

## **BAB IV**

### **HASIL DAN PEMBAHASAN**

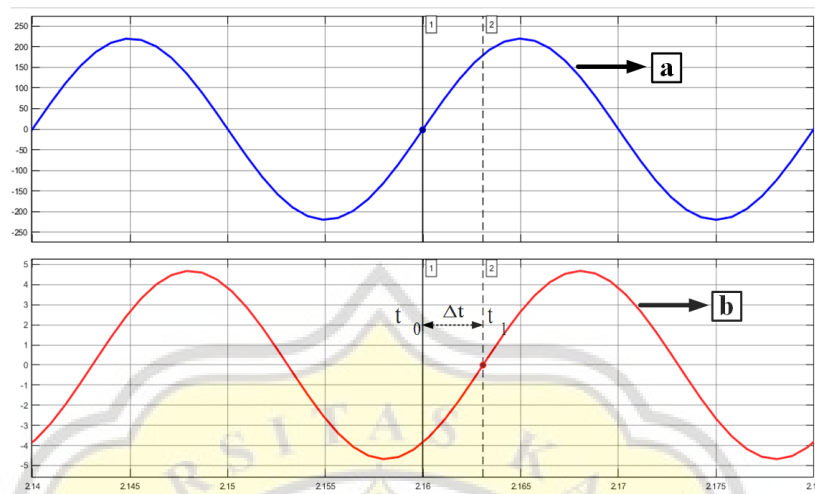
#### **4.1 Pendahuluan**

Bab ini membahas data yang didapatkan melalui simulasi pada *software* MATLAB maupun pengujian *hardware* secara langsung di laboratorium. Penelitian ini mencakup data-data mesin induksi ketika beroperasi sebagai motor, transisi, dan generator dengan fokus utama pergeseran sudut fasa antara arus mesin induksi tiga fasa terhadap tegangan grid. Data pada bab ini merupakan hasil dari simulasi dan pengujian yang meliputi gelombang arus mesin induksi tiga fasa dan tegangan grid dan dilengkapi dengan diagram fasor kedua gelombang tersebut. Pengujian *hardware* merupakan alat bukti otentik atas perangkat keras yang dibuat oleh penulis sesuai dengan teori dan peralatan pada BAB sebelumnya.

#### **4.2 Hasil Simulasi MATLAB**

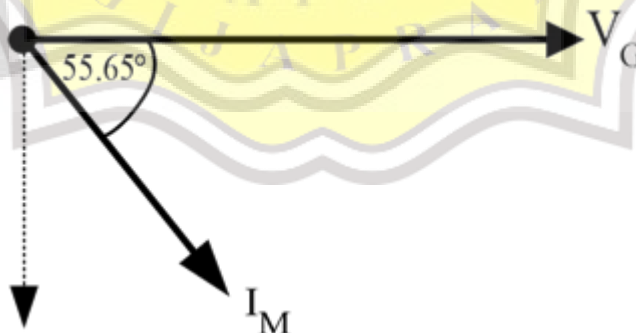
Pengamatan kinerja mesin induksi pada mode motor, transisi, dan generator melalui simulasi MATLAB dilakukan dengan mengikuti metode, *flowchart*, dan desain simulasi yang sudah dimuat pada BAB III. Kemudian hasil simulasi akan dianalisis dan menjadi tolak ukur dalam melakukan pengujian laboratorium dengan menguji pada *hardware* yang sesungguhnya. Perlu diketahui bahwa kecepatan sinkron mesin induksi tiga fasa pada simulasi adalah sebesar 1500 RPM.

#### 4.2.1 Hasil Simulasi Pada Kecepatan 1447 RPM



Gambar-4. 1 Hasil simulasi pergeseran sudut fasa pada kecepatan 1447 RPM

Gambar-4.1 diatas merupakan hasil simulasi ketika mesin induksi beroperasi sebagai motor dengan kecepatan 1447 RPM. Dapat diketahui bahwa (b) arus mesin induksi bergeser sebesar 3.092ms terhadap (a) tegangan grid. Dengan melakukan kalkulasi pada persamaan (2-12) maka akan didapatkan sudut pergeseran sebesar 55.6 derajat. Diagram fasor dari kedua gelombang tersebut dapat dilihat pada Gambar-4.2 berikut. Dalam diagram fasor,  $V_G$  akan merepresentasikan tegangan grid dan  $I_M$  merupakan arus mesin induksi tiga fasa.

