
Desain Analisis Aliran Daya Fast Decoupled dengan Aplikasi Matlab[®]

Ibnu Syuyuthi¹, Sugiarto², Diah Suwarti Widyastuti³

^{1,2}Institut Teknologi Nasional Yogyakarta: JL. Babarsari No. 2, Yogyakarta 55281, Telp: (0274) 485390 - 486986

³Jurusan Teknik Elektro, Fakultas Teknik dan Perencanaan ITNY, Yogyakarta

e-mail: 13100210016@students.itny.ac.id, sugiarto.kadiman@itny.ac.id, diahsuwarti@sttnas.ac.id

Abstrak

*Analisis aliran daya merupakan salah satu kajian penting dalam perencanaan dan pengoperasian sistem tenaga listrik. Penelitian ini bertujuan untuk merancang dan mengimplementasikan program simulasi aliran daya menggunakan metode **Fast Decoupled Load Flow (FDLF)** berbasis **antarmuka grafis (GUI)** pada lingkungan **MATLAB[®]**. Metode **FDLF** dipilih karena memiliki keunggulan dalam hal efisiensi komputasi, terutama untuk sistem berskala menengah hingga besar, dengan memisahkan perhitungan daya aktif dan reaktif secara terpisah melalui matriks B' dan B'' . Aplikasi ini dibangun dengan struktur empat halaman utama, meliputi splash screen, pemilihan sistem, parameter data sistem, dan hasil analisis. Sistem uji yang digunakan adalah **IEEE 14-bus** dan **IEEE 30-Bus**. Hasil simulasi menunjukkan bahwa program dapat menampilkan informasi penting seperti matriks Y_{bus} , nilai tegangan dan sudut tiap bus, serta jumlah iterasi hingga konvergensi. Selain itu, penampilan matriks B' dan B'' membantu pengguna memahami proses matematis di balik metode **FDLF**. Dengan keberhasilan implementasi ini, aplikasi dapat menjadi alat bantu edukatif dalam memahami algoritma aliran daya, sekaligus menyediakan dasar pengembangan sistem analisis tenaga yang lebih kompleks di masa depan.*

Kata kunci—Fast decoupled load flow, Antarmuka grafis (GUI), Analisis sistem tenaga

Abstract

*Power flow analysis is one of the essential studies in the planning and operation of electric power systems. This research aims to design and implement a power flow simulation program using the **Fast Decoupled Load Flow (FDLF)** method based on a graphical user interface (GUI) in the **MATLAB[®]** environment. The **FDLF** method is chosen due to its computational efficiency, especially for medium to large-scale systems, by separating the active and reactive power calculations using the B' and B'' matrices. The application is built with a four-page structure, consisting of a splash screen, system selection, system data parameters, and analysis results. The test systems used are the **IEEE 14-bus** and **IEEE 30-bus** systems. The simulation results show that the program can display key information such as the Y_{bus} matrix, voltage magnitudes and angles at each bus, as well as the number of iterations until convergence. Additionally, the display of the B' and B'' matrices helps users understand the mathematical processes behind the **FDLF** method. With the success of this implementation, the application can serve as an educational tool for understanding power flow algorithms, as well as a foundation for developing more complex power system analysis tools in the future.*

Keywords—Fast decoupled load flow, Graphical user interface (GUI), Power system analysis

1. PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Analisis aliran daya adalah proses yang kompleks yang melibatkan perhitungan tak-linier dari persamaan aliran daya. Untuk itu diperlukan algoritma numerik yang efisien, terutama untuk sistem tenaga berskala besar (Glover, Sarma, and Overbye 2007). Beberapa metode yang sering digunakan dalam analisis aliran daya antara lain adalah metode Newton-Raphson, Gaus-Seidel, dan Fast Decoupled. Dibandingkan dengan metode lainnya, Fast Decoupled menawarkan kecepatan komputasi yang lebih tinggi dengan pengorbanan tingkat akurasi yang dapat diterima dalam sebagian aplikasi (Rohrer 1994).

Seiring dengan pertumbuhan kebutuhan energi listrik yang terus meningkat dan ansemakin kompleks struktur jaringan, analisis aliran daya dengan komputasi yang cepat dan tingkat akurasi yang tinggi menjadi tantangan tersendiri. Metode konvensional seperti Newton-Raphson sering kali memberikan hasil yang akurat tetapi membutuhkan waktu komputasi yang cukup tinggi, terutama pada sistem jaringan berskala besar. Oleh karena itu, metode alternatif seperti Fast Decoupled telah dikembangkan untuk mengatasi keterbatasan tersebut. Metode ini menawarkan solusi yang lebih cepat dengan tingkat akurasi yang memadai, terutama pada sistem dengan rasio impedansi yang tinggi.

