



**PEMODELAN DAN ANALISIS GENERATOR INDUKSI
MENGUNAKAN *D-Q MODEL* PADA MATLAB**

SKRIPSI

Oleh

MOH NOVAL CAHYA

NIM 111910201074

JURUSAN TEKNIK ELEKTRO

FAKULTAS TEKNIK

UNIVERSITAS JEMBER

2018



**PEMODELAN DAN ANALISIS GENERATOR INDUKSI
MENGUNAKAN *D-Q MODEL* PADA MATLAB**

SKRIPSI

diajukan guna melengkapi tugas akhir dan memenuhi salah satu syarat
untuk menyelesaikan Program Studi Teknik Elektro (S1)

dan mencapai gelar Sarjana Teknik

Oleh

MOH NOVAL CAHYA

NIM 111910201074

JURUSAN TEKNIK ELEKTRO

FAKULTAS TEKNIK

UNIVERSITAS JEMBER

2018

BAB 1. PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Penurunan bahan fosil dan meningkatnya kepedulian masyarakat terhadap kondisi lingkungan maka masyarakat berusaha menemukan terobosan dalam energi alternatif. Sedangkan sektor energi merupakan salah satu sektor yang menjadi prioritas utama kebijakan pemerintah Indonesia pasca reformasi. Hal ini terlihat salah satunya dalam Agenda Riset Nasional (ARN,2006) yang menyebutkan bahwa energi terbarukan adalah salah satu prioritas dalam pengembangan riset nasional, disamping bidang ketahanan pangan, teknologi informasi komunikasi, transportasi dan pertahanan.

Di Teknik Elektro Universitas Jember sendiri saat ini juga sudah menerapkan ilmu mengenai energi terbarukan. Terbukti dengan sudah adanya mata kuliah baru mengenai energi terbarukan yang diharapkan mata kuliah baru ini dapat memberikan pengetahuan baru bagi para Mahasiswa Teknik Elektro Universitas Jember akan pentingnya energi terbarukan sebagai pengganti bahan bakar fosil yang sudah biasa digunakan dan terjadi penurunan dalam ketersediannya. Energi terbarukan tidak hanya ada dalam bentuk materi saja, akan tetapi juga adanya praktikum energi terbarukan yang diharapkan para mahasiswa mampu mengimplementasikan apa yang sudah didapat di mata kuliah tersebut.

Akan tetapi keterbatasan alat yang ada menjadi kendala tersendiri dalam melaksanakan praktikum energi terbarukan. Oleh karena itu dibutuhkan suatu *software* atau aplikasi yang mampu memudahkan para mahasiswa dalam menjalankan praktikum energi terbarukan. Salah satu cara dengan menggunakan *software* Matlab, dimana Matlab itu sendiri memudahkan dalam pemodelan pembangkit listrik energi terbarukan.

Generator induksi yang merupakan salah satu komponen pembangkit listrik energi terbarukan tentu harus dimodelkan menggunakan Matlab agar mudah dalam analisis dan implementasinya. Penelitian mengenai pemodelan generator induksi pada Matlab sudah pernah dilakukan, salah satunya dalam

tulisan (Erwin.2009) yang meneliti mengenai “Pemodelan Sistem Generator Induksi Tereksitasi Sendiri (*Self-Excited Induction Generator (SEIG)*)”, dimana peneliti tersebut menggunakan pemodelan generator induksi sebagai pilihan ideal untuk pembangkitan listrik tenaga angin yang tereksitasi sendiri dengan frekuensi dan tegangan output dari generator dipengaruhi oleh kecepatan, beban dan nilai kapasitansi. Efek kapasitor eksitasi dan induktansi pemagnetan pada generator induksi, bila beroperasi sebagai generator yang berdiri sendiri dapat mengakibatkan generator induksi tersebut akan tereksitasi sendiri.

Pemodelan generator induksi yang menjadi salah satu komponen dalam pembangkit listrik energi terbarukan pada Matlab sudah memiliki beberapa model yang ada pada *software* tersebut. Akan tetapi pemodelan yang sudah ada pada Matlab memiliki kelemahan, pemodelan motor induksi sebagai generator induksi yang sudah ada cenderung bersifat statis dikarenakan parameter-parameter yang digunakan untuk putaran motor induksi kurang mampu mengendalikan putaran awal motor induksi itu sendiri, sedangkan pada kenyataannya banyak faktor yang menyebabkan putaran awal motor berubah-ubah. Oleh karena itu dibutuhkan pemodelan generator induksi menggunakan metode baru yaitu *D-Q Model* yang bersifat dinamis yang mampu untuk menganalisa parameter-parameter pada motor induksi untuk digunakan sebagai pemodelan generator induksi.

Berdasarkan uraian tersebut, penulis disini mencoba membuat penelitian mengenai “*Pemodelan dan Analisis Generator Induksi Menggunakan D-Q Model Pada Matlab*” dan belum pernah dilakukan oleh peneliti sebelumnya.

1.2 Rumusan Masalah

Berdasarkan latar belakang diatas maka dapat dirumuskan masalah sebagai berikut :

1. Bagaimana memodelkan generator induksi menggunakan *D-Q Model* pada Matlab.
2. Bagaimana menentukan dan menganalisis parameter-parameter pada stator dan rotor menggunakan *D-Q Model* pada Matlab.

1.3 Batasan Masalah

Adapun pembatasan masalah dalam penelitian ini adalah sebagai berikut :

1. Simulasi dan analisis menggunakan perangkat lunak MATLAB R2009a.
2. Motor induksi yang digunakan adalah motor induksi 3 fasa 1 HP 50 Hz 1420 Rpm.
3. Hanya menganalisa parameter-parameter pada stator dan rotor.

1.4 Tujuan Penelitian

Adapun tujuan yang akan dicapai dari penelitian ini adalah sebagai berikut :

1. Merancang dan membuat desain sistem dari mesin induksi untuk keperluan pemodelan generator induksi.
2. Memodelkan generator induksi dengan menggunakan metode baru yaitu *D-Q Model*.

1.5 Manfaat Penelitian

Adapun manfaat yang ingin diperoleh setelah penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Memudahkan para Mahasiswa Teknik Elektro Universitas Jember dalam memilih pemodelan generator induksi yang digunakan sebagai pembangkit listrik energi terbarukan menggunakan Matlab.
2. Memudahkan dalam penerapan sistem pembangkit menggunakan energi terbarukan.

1.6 Sistematika Pembahasan

Secara garis besar penyusunan proposal skripsi ini adalah sebagai berikut:

BAB 1. PENDAHULUAN

Berisi tentang latar belakang, rumusan masalah, batasan masalah, tujuan, manfaat dan sistematika pembahasan.

