

LAPORAN TUGAS BESAR 1
IF 2123 ALJABAR LINIER DAN GEOMETRI
SISTEM PERSAMAAN LINIER, DETERMINAN, DAN APLIKASINYA
SEMESTER I TAHUN 2022/2023



Disusun oleh:

NGODING DEKK

Muhammad Zaki Amanullah	13521146
Irgiansyah Mondo	13521167
Muhammad Rizky Sya'ban	13521119

PROGRAM STUDI TEKNIK INFORMATIKA
SEKOLAH TEKNIK ELEKTRO DAN INFORMATIKA
INSTITUT TEKNOLOGI BANDUNG
BANDUNG
2022

BAB I

DESKRIPSI MASALAH

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

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

BAB II

TEORI DASAR

A. Eliminasi Gauss

Eliminasi Gauss adalah suatu metode untuk mengoperasikan nilai-nilai di dalam matriks sehingga menjadi matriks yang lebih sederhana lagi. Dengan melakukan operasi baris sehingga matriks tersebut menjadi matriks yang baris. Ini dapat digunakan sebagai salah satu metode penyelesaian persamaan linear dengan menggunakan matriks. Caranya dengan mengubah persamaan linear tersebut ke dalam matriks teraugmentasi dan mengoperasikaninya. Setelah menjadi matriks baris, lakukan substitusi balik untuk mendapatkan nilai dari variabel-variabel tersebut.

B. Eliminasi Gauss-Jordan

Eliminasi Gauss-Jordan adalah pengembangan dari eliminasi Gauss yang hasilnya lebih sederhana lagi. Caranya adalah dengan meneruskan operasi baris dari eliminasi Gauss sehingga menghasilkan matriks yang Eselon-baris. Ini juga dapat digunakan sebagai salah satu metode penyelesaian persamaan linear dengan menggunakan matriks.

C. Determinan

Determinan matriks merupakan selisih antara perkalian elemen-elemen pada diagonal utama dengan perkalian elemen-elemen pada diagonal sekunder. Determinan matriks hanya dapat dicari dengan matriks persegi. Determinan dari matriks A dapat ditulis $\det(A)$ atau $|A|$. Determinan matriks dapat ditemukan dalam matriks persegi ordo 2×2 dan 3×3 .

D. Matriks Balikan

Matriks balikan adalah kebalikan (invers) dari sebuah matriks yang apabila matriks tersebut dikalikan dengan balikkannya, akan menjadi matriks identitas. Matriks balikan dilambangkan dengan A^{-1} . Suatu matriks dikatakan memiliki balikan jika determinan dari matriks tersebut tidak sama dengan nol. Untuk menentukan balikan dari sebuah matriks, terdapat dua aturan berdasarkan ordonya, yaitu ordo 2×2 dan ordo 3×3 .

D. Matriks Kofaktor

Matriks kofaktor adalah matriks yang terdiri dari kofaktor-kofaktor matriks itu sendiri. Apabila terdapat suatu matriks A , maka matriks kofaktor A merupakan matriks yang akan terdiri dari kofaktor-kofaktor matriks A . Susunan elemen matriks kofaktor akan mengikuti susunan (letak) kofaktor-kofaktornya. Selanjutnya ini juga berhubungan dengan matriks adjoin yang mana Adjoin dari matriks persegi $A = [a_{ij}]_{n \times n}$ didefinisikan sebagai transpos dari matriks $[A_{ij}]_{n \times n}$ di mana A_{ij} adalah kofaktor dari elemen a_{ij} . Adjoin dari matriks A dilambangkan dengan $\text{adj } A$. Untuk mencari adjoin dari sebuah matriks, pertama-tama cari kofaktor dari matriks yang diberikan. Kemudian temukan transpos dari matriks kofaktor tersebut.

E. Aturan Cramer

Aturan Cramer (Cramer's Rule) merupakan formula yang dipakai untuk menyelesaikan sistem persamaan linear dengan menggunakan determinan dari matriks yang terbentuk dari koefisien dan konstanta masing-masing persamaan di sistem tersebut.

F. Interpolasi Polinomial

Interpolasi polinomial merupakan teknik interpolasi dengan mengasumsikan pola data yang kita miliki mengikuti pola polinomial baik berderajat satu (linier) maupun berderajat tinggi. Interpolasi dengan metode ini dilakukan dengan terlebih dahulu membentuk persamaan polinomial.

G. Interpolasi *Bicubic*

Bicubic interpolasi adalah lebih canggih dan hasilnya lebih halus pada bagian tepi-tepinya dari pada bilinear interpolasi. Bicubic menggunakan 4×4 piksel tetangga untuk mengambil informasi. Bicubic menghasilkan gambar yang terasa lebih tajam dari dua metode sebelumnya, dan mungkin merupakan kombinasi ideal waktu proses dan output yang berkualitas. Ini adalah metode yang paling sering digunakan oleh perangkat lunak editing gambar, printer driver dan banyak kamera digital untuk resampling gambar. Persamaan interpolasi adalah sebagai berikut

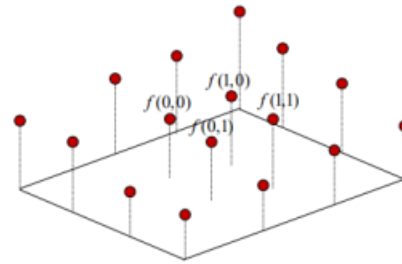
Normalization: $f(0,0), f(1,0)$

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

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

 $x = -1, 0, 1, 2$

Solve: a_{ij}



Melakukan substitusi nilai-nilai diketahui pada matriks 4 x 4 tersebut ke persamaan $f(x,y)$ akan menghasilkan sebuah matriks persamaan:

$$y = Xa$$

$$\begin{bmatrix} f(-1,-1) \\ f(0,-1) \\ f(1,-1) \\ f(2,-1) \\ f(-1,0) \\ f(0,0) \\ f(1,0) \\ f(2,0) \\ f(-1,1) \\ f(0,1) \\ f(1,1) \\ f(2,1) \\ f(-1,2) \\ f(0,2) \\ f(1,2) \\ f(2,2) \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} 1 & -1 & 1 & -1 & -1 & 1 & -1 & 1 & 1 & -1 & 1 & -1 & -1 & 1 & -1 & 1 \\ 1 & 0 & 0 & 0 & -1 & 0 & 0 & 0 & 1 & 0 & 0 & 0 & -1 & 0 & 0 & 0 \\ 1 & 1 & 1 & 1 & -1 & -1 & -1 & -1 & 1 & 1 & 1 & 1 & -1 & -1 & -1 & -1 \\ 1 & 2 & 4 & 8 & -1 & -2 & -4 & -8 & 1 & 2 & 4 & 8 & -1 & -2 & -4 & -8 \\ 1 & -1 & 1 & -1 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 \\ 1 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 \\ 1 & 1 & 1 & 1 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 \\ 1 & 2 & 4 & 8 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 \\ 1 & -1 & 1 & -1 & 1 & -1 & 1 & -1 & 1 & -1 & 1 & -1 & 1 & -1 & 1 & -1 \\ 1 & 0 & 0 & 0 & 1 & 0 & 0 & 0 & 1 & 0 & 0 & 0 & 1 & 0 & 0 & 0 \\ 1 & 1 & 1 & 1 & 1 & 1 & 1 & 1 & 1 & 1 & 1 & 1 & 1 & 1 & 1 & 1 \\ 1 & 2 & 4 & 8 & 1 & 2 & 4 & 8 & 1 & 2 & 4 & 8 & 1 & 2 & 4 & 8 \\ 1 & -1 & 1 & -1 & 2 & -2 & 2 & -2 & 4 & -4 & 4 & -4 & 8 & -8 & 8 & -8 \\ 1 & 0 & 0 & 0 & 2 & 0 & 0 & 0 & 4 & 0 & 0 & 0 & 8 & 0 & 0 & 0 \\ 1 & 1 & 1 & 1 & 2 & 2 & 2 & 2 & 4 & 4 & 4 & 4 & 8 & 8 & 8 & 8 \\ 1 & 2 & 4 & 8 & 2 & 4 & 8 & 16 & 4 & 8 & 16 & 32 & 8 & 16 & 32 & 64 \end{bmatrix} \begin{bmatrix} a_{00} \\ a_{10} \\ a_{20} \\ a_{30} \\ a_{01} \\ a_{11} \\ a_{21} \\ a_{31} \\ a_{02} \\ a_{12} \\ a_{22} \\ a_{32} \\ a_{03} \\ a_{13} \\ a_{23} \\ a_{33} \end{bmatrix}$$