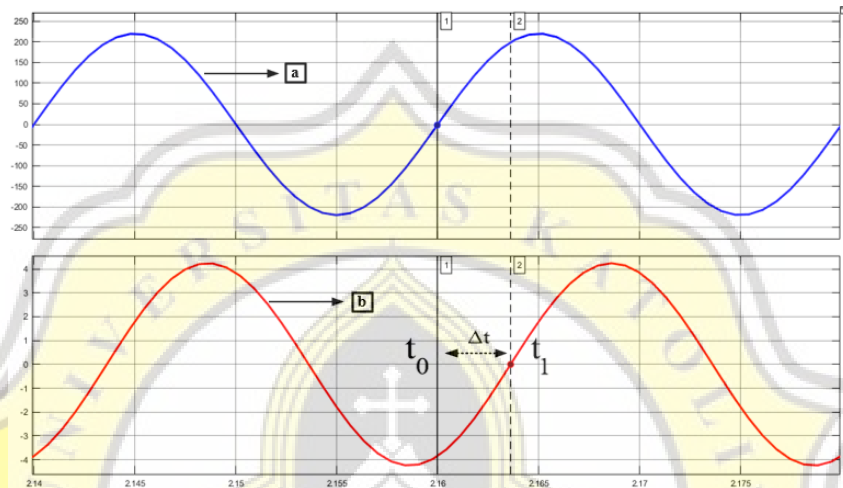


Gambar-4. 2 Diagram fasor tegangan grid ( $V_G$ ) dan arus mesin ( $I_M$ ) pada kecepatan 1447

RPM

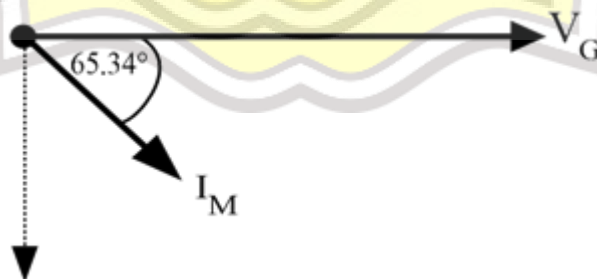
#### 4.2.2 Hasil Simulasi Pada Kecepatan 1486 RPM

Pengujian kali ini dilakukan dengan memberikan pembebanan pada motor induksi sehingga kecepatan rotor yang terukur sebesar 1486 RPM. Gelombang tegangan grid dan arus mesin dapat dilihat pada Gambar-4.3 berikut.



Gambar-4. 3 Hasil simulasi pergeseran sudut fasa pada kecepatan 1486 RPM

Hasil simulasi kedua menghasilkan pergeseran gelombang arus mesin induksi tiga fasa (b) sebesar 3.63ms terhadap tegangan grid (a). Hal ini menunjukkan terjadi pergeseran sudut fasa yang lebih besar ketika kecepatan bertambah. Diagram fasor arus mesin induksi tiga fasa dan tegangan grid dilihat pada Gambar-4.4 berikut.

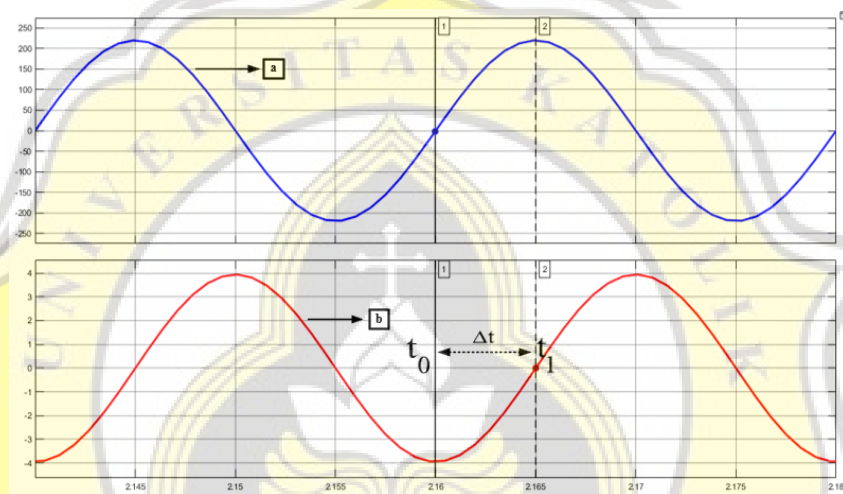


Gambar-4. 4 Diagram fasor tegangan grid ( $V_G$ ) dan arus mesin ( $I_M$ ) pada kecepatan 1486

RPM

### 4.2.3 Hasil Simulasi Pada Kecepatan 1500 RPM

Simulasi MATLAB ketiga dilakukan dengan menambah kecepatan rotor mesin induksi tiga fasa agar dapat menyamai kecepatan sinkron mesin induksi tersebut yaitu sebesar 1500 RPM. Kemudian dilakukan pengamatan terhadap gelombang arus mesin induksi dan tegangan grid dimana hasil pengamatan dapat dilihat pada Gambar-4.5 dibawah.



