Laporan Tugas Besar 1

Diajukan untuk memenuhi tugas mata kuliah Aljabar Linear dan Geometri pada Semester 3 Teknik Informatika tahun Akademik 2021-2022

oleh

Rheza Rizqullah Ecaldy (13520060)
Ubaidillah Ariq Prathama (13520085)
Januar Budi Ghifari (13520132)

SEKOLAH TEKNIK ELEKTRO DAN INFORMATIKA
INSTITUT TEKNOLOGI BANDUNG
BANDUNG
2021

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 -1b), 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).

BAB II

Dasar Teori

2.1 Metode Eliminasi Gauss

Metode eliminasi Gauss ditemukan oleh Carl Freidrich Gauss. Metode ini dapat digunakan untuk memecahkan sebuah sistem persamaan linear. SPL direpresentasikan menjadi matriks teraugmentasi kemudian diubah menjadi sebuah matriks eselon baris melalui OBE (Operasi Baris Elementer). Sebuah matriks memiliki bentuk eselon baris jika memenuhi 4 kriteria sebagai berikut :

1. Pada baris yang terdapat elemen yang tidak nol, bilangan tak nol pertama di dalam baris tersebut adalah 1 atau 1 utama.
2. Pada baris yang elemennya nol semua, baris tersebut harus diletakkan di bagian bawah matriks.
3. Pada dua baris berurutan yang memenuhi kriteria pertama, baris yang lebih rendah adalah baris yang 1 utamanya di kolom yang lebih kanan daripada baris di atasnya.
4. Di bawah 1 utama harus nol.

Contoh Matriks Eselon :

$$A = \begin{bmatrix} 0 & 1 & 3 & 7 \\ 0 & 0 & 1 & 3 \\ 0 & 0 & 0 & 1 \end{bmatrix}$$

Setelah ditemukan bentuk eselon baris suatu SPL, dicari nilai setiap variabel melalui metode substitusi.

2.2 Metode Eliminasi Gauss Jordan

Metode eliminasi Gauss-Jordan merupakan pengembangan dari metode eliminasi Gauss. Metode ini dicetuskan oleh Wilhelm Jordan, seorang insinyur Jerman, pada tahun 1887. Pada metode ini, SPL direpresentasikan menjadi matriks teraugmentasi kemudia diubah menjadi sebuah matriks eselon baris tereduksi melalui OBE. Matriks eselon baris tereduksi memiliki kriteria yang sama seperti matriks eselon baris namun di atas dan di bawah 1 utama harus nol.

- Bentuk Eselon Baris

$$\begin{bmatrix} 1 & 4 & -3 & 7 \\ 0 & 1 & 6 & 2 \\ 0 & 0 & 1 & 5 \end{bmatrix}, \begin{bmatrix} 1 & 1 & 0 \\ 0 & 1 & 0 \\ 0 & 0 & 0 \end{bmatrix}, \begin{bmatrix} 0 & 1 & 2 & 6 & 0 \\ 0 & 0 & 1 & -1 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & 1 \end{bmatrix}$$

- Bentuk Eselon Baris Tereduksi

$$\begin{bmatrix} 1 & 0 & 0 & 4 \\ 0 & 1 & 0 & 7 \\ 0 & 0 & 1 & -1 \end{bmatrix}, \begin{bmatrix} 1 & 0 & 0 \\ 0 & 1 & 0 \\ 0 & 0 & 1 \end{bmatrix}, \begin{bmatrix} 0 & 1 & -2 & 0 & 1 \\ 0 & 0 & 0 & 1 & 3 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & 0 \end{bmatrix}, \begin{bmatrix} 0 & 0 \\ 0 & 0 \end{bmatrix}$$

Keuntungan dari pemakaian metode eliminasi Gauss-Jordan adalah tidak perlu melakukan substitusi pada matriks eselon baris tereduksi untuk menentukan nilai setiap variabel.

2.3 Determinan

Dalam bidang aljabar linear, determinan adalah nilai yang dapat dihitung dari unsur suatu matriks persegi. Determinan matriks A ditulis dengan tanda $\det(A)$, $\det A$, atau $|A|$. Determinan dapat dianggap sebagai faktor penskalaan transformasi yang digambarkan oleh matriks.

Determinan dapat dihitung menggunakan Operasi Baris Elementer. Metode yang dilakukan mirip dengan eliminasi Gauss, perbedaannya hanya diperlukan matriks segitiga atas atau matriks segitiga bawah (tidak perlu eselon baris). Nilai determinan didapat dengan mengalikan semua elemen pada diagonal matriks. Selain itu, determinan juga dapat dihitung menggunakan metode kofaktor.

