

PROPOSAL SKRIPSI
ANALISIS ALIRAN DAYA DENGAN KOMPUTASI PARALEL
KONSENTRASI TEKNIK ENERGI ELEKTRIK



Disusun Oleh:

M. IZZAT HARISI

NIM. 0810630069

JURUSAN TEKNIK ELEKTRO
FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS BRAWIJAYA
MALANG

2012

1. JUDUL

ANALISIS ALIRAN DAYA DENGAN KOMPUTASI PARALEL

2. LATAR BELAKANG

Studi aliran daya di dalam sistem tenaga merupakan studi yang mengungkap kinerja aliran daya untuk keadaan tertentu ketika sistem bekerja saat tunak (steady state), baik yang sedang berjalan maupun diharapkan akan terjadi di masa yang akan datang. Studi aliran daya juga memberikan informasi mengenai beban saluran transmisi, losses, dan tegangan di setiap lokasi untuk evaluasi regulasi kinerja sistem tenaga. Oleh sebab itu, studi aliran daya sangat diperlukan dalam perencanaan serta pengembangan sistem di masa yang akan datang. Karena operasi sistem tenaga listrik yang memuaskan adalah bergantung kepada pengenalan serta pengetahuan dari akibat adanya penambahan dan pengurangan beban, unit pembangkit, dan saluran transmisi baru, sebelum semuanya dapat direalisasikan.

Solusi konvensional dari masalah aliran daya biasanya menggunakan proses iterasi yang menetapkan nilai perkiraan tegangan dari suatu bus. Kemudian menghitung nilai baru dari tegangan pada setiap bus. Nilai tegangan baru diperoleh dari setiap bus dan digunakan untuk menghitung nilai tegangan bus pada iterasi selanjutnya. Proses iterasi berulang sampai pergantian nilai dari setiap bus kurang dari nilai toleransi yang ditentukan. Algoritma sekuensial ini biasanya digunakan dalam analisis aliran daya yang menghasilkan jumlah iterasi yang banyak, sehingga membutuhkan waktu eksekusi yang lama.

Beberapa waktu ini telah dikembangkan metode yang merupakan pengembangan dari metode konvensional tersebut. Metode ini menggunakan algoritma dari metode konvensional yang diparalel perhitungannya menjadi beberapa subsistem. Setelah itu, hasil dari perhitungan di subsistem-subsistem tersebut akan dimasukkan pada sistem utama untuk dilakukan perhitungan sehingga didapatkan nilai parameter-parameter aliran daya, seperti tegangan bus, arus bus, dll. Perhitungan dengan metode ini menggunakan seperangkat komputer yang terhubung dengan *Local Area Network* (LAN).

Pemrosesan paralel menjadi sebuah pilihan setelah pemrosesan sekuensial mengalami berbagai keterbatasan. Hal ini disebabkan karena kecepatan pemrosesan

pemrosesan sekuensial belum mencukupi kebutuhan bidang sains dan rekayasa akan kecepatan komputasi yang tinggi. Pemrograman menggunakan pemrosesan paralel di sini akan dilakukan secara bersama-sama atau paralel oleh sekian banyak komputer.

Dalam skripsi ini akan dilakukan perhitungan aliran daya menggunakan metode *Gauss Seidel* yang diparalel menjadi beberapa subsistem. Meskipun *Gauss Seidel* merupakan metode yang perhitungannya secara seri, metode ini akan disusun algoritmanya menjadi metode *Gauss Seidel* yang diparalelkan. Dalam penelitian ini akan dilakukan perhitungan untuk mendapatkan nilai tegangan dan arus dari setiap bus. Selain itu juga akan diidentifikasi kecepatan perhitungan dengan menggunakan komputasi paralel.

3. RUMUSAN MASALAH

Mengacu pada permasalahan yang telah diuraikan pada latar belakang, maka rumusan masalah ditekankan pada seberapa cepat proses perhitungan analisis aliran daya dengan menggunakan komputasi paralel.