**Gambar-4. 5 Hasil simulasi pergeseran sudut fasa pada kecepatan 1500 RPM**

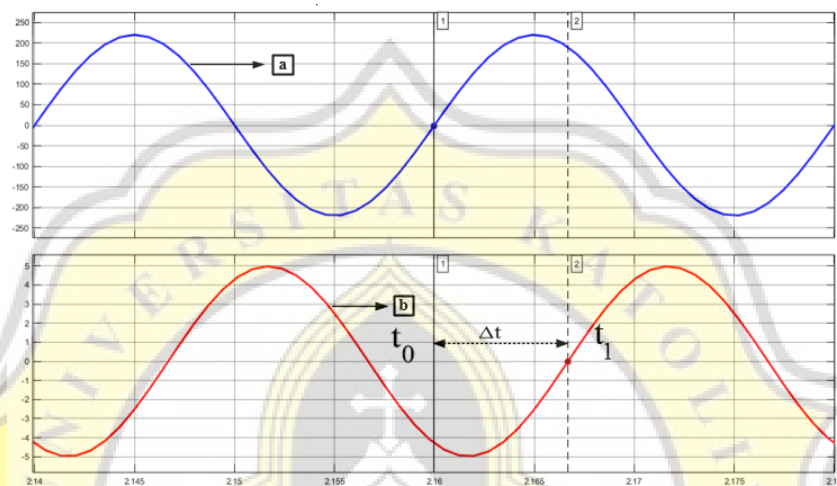
Tertampil pada gambar (a) tegangan grid dan (b) arus mesin induksi tiga fasa mengalami pergeseran sebesar 5.0ms pada saat kecepatan rotor mesin induksi tiga fasa sebesar 1500 RPM. Diagram fasor pada simulasi ketiga ini tertampil pada Gambar-4.6 berikut.



**Gambar-4. 6 Diagram fasor tegangan grid ( $V_G$ ) dan arus mesin ( $I_M$ ) pada kecepatan 1500 RPM**

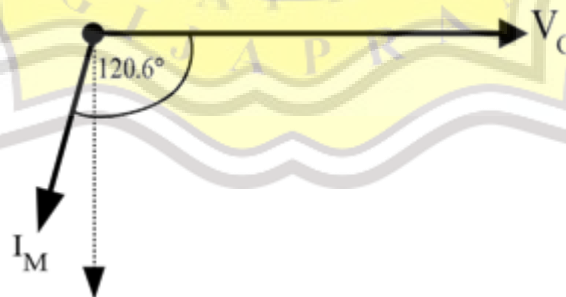
#### 4.2.4 Hasil Simulasi Pada Kecepatan 1531 RPM

Simulasi MATLAB keempat dilakukan dengan menambah kecepatan rotor mesin induksi tiga fasa hingga mencapai kecepatan 1531 RPM. Hasil gelombang arus mesin dan tegangan grid dapat dilihat pada Gambar-4.7 berikut.



Gambar-4. 7 Hasil simulasi pergeseran sudut fasa pada kecepatan 1531 RPM

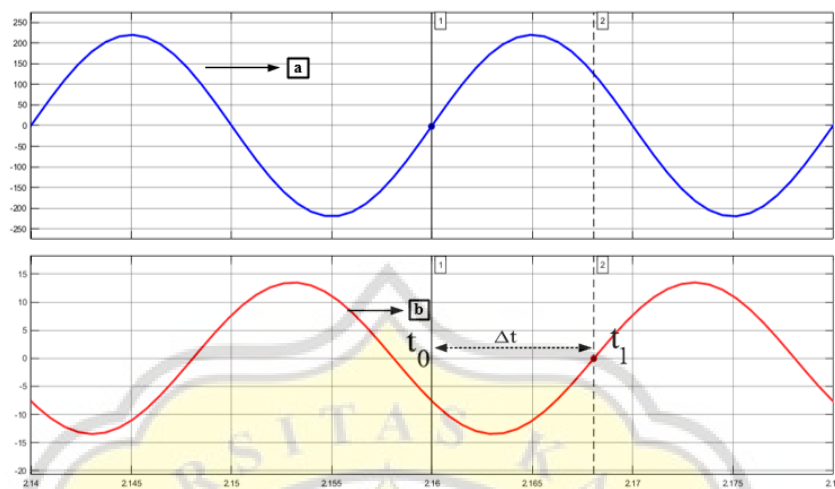
Dapat diketahui pada gambar diatas bahwa gelombang arus mesin (b) bergeser sejauh 6.70ms terhadap tegangan grid (a) yang jika dikalkulasikan adalah sebesar 120.6 derajat. Diagram fasor kedua gelombang tersebut dapat ilustrasikan oleh Gambar-4.8 dibawah.



Gambar-4. 8 Diagram fasor tegangan grid ( $V_G$ ) dan arus mesin ( $I_M$ ) pada kecepatan 1531 RPM

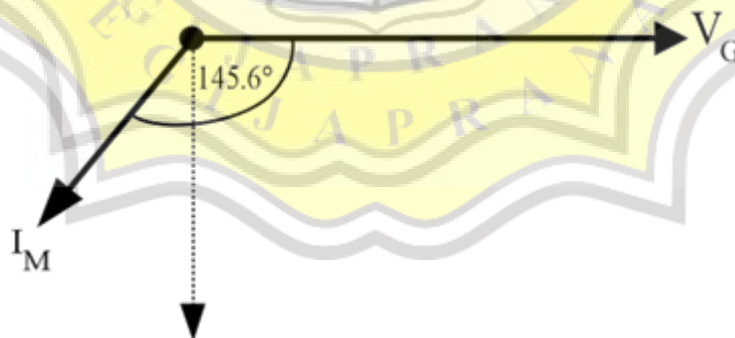


#### 4.2.5 Hasil Simulasi Pada Kecepatan 1615 RPM



Gambar-4. 9 Hasil simulasi pergeseran sudut fasa pada kecepatan 1615 RPM

Hasil simulasi kelima menghasilkan bentuk gelombang arus mesin induksi tiga fasa (a) yang bergeser 8.08ms terhadap tegangan grid (b) ketika kecepatan rotor mesin induksi tiga fasa mencapai 1615 RPM. Hasil kalkulasi dari pergeseran arus mesin induksi tiga fasa terhadap tegangan grid adalah sebesar 145.6 derajat. Diagram fasor gelombang tegangan grid dan arus mesin induksi tiga fasa dapat disajikan pada Gambar-4.10 berikut.



