

BAB IV PEMBAHASAN

4.1 Hasil Pengukuran

Hasil perhitungan yang akan dibuat pada Bab IV ini adalah untuk mengetahui berapa besar nilai dari tahanan lilitan motor induksi 3 phasa sebagai penggerak mesin bor di Politeknik Negeri Sriwijaya. Untuk mendapatkan nilai dari tahanan lilitan itu sendiri adalah dengan melakukan pengukuran secara langsung pada lilitan motor. Dalam penelitian ini untuk melakukan perhitungan diambil dari data yang didapat dari hasil pengukuran langsung yang telah dilakukan.

4.1.1 Data Hasil Pengukuran Motor Setelah Rewinding

Pada tabel dibawah ini yaitu data pengukuran motor induksi 3 fasa sebagai penggerak mesin bor yang telah di ambil pada tanggal 20-25 Mei. Berikut tabel data yang diambil secara langsung.

Table 4.1 Hasil Pengukuran Hubungan Star

Tegangan L-L (Volt)		Tegangan L-N (Volt)	Arus (Ampere)		Cos phi	Daya (Watt)	Frekuensi (Hz)	Rpm
V_{RS}	392	228	I_R	0,3	0,85	173,2	50	1475
V_{ST}	396	225	I_S	0,3	0,85	175,0	50	1475
V_{TR}	398	229	I_T	0,3	0,85	175,9	50	1475
V_{Avg}	395,3	227,3	I_{Avg}	0,3	0,85	174,6	50	1475

Table 4.2 Hasil Pengukuran Hubungan Delta

Tegangan L-L (Volt)		Tegangan L-N (Volt)	Arus (Ampere)		Cos phi	Daya (Watt)	Frekuensi (Hz)	Rpm
V_{RS}	404	240	I_R	0,46	0,70	225,4	50	1493
V_{ST}	400	228	I_S	0,42	0,70	203,8	50	1493
V_{TR}	406	237	I_T	0,44	0,70	216,7	50	1493
V_{Avg}	403,3	235	I_{Avg}	0,44	0,70	215,2	50	1493

4.1.2 Data Hasil Pengukuran Tahanan Lilitan

Pada tabel dibawah ini berisi data hasil pengukuran RLC pada motor induksi tiga fasa dengan hubungan bintang dan delta. Pengukuran dilakukan menggunakan alat ukur LCR Meter.

Table 4.3 Data Pengukuran Hubungan Star

Data Pengukuran Hubungan Star		
Mode Pengukuran	L = 20mH	R = 200 Ω
$U_1 - U_2$	15,9	186
$V_1 - V_2$	16,1	188
$W_1 - W_2$	15,8	188

Table 4.4 Data Pengukuran Hubungan Delta

Data Pengukuran Hubungan Delta		
Mode Pengukuran	L = 20mH	R = 200 Ω
$U_1 - V_2$	22,2	132
$V_1 - W_2$	22,3	132
$W_1 - U_2$	21,7	132

4.1.3 Data Hasil Pengukuran Motor Berbeban

Pada tabel dibawah ini yaitu data pengukuran motor induksi 3 fasa sebagai penggerak mesin bor yang telah di ambil pada tanggal 05-07 Juni. Berikut tabel data yang diambil secara langsung.

Table 4.5 Hasil Pengukuran Matabor 3 mm Berbeban

Tegangan L-L (Volt)		Tegangan L-N (Volt)		Arus (Ampere)		Cos phi	Frekuensi (Hz)	Rpm Di puli 1-A
V_{RS}	392	V_{RS}	228	I_R	0,321	0,85	50	594
V_{ST}	396	V_{ST}	225	I_S	0,306	0,85	50	594
V_{TR}	398	V_{TR}	229	I_T	0,325	0,85	50	594
V_{Avg}	395,3	V_{Avg}	227,3	I_{Avg}	0,317	0,85	50	594