2.4 Matriks Balikan

Matriks balikan atau matriks invers adalah kebalikan dari sebuah matriks. Misalkan ada sebuah matriks A maka matriks balikannya adalah A-1. Matriks A dikatakan memiliki balikan apabila $det\ (A) \neq 0$. Balikan dari sebuah matriks 2 x 2 dapat diperoleh melalui cara berikut :

$A^{-1} = \frac{1}{ad-bc}\ [d\ \ -b\ \ -c\ a]$ dengan nilai determinan A $\neq$ 0 .

Balikan dari matriks 3 x 3 ke atas dapat diperoleh melalui pencarian determinan dan adjoin lalu memakai rumus berikut :

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

2.5 Matriks Kofaktor

Misalkan A adalah matriks n x n dan C_{ij} adalah kofaktor entri a_{ij}. Maka matriks kofaktor dari A adalah

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

Untuk mendapatkan kofaktor, perlu dicari minor sebuah matriks terlebih dahulu. Minor suatu matriks A dilambangkan dengan M_{ij} adalah determinan matriks bagian dari matriks A yang diperoleh dengan cara menghilangkan elemen-elemennya pada baris ke-i dan elemen-elemen pada kolom ke-j. Misalkan diketahui matriks A yang berordo 3 x 3

$$A = \begin{bmatrix} a & b & c \\ d & e & f \\ g & h & i \end{bmatrix}$$

Untuk mencari minor M_{ij}, ditarik garis vertikal dan horizontal melalui baris ke-1 dan kolom ke -1 sehingga mendapatkan minornya

$$\begin{bmatrix} a & b & c \\ d & e & f \\ g & h & i \end{bmatrix} \qquad \begin{bmatrix} e & f \\ h & i \end{bmatrix}$$

Setelah ditemukan minor, dapat dicari kofaktor. Kofaktor suatu elemen baris ke-i dan kolom ke-j dari matriks A dilambangkan dengan $C_{ij} = (-1)^{i+j} M_{ij}$ sehingga matriks kofaktor A di atas menjadi

$[|e\ f\ h\ i| - |d\ f\ g\ i|\ |d\ e\ g\ h| - |b\ c\ h\ i|\ |a\ c\ g\ i| - |a\ b\ g\ h|\ |b\ c\ e\ f| - |a\ c\ g\ i|\ |a\ b\ d\ e|]$

2.6 Matriks Adjoin

Adjoin matriks merupakan transpose dari matriks kofaktor. Transpose sendiri adalah pertukaran elemen pada baris menjadi kolom dan sebaliknya. Adjoin sering dilambangkan dengan lambang adj. Misalkan ada suatu matriks A, maka adjoin dari matriks tersebut dilambangkan $adj(A)$. Adjoin matriks sering digunakan dalam menentukan invers matriks.

2.7 Kaidah Cramer

Jika $Ax = b$ adalah SPL yang terdiri dari n persamaan linier dengan n peubah sedemikian sehingga $det\,(A) \neq 0$, SPL tersebut memiliki solusi yang unik yaitu

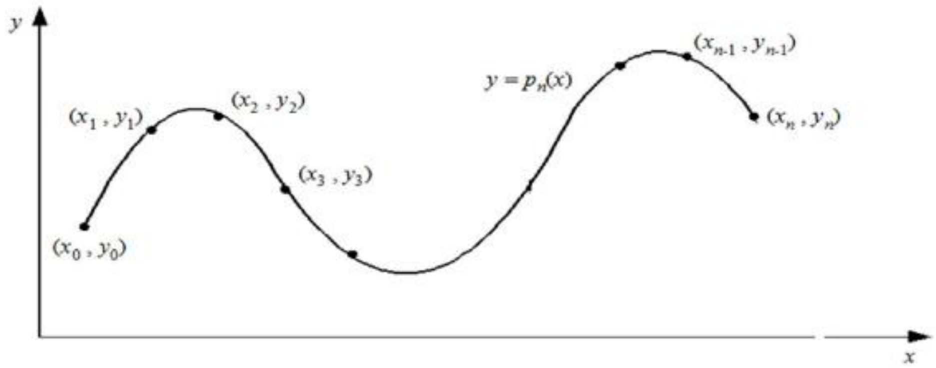
$$x_1 = \frac{det\,(A_1)}{det\,(A)}, \qquad x_2 = \frac{det\,(A_2)}{det\,(A)} \quad , \dots , \qquad x_n = \frac{det\,(A_n)}{det\,(A)}$$

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

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

2.8 Interpolasi Polinom

Persoalan interpolasi polinom adalah sebagai berikut: Diberikan n+1 buah titik berbeda, (x0, y0), (x1, y1), ..., (xn, yn). Tentukan polinom pn(x) yang menginterpolasi (melewati) semua titiktitik tersebut sedemikian rupa sehingga yi = pn(xi) untuk i = 0, 1, 2, …, n.