H. Regresi Linier dan 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 rumus jadi untuk menghitung regresi linear sederhana, terdapat rumus 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:

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

Sistem persamaan linier tersebut diselesaikan dengan menggunakan metode eliminasi Gauss.

BAB III

IMPLEMENTASI PUSTAKA

Program MATRIX CALC++ memiliki 9 class.

1. Matrix

Class Matrix merupakan array dua dimensi dengan elemen double, Matrix memiliki 5 atribut dan 40 method, berikut atribut dan method yang dimiliki class Matrix.

No.	Nama	Tipe Data	Jenis	Deskripsi
1.	mem	Double	Atribut	Array dua dimensi yang berisi elemen dari matrix
2.	rowNum	Integer	Atribut	Berisi jumlah baris dari matrix
3.	colNum	Integer	Atribut	Berisi jumlah kolom dari matrix
4.	Determinant	Double	Atribut	Berisi nilai determinan dari matrix
5.	Inverse	Matrix	Atribut	Berisi matriks balikan dari matriks
6.	Matrix	Integer	Constructor	Membuat matriks dengan baris dan kolom
7.	getMem	Double	Method	Mendapatkan mem
8.	getRowNum()	Integer	Method	Mendapatkan angka baris
9.	getColNum()	Integer	Method	Mendapatkan angka kolom
10.	getElement()	Integer	Method	Menuliskan elemen
11.	getDeterminant()	Double	Method	Menuliskan Determinan
12.	getInverse()	Matrix	Method	Menuliskan invers
13.	setMem()	Void	Method	Menentukan ukuran baris dan kolom
14.	setRow()	Void	Method	Membuat baris
15.	setElement()	Void	Method	Menuliskan elemen
16.	setRowNum()	Void	Method	Menuliskan angka baris
17.	setColNum()	Void	Method	Menuliskan angka kolom
18.	setDeterminant()	Void	Method	Menuliskan determinan

19.	setInverse()	Void	Method	Menuliskan invers
20.	isMatrixSizeEqual()	Boolean	Method	Menanyakan suatu matriks apakah sama
21.	isMatrixMultipliable()	Boolean	Method	Menanyakan apakah matriks bisa di kali
22.	isSquare()	Boolean	Method	Menanyakan apakah suatu matriks kotak
23.	isIdentify	Boolean	Method	Menanyakan apakah suatu matriks adalah matriks identitas atau bukan
24.	isUpperTriangle	Boolean	Method	Apakah suatu matriks segitiga atas
25.	isEchelon()	Boolean	Method	Apakah suatu matriks berbentuk echelon
26.	readMatrix()	Boolean	Method	Apakah matriks bisa dibaca di terminal
27.	displayMatrix()	Void	Method	Apakah suatu matriks dipisahkan oleh spasi.
28.	countElement()	Integer	Method	Menghitung elemen
29.	Add()	Matrix	Method	Menambahkan dua matriks
30.	Subtract()	Matrix	Method	Mengurangi dua matriks.
31.	Multiply()	Matrix	Method	Mengalikan dua matriks
32.	multiplyByConstant()	Matrix	Method	Mengalikan matriks dengan konstanta.
33.	Transpose()	Matrix	Method	Mentranspose matriks
34.	copyMatrix()	Matrix	Method	Mengcopy matriks
35.	toEchelon()	Matrix	Method	Mengubah matriks ke bentuk echelon
36.	getCofactorDeterminant()	Double	Method	Mendapatkan kofaktor
37.	toUpperTriangle()	Integer	Method	Mengembalikan matriks ke bentuk segitiga atas
38.	getDeterminantReduct()	Double	Method	Mengembalikan matriks dengan menggunakan algoritma reduksi.
39.	Augment()	AugmentedMatrix	Method	Mengembalikan augmented matrix dari m1 dan m2 di kanan dari m1.
40.	Disaugment()	Matrix	Method	Mengembalikan matriks a atau b dengan b adalah kolom terakhir dari m dan a adalah batas.

41.	Cofactor()	Matrix	Method	Mengembalikan kofaktor matriks.
42.	inverseAdjoin()	Matrix	Method	Mengembalikan matriks menggunakan adjoin kofaktor.
43.	inverseGaussJordan()	Matrix	Method	Mengembalikan matriks menggunakan gauss-jordan metode eliminasi.
44.	setResultInvers()	Matrix	Method	Mengembalikan solusi matriks $Ax = B$.
45.	setResultCramer()	Void	Method	Menghasilkan matriks dari metode cramer.

2. AugmentedMatrix

AugmentedMatrix merupakan subclass dari Matrix yang dibuat untuk memudahkan dalam perhitungan SPL dan untuk membedakan matrix biasa dengan matrix yang kolom terakhirnya merupakan nilai y dari suatu persamaan. Class ini memiliki 2 atribut dan 11 method. Berikut atribut dan method yang dimiliki AugmentedMatrix

No.	Nama	Tipe Data Keluaran	Jenis	Deskripsi
1.	solution	String	Atribut	Berisikan solusi dari augmented matriks yang berisikan persamaan linier
2.	displayableSolution	String	Atribut	Berisikan solusi yang lebih mudah untuk dituliskan ke layar
3.	AugmentedMatrix()	matriks	method	Menuliskan baris dan kolom
4.	LeadingOneRow()	Matriks	method	Menulis satu baris
5.	addParametric()	Matriks	method	Menambahkan parameter
6.	constParametric()	matriks	method	Menuliskan parameter constant
7.	paranum()	matriks	Method	Menuliskan parameter nomor
8.	setResultGauss()	void	Method	Mensetting gauss
9.	getDisplayableSolution	String	Method	Mendapatkan solusi yang ditampilkan
10.	getSolutionElementValue	double	Method	Mendapatkan nilai solusi dari element
11.	isThereAllZeroButLastOne	boolean	method	Memeriksa nol

12.	getSolutionString	void	Method	Mendapatkan solusi dari string
13.	hasNosolution	boolean	method	Menuliskan ketidakpunyaan solusi

3. Interpolation

Class Interpolation adalah class yang dibuat dengan tujuan kemudahan untuk menghitung interpolasi polinom. Class Interpolation menggunakan 1 *library* memiliki 3 method

No.	Nama	Tipe Data	Jenis	Deskripsi
1.	getEquation	double	method	Mendapatkan persamaan
2.	getEquationLine	String	method	Mendapatkan persamaan baris
3.	predictValue	double	method	Memprediksi suatu nilai

4. Regression

Class Regression adalah class yang dibuat dengan tujuan kemudahan untuk menghitung regresi linier dan berganda. Class Regression menggunakan 1 *library* memiliki 5 method.