Gambar-4. 10 Diagram fasor tegangan grid ( $V_G$ ) dan arus mesin ( $I_M$ ) pada kecepatan 1615 RPM

#### 4.2.6 Hasil Pengamatan Faktor Daya

Pengamatan mengenai faktor daya untuk menganalisis kinerja generator induksi tiga fasa terhubung grid dilakukan dengan mencatat data-data yang dibutuhkan seperti pada Tabel-4.1 berikut.

**Tabel-4. 1 Pengukuran arus mesin dan tegangan grid pada simulasi**

Kecepatan (RPM)	Selisih waktu (ms)	Pergeseran sudut (°)	Arus (A)	Tegangan (V)
1477	3.09	55.65	3.3	220
1486	3.63	65.34	3.02	220
1491	4.03	72.59	2.83	220
1496	4.28	77.18	2.82	220
1500	5.00	90.00	2.77	220
1531	6.70	120.61	3.52	220
1557	7.60	136.96	5.16	220
1583	7.94	142.93	7.05	220
1615	8.08	145.60	9.53	220

Berdasarkan tabel diatas dapat diketahui bahwa selisih waktu antara gelombang arus mesin induksi terhadap tegangan grid akan dipengaruhi oleh penambahan kecepatan pada rotor mesin induksi. Kemudian selisih waktu tersebut akan dikonversi menjadi pergeseran sudut dalam satuan derajat. Beberapa parameter dalam tabel diatas akan dikalkulasikan menggunakan persamaan pada BAB II untuk memperoleh daya aktif, reaktif dan daya semu yang akan digunakan untuk menentukan nilai faktor daya. Hasil kalkulasi daya dan faktor daya pada setiap kecepatan akan ditunjukkan oleh Tabel-4.2 berikut.

**Tabel-4. 2 Perubahan faktor daya pada simulasi**

Kecepatan (RPM)	Daya Aktif (W)	Daya Reaktif (VAR)	Daya Semu (VA)	Faktor Daya
1477	409.58	599.43	726	0.56 <i>lagging</i>
1486	277.20	603.80	664.4	0.41 <i>lagging</i>
1491	186.24	594.09	622.6	0.29 <i>lagging</i>
1496	137.61	604.94	620.4	0.22 <i>lagging</i>

1500	0	609.4	609.4	0
1531	394.41	666.43	774.4	0.50 <i>leading</i>
1557	829.71	774.75	1135.2	0.73 <i>leading</i>
1583	1237.67	934.75	1551	0.79 <i>leading</i>
1615	1729.97	1184.44	2096.6	0.82 <i>leading</i>

Pada Tabel-4.2 diatas menunjukkan bahwa ketika kecepatan rotor mesin induksi mengalami penambahan kecepatan maka nilai faktor daya pada mesin akan mengalami perubahan. Mesin induksi yang beroperasi sebagai motor memiliki nilai faktor daya dengan kondisi *lagging*. Seiring bertambahnya kecepatan maka nilai faktor daya mesin induksi yang semula *lagging* akan secara bertahap menjadi semakin kecil dan akhirnya berada dalam kondisi *leading*.

#### 4.3 Hasil Pengujian *Hardware*

Pengujian pada *hardware* dilakukan untuk melakukan verifikasi data yang telah didapatkan melalui simulasi MATLAB. Pengujian akan menggunakan penggerak utama berupa motor DC penguat terpisah dan mesin induksi tiga fasa dimana spesifikasi kedua alat tersebut telah dijelaskan pada bab III sebelumnya. Perlu diketahui bahwa kecepatan sinkron yang dimiliki oleh mesin induksi tiga fasa pada pengujian ini adalah sebesar 750 RPM.

Untuk melihat kinerja mesin induksi tiga fasa yang beroperasi pada mode motor, transisi, dan generator maka pengujian akan dilakukan dengan dua tahap yang berbeda namun masih memiliki fokus pengamatan yang sama. Tahap yang pertama yaitu mengoperasikan mesin induksi tiga fasa sebagai motor berbeban. Tujuannya adalah untuk mengamati pergeseran sudut fasa antara arus mesin