Pemanfaatan perangkat lunak seperti Matlab dalam implementasi metode Fast Decoupled memberikan keunggulan yang signifikan. Matlab dikenal memiliki kemampuan komputasi yang kuat dan fleksibilitas tinggi untuk memodelkan dan menganalisis sistem tenaga listrik. Dengan menggunakan Matlab®, proses analisis aliran daya dapat dilakukan secara efisien dan memungkinkan visualisasi hasil secara intuitif.

Penelitian Tugas Akhir ini bertujuan untuk mendesain aliran daya Fast Decoupled dengan basis berupa aplikasi Matlab®. Penelitian ini tidak hanya memberikan pemahaman yang mendalam mengenai keandalan metode Fast Decoupled, tetapi juga mengidentifikasi keunggulan dan keterbatasan dalam memecahkan masalah aliran daya seperti kecukupan daya, jatuh tegangan dan prosentase pembebanan pada sistem tenaga standar (sistem IEEE). Hasil dari penelitian ini diharapkan dapat menjadi referensi dalam pengembangan dan implementasi metode yang lebih efisien untuk analisis aliran daya di masa depan.

2. METODE PENELITIAN

2.1 Bahan atau Materi

Dalam penelitian “Desain Analisis Aliran Daya Fast Decoupled dengan Aplikasi Matlab®” bahan atau materi yang digunakan yaitu:

1. Data sistem IEEE 14-Bus dan 30-Bus.
2. Antarmuka Pengguna (GUI).
3. Dokumen Referensi.

2.2 Alat

Dalam penelitian “Desain Analisis Aliran Daya Fast Decoupled dengan Aplikasi Matlab®” alat yang digunakan yaitu:

1. Laptop LENOVO 20EV002FUS Intel(R) Core (TM) i5-6200U 8,00 GB DDR4 L MEMORY, 256 GB SSD.
2. Perangkat lunak *software* MATLAB R2021a.

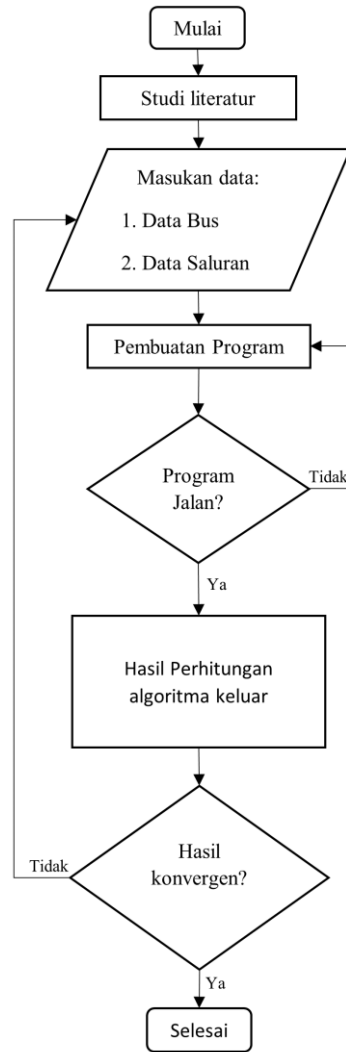
2.3 Tempat dan Waktu Penelitian

Waktu penelitian “Desain Analisis Aliran Daya Fast Decoupled dengan Aplikasi Matlab®” dilaksanakan mulai tanggal 10 Mei 2025 hingga 10 Juli 2025 dan dilaksanakan di Laboratorium Instalasi Listrik, Jurusan Teknik Elektro, Gedung D Institut Teknologi Nasional Yogyakarta.