No.	Nama	Tipe Data	Jenis	Deskripsi
1.	getBeta()	double	Method	Mendapatkan beta dengan inputan augmented matriks am dan data
2.	findEpsilon()	double	Method	Untuk menemukan epsilon.
3.	setRegressionEquation()	String	Method	Untuk mendapatkan string yang berisikan persamaan regresi berganda dengan menerima array of betas.
4.	predictRegressioValue()	Double	Method	Menerima array of betas dan array of x value untuk mendapatkan prediksi nilai y.
5.	runRegression()	Void	Method	Menjalankan semua fungsi di atas dalam satu fungsi.

5. Bicubic

Class Bicubic adalah class yang dibuat dengan tujuan kemudahan untuk menghitung interpolasi Bicubic di *range* 0 sampai 1. Class Bicubic menggunakan 1 *library* dan memiliki 4 method.

No.	Nama	Tipe Data	Jenis	Deskripsi
-----	------	-----------	-------	-----------

1.	getBicubicX()	Matrix	Method	Mengembalikan matrix X dengan elemen merupakan nilai x pada fungsi bicubic
2.	getCoefficient()	Double	Method	Mengembalikan array of double berisikan koefisien-koefisien <i>a</i> hasil penyelesaian dengan menerima matrix A dan Matrix B.
3.	PredictBicubicValue()	Double	Method	Menerima x, y, dan array koefisien dan mengembalikan nilai yang diprediksi.
4.	runBicubic()	Void	Method	Menjalankan seluruh program.

6. ImageScaling

Class ImageScaling berisi method-method yang digunakan untuk memproses dan memperbesar gambar. Class ini menggunakan 5 library dan memiliki 7 method.

No.	Nama	Tipe Data	Jenis	Deskripsi
1.	getBorderedMatrix()	Matrix	Method	Mengembalikan matrix yang telah di tambah dengan <i>border</i>
2.	getNewElement()	Double	Method	Mengembalikan elemen dengan indeks+2
3.	setNewElement()	Void	Method	Merubah elemen pada indeks+2
4.	getInterpolatorMatrix()	Matrix	Method	Mengembalikan matrix yang akan diinterpolasi untuk setiap titik
5.	getScaledMatrix()	Matrix	Method	Memperbesar matrix dengan interpolasi bicubic
6.	convertMatrix()	Void	Method	Mengubah gambar menjadi matrix
7.	getImageMatrix()	Matrix	Method	Mengubah matrix menjadi gambar

7. MatrixParser

Class MatrixParser adalah class yang digunakan untuk menerima dan mengubah masukan dalam bentuk file menjadi Matrix ataupun *array of string*. Class ini menggunakan 2 library serta memiliki 3 Atribut dan 12 Method.

	Nama	Tipe Data	Jenis	Deskripsi
1.	filePath	String	Atribut	Path dari file yang akan di parse matrix-nya. Diasumsikan bahwa file berisi format matrix yang valid.
2.	Lines	String	Atribut	Berisikan seluruh konten dari file yang diberikan.
3.	parsedMatrix	AugmentedMatrix	Atribut	Berisikan matrix hasil parse dari file yang diberikan.
4.	MatrixParser()	Matrix	method	Membentuk matrix parser.
5.	setFilePath()	void	method	Membentuk file path
6.	setLines()	void	method	Membentuk baris
7.	setParsedMatrix()	void	Method	Membentuk parsed matrix
8.	getFilePath()	String	Method	Mendapatkan file path
9.	getLines()	String	Method	Mendapatkan baris
10.	getParsedMatrix()	AugmentedMatrix	Method	Mendapatkan parsed matrix
11.	readlines()	Integer	Method	Membaca baris txt filepath
12.	getCol()	integer	Method	Mengembalikan angka dari kolom matrix da membaca txt file.
13.	parseMatrix()	void	Method	Mengembalikan matrix di bidang garis dan mengembalikan ke objek matrix.
14.	getInterpolationMatrix()	AugmentedMatrix	Method	Mendapatkan interpolasi matiks.
15.	getRegressionMatrix()	AugmentedMatrix	Method	Mendapatkan regresi dari matrix.

8. Menu

Class Menu berisi method yang menjalankan permintaan tiap menu. Class ini menggunakan 2 library serta memiliki 1 Atribut dan 9 Method.

	Nama	Tipe Data	Jenis	Deskripsi
1.	outputFile()	Void	Method	Membuat sebuah file .txt untuk mencantumkan output.
2.	determinantProcedure()	Void	Method	Procedure untuk menjalankan program yang

				mencari determinan dari matriks.
3.	getFilePath	String	Method	Fungsi untuk menerima path file yang akan digunakan untuk input yang valid.
4.	getOutputFile()	String	Method	Fungsi untuk mendapatkan path file output yang valid yaitu path yang belum exist.
5.	LinearEquation()	Void	Method	Prosedur untuk menjalankan program yang dapat menyelesaikan sistem persamaan linier.
6.	inverseProcedure	Void	Method	Menjalankan program untuk mendapatkan invers matriks.
7.	interpolationProcedure	Void	Method	Prosedur untuk mendapatkan persamaan interpolasi dari titik-titik dan memprediksi nilai yang diinterpolasikan
8.	bicubicProcedure()	Void	Method	Prosedur untuk mendapatkan nilai prediksi bicubic.
9.	regressionProcedure	Void	Method	Prosedur untuk menjalankan program regresi.
10	mainMenu()	Void	Method	Prosedur yang memberikan pilihan program apa saja yang dapat dijalankan oleh user.

9. Main

Class Main adalah class yang akan dijalankan ketika menggunakan program MATRIX CALC++. Class ini hanya berisi method main(String[] args) yang akan menjalankan seluruh program

BAB IV

EKSPERIMAN

- A. Program dapat menerima masukan dari file .txt dan menuliskan solusi dalam bentuk file .txt dan layar/screen

```
Pilih opsi masukan
1. File
2. Terminal
1
Masukkan nama file txt: input_0a.txt
Masukkan nama file output: spl01.txt
Solusi sistem persamaan linier:
X1 = 6.0557768924302735 + (-17.545816733067706)t
X2 = -5.118725099601583 + (29.97609561752983)t
X3 = 6.023904382470108 + (-32.948207171314685)t
X4 = t
```

1	<u>Solusi sistem persamaan linier:</u>
2	X1 = 6.0557768924302735 + (-17.545816733067706)t
3	X2 = -5.118725099601583 + (29.97609561752983)t
4	X3 = 6.023904382470108 + (-32.948207171314685)t
5	X4 = t
6	

- B. Program dapat menerima masukan dari layar/terminal dan menuliskan solusi ke layar/screen dan file .txt

```
Pilih opsi masukan
1. File
2. Terminal
Masukkan m: 3
Masukkan n: 5
Gunakan whitespace untuk memisahkan setiap elemen dan gunakan enter untuk memisahkan setiap baris.
Masukkan Matriks A:
1 4.5 2.8 10
3 7 8.3 11
6.5 -10 -9 12
Masukkan Matriks B:
12
14
8
Solusi sistem persamaan linier:
X1 = 6.0557768924302735 + (-17.545816733067706)t
X2 = -5.118725099601583 + (29.97609561752983)t
X3 = 6.023904382470108 + (-32.948207171314685)t
X4 = t
```

```

1  Solusi sistem persamaan linier:
2   $X_1 = 6.0557768924302735 + (-17.545816733067706)t$ 
3   $X_2 = -5.118725099601583 + (29.97609561752983)t$ 
4   $X_3 = 6.023904382470108 + (-32.948207171314685)t$ 
5   $X_4 = t$ 
6

```

C. Program dapat menghitung determinan dari suatu masukan matriks

1. Program menerima **masukan dari file** bernama input_0b.txt dan menuliskan hasil determinan menggunakan **metode reduksi baris** dalam file detrb.txt dan juga layar.