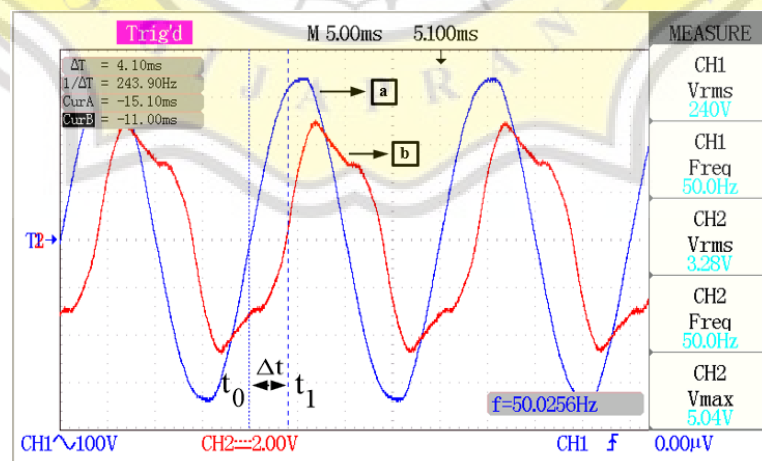


terhadap tegangan grid ketika mesin induksi tiga fasa memiliki kecepatan rotor yang lebih rendah dari nilai yang seharusnya. Untuk melihat pergeseran fasa tersebut, maka arus mesin dan tegangan grid akan diamati melalui *oscilloscope*.

Tahap yang kedua adalah mengoperasikan mesin induksi tiga fasa sebagai generator yang terhubung grid. Pada tahap ini, mesin induksi akan dihubungkan dengan grid sehingga beroperasi sebagai motor. Kemudian kecepatan putar rotor akan ditingkatkan secara bertahap dengan motor DC penguat terpisah hingga melebihi kecepatan sinkron mesin induksi. Pengamatan terhadap sudut fasa antara arus mesin dan tegangan grid akan dilakukan pada setiap perubahan nilai kecepatan rotor yang terukur.

#### 4.3.1. Hasil Pengujian Pada Kecepatan 720.1 RPM

Pengujian yang pertama dilakukan ketika mesin induksi tiga fasa beroperasi sebagai motor berbeban sehingga kecepatan rotor menjadi 720.1 RPM. Gelombang arus mesin induksi dan tegangan grid dapat disajikan melalui Gambar-4.11 berikut.



Gambar-4. 11 Hasil pergeseran sudut fasa pada kecepatan 720.1 RPM

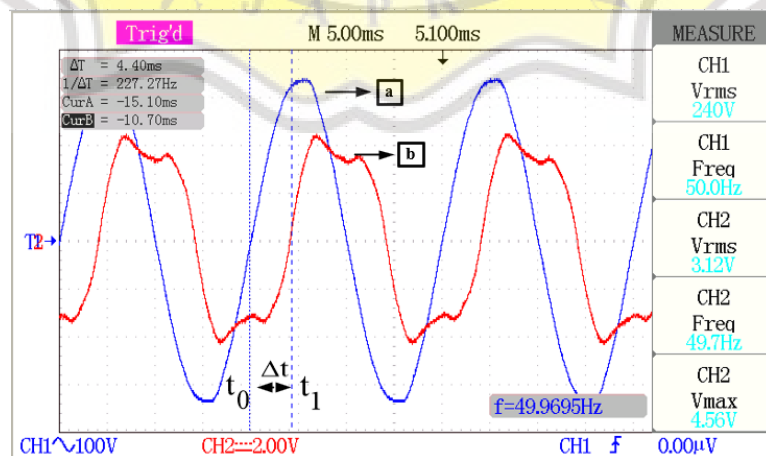
Tertampil pada gambar diatas (a) tegangan grid, dan (b) arus mesin yang memiliki perbedaan waktu sebesar 4.1ms dengan hasil konversi menjadi pergeseran sudut 73.8 derajat. Gambar-4.12 merupakan diagram fasor gelombang arus mesin dan tegangan grid.



Gambar-4. 12 Diagram fasor tegangan grid ( $V_G$ ) dan arus mesin ( $I_M$ ) pada kecepatan 720.1 RPM

#### 4.3.2. Hasil Pengujian Pada Kecepatan 732.3 RPM

Pengujian alat yang kedua ini dilakukan dengan mengurangi pembebanan pada motor induksi tiga fasa sehingga kecepatan rotor dapat meningkat menjadi 732.3 RPM dengan gelombang arus mesin dan tegangan grid yang dapat ditunjukkan oleh Gambar-4.13 berikut.



Gambar-4. 13 Hasil pergeseran sudut fasa pada kecepatan 732.3 RPM

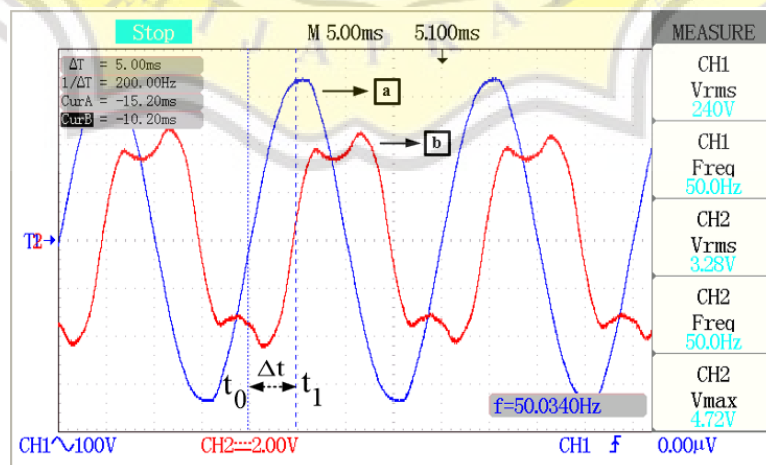
Gambar-4.13 tersebut menunjukkan bahwa ketika putaran rotor meningkat, gelombang arus mesin induksi (a) akan semakin menjauhi tegangan grid (b) dimana selisih waktu antara kedua gelombang yang terukur sebesar 4.4ms. Diagram fasor gelombang arus mesin dan tegangan grid akan ditunjukkan oleh Gambar-4.14 berikut.