Setelah polinom interpolasi pn(x) ditemukan, pn(x) dapat digunakan untuk menghitung perkiraan nilai y di sembarang titik di dalam selang [x0, xn].

Polinom interpolasi derajat n yang menginterpolasi titik-titik (x0, y0), (x1, y1), ..., (xn, yn). adalah berbentuk pn(x) = a0 + a1x + a2x2 + … + anxn . Jika hanya ada dua titik, (x0, y0) dan (x1, y1), maka polinom yang menginterpolasi kedua titik tersebut adalah p1(x) = a0 + a1x yaitu berupa persamaan garis lurus. Jika tersedia tiga titik, (x0, y0), (x1, y1), dan (x2, y2), maka polinom yang menginterpolasi ketiga titik tersebut adalah p2(x) = a0 + a1x + a2x2 atau persaman kuadrat dan kurvanya berupa parabola. Jika tersedia empat titik, (x0, y0), (x1, y1), (x2, y2), dan (x3, y3), polinom yang menginterpolasi keempat titik tersebut adalah p3(x) = a0 + a1x + a2x2 + a3x3 , demikian seterusnya. Dengan cara yang sama kami dapat membuat polinom interpolasi berderajat n untuk n yang lebih tinggi asalkan tersedia (n+1) buah titik data. Dengan menyulihkan (xi, yi) ke dalam persamaan polinom pn(x) = a0 + a1x + a2x2 + … + anxn untuk i = 0, 1, 2, …, n, akan diperoleh n buah sistem persamaan lanjar dalam a0, a1, a2, ... ,an,

$$a_0 + a_1x_0 + a_2x_0^2 + \cdots + a_nx_0^n = y_0$$
$$a_0 + a_1x_1 + a_2x_1^2 + \cdots + a_nx_1^n = y_1$$
$$.....$$
$$a_0 + a_1x_n + a_2x_n^2 + \cdots + a_nx_n^n = y_n$$

Solusi sistem persamaan lanjar ini, yaitu nilai a0, a1, ... ,an, 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 p2(x) = a0 + a1x + a2x2 . Dengan menyulihkan ketiga buah titik data ke dalam polinom tersebut, diperoleh sisten persamaan lanjar yang terbentuk adalah

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

Penyelesaian sistem persamaan dengan metode eliminasi Gauss menghasilkan a0 = 0.6762, a1 = 0.2266, dan a2 = -0.0064. Polinom interpolasi yang melalui ketiga buah titik tersebut adalah p2(x) = 0.6762 + 0.2266x - 0.0064x 2 . Dengan menggunakan polinom ini, maka nilai fungsi pada x = 9.2 dapat ditaksir sebagai berikut: p2(9.2) = 0.6762 + 0.2266(9.2) - 0.0064(9.2)2 = 2.2192.

2.9 Regresi Linear 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 βi dapat digunakan Normal Estimation Equation for Multiple Linear Regression sebagai berikut:

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

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

....

....

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

Sistem persamaan linier tersebut diselesaikan dengan menggunakan metode eliminasi Gauss.

BAB III

Implementasi Program

3.1 Class aljabarGeometri

Class ini berisi semua fungsi yang akan dipanggil dalam menu.java
Atribute : -
Methods :
Prosedur Algoritma

1. Nama fungsi/prosedur : gauss
   Parameter : double mat[][], int row, int col
   Deskripsi : Melakukan prosedur eliminasi gauss. Menghasilkan matriks eselon baris dari matriks augmented untuk menyelesaikan SPL.
2. Nama fungsi/prosedur : gaussJordan
   Parameter : double mat[][], int row, int col
   Deskripsi : Melakukan prosedur eliminasi gauss Jordan. Menghasilkan matriks eselon baris tereduksi dari matriks augmented untuk menyelesaikan SPL.
3. Nama fungsi/prosedur : invers
   Parameter : double mat[][], double final[][],
   Deskripsi : Mencari solusi SPL menggunakan metode invers dari matriks augmented. Matriks SPL harus berbentuk matriks persegi.
4. Nama fungsi/prosedur : cramer
   Parameter : double mat[][],double ans[],boolean solvable, int n
   Deskripsi : Mencari solusi SPL menggunakan metode cramer dari matriks augmented. Matriks SPL harus berbentuk matriks persegi.
5. Nama fungsi/prosedur : determinanKofaktor
   Parameter : double mat[][], int n
   Deskripsi : Mencari determinan matriks persegi dengan metode kofaktor.
6. Nama fungsi/prosedur : determinanOBE
   Parameter : double mat[][], int n

Deskripsi : Mencari determinan matriks persegi dengan metode reduksi baris menggunakan operasi baris elementer.