2.4 Tahapan Penelitian

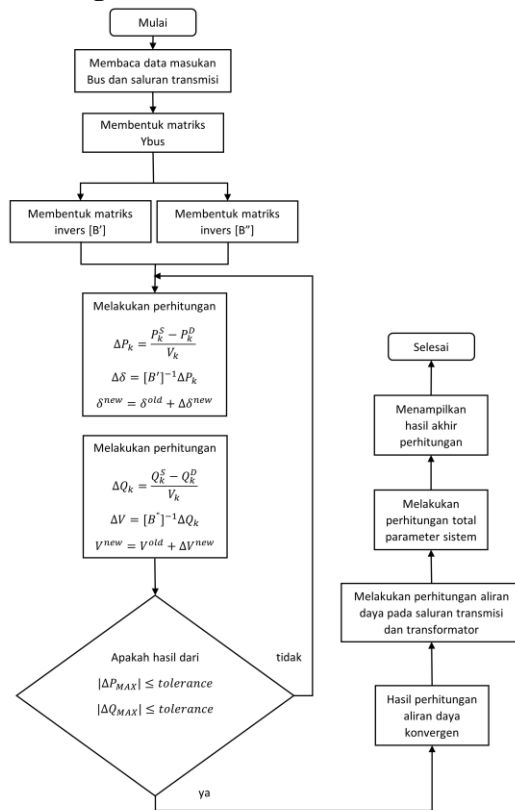
Adapun pada tahapan penelitian ini menjelaskan tentang standar pengujian yang dilakukan, uraian lengkap dan rinci tentang langkah-langkah atau prosedur pelaksanaan penelitian. Adapun tahap penelitian meliputi (a) menyiapkan data-data terkait sistem, (b) melakukan pemodelan dengan Matlab® dan (c) melakukan simulasi pada pemodelan. Rincian langkah-langkah penelitian terlihat pada Gambar 2.1, 2.2, dan 2.3.

2.4.1 Tahapan Penelitian



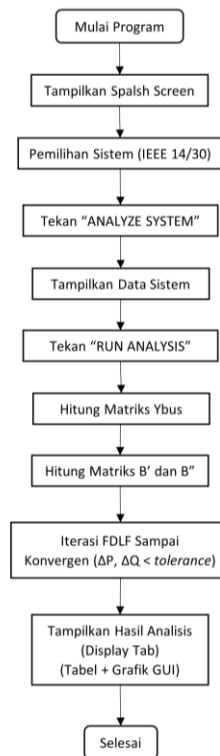
Gambar 2.1. Tahapan Penelitian

2.4.2 Tahapan Pembuatan Program



Gambar 2.2. Tahapan Pembuatan Program

2.4.3 Tahapan Hasil Program



Gambar 2.3. Tahapan Hasil Program

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

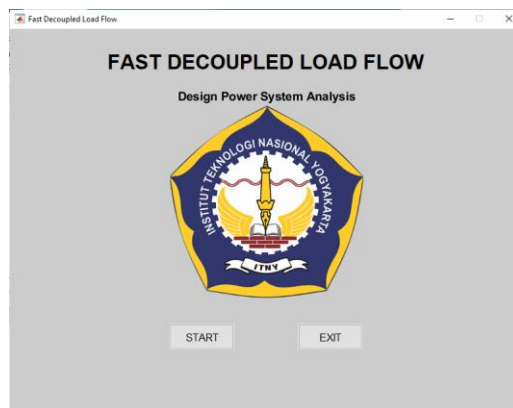
3.1 Tampilan Antarmuka (GUI)

Pemrograman dilakukan secara terstruktur dan terdiri dari program utama dan sub-sub program, maka dalam melakukan simulasi antarmuka pada tampilan GUI program berjalan dengan lancar dan terstruktur tanpa mendahului dari tiap-tiap sub program, sehingga meminimalisir resiko terjadinya crash atau error pada program ketika dijalankan.

Antarmuka GUI yang dibangun terdiri dari empat halaman utama, yaitu:

1. Halaman Awal (Splash Screen).

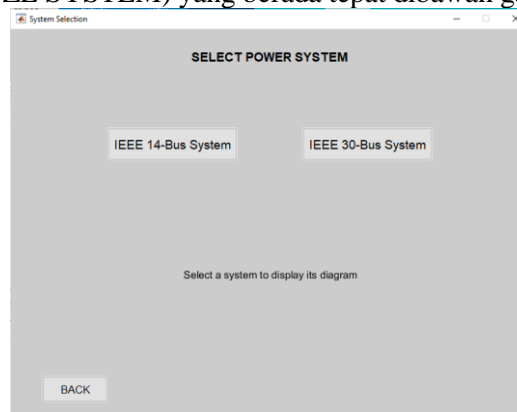
Pada halaman awal menampilkan judul aplikasi dan tombol untuk memulai dan keluar dari program. Pada tampilan halaman awal dirancang untuk memberikan kesan awal yang informatif, sederhana serta menarik bagi pengguna, dengan mempertimbangkan intensitas cahaya bagi pengguna sehingga dipilihlah warna yang tidak terlalu mencolok dan tidak terlalu gelap seperti pada gambar 3.1.



