IMPLEMENTASI METODE NUMERIK PADA RANGKAIAN LISTRIK MENGGUNAKAN SCILAB

Khoirul Anam[1]

[1)] Program Studi Teknik Listrik Bandara, Jurusan Teknik Penerbangan, Sekolah Tinggi Penerbangan Indonesia Curug

Jl. Raya PLP/STPI Curug Tangerang Banten 15001

Email: anamdeltras@gmail.com

Abstrak

Beberapa kasus pada analisa rangkaian listrik banyak digunakan model matematika dalam menyelesaikannya. Model matematika selanjutnya dirumuskan secara numerik dalam Sistem Persamaan Linier (SPL). Persamaan linier yang dihasilkan dapat diselesaikan dengan menggunakan Metode Numerik yaitu Metode Pembalikan Matriks (matriks invers), metode Cramer, Metode Eliminasi Gauss, Metode Eliminasi Gauss-Jordan dan Metode Dekomposisi LU. Untuk menghitung persamaan dengan jumlah n variable yang tidak diketahui dari sistem yang besar dan kompleks, membutuhkan waktu yang cukup lama dan tidak efisien. Untuk memudahkan dalam perhitungan digunakan aplikasi Bahasa Pemrograman Scilab. Scilab merupakan sebuah *freeware* yang dapat digunakan secara gratis untuk keperluan pribadi maupun komersial yang tersedia dalam berbagai macam sistem operasi, seperti Windows, Linux, dan MacOS X.

Kata Kunci: Metode Numerik, Rangkaian Listrik, Scilab.

PENDAHULUAN

Dalam berbagai disiplin ilmu banyak persoalan-persoalan yang melibatkan model matematika, salah satunya adalah persoalan-persoalan dalam analisa rangkaian Listrik. Analisa rangkaian listrik biasanya diformulasikan ke dalam model yang berbentuk persamaan matematika. Persamaan tersebut mungkin sangat kompleks atau jumlahnya lebih dari dua persamaan. Metode numerik dengan bantuan komputer memberikan cara penyelesaian persoalan matematika dengan cepat dan akurat. Sebagai ilustrasi metode penyelesaian model matematika dengan menggunakan rumus persamaan linier.

Misal m buah persamaan linier dengan n buah variabel :

$$a_{11}x_1 + a_{12}x_2 + ... + a_{1n}x_n = b_1$$

$a_{21}x_1 + a_{22}x_2 + ... + a_{2n}x_n = b_2$

... ...

... ...

$a_{m1}x_1 + a_{m2}x_2 + ... + a_{mn}x_n = b_m$

a dan b adalah skalar, di mana a disebut koefisien dan b disebut konstanta dari persamaan. x_1, x_2, ... , x_n disebut sebagai variabel.

Persamaan-persamaan tersebut dapat dituliskan sebagai bentuk perkalian matriks sebagai berikut :

$$\begin{pmatrix} a_{11} & a_{12} & \cdots & a_{1n} \\ a_{21} & a_{22} & \cdots & a_{2n} \\ \cdots & \cdots & \cdots & \cdots \\ a_{m1} & a_{m2} & \cdots & a_{mn} \end{pmatrix} \begin{pmatrix} x_1 \\ x_2 \\ \cdots \\ x_n \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} b_1 \\ b_2 \\ \cdots \\ b_m \end{pmatrix}$$

Dalam menyelesaikan sistem persamaan linear tersebut ada beberapa metode numerik untuk menyelesaikannya yaitu diantaranya dengan metode eliminasi Gauss, metode cramer, metode pembalikan matriks dan eliminasi Gauss Jordan.

Untuk menghitung jumlah m persamaan dengan jumlah n variable yang tidak diketahui dari sistem yang sangat besar dan kompleks, diperlukan komputer untuk menghitung persamaan tersebut. Program *Scilab* diharapkan dapat menjadi solusi untuk membantu menyelesaikan sistem persamaan linear dengan menggunakan metode Numerik.

KAJIAN TEORI

1. Metode Numerik

Sistem persamaan linier merupakan sistem persamaan yang terdiri dari sejumlah persamaan dengan variabel yang berhingga. Untuk menyelesaikan sistem persamaan linier adalah dengan mencari nilai variabel-variabel persamaan tersebut.

