

LAPORAN

TUGAS BESAR PERTAMA MATA KULIAH

IF2123 ALJABAR LINIER DAN GEOMETRI



Kelompok 59:

Jeane Mikha Erwansyah (13519116)

Josep Marcello (13519164)

David Owen Adiwiguna (13519169)

PROGRAM STUDI TEKNIK INFORMATIKA

SEKOLAH TEKNIK ELEKTRO DAN INFORMATIKA

INSTITUT TEKNOLOGI BANDUNG

2020

BAB 1

DESKRIPSI MASALAH

Program dapat menerima masukan (input) baik dari *keyboard* maupun membaca masukan dari file text. Untuk SPL, masukan dari *keyboard* adalah m , n , koefisien a_{ij} , dan b_i . Masukan dari *file* berbentuk matriks *augmented* tanpa tanda kurung, setiap elemen matriks dipisah oleh spasi. Misalnya,

```
3 4.5 2.8 10 12
-3 7 8.3 11 -4
0.5 -10 -9 12 0
```

Untuk persoalan menghitung determinan dan matriks balikan, masukan dari *keyboard* adalah n dan koefisien a_{ij} . Masukan dari *file* berbentuk matriks, setiap elemen matriks dipisah oleh spasi. Misalnya,

```
3 4.5 2.8 10
-3 7 8.3 11
0.5 -10 -9 12
```

Untuk persoalan interpolasi, masukannya jika dari *keyboard* adalah n , (x_0, y_0) , (x_1, y_1) , ..., (x_n, y_n) , dan nilai x yang akan ditaksir nilai fungsinya. Jika masukannya dari file, maka titik-titik dinyatakan pada setiap baris tanpa koma dan tanda kurung. Misalnya jika titik-titik datanya adalah $(8.0, 2.0794)$, $(9.0, 2.1972)$, dan $(9.5, 2.2513)$, maka di dalam *file* text ditulis sebagai berikut:

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

Untuk persoalan regresi, masukannya jika dari *keyboard* adalah n (jumlah peubah x), semua nilai-nilai x_{1i} , x_{2i} , ..., x_{ni} , nilai y_i , dan nilai-nilai x_k yang akan ditaksir nilai fungsinya. Jika masukannya dari file, maka titik-titik dinyatakan pada setiap baris tanpa koma dan tanda kurung.

Untuk persoalan SPL, luaran (*output*) program adalah solusi SPL. Jika solusinya tunggal, tuliskan nilainya. Jika solusinya tidak ada, tuliskan solusi tidak ada, jika solusi banyak, maka tuliskan solusinya dalam bentuk parametrik.

Untuk persoalan determinan dan matriks balikan, maka luarannya sesuai dengan persoalan masing-masing.

Untuk persoalan polinom interpolasi dan regresi, luarannya adalah persamaan polinom/regresi dan taksiran nilai fungsi pada x yang diberikan.

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

Bahasa pemrograman yang digunakan adalah Java.

BAB 2

TEORI SINGKAT

2.1 Metode Eliminasi Gauss

Eliminasi Gauss adalah salah satu cara untuk mencari solusi dari sebuah Sistem Persamaan Linear dengan cara mengubah matriks menjadi matriks Eselon Baris yaitu matriks dengan 1 utama di setiap baris, kecuali baris yang seluruhnya nol.

Kemudian, dari matriks eselon baris yang sudah terbentuk, dapat diubah lagi ke sistem persamaan linier dan akan didapatkan nilai dari salah satu peubah. Setelah itu, hanya perlu dilakukan metode penyulihan mundur atau metode eliminasi Gauss-Jordan sehingga didapat nilai semua peubah.

2.2 Metode Eliminasi Gauss-Jordan

Eliminasi Gauss-Jordan adalah salah satu cara untuk mencari solusi dari sebuah Sistem Persamaan Linear dengan cara mengubah matriks menjadi matriks Eselon Baris Tereduksi yaitu matriks dengan 1 utama di setiap baris dan seluruh bilangan di atas dan bawah 1 utama adalah nol, kecuali baris yang seluruhnya nol.

Bedanya dengan metode eliminasi Gauss adalah pada metode ini, matriks di akhir akan berbentuk eselon baris tereduksi sehingga, setelah metode ini mungkin untuk langsung mendapatkan nilai semua peubah tanpa harus melakukan penyulihan mundur. Akan tetapi, jika masih belum mendapatkan semua nilai peubah, tetap harus melakukan penyulihan mundur atau dapat dilanjutkan dengan mengubah matriks eselon tereduksi ke bentuk matriks identitas sehingga didapat nilai semua peubah.

2.3 Determinan

Determinan suatu matriks hanya bisa dihitung untuk matriks dengan besar $n \times n$ atau matriks kotak. Determinan matriks bisa dihitung dengan 2 cara, yaitu dengan menggunakan OBE dan juga reduksi kofaktor. Cara menghitung determinan matriks dengan OBE adalah dengan mengubah matriks menjadi matriks segitiga atas atau matriks segitiga atas dengan OBE, dan menghitung determinan dengan rumus $\det(A) = (-1)^p a'_{11} a'_{22} \dots a'_{nn}$ dengan a adalah elemen dari matriks, dan p adalah berapa kali OBE dilakukan. Sementara, cara menghitung determinan matriks dari ekspansi kofaktor adalah dengan membuat matriks baru yang elemennya berupa determinan dari Minor dari matriks asal, Minor_{12} bernilai sama dengan matriks asal yang baris 1 dan kolom 2-nya dibuang, determinan dapat dihitung dengan rumus $\det(A) = a_{11}C_{11} + a_{12}C_{12} + \dots + a_{1n}C_{1n}$ untuk cara menghitung dengan baris dan $\det(A) = a_{11}C_{11} + a_{21}C_{21} + \dots + a_{n1}C_{n1}$ untuk cara menghitung dengan kolom dimana a adalah elemen pada matriks A , dan C adalah kofaktor yang memiliki nilai sama dengan Minor, namun nilai

positif dan negatifnya tergantung hasil penjumlahan dari index kofaktor tersebut, jika hasil penjumlahan indexnya genap, maka kofaktor bernilai positif, dan jika ganjil, maka kofaktor bernilai negatif.

2.4 Matriks Balikan

Matriks balikan adalah matriks komplemen suatu matriks. Matriks balikan disebut komplemen karena memiliki sifat $AA^{-1} = I$, dengan A adalah suatu matriks dengan $\det(A) \neq 0$, A^{-1} adalah balikan matriks A , dan I adalah matriks identitas.

Matriks balikan dapat dihitung dengan menggunakan rumus:

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

dengan A^{-1} adalah matriks balikan yang dicari, $\text{adj}(A)$ adalah adjoin matriks yang dicari balikannya, dan $\det(A)$ adalah determinan matriks yang dicari balikannya. Selain dengan rumus, matriks balikan dapat dicari juga dengan menggunakan metode OBE pada matriks yang sudah di-*augment* dengan matriks identitas. Misalkan, ada suatu matriks A dan ingin dicari balikannya, maka langkah yang diambil adalah:

1. Meng-*augment* matriks A dengan matriks identitas, I .

$$[A] \text{ dan } [I] \rightarrow^{\text{Augment}} [A|I]$$

2. Terapkan metode OBE pada matriks $[A|I]$ sehingga bagian A menjadi matriks identitas.
3. Bagian I pada matriks $[A|I]$ akan menjadi A^{-1} .

$$[A|I] \rightarrow^{\text{OBE}} [I|A^{-1}]$$

jika sudah sampai langkah ke-3, artinya sudah didapatkan A^{-1} dari A .