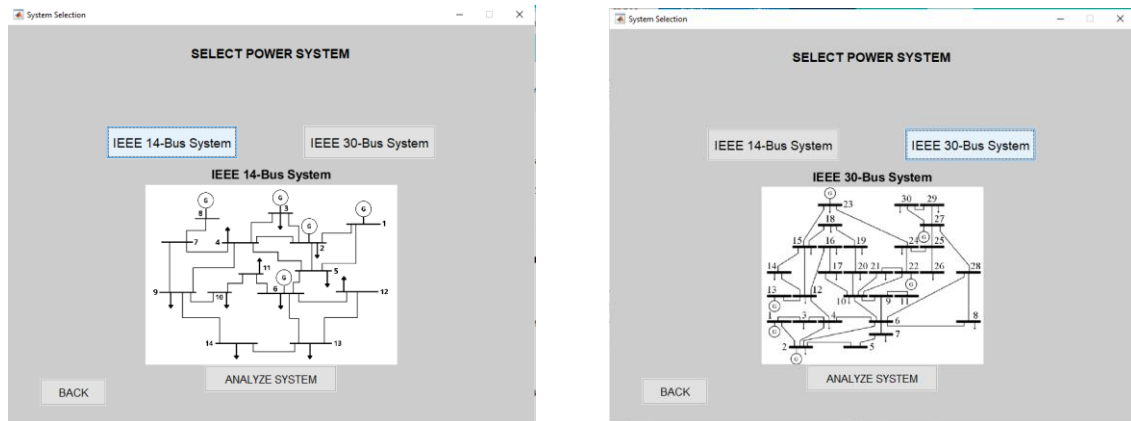
Gambar 3.1. Tampilan splash screen

2. Halaman Pemilihan Sistem.

Setelah pengguna memilih dan menekan tombol start pada halaman pertama, maka akan beralih ke halaman kedua yang menampilkan pemilihan sistem seperti pada gambar 3.2, sehingga pengguna dapat memilih sistem tenaga listrik yang akan dianalisis, seperti pada gambar 3.3, lalu akan muncul tombol interaktif (ANALYZE SYSTEM) yang berada tepat dibawah gambar sistem yang dipilih.



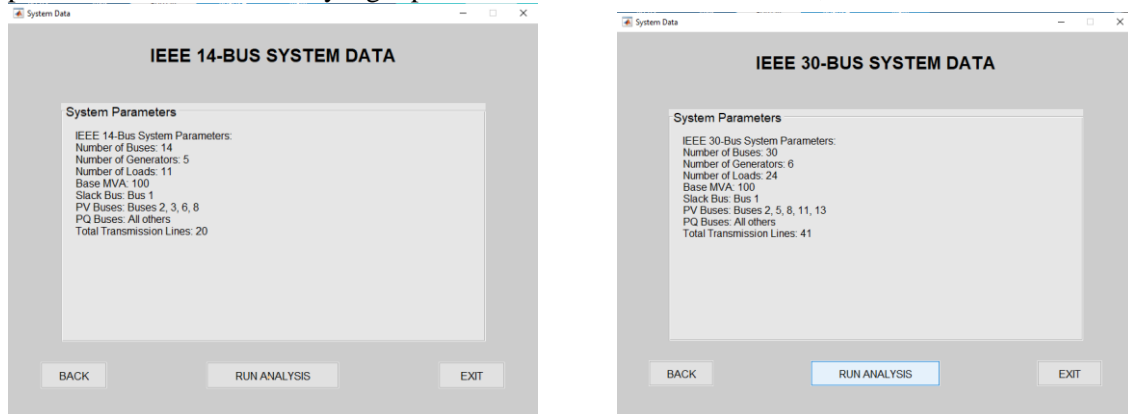
Gambar 3.2. Pemilihan Sistem



Gambar 3.3. Sistem 14-Bus dan 30-Bus

3. Halaman Parameter Data Sistem.

Setelah tombol interaktif (ANALYZE SYSTEM) pada halaman kedua ditekan, maka pengguna akan diarahkan menuju halaman ketiga. Pada halaman ketiga seperti gambar 3.4, menampilkan parameter data dari sistem yang dipilih saat berada di halaman kedua,