Isi file input_0b.txt :

```

3   4.5   2.8
-3   7   8.3
0.5 -10  -9

```

```

++++++ MAIN MENU ++++++
Silakan pilih menu :
1. Determinan
2. Matriks Balikan
3. Sistem Persamaan Linier
4. Interpolasi Linier
5. Interpolasi Bicubic
6. Regresi Linier Berganda
7. Keluar
Pilihan: 1
-----Determinan Matriks-----
Metode pencarian determinan matriks
1. Metode Reduksi Baris
2. Metode Kofaktor
1
Pilih opsi masukan
1. File
2. Terminal
1
Masukkan nama file txt: input_0b.txt
Masukkan nama file output: detrb.txt
Determinan matriks: 31.375000000000057

```

2. Program menerima **masukan dari terminal** dan menuliskan hasil determinan yang diperoleh menggunakan **metode kofaktor** ke layar dan juga file testcofactor.txt

```
Silakan pilih menu :
1. Determinan
2. Matriks Balikan
3. Sistem Persamaan Linier
4. Interpolasi Linier
5. Interpolasi Bicubic
6. Regresi Linier Berganda
7. Keluar
Pilihan: 1
-----Determinan Matriks-----
Metode pencarian determinan matriks
1. Metode Reduksi Baris
2. Metode Kofaktor
2
Pilih opsi masukan
1. File
2. Terminal
2
Masukkan nama file output: testcofactor.txt
```

```
Number of rows: 3
Number of columns: 3
Enter each element of Matrix below :
(Note : use whitespace to separate each element in a row and enter for each row)
1 2 3
4 5 6
7 8 9
Determinan Matriks: 31.374999999999986
```

```
Mainjava x input_0a.txt x input_0b.txt x README.md x Menu
1 Determinan Matriks dengan metode reduksi baris:
2 3.3750000000000057
3
```

3. Jika program menerima masukan matriks yang tidak memiliki determinan maka akan menuliskan pesan “Matriks yang Anda masukkan bukan merupakan matriks persegi : Matriks tidak memiliki determinan !”

Input file :

```
input_4b.txt x Mainjava x test
1 -3 7 8.3 11 -4
2 3 4.5 2.8 10 12
3 0.5 -10 -9 12 0
4 0.1 0.2 0 0 0
```

```
+++++ MAIN MENU +++++
Silakan pilih menu :
1. Determinan
2. Matriks Balikan
3. Sistem Persamaan Linier
4. Interpolasi Linier
5. Interpolasi Bicubic
6. Regresi Linier Berganda
7. Keluar
Pilihan: 1
-----Determinan Matriks-----
Metode pencarian determinan matriks
1. Metode Reduksi Baris
2. Metode Kofaktor
2
Pilih opsi masukan
1. File
2. Terminal
2
Masukkan nama file txt: test4b.txt
Masukkan nama file output: test4b.txt
>>> Matriks yang anda masukkan bukan merupakan matriks persegi : Matriks tidak memiliki determinan !
```

D. Program dapat menghitung matriks balikan dari suatu masukan matriks

1. Program menerima masukan berupa matriks dari file input_0b.txt dan menuliskan matriks balikannya yang dihitung menggunakan **metode Gauss-Jordan** ke layar dan kedalam file invgjl.txt


```
Silakan pilih menu :
1. Determinan
2. Matriks Balikan
3. Sistem Persamaan Linier
4. Interpolasi Linier
5. Interpolasi Bicubic
6. Regresi Linier Berganda
7. Keluar
Pilihan: 2
-----Inverse Matrix-----
Metode invers matriks
1. Metode Gauss-Jordan
2. Metode Kofaktor
1
Pilih opsi masukan
1. File
2. Terminal
1
Masukkan nama file txt: input_0b.txt
Masukkan nama file output: invgjl.txt
0.6374501992031866 0.39840637450199123 0.565737051792828
-0.72828685258964 -0.9051792828685243 -1.061354581673305
0.8446215139442216 1.0278884462151376 1.0996015936254961
```

2. Program menerima masukan berupa matriks dari terminal dan menuliskan matriks balikannya yang dihitung menggunakan **metode Adjoin-Kofaktor** ke layar dan file inversecofactor.txt

```
Silakan pilih menu :
1. Determinan
2. Matriks Balikan
3. Sistem Persamaan Linier
4. Interpolasi Linier
5. Interpolasi Bicubic
6. Regresi Linier Berganda
7. Keluar
Pilihan: 2
-----Inverse Matrix-----
Metode invers matriks
1. Metode Gauss-Jordan
2. Metode Kofaktor
2

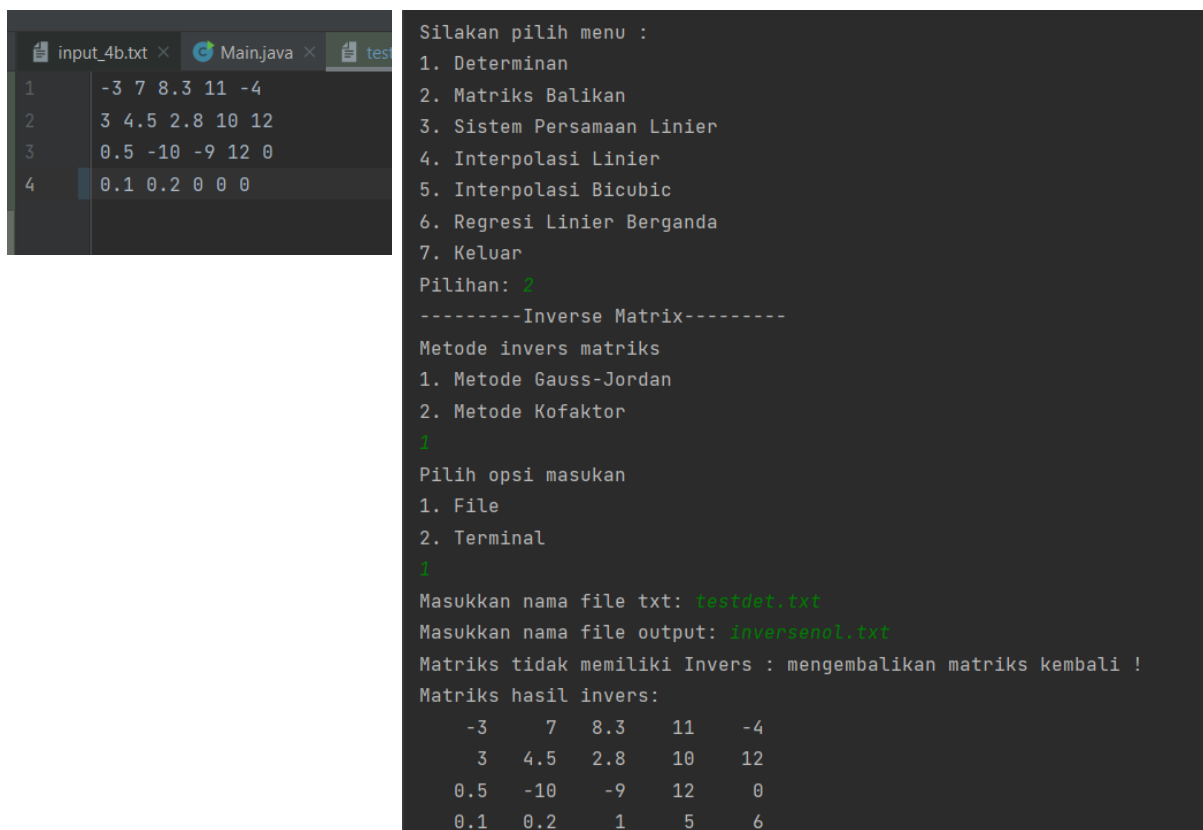
Pilih opsi masukan
1. File
2. Terminal
2
Masukkan nama file output: inversecofactor.txt

Number of rows: 3
Number of columns: 3
Enter each element of Matrix below :
(Note : use whitespace to separate each element in a row and enter for each row)
3 4 5 2 8
-3 7 0 3
0 5 -10 -9

Matriks balikan dengan metode gauss jordan:
0.6374501992031866 0.39840637450199123 0.565737051792828
-0.72828685258964 -0.9051792828685243 -1.061354581673305
0.8446215139442216 1.0278884462151376 1.0996015936254961
```