Ada dua metode numerik dalam mencari penyelesaian persamaan linier :

- Metode langsung, yang terdiri dari Metode Crammer, , Eliminasi Gauss, eliminasi Gauss-Jordan, Matriks Invers, dan Dekomposisi LU.
- Metode tak langsung, yang sering disebut juga metode iterasi. Metode ini terdiri dari metode iterasi Jacobi dan metode iterasi Gauss-Seidel.

Penulisan ini hanya membahas tentang penyelesaian persamaan liner dengan metode langsung.

Metode cramer adalah metode untuk menetukan nilai variable dari sistem persamaan linier dengan menggunakan determinan matriks.

Jika AX = b, merupakan persamaan linier n variable yang tidak diketahui, maka dapat dinyatakan dalam bentuk matriks sebagai berikut :

$$[A][X] = [B]$$

Dimana matriks A merupakan matriks bujur sangkar berorde nxn dan matrik B berorde nx1, sehingga persamaan tersebut dapat diselesesaikan dengan cara sebagai berikut :

$$X_1 = \frac{detA_1}{\det A}, X_2 = \frac{detA_2}{\det A}, \dots, X_n = \frac{detA_n}{\det A}$$

dimana A_j adalah matrik yang didapat dengan mengganti kolom ke-j dengan matrik b dan determinan matriks A tidak boleh sama dengan nol (0)

Metode Eliminasi Gauss dan Gauss-Jordan merupakan salah satu cara yang banyak digunakan untuk penyelesaian persamaan linier. Penyelesaian persamaan linier menggunakan Eliminasi Gauss dan Gauss-Jordan terdiri dari beberapa tahap, yaitu :

- Merubah persamaan linier menjadi matriks teraugmentasi (A|B).

  Misal persamaan linier sebagai berikut :

$$a_{11}i_1 + a_{12}i_2 + a_{13}i_3 = b_1$$
$$a_{21}i_1 + a_{22}i_2 + a_{23}i_3 = b_2$$
$$a_{31}i_1 + a_{32}i_2 + a_{33}i_3 = b_3$$

  Persamaan-persamaan di atas dituliskan dalam bentuk matriks augmentasi :

$$\begin{bmatrix} a_{11} & a_{12} & a_{13} & b_1 \\ a_{21} & a_{22} & a_{23} & b_2 \\ a_{31} & a_{32} & a_{33} & b_3 \end{bmatrix}$$

- Merubah matriks A menjadi matriks segitiga (Triangularisasi) untuk metode eliminasi Gauss dan menjadi matriks identitas untuk eliminasi Gauss-Jordan.

$$\begin{bmatrix} a_{11} & a_{12} & a_{13} & b_1 \\ a_{21} & a_{22} & a_{23} & b_2 \\ a_{31} & a_{32} & a_{33} & b_3 \end{bmatrix} \rightarrow \begin{bmatrix} 1 & a_{12}' & a_{13}' & x_1 \\ 0 & 1 & a_{23}' & x_2 \\ 0 & 0 & 1 & x_3 \end{bmatrix}$$

$$\begin{bmatrix} a_{11} & a_{12} & a_{13} & b_1 \\ a_{21} & a_{22} & a_{23} & b_2 \\ a_{31} & a_{32} & a_{33} & b_3 \end{bmatrix} \rightarrow \begin{bmatrix} 1 & 0 & 0 & x_1 \\ 0 & 1 & 0 & x_2 \\ 0 & 0 & 1 & x_3 \end{bmatrix}$$

- Nilai variable i_1, i_2 dan i_3 dapat ditentukan dengan teknik subtitusi.

Sistem persamaan linier AX=b juga dapat diselesaikan dengan menggunakan metode matriks invers dengan cara sebagai berikut :

$$AX = b \rightarrow A^{-1}AX = A^{-1}b \rightarrow IX = A^{-1}b$$

Sehingga nilai X didapat :

$$X = A^{-1}b$$

Cara lain untuk menyelesaikan Sistem Persamaan Linier adalah dengan metode Dekomposisi LU atau metode pemfaktoran segitiga (*triangular factorization)*, yaitu dengan memfaktorkan matriks A menjadi matriks segitiga bawah L (*Lower*) dan matriks segitiga atas U (*Upper*)

$$AX = b \rightarrow LUX = b$$

Misal :

$$A = \begin{bmatrix} a_{11} & a_{12} & a_{13} & b_1 \\ a_{21} & a_{22} & a_{23} & b_2 \\ a_{31} & a_{32} & a_{33} & b_3 \end{bmatrix}$$