2.5 Matriks Kofaktor

Matriks Kofaktor adalah sebuah matriks yang elemennya merupakan kofaktor dari matriks asal, kofaktor tersebut bisa didapat dari minor matriks asal. Minor_{12} bernilai sama dengan matriks asal yang baris 1 dan kolom 2-nya dibuang, nilai dari kofaktor sama dengan Minor, namun nilai positif dan negatifnya tergantung dengan index dari elemen tersebut. Jika jumlah index baris dan index kolomnya genap, maka nilai kofaktor positif, jika jumlah indexnya ganjil, maka nilai kofaktornya negatif.

2.6 Matriks Adjoin

Matriks adjoin adalah matriks kofaktor yang sudah di-*transpose*.

2.7 Kaidah Cramer

Kaidah Cramer dipakai untuk mencari solusi dari suatu Sistem Persamaan Linier dengan cara membuat matriks baru yang isinya sama dengan matriks asal tapi kolom terakhir matriks asal dihilangkan sehingga menjadi matriks $N \times N$ dan dicari determinannya (D). Kemudian membuat matriks baru sejumlah N , untuk matriks ke-1, kolom ke 1 diganti dengan kolom terakhir matriks asal dan dicari determinannya (D_1), matriks ke-2, kolom ke 2 diganti dengan kolom terakhir matriks asal dan dicari determinannya (D_2), berikut selanjutnya hingga didapat

$\frac{D_i}{D}$.
 DN. kemudian, solusi ke- i dari Sistem Persamaan Linier bisa didapat dengan $\frac{D_i}{D}$.

2.8 Interpolasi Polinom

Interpolasi adalah salah satu teknik dalam matematika yang dapat digunakan untuk menyederhanakan fungsi serta memprediksi suatu nilai. Interpolasi polinom dilakukan dengan membuat suatu persamaan polinom, misalkan $p_n(x) = a_0 + a_1x + a_2x^2 + \dots + a_nx^n$, yang didapat dari $n + 1$ buah titik, misalkan $(x_0, y_0), (x_1, y_1), (x_2, y_2), \dots, (x_n, y_n)$. Koefisien polinom $(a_0, a_1, a_2, \dots, a_n)$ didapat dari mengubah titik-titik yang dimiliki ke suatu persamaan linjar n peubah.

Misalkan diberikan tiga buah titik: $(x_0, y_0), (x_1, y_1), (x_2, y_2)$, maka titik-titik itu diubah ke persamaan linjar berbentuk:

$$a_0 + x_0a_1 + x_0^2a_2 = y_0$$

$$a_0 + x_1a_1 + x_1^2a_2 = y_1$$

$$a_0 + x_2a_1 + x_2^2a_2 = y_2$$

kemudian, untuk menyelesaikan persamaan linjar tersebut, dapat digunakan salah satu metode penyelesaian sistem persamaan linjar, sehingga akan didapat a_0, a_1 , dan a_2 . Kemudian dapat dibentuk suatu polinom derajat dua, yaitu $p(x) = a_0 + a_1x + a_2x^2$.

2.9 Regresi Linier Berganda

Membentuk Sistem Persamaan Linier dengan menggunakan *Normal Estimation Equation for Multiple Linear Regression*, lalu mencari solusi dari persamaan Sistem Persamaan Linier tersebut dengan menggunakan metode Cramer atau Gauss-Jordan.

BAB 3

IMPLEMENTASI PROGRAM

3.1 Garis Besar Program

Program dibuat agar dapat melakukan berbagai hal yaitu: (1) Menghitung solusi SPL dengan metode eliminasi Gauss, metode Eliminasi Gauss-Jordan, metode matriks balikan, dan kaidah Cramer; (2) Menyelesaikan masalah interpolasi dan regresi linier; (3) Menghitung matriks balikan; dan (4) Menghitung determinan matriks dengan metode reduksi baris dan ekspansi kofaktor.

3.2 Atribut

File: Matriks.java

```
class Matriks {
    private int jmlBrsMat, // Banyak baris
              jmlKolMat; // Banyak kolom

    ArrayList<ArrayList<Double>> mat = new ArrayList<>();
    ...
}
```

Atribut `jmlBrsMat` dan `jmlKolMat` merupakan atribut dari `Matriks`, `jmlBrsMat` menyimpan jumlah baris matriks dan `jmlKolMat` menyimpan jumlah kolom matriks. Atribut `mat` digunakan untuk menyimpan elemen matriks.

3.3 Method

File: Matriks.java

```
class Matriks {
    ...
    // Konstruktor
    public Matriks(int baris, int kolom) {...}
    ...
}
```

Metode `Matriks` adalah metode untuk membuat matriks baru dengan ukuran baris baris dan ukuran kolom kolom. `Matriks` ini berelemen 0.0. Setelah matriks terbentuk dilakukan perubahan atribut matriks `jmlBrsMat` bernilai baris dan `jmlKolMat` bernilai kolom.

File: Matriks.java

```
class Matriks {
    ...
    // Getters and Setters
    public double getElmt(int i, int j) {...}
    public void setElmt(int i, int j, double val) {...}
    public ArrayList<Double> getBaris(int i) {...}
    public void setBaris(int i, ArrayList<Double> barisBaru) {...}
}
```

```

    public int getJmlKol() {...}
    public int getJmlBrs() {...}
    ...
}

```

Metode `getElmt` adalah metode untuk mengembalikan elemen matriks baris ke-*i* dan kolom ke-*j* matriks pemanggil. Metode `setElmt` merupakan metode untuk mengubah nilai elemen matriks baris ke-*i* dan kolom ke-*j*. Metode `getBaris` merupakan metode untuk mengembalikan baris ke-*i* matriks. Metode `setBaris` merupakan metode untuk mengubah baris ke-*i* matriks dengan `ArrayList` yang menyimpan nilai baris baru. Metode `getJmlKol` dan `getJmlBrs` adalah metode untuk mengembalikan atribut matriks `jmlKolMat` dan `jmlBrsKol`.

File: Matriks.java

```

class Matriks {
    ...
    // Inputs and Outputs
    public void bacaMatriks() {...}
    public void tulisMatriks() {...}
    public static Matriks bacaDariFile() {...}
    public static void tulisKeFile(Matriks mat) {...}
    public static void tulisKeFile(String str) {...}
    ...
}

```

Metode:

1. `bacaMatriks`: metode untuk membuat matriks dan mengisi elemen matriks dengan membaca masukan dari keyboard.
2. `tulisMatriks`: metode yang mencetak semua elemen matriks.
3. `bacaDariFile`: metode yang mengembalikan matriks bacaan dari file eksternal.
4. `tulisKeFile`: metode untuk menulis Matriks `mat` dan `String str` ke file eksternal.