BAB 2. TINJAUAN PUSTAKA

Berisi penjelasan tentang teori yang berhubungan dengan penelitian.

BAB 3. METODOLOGI PENELITIAN

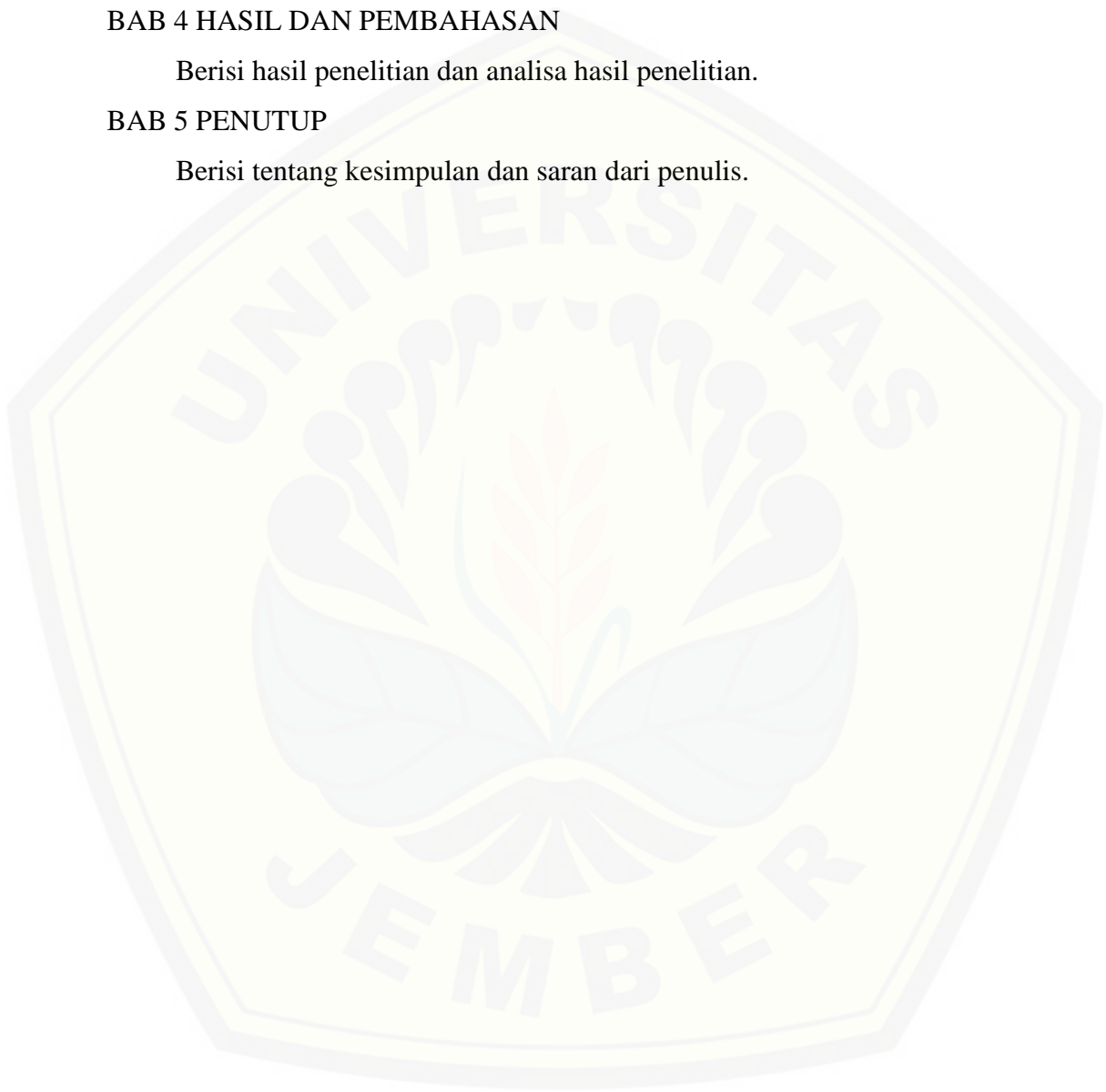
Menjelaskan tentang metode kajian yang digunakan untuk menyelesaikan skripsi.

BAB 4 HASIL DAN PEMBAHASAN

Berisi hasil penelitian dan analisa hasil penelitian.

BAB 5 PENUTUP

Berisi tentang kesimpulan dan saran dari penulis.



BAB 2. TINJAUAN PUSTAKA

Mesin Induksi merupakan komponen penting dalam sebuah industri dan rumah tangga. Mesin induksi sering digunakan untuk menunjang sebuah produksi dari sebuah industri. Adapun industri pabrik, rumah tangga, dan segala macam bentuk bidang yang menggunakan mesin induksi sebagai alat penunjang bagi beberapa industri tersebut. Mesin induksi mempunyai dua macam jenis yaitu motor dan generator, berikut akan dibahas jenis mesin induksi tersebut.

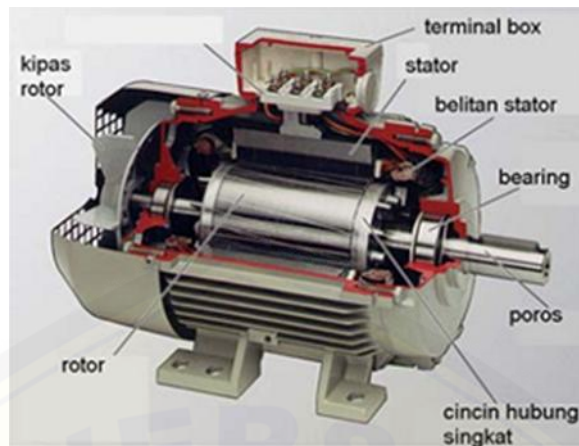
2.1 Motor Induksi 3 Fasa

Motor induksi merupakan motor listrik arus bolak balik (ac) yang paling luas digunakan. Penamaannya berasal dari kenyataan bahwa motor ini bekerja berdasarkan induksi medan magnet stator ke statornya, dimana arus rotor motor ini bukan diperoleh dari sumber tertentu, tetapi merupakan arus yang terinduksi sebagai akibat adanya perbedaan relatif antara putaran rotor dengan medan putar (*rotating magnetic field*) yang dihasilkan oleh arus stator. Motor induksi 3-fase dioperasikan pada sistem tenaga 3-fase dan banyak digunakan di dalam berbagai bidang industri,

2.2 Konstruksi Motor Induksi

Motor induksi pada dasarnya mempunyai 3 bagian penting sebagai berikut.