4. RUANG LINGKUP

Berdasarkan perumusan masalah di atas, maka pembahasan dibatasi pada:

- a. Program perhitungan yang digunakan adalah program Matlab 2010
- b. Proses perhitungan ini terdiri atas 2 *client* dan 1 *server*.
- c. Proses pengiriman data antara *client* dan *server* dianggap tanpa hambatan (sempurna).
- d. Data yang digunakan adalah data sekunder yang diperoleh dari pustaka yang relevan.
- e. Metode yang digunakan dalam analisis aliran daya ini adalah metode Gauss Seidel

5. TUJUAN

Tujuan dari penulisan skripsi ini adalah:

1. mengetahui kecepatan perhitungan dari analisis aliran daya dengan menggunakan komputasi paralel.
2. Dapat mengevaluasi kinerja sistem tenaga.
3. Menganalisis kondisi pembangkitan maupun pembebanan

6. SISTEMATIKA PENULISAN HASIL SKRIPSI

Sistematika penulisan yang digunakan dalam penyusunan skripsi ini adalah sebagai berikut:

BAB I : PENDAHULUAN

Memuat latar belakang, rumusan masalah, ruang lingkup, tujuan, dan sistematika penulisan.

BAB II : TINJAUAN PUSTAKA

Berisi tinjauan pustaka atau dasar teori yang digunakan untuk dasar penelitian yang dilakukan dan untuk mendukung permasalahan yang diungkapkan.

BAB III : METODOLOGI PENELITIAN

Memberikan penjelasan tentang metode yang digunakan dalam skripsi ini, meliputi metode pengambilan data, pengolahan data, dan analisis data.

BAB IV : PEMBAHASAN

Berisi pembahasan dan analisis terhadap hasil perhitungan menggunakan Komputasi Paralel.

BAB V : PENUTUP

7. TINJAUAN PUSTAKA

7.1. Studi Aliran Daya

Studi aliran daya adalah penentuan atau perhitungan tegangan, arus, daya, dan faktor-faktor daya atau daya reaktif yang terdapat pada berbagai titik dalam suatu jala-jala listrik dalam kondisi operasi tunak (*steady state*). Informasi ini sangat dibutuhkan guna mengevaluasi unjuk kerja sistem tenaga dan menganalisis kondisi pembangkitan maupun pembebanan. Analisis ini juga memerlukan informasi aliran daya dalam kondisi normal maupun darurat. Sekain itu dalam studi analisa aliran daya juga terdapat beberapa kegunaan antara lain :

- Untuk mengetahui semua peralatan, apakah memenuhi batas yang ditentukan untuk menyalurkan daya yang diinginkan
- Untuk mengetahui kondisi mula pada perencanaan sistem yang baru
- Pada hubung singkat, stabilitas pembebanan ekonomis

Di dalam studi aliran daya, bus-bus dibagi dalam 3 macam, yaitu :

a. Bus beban (*load bus*)

Pada bus ini, daya yang dibangkitkan oleh generator dan daya yang diserap oleh beban diketahui nilainya.

b. Bus generator (*generator bus*)

Komponen yang diketahui dalam bus ini adalah besar tegangan dan daya aktif P, sedangkan yang tidak diketahui adalah sudut fasa tegangan dan daya reaktif Q.

c. Bus berayun (*slack bus*)

Komponen yang diketahui dalam bus ini adalah besar tegangan dan sudut fasa sedangkan yang tidak diketahui adalah daya aktif P dan daya reaktif Q. Umumnya dalam studi aliran daya hanya terdapat satu bus berayun. Slack bus berfungsi untuk menyuplai kekurangan daya real P dan daya reaktif Q pada sistem.

Pada tiap-tiap bus hanya ada 2 macam besaran yang diketahui sedangkan kedua besaran yang lain merupakan hasil akhir dari perhitungan. Besaran-besaran yang diketahui itu adalah :

- Slack bus ; harga skalar V dan sudut fasanya θ .
- Generator bus ; daya real P dan harga skalar tegangan V.
- Load bus ; daya real P dan daya reaktif Q.

Persamaan untuk sistem tenaga listrik dapat dinyatakan dalam bentuk impedansi atau admitansi sebagai berikut:

- dalam bentuk impedansi:

$$E_{bus} = Z_{bus} I_{bus}$$

- dalam bentuk admitansi:

$$I_{bus} = Y_{bus} E_{bus}$$

Untuk mengetahui nilai tegangan setiap bus, harus dilakukan iterasi sesuai dengan metode yang digunakan. Nilai iterasi akan berhenti jika selisih nilai tegangan baru dengan nilai tegangan sebelumnya kurang dari nilai *error* yang diizinkan. Nilai terakhir dari iterasi tersebut adalah nilai tegangan pada masing-masing node.