Gambar 3.4. Parameter data sistem 14-bus dan 30-Bus

Pada halaman ketiga menampilkan data sistem IEEE yang dipilih serta menampilkan tiga pilihan tombol, yaitu:

a) Tombol BACK

Tombol ini berfungsi untuk kembali ke tampilan halaman kedua.

b) Tombol RUN ANALYSIS

Tombol ini berfungsi untuk menjalankan analisa pada sistem yang dipilih, yang mana ketika ditekan akan mengarahkan pengguna ke halaman berikutnya yang menampilkan hasil analisa dari sistem IEEE yang dipilih.

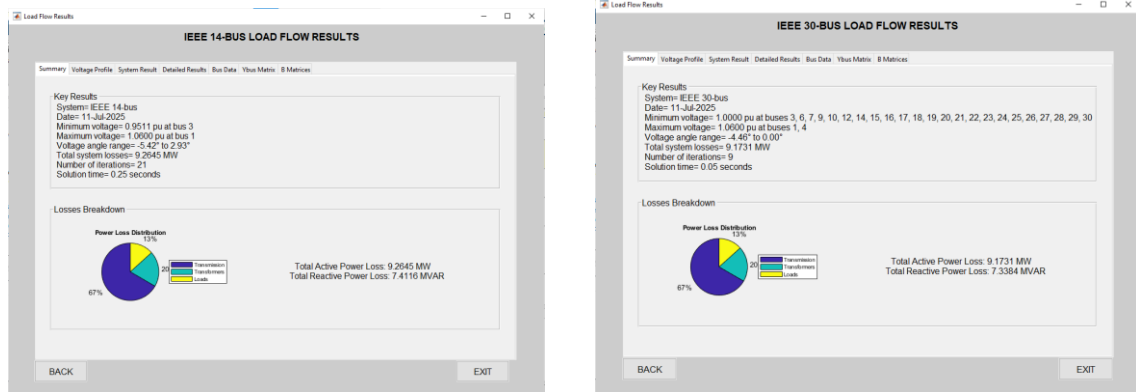
c) Tombol EXIT

Tombol ini berfungsi untuk keluar dari program.

4. Halaman Hasil Analisis

Setelah pengguna menekan tombol RUN ANALYSYS, sistem akan menampilkan halaman terakhir yaitu hakaman empat yang menampilkan hasil simulasi dalam beberapa tab menu seperti:

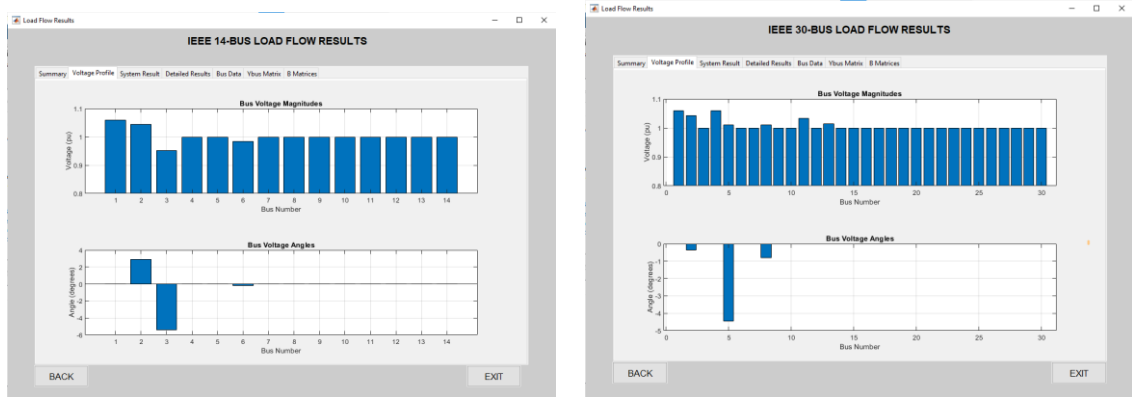
a) Summary



Gambar 3.5. Tampilan summary 14-bus dan 30-Bus

Pada tampilan tab summary menampilkan kata kunci dari analisis sistem yang dipilih serta menampilkan hasil perhitungan losses pada sistem yang dipilih, yang mana dapat dilihat pada gambar 3.7 untuk tampilan tab summary sistem IEEE 14-Bus dan 30-Bus