1. Stator : Merupakan bagian yang diam dan mempunyai kumparan yang dapat menginduksikan medan elektromagnetik kepada kumparan rotornya.
2. Celah : Merupakan celah udara: Tempat berpindahnya energi dari stator ke rotor.
3. Rotor : Merupakan bagian yang bergerak akibat adanya induksi magnet dari kumparan stator yang diinduksikan kepada kumparan rotor.



Gambar 2.1 konstruksi motor induksi 3 fasa

2.2.1 Stator Motor Induksi 3 Fasa

Konstruksi stator motor induksi pada dasarnya terdiri dari bagian-bagian sebagai berikut.

1. Rumah stator (rangka stator) dari besi tuang.
2. Inti stator dari besi lunak atau baja silikon.
3. Alur, bahannya sama dengan inti, dimana alur ini merupakan tempat meletakkan belitan (kumparan stator).
4. Belitan (kumparan) stator dari tembaga.

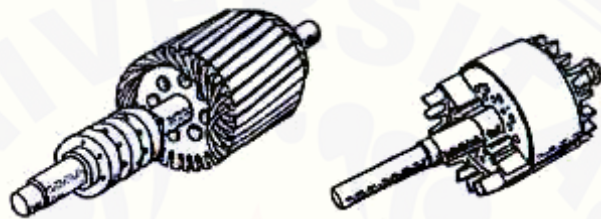
Rangka stator motor induksi didisain dengan baik dengan empat tujuan yaitu:

1. Menutupi inti dan kumparannya.
2. Melindungi bagian-bagian mesin yang bergerak dari kontak langsung dengan manusia dan dari goresan yang disebabkan oleh gangguan objek atau gangguan udara terbuka (cuaca luar).
3. Menyalurkan torsi ke bagian peralatan pendukung mesin dan oleh karena itu stator didisain untuk tahan terhadap gaya putar dan guncangan.
4. Berguna sebagai sarana perumahan ventilasi udara sehingga pendinginan lebih efektif.

2.2.2 Rotor Motor Induksi 3 Fasa

Berdasarkan bentuk konstruksinya, maka motor induksi dapat dibagi menjadi dua jenis seperti yang diperlihatkan pada gambar 2.2, yaitu.

1. Motor induksi dengan rotor sangkar (squirrel cage).
2. Motor induksi dengan rotor belitan (wound rotor)



b) Rotor Belitan

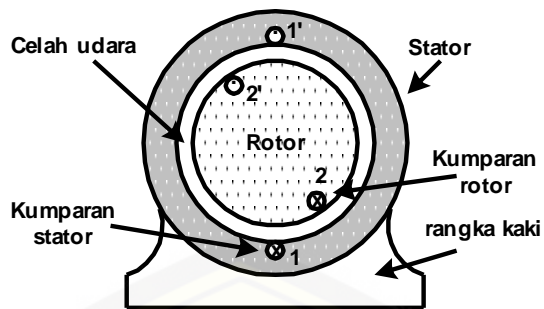
c) Rotor Sangkar

Gambar 2.2 jenis rotor dari motor induksi

Konstruksi rotor motor induksi terdiri dari bagian-bagian sebagai berikut.

1. Inti rotor, bahannya dari besi lunak atau baja silikon sama dengan inti stator.
2. Alur, bahannya dari besi lunak atau baja silikon sama dengan inti. Alur merupakan tempat meletakkan belitan (kumparan) rotor.
3. Belitan rotor, bahannya dari tembaga.
4. Poros atau as.

Diantara stator dan rotor terdapat celah udara yang merupakan ruangan antara stator dan rotor. Pada celah udara ini lewat fluks induksi stator yang memotong kumparan rotor sehingga menyebabkan rotor berputar. Celah udara yang terdapat antara stator dan rotor diatur sedemikian rupa sehingga didapatkan hasil kerja motor yang optimum. Bila celah udara antara stator dan rotor terlalu besar akan mengakibatkan efisiensi motor induksi rendah, sebaliknya bila jarak antara celah terlalu kecil/ sempit akan menimbulkan kesukaran mekanis pada mesin. Bentuk gambaran sederhana penempatan stator dan rotor pada motor induksi diperlihatkan pada gambar 2.3.



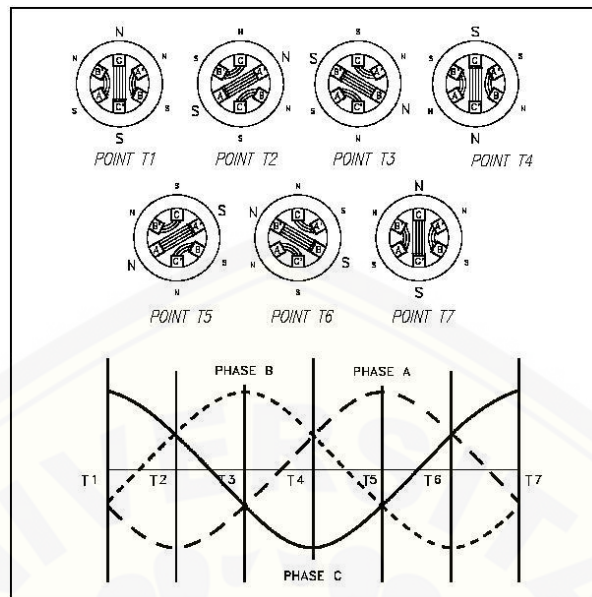
Gambar 2.3 Gambaran sederhana motor induksi dengan satu kumparan stator dan satu kumparan rotor

Tanda silang (x) pada kumparan stator atau rotor pada gambar 2.3 menunjukkan arah arus yang melewati kumparan masuk ke dalam kertas (tulisan ini) sedangkan tanda titik (.) menunjukkan bahwa arah arus keluar dari kertas.

Belitan stator yang dihubungkan dengan suatu sumber tegangan akan menghasilkan medan magnet yang berputar dengan kecepatan sinkron ($n_s = 120f/2p$). Medan putar pada stator tersebut akan memotong konduktor-konduktor pada rotor, sehingga terinduksi arus; dan sesuai dengan Hukum Lenz, rotor pun akan turut berputar mengikuti medan putar stator. Perbedaan putaran relatif antara stator dan rotor disebut slip. Bertambahnya beban, akan memperbesar kopel motor yang oleh karenanya akan memperbesar pula arus induksi pada rotor, sehingga slip antara medan putar stator dan putaran rotor pun akan bertambah besar. Jadi. Bila beban motor bertambah, putaran rotor cenderung menurun.

2.2.3 Prinsip Kerja Motor Induksi

Prinsip kerja motor induksi tiga fasa adalah sebagai berikut:



Gambar 2.4 prinsip kerja motor induksi tiga fasa

Prinsip kerja motor induksi tiga fasa didasarkan pada hukum Faraday (tegangan induksi akan ditimbulkan oleh perubahan induksi magnetik pada suatu lilitan) dan hukum Lorentz. (perubahan magnetik akan menimbulkan gaya).