File: Matriks.java

```

class Matriks {
    ...
    // Helper Functions and Procedures
    public boolean adalahPersegi() {...}
    public int jumElmt() {...}
    public static Matriks makeMinor(Matriks mat, int idxAcuanBrs
                                   int idxAcuanKol) {...}
    public void tambahBaris(int idxBrsAsal, int idxBrsPenjumlah,
                           double k) {...}
    public void kaliMatriks (Matriks m2) {...}
    private void bagiBaris(int idxBaris, double k) {...}
    private void tukarBaris(int idxBarisPertama, int idxBarisKedua) {...}
    public static void salinMatriks(Matriks mAsal, Matriks mTujuan) {...}
    private static Matriks makeIdentitas(int n) {...}
    private int makeSgtgAtas() {...}
    private Matriks makeNotAugmented(Matriks mB) {...}
    private Matriks makeAugmented(Matriks aug) {...}
    private void makeKofaktor() {...}
    private void transpose() {...}
    private void makeAdjoint() {...}
    private void makePersegi() {...}
    private void makeEselon() {...}
    private void makeEselonTereduksi() {...}
}

```



```

private int indikator() {...}
private HashMap<String, String> matriksToSPL() {...}
...
}

```

5. `adalahPersegi`: metode yang mengembalikan nilai `true` apabila matriks merupakan matriks persegi.
6. `jumElmt`: metode yang mengembalikan jumlah elemen pada matriks.
7. `makeMinor`: metode yang mengembalikan matriks minor dari Matriks `mat` dengan acuan `idxAcuanBrs`, `idxAcuanKol`.
8. `tambahBaris`: metode untuk menambahkan baris `idxBrsPenjumlah` matriks dikalikan `double k` ke baris `idxBrsAsal` matriks.
9. `kaliMatriks`: metode yang mengembalikan perkalian `this` dan Matriks `m2`.
10. `bagiBaris`: metode yang membagi baris `idxBaris` matriks dengan `double k`.
11. `tukarBaris`: metode untuk menukar baris `idxBarisPertama` dengan `idxBarisKedua` sebuah matriks.
12. `salinMatriks`: metode untuk menyalin Matriks `mAsal` ke Matriks `mTujuan`.
13. `makeIdentitas`: metode untuk membuat matriks identitas yang berukuran `n`.
14. `makeSgtgAtas`: metode untuk membuat matriks menjadi matriks segitiga atas.
15. `makeNotAugmented`: metode untuk mengurangi dan menyimpan kolom terkanan matriks ke Matriks `mB`.
16. `makeAugmented`: metode yang menggabungkan atau meng-*augment* matriks dengan Matriks `aug`.
17. `makeKofaktor`: metode untuk mengubah matriks kofaktor dari matriks pemanggil
18. `transpose`: metode yang *men-transpose* matriks pemanggil
19. `makeAdjoint`: metode yang mengubah matriks pemanggil menjadi matriks adjoin
20. `makePersegi`: metode untuk mengubah ukuran matriks dengan menambahkan sejumlah baris agar jumlah baris sama dengan jumlah kolom matriks.
21. `makeEselon`: metode yang membuat matriks menjadi matriks eselon baris
22. `makeEselonTereduksi`: metode yang membuat matriks menjadi matriks eselon baris tereduksi
23. `indikator`: metode yang mengembalikan nilai tertentu yang mengindikasikan apakah matriks eselon baris tereduksi memiliki solusi unik, solusi tak hingga (parametrik), atau solusi tidak ada.
24. `matriksToSPL`: metode yang menghasilkan solusi parametrik dalam *hash map* dengan prekondisi indikator bernilai 2.

File: Matriks.java

```

class Matriks {
    ...
    // Tugas
    public static HashMap<String, String> gauss() {...}
    public static HashMap<String, String> gaussJordan() {...}
    public static HashMap<String, String> splBalikan() {...}
    public static void tulisSolusi(HashMap<String, String>
                                solHashMap) {...}
    public static String stringSolusi(HashMap<String, String>
                                    solHashMap) {...}
}

```

```

    public static double determinanEksKof(Matriks mat) {...}
    public static double determinanRedBrs(Matriks mat) {...}
    public static ArrayList<Double> interpolasi(Matriks titik, double x)
        {...}
    public static Matriks balikanAdjoint(Matriks mat) {...}
    public static Matriks balikanOBE(Matriks mat) {...}
    public static HashMap<String, String> cramer(Matriks mat) {...}
    public static Matriks regresi(Matriks mat) {...}
}

```

25. gauss: metode yang mengembalikan solusi dari matriks eselon baris.
26. gaussJordan: metode yang mengembalikan solusi dari matriks eselon baris tereduksi.
27. splBalikan: metode yang mengembalikan solusi spl dengan cara matriks balikan.
28. stringSolusi: metode yang mengembalikan solusi *hash map* dalam satu string.
29. determinanEksKof: metode yang mengembalikan determinan matriks dengan metode ekspansi kofaktor.
30. determinanRedBrs: metode yang mengembalikan determinan matriks dengan metode reduksi baris.
31. interpolasi: metode yang mengembalikan konstanta untuk polinom yang memperkirakan suatu fungsi (misalkan suatu polinom, $p(x) = a_0 + a_1x^1 + a_2x^2 + \dots + a_nx^n$, maka metode ini akan mengembalikan a_0, a_1, \dots, a_n .
32. balikanAdjoint: metode yang mengembalikan matriks balikan dengan metode adjoin
33. balikanOBE: metode yang mengembalikan matriks balikan dengan OBE.
34. cramer: metode yang mengembalikan solusi SPL dengan Kaidah Cramer.
35. regresi: metode untuk melakukan perhitungan regresi linier berganda. Akan mengembalikan matriks solusi dari Normal Estimation Equation for Multiple Linear Regression.

File: Main.java

```

class Main {
    ...
    // Tugas
    public static void intro() {...}
    public static void outro() {...}
    public static void clearScr() {...}
    public static void wOOOw() {...}
    public static void w000w() {...}
    public static void menu() {...}
    public static void subMenu1() {...}
    public static void subMenu2() {...}
    public static void subMenu3() {...}
    public static int bacaMetodeInput() {...}
    public static void simpanKeFile(HashMap<String, String> sol) {...}
    public static void simpanKeFile(Matriks mat) {...}
    public static void simpanKeFile(String sol) {...}
    public static void runSPL() {...}
    public static void runDet() {...}
    public static void runBalikan() {...}
    public static void runInterpolasi() {...}
    public static void runRegresi() {...}
    public static void run() {...}
    public static void main(String[] args) {...}
}

```

}

36. intro: metode untuk mencetak pembukaan.
37. outro: metode untuk mencetak penutup.
38. clearScr: metode untuk membersihkan layar terminal.
39. wOOOw: metode untuk mencetak pembukaan dengan tulisan matrix.
40. w000w: metode untuk mencetak penutup.
41. menu: metode untuk mencetak menu.
42. subMenu1: metode untuk mencetak sub menu 1.
43. subMenu2: metode untuk mencetak sub menu 2.
44. subMenu3: metode untuk mencetak sub menu 3.
45. bacaMetodeInput: metode untuk validasi masukan metode input.
46. simpanKeFile(HashMap<String, String> sol): metode untuk menyimpan *hash map* ke file eksternal.
47. simpanKeFile(Matriks mat): metode untuk menyimpan matriks ke file eksternal.
48. simpanKeFile(String str): metode untuk menyimpan string ke file eksternal.
49. runSpl: metode untuk menjalankan subprogram SPL.
50. runDet: metode untuk menjalankan subprogram determinan.
51. runBalikan: metode untuk menjalankan subprogram matriks balikan.
52. runInterpolasi: metode untuk menjalankan subprogram interpolasi.
53. runRegresi: metode untuk menjalankan subprogram regresi.
54. run: metode untuk menjalankan seluruh subprogram.
55. main.