3. Jika matriks yang diterima program tidak memiliki matriks balikan maka program akan menuliskan pesan bahwa matriks tidak memiliki matriks balikan dan menuliskan matriks masukan kembali ke terminal

Input File :



```
input_4b.txt x Main.java x test.txt
1 -3 7 8.3 11 -4
2 3 4.5 2.8 10 12
3 0.5 -10 -9 12 0
4 0.1 0.2 0 0 0

Silakan pilih menu :
1. Determinan
2. Matriks Balikan
3. Sistem Persamaan Linier
4. Interpolasi Linier
5. Interpolasi Bicubic
6. Regresi Linier Berganda
7. Keluar
Pilihan: 2
-----Inverse Matrix-----
Metode invers matriks
1. Metode Gauss-Jordan
2. Metode Kofaktor
1
Pilih opsi masukan
1. File
2. Terminal
1
Masukkan nama file txt: testdet.txt
Masukkan nama file output: inversenol.txt
Matriks tidak memiliki Invers : mengembalikan matriks kembali !
Matriks hasil invers:
-3 7 8.3 11 -4
3 4.5 2.8 10 12
0.5 -10 -9 12 0
0.1 0.2 1 5 6
```

E. Program dapat menghitung persamaan interpolasi linier dan berganda

1. Program menerima masukan dari terminal

8.0 2.0794 //(x0,y0)
9.0 2.1972 //(x1, y1)
9.5 2.2513 //(x2, y2)

8.75 // x

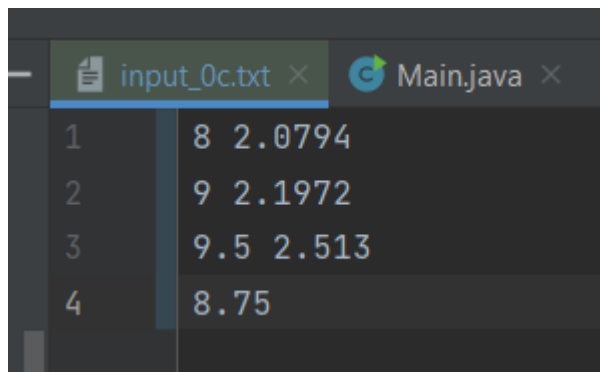
Dan menuliskan persamaan polinomial yang didapatkan ke terminal dan juga file testinterpolasi.txt

```

++++++ MAIN MENU ++++++
Silakan pilih menu :
1. Determinan
2. Matriks Balikan
3. Sistem Persamaan Linier
4. Interpolasi Linier
5. Interpolasi Bicubic
6. Regresi Linier Berganda
7. Keluar
Pilihan: 4
-----Interpolasi Linier-----
Pilih opsi masukan
1. File
2. Terminal
2
Masukkan nama file output: testinterpolasi.txt
Masukkan n: 3
Masukkan titik-titik:
8 2.0794
9 2.1972
9.5 2.513
Masukkan nilai x yang ingin diprediksi nilai y-nya:
8.75
Persamaan yang dihasilkan:
y = 0.342533333333332 x^2 - 5.705266666666664 x + 25.799399999999999
Nilai yang diprediksi untuk 8.75 adalah: 2.1035250000000083

```

2. Program menerima masukan dari file input_0c.txt dan menuliskan persamaan hasil interpolasi polinom ke terminal



No	x	y
1	8	2.0794
2	9	2.1972
3	9.5	2.513
4	8.75	

```

Silakan pilih menu :
1. Determinan
2. Matriks Balikan
3. Sistem Persamaan Linier
4. Interpolasi Linier
5. Interpolasi Bicubic
6. Regresi Linier Berganda
7. Keluar
Pilihan: 4
-----Interpolasi Linier-----
Pilih opsi masukan
1. File
2. Terminal
1
Masukkan nama file txt: input_0c.txt
Masukkan nama file output: interfile.txt
Persamaan yang dihasilkan:
y = 0.342533333333332 x^2 - 5.705266666666664 x + 25.7993999999999
Nilai yang diprediksi untuk 8.75 adalah: 2.103525000000083

```

File output:

```

testinterpolasi.txt x input_0c.txt x Main.java x inverscofactor.txt x interpolasi_test.txt x
e 1 Persamaan yang dihasilkan:
2 y = 0.342533333333332 x^2 - 5.705266666666664 x + 25.7993999999999
3 Nilai yang diprediksi untuk 8.75 adalah: 2.103525000000083
4

```

F. Program dapat menyelesaikan regresi linier dan berganda dari masukan nilai-nilai n (jumlah peubah x), m (jumlah sampel), semua nilai-nilai $x_{1i}, x_{2i}, \dots, x_{ni}$, nilai y_i , dan nilai-nilai x_k yang akan ditaksir nilai fungsinya.

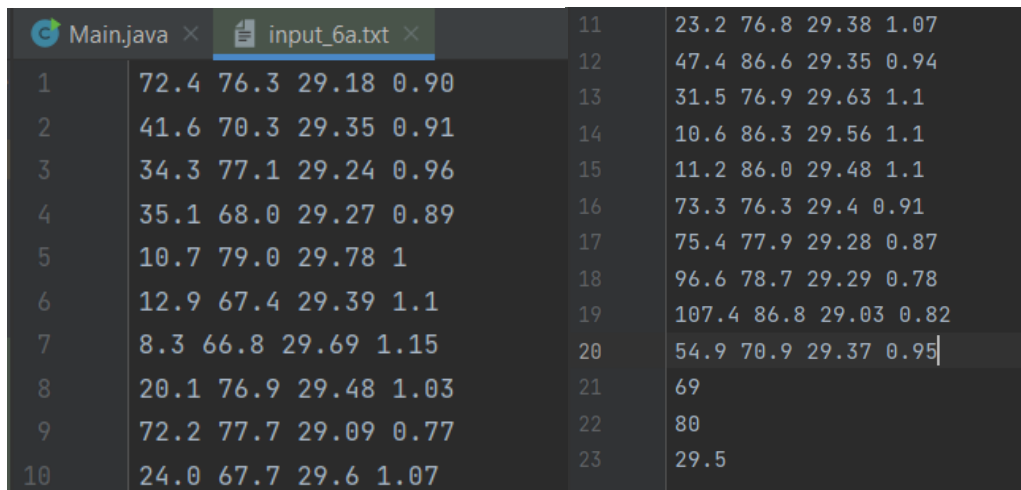
1. Program menerima input dari file input_6a.txt dan menuliskan persamaan hasil regresi ke file ouput resgresi_test.txt dan terminal

```

+++++ MAIN MENU +++++
Silakan pilih menu :
1. Determinan
2. Matriks Balikan
3. Sistem Persamaan Linier
4. Interpolasi Linier
5. Interpolasi Bicubic
6. Regresi Linier Berganda
7. Keluar
Pilihan: 6
-----Regresi Linier Berganda-----
Pilih opsi masukan
1. File
2. Terminal
1
Masukkan nama file txt: input_6a.txt
Masukkan nama file output: regresi_test.txt
Persamaan regresi:
y = - 3.5077781408835103 - 0.002624990745878327 X1 + 7.989410472218274E-4 X2 + 0.15415503019830143 X3 - 3.108624468950438E-16
Prediksi nilai untuk X1 = 69.0, X2 = 80.0, X3 = 29.5 : 0.922586172278523Silakan pilih menu :