b) Voltage Profile

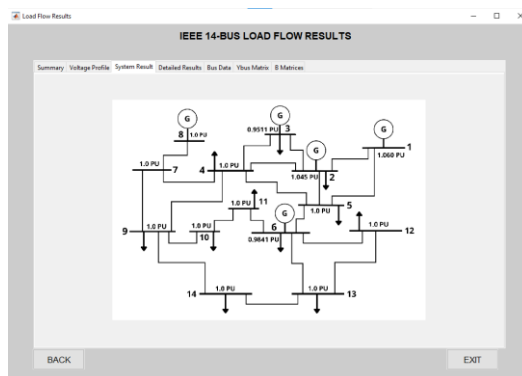


Gambar 3.6. Voltage profile 14-bus dan 30-bus

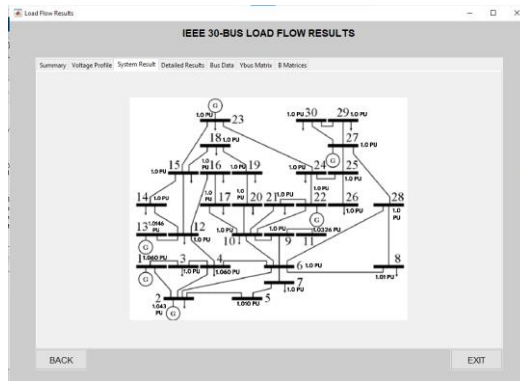
Gambar 3.10. Voltage profile 30-bus

Pada tampilan tab ini menampilkan grafik bagan dari tegangan (PU) pada setiap bus dan sudut tegangan pada tiap bus. Dapat dilihat pada gambar 3.9 untuk tampilan grafik bagan baik sistem 14-bus atau 30-bus.

c) System Result



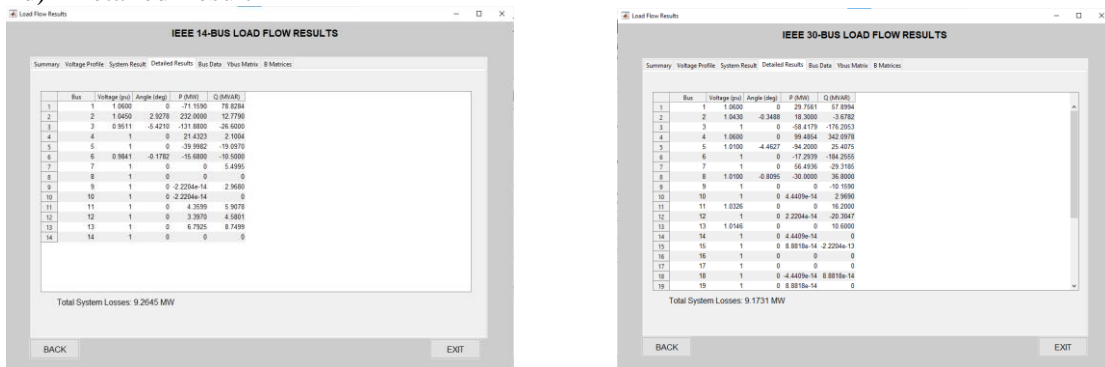
Gambar 3.11. System result 14-Bus



Gambar 3.12. System result 30-Bus

Pada tampilan gambar 3.11, dan gambar 3.12, menampilkan tab system result yang mana pada tab ini menampilkan gambar system yang dipilih pada halaman kedua ketika pemilihan system yang akan dianalisa, namun pada tab ini gambar sudah ada keterangan tegangan (PU) pada tiap bus-busnya.

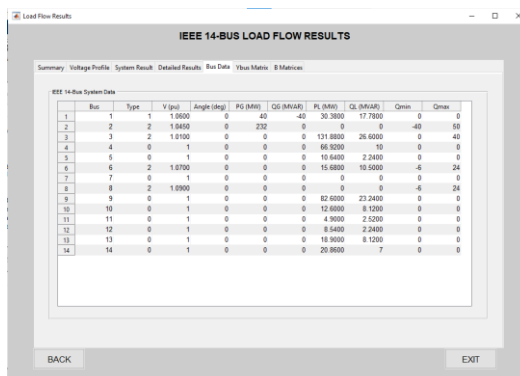
d) Detailed Result



Gambar 3.12. Detailed result 14-Bus dan 30-Bus

Pada tampilan gambar 3.13, menampilkan tab detailed result, yang mana pada tab ini menampilkan data dari hasil analisa sistem IEEE yang dipilih secara keseluruhan pada tiap-tiap bus, yang mana data yang ditampilkan mencakup data tegangan (PU), data sudut tegangan, data daya aktif (P), dan data daya reaktif (Q) setelah dilakukan analisa menggunakan metode Fast Decoupled serta menampilkan total rugi-rugi daya pada sistem.