Prinsip dasar dapat dijelaskan sebagai berikut:

1. Tegangan induksi akan timbul pada setiap konduktor diakibatkan oleh medan magnet yang memotong konduktor (hukum Faraday).
2. Karena konduktor dihubungkan menjadi satu, membuat tegangan induksi menghasilkan arus yang mengalir dari konduktor ke konduktor lain.
3. Karena terjadi arus diantara medan magnet maka akan timbulah gaya (hukum Lorentz).
4. Gaya akan selalu menarik konduktor untuk bergerak sepanjang medan magnetik.

Kecepatan motor induksi tiga fasa sangat dipengaruhi oleh jumlah kutub pada stator dan frekuensi sumber tegangan yang dirumuskan sebagai berikut.

$$N_s = \frac{120.f}{p} \dots\dots\dots(2.1)$$

dimana :

Ns: kecepatan sinkron (rpm)

f: frekuensi (Hz)

p: jumlah kutub

Selisih antara kecepatan rotor dan kecepatan sinkron disebut slip. Slip dapat dinyatakan dalam putaran permenit, tetapi lebih umum dinyatakan sebagai persen dari kecepatan sinkron. Slip dinyatakan dengan persamaan sebagai berikut.

$$s = \frac{N_s - N_r}{N_s} \dots\dots\dots(2.2\dots)$$

dimana :

s: Slip

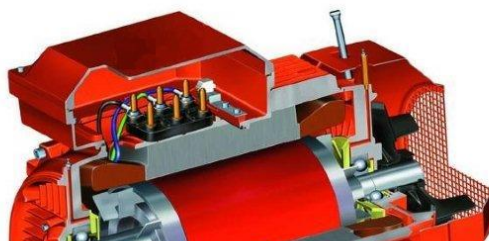
Ns: Kecepatan Sinkron (putaran/menit)

Nr: Kecepatan rotor (putaran/menit)

2.3 Generator Induksi

Generator induksi merupakan salah satu jenis generator AC yang menerapkan prinsip motor induksi untuk menghasilkan daya. Generator induksi dioperasikan dengan menggerakkan rotornya secara mekanis lebih cepat daripada kecepatan sinkron sehingga menghasilkan slip negatif. Motor induksi biasa umumnya dapat digunakan sebagai sebuah generator tanpa ada modifikasi internal. Generator induksi sangat berguna pada aplikasi-aplikasi seperti pembangkit listrik mikrohidro, turbin angin, atau untuk menurunkan aliran gas bertekanan tinggi ke tekanan rendah, karena dapat memanfaatkan energi dengan pengontrolan yang relatif sederhana (Wikipedia).

Untuk mengoperasikannya, generator induksi harus dieksitasi menggunakan tegangan yang leading. Ini biasanya dilakukan dengan menghubungkan generator kepada sistem tenaga eksisting. Pada generator induksi yang beroperasi standalone, bank kapasitor harus digunakan untuk mensuplay daya reaktif. Daya reaktif yang diberikan harus sama atau lebih besar daripada daya reaktif yang diambil mesin ketika beroperasi sebagai motor. Tegangan terminal generator akan bertambah dengan penambahan kapasitansi.



Gambar 2.5 Generator Induksi

2.3.1 Prinsip kerja Generator Induksi

Prinsip kerja generator induksi adalah kebalikan daripada saat mesin induksi bekerja sebagai motor. ketika mesin berfungsi sebagai motor, kumparan stator diberi tegangan tiga fasa sehingga akan timbul medan putar dengan kecepatan sinkron (ns). Namun jika motor berfungsi sebagai generator, pada rotor motor diputar oleh sumber penggerak dengan kecepatan lebih besar daripada kecepatan sinkronnya. Bila suatu konduktor yang berputar didalam medan magnet (kumparan stator) akan membangkitkan tegangan sebesar:

$$e = B.l.v$$

Dimana :

e = tegangan induksi yang dihasilkan (volt)

B = fluks magnetik (weber)

l = panjang konduktor yang dilewati medan magnet (m)

v = kecepatan medan magnet melewati konduktor (m/s)

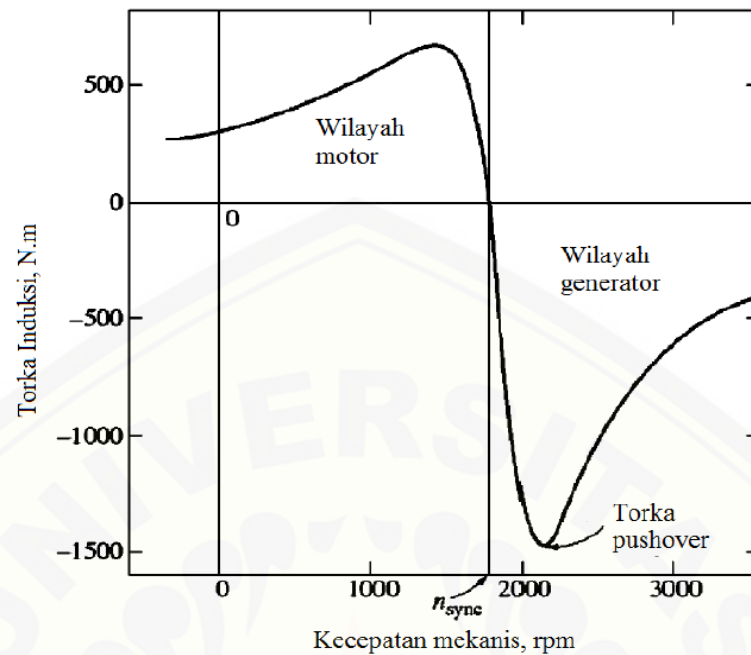
dan bila dihubungkan ke beban akan mengalirkan arus. Arus pada rotor ini akan berinteraksi dengan medan magnet pada kumparan stator sehingga timbul arus pada kumparan stator sebagai reaksi atas gaya mekanik yang diberikan. Pada proses perubahan motor induksi menjadi generator induksi dibutuhkan daya reaktif atau daya magnetisasi untuk membangkitkan tegangan pada terminal

keluarannya. Dalam hal ini yang berfungsi sebagai penyedia daya reaktif adalah kapasitor yang besarnya disesuaikan dengan daya reaktif yang diperlukan.