Setelah dilakukan proses iterasi untuk mengetahui tegangan setiap bus, daya yang mengalir pada setiap saluran dapat dihitung. Arus yang mengalir dari bus p ke bus q adalah

$$i_{pq} = (E_p - E_q)y_{pq} + E_p \frac{y'_{pq}}{2}$$

dimana

y_{pq} : Admitansi cabang yang menghubungkan bus p dengan bus q

y'_{pq} : Total admitansi shunt saluran pq

Daya yang mengalir dari bus p ke bus q adalah

$$P_p - jQ_p = E_p^* i_{pq}$$

Atau

$$P_p - jQ_p = E_p^* \left[(E_p - E_q)y_{pq} + E_p \frac{y'_{pq}}{2} \right]$$

7.2. Metode Gauss Seidel

Penyelesaian suatu aliran daya ini didasarkan pada pernyataan tegangan suatu bus sebagai fungsi dari daya nyata dan daya reaktif yang dialirkan ke suatu bus dari generator-generator atau yang dicatu pada beban yang dihubungkan pada bus itu, tegangan-tegangan yang diperkirakan atau yang telah dihitung sebelumnya pada setiap bus, dan admitansi-admitansi sendiri dan bersama dari simpul-simpulnya. Penurunan persamaan dasarnya diperoleh dengan suatu rumusan simpul dari persamaan jala-jala.

Metode Gauss Seidel adalah proses iterasi yang dimulai memperkiraan nilai tegangan node yang tidak diketahui. Dengan menggunakan perkiraan tegangan bus dan nilai daya nyata dan imajiner, tegangan baru dari masing-masing node didapatkan dari nilai iterasi terakhir. Proses terus berulang hingga perbedaan antara tegangan node masing-masing kurang dari nilai nilai toleransi yang diizinkan.

Untuk jumlah node sebanyak N , tegangan yang dihitung pada semua bus K dinyatakan dengan fungsi daya nyata dan reaktif yang dialirkan menuju node dari generator, tegangan perkiraan atau tegangan yang dihitung sebelumnya, dan admitansi sendiri dan admitansi bersama pada node yang diberikan dalam persamaan

$$V_k^{(i)} = \frac{1}{Y_{kk}} \left[\frac{P_k - jQ_k}{V_k^{(i-1)}} - \sum_{j=1}^{k-1} Y_{kj} V_j^{(i)} - \sum_{j=k+1}^N Y_{kj} V_j^{(i-1)} \right]$$

Dimana:

- V_k : Tegangan pada bus k
- Y_{kk} : Admitansi sendiri pada bus k
- Y_{kj} : Admitansi bersama antara bus k dan j
- P_k dan Q_k : Daya aktif dan reaktif yang telah ditentukan pada bus k
- V_j : Nilai terbaru yang dihitung untuk node yang bersangkutan atau tegangan awal jika tidak ada iterasi yang belum dimulai.

Langkah-langkah penyelesaian aliran daya dengan menggunakan metode ini adalah sebagai berikut:

1. Memberikan nilai perkiraan awal bagi tegangan-tegangan bus dan tetapkan $k=0$.
2. Tetapkan $k=k+1$ dan menghitung semua tegangan bus, kecuali bus berayun dengan menggunakan persamaan
3. Menghitung selisih tegangan dengan menggunakan persamaan

$$\Delta E_p^k = E_p^{k+1} - E_p^k$$

4. Jika nilai mutlak ΔE_p^k lebih kecil dari nilai toleransi yang diberikan, lanjutkan ke langkah 5), tetapi jika tidak, kembali ke langkah 2)
5. Tegangan-tegangan bus adalah E_p^{k+1}
6. Selesai

Konvergensi pada suatu penyelesaian yang salah mungkin terjadi jika tegangan hasil perhitungan sangat jauh berbeda dengan nilai tegangan yang benar. Konvergensi yang salah ini biasanya dapat dihindarkan jika nilai hasil perhitungan mempunyai besar yang pantas dan fasanya tidak berbeda terlalu jauh. Setiap penyelesaian yang tidak diinginkan biasanya dapat diketahui dengan mudah melalui pemeriksaan hasil-hasilnya. Tegangan sistem biasanya tidak mempunyai daerah fasa yang lebih besar dari 45° dan selisih antara dua bus yang berdekatan kurang dari 10° dan sering kali lebih kecil.