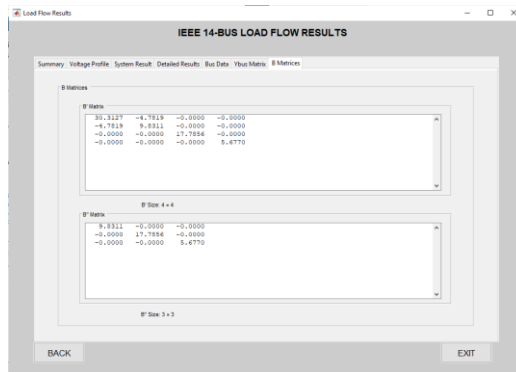
e) Bus Data



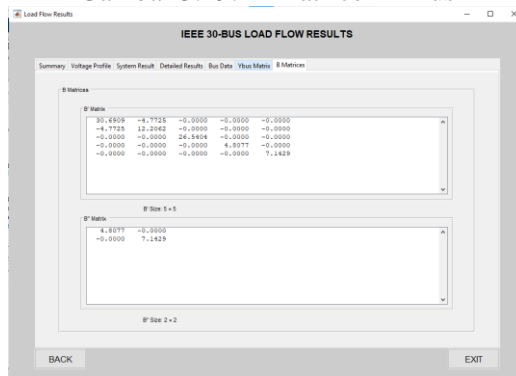
Gambar 3.15. Busdata 14-Bus

bisa dideteksi lebih awal dan bisa diperbaiki. Tampilan tab YBus Matrix dapat dilihat di gambar 3.17, dan gambar 3.18.

g) B Matrice



Gambar 3.19. B Matrice 14-Bus



Gambar 3.20. B Matrice 30-Bus

Pada tampilan tab B Matrice seperti gambar 3.19 dan gambar 3.20, terdapat dua bagian yaitu B' Matrix dan B'' matrix, yang mana kedua matriks tersebut merupakan bagian penting dalam metode Fast Decoupled Load Flow (FDLF), kedua matriks ini merupakan bagian dari pendekatan dekomposisi jacobian yang digunakan untuk memisahkan perhitungan antara daya aktif (P) dan daya reaktif (Q), sehingga proses iterasi aliran daya menjadi lebih cepat dan efisien. Fungsi ditampilkannya matriks B' dan B'' ini sama seperti matriks Ybus, yaitu supaya pengguna mendapat gambaran secara langsung mengenai struktur numerik dari sistem tenaga yang sedang dianalisis. Kedua matriks ini merupakan hasil turunan dari matriks Ybus yang sudah diolah sedemikian rupa untuk kebutuhan perhitungan iteratif dalam metode fast decoupled, selain itu penampilan matriks ini juga dapat membantu pengguna dalam konteks edukasi, pembelajaran maupun penelitian.

4. KESIMPULAN

Berdasarkan hasil pengembangan program simulasi aliran daya menggunakan metode Fast Decoupled Load Flow (FDLF) berbasis GUI MATLAB, maka dapat diambil beberapa kesimpulan sebagai berikut:

1. Program simulasi aliran daya berhasil dirancang dan dijalankan dengan baik menggunakan antarmuka grafis (GUI) yang terdiri dari empat halaman utama yaitu, halaman judul, halaman pemilihan sistem IEEE, halaman parameter data sistem, halaman tampilan hasil analisis
 2. Penampilan hasil dalam bentuk tabel dan tab interaktif seperti Ybus matrix, B' Matrix, dan B'' Matrix memberikan transparansi terhadap proses perhitungan yang terjadi di balik layar, serta meningkatkan nilai edukatif dan validasi bagi pengguna.
-

-
3. Aplikasi ini dapat digunakan sebagai alat bantu pembelajaran dan simulasi dalam studi sistem tenaga listrik, terutama untuk pemahaman algoritma perhitungan aliran daya. Kedepannya program ini masih dapat dikembangkan untuk menambahkan fitur-fitur seperti visualisasi grafik jaringan atau integrasi dengan data sistem aktual serta fitur lainnya.

5. SARAN

Berdasarkan hasil penelitian dan pengembangan yang telah dilakukan, beberapa saran saya ajukan untuk pengembangan lebih lanjut:

1. Pengembangan ke sistem yang lebih kompleks. Penelitian ini menggunakan sistem IEEE 14-Bus dan 30-Bus, harapannya dapat dikembangkan untuk sistem yang lebih besar.
2. Penambahan fitur visualisasi jaringan. Harapannya agar pengguna dapat memahami hubungan antar bus dan aliran daya antar saluran dengan lebih intuitif.
3. Integrasi dengan basis data atau input eksternal. Program ini harapannya dapat dikembangkan sehingga tidak hanya membaca input data dari program internal saja, tapi juga input data dari eksternal sehingga pengguna tidak hanya memasukkan data melalui pengkodean saja.
4. Uji banding dengan metode lain. Untuk memperkuat validasi dan evaluasi performa, hasil metode Fast Decoupled sebaiknya dibandingkan dengan metode lain seperti Newton-Raphson atau Gaus-Seidel, baik dari sisi jumlah iterasi maupun akurasi hasil.

UCAPAN TERIMA KASIH

Penulis mengucapkan terima kasih kepada orang tua yang telah memberikan semangat, kepada dosen pembimbing utama, dosen pembimbing pendamping, dosen penguji, teman Teknik elektro, serta saudara-saudariku yang kebanggakan.

DAFTAR PUSTAKA

- Glover, J. Duncan, Mulukutla S. Sarma, and Thomas Overbye. 2007. "Power Systems Analysis and Design 4th Edition": 768
- Rohrer, John G. Truxal and Ronald A. 1993. "Computer Methods in Power System Analysis by G.W. Stagg & A. H. El-Abiad.pdf": 1-410.
- B. Stott and O. Alsac. 1973. "Fast Decoupled Load Flow": vol. PAS-93, no 3.
- A. J and A. C, P, John Wiley Sohn, Ltd. 1990. "Three-Phase Load Flow 3.1".
- S. H. Low, 2022. "A Three-Phase Power Flow Model and Balanced Network Analysis".
- A. Hasibun, Badriana, and H. A. Zaini. 2019. "Simulasi Analisis Aliran Daya Sub Sistem Aceh 150 Kv Menggunakan Software Powerworld Simulator".
- L. P. Stevenson, 1983. "Analisa Sistem Tenaga".
- Iham. 2019. "Analisis Indeks Keandalan Sistem Distribusi Penyulang Kikim di Gardu Induk Sungau Juara Menggunakan Metode Section Technique".
- K. P. Widiatmika. 2016. "Modul Guru Pembelajaran Teknik Jaringan dan Distribusi Tenaga Listrik": vol. 16.
- B. A. Saputra, 2017. "Mempertimbangkan Kestabilan Tegangan Menggunakan Metode Craaziness Based Particle Swarn Optimizing (Crps)".
- T. R. Y. Bandaharo. 2024. "Analisis dan Implementasi Algoritma Pemantauan Kualitas Energi Listrik pada Sistem Smart Grid".
- J. Li and Y. Hu. 2023. "Newton-Raphson Methode Based Power Flow Analysis and Dynamic Security Assessment": vol. 7, no. 3.
- D. H. Sinaga, R. R. O. Sasue, and H. D. Hutahaeen. 2021. "Pemanfaatan Energi Terbarukan
-

-
- Dengan Menerapkan Smart Grid Sebagai Jaringan Listrik Masa Depan”: vol. 3, no 1.
- O. Honarfar and A. Karimi. 2020. “Very fast load flow calculation using fast-decoupled reactive power compensation method for radial active distribution networks in smart grid environment based on zooming algorithm”: vol. 16, no. 3.
- B. Cahyono. 2016. “Penggunaan Software Matrix Laboratory (Matlab) Dalam Pembelajaran Aljabar Linier”: vol. 3, no 1.
- Y. D. Rosita and Sugianto. 2018. “Pemanfaatan Matlab (Matrix Laboratory) Untuk Detektif Jalan Aspal Berlubang”.
- K. Schoder, A. Hasanovic, and A. Feliachi. 2003. “PAT: A power analysis toolbox MATLAB/Simulink”: vol. 18, no. 1.
-