2.3.2 Karakteristik Generator Induksi

Karakteristik torka-kecepatan mesin induksi seperti kurva pada Gambar 2,6 memperlihatkan bahwa jika motor induksi diputar pada kecepatan yang lebih tinggi daripada nsynoleh sebuah penggerak mula (prime mover) eksternal, arah torka induksinya akan berbalik dan motor akan berlaku sebagai sebuah generator. Dengan bertambahnya torka yang diberikan penggerak mula kepada porosnya, besar daya yang dihasilkan oleh generator induksi ikut bertambah. Seperti diperlihatkan gambar, terdapat nilai torka induksi maksimum yang mungkin pada mode operasi generator. Torka ini disebut dengan torka pushovergenerator. Jika torka yang diberikan penggerak mula kepada poros melebihi torka pushover, generator akan overspeed.

Ada beberapa keterbatasan ketika mesin induksi beroperasi sebagai generator. Karena tidak adanya rangkaian medan yang terpisah, generator induksi tidak dapat menghasilkan daya reaktif. Dalam pengoperasiannya, generator induksi justru mengonsumsi daya reaktif sehingga sumber daya reaktif eksternal harus terhubung kepada generator sepanjang waktu untuk menjaga medan magnet statornya. Sumber daya reaktif eksternal ini juga harus mengontrol tegangan terminal generator. Tanpa arus medan, generator induksi tidak dapat mengontrol tegangan keluarannya sendiri. Normalnya, tegangan generator dijaga oleh sistem tenaga dimana generator tersebut dihubungkan.



Gambar 2.6 Karakteristik generator Induksi

2.4 Transformasi D-Q (*Direct Quadratur*)

Transformasi Direct Quadrature (d-q) adalah transformasi matematika yang digunakan untuk menyederhanakan analisis rangkaian tiga fase. Dalam kasus ini tiga fase sirkuit seimbang, penerapan transformasi d-q dapat mengurangi jumlah pohon AC menjadi dua kuantitas. Teori transformasi DQ telah banyak digunakan pada aplikasi *motor drive* selama beberapa tahun, Nilai transformasi DQ dihitung dengan menggunakan persamaan (5), dimana nilai tiga fasa ditransformasikan ke nilai stasioner dua-sumbu menjadi V_{ds} dan V_{qs} . Kedua nilai ini kemudian ditransformasikan menjadi nilai dq pada kerangka rotasi,

$$T_s = \frac{2}{3} \begin{bmatrix} 1 & -1/2 & -1/2 \\ 0 & \sqrt{3}/2 & -\sqrt{3}/2 \end{bmatrix}, \quad \begin{bmatrix} V_{qs} \\ V_{ds} \end{bmatrix} = T_s \begin{bmatrix} V_a \\ V_b \\ V_c \end{bmatrix} \quad (5)$$

$$T_r = \begin{bmatrix} \cos \theta & \sin \theta \\ \sin \theta & -\cos \theta \end{bmatrix}, \quad \begin{bmatrix} V_{qr} \\ V_{dr} \end{bmatrix} = T_r \begin{bmatrix} V_{qs} \\ V_{ds} \end{bmatrix} \quad (6)$$

dimana θ adalah perbedaan sudut antara fase A dengan sumbu-q, berikut ini adalah gambaran umum rumus transformasi d-q:

$$V_{ds} = \sqrt{\frac{2}{3}} \cdot \left[(\cos \theta_{da} \cdot V_a) + (\cos \theta_{db} \cdot \frac{2\pi}{3} \cdot V_b) + (\cos \theta_{dc} \cdot \frac{4\pi}{3} \cdot V_c) \right]$$

$$V_{avg} = -\sqrt{\frac{2}{3}} \left[(\sin \theta_{da} + V_s) + \left(\sin \theta_{da} + \frac{2\pi}{3} + V_s \right) + \left(\sin \theta_{da} + \frac{4\pi}{3} + V_s \right) \right]$$

Untuk parameter R, pengaruhnya terhadap tegangan terdapat pada rumus dibawah ini

resistances:

$$[R_S] = \begin{bmatrix} R_1 & 0 & 0 \\ 0 & R_1 & 0 \\ 0 & 0 & R_1 \end{bmatrix} \quad [R_R] = \begin{bmatrix} R_2 & 0 & 0 \\ 0 & R_2 & 0 \\ 0 & 0 & R_2 \end{bmatrix}$$

voltage equations:

$$[U_S] = [R_S] \cdot [I_S] + \frac{d}{dt} [\Psi_S] \quad [U_R] = [R_R] \cdot [I_R] + \frac{d}{dt} [\Psi_R]$$

Dan untuk parameter R, pengaruhnya terhadap arus pada stator dan arus pada motor terdapat pada rumus ini:

Stator

$$i_{ds} = \frac{1}{X_{ls}} (\lambda_{ds} - \lambda_{md})$$

$$i_{qs} = \frac{1}{X_{ls}} (\lambda_{qs} - \lambda_{mq})$$

Rotor

$$i_{dr} = \frac{1}{X_{lr}} (\lambda_{dr} - \lambda_{md})$$

$$i_{qr} = \frac{1}{X_{lr}} (\lambda_{qr} - \lambda_{mq})$$

Dimana :