Penyelesaian masalah aliran daya yang besar menggunakan metode *Gauss Seidel* membutuhkan jumlah iterasi yang banyak untuk mendapatkan nilai koreksi

tegangan kurang dari nilai yang diketahui. Untuk mencapai hasil akhir dengan menggunakan metode *Gauss Seidel* ini juga membutuhkan waktu yang sangat lama.

7.3. Komputasi Paralel

Komputer tradisional memiliki prosesor tunggal untuk melaksanakan tugas-tugas dari suatu program. Salah satu cara untuk meningkatkan kecepatan komputer adalah menggunakan beberapa prosesor dalam satu komputer (multiprosesor) maupun beberapa komputer yang mengerjakan satu tugas. Dalam kasus lain, program dibagi menjadi beberapa bagian. Masing-masing bagian terdiri atas beberapa prosesor terpisah secara paralel. Pemrograman dengan metode itu disebut pemrograman paralel (*parallel programming*).

Platform komputer yang digunakan, komputer paralel (*parallel computer*), bisa berupa komputer dengan beberapa prosesor maupun beberapa komputer yang terhubung dengan cara tertentu. Pendekatan tersebut seharusnya mampu meningkatkan kemampuan komputer secara signifikan. Maksudnya adalah p prosesor/komputer mampu menghasilkan hingga p kali kecepatan komputer dengan satu prosesor/komputer. Berapa pun kecepatan prosesor/komputer itu dengan harapan masalah yang ada dapat diselesaikan dengan waktu $1/p$. Tentu saja situasi tersebut merupakan situasi ideal yang jarang sekali terjadi. Seringkali, masalah tidak dapat dipecah menjadi bagian-bagian kecil. Selain itu, diperlukan interaksi antara masing-masing bagian, baik untuk transfer data maupun sinkronisasi. Namun, seberapa jauh peningkatan kecepatan dapat dicapai bergantung pada masalah dan peran paralelisme. Satu hal yang menyebabkan kemampuan komputer paralel menjadi tak terbatas adalah peningkatan kecepatan eksekusi suatu proses secara berkelanjutan yang akan meningkatkan pula kecepatan komputer paralel.

Ada beberapa faktor yang dapat mempengaruhi kecepatan dari solusi paralel, tetapi yang lebih penting adalah sebagai berikut:

- 1) Keseimbangan beban diantara mengambil bagian pada prosesor.
- 2) *Performance* dari prosesor.
- 3) Kecepatan dari komunikasi data antara prosesor.

Waktu tunda untuk komunikasi data antar komputer sulit untuk diramalkan, untuk menghindari suatu ketidaksinkronan yang tinggi maka karakteristik jaringan

komunikasi di sistem distribusi harus diperhatikan. Karakteristik algoritma *asynchronous* dari parallel load flow adalah:

- 1) Komputer lokal tidak perlu menunggu selagi data nya bisa bermanfaat.
- 2) Komputer yang bagus dapat menghitung lebih cepat dan melaksanakan lebih banyak iterasi dibanding yang lain.
- 3) Beberapa komputer membutuhkan komunikasi yang lebih sering dengan komputer yang lain sehingga penundaan waktu akan menjadi lebih lama.

Algoritma *asynchronous* muncul untuk menawarkan beberapa keuntungan. Pertama, dapat mengurangi ketidaksinkronan dan berpotensi mempercepat melalui algoritma *synchronous* di berbagai keadaan. Kedua, mempunyai suatu implementasi fleksibilitas yang lebih besar dan toleransi untuk perubahan data selagi melaksanakan algoritma

Penggunaan proses paralel pada pemecahan masalah aliran daya menggunakan metode *Gauss Seidel* ini dimulai dengan membagi node menjadi grup-grup sebagai subsistem dimana perhitungan tegangan dari subsistem ini melalui beberapa *client* bersamaan. Proses paralel dari metode ini disamakan dengan sistem distribusi dari jaringan komputer melalui LAN dimana terdapat *server* dan *client*. *Server* akan bertanggung jawab untuk mengkoordinasikan distribusi dan eksekusi dari algoritma, sedangkan *client* bertanggung jawab untuk eksekusi dari algoritma saja. Perhitungan dari tegangan bus didistribusikan antara beberapa *client* sehingga setiap *client* bertanggung jawab untuk perhitungan dari tegangan bus pada subsistem.

Setiap *client* menghitung tegangan bus dari subsistem masing-masing sesuai dengan rumus dibawah ini.