```

Input file :

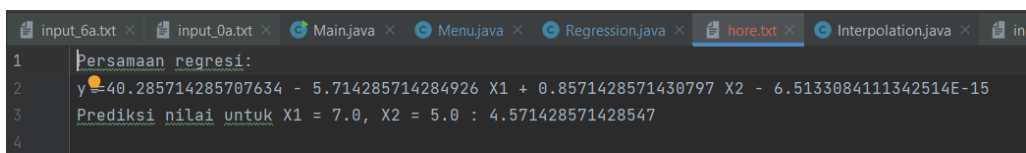


1	72.4	76.3	29.18	0.90
2	41.6	70.3	29.35	0.91
3	34.3	77.1	29.24	0.96
4	35.1	68.0	29.27	0.89
5	10.7	79.0	29.78	1
6	12.9	67.4	29.39	1.1
7	8.3	66.8	29.69	1.15
8	20.1	76.9	29.48	1.03
9	72.2	77.7	29.09	0.77
10	24.0	67.7	29.6	1.07
11	23.2	76.8	29.38	1.07
12	47.4	86.6	29.35	0.94
13	31.5	76.9	29.63	1.1
14	10.6	86.3	29.56	1.1
15	11.2	86.0	29.48	1.1
16	73.3	76.3	29.4	0.91
17	75.4	77.9	29.28	0.87
18	96.6	78.7	29.29	0.78
19	107.4	86.8	29.03	0.82
20	54.9	70.9	29.37	0.95
21	69			
22	80			
23	29.5			

2. Program menerima masukan dari terminal dan menuliskan

```
-----Regresi Linier Berganda-----
Pilih opsi masukan
1. File
2. Terminal
3
Masukkan nama file output: hore.txt
Masukkan nilai n: 3
Masukkan nilai m: 2
Masukkan nilai x dan y dipisahkan dengan spasi
6 7 12
6 8 8 10
6 9 6 6
Masukkan nilai x yang ingin diprediksi:
7 8
Persamaan regresi:
y = 40.285714285707634 - 5.714285714284926 X1 + 0.8571428571430797 X2 - 6.5133084111342514E-15
Prediksi nilai untuk X1 = 7.0, X2 = 5.0 : 4.571428571428547Silakan pilih menu :
```

Output file :

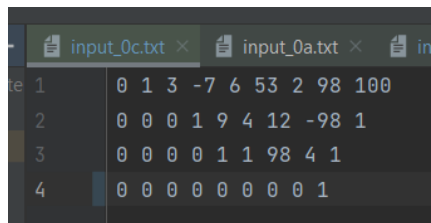


```
Persamaan regresi:
y = 40.285714285707634 - 5.714285714284926 X1 + 0.8571428571430797 X2 - 6.5133084111342514E-15
Prediksi nilai untuk X1 = 7.0, X2 = 5.0 : 4.571428571428547
```

G. Program dapat menyelesaikan persoalan SPL. Program menerima masukan matriks dari file dan terminal lalu menuliskan solusi ke layar dan juga output file.

1. Program akan menuliskan “Tidak ada solusi” di terminal ketika persamaan dalam bentuk matriks yang dimasukkan **tidak memiliki solusi**. Dibawah ini ditampilkan solusi SPL yang diselesaikan menggunakan **metode Gauss-Jordan**

Input file :



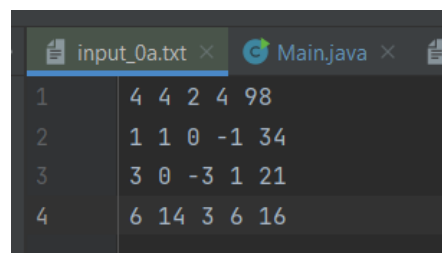
1	0	1	3	-7	6	53	2	98	100
2	0	0	0	1	9	4	12	-98	1
3	0	0	0	0	1	1	98	4	1
4	0	0	0	0	0	0	0	0	1

```
-----Sistem Persamaan Linier-----
Metode penyelesaian
1. Metode Gauss
2. Metode Gauss-Jordan
3. Metode Matriks Balikan
4. Kaidah Cramer
3
Pilih opsi masukan
1. File
2. Terminal
1
Masukkan nama file txt: input_0c.txt
Masukkan nama file output: nosol.txt
Solusi sistem persamaan linier:
Tidak ada solusi
```

2. Program akan menuliskan semua hasil yang memenuhi, jika persamaan memiliki **solusi unik**. Dibawah ini ditampilkan solusi SPL yang diselesaikan menggunakan **metode Gauss**

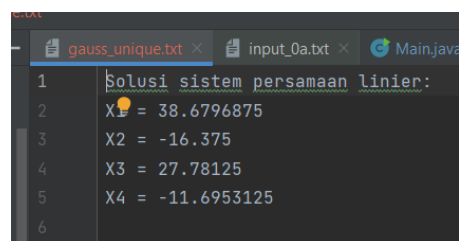
```
+++++ MAIN MENU +++++
Silakan pilih menu :
1. Determinan
2. Matriks Balikan
3. Sistem Persamaan Linier
4. Interpolasi Linier
5. Interpolasi Bicubic
6. Regresi Linier Berganda
7. Keluar
Pilihan: 3
-----Sistem Persamaan Linier-----
Metode penyelesaian
1. Metode Gauss
2. Metode Gauss-Jordan
3. Metode Matriks Balikan
4. Kaidah Cramer
1
Pilih opsi masukan
1. File
2. Terminal
1
Masukkan nama file txt: input_0a.txt
Masukkan nama file output: gauss_unique.txt
Solusi sistem persamaan linier:
X1 = 38.6796875
X2 = -16.375
X3 = 27.78125
X4 = -11.6953125
```

Input file :



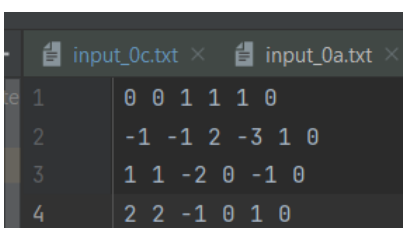
1	4	4	2	4	98
2	1	1	0	-1	34
3	3	0	-3	1	21
4	6	14	3	6	16

Output file :



```
Solusi sistem persamaan linier:
X1 = 38.6796875
X2 = -16.375
X3 = 27.78125
X4 = -11.6953125
```

3. Program akan menuliskan hasil berupa parametrik ketika solusi SPL yang diberikan **berbentuk parametrik**. Dibawah ini ditampilkan solusi SPL yang diselesaikan menggunakan **metode Gauss-Jordan**