7. Nama fungsi/prosedur : matriksInvers
   Parameter : double mat[][], double tmp[][], int n
   Deskripsi : Mencari sebuah invers dari matriks dengan menggunakan determinan, matriks kofaktor, dan matriks transpose.
8. Nama fungsi/prosedur : matriksInversJordan
   Parameter : double mat[][], double ans[][], int n
   Deskripsi : Mencari sebuah invers dari matriks dengan menggunakan eliminasi gauss Jordan.
9. Nama fungsi/prosedur : interpolasi
   Parameter : double mat[][],double ans[], int n
   Deskripsi : Mencari polinom derajat n yang dibentuk dari n+1 titik yang diberikan.
10. Nama fungsi/prosedur : regresi
    Parameter : double mat[][], double ans[], int n, int k
    Deskripsi : Mencari persamaan regresi linear berganda dari n pasangan dengan k peubah.
11. Nama fungsi/prosedur : solusiSPL
    Parameter : double mat[][], int row, int col, boolean solvable, String ans[]
    Deskripsi : Mencari solusi akhir dari SPL Gauss dan Gauss Jordan.

Fungsi Utilitas

1. Nama fungsi/prosedur : stringToDouble
   Parameter : string ans[][], double ansNew[][]
   Deskripsi : Mengubah array bertipe string menjadi array bertipe double
2. Nama fungsi/prosedur : doubleToString
   Parameter : double ans[], string ansNew[][]
   Deskripsi : Mengubah array bertipe double menjadi array bertipe string
3. Nama fungsi/prosedur : swap_row
   Parameter : double mat[][], int col, int i, int j
   Deskripsi : Menukar dua baris pada matriks
4. Nama fungsi/prosedur : swap_col
   Parameter : double mat[][], int row, int i, int j
   Deskripsi : Menukar dua kolom pada matriks
5. Nama fungsi/prosedur : removeLastCol
   Parameter : double mat[][]
   Deskripsi : Menghapus kolom terakhir pada matriks
6. Nama fungsi/prosedur : matriksTranspose
   Parameter : double mat[][], int n
   Deskripsi : Membuat transpose dari suatu matriks
7. Nama fungsi/prosedur : matriksKofaktor
   Parameter : double mat[][], double tmp[][], int n
   Deskripsi : Membuat kofaktor dari suatu matriks
8. Nama fungsi/prosedur : tesDouble
   Parameter : String x
   Deskripsi : Mengecek apakah string dapat diubah menjadi double

Fungsi Input/Output

1. Nama fungsi/prosedur : print
   Parameter : double mat[][], int row, int col

Deskripsi : Mencetak matriks ke layar yang berukuran row x col

2. Nama fungsi/prosedur : readMatriks
   Parameter : double mat[][],int row, int col
   Deskripsi : Membaca input matriks berukuran row x col
3. Nama fungsi/prosedur : inputFile
   Parameter : String fileName
   Deskripsi : Membaca input berupa matriks yang tertulis dalam sebuah file txt
4. Nama fungsi/prosedur : displaySPL
   Parameter : String ans[],boolean solvable, int col
   Deskripsi : Mengeluarkan solusi SPL pada layar
5. Nama fungsi/prosedur : saveFileSPL
   Parameter :
   Deskripsi : Mengeluarkan solusi SPL pada file spl.txt
6. Nama fungsi/prosedur : displayInvers
   Parameter : double ans[][], boolean solvable, int n
   Deskripsi : Mengeluarkan hasil dari invers matriks pada layar
7. Nama fungsi/prosedur : saveFileInvers
   Parameter : String ans[], boolean solvable, int col
   Deskripsi : Mengeluarkan hasil dari invers matriks pada invers.txt
8. Nama fungsi/prosedur : displayInterpolasi
   Parameter : double ans[][], boolean solvable, int n
   Deskripsi : Mengeluarkan hasil persamaan interpolasi dan hasil taksiran test case interpolasi pada layar.
9. Nama fungsi/prosedur : saveFileInterpolasi
   Parameter : double ans[], int n
   Deskripsi : Mengeluarkan hasil persamaan interpolasi dan hasil taksiran test case interpolasi pada file interpolasi.txt.
10. Nama fungsi/prosedur : displayRegresi
    Parameter : double ans[], int k
    Deskripsi : Mengeluarkan hasil persamaan regresi dan hasil taksiran test case regresi pada layar.
11. Nama fungsi/prosedur : saveFileRegresi
    Parameter : double ans[], int k
    Deskripsi : Mengeluarkan hasil persamaan regresi dan hasil taksiran test case regresi pada file regresi.txt.