Maka :

$$\begin{bmatrix} a_{11} & a_{12} & a_{13} \\ a_{21} & a_{22} & a_{23} \\ a_{31} & a_{32} & a_{33} \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} 1 & 0 & 0 \\ l_{21} & 1 & 0 \\ l_{31} & l_{32} & 1 \end{bmatrix} \begin{bmatrix} 1 & u_{12} & u_{13} \\ 0 & 1 & u_{23} \\ 0 & 0 & 1 \end{bmatrix}$$

Langkah-langkah menghitung solusi SPL dengan metode dekomposi LU sebagai berikut:

- Bentuklah matriks L dan U dari A, sehingga AX = b menjadi LUX = b
- Misalkan UX = y, maka persamaan menjadi Ly = b
- Pecahkan Ly = b, lalu hitung y dengan teknik subtitusi maju
- Pecahkan Ux = y, lalu hitung x dengan teknik subtitusi mundur

2. Hukum-hukum Dasar Listrik

2.1 Hukum Ohm

Jika sebuah penghantar atau hantaran dilewati oleh sebuah arus maka pada kedua ujung penghantar tersebut akan muncul beda potensial, atau Hukum Ohm menyatakan bahwa tegangan melintasi berbagai jenis bahan pengantar adalah berbanding lurus dengan arus yang mengalir melalui bahan tersebut. Secara matematis :

$$V = I.R$$

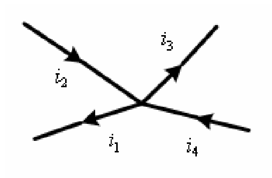
2.2 Hukum Kirchof I (KCL)

Jumlah arus yang memasuki suatu node atau simpul sama dengan arus yang meninggalkan node atau simpul, dengan kata lain jumlah aljabar semua arus yang memasuki sebuah node atau simpul sama dengan nol. Secara matematis :

ΣI pada suatu node = 0

ΣI masuk = ΣI keluar

Contoh :



Σ arus masuk = Σ arus keluar

$i_2 + i_4 = i_1 + i_3$

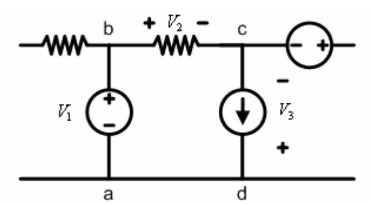
$i_2 + i_4 - i_1 - i_3 = 0$

2.3 Hukum Kirchof II (KVL)

Jumlah tegangan pada lintasan tertutup sama dengan nol, atau penjumlahan tegangan pada masing-masing komponen penyusunnya yang membentuk lintasan tertutup bernilai sama dengan nol. Secara matematis :

$$\Sigma V = 0$$

Contoh :



$v_{ab} + v_{bc} + v_{cd} + v_{da} = 0$

$-v_1 + v_2 - v_3 + 0 = 0$

$v_2 - v_1 - v_3 = 0$

3. Scilab

Scilab adalah sebuah perangkat lunak yang dirancang dan dikembangkan untuk komputasi numerik serta untuk visualisasi data secara dua dimensi maupun tiga dimensi. Scilab juga merupakan sebuah bahasa pemrograman tingkat tinggi yang berorientasi numerik. Scilab adalah suatu interpreter sehingga suatu kode program yang dibuat dapat dieksekusi secara langsung dan dilihat hasilnya tanpa harus melalui tahapan kompilasi. Scilab adalah sebuah *freeware* yang dapat digunakan secara gratis untuk keperluan pribadi maupun komersial. Scilab tersedia dalam berbagai macam sistem operasi utama, seperti Windows (XP, Vista, 7, 8, 10), Linux, serta MacOS X. Ada enam tahapan yang dilakukan dalam menyelesaikan persoalan dengan metode numerik menggunakan Program Komputer, yaitu :

a. Pemodelan

   Mengubah parameter persoalan dalam persamaan matematika.

b. Formulasi numerik

   Model matematika yang diperoleh, selanjutnya diformulasikan secara numerik, atau memilih metode numerik apa yang akan digunakan untuk penyelesaian persoalan tersebut.