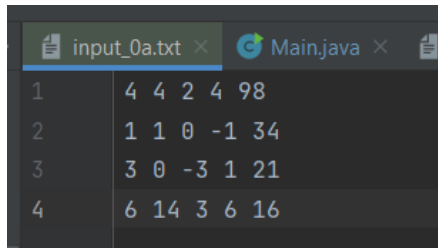
1	0	0	1	1	1	0
2	-1	-1	2	-3	1	0
3	1	1	-2	0	-1	0
4	2	2	-1	0	1	0

```
Masukkan nama file txt: input_0b.txt
Masukkan nama file output: soln.txt
Solusi sistem persamaan linier:
X1 = 0.0 + (-1.0)s + (-1.0)t
X2 = 0 + s
X3 = 0.0 + (-1.0)t
X4 = 0.0
X5 = 0 + t
```

4. Untuk penyelesaian SPL dengan menggunakan **kaidah cramer dan metode matriks balikan**, solusi hanya dapat berupa solusi unik karena kedua metode membutuhkan nilai determinan dalam penyelesaiannya sedangkan determinan hanya dimiliki oleh matriks persegi

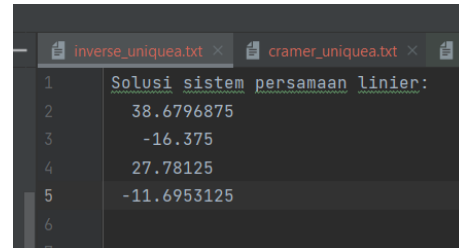
a. Menggunakan **metode matriks balikan**

Input file :



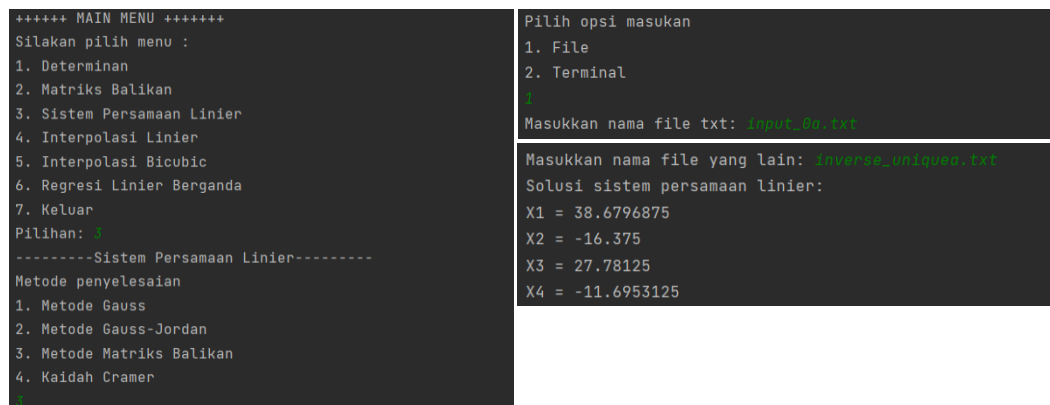
1	4	4	2	4	98
2	1	1	0	-1	34
3	3	0	-3	1	21
4	6	14	3	6	16

Output file :



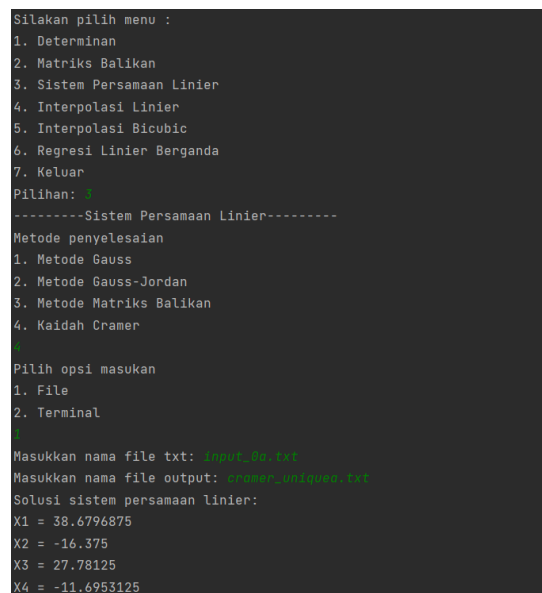
1	Solusi sistem persamaan linier:
2	38.6796875
3	-16.375
4	27.78125
5	-11.6953125
6	
7	

Terminal :



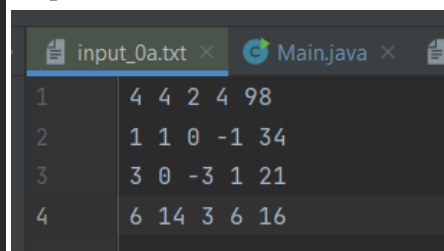
```
+++++ MAIN MENU +++++
Silakan pilih menu :
1. Determinan
2. Matriks Balikan
3. Sistem Persamaan Linier
4. Interpolasi Linier
5. Interpolasi Bicubic
6. Regresi Linier Berganda
7. Keluar
Pilihan: 3
-----Sistem Persamaan Linier-----
Metode penyelesaian
1. Metode Gauss
2. Metode Gauss-Jordan
3. Metode Matriks Balikan
4. Kaidah Cramer
Pilih opsi masukan
1. File
2. Terminal
Masukkan nama file txt: input_0a.txt
Masukkan nama file yang lain: inverse_uniquea.txt
Solusi sistem persamaan linier:
X1 = 38.6796875
X2 = -16.375
X3 = 27.78125
X4 = -11.6953125
```

b. Menggunakan **Kaidah Cramer**



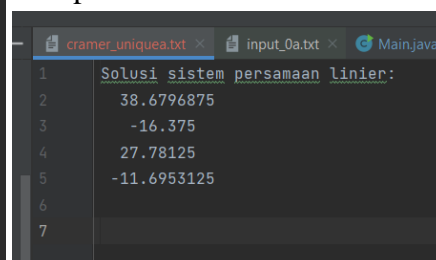
```
Silakan pilih menu :
1. Determinan
2. Matriks Balikan
3. Sistem Persamaan Linier
4. Interpolasi Linier
5. Interpolasi Bicubic
6. Regresi Linier Berganda
7. Keluar
Pilihan: 3
-----Sistem Persamaan Linier-----
Metode penyelesaian
1. Metode Gauss
2. Metode Gauss-Jordan
3. Metode Matriks Balikan
4. Kaidah Cramer
Pilih opsi masukan
1. File
2. Terminal
Masukkan nama file txt: input_0a.txt
Masukkan nama file output: cramer_uniquea.txt
Solusi sistem persamaan linier:
X1 = 38.6796875
X2 = -16.375
X3 = 27.78125
X4 = -11.6953125
```

Input file :



1	4	4	2	4	98
2	1	1	0	-1	34
3	3	0	-3	1	21
4	6	14	3	6	16

Output file :



1	Solusi sistem persamaan linier:
2	38.6796875
3	-16.375
4	27.78125
5	-11.6953125
6	
7	

- H. Program dapat menyelesaikan interpolasi bicubic dengan **masukan dari file text** (.txt) yang berisi matriks berukuran 4x4 yang berisi nilai $f(i,j)$ dengan i dan j adalah indeks matriks diikuti dengan nilai a dan b untuk mencari nilai $f(a,b)$. misalnya jika nilai dari $f(-1,-1)$, $f(-1,0)$, $f(-1,1)$, $f(-1,2)$, $f(0,-1)$, $f(0,0)$, $f(0,1)$, $f(0,2)$, $f(1,-1)$, $f(1,0)$, $f(1,1)$, $f(1,2)$, $f(2,-1)$, $f(2,0)$, $f(2,1)$, $f(2,2)$ berturut-turut adalah 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 10, 11, 12, 13, 14, 15, 16 serta nilai a dan b yang dicari berturut-turut adalah 0.5 dan 0.5 maka isi file text ditulis sebagai berikut:

1 2 3 4

5 6 7 8

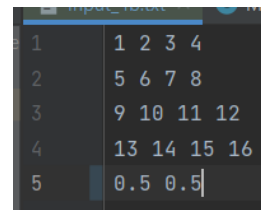
9 10 11 12

13 14 15 16

0.5 0.5 // nilai a dan b

1. Masukan

Program hanya menerima masukan berupa file yang berisi matriks yang disesuaikan dengan spesifikasi yang diberikan, terdapat nilai 16 nilai fungsi diikuti dengan nilai a dan b yang ingin diprediksi value-nya.