3.2 Class menu

Atribut : -
Method : main
File ini merupakan file yang akan dijalankan. File ini berisi menu dan submenu yang dibuat untuk user. Semua fungsi pada aljabarGeometri.java akan dipanggil dalam class ini.

BAB IV

EKSPERIMEN

Pada bagian ini terdapat dokumentasi hasil testing yang telah kami lakukan terhadap test case yang terdapat pada spesifikasi tugas besar. Kami melampirkan bagian program yang menggunakan input dari keyboard dan output ke layar. Untuk hasil output berupa file dapat langsung dilihat pada github maupun dijalankan langsung untuk mengurangi repetisi.

1. Studi Kasus Sistem Persamaan Linear

```
Masukkan input :
3 4
-120 60 0 -1300
40 -80 0 0
80 20 -150 -200
OUTPUT
1. Output melalui screen
2. Output melalui file
Masukkan metode pilihan : 1
Solusi sistem persamaan :
x_1 = 14.444444
x_2 = 7.222222
x_3 = 10.000000
```

```
4 5
1 1 -1 -1 1
2 5 -7 -5 -2
2 -1 1 3 4
5 2 -4 2 6
OUTPUT
1. Output melalui screen
2. Output melalui file
Masukkan metode pilihan : 1
Sistem persamaan tidak memiliki solusi.
```

```
Masukkan input :
6 7
20 20 0 0 0 0 10
0 -20 20 0 0 0 0
0 0 -20 0 20 0 10
1 -1 0 0 0 -1 0
0 0 -1 0 -1 1 0
0 0 0 -1 0 1 0
OUTPUT
1. Output melalui screen
2. Output melalui file
Masukkan metode pilihan : 1
Solusi sistem persamaan :
x_1 = 0.500000
x_2 = 0.000000
x_3 = 0.000000
x_4 = 0.500000
x_5 = 0.500000
x_6 = 0.500000
```

```
3 7
0 1 0 0 1 0 2
0 0 0 1 1 0 -1
0 1 0 0 0 1 1
OUTPUT
1. Output melalui screen
2. Output melalui file
Masukkan metode pilihan : 1
Sistem persamaan tidak memiliki solusi.
```

```
6 7
1 0.5 0.333333 0.25 0.2 0.166667 1
0.5 0.333333 0.25 0.2 0.166667 0.142857 0
0.333333 0.25 0.2 0.166667 0.142857 0.125 0
0.25 0.2 0.166667 0.142857 0.125 0.111111 0
0.2 0.166667 0.142857 0.125 0.111111 0.1 0
0.166667 0.142857 0.125 0.111111 0.1 0.090909 0
OUTPUT
1. Output melalui screen
2. Output melalui file
Masukkan metode pilihan : 1
Solusi sistem persamaan :
x_1 = 11.540412
x_2 = 46.616694
x_3 = -1130.944969
x_4 = 3969.618022
x_5 = -5045.250152
x_6 = 2158.663954
```

```
Masukkan input :
4 5
8 1 3 2 0
2 9 -1 -2 1
1 3 2 -1 2
1 0 6 4 3
OUTPUT
1. Output melalui screen
2. Output melalui file
Masukkan metode pilihan : 1
Solusi sistem persamaan :
x_1 = -0.224324
x_2 = 0.182432
x_3 = 0.709459
x_4 = -0.258108
```

```
Masukkan input :
4 5
1 -1 2 -1 -1
2 1 -2 -2 -2
-1 2 -4 1 1
3 0 0 -3 -3
OUTPUT
1. Output melalui screen
2. Output melalui file
Masukkan metode pilihan : 1
Solusi sistem persamaan :
x_1 = -1.000000 + 0.000000 -2.000000b - 2.000000b + a
x_2 = 0.000000 -2.000000b
x_3 = b
x_4 = a
```

```
Masukkan input :
10 11
1 0.5 0.333333 0.25 0.2 0.166667 0.142857 0.125 0.111111 0.1 1
0.5 0.333333 0.25 0.2 0.166667 0.142857 0.125 0.111111 0.1 0.090909 0
0.333333 0.25 0.2 0.166667 0.142857 0.125 0.111111 0.1 0.090909 0.083333 0
0.25 0.2 0.166667 0.142857 0.125 0.111111 0.1 0.090909 0.083333 0.076923 0
0.2 0.166667 0.142857 0.125 0.111111 0.1 0.090909 0.083333 0.076923 0.071428 0
0.166667 0.142857 0.125 0.111111 0.1 0.090909 0.083333 0.076923 0.071428 0.066667 0
0.142857 0.125 0.111111 0.1 0.090909 0.083333 0.076923 0.071428 0.066667 0.0625 0
0.125 0.111111 0.1 0.090909 0.083333 0.076923 0.071428 0.066667 0.0625 0.058824 0
0.111111 0.1 0.090909 0.083333 0.076923 0.071428 0.066667 0.0625 0.058824 0.055556 0
0.1 0.090909 0.083333 0.076923 0.071428 0.066667 0.0625 0.058824 0.055556 0.052632 0
OUTPUT
1. Output melalui screen
2. Output melalui file
Masukkan metode pilihan : 1
Solusi sistem persamaan :
x_1 = 13.901258
x_2 = 53.022990
x_3 = -1753.892267
x_4 = 6984.743586
x_5 = -8061.185760
x_6 = -2344.568859
x_7 = 6935.386273
x_8 = 1606.700532
x_9 = -4044.543186
x_10 = 598.181265
```

```
Masukkan input :
6 5
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
OUTPUT
1. Output melalui screen
2. Output melalui file
Masukkan metode pilihan : 1
Solusi sistem persamaan :
x_1 = 0.000000
x_2 = 2.000000
x_3 = 1.000000
x_4 = 1.000000
```

```
1. Input melalui keyboard
2. Input melalui file
Masukkan metode pilihan : 1
Masukkan input :
3
1 1 3
1 3 -3
-2 -4 -4
OUTPUT
1. Output melalui screen
2. Output melalui file
Masukkan metode pilihan : 1
Matriks invers :
3.000000 1.000000 1.500000
-1.250000 -0.250000 -0.750000
-0.250000 -0.250000 -0.250000
```

```
4 6
1 -1 0 0 1 3
1 1 0 -3 0 6
2 -1 0 1 -1 5
-1 2 0 -2 -1 -1
OUTPUT
1. Output melalui screen
2. Output melalui file
Masukkan metode pilihan : 1
Solusi sistem persamaan :
x_1 = 3.000000 + 1.500000 -1.500000-1.000000 + a -0.500000a - a
x_2 = 1.500000 -1.500000-1.000000 + a -0.500000a
x_3 = b
x_4 = -1.000000 + a
x_5 = a
```