Gambar-4. 14 Diagram fasor tegangan grid ( $V_G$ ) dan arus mesin ( $I_M$ ) pada kecepatan 732.3 RPM

### 4.3.3. Hasil Pengujian Pada Kecepatan 750 RPM

Pengujian kali ini dilakukan dengan meningkatkan kecepatan rotor mesin induksi hingga mencapai kecepatan sinkron mesin induksi sebesar 750 RPM. Gelombang arus mesin dan tegangan grid dapat dilihat pada Gambar-4.15 berikut.



Gambar-4. 15 Hasil pergeseran sudut fasa pada kecepatan 750 RPM

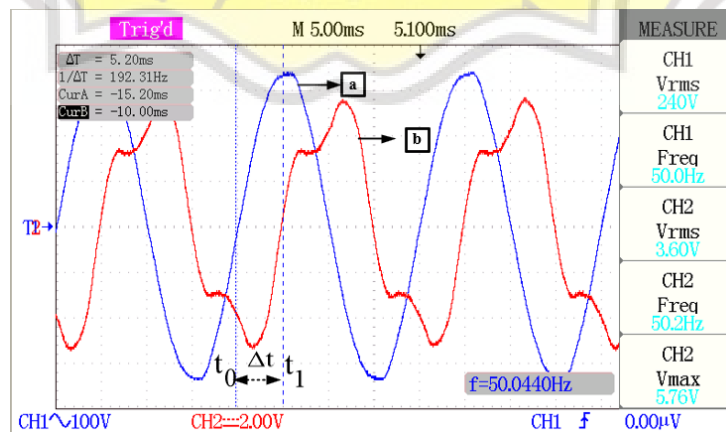
Dari hasil pengujian ketiga ini didapatkan nilai selisih waktu sebesar 5.0ms antara gelombang tegangan grid (a) dan arus mesin induksi (b). Diagram fasor pada Gambar-4.16 digunakan untuk menunjukkan besar pergeseran sudut fasa arus mesin terhadap tegangan grid ketika kecepatan rotor telah mencapai kecepatan sinkronnya.



Gambar-4. 16 Diagram fasor tegangan grid ( $V_G$ ) dan arus mesin ( $I_M$ ) pada kecepatan 750 RPM

#### 4.3.4. Hasil Pengujian Pada Kecepatan 770.5 RPM

Hasil pengujian ini didapatkan ketika kecepatan putar rotor mesin induksi tiga fasa telah melebihi kecepatan sinkronnya. Putaran rotor pada pengujian ini memiliki kecepatan sebesar 770.5 RPM serta menghasilkan gelombang arus dan tegangan yang dapat dilihat pada Gambar-4.17 dibawah.



Gambar-4. 17 Hasil pergeseran sudut fasa pada kecepatan 770.5 RPM

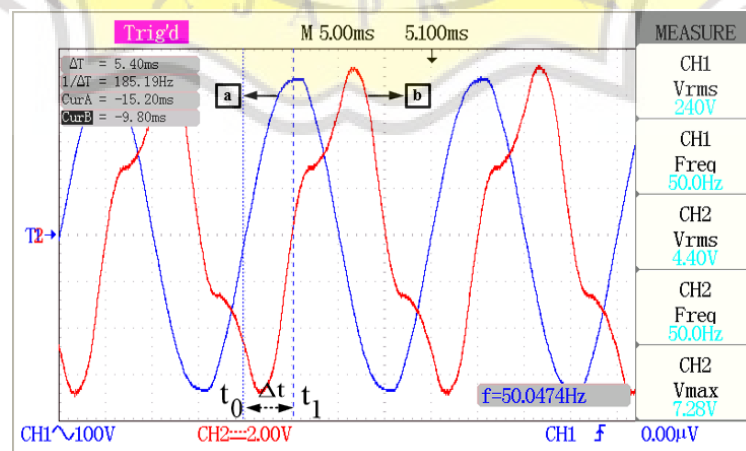
Terlihat pada gambar (a) tegangan grid, dan (b) arus mesin memiliki pergeseran waktu sebesar 5.2ms dengan hasil kalkulasi pergeseran 93.6 derajat. Kedua gelombang tersebut dinyatakan ke dalam diagram fasor pada Gambar-4.18 dimana  $V_G$  adalah tegangan grid dan  $I_M$  adalah arus mesin induksi.