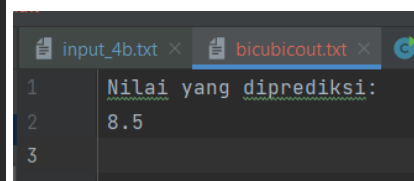
1	1	2	3	4
2	5	6	7	8
3	9	10	11	12
4	13	14	15	16
5	0.5	0.5		

2. Keluaran

Program akan menuliskan nilai hasil prediksi di terminal dan juga dalam bentuk

```
++++++ MAIN MENU ++++++
Silakan pilih menu :
1. Determinan
2. Matriks Balikan
3. Sistem Persamaan Linier
4. Interpolasi Linier
5. Interpolasi Bicubic
6. Regresi Linier Berganda
7. Keluar
Pilihan: 5
-----Interpolasi Bicubic-----
Pilih opsi masukan
1. File
2. Terminal
1
Masukkan nama file txt: input_4b.txt
Masukkan nama file output: bicubicout.txt
Nilai yang diprediksi: 8.5
```

file .txt yang berisi nilai hasil

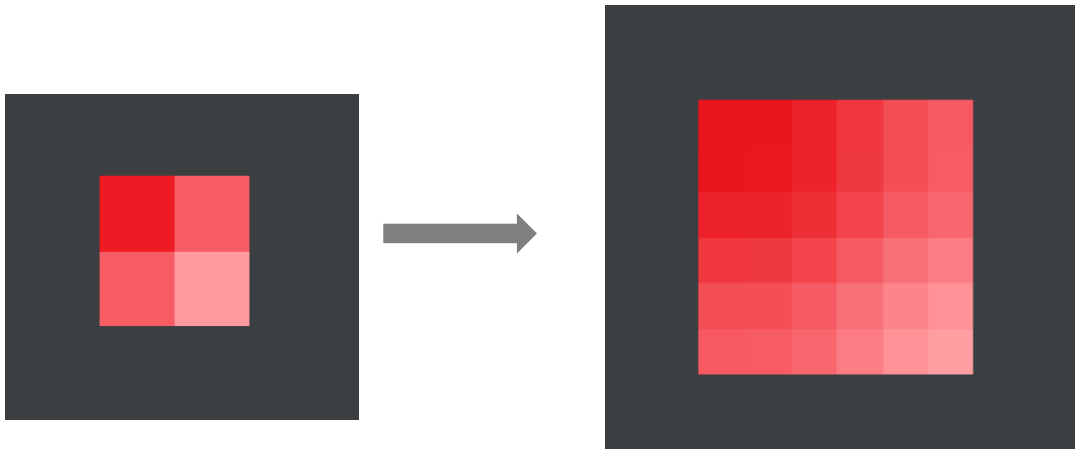


1	Nilai yang diprediksi:
2	8.5
3	

prediksi.

I. Program dapat memperbesar gambar dengan menggunakan interpolasi bicubic

1. Gambar png berukuran 2x2 diperbesar 3x



Terminal :

```
+++++ MAIN MENU ++++++
Silakan pilih menu :
1. Determinan
2. Matriks Balikan
3. Sistem Persamaan Linier
4. Interpolasi Linier
5. Interpolasi Bicubic
6. Regresi Linier Berganda
7. Pembesaran Gambar
8. Keluar
Pilihan: 7

-----Memperbesar Gambar-----
Masukkan nama file (jpg/png/other img files) yang akan anda perbesar :
testImage2x2.png

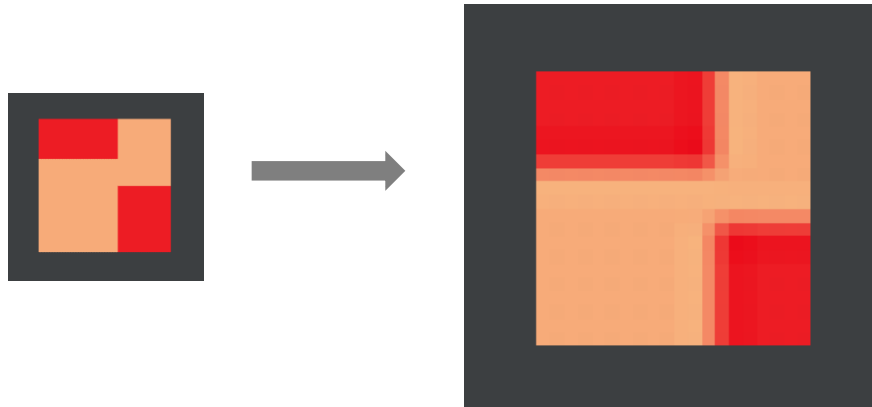
Masukkan faktor pembesar (bilangan bulat) :
3

Masukkan nama file gambar yang telah diperbesar :testImageResult3.png

Masukkan jenis gambar (jpg/png) :png

Gambar berhasil di perbesar !
```

2. Gambar png berukuran 10x10 diperbesar 2x



Terminal :

```
-----Memperbesar Gambar-----  
Masukkan nama file (jpg/png/other img files) yang akan anda perbesar :  
testImage10x10.png  
  
Masukkan faktor pembesar (bilangan bulat) :  
2  
  
Masukkan nama file gambar yang telah diperbesar :imageResult10.png  
  
Masukkan jenis gambar (jpg/png) :png  
selesai  
Silakan pilih menu :  
1. Determinan  
2. Matriks Balikan  
3. Sistem Persamaan Linier  
4. Interpolasi Linier  
5. Interpolasi Bicubic  
6. Regresi Linier Berganda  
7. Pembesaran Gambar  
7. Keluar  
Pilihan: 7
```

J. Repository Github

Pranala : <https://github.com/zakia215/Algeo01-21119.git>

BAB V

KESIMPULAN DAN REFLEKSI

A. Kesimpulan

Kami telah berhasil membuat sebuah program java yang dapat menyelesaikan berbagai permasalahan aljabar linear. Berdasarkan hasil percobaan yang telah dilakukan program dapat menyelesaikan sistem persamaan linear dengan metode eliminasi Gauss, Gauss Jordan, matriks balikan, dan cramer; mencari determinan suatu matriks; menentukan interpol polinom serta regresi linier berganda.

B. Saran

Sebaiknya menggunakan GUI untuk kenyamanan user dalam menggunakan program yang telah dibuat. Dan bisa handle semua error

C. Refleksi

Dengan dirilisnya tugas ini, kami dapat memahami beberapa hal yang sangat mendalam terkait sistem persamaan linier, determinan, dan aplikasinya, tentunya dalam hal pembuatan program ini sangat melatih skill manajemen waktu dan organisasi bekerja dalam tim.

BAB VI

DAFTAR REFERENSI

<https://stackoverflow.com/questions/1082580/how-to-build-jars-from-intellij-properly>

<https://stackoverflow.com/questions/2885173/how-do-i-create-a-file-and-write-to-it>

<https://www.javatpoint.com/string-concatenation-in-java>

<https://stackoverflow.com/questions/13102045/scanner-is-skipping-nextline-after-using-next-or-nextfoo>