2. Determinan

```
SUBMENU
1. Metode Ekspansi Kofaktor
2. Metode Reduksi Baris
Masukkan metode pilihan : 1
INPUT
1. Input melalui keyboard
2. Input melalui file
Masukkan metode pilihan : 1
Masukkan input :
4
2 3 -1 1
-3 2 0 3
3 -2 1 0
3 -2 1 4
OUTPUT
1. Output melalui screen
2. Output melalui file
Masukkan metode pilihan : 1
Determinan = 52.000000
```

```
SUBMENU
1. Metode Ekspansi Kofaktor
2. Metode Reduksi Baris
Masukkan metode pilihan : 2
INPUT
1. Input melalui keyboard
2. Input melalui file
Masukkan metode pilihan : 1
Masukkan input :
5
-4 1 1 1 1
1 -4 1 1 1
1 1 -4 1 1
1 1 1 -4 1
1 1 1 1 -4
OUTPUT
1. Output melalui screen
2. Output melalui file
Masukkan metode pilihan : 1
Determinan = -0.000000
```

```
SUBMENU
1. Metode Ekspansi Kofaktor
2. Metode Reduksi Baris
Masukkan metode pilihan : 1
INPUT
1. Input melalui keyboard
2. Input melalui file
Masukkan metode pilihan : 1
Masukkan input :
4
3 3 0 5
2 2 0 -2
4 1 -3 0
2 10 3 2
OUTPUT
1. Output melalui screen
2. Output melalui file
Masukkan metode pilihan : 1
Determinan = -240.000000
```