d = *Direct Axis*

q = *Quadrature Axis*

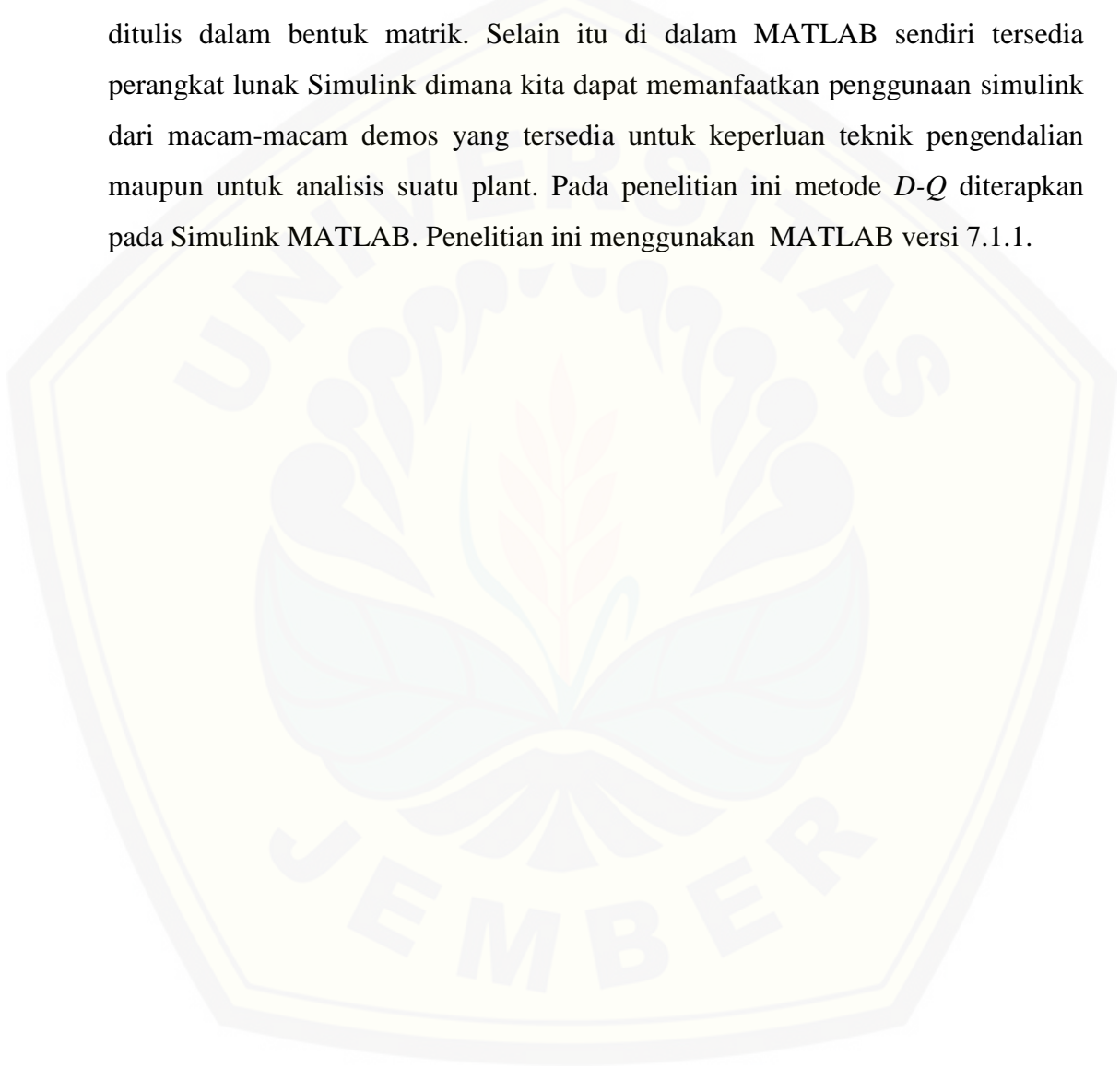
s = *Stator variable*

r = *Rotor variable*

λ = *Flux linkage*

2.5 Matlab

Menurut bahasa, MATLAB adalah singkatan dari mathematics laboratory atau matrix laboratory. Dalam ilmu komputer, MATLAB didefinisikan sebagai bahasa pemrograman yang digunakan untuk mengerjakan operasi matematika atau operasi aljabar matriks. MATLAB merupakan system interaktif yang data dasarnya adalah matriks. Matriks dianggap data dasar dalam MATLAB dapat ditulis dalam bentuk matrik. Selain itu di dalam MATLAB sendiri tersedia perangkat lunak Simulink dimana kita dapat memanfaatkan penggunaan simulink dari macam-macam demos yang tersedia untuk keperluan teknik pengendalian maupun untuk analisis suatu plant. Pada penelitian ini metode $D-Q$ diterapkan pada Simulink MATLAB. Penelitian ini menggunakan MATLAB versi 7.1.1.



BAB 3. METODOLOGI PENELITIAN

3.1 Tempat dan Waktu Penelitian

Adapun tempat dan waktu penelitian - analisis dilakukan secara umum dilakukan di :

Tempat : Laboratorium Konversi Energy Listrik Fakultas Teknik,
Universitas Jember

Alamat : Jalan Slamet Riyadi no 62 Patrang Kabupaten Jember

Waktu : November 2018 – Maret 2019

3.2 Tahapan Penelitian

Dalam pembuatan skripsi dan penelitian ini, dibuat langkah-langkah / prosedur penelitian sebagai berikut :

1. Tahap Persiapan

Mempersiapkan alat pendukung penelitian seperti PC atau laptop yang telah terinstal Matlab R2009a.

2. Studi literatur terhadap objek dan penelitian

Mengumpulkan dan mempelajari literatur tentang motor induksi, karakteristik motor induksi, generator induksi, karakteristik generator induksi, dan transformasi d-q (*direct quadrature*) pada Matlab R2009a.

3. Perancangan dan perencanaan spesifikasi motor induksi yang dipakai untuk keperluan pemodelan generator induksi.

4. Pengumpulan data R dan X pada stator dan rotor

Mencari dan mengumpulkan data R dan X pada stator dan rotor di Laboratorium Konversi Energi Listrik Fakultas Teknik, Universitas Jember selama jangka waktu 1 hari.

5. Pemodelan sistem, menggunakan transformasi d-q untuk menganalisa R dan X dan pemodelan generator induksi pada matlab.

6. Pengujian respon pemodelan system

Pengujian respon pemodelan sistem untuk menguji X dan R pada stator dan rotor menggunakan transformasi d-q (simulasi) dan pemodelan mesin induksi untuk keperluan sebagai generator induksi.

7. Analisa sistem

Mengolah dan menganalisa data R dan X pada rotor dan stator untuk keperluan dalam sistem pemodelan generator induksi.

8. Perbandingan Pemodelan

Membandingkan kinerja motor induksi menggunakan D-Q Model dengan pemodelan yang sudah ada pada Matlab dan membandingkan dengan kinerja mesin induksi.

9. Pengambilan kesimpulan dan saran

Pengambilan kesimpulan dari semua hasil analisis data yang telah didapat berdasarkan dasar teori yang telah dijelaskan.

3.3 Jadwal Perencanaan Penelitian

Dalam pembuatan Skripsi ini dibutuhkan penjadwalan sebagai berikut:

Tabel 3.1 Penjadwalan Penelitian

No	Kegiatan	Bulan ke-/Minggu*															
		Bulan 1				Bulan 2				Bulan 3				Bulan 4			
		1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4
1	Tahap Persiapan	■															
2	Study Literatur	■	■	■													
3	Perancangan dan perencanaan spesifikasi motor induksi			■	■												
4	Pengumpulan data R dan X pada stator dan rotor					■	■	■	■								
5	Pemodelan sistem									■	■	■	■				
6	Pengujian respon pemodelan sistem													■	■	■	
7	Analisa Sistem															■	
8	Kesimpulan dan saran																■
9	Penulisan laporan akhir																■

*) Perhitungan Bulan dan minggu dimulai ketika selesai seminar proposal

3.4 Alat dan Bahan

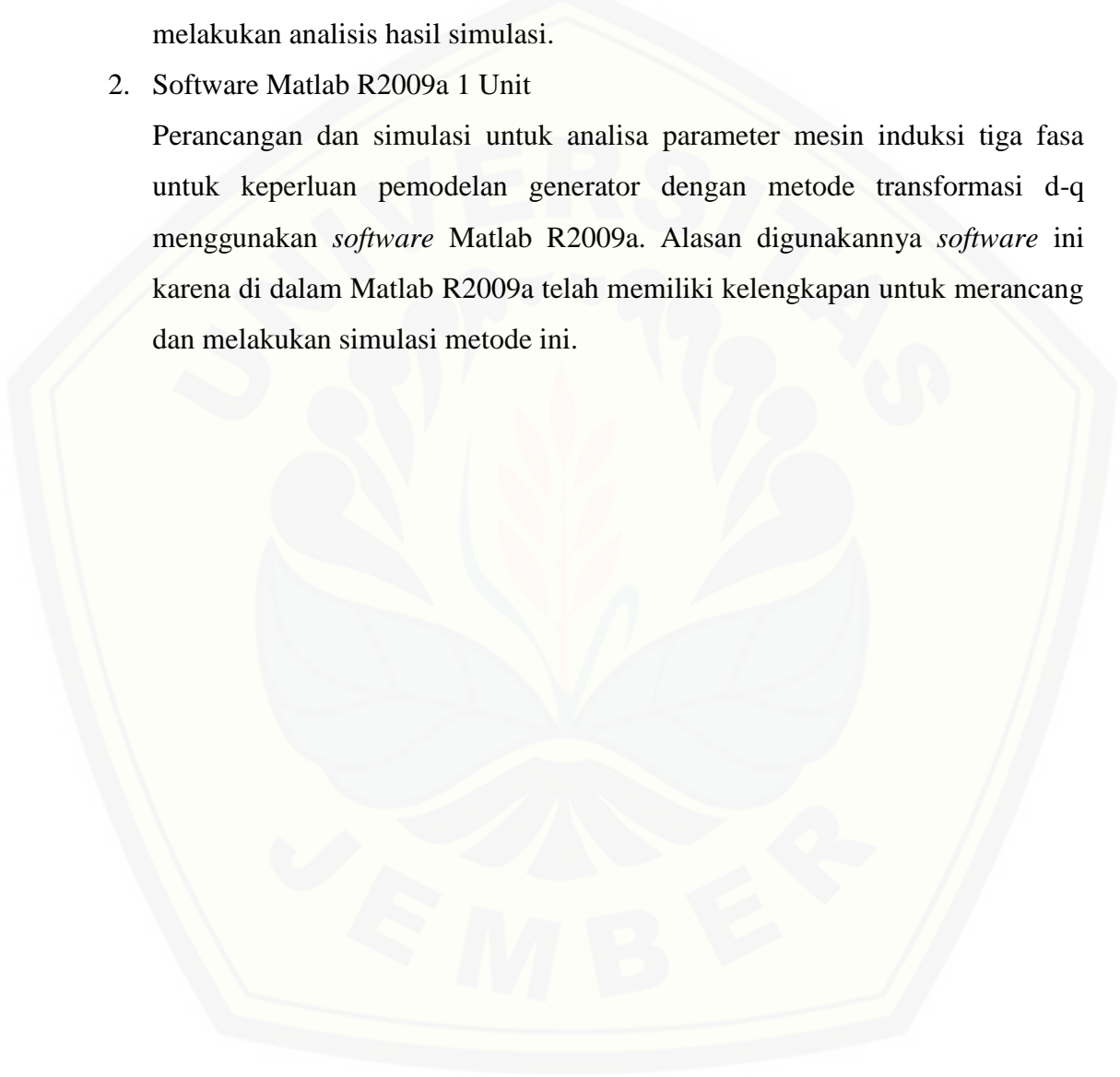
Adapun alat dan bahan yang diperlukan adalah :

1. PC / Laptop 1 Unit

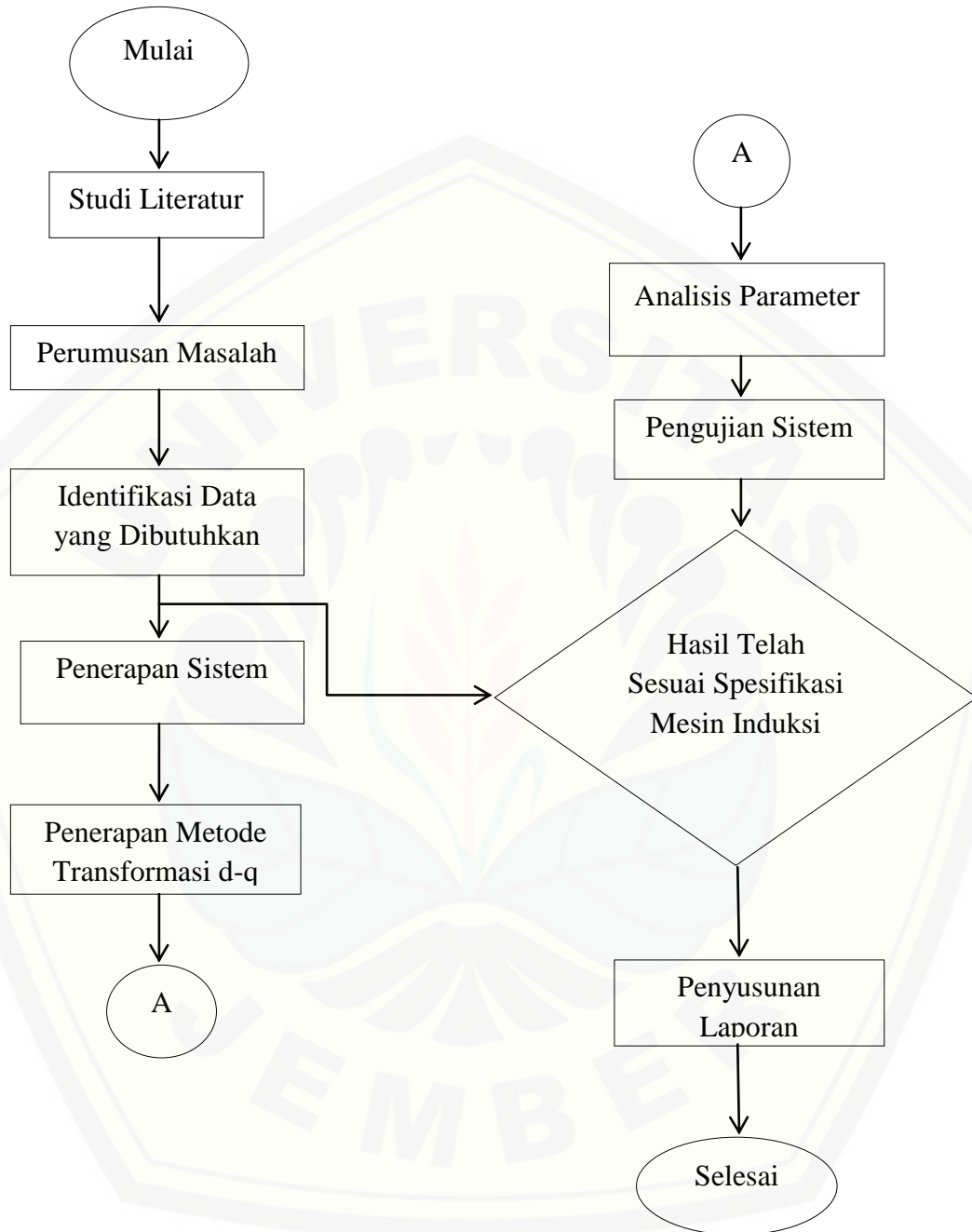
Komputer digunakan untuk melakukan simulasi rancangan sistem serta melakukan analisis hasil simulasi.

2. Software Matlab R2009a 1 Unit

Perancangan dan simulasi untuk analisa parameter mesin induksi tiga fasa untuk keperluan pemodelan generator dengan metode transformasi d-q menggunakan *software* Matlab R2009a. Alasan digunakannya *software* ini karena di dalam Matlab R2009a telah memiliki kelengkapan untuk merancang dan melakukan simulasi metode ini.

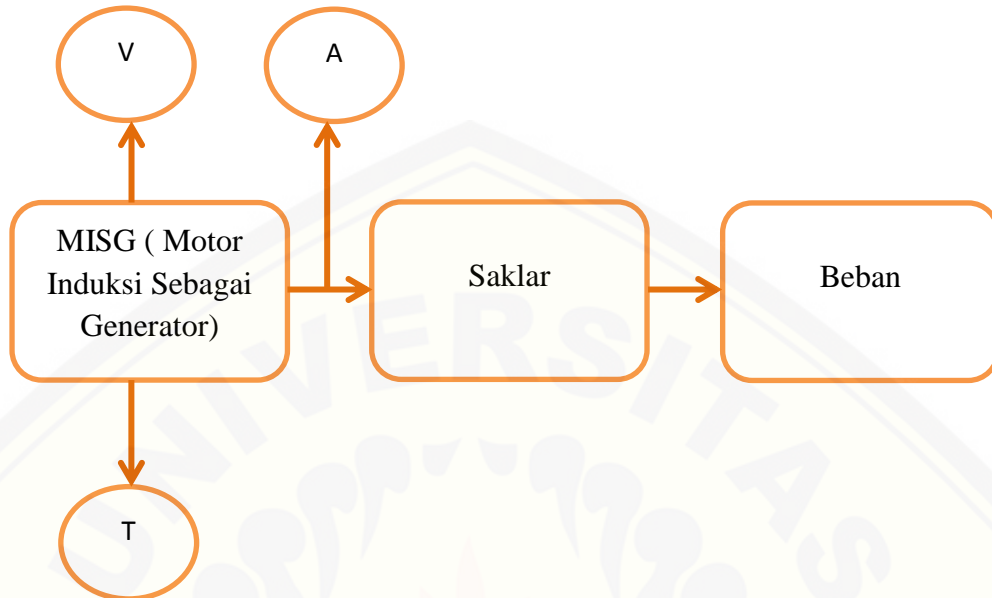


3.5 Diagram Alir Penelitian



Gambar 3.1 Flowchart Penelitian

3.6 Blok Diagram Sistem



Gambar 3.2 Gambar motor induksi sebagai generator

Perancangan sistem / blok diagram sistem pada Gambar 3.2 adalah rancangan secara keseluruhan dari penelitian yang dilakukan. Prinsip kerja blok diagram di atas adalah Motor induksi yang digunakan sebagai generator adalah motor induksi 3 fasa, 1 Hp, 50 Hz, 1420 rpm tipe rotor sangkar tupai. Pada MISG yang bekerja *stand alone* diperlukan kapasitor untuk membangkitkan arus eksitasi (Chapallaz, 2002).

Untuk mengaktifkan atau mencatu motor induksi, dalam penelitian menggunakan sumber AC tiga fasa. Kemudian amperemeter dipasang seri dengan motor yang digunakan untuk mengukur besarnya arus yang dihasilkan. Dan untuk mengukur tegangan yang dihasilkan motor maka di MISG dipasang voltmeter. Dan untuk mengatur kecepatan putar dari motor tersebut maka motor juga dikopel dengan tachometer. Sedangkan dalam rangkaian tersebut terdapat *power analyzer* yang berfungsi untuk mengukur daya keluaran dari motor induksi yang juga digunakan sebagai generator induksi. Dan daya tersebut akan berfungsi untuk menyuplai beban, akan tetapi di dalam rangkaian terdapat switch yang berfungsi untuk memutus aliran daya keluaran dari motor induksi,

BAB 5. KESIMPULAN

5.1 KESIMPULAN

Adapun kesimpulan yang diperoleh dari hasil penelitian ini adalah pemodelan d-q sendiri bisa untuk memodelkan mesin induksi dengan memasukkan parameter-parameter yang ada



5.2 SARAN

Adapun saran yang bisa didapatkan dari penelitian ini adalah kedepannya harus diberikan kontrol untuk mengatur beban motor itu sendiri



DAFTAR PUSTAKA

Agenda Riset Nasional, 2006, "*Agenda Riset Nasional 2006-2009*", Dewan Riset Nasional (DRN), Jakarta, Indonesia.

Fukami T, Kaburaki Y, Kawahara S, Miyamoto T. "*Performance analysis of a self-regulated self-excited singlephase induction generator using a three-phase machine*". IEEE Trans Energy Conver 1999;14(3):622–7.

Machmud Effendy, *Rancang Bangun Motor Induksi Sebagai Generator (MISG) Pada Pembangkit Listrik Tenaga Mikrohidro*; Universitas Muhammadiyah Malang: 2009.

Kishore, R. C. Prasad, and B. M. Karan, "*Matlab Simulink Based DQ Modeling and Dynamic Characteristics of Three Phase Self Excited Induction Generator*", Birla Institute of Technology, India: 2006.

Chairul Gagarin Irianto, "*Suatu Studi Penggunaan Motor Induksi sebagai Generator: Penentuan Nilai Kapasitor Untuk Penyedia Daya Reaktif*", Dosen Jurusan Teknik Elektro-FTI, Universitas Trisakti; 2004.

Chapallaz, 2002, J.M., J.Dos Ghali, P. Eichenberger, G. Fisher, *Manual on Induction Motors Used as Generators*, GTZ, Eschborn