c. Menyusun algoritma

   Dari metode numerik yang dipilih kemudian kita buat algoritmanya

d. Pemrograman

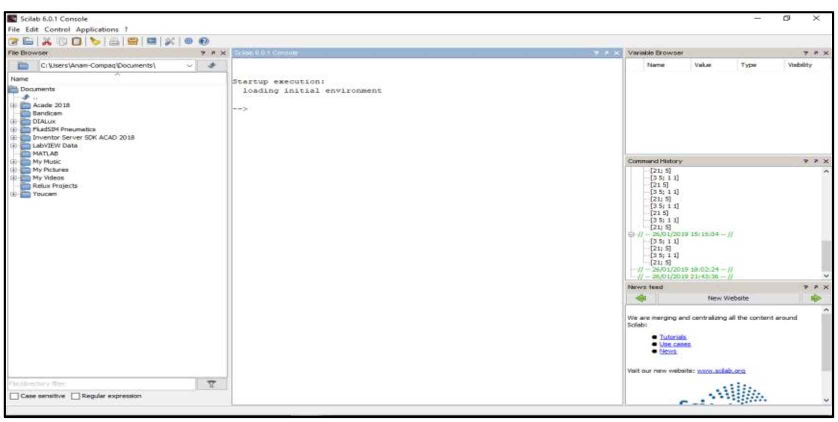
   Algoritma yang telah disusun diterjemahkan dalam program komputer, dengan terlebih dahulu dibuat flowchart-nya.

e. Operasional,

   Program komputer dijalankan dengan data uji coba sebelum menggunakan data sebenarnya.

f. Evaluasi,

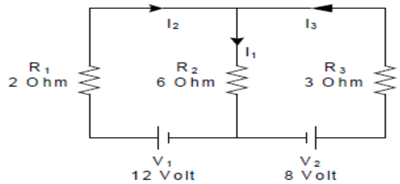
Bila program sudah selesai dijalankan dengan menggunakan data sesungguhnya, hasil yang diperoleh diinterpretasi. Interpretasi meliputi analisis hasil perhitungan dan membandingkannya dengan prinsip dasar dan hasil-hasil empirik untuk menentukan kualitas solusi numerik.



Gambar 1. Tampilan depan program Scilab

PEMBAHASAN

Jika diberikan rangkaian listrik dengan arus seperti gambar 2 berikut ini :



Gambar 2. Rangkaian listrik

Dengan menggunakan hukum Kirchoff didapat persamaan sebagai berikut :

$$0i_1 + 8i_2 + 6i_3 = 12$$

$$0i_1 + 6i_2 + 9i_3 = 8$$

$$-i_1 + i_2 + i_3 = 0$$

Dari persamaan di atas diubah dalam bentuk persamaan :

$$\begin{bmatrix} 0 & 8 & 6 \\ 0 & 6 & 9 \\ -1 & 1 & 1 \end{bmatrix} \begin{bmatrix} i_1 \\ i_2 \\ i_3 \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} 12 \\ 8 \\ 0 \end{bmatrix}$$

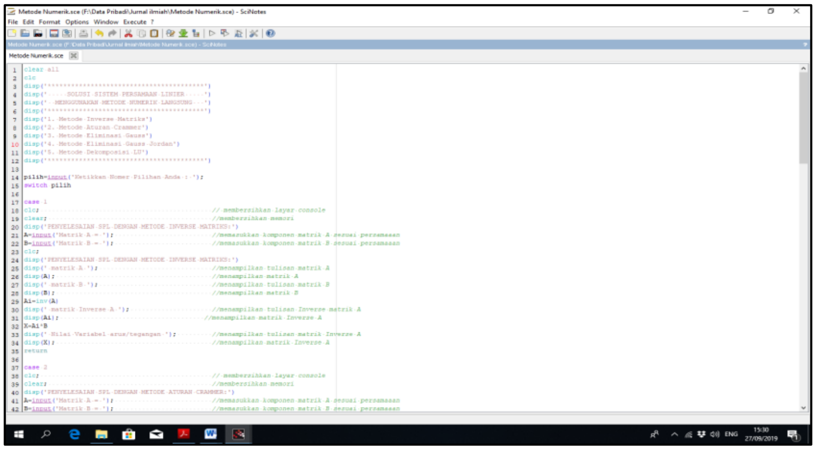
Sehingga diperoleh matriks A dan B

$$A = \begin{bmatrix} 0 & 8 & 6 \\ 0 & 6 & 9 \\ -1 & 1 & 1 \end{bmatrix} \qquad B = \begin{bmatrix} 12 \\ 8 \\ 0 \end{bmatrix}$$