3. Matriks Invers

```
1. Metode Adjoin
2. Metode Reduksi Baris
Masukkan metode pilihan : 2
INPUT
1. Input melalui keyboard
2. Input melalui file
Masukkan metode pilihan : 1
Masukkan input :
5
1 0 0 0 0
0 1 0 0 -1
0 3 0 -3 -2
0 0 2 -1 0
1 -1 0 1 0
OUTPUT
1. Output melalui screen
2. Output melalui file
Masukkan metode pilihan : 1
Matriks invers :
1.000000 0.000000 0.000000 0.000000 0.000000
1.500000 1.000000 -0.500000 0.000000 -1.500000
0.250000 0.500000 -0.250000 0.500000 -0.250000
0.500000 1.000000 -0.500000 -0.000000 -0.500000
1.500000 -0.000000 -0.500000 -0.000000 -1.500000
```

```
Masukkan input :
12 10
0 0 0 0 0 0 1 1 1 13.00
0 0 0 1 1 1 0 0 0 15.00
1 1 1 0 0 0 0 0 0 8.00
0 0 0.04289 0 0.04289 0.75 0.04289 0.75 0.61396 14.79
0 0.25 0.91421 0.25 0.91421 0.25 0.91421 0.25 0 14.31
0.61396 0.75 0.04289 0.75 0.04289 0 0.04289 0 0 3.81
0 0 1 0 0 1 0 0 1 18.00
0 1 0 0 1 0 0 1 0 12.00
1 0 0 1 0 0 1 0 0 6.00
0.04289 0.75 0.61396 0 0.04289 0.75 0 0 0.04289 10.51
0.91421 0.25 0 0.25 0.91421 0.25 0 0.25 0.91421 16.13
0.04289 0 0 0.75 0.04289 0 0.61396 0.75 0.04289 7.04
OUTPUT
1. Output melalui screen
2. Output melalui file
Masukkan metode pilihan : 1
Sistem persamaan tidak memiliki solusi.
```

```
SUBMENU
1. Metode Adjoin
2. Metode Reduksi Baris
Masukkan metode pilihan : 1
INPUT
1. Input melalui keyboard
2. Input melalui file
Masukkan metode pilihan : 1
Masukkan input :
3
1 1 1
1 1 1
1 1 1
OUTPUT
1. Output melalui screen
2. Output melalui file
Masukkan metode pilihan : 1
Matriks tidak memiliki invers.
```

4. Interpolasi Polinom

```
Masukkan input :
6
0.1 0.003
0.3 0.067
0.5 0.148
0.7 0.248
0.9 0.370
1.1 0.518
1.3 0.697
OUTPUT
1. Output melalui screen
2. Output melalui file
Masukkan metode pilihan : 1
Persamaan Interpolasi :
f(x) = -0.022977 + 0.240000x + 0.197397x^2 + -0.000001x^3 + 0.026042x^4 + 0.000000x^5 + -0.000000x^6
Masukkan banyak nilai yang akan ditaksir : 4
Masukkan nilai yang akan ditaksir : 0.22
f(0.22) = 0.039438
Masukkan nilai yang akan ditaksir : 0.55
f(0.55) = 0.171118
Masukkan nilai yang akan ditaksir : 0.85
f(0.85) = 0.337236
Masukkan nilai yang akan ditaksir : 1.28
f(1.28) = 0.677542
```

```
Masukkan input :
9
6.567 12624
7 21807
7.258 38391
7.451 54517
7.548 51952
7.839 28228
8.161 35764
8.484 20813
8.709 12408
9 10534
OUTPUT
1. Output melalui screen
2. Output melalui file
Masukkan metode pilihan : 1
Persamaan Interpolasi :
f(x) = 7187066071687.195000 + -9346993079206.320000x + 5334203055257.982000x^2 + -1756810186366.876700x^3 + 368550807176.63
2100x^4 + -51131876760.279250x^5 + 4695806315.441812x^6 + -275474539.421412x^7 + 9372849.239126x^8 + -140993.712249x^9
Masukkan banyak nilai yang akan ditaksir : 3
Masukkan nilai yang akan ditaksir : 7.516
f(7.516) = 53538.083984
Masukkan nilai yang akan ditaksir : 8.323
f(8.323) = 36294.636719
Masukkan nilai yang akan ditaksir : 9.167
f(9.167) = -667693.453125
```

```
Masukkan input :
4
0.4 0.418884
0.8 0.507158
1.2 0.560925
1.6 0.583686
2 0.576652
OUTPUT
1. Output melalui screen
2. Output melalui file
Masukkan metode pilihan : 1
Persamaan Interpolasi :
f(x) = 0.290312 + 0.378058x + -0.150586x^2 + 0.024025x^3 + -0.003727x^4
Masukkan banyak nilai yang akan ditaksir : 3
Masukkan nilai yang akan ditaksir : 0.1
f(0.1) = 0.326636
Masukkan nilai yang akan ditaksir : 0.7
f(0.7) = 0.488511
Masukkan nilai yang akan ditaksir : 1.3
f(1.3) = 0.569435
```