BAB 4

EKSPERIMEN

4.1 Studi Kasus 1

Pada studi kasus pertama, diberikan empat buah sub-kasus, dengan setiap kasus diberikan dua buah matriks, yaitu A dan b . Pada kasus ini, diminta untuk mencari matriks x dari persoalan $Ax = b$. Kasus ini dapat dipecahkan dengan menggunakan sistem persamaan linier

4.1.1 Kasus 1a

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

Dipecahkan dengan metode Gauss:

```

1. Sistem Persamaan Linier
2. Determinan
3. Matriks Balikan
4. Interpolasi Polinom
5. Regresi Linier Berganda
6. Keluar

Masukkan menu pilihan Anda: 1

METODE UNTUK MENGHITUNG SPL:
1. Metode Eliminasi Gauss
2. Metode Eliminasi Gauss-Jordan
3. Matriks Balikan
4. Kaidah Cramer
5. Kembali

Masukkan menu pilihan Anda: 2

MENU METODE INPUT:
1. Input dari keyboard
2. Baca dari file eksternal

Masukkan menu pilihan Anda: 2
Masukkan path ke file input (contoh: /path/to/file), boleh relative path: test/1a.txt

Solusi SPL:
Solusi tidak ada

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

```

Hasil: tidak ada nilai yang memenuhi untuk matriks x .

4.1.2 Kasus 1b

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

Dipecahkan dengan metode Gauss-Jordan:

```

1. Sistem Persamaan Linier
2. Determinan
3. Matriks Balikan
4. Interpolasi Polinom
5. Regresi Linier Berganda
6. Keluar

Masukkan menu pilihan Anda: 1

METODE UNTUK MENGHITUNG SPL:
1. Metode Eliminasi Gauss
2. Metode Eliminasi Gauss-Jordan
3. Matriks Balikan
4. Kaidah Cramer
5. Kembali

Masukkan menu pilihan Anda: 2

MENU METODE INPUT:
1. Input dari keyboard
2. Baca dari file eksternal

Masukkan menu pilihan Anda: 2
Masukkan path ke file input (contoh: /path/to/file), boleh relative path: test/1b.txt

Solusi SPL:
x5 = s, x4 = 1.0000s -1.0000, x3 = t, x2 = 2.0000s, x1 = 1.0000s + 3.0000

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

```

Hasil: didapat matriks x , yaitu:

$$x = \begin{bmatrix} 1s + 3 \\ 2s \\ t \\ 1s - 1 \\ s \end{bmatrix}$$

$$s, t \in \mathbb{R}$$

4.1.2 Kasus 1c

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

Pertama-tama dihitung dengan metode matriks balikan, tapi ternyata determinan matriks 0, sehingga dilanjutkan dengan metode Gauss-Jordan.

```

4. Interpolasi Polinom
5. Regresi Linier Berganda
6. Keluar

Masukkan menu pilihan Anda: 1

METODE UNTUK MENGHITUNG SPL:
1. Metode Eliminasi Gauss
2. Metode Eliminasi Gauss-Jordan
3. Matriks Balikan
4. Kaidah Cramer
5. Kembali

Masukkan menu pilihan Anda: 3

MENU METODE INPUT:
1. Input dari keyboard
2. Baca dari file eksternal

Masukkan menu pilihan Anda: 2
Masukkan path ke file input (contoh: /path/to/file), boleh relative path: test/1c.txt
Bentuk matriks inkonsisten.
Gagal menghiung solusi SPL.
Silakan gunakan metode Gauss-Jordan.

Solusi SPL:
Solusi tidak ada

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

```

1. Sistem Persamaan Linier
2. Determinan
3. Matriks Balikan
4. Interpolasi Polinom
5. Regresi Linier Berganda
6. Keluar

Masukkan menu pilihan Anda: 1

METODE UNTUK MENGHITUNG SPL:
1. Metode Eliminasi Gauss
2. Metode Eliminasi Gauss-Jordan
3. Matriks Balikan
4. Kaidah Cramer
5. Kembali

Masukkan menu pilihan Anda: 2

MENU METODE INPUT:
1. Input dari keyboard
2. Baca dari file eksternal

Masukkan menu pilihan Anda: 2
Masukkan path ke file input (contoh: /path/to/file), boleh relative path: test/1c.txt

Solusi SPL:
x6 = s, x5 = 1.0000s + 1.0000, x4 = -1.0000s -2.0000, x3 = t, x2 = -1.0000s + 1.0000, x1 = u

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

```

Dengan metode Gauss-Jordan, didapatkan solusi matriks \mathcal{x} , yaitu

$$\begin{bmatrix} u \\ -s + 1 \\ t \\ -s - 2 \\ s + 1 \\ s \end{bmatrix}$$

$$s, t, u \in \mathbb{R}$$

4.1.2 Kasus 1d

Pada sub-kasus ini, diberikan matriks Hilbert berbentuk:

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

dan diminta untuk mencari solusi ketika $n = 6$ dan $n = 10$

4.1.2.1 Kasus 1d dengan $n = 6$

$$H = \begin{bmatrix} 1 & 1/2 & 1/3 & 1/4 & 1/5 & 1/6 & 1 \\ 1/2 & 1/3 & 1/4 & 1/5 & 1/6 & 1/7 & 0 \\ 1/3 & 1/4 & 1/5 & 1/6 & 1/7 & 1/8 & 0 \\ 1/4 & 1/5 & 1/6 & 1/7 & 1/8 & 1/9 & 0 \\ 1/5 & 1/6 & 1/7 & 1/8 & 1/9 & 1/10 & 0 \\ 1/6 & 1/7 & 1/8 & 1/9 & 1/10 & 1/11 & 0 \end{bmatrix}$$


```

2. Determinan
3. Matriks Balikan
4. Interpolasi Polinom
5. Regresi Linier Berganda
6. Keluar

Masukkan menu pilihan Anda: 1

METODE UNTUK MENGHITUNG SPL:
1. Metode Eliminasi Gauss
2. Metode Eliminasi Gauss-Jordan
3. Matriks Balikan
4. Kaidah Cramer
5. Kembali

Masukkan menu pilihan Anda: 4

MENU METODE INPUT:
1. Input dari keyboard
2. Baca dari file eksternal

Masukkan menu pilihan Anda: 2
Masukkan path ke file input (contoh: /path/to/file), boleh relative path: test/1d.1.txt

Solusi SPL:
x6 = -2771.07, x5 = 7557.62, x4 = -7557.82, x3 = 3359.15, x2 = -629.87, x1 = 36.00

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

```

Setelah dihitung dengan Gauss-Jordan, didapatkan matriks x :

$$x = \begin{bmatrix} 36 \\ -629.87 \\ 3359.15 \\ -7557.82 \\ 7557.62 \\ -2771.07 \end{bmatrix}$$

4.1.2.2 Kasus 1d dengan $n = 10$

$$H = \begin{bmatrix} 1 & 1/2 & 1/3 & 1/4 & 1/5 & 1/6 & 1/7 & 1/8 & 1/9 & 1/10 & 1 \\ 1/2 & 1/3 & 1/4 & 1/5 & 1/6 & 1/7 & 1/8 & 1/9 & 1/10 & 1/11 & 0 \\ 1/3 & 1/4 & 1/5 & 1/6 & 1/7 & 1/8 & 1/9 & 1/10 & 1/11 & 1/12 & 0 \\ 1/4 & 1/5 & 1/6 & 1/7 & 1/8 & 1/9 & 1/10 & 1/11 & 1/12 & 1/13 & 0 \\ 1/5 & 1/6 & 1/7 & 1/8 & 1/9 & 1/10 & 1/11 & 1/12 & 1/13 & 1/14 & 0 \\ 1/6 & 1/7 & 1/8 & 1/9 & 1/10 & 1/11 & 1/12 & 1/13 & 1/14 & 1/15 & 0 \\ 1/7 & 1/8 & 1/9 & 1/10 & 1/11 & 1/12 & 1/13 & 1/14 & 1/15 & 1/16 & 0 \\ 1/8 & 1/9 & 1/10 & 1/11 & 1/12 & 1/13 & 1/14 & 1/15 & 1/16 & 1/17 & 0 \\ 1/9 & 1/10 & 1/11 & 1/12 & 1/13 & 1/14 & 1/15 & 1/16 & 1/17 & 1/18 & 0 \\ 1/10 & 1/11 & 1/12 & 1/13 & 1/14 & 1/15 & 1/16 & 1/17 & 1/18 & 1/19 & 0 \end{bmatrix}$$