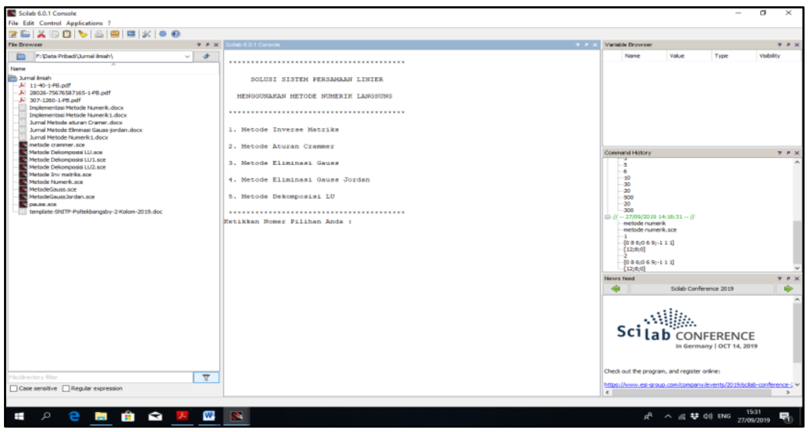
Setelah diperoleh persamaan matriks dari analisa rangkaian listrik, selanjutnya persamaan tersebut dapat kita selesaikan dengan menggunakan program yang telah kita buat pada perangkat lunak Scilab. Langkah-langkah untuk menyelesaikan sistem persamaan linier dengan metode numerik menggunakakan program scilab yang telah dibuat sebagai berikut :

a. Buka File program dan kemudian tekan tombol excute.
b. Pilih metode Numerik yang akan digunakan (Invers Matriks, Crammer, Gauss, Gauss-Jordan atau Dekomposisi LU)
c. Masukkan nilai matriks A dan matriks B
d. Hasil perhitungan nilai Variabel i_1, i_2 dan i_3 akan ditampilkan console windows Scilab.

Penyelesaian persamaan yang diperoleh dari analisa rangkaian listrik gambar 2. dengan menggunakan perhitungan secara manual dan menggunakan program Scilab diperoleh hasil yang tidak berbeda yaitu, i_1 = 1,444, i_2 = 1,667 dan i_3 = -0,222.



Gambar 3. Program Metode Numerik



Gambar 4. Tampilan Hasil Metode Eliminasi Gauss-Jordan Pada Scilab

KESIMPULAN

Berdasarkan pembahasan kasus Permasalahan analisa rangkaian listrik yang telah dilakukan, bahwa penerapan metode Numerik menngunakan perangkat lunak Scilab dapat membantu proses perhitungan analisa rangkaian listrik dengan hasil yang akurat dan tidak membutuhkan waktu yang lama.

DAFTAR PUSTAKA

Khoirul Anam, Yeni Arnas, "Penerapan Metode Eliminasi Gauss-Jordan pada Rangkaian Listrik menggunakan Scilab", Sekolah Tinggi Penerbangan Indonesia, Jurnal Aviasi Langit Biru, Vol 12, No 2, Juni 2019.

Khoirul Anam, Yeni Arnas, "Metode Crammer untuk Solusi Analisa Rangkaian Listrik menggunakan Scilab", Sekolah Tinggi Penerbangan Indonesia, Jurnal Aviasi Langit Biru, Vol 12, No 1, Februari 2019.

Silmi, Rina Anugrahwaty, “Implementasi Metode Eliminasi Gauss Pada Rangkaian Listrik Menggunakan *Matlab*,” Politeknik Negeri Medan Teknik Mesin, JITEKH, Vol 6, No 1, Tahun 2017

Yuniarsi Rahayu, “Penerapan Metode Numerik Pada Rangkaian Listrik Program Studi Teknik Informatika, Fakultas Ilmu Komputer Universitas Dian Nuswantoro Semarang *Techno.COM, Vol. 10, No. 4, November 2011*.

Rina Candra Noor Santi, “Implementasi Sistem Persamaan Linier menggunakan Metode Aturan *Cramer*”, Program Studi Teknik Informatika, Universitas Stikubank, *Jurnal Teknologi Informasi DINAMIK Volume 17, No.1, Januari 2018.*

Ramdhani, Mohamad. 2005. *Rangkaian Listrik*. STTTELKOM ; Bandung

William H. Hayt, Jr, Jack E. Kemmerly, 1996. *Rangkaian Listrik alih bahasa* Pantur Silaban, Ph.D, Departemen Fisika, ITB
Stephen L. Campbell, Jean-Philippe Chancelier, and Ramine Nikoukhah. 2006. Modeling and Simulation in Scilab/Scicos.

Saifuddin Arief 2015. Pengenalan Scilab perangkat lunak gratis untuk komputasi numerik dan visualisasi data.