5. Regresi Linear Berganda

```
Masukkan input :
20 4
72.4 76.3 29.18 0.9
41.6 70.3 29.35 0.91
34.3 77.1 29.24 0.96
35.1 68.0 29.27 0.89
10.7 79.0 29.78 1.00
12.9 67.4 29.39 1.10
8.3 66.8 29.69 1.15
20.1 76.9 29.48 1.03
72.2 77.7 29.09 0.77
24.0 67.7 29.6 1.07
23.2 76.8 29.38 1.07
47.4 86.6 29.35 0.94
31.5 76.9 29.63 1.10
10.6 86.3 29.56 1.10
11.2 86.0 29.48 1.10
73.3 76.3 29.4 0.91
75.4 77.9 29.28 0.87
96.6 78.7 29.29 0.78
107.4 86.8 29.03 0.82
54.9 70.9 29.37 0.95
OUTPUT
1. Output melalui screen
2. Output melalui file
Masukkan metode pilihan : 1
Model regresi :
y = -3.507781 + -0.002625x_1 + 0.000799x_2 + 0.154155x_3
Masukkan banyak nilai yang akan ditaksir : 3
Masukkan nilai x_i yang akan ditaksir : 70 70 30
y = 0.989049
Masukkan nilai x_i yang akan ditaksir : 50 75 29
y = 0.891389
Masukkan nilai x_i yang akan ditaksir : 80 70 30
y = 0.962799
```

6. Input/Output Menggunakan File

```
INPUT
1. Input melalui keyboard
2. Input melalui file
Masukkan metode pilihan : 1
Masukkan input :
3 4
-120 60 0 -1300
40 -80 0 0
80 20 -150 -200
OUTPUT
1. Output melalui screen
2. Output melalui file
Masukkan metode pilihan : 1
Solusi sistem persamaan :
x_1 = 14.444444
x_2 = 7.222222
x_3 = 10.000000
```

```
INPUT
1. Input melalui keyboard
2. Input melalui file
Masukkan metode pilihan : 2
Masukkan nama file : 5.txt
OUTPUT
1. Output melalui screen
2. Output melalui file
Masukkan metode pilihan : 1
Solusi sistem persamaan :
x_1 = 14.444444
x_2 = 7.222222
x_3 = 10.000000
```

```
INPUT
1. Input melalui keyboard
2. Input melalui file
Masukkan metode pilihan : 1
Masukkan input :
3 4
-120 60 0 -1300
40 -80 0 0
80 20 -150 -200
OUTPUT
1. Output melalui screen
2. Output melalui file
Masukkan metode pilihan : 2
File berhasil disimpan.
```

```
spl - Notepad
File Edit Format View Help
Solusi sistem persamaan :
x_1 = 14.444444
x_2 = 7.222222
x_3 = 10.000000
```

BAB V

SIMPULAN DAN SARAN

A. Kesimpulan

Dari tugas besar ini, dapat disimpulkan bahwa dalam melakukan operasi Sistem Persamaan Linear dapat digunakan metode eliminasi Gauss atau metode eliminasi Gauss-Jordan untuk memecahkan SPL. Selain metode Gauss dan Gauss-Jordan, terdapat metode Cramer yang juga dapat menyelesaikan SPL melalui perhitungan determinan matriks. Dari metode-metode ini, dapat melakukan perhitungan lain seperti Interpolasi Polinom dan Regresi Linear Berganda. Hasil perhitungan-perhitungan dapat digunakan untuk mengolah dan memprediksi suatu data.

B. Saran

a. Pengenalan terhadap bahasa java bisa dibilang cukup “kasar” sehingga waktu pengerjaan tugas besar ini hampir termakan oleh waktu mempelajari serta pemahaman bahasa java dan juga *debugging* tanpa memiliki basic pengetahuan di bahasa ini.

C. Refleksi

Melalui tugas ini, kami belajar bahwa hidup ini sulit seperti source code, dipenuhi dengan bug. Kami belajar bahwa berkomunikasi dan pembagian tugas dengan jelas itu penting. Workflow seharusnya dibahas lebih dalam sejak awal pengerjaan. Pengetahuan github juga dibutuhkan karena kami kurang fasih. *Wallahu a’lam bishawab*.

REFRENSI

1. Anton, Howard, dan Chris Rorres. Elementary Linear Algebra: Applications Version. John Wiley & Sons, 2013.

2. Meyer, Carl D. Matrix Analysis and Applied Linear Algebra. Vol. 71. Siam, 2000.

3. Slide Bahan Kuliah IF2123 oleh Pak Rinaldi Munir

4. Pemahaman Java, https://www.w3schools.com/java/