```

2. Determinan
3. Matriks Balikan
4. Interpolasi Polinom
5. Regresi Linier Berganda
6. Keluar

Masukkan menu pilihan Anda: 1

METODE UNTUK MENGHITUNG SPL:
1. Metode Eliminasi Gauss
2. Metode Eliminasi Gauss-Jordan
3. Matriks Balikan
4. Kaidah Cramer
5. Kembali

Masukkan menu pilihan Anda: 2

MENU METODE INPUT:
1. Input dari keyboard
2. Baca dari file eksternal

Masukkan menu pilihan Anda: 2
Masukkan path ke file input (contoh: /path/to/file), boleh relative path: test/1d.2.txt

Solusi SPL:
x10 = -923630.2350, x9 = 4375119.5655, x8 = -8750305.2142, x7 = 9608261.7832, x6 = -6305485.5
472, x5 = 2522224.2587, x4 = -600538.1369, x3 = 79193.2148, x2 = -4949.6827, x1 = 99.9963

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

```

Setelah dihitung dengan Gauss-Jordan, didapatkan matriks x :

$$x = \begin{bmatrix} 99.9963 \\ -4949.6827 \\ 79193.2148 \\ -600538.1369 \\ 2522224.2587 \\ -6305485.5472 \\ 9608261.7832 \\ -8750305.2142 \\ 4375119.5655 \\ -923630.2350 \end{bmatrix}$$

4.2 Studi Kasus 2

Pada kasus kedua, ada dua sub-kasus yang berupa SPL dalam bentuk matrix augmented

4.2.1 Kasus 2a

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

Pertama-tama, dicoba dengan metode matriks balikan:

```

4. Interpolasi Polinom
5. Regresi Linier Berganda
6. Keluar

Masukkan menu pilihan Anda: 1

METODE UNTUK MENGHITUNG SPL:
1. Metode Eliminasi Gauss
2. Metode Eliminasi Gauss-Jordan
3. Matriks Balikan
4. Kaidah Cramer
5. Kembali

Masukkan menu pilihan Anda: 3

MENU METODE INPUT:
1. Input dari keyboard
2. Baca dari file eksternal

Masukkan menu pilihan Anda: 2
Masukkan path ke file input (contoh: /path/to/file), boleh relative path: test/2a.txt
Bentuk matriks inkonsisten.
Gagal menghiung solusi SPL.
Silakan gunakan metode Gauss-Jordan.

Solusi SPL:
Solusi tidak ada

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

```

akan tetapi, tidak ada nilai untuk matriks x yang memenuhi. Kemudian diuji dengan Gauss-Jordan:

```

1. Sistem Persamaan Linier
2. Determinan
3. Matriks Balikan
4. Interpolasi Polinom
5. Regresi Linier Berganda
6. Keluar

Masukkan menu pilihan Anda: 1

METODE UNTUK MENGHITUNG SPL:
1. Metode Eliminasi Gauss
2. Metode Eliminasi Gauss-Jordan
3. Matriks Balikan
4. Kaidah Cramer
5. Kembali

Masukkan menu pilihan Anda: 2

MENU METODE INPUT:
1. Input dari keyboard
2. Baca dari file eksternal

Masukkan menu pilihan Anda: 2
Masukkan path ke file input (contoh: /path/to/file), boleh relative path: test/2a.txt

Solusi SPL:
x4 = s, x3 = t, x2 = 2.0000t, x1 = 1.0000s -1.0000

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

```

didapat matriks x :

$$x = \begin{bmatrix} s-1 \\ 2t \\ t \\ s \end{bmatrix}, s, t \in \mathbb{R}$$

4.2.2 Kasus 2b

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

Diuji dengan metode Gauss-Jordan.

```

1. Sistem Persamaan Linier
2. Determinan
3. Matriks Balikan
4. Interpolasi Polinom
5. Regresi Linier Berganda
6. Keluar

Masukkan menu pilihan Anda: 1

METODE UNTUK MENGHITUNG SPL:
1. Metode Eliminasi Gauss
2. Metode Eliminasi Gauss-Jordan
3. Matriks Balikan
4. Kaidah Cramer
5. Kembali

Masukkan menu pilihan Anda: 2

MENU METODE INPUT:
1. Input dari keyboard
2. Baca dari file eksternal

Masukkan menu pilihan Anda: 2
Masukkan path ke file input (contoh: /path/to/file), boleh relative path: test/2b.txt

Solusi SPL:
x4 = 1.0000, x3 = 1.0000, x2 = 2.0000, x1 =

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

```

Dengan metode Gauss-Jordan ditemukan sebuah *bug* sehingga salah satu nilai peubah tidak terhitung/tidak tercetak. Akan tetapi, nilai x_2, x_3, x_4 sudah benar. Nilai x_1 yang seharusnya adalah 0.

4.3 Studi Kasus 3

Pada studi kasus 3, diberikan 2 buah sub-kasus berupa SPL yang akan dicari solusinya

4.3.1 Kasus 3a dengan Metode Matriks Balikan

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

```

1. Sistem Persamaan Linier
2. Determinan
3. Matriks Balikan
4. Interpolasi Polinom
5. Regresi Linier Berganda
6. Keluar

Masukkan menu pilihan Anda: 1

METODE UNTUK MENGHITUNG SPL:
1. Metode Eliminasi Gauss
2. Metode Eliminasi Gauss-Jordan
3. Matriks Balikan
4. Kaidah Cramer
5. Kembali

Masukkan menu pilihan Anda: 3

MENU METODE INPUT:
1. Input dari keyboard
2. Baca dari file eksternal

Masukkan menu pilihan Anda: 2
Masukkan path ke file input (contoh: /path/to/file), boleh relative path: test/3a.txt

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

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

```

Hasil : didapat solusi dari SPL adalah

$$X = \begin{bmatrix} -0.2243 \\ 0.1824 \\ 0.7095 \\ -0.2581 \end{bmatrix}$$

4.3.2 Kaidah Cramer untuk 3b

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

```

4. Interpolasi Polinom
5. Regresi Linier Berganda
6. Keluar

Masukkan menu pilihan Anda: 1

METODE UNTUK MENGHITUNG SPL:
1. Metode Eliminasi Gauss
2. Metode Eliminasi Gauss-Jordan
3. Matriks Balikan
4. Kaidah Cramer
5. Kembali

Masukkan menu pilihan Anda: 4

MENU METODE INPUT:
1. Input dari keyboard
2. Baca dari file eksternal

Masukkan menu pilihan Anda: 2
Masukkan path ke file input (contoh: /path/to/file), boleh relative path: test/3b.txt
Bentuk matriks inkonsisten.
Gagal menghitung solusi SPL.
Silakan gunakan metode Gauss-Jordan.

Solusi SPL:
Solusi tidak ada

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

```

Pertama-tama, diuji dengan menggunakan metode kaidah Cramer, akan tetapi metode ini gagal menghitung hasil karena determinan 0. Kemudian, dicoba dengan metode Gauss-Jordan.

```

1. Sistem Persamaan Linier
2. Determinan
3. Matriks Balikan
4. Interpolasi Polinom
5. Regresi Linier Berganda
6. Keluar

Masukkan menu pilihan Anda: 1

METODE UNTUK MENGHITUNG SPL:
1. Metode Eliminasi Gauss
2. Metode Eliminasi Gauss-Jordan
3. Matriks Balikan
4. Kaidah Cramer
5. Kembali

Masukkan menu pilihan Anda: 2

MENU METODE INPUT:
1. Input dari keyboard
2. Baca dari file eksternal

Masukkan menu pilihan Anda: 2
Masukkan path ke file input (contoh: /path/to/file), boleh relative path: test/3b.txt

Solusi SPL:
x10 = , x9 = 0.0000, x8 = , x7 = , x6 = , x5 = , x4 = , x3 = , x2 = , x1 =

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

```


Dengan metode Gauss-Jordan, menghasilkan *bug*. Seharusnya mengeluarkan “Solusi tidak ada” tetapi mengeluarkan peubah hasil yang isinya kosong

4.4 Studi Kasus 4

Pada studi kasus ini, diberikan sebuah rangkaian dan ingin dihitung nilai:

$$i_{12}, i_{52}, i_{32}, i_{65}, i_{54}, i_{13}, V_2, V_3, V_4, V_5$$

perhitungan nilai-nilai tegangan dan arus ini dapat memanfaatkan sistem persamaan linier, sehingga akan membentuk matriks:

$$\begin{array}{cccccccccccc}
 i_{12} & + i_{52} & + i_{32} & & & & & & & & & & = 0 \\
 & - i_{52} & & + i_{65} & - i_{54} & & & & & & & & = 0 \\
 & & - i_{32} & & & + i_{43} & & & & & & & = 0 \\
 & & & i_{54} & - i_{43} & & & & & & & & = 0 \\
 & & i_{32} R_{32} & & & & V_2 & - V_3 & & & & & = 0 \\
 & & & & & i_{43} R_{43} & & + V_3 & - V_4 & & & & = 0 \\
 & & & i_{65} R_{65} & & & & & + V_5 & & & & = V_6 \\
 i_{12} R_{12} & & & & & & + V_2 & & & & & & = V_1 \\
 & & & & i_{54} R_{54} & & & & + V_4 & - V_5 & & & = 0 \\
 & i_{52} R_{52} & & & & & + V_2 & & & - V_5 & & & = 0
 \end{array}$$

untuk itu, pertama-tama diuji dengan metode kaidah Cramer:

```

4. Interpolasi Polinom
5. Regresi Linier Berganda
6. Keluar

Masukkan menu pilihan Anda: 1

METODE UNTUK MENGHITUNG SPL:
1. Metode Eliminasi Gauss
2. Metode Eliminasi Gauss-Jordan
3. Matriks Balikan
4. Kaidah Cramer
5. Kembali

Masukkan menu pilihan Anda: 4

MENU METODE INPUT:
1. Input dari keyboard
2. Baca dari file eksternal

Masukkan menu pilihan Anda: 2
Masukkan path ke file input (contoh: /path/to/file), boleh relative path: test/4.txt
Bentuk matriks inkonsisten.
Gagal menghiung solusi SPL.
Silakan gunakan metode Gauss-Jordan.

Solusi SPL:
Solusi tidak ada

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

```


akan tetapi, kaidah Cramer tidak menghasilkan hasil apa-apa. Oleh karena itu, dicari lagi dengan metode Gauss-Jordan sehingga didapatkan:

```

2. Determinan
3. Matriks Balikan
4. Interpolasi Polinom
5. Regresi Linier Berganda
6. Keluar

Masukkan menu pilihan Anda: 1

METODE UNTUK MENGHITUNG SPL:
1. Metode Eliminasi Gauss
2. Metode Eliminasi Gauss-Jordan
3. Matriks Balikan
4. Kaidah Cramer
5. Kembali

Masukkan menu pilihan Anda: 2

MENU METODE INPUT:
1. Input dari keyboard
2. Baca dari file eksternal

Masukkan menu pilihan Anda: 2
Masukkan path ke file input (contoh: /path/to/file), boleh relative path: test/4.txt

Solusi SPL:
x10 = s, x9 = 1.0000s, x8 = 1.0000s, x7 = 1.0000s, x6 = 0.0000s, x5 = 0.0000s, x4 = -0.0500s,
x3 = 0.0000s, x2 = , x1 = -0.0000s

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

```

$$\begin{aligned}
 v_5 &= s, & s &\in \mathbb{R} \\
 v_4 &= s \\
 v_3 &= s \\
 v_2 &= s \\
 i_{13} &= 0 \\
 i_{54} &= 0 \\
 i_{65} &= -0.5 \\
 i_{32} &= 0 \\
 i_{52} &= 0 \\
 i_{12} &= 0
 \end{aligned}$$

Pada kasus ini, metode Gauss-Jordan menghasilkan luaran yang salah pada peubah x_2 (nilai yang seharusnya sudah ditunjukkan oleh i_{53}).

4.5 Studi Kasus 5

Pada studi kasus 5, diberikan tabel yang terdiri dari nilai x serta $f(x)$ -nya. Lalu diminta untuk memperkirakan nilai $x = 0.2$, $x = 0.55$, $x = 0.85$, dan $x = 1.28$ pada $f(x)$.

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

```

3. Matriks Balikan
4. Interpolasi Polinom
5. Regresi Linier Berganda
6. Keluar

Masukkan menu pilihan Anda: 4

MENU METODE INPUT:
1. Input dari keyboard
2. Baca dari file eksternal

Masukkan menu pilihan Anda: 2
Masukkan path ke file input (contoh: /path/to/file), boleh relative path: test/5.txt

P(x) = -0.0230 + 0.2400(x) + 0.1974(x**2) + 0.0000(x**3) + 0.0260(x**4) + 0.0000(x**5) - 0.00
00(x**6)

Apakah Anda ingin membuat perkiraan beberapa titik? (y/n): y
Banyak x/titik yang ingin diperkirakan: 4
x1: 0.2
P(0.2) = 0.0330
x2: 0.55
P(0.55) = 0.2041
x3: 0.85
P(0.85) = 0.5413
x4: 1.28
P(1.28) = 1.2189

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

```

Didapatkan perkiraan fungsi $f(x)$: $P(x) = -0.023 + 0.24x + 0.1974x^2 + 0.026x^4$,
dan perkiraan nilai x di $f(x)$ sudah tertulis di tangkapan layar.

Pada hasil tangkapan layar, dapat dilihat koefisien untuk x^3, x^5, x^6 adalah 0.0000.
Sebenarnya, koefisien keempat peubah itu bukan 0, melainkan sebuah nilai yang sangat kecil,
sehingga dibulatkan ke 0. Hal ini juga akan terjadi di hal-hal lain.

4.6 Studi Kasus 6

Tanggal	Tanggal (desimal)	Jumlah Kasus
24/04/20	4,800	8.211
30/04/20	5,000	10.118
16/05/20	5,516	17.025
22/05/20	5,710	20.796
15/06/20	6,500	39.294
06/07/20	7,194	64.958
03/08/20	8,097	113.134
08/08/20	8,258	123.503
01/09/20	9,033	177.571
10/09/20	9,333	145.510

Tanggal yang diujikan:

x_1 : 25 Mei 2020

x_2 : 30 Agustus 2020

x_3 : 15 September 2020

x_4 : 17 Agustus 2020

```

4. Interpolasi Polinom
5. Regresi Linier Berganda
6. Keluar

Masukkan menu pilihan Anda: 4

MENU METODE INPUT:
1. Input dari keyboard
2. Baca dari file eksternal

Masukkan menu pilihan Anda: 2
Masukkan path ke file input (contoh: /path/to/file), boleh relative path: test/6.txt

P(x) = 227096397.6108 - 415842670.2998(x) + 318150082.9874(x**2) - 136003290.7297(x**3) + 361
76040.5222(x**4) - 6249554.7070(x**5) + 704212.3017(x**6) - 50061.9561(x**7) + 2041.9198(x**8
) - 36.4710(x**9)

Apakah Anda ingin membuat perkiraan beberapa titik? (y/n): y
Banyak x/titik yang ingin diperkirakan: 4
x1: 5.806451613
P(5.806451613) = 22804.2451
x2: 8.967741935
P(8.967741935) = 198563.5964
x3: 9.5
P(9.5) = 266780.0248
x4: 8.548387097
P(8.548387097) = 411894.5548

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

```

Perkiraan fungsi serta perkiraan jumlah kasus Covid-19 di Indonesia pada tanggal-tanggal 25 Mei 2020, 17 Agustus 2020, 30 Agustus 2020, dan 15 September 2020 dapat dilihat pada tangkapan layar.

4.7 Studi Kasus 7

$$f(x) = \frac{x^2 + \sqrt{x}}{e^x + x}$$

Pada persoalan ini, diminta untuk menyederhanakan fungsi $f(x)$ di $x \in [0, 2]$. Dengan

memilih titik-titik yang berjarak h , $h = \frac{2 - 0}{n}$, dengan n adalah banyak titik.

4.7.1 $n = 5$

```
MENU:
1. Sistem Persamaan Linier
2. Determinan
3. Matriks Balikan
4. Interpolasi Polinom
5. Regresi Linier Berganda
6. Keluar

Masukkan menu pilihan Anda: 4

MENU METODE INPUT:
1. Input dari keyboard
2. Baca dari file eksternal

Masukkan menu pilihan Anda: 2
Masukkan path ke file input (contoh: /path/to/file), boleh relative path: test/7n5.txt

P(x) = 0.0000 + 2.0353(x) - 3.5527(x**2) + 3.2371(x**3) - 1.4213(x**4) + 0.2363(x**5)

Apakah Anda ingin membuat perkiraan beberapa titik? (y/n): y
Banyak x/titik yang ingin diperkirakan: 3
x1: 0.123
P(0.123) = 0.2023
x2: 1.456
P(1.456) = 0.7845
x3: 1.789
P(1.789) = 1.3610

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

Hasil:

$$p(x) = 2.0353x - 3.5527x^2 + 3.2371x^3 - 1.4213x^4 + 0.2363x^5$$

4.7.2 $n = 10$

```

1. Sistem Persamaan Linier
2. Determinan
3. Matriks Balikan
4. Interpolasi Polinom
5. Regresi Linier Berganda
6. Keluar

Masukkan menu pilihan Anda: 4

MENU METODE INPUT:
1. Input dari keyboard
2. Baca dari file eksternal

Masukkan menu pilihan Anda: 2
Masukkan path ke file input (contoh: /path/to/file), boleh relative path: test/7n10.txt

P(x) = 0.0000 + 3.8816(x) - 18.8128(x**2) + 57.3206(x**3) - 111.5050(x**4) + 143.2764(x**5) -
123.1122(x**6) + 69.9620(x**7) - 25.2211(x**8) + 5.2207(x**9) - 0.4723(x**10)

Apakah Anda ingin membuat perkiraan beberapa titik? (y/n): y
Banyak x/titik yang ingin diperkirakan: 3
x1: 0.123
P(0.123) = 0.2776
x2: 1.456
P(1.456) = 0.8567
x3: 1.789
P(1.789) = 1.4405

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

```

Hasil:

$$p(x) = 3.8816x - 18.8128x^2 + 57.3206x^3 - 111.5050x^4 + 143.2764x^5 - 123.1122x^6 + 69.9620x^7 - 25.2211x^8 + 5.2207x^9 - 0.4723x^{10}$$

4.7.3 $n = 20$

```

5. Regresi Linier Berganda
6. Keluar

Masukkan menu pilihan Anda: 4

MENU METODE INPUT:
1. Input dari keyboard
2. Baca dari file eksternal

Masukkan menu pilihan Anda: 2
Masukkan path ke file input (contoh: /path/to/file), boleh relative path: test/7n20.txt

P(x) = 0.0000 + 994387.0696(x) - 34353155.1147(x**2) + 515058362.2110(x**3) - 4523971302.0187
(x**4) + 26381655444.5407(x**5) - 109403746282.5665(x**6) + 336689238107.4044(x**7) - 7908547
03774.1890(x**8) + 1444826908148.2285(x**9) - 2078317619233.4873(x**10) + 2370618136060.0586(
x**11) - 2149660954715.0264(x**12) + 1546694688588.7449(x**13) - 876981110576.7292(x**14) + 3
86800121157.1432(x**15) - 129877280536.0993(x**16) + 32056529251.2924(x**17) - 5480587948.126
2(x**18) + 579542041.7804(x**19) - 28544024.5503(x**20)

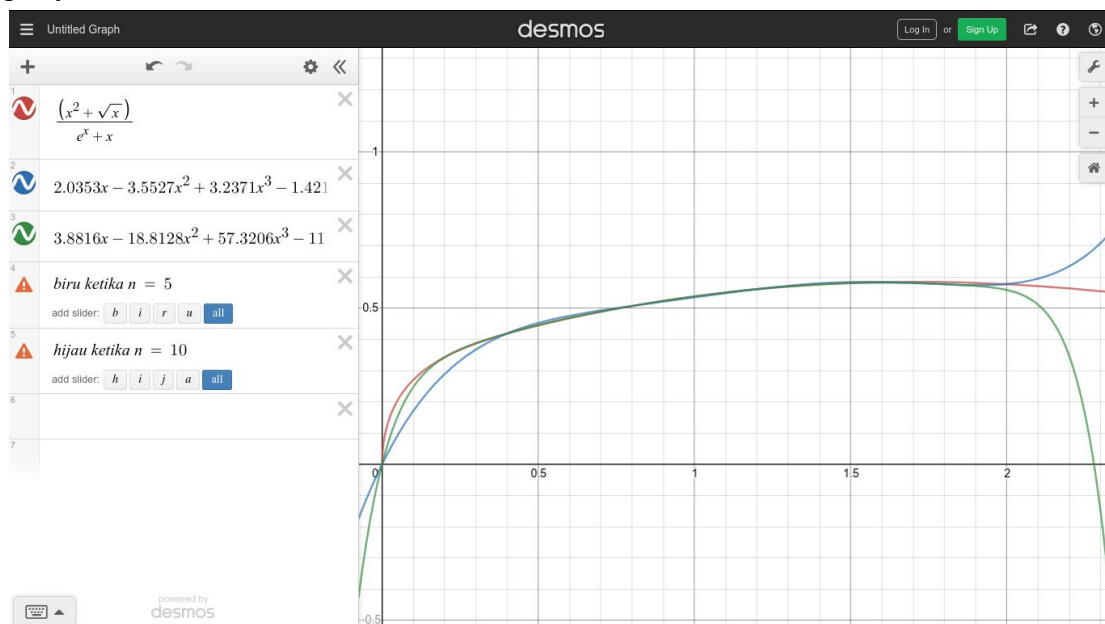
Apakah Anda ingin membuat perkiraan beberapa titik? (y/n): y
Banyak x/titik yang ingin diperkirakan: 3
x1: 0.123
P(0.123) = -719.1147
x2: 0.456
P(0.456) = -709.3763
x3: 0.789
P(0.789) = -708.1749

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

```

Hasil: penyederhanaan fungsinya dapat dilihat pada tangkapan layar.

Dari hasil penyederhanaan fungsi-fungsi, didapatkan jika makin banyak titik yang dipilih, maka polinom perkiraan $f(x)$ dapat semakin tidak akurat, akan tetapi jika titik yang dipilih terlalu sedikit, hal ini juga terjadi. Hal ini seperti pada aplikasi pembelajaran mesin, yaitu kasus *overfitting* dan *underfitting*. Sehingga harus mencari n dengan hati-hati agar penyederhanaan fungsinya akurat.



4.8 Studi Kasus 8

Pada studi kasus 8, diberikan sekumpulan data yang harus diolah menjadi bentuk Sistem Persamaan Linear dengan Regresi Linier Berganda. Kemudian, solusi dari SPL tersebut dicari dengan menggunakan metode Cramer/Gauss/Gauss-Jordan/Matriks balikan dan hasilnya digunakan untuk memprediksi Nitrous Oxide apabila Humidity bernilai 50%, temperatur 76°F, dan tekanan udara sebesar 29.30.

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.

\$ \$ \$ \$	\$ \$ / \$ \$ \$ \$ \$ \$	\$ \$	\$ \$ _ /	\$ \$ \ \$ \$ \$ /
\$ \$ \ \$	\$ \$ / \$ \$ _ \$ \$	\$ \$ / \$ \$	\$ \$	\$ \$ > \$ \$ \$ \$
\$ \$ _	\$ \$ \$ \$ \$ \$ \$ \$	\$ \$ \$ \$ /	\$ \$	\$ \$ / \$ \$ ^ \$ \$
_ /	_ / _ _ _ _ _ /	_ _ _ /	_ /	_ / _ / _ _ /

MENU:

1. Sistem Persamaan Linier
2. Determinan
3. Matriks Balikan
4. Interpolasi Polinom
5. Regresi Linier Berganda
6. Keluar

Masukkan menu pilihan Anda: 5

MENU METODE INPUT:

1. Input dari keyboard
2. Baca dari file eksternal

Masukkan menu pilihan Anda: 2

Masukkan path ke file input (contoh: /path/to/file), boleh relative path: test/8.txt

b4 = 0.1542, b3 = 0.0008, b2 = -0.0026, b1 = -3.5078

$$y = -3.5078 - 0.0026x_1 + 0.0008x_2 + 0.1542x_3$$

```
Ingin memprediksi? (y/n): y
```

Masukkan x1: 50

Masukkan x2: 76

Masukkan x3: 29.30

Hasil prediksi: $y = 0.9384342262216645$

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

Hasil: didapat hasil prediksi untuk Nitrous Oxide sebesar 0.9384342262216645
asdasdas

BAB 5

PENUTUP

5.1 Kesimpulan

Program secara keseluruhan sudah berjalan dengan baik dan benar, namun ada fungsi yang tidak menghasilkan *output* sesuai yang diharapkan, yaitu fungsi Gauss-Jordan pada kasus 2b, 3b, dan 4. Pada kasus 3b, seharusnya luaran berupa “Solusi tidak ada”, namun luaran dari program kami berupa nilai peubah, meskipun peubah solusi tersebut tidak memiliki nilai dan hasilnya kosong. Sedangkan, pada kasus 4 dan 2b, ketika peubah memiliki nilai, malah tidak dikeluarkan oleh program kami.

5.2 Saran

Saran dari kami untuk pengembangan kode tugas besar kami adalah untuk lebih dimodularisasi (memisahkan metode-metode menjadi beberapa *file* berbeda) *Matriks.java*. Hal ini perlu dilakukan agar proses *debugging* lebih mudah dan *file* tidak menjadi terlalu besar. Selain itu dalam pemrograman diperlukan dokumentasi dan komentar yang lengkap dan menjelaskan secara jelas namun singkat tentang misalnya fungsi atau prosedur yang dibuat.

Saran kami yang lain adalah untuk sering-sering melakukan *Test-Driven Development* (TDD). Ketika suatu metode program sudah jadi, perlu diuji secara intensif sebelum melanjutkan ke pembuatan metode lain agar kesalahan tidak menjadi beruntun ke seluruh program. Lalu, ketika ada metode yang di spesifikasi program sudah selesai, langsung diuji dengan *test cases* yang ada di spesifikasi, jangan ketika sudah mau dikumpul. Hal ini dilakukan untuk menghindari kebingungan saat di detik-detik akhir penugasan.

Dari sisi pengumpulan atau penyatuan tugas, kelompok kami menggunakan GitHub. Untuk menghindari *conflict* dibutuhkan komunikasi antaranggota yang bagus. Tidak hanya itu, komunikasi antaranggota yang bagus dibutuhkan juga agar koding dapat jalan dengan lancar dan tersusun rapi. Agar *coding* lebih efisien, pengkode harus memahami spesifikasi terlebih dahulu. Lalu, berhubungan dengan *version control*, terutama Git, tuliskan pesan *commit* yang singkat, padat, dan jelas.

5.3 Refleksi

Dengan mengerjakan tugas besar mata kuliah ini kelompok kami menjadi lebih paham mengenai materi-materi yang digunakan dalam tugas ini. Selain itu kami juga menjadi mengenal dan terbiasa dengan menggunakan bahasa pemrograman Java. Kelompok kami merasa bahwa tugas besar harus dikerjakan awal mungkin agar hasil tugas lebih sempurna. Untuk tugas lainnya kami harus manajemen waktu lebih baik.

Akan tetapi, ada beberapa hal yang kami rasa kurang efektif. Pertama, kami memulai tugas ini agak terlambat, sehingga ada beberapa metode yang dibuat secara terburu-buru. Kedua, kami kurang baik dan kurang teliti dalam membaca spesifikasi sehingga bentuk masukan atau luaran ada yang salah di awal pengerjaan. Terakhir, pengujian studi kasus atau *test cases* di spesifikasi tugas dilakukan sehari sebelum pengumpulan, sehingga ketika ditemukan kesalahan pada perhitungan, luaran, atau masukan kami menjadi *chaos* dan bingung. Hal ini juga mengakibatkan beberapa kesalahan di studi kasus tidak sempat diperbaiki.

DAFTAR REFERENSI

<http://informatika.stei.itb.ac.id/~rinaldi.munir/AljabarGeometri/2020-2021/algeo20-21.htm>

<https://stackoverflow.com/questions/17124992/incrementing-char-type-in-java>

<https://stackoverflow.com/questions/21220504/matrix-determinant-algorithm-c#21220883>

<https://www.cliffsnotes.com/study-guides/algebra/linear-algebra/linear-systems/gaussian-elimination>