Table 4.6 Hasil Pengukuran Matabor 8 mm Berbeban

Tegangan L-L (Volt)		Tegangan L-N (Volt)		Arus (Ampere)		Cos phi	Frekuensi (Hz)	Rpm Di puli 1-A
V_{RS}	392	V_{RS}	228	I_R	0,321	0,85	50	588
V_{ST}	396	V_{ST}	225	I_S	0,312	0,85	50	588
V_{TR}	398	V_{TR}	229	I_T	0,328	0,85	50	588
V_{Avg}	395,3	V_{Avg}	227,3	I_{Avg}	0,320	0,85	50	588

Table 4.7 Hasil Pengukuran Matabor 13 mm Berbeban

Tegangan L-L (Volt)		Tegangan L-N (Volt)		Arus (Ampere)		Cos phi	Frekuensi (Hz)	Rpm Di puli 1-A
V_{RS}	392	V_{RS}	228	I_R	0,328	0,85	50	573
V_{ST}	396	V_{ST}	225	I_S	0,323	0,85	50	573
V_{TR}	398	V_{TR}	229	I_T	0,322	0,85	50	573
V_{Avg}	395,3	V_{Avg}	227,3	I_{Avg}	0,324	0,85	50	573

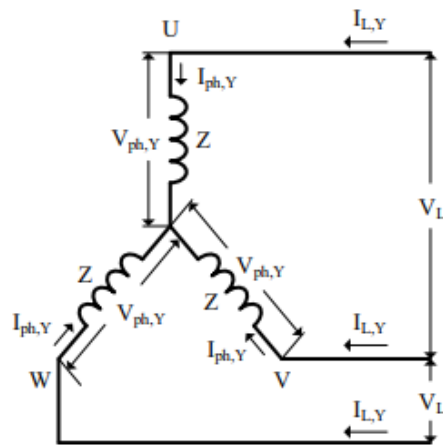
4.2 Pembahasan

Pada subbab ini dibahas hasil pengukuran dan perhitungan yang dilakukan pada motor induksi tiga fasa setelah proses rewinding. Pembahasannya terfokus pada analisa parameter listrik motor, salah satunya adalah tahanan lilitan stator. Hasil yang diperoleh digunakan untuk kondisi lilitan, mengetahui keseragaman antar fasa, serta memastikan bahwa proses rewinding telah menghasilkan lilitan yang sesuai dengan spesifikasi motor.

4.2.1 Perhitungan Tahanan Lilitan

Perhitungan tahanan lilitan dilakukan untuk mengetahui besarnya hambatan listrik yang terdapat pada kumparan stator motor induksi tiga fasa. Nilai tahanan lilitan diperoleh melalui pengukuran langsung menggunakan LCR Meter pada masing-masing terminal kumparan. Data hasil pengukuran kemudian digunakan untuk menganalisis kondisi lilitan setelah proses rewinding serta membandingkan nilai tahanan pada konfigurasi hubungan star dan delta.

4.2.2 Perhitungan Reaktansi Induktif dan Impedansi Hubungan Star



- Perhitungan Reaktansi Hubungan Star Dengan Persamaan.....(2.2)

a. Perhitungan U1 – U2

Didapat :

$$L = 15,9\text{mH}$$

$$= 15,9 \times 10^{-3} = 0,0159\text{H}$$

$$R = 186\Omega$$

$$F = 50 \text{ Hz}$$

$$X_L = 2 \times 3,14 \times 50 \times 0,0159$$

$$X_L = 4,99\Omega$$

b. Perhitungan V1 – V2

Didapat :

$$L = 16,1\text{mH}$$

$$= 16,1 \times 10^{-3} = 0,0161\text{H}$$

$$R = 188\Omega$$

$$F = 50 \text{ Hz}$$

$$X_L = 2 \times 3,14 \times 50 \times 0,0161$$

$$X_L = 5,05\Omega$$

c. Perhitungan W1 – W2

Didapat :

$$L = 15,8\text{mH}$$

$$= 15,8 \times 10^{-3} = 0,0158\text{H}$$

$$R = 188\Omega$$

$$F = 50 \text{ Hz}$$

$$X_L = 2 \times 3,14 \times 50 \times 0,0158$$

$$X_L = 4,96\Omega$$

- Perhitungan Impedansi Hubungan Star Dengan Persamaan.....(2.7)

- a. Perhitungan $U_1 - U_2$

Didapat :

$$Z = \sqrt{186^2 + 4,99^2}$$

$$Z = \sqrt{34596 + 24,90}$$

$$Z = \sqrt{34620,9}$$

$$Z \approx 186,07\Omega$$

- b. Perhitungan $V_1 - V_2$

Didapat :

$$Z = \sqrt{188^2 + 5,05^2}$$

$$Z = \sqrt{35344 + 25,50}$$

$$Z = \sqrt{35369,5}$$

$$Z \approx 188,07\Omega$$

- c. Perhitungan $W_1 - W_2$

Didapat :

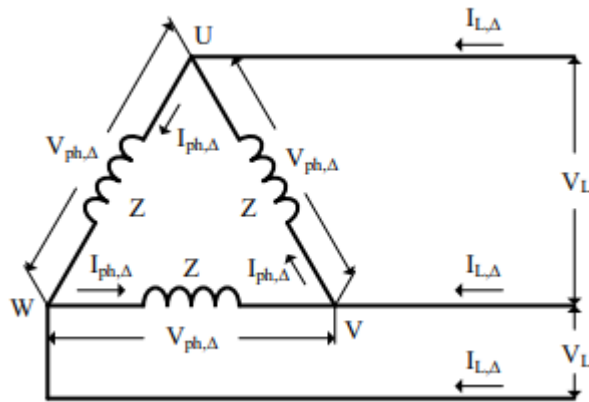
$$Z = \sqrt{188^2 + 4,96^2}$$

$$Z = \sqrt{35344 + 24,60}$$

$$Z = \sqrt{35368,6}$$

$$Z \approx 188,06\Omega$$

4.2.3 Perhitungan Reaktansi Induktif dan Impedansi Hubungan Delta



- Perhitungan Reaktansi Hubungan Delta Dengan Persamaan.....(2.2)

a. Perhitungan U1 – V2

Didapat :

$$L = 22,2\text{mH} = 0,0222\text{H}$$

$$R = 132\Omega$$

$$F = 50 \text{ Hz}$$

$$X_L = 2 \times 3,14 \times 50 \times 0,0222$$

$$X_L = 6,97\Omega$$

b. Perhitungan V1 – W2

Didapat :

$$L = 22,3\text{mH} = 0,0223\text{H}$$

$$R = 132\Omega$$

$$F = 50 \text{ Hz}$$

$$X_L = 2 \times 3,14 \times 50 \times 0,0223$$

$$X_L = 7,00\Omega$$

c. Perhitungan W1 – U2

Didapat :

$$L = 21,7\text{mH} = 0,0217\text{H}$$

$$R = 132\Omega$$

$$F = 50 \text{ Hz}$$

$$X_L = 2 \times 3,14 \times 50 \times 0,0217$$

$$X_L = 6,81\Omega$$

- Perhitungan Impedansi Hubungan Delta Dengan Persamaan.....(2.7)

a. Perhitungan U1 – V2

Didapat :

$$Z = \sqrt{132^2 + 6,97^2}$$

$$Z = \sqrt{17424 + 48,58}$$

$$Z = \sqrt{17472,58}$$

$$Z \approx 132,18\Omega$$

b. Perhitungan V1 – W2

Didapat :

$$Z = \sqrt{132^2 + 7,00^2}$$

$$Z = \sqrt{17424 + 49}$$

$$Z = \sqrt{17473}$$

$$Z \approx 132,19\Omega$$

c. Perhitungan W1 – U2

Didapat :

$$Z = \sqrt{132^2 + 6,81^2}$$

$$Z = \sqrt{17424 + 46,37}$$

$$Z = \sqrt{17470,37}$$

$$Z \approx 132,18\Omega$$

4.3 