Algoritma Gauss Seidel Parallel

$C = \{c_1, c_2, \dots, c_m\}$ merupakan kumpulan dari *client* yang tersedia dimana m ada jumlah komputer, dan N merupakan jumlah node

Client L menghitung tegangan $\{V_x, \dots, V_y\}$ dimana

$$x = \left\lceil \frac{N}{m} \right\rceil * (L - 1) + 1 \quad \text{dan} \quad y = \text{Min} \left(\left\lceil \frac{N}{m} \right\rceil * L, N \right)$$

Untuk masing-masing k dalam $\{x, \dots, y\}$ menghitung

$$V_k^{(i)} = \frac{1}{Y_{kk}} \left[\frac{P_k - jQ_k}{V_k^{(i-1)}} - \sum_{j=1}^{x-1} Y_{kj} V_j^{(i-1)} - \sum_{j=x}^{k-1} Y_{kj} V_j^{(i)} - \sum_{j=k+1}^N Y_{kj} V_j^{(i-1)} \right]$$

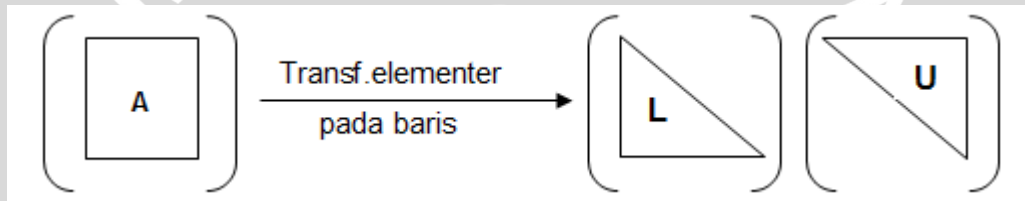
Dihasilkan vektor $\{V_x, V_{x+1}, \dots, V_y\}$

Didapatkan tegangan $\{V_1, \dots, V_N\} - \{V_x, \dots, V_y\}$ dari client yang lain

Jika bus j tidak tergolong pada subsistem yang sama, nilai dari V_j disubstitusikan dari iterasi sebelumnya. Tetapi jika bus j tergolong pada subsistem yang sama, maka nilai V_j disubstitusikan dari iterasi yang sama jika $j < k$ dan dari iterasi sebelumnya jika $j > k$.

7.4. LU Decomposition

Jika Matriks A non singular (matriks yang mempunyai invers), maka ia dapat difaktorkan (diuraikan atau dikomposisi) menjadi matriks segitiga bawah L (lower) dan matriks segitiga atas U (upper) dengan cara melakukan sejumlah transformasi elementer pada baris. Perubahan tersebut dapat digambarkan sebagai berikut,



Dalam bentuk matriks pemfaktoran ini ditulis sebagai,

$$\begin{pmatrix} a_{11} & a_{12} & a_{13} & a_{14} \dots & a_{1n} \\ a_{21} & a_{22} & a_{23} & a_{24} \dots & a_{2n} \\ a_{31} & a_{32} & a_{33} & a_{34} \dots & a_{3n} \\ \vdots & \vdots & \vdots & \vdots & \vdots \\ a_{n1} & a_{n2} & a_{n3} & a_{n4} \dots & a_{nn} \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} 1 & 0 & 0 & 0 \dots & 0 \\ L_{21} & 1 & 0 & 0 \dots & 0 \\ L_{31} & L_{32} & 1 & 0 \dots & 0 \\ \vdots & \vdots & \vdots & \vdots & \vdots \\ L_{n1} & L_{n2} & L_{n3} & L_{n4} \dots & 1 \end{pmatrix} \begin{pmatrix} U_{11} & U_{12} & U_{13} & U_{14} \dots & U_{1n} \\ 0 & U_{22} & U_{23} & U_{24} \dots & U_{2n} \\ 0 & 0 & U_{33} & U_{34} \dots & U_{3n} \\ \vdots & \vdots & \vdots & \vdots & \vdots \\ 0 & 0 & 0 & 0 \dots & U_{nn} \end{pmatrix}$$

Pada matriks segitiga bawah L, semua elemen diagonal utamanya berharga 1, sedangkan pada matriks segitiga atas U tidak ada aturan khusus pada elemen diagonal utamanya. Setelah pemfaktoran matriks A menjadi matriks L dan matriks U, maka kedua matriks tersebut dapat digunakan untuk menyelesaikan sistem persamaan linier $AX=B$. Tinjau sistem persamaan linier $AX=B$, kemudian faktorkan A menjadi L dan U, sehingga $A=LU$, sehingga $LUX=B$. Misalkan $UX=y$, maka $Ly=B$. Untuk memperoleh hasil tersebut, kita gunakan teknik substitusi maju (*forward substitution*), sebagai berikut.