Gambar-4. 18 Diagram fasor tegangan grid ( $V_G$ ) dan arus mesin ( $I_M$ ) pada kecepatan 770.5 RPM

#### 4.3.5. Hasil Pengujian Pada Kecepatan 790.4 RPM

Hasil pengujian alat yang terakhir dilakukan dengan meningkatkan kecepatan rotor mesin induksi hingga mencapai kecepatan 790.4 RPM. Pengamatan pergeseran arus mesin terhadap tegangan grid dapat dilihat pada Gambar-4.19 berikut.



Gambar-4. 19 Hasil pergeseran sudut fasa pada kecepatan 790.4 RPM



Gambar-4.19 diatas menunjukkan bahwa ketika kecepatan rotor mesin induksi mencapai 190.5 RPM maka gelombang arus grid (b) akan menjauhi 5.4ms terhadap gelombang tegangan grid (b). Bila dikalkulasikan, selisih waktu tersebut akan menghasilkan pergeseran sebesar 97.2 derajat. Gambar-4.20 merupakan diagram fasor pergeseran sudut fasa antara arus mesin terhadap tegangan grid.



**Gambar-4. 20** Diagram fasor tegangan grid ( $V_G$ ) dan arus mesin ( $I_M$ ) pada kecepatan 790.4 RPM

#### 4.3.6. Hasil Pengamatan Faktor Daya

Untuk melakukan analisis pada pengamatan faktor daya dibutuhkan beberapa parameter seperti besar arus, tegangan, dan besar pergeseran sudut fasa antara arus terhadap tegangan. Pada percobaan eksperimental ini, didapatkan nilai-nilai parameter yang dibutuhkan dalam usaha untuk menentukan besar faktor daya. Berbagai nilai dari parameter yang telah didapatkan akan tersaji pada Tabel-4.3 berikut.

**Tabel-4. 3** Pengukuran arus mesin dan tegangan grid pada pengujian alat

Kecepatan (RPM)	Selisih waktu (ms)	Pergeseran sudut ( $^{\circ}$ )	Arus (A)	Tegangan (V)
720.1	4.1	73.8	3.28	240
732.3	4.4	79.2	3.12	240
737.6	4.5	81.0	3.12	240
746.1	4.7	84.6	3.2	240
750	5	90.0	3.28	240
760.3	5.1	91.8	3.36	240

770.5	5.2	93.6	3.68	240
780.3	5.3	95.4	3.93	240
790.4	5.4	97.2	4.4	240

Selisih waktu antara gelombang arus mesin dan tegangan akan dikonversi menjadi pergeseran sudut dalam satuan derajat. Kemudian data pergeseran sudut fasa tersebut akan dikombinasikan dengan beberapa parameter seperti tegangan dan arus untuk mengkalkulasikan daya aktif, reaktif dan daya semu. Penentuan nilai faktor daya dapat menggunakan persamaan yang telah ditulis pada BAB II sebelumnya. Hasil kalkulasi daya dan faktor daya pada setiap mode operasi berdasarkan kecepatan akan ditunjukkan oleh Tabel-4.4 berikut.

**Tabel-4. 4 Perubahan faktor daya pada pengujian alat**

Kecepatan (RPM)	Daya Aktif (W)	Daya Reaktif (VAR)	Daya Semu (VA)	Faktor Daya
720.1	219.62	755.94	787.2	0.279 <i>Langging</i>
732.3	140.31	735.53	748.8	0.18 <i>Langging</i>
737.6	117.13	739.58	748.8	0.15 <i>Langging</i>
746.1	72.27	764.59	768.0	0.09 <i>Langging</i>
750	0	787.20	787.2	0
760.3	25.32	806.00	806.4	0.03 <i>Leading</i>
770.5	55.45	881.45	883.2	0.06 <i>Leading</i>
780.3	88.76	939.04	943.2	0.09 <i>Leading</i>
790.4	132.35	1047.67	1056.0	0.12 <i>Leading</i>

Pada Tabel-4.4 diatas menunjukkan bahwa ketika mesin induksi tiga fasa yang beroperasi sebagai motor memiliki nilai faktor daya dengan kondisi *lagging* dan seiring bertambahnya kecepatan maka nilai faktor daya akan secara bertahap menjadi semakin kecil dan akhirnya berada dalam kondisi *leading*.

#### 4.4 Pembahasan

Percobaan eksperimental dilakukan untuk memberikan hasil data laporan yang lebih akurat setelah melakukan analisis data pada simulasi MATLAB. Parameter yang menjadi fokus pengamatan dalam simulasi MATLAB dan penelitian eksperimental adalah tegangan, arus mesin, pergeseran sudut fasa antara arus mesin terhadap tegangan grid, dan faktor daya pada berbagai mode operasi mesin induksi berdasarkan kecepatan rotor yang terukur. Rotor mesin induksi tiga fasa baik pada simulasi MATLAB maupun pengujian *hardware* akan terhubung secara mekanik pada rotor motor DC penguat terpisah. Untuk melihat kinerja mesin induksi tiga fasa yang dioperasikan pada mode motor, transisi, dan generator maka diperlukan dua tahap berbeda dengan fokus pengamatan parameter yang sama.

Tahap yang pertama yaitu mengoperasikan mesin induksi tiga fasa sebagai motor berbeban untuk menguji kinerja motor induksi tiga fasa ketika memiliki kecepatan rotor yang lebih rendah dari nilai yang seharusnya. Dengan mengacu skema rangkaian pada Gambar-3.3 maka pengujian baik dalam simulasi maupun pengujian alat akan dilakukan pembebanan motor induksi tiga fasa menggunakan motor DC penguat terpisah yang dioperasikan sebagai generator. Agar motor DC penguat terpisah dapat beroperasi sebagai generator, maka terminal medan (*field*) motor DC penguat terpisah harus disuplai oleh sumber DC. Kemudian terminal jangkar (*armature*) dihubungkan pada beban. Ketika rotor motor induksi tiga fasa berputar akan menciptakan tegangan induksi pada terminal jangkar generator DC yang dapat dikalkulasikan oleh Persamaan (2-1).

Penambahan beban pada generator DC akan menyebabkan putaran rotor menjadi semakin berat sehingga kecepatannya akan melambat. Data simulasi MATLAB dan pengujian alat menunjukkan ketika rotor motor induksi berputar dengan kecepatan yang lebih rendah dari kecepatan sinkron maka nilai faktor daya mesin akan *lagging*. Selain itu, pergeseran arus mesin induksi tiga fasa memiliki besar sudut kurang dari 90 derajat terhadap tegangan grid. Besar sudut ini akan semakin bertambah seiring dengan meningkatnya kecepatan putar rotor mesin induksi mendekati kecepatan sinkronnya. Hal ini menyebabkan terjadinya penurunan nilai faktor daya mendekati nilai nol walaupun masih berada pada kondisi *lagging*. Pernyataan ini didukung oleh data yang terdapat pada Tabel-4.2 dan Tabel-4.4 yang menunjukkan terjadinya penurunan nilai tersebut.

Tahap yang kedua adalah mengoperasikan mesin induksi tiga fasa sebagai generator yang terhubung grid. Pada tahap ini, terminal masukan mesin induksi akan dihubungkan dengan grid sehingga beroperasi sebagai motor. Untuk meningkatkan kecepatan putar rotor mesin induksi tersebut maka rotor harus terhubung secara mekanik pada rotor motor DC penguat terpisah. Sebelum rotor motor DC penguat terpisah dihubungkan secara mekanik dengan rotor mesin induksi tiga fasa sebagai penggerak utama (*prime mover*) terdapat syarat yang harus dipenuhi. Syarat tersebut adalah spesifikasi daya, *horse power*, dan kecepatan putar rotor motor DC penguat terpisah harus melebihi spesifikasi mesin induksi tiga fasa yang digunakan.

Kemudian kecepatan putar rotor akan ditingkatkan secara bertahap dengan mengatur arus masukan pada terminal jangkar (*armature*) dan terminal medan



(*field*) motor DC penguat terpisah. Data simulasi pada Tabel-4.1 dan data pengujian alat pada Tabel-4.3 menunjukkan ketika kecepatan rotor mesin induksi telah mencapai kecepatan sinkron mesin induksi maka nilai pergeseran sudut fasa antara arus mesin terhadap tegangan grid sebesar 90 derajat. Pernyataan ini diperkuat oleh hasil diagram fasor gelombang tegangan grid dan arus mesin pada Gambar-4.6 (simulasi MATLAB) serta Gambar-4.16 (pengujian alat) memiliki sudut sebesar 90 derajat dimana kecepatan putar rotor keduanya telah mencapai kecepatan sinkron mesin induksi.

Besar daya yang mengalir pada mesin induksi dapat dikalkulasikan dengan Persamaan (2-12) dan Persamaan (2-13). Hasil dari kalkulasi tersebut adalah nilai daya aktif mesin bernilai nol dan daya reaktif akan memiliki nilai tertentu. Akibatnya nilai faktor daya yang dikalkulasikan oleh Persamaan (2-15) akan bernilai nol. Hal ini membuktikan bahwa ketika kecepatan putar rotor mesin induksi sama dengan kecepatan sinkronnya maka mesin akan berada dalam mode transisi dimana mesin induksi tidak mengirimkan atau menyerap daya aktif namun masih menyerap daya reaktif.

Ketika kecepatan rotor mesin induksi tiga fasa ditingkatkan melebihi kecepatan sinkron maka besar pergeseran sudut fasa antara arus mesin terhadap tegangan grid akan meningkat melebihi 90 derajat. Jika besar sudut dikalkulasikan pada Persamaan (2-12) dan Persamaan (2-13) maka akan menghasilkan daya aktif yang bernilai negatif. Daya aktif yang bernilai negatif ini hanya menunjukkan bahwa mesin telah mengirimkan daya menuju beban. Selain itu daya aktif yang bernilai negatif ini akan menyebabkan nilai faktor daya pada Persamaan (2-15)



menjadi *leading*. Dengan kata lain ketika kecepatan putar rotor mesin induksi melebihi kecepatan sinkronnya maka mesin induksi akan beroperasi sebagai generator dimana nilai faktor dayanya *leading* dan besar sudut pergeseran fasa arus mesin terhadap tegangan grid lebih dari 90 derajat.

