44976.867 17278.509 571.122 f(x) = -3.508 - 0.003x1 + 0.001x2 + 0.154x3 Hasil taksirannya adalah -3.5783 ====== SAVE FILE ====== Apakah Anda ingin menyimpan solusi ini ke dalam suatu file? 1. Tidak 2. Ya Masukkan angkanya saja (1-2): 1 ======= HASIL REGRESI ====== f(x) = -3.508 - 0.003x1 + 0.001x2 + 0.154x3 Hasil taksirannya adalah -3.5783 ```

BAB V

KESIMPULAN, SARAN, DAN REFLEKSI

5.1. Kesimpulan

Sistem persamaan linear (SPL) adalah sekumpulan persamaan yang berisi variabel-variabel yang dapat dipecahkan untuk mencari solusi yang memenuhi semua persamaan tersebut. Solusi ini mewakili titik di ruang multidimensi yang memenuhi semua hubungan dalam sistem. Dalam SPL, terdapat beberapa menu, yakni mencari solusi SPL, determinan, matriks balikan, interpolasi polinomial, interpolasi *bicubic spline*, dan regresi linear berganda. Dalam mencari dan memenuhi beberapa menu tersebut, penulis menggunakan beberapa metode/kaidah, yakni metode eliminasi Gauss, metode eliminasi Gauss-Jordan, metode matriks balikan, dan kaidah Cramer.

Dengan teori-teori tersebut, penulis menggunakan konsep matriks, yang merupakan *array of array* pada suatu program dan dengan teori-teori yang dimiliki, dapat disimpulkan bahwa untuk mencari solusi dapat menggunakan keempat metode/kaidah tersebut. Untuk mencari determinan dapat menggunakan metode eliminasi Gauss (segitiga atas dan segitiga bawah) dan metode kofaktor. Untuk mencari matriks balikan, dapat menggunakan metode eliminasi Gauss-Jordan dan metode kofaktor, yang di mana memiliki syarat bahwa determinannya tidak bernilai 0 dan matriks tersebut haruslah berbentuk matriks persegi agar memiliki suatu nilai determinan.

Dari konsep-konsep dasar pada SPL ini, dapat dibuat suatu program, yakni interpolasi polinom yang digunakan untuk menaksir suatu nilai di antara titik-titik data yang diberikan, interpolasi *bicubic spline* digunakan untuk menghasilkan fungsi interpolasi yang halus dan kontinu melalui sejumlah titik data yang diberikan, dan regresi linear berganda digunakan untuk menganalisis hubungan antara satu atau lebih variabel independen (prediktor) dengan satu variabel dependen (variabel yang ingin diprediksi).

5.2. Saran

Saran dari penulis, di kesempatan selanjutnya, diharapkan *test case*(*s*) yang ada pada spesifikasi dapat diberitahukan hasilnya sehingga tim dapat mengetahui bahwa output dari program yang telah dirancang sudah memenuhi spesifikasi.

5.3. Refleksi

Dari pengerjaan Tugas Besar 01 mengenai konsep matriks dengan metode dan kaidah yang telah dijelaskan, tim penulis belajar banyak dari konsep-konsep tersebut, serta memrogramnya dalam suatu algoritma yang kompleks sehingga jadilah beberapa aplikasi Sistem Persamaan Linear dalam bahasa Java. Pada tugas besar ini, kami mempelajari konsep dasar dari *object oriented programming* (OOP) yang kelak akan berguna untuk konsep pemrograman berikutnya.

DAFTAR PUSTAKA

1. Anton, H. & Kaul, A. 2019. Elementary Linear Algebra: Applications Version (12th ed.). Wiley.
2. Junaidi. 2016. Eliminasi Gauss dengan Macro Add-in Matrix. Jambi. Fakultas Ekonomi dan Bisnis Universitas Jambi.
3. Rahma, A., Swandayani, K., Marzuki, C. 2019. "Determinan Matriks FLScircr Bentuk Khusus n x n, n ≥ 3 Menggunakan Metode Salihu". Jurnal Fourier 8, No.1: 27-34.
4. Suban, Ignasius Boli. 2019. "Magnifikasi Perbaikan Citra Digital dengan Metode Interpolasi Bicubic Basis Spline Berbasis Pemprograman Paralel". Yogyakarta. Universitas Atma Jaya Yogyakarta.
5. Edu Fisika. 2023. "Invers Matriks atau Matriks Balikan" (online). (https://www.edufisika.com/invers-matriks-atau-matriks-balikan/, diakses pada 3 Oktober 2023).
6. Kelas Pintar. 2021. "Apa itu Adjoin Matriks? Lalu Bagaimana Cara untuk Mencarinya?" (online). (https://www.kelaspintar.id/blog/tips-pintar/adjoin-matriks-11543, diakses pada 3 Oktober 2023).
7. MadeMatika. 2023. "Pengertian Minor, Kofaktor, Matriks Kofaktor, dan Adjoin Matriks" (online). (https://www.madematika.id/2017/08/pengertian-minor-kofaktor-matriks.html, diakses pada 3 Oktober 2023).
8. Munir, Rinaldi. 2023. "Sistem persamaan linear (Bagian 1: Metode Eliminasi Gauss)" (online). (https://informatika.stei.itb.ac.id/~rinaldi.munir/AljabarGeometri/2023-2024/Algeo-03-Sistem-Persamaan-Linier-2023.pdf, diakses 25 September 2023).

9. Munir, Rinaldi. 2023. "Sistem persamaan linear (Bagian 2: Tiga Kemungkinan Solusi Sistem Persamaan Linear)" (online). (https://informatika.stei.itb.ac.id/~rinaldi.munir/AljabarGeometri/2023-2024/Algeo-04-Tiga-Kemungkinan-Solusi-SPL-2023.pdf, diakses 25 September 2023).
10. Munir, Rinaldi. 2023. "Sistem persamaan linear (Bagian 3: Metode Eliminasi Gauss-Jordan)" (online). (https://informatika.stei.itb.ac.id/~rinaldi.munir/AljabarGeometri/2023-2024/Algeo-05-Sistem-Persamaan-Linier-2023.pdf, diakses 25 September 2023)
11. Munir, Rinaldi. 2023. "Contoh aplikasi eliminasi Gauss di dalam metode numerik" (online). (https://informatika.stei.itb.ac.id/~rinaldi.munir/AljabarGeometri/2023-2024/Algeo-07-Aplikasi-SPL-2-2023.pdf, diakses 25 September 2023).
12. Munir, Rinaldi. 2023. "Determinan (Bagian 1: menghitung determinan dengan reduksi baris)" (online). (https://informatika.stei.itb.ac.id/~rinaldi.munir/AljabarGeometri/2023-2024/Algeo-08-Determinan-bagian1-2023.pdf, diakses 25 September 2023).
13. Munir, Rinaldi. 2023. "Determinan (Bagian 2: menghitung determinan dengan ekspansi kofaktor)" (online). (https://informatika.stei.itb.ac.id/~rinaldi.munir/AljabarGeometri/2023-2024/Algeo-09-Determinan-bagian2-2023.pdf, diakses 25 September 2023).
14. Munir, Rinaldi. 2010. "Interpolasi Polinom (Bagian 1)" (online). (https://informatika.stei.itb.ac.id/~rinaldi.munir/MetNum/2010-2011/Interpolasi%20Polinom.pdf, diakses pada 3 Oktober 2023).
15. Universitas STEKOM. 2005. "Kaidah Cramer" (online). (https://p2k.stekom.ac.id/ensiklopedia/Kaidah_Cramer, diakses pada 3 Oktober 2023).

REPOSITORY

Link repository dari Tugas Besar 01 IF 2123 Aljabar Linear dan Geometri kelompok 09 “Sembilan Ayam Naga” adalah sebagai berikut.

https://github.com/amaliap21/Algeo01-22042.git