$$Ly = B \Rightarrow \begin{pmatrix} 1 & 0 & 0 \dots & 0 \\ L_{21} & 1 & 0 \dots & 0 \\ L_{31} & L_{32} & 1 \dots & 0 \\ \dots & \dots & \dots & \dots \\ L_{n1} & L_{n2} & \dots & 1 \end{pmatrix} \begin{pmatrix} y_1 \\ y_2 \\ y_3 \\ \dots \\ y_n \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} b_1 \\ b_2 \\ b_3 \\ \dots \\ b_n \end{pmatrix}, \text{ diperoleh } y_1, y_2, y_3, \dots, y_n$$

Dan untuk memperoleh solusi sistem persamaan linier, $x_1, x_2, x_3, \dots, x_n$, kita gunakan teknik substitusi mundur (*back substitution*)

$$UX = y \Rightarrow \begin{pmatrix} U_{11} & U_{12} & U_{13} \dots & U_{1n} \\ 0 & U_{22} & U_{23} \dots & U_{2n} \\ 0 & 0 & U_{33} \dots & U_{3n} \\ \dots & \dots & \dots & \dots \\ 0 & 0 & \dots & U_{nn} \end{pmatrix} \begin{pmatrix} x_1 \\ x_2 \\ x_3 \\ \dots \\ x_n \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} y_1 \\ y_2 \\ y_3 \\ \dots \\ y_n \end{pmatrix} \text{ diperoleh } x_1, x_2, x_3, \dots, x_n$$

8. METODOLOGI

Metodologi yang digunakan dalam pembahasan skripsi ini dilakukan dengan langkah – langkah sebagai berikut:

8.1. Studi Literatur

Studi literatur yang dilakukan adalah mempelajari dan memahami konsep tentang analisis aliran daya listrik, algoritma paralel, dan teori-teori lain yang menunjang dalam penyusunan skripsi ini.

8.2. Pengambilan Data

Data – data yang digunakan dalam kajian adalah data sekunder. Data sekunder adalah data yang bersumber dari buku referensi, jurnal, dan skripsi yang relevan dengan pembahasan skripsi. Adapun data sekunder yang digunakan dalam skripsi ini adalah data transmisi 500 kV Jawa-Bali. Data yang diambil antara lain:

- a. Impedansi saluran transmisi antar bus.
- b. Daya nyata dan daya reaktif pada bus beban.
- c. Daya nyata dan daya reaktif pada bus generator
- d. Besar *line charging* tiap saluran.
- e. Tegangan pada *slack bus*.

8.3. Perhitungan dan Analisis Data

Dari data sekunder yang telah diketahui, maka dianalisis sesuai dengan rumus dari teori-teori dan literatur. Selanjutnya data – data tersebut akan digunakan sebagai bahan analisis yang mengacu pada rumusan masalah, meliputi hal – hal sebagai berikut:

1. Analisa tegangan setiap bus. Data sekunder yang diketahui digunakan untuk menghitung nilai tegangan dari masing-masing node dengan komputasi paralel menggunakan metode *Gauss Seidel*. Dalam metode tersebut menggunakan sistem komputer paralel yang terdiri atas *client* dan *server*. Perhitungannya dapat dilakukan dengan langkah sebagai berikut:
 - a. Dari data impedansi saluran transmisi dan *line charging* dibentuk matriks admitansi.
 - b. *Server* membagi jumlah node untuk masing-masing *client* yang akan dikerjakan.
 - c. Setiap *client* mendapatkan data lengkap masing-masing node yang sudah dibagi dari *server*. Data tersebut antara lain:
 - Nilai tegangan awal dari masing-masing node.
 - Matriks admitansi dari sistem transmisi.
 - Daya masing-masing node yang sudah diketahui
 - Pembagian node untuk masing-masing subsistem.
 - d. *Server* mengirim perintah kepada *client* untuk memulai iterasi.
 - e. Setiap *client* melakukan iterasi menggunakan metode *Gauss Seidel*.
 - f. Ketika selesai melakukan iterasi, setiap *client* menghasilkan nilai tegangan bus.
 - g. Tegangan bus yang sudah dihitung tersebut akan dikirim ke *client* yang lain.
 - h. Tegangan bus lama dari *client* tersebut akan diganti oleh tegangan bus yang baru dari *client* yang lain.
 - i. Ketika semua *client* sudah mengirim vektor tegangan bus masing-masing, server akan mengirim perintah “*continuation message*” kepada *client* untuk memulai iterasi berikutnya.
 - j. Langkah-langkah iterasi ini akan berulang hingga mencapai nilai *error* sesuai yang diketahui.

- k. Ketika nilai *error* telah dicapai oleh *client*, setiap *client* akan mengirim hasilnya menuju server. Pada saat itu iterasi sudah berakhir. Tegangan masing-masing bus adalah nilai tegangan hasil iterasi terakhir. Iterasi tersebut dapat ditampilkan pada tabel berikut:

Tabel Hasil Iterasi

Iterasi	V ₁	V ₂	V ₃	V ₄	V ₅	...	V _N
1							
2							
3							
4							
5							
...							
i							

Keterangan:

V: Tegangan bus

i : jumlah iterasi

N: jumlah bus

Setelah itu mencari arus yang mengalir pada masing-masing saluran untuk mendapatkan daya pada *Slack bus*. Sehingga mendapatkan data lengkap dari sistem transmisi 500 kV Jawa-Bali dalam tabel sebagai berikut.

Tabel Data Sistem Terbaru

Bus	Generator		Beban		Tegangan (V)
	P _G	Q _G	P _L	Q _L	
1					
2					
3					
4					
5					
...					
N					

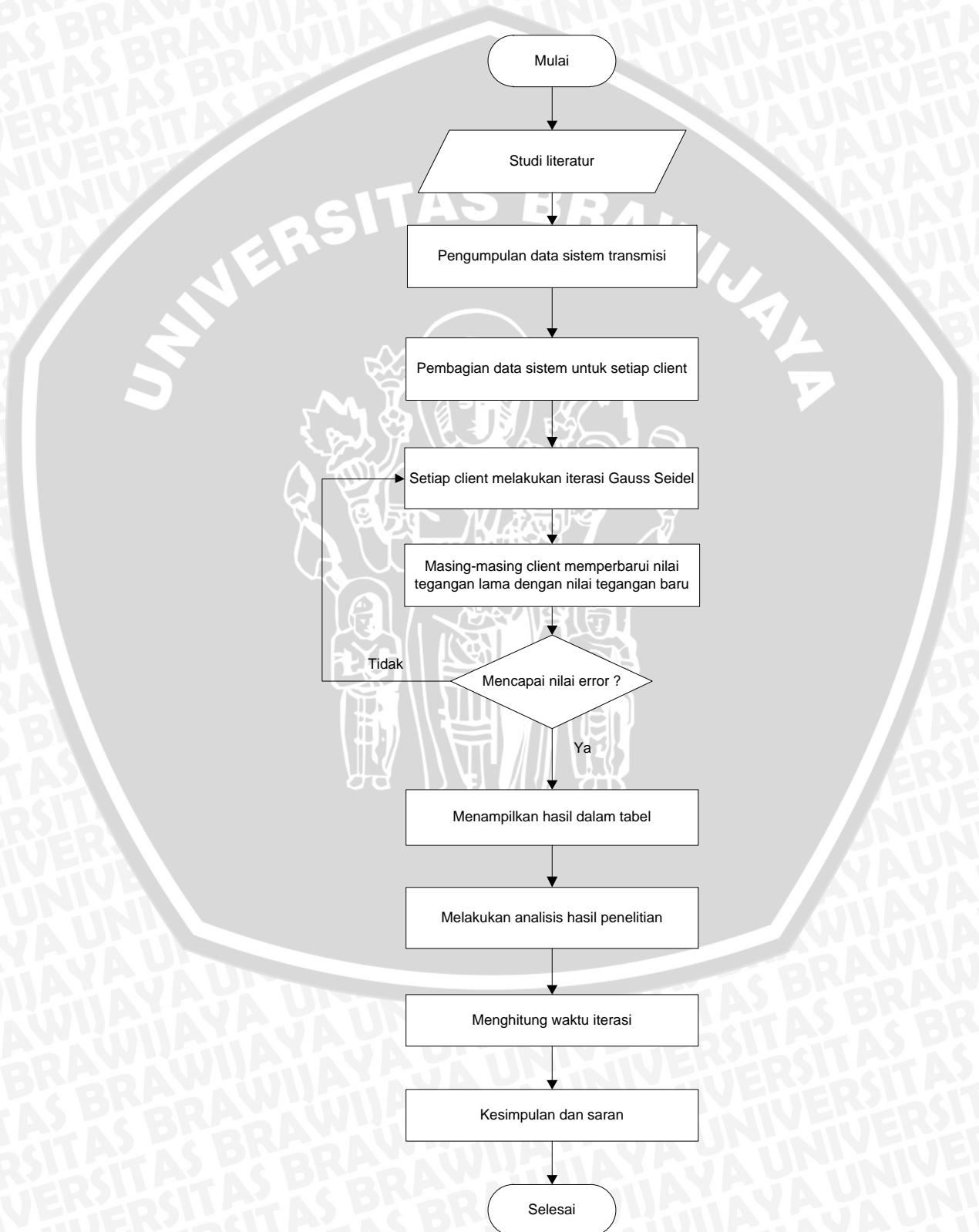
Keterangan:

N: jumlah bus

- Analisis kecepatan perhitungan iterasi dengan komputasi paralel menggunakan. Analisis kecepatan perhitungan iterasi ini bertujuan untuk membandingkan kecepatan perhitungan menggunakan komputasi yang sekuensial dengan komputasi paralel. Untuk mengetahui seberapa cepat iterasi dari komputasi

paralel diperlukan perhitungan waktu mulai iterasi berkerja hingga iterasi berakhir.

Langkah analisis aliran daya dengan komputasi paralel menggunakan metode *Gauss Seidel* ini digambarkan sesuai diagram alir seperti berikut:



8.4. Penutup

Pada bagian penutup ini akan dilakukan pengambilan kesimpulan dari hasil analisis sehingga dapat diketahui besar tegangan setiap bus dan mendapatkan cara cepat untuk menghitung analisis daya.

9. RENCANA KEGIATAN

Kegiatan penyusunan skripsi ini direncanakan dikerjakan dalam waktu empat bulan dengan kegiatan setiap bulannya sebagai berikut:

No.	Kegiatan	Bulan Ke-			
		I	II	III	IV
1.	Seminar Proposal	■			
2.	Studi Literatur	■	■	■	
3.	Pencarian Data		■	■	
4.	Melakukan Analisis		■	■	■
5.	Penyusunan Laporan			■	■
6.	Seminar Hasil				■

10. RENCANA DAFTAR ISI

Pengantar

Abstrak

BAB I Pendahuluan

- 1.1. Latar Belakang
- 1.2. Rumusan Masalah
- 1.3. Ruang Lingkup
- 1.4. Tujuan
- 1.5. Sistematika Penulisan

BAB II Tinjauan Pustaka

- 2.1. Studi Aliran Daya
- 2.2. Metode *Gauss Seidel*
- 2.3. Komputer Paralel
- 2.4. *LU Decomposition*

BAB III Metodologi

- 3.1. Studi Literatur
- 3.2. Pengambilan Data

- 3.3 Perhitungan dan Analisis Data
- 3.4 Pengambilan Kesimpulan

BAB IV Pembahasan

- 4.1 Umum
- 4.2 Hasil Perhitungan
- 4.3 Analisis Perhitungan

BAB V Penutup

- 5.1 Kesimpulan
- 5.2 Saran

11. REFERENSI

Alqadi, Raed & Khammash, Maher. 2006. *An Efficient Parallel Gauss-Seidel Algorithm for the Solution of Load Flow Problems*. The International Arab Journal of Information Technology Vol. 4 No. 2 2007.

Koester D. P., Ranka S., & Fox G. C. 1994. *A Parallel Gauss-Seidel Algorithm for Sparse Power System Matrices*. School of Computer and Information Science and The Northeast Parallel Architectures Center (NPAC) Syracuse University.

Allen, Michael dan Wilkinson, Barry. 2010. *Parallel programming : teknik dan aplikasi menggunakan jaringan workstation & komputer paralel*. Pearson Education, Inc., Upper Saddle River, New Jersey

Stevenson, William D. 1984. *Analisis Sistem Tenaga Listrik Edisi Keempat*. Erlangga Jakarta.

Mohammad Shahidehpour and Yaoyu Wang, (2003), *Communication and Control in Electric Power Systems, Applications of Paralel and Distributed Processing*, IEEE Press Power Engineering Series, John Wiley & Sons, Inc., New Jersey.