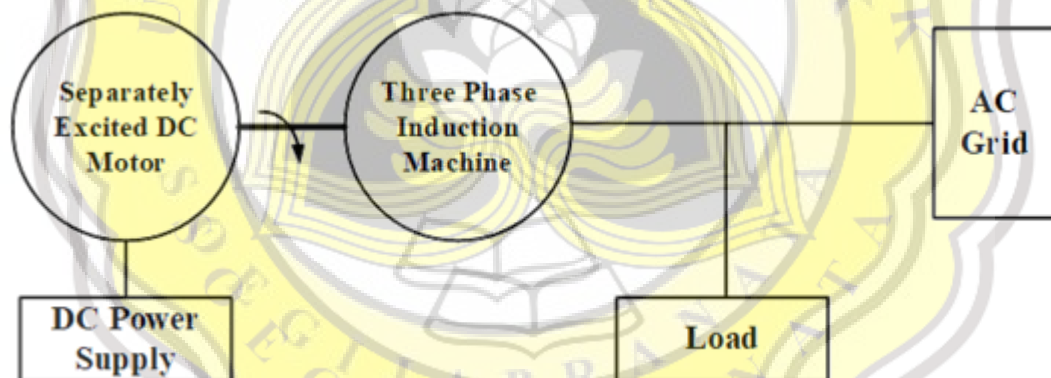


BAB III

SIMULASIDAN PENGUJIAN

3.1 Pendahuluan

Pada bab ini menampilkan pembahasan mengenai desain simulasi dan pengujian generator induksi tiga fasa yang terhubung grid. Penelitian ini akan dimulai dengan melakukan simulasi terhadap generator induksi tiga fasa yang terhubung grid menggunakan *software* MATLAB. Desain simulasi generator induksi tiga fasa yang terhubung grid pada simulasi akan mengacu pada Gambar-3.1 berikut.

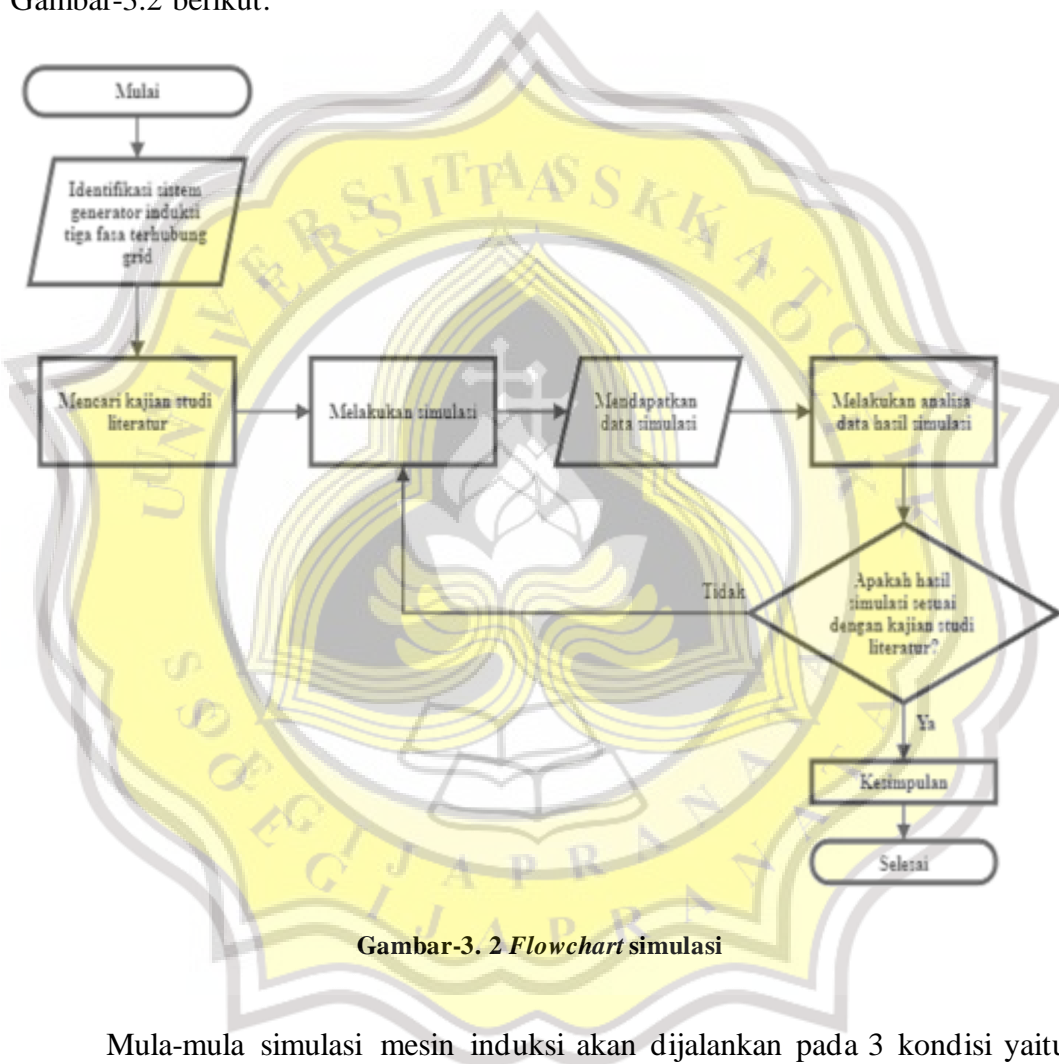


Gambar-3. 1 Desain generator induksi tiga fasa yang terhubung grid

Hasil simulasi akan dianalisis untuk mengetahui apakah hasil tersebut telah sesuai dengan kajian pada studi literatur yang telah dilakukan. Apabila simulasi telah sesuai dengan dengan kajian pada studi literatur maka dilakukan pengujian laboratorium untuk memverifikasi analisis data simulasi. Penelitian akan diakhiri dengan kesimpulan dari kedua metode tersebut.

3.2 Simulasi Kinerja Mesin Induksi Tiga Fasa

Penelitian dimulai dengan melakukan simulasi kinerja mesin induksi tiga fasa pada mode motor, transisi, dan generator menggunakan *software* MATLAB. Simulasi akan mengacu Gambar-3.1 dengan mengikuti *flowchart* simulasi pada Gambar-3.2 berikut.



Gambar-3. 2 *Flowchart* simulasi

Mula-mula simulasi mesin induksi akan dijalankan pada 3 kondisi yaitu mode motor, transisi, dan generator. Simulasi akan dipisah menjadi dua bagian yaitu sebagai motor induksi tiga fasa berbeban dan generator induksi terhubung grid dalam upaya untuk menganalisis kinerja mesin induksi tiga fasa ketika beroperasi sebagai motor, transisi, dan generator.

3.2.1. Spesifikasi Peralatan Dalam Simulasi MATLAB

Untuk melakukan simulasi MATLAB pada Gambar-3.1 dibutuhkan peralatan seperti motor DC penguat terpisah sebagai penggerak utama dan mesin induksi tiga fasa. Spesifikasi motor DC penguat terpisah yang digunakan pada simulasi MATLAB dapat ditunjukkan oleh Tabel-3.1 berikut.

Tabel-3. 1 Spesifikasi motor DC penguat terpisah pada simulasi

Parameter	Nilai	Satuan
Kecepatan	1750	RPM
<i>Horse Power</i>	10	HP
Tegangan Medan	300	VDC
Tegangan Jangkar	240	VDC

Motor DC tersebut dipilih karena memiliki kecepatan dan nilai *horse power* yang lebih besar dari rating yang dimiliki oleh mesin induksi tiga fasa. Spesifikasi mesin induksi tiga fasa dalam simulasi ditunjukkan oleh tabel-3.2 dibawah.

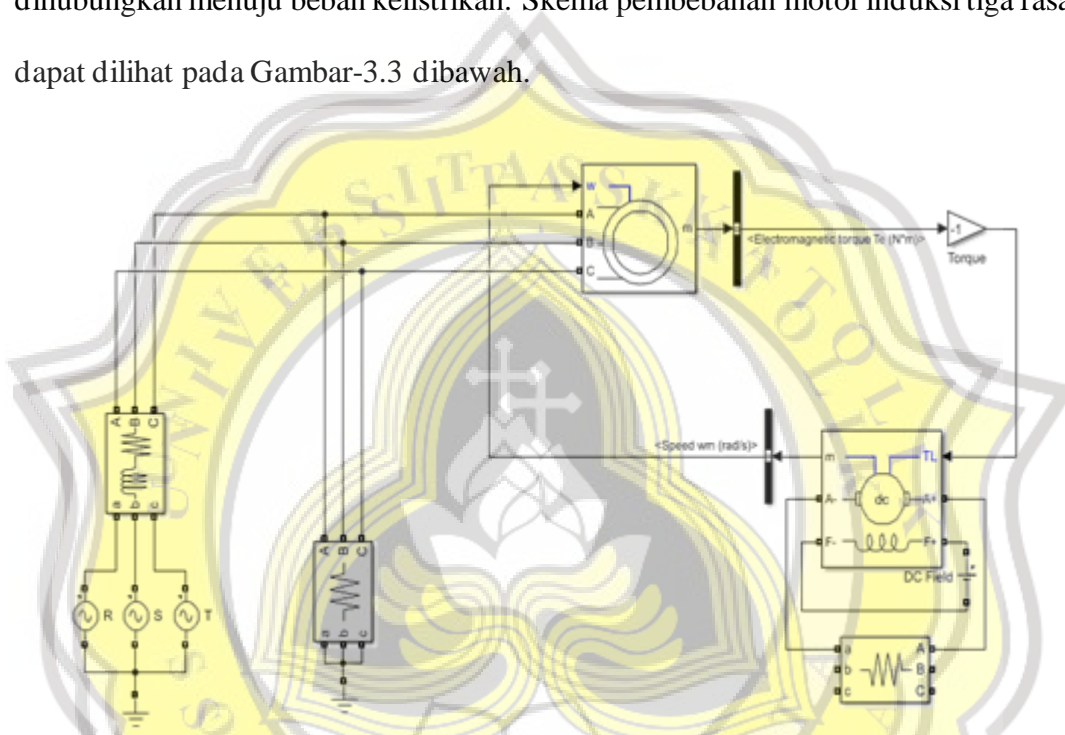
Tabel-3. 2 Spesifikasi mesin induksi tiga fasa pada simulasi

Parameter	Nilai	Satuan
Kecepatan	1430	RPM
<i>Horse Power</i>	5.4	HP
Tegangan	220/380	VAC
Jumlah Fasa	3	Fasa
Frekuensi	50	Hz
Jumlah Kutub	2	Kutub
Daya	4	KW

3.2.2. Simulasi Motor Induksi Tiga Fasa Berbeban

Untuk mengamati kinerja mesin induksi tiga fasa yang beroperasi sebagai motor dilakukan dengan cara memberikan beban pada motor tersebut agar kecepatan putar motor induksi tiga fasa jauh lebih rendah dari nilai yang seharusnya ketika tidak berbeban. Simulasi pada penelitian ini dilakukan dengan menghubungkan rotor motor induksi ke rotor motor DC.

Kemudian motor DC tersebut akan dioperasikan sebagai sebuah generator DC. Untuk mengoperasikan motor DC penguat terpisah menjadi sebuah generator dilakukan dengan cara memberikan suplai arus pada bagian medan (*field*). Kemudian pada terminal jangkar (*armature*) generator DC penguat terpisah akan dihubungkan menuju beban kelistrikan. Skema pembebanan motor induksi tiga fasa dapat dilihat pada Gambar-3.3 dibawah.

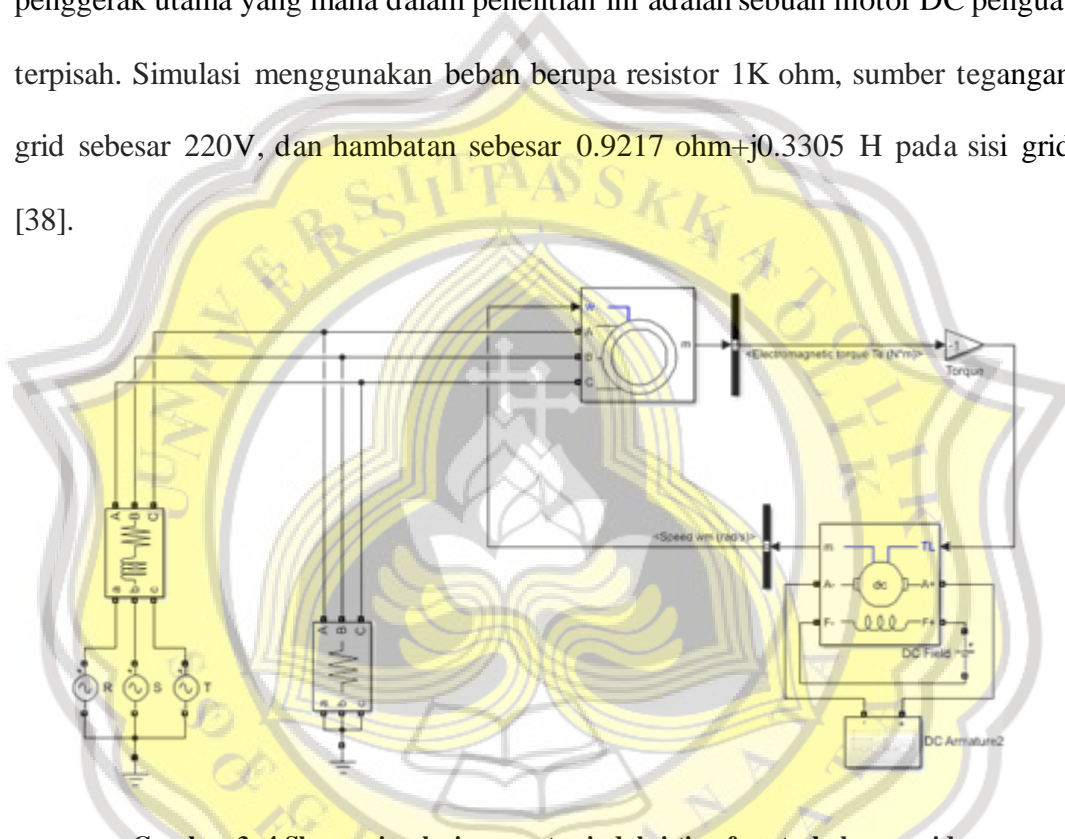


Gambar-3. 3 Skema simulasi pembebanan motor induksi tiga fasa

Setiap pembebanan pada sisi generator DC penguatan terpisah akan mempengaruhi kecepatan putar motor induksi tiga fasa. Pembebanan akan dilakukan dengan nilai tertentu dan akan dikurangi secara bertahap sampai motor induksi tiga fasa tidak mengalami pembebanan sama sekali. Hal yang menjadi fokus dalam simulasi ini adalah pergeseran sudut fasa antara arus mesin induksi terhadap tegangan grid pada setiap perubahan kecepatan.

3.2.3. Simulasi Generator Induksi Tiga Fasa Terhubung Grid

Simulasi ini akan mengacu desain pada Gambar-3.1 sebelumnya. Dari gambar tersebut dapat diketahui untuk mengoperasikan mesin induksi tiga fasa menjadi sebuah generator adalah dengan menghubungkan rotor mesin tersebut ke penggerak utama yang mana dalam penelitian ini adalah sebuah motor DC penguat terpisah. Simulasi menggunakan beban berupa resistor 1K ohm, sumber tegangan grid sebesar 220V, dan hambatan sebesar $0.9217 \text{ ohm} + j0.3305 \text{ H}$ pada sisi grid [38].



Gambar-3. 4 Skema simulasi generator induksi tiga fasa terhubung grid

Dalam simulasi ini terdapat dua mode operasi yang akan diamati yaitu ketika mesin induksi tiga fasa beroperasi pada mode transisi dan mode generator. Mode transisi pada mesin induksi tiga fasa akan terjadi ketika kecepatan putar rotor sama dengan kecepatan sinkronnya. Kemudian ketika kecepatan putar rotor melebihi kecepatan sinkronnya maka mesin induksi tiga fasa akan beroperasi sebagai generator. Fokus utama pada simulasi ini adalah melihat pengaruh

kecepatan terhadap pergeseran sudut fasa antara arus mesin induksi terhadap tegangan grid pada setiap penambahan kecepatan rotor.

3.3 Pengujian Generator Induksi Tiga Fasa Terhubung Grid

Percobaan eksperimental dilakukan untuk mendukung dan memverifikasi data hasil simulasi. Mesin induksi tiga fasa yang digunakan dalam pengujian ini memiliki daya nominal sebesar 0.75 KW dengan kecepatan sinkron sebesar 750 RPM. Dalam percobaan eksperimental, rotor mesin induksi ini akan diputar menggunakan motor DC penguat terpisah sebagai penggerak utama seperti pada Gambar-3.1 sebelumnya.

3.3.1. Spesifikasi Peralatan Dalam Pengujian *Hardware*

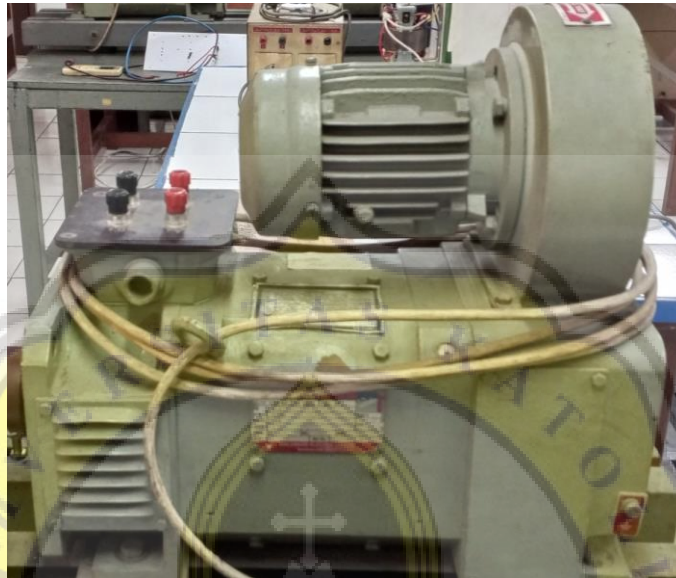
Dibutuhkan beberapa peralatan utama yang akan digunakan dalam pengujian *hardware* diantaranya sebuah motor DC penguat terpisah sebagai penggerak utama dan mesin induksi tiga fasa. Spesifikasi motor DC penguat terpisah yang digunakan dalam pengujian ini akan tertampil pada Tabel-3.3 berikut.

Tabel-3. 3 Spesifikasi motor DC penguat terpisah pada pengujian *hardware*

Parameter	Nilai	Satuan
Kecepatan	1500	RPM
Daya	2.2	KW
Tegangan Jangkar	220	VDC
Arus Jangkar	12.5	A
Tegangan Medan	220	VDC
Arus Medan	1.5	A

Dari tabel-3.3 tersebut dapat diketahui bahwa motor DC penguat terpisah ini memiliki rating arus maksimal pada jangkar (*armature*) sebesar 12.5A dan arus

medan (*field*) 1.5A dengan tegangan maksimal 220V. Gambar-3.5 berikut merupakan motor DC penguat terpisah pada pengujian *hardware*.



Gambar-3. 5 Motor DC penguat terpisah pada pengujian *hardware*

Mesin induksi tiga fasa yang digunakan pada pengujian *hardware* memiliki spesifikasi seperti pada Tabel-3.4 berikut.

Tabel-3. 4 Spesifikasi Mesin Induksi Tiga Fasa pada pengujian *hardware*

Parameter	Nilai	Satuan
Jumlah Fasa	3	Fasa
Jumlah Kutub	8	Kutub
Tegangan	220/380	VAC
Frekuensi	50	Hz
Kecepatan	750	RPM
Daya	0.75	KW
Arus	4.14/2.4	A
<i>Horse Power</i>	1	HP

Kecepatan pada mesin induksi tiga fasa merupakan kecepatan sinkron yang didapatkan dengan melakukan kalkulasi Persamaan (2-2) terhadap beberapa parameter yang terdapat pada Tabel-3.4 sehingga akan diperoleh nilai 750 RPM.

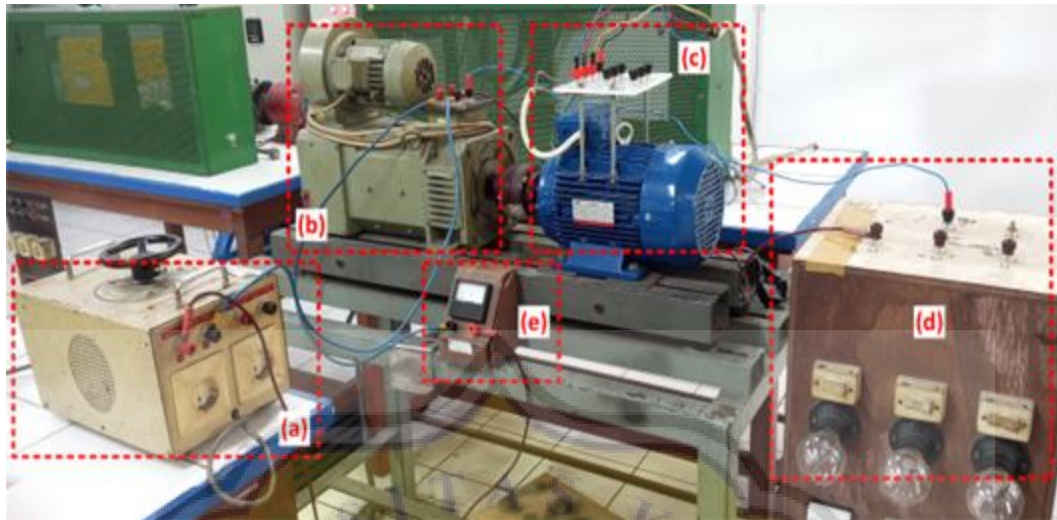
Mesin induksi tiga fasa yang digunakan dalam pengujian *hardware* akan ditunjukkan melalui Gambar-3.6 dibawah.



Gambar-3. 6 Mesin induksi tiga fasa pada pengujian *hardware*

3.3.2. Pengujian Pembebanan Motor Induksi Tiga Fasa

Pengujian pembebanan motor induksi tiga fasa dilakukan dengan mengacu skema pada Gambar-3.3 sebelumnya. Rotor motor induksi tiga fasa akan dihubungkan ke rotor generator DC penguat terpisah. *Power supply* digunakan untuk memberikan arus sebesar 1.5 A pada bagian terminal medan (*field*) generator DC penguat terpisah. Kemudian terminal jangkar (*armature*) generator DC penguat terpisah akan dihubungkan dengan beban berupa beberapa buah lampu pijar 100 watt. Ketika motor induksi tiga fasa dijalankan, rotor generator DC penguat terpisah akan ikut berputar dan muncul tegangan DC pada terminal jangkar (*armature*) sehingga mengalir menuju beban.



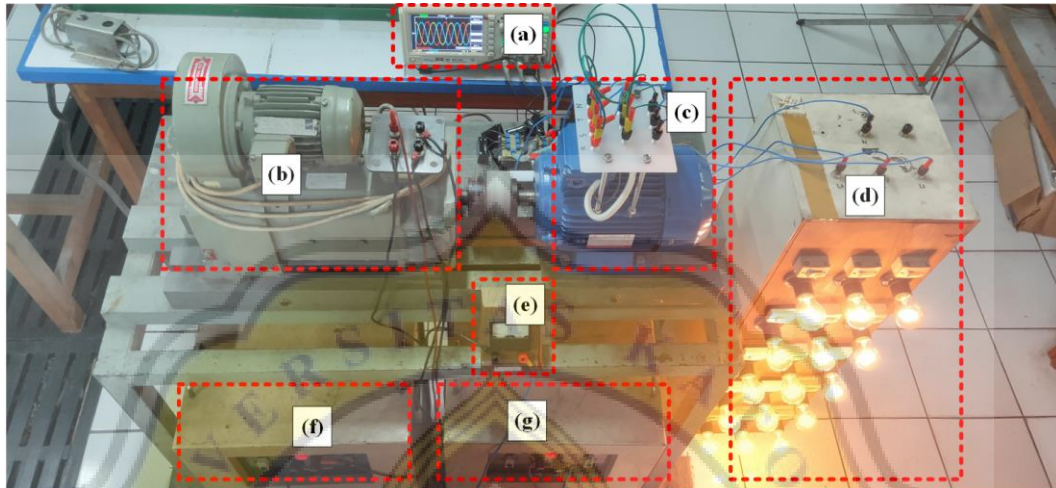
Gambar-3. 7 Pengujian pembebanan motor induksi tiga fasa

Tertampil pada Gambar-3.7 tersebut (a) *power supply*, (b) generator DC penguat terpisah, (c) motor induksi tiga fasa, (d) beban berupa lampu pijar, dan (e) ampere meter. Ampere meter digunakan untuk mengukur besar arus yang mengalir pada kumparan medan (*field*) generator DC penguat terpisah.

3.3.3. Pengujian Generator Induksi Terhubung Grid

Pengujian generator induksi tiga fasa terhubung grid dilakukan dengan mengacu skema pada Gambar-3.4 sebelumnya. Rotor mesin induksi tiga fasa akan dihubungkan ke rotor motor DC penguat terpisah. Dua buah *power supply* digunakan untuk memberikan arus pada bagian terminal medan (*field*) dan terminal jangkar (*armature*) motor DC penguat terpisah agar dapat beroperasi. Kemudian terminal mesin induksi tiga fasa akan dihubungkan pada grid dan mesin tersebut akan beroperasi sebagai motor. Kemudian motor DC penguat terpisah akan diputar dengan arah yang sama dengan putaran motor induksi. Kecepatan motor DC

penguat terpisah akan dinaikkan secara bertahap sampai kecepatan rotor dapat melebihi kecepatan sinkronnya.



Gambar-3. 8 Pengujian generator induksi tiga fasa terhubung grid

Terlihat pada Gambar-3.8 diatas pengujian *hardware* generator induksi terhubung grid (a) *oscilloscope*, (b) motor DC penguat terpisah, (c) mesin induksi tiga fasa, (d) beban, (e) ampere meter, (f) *power supply* jangkar (*armature*), (g) *power supply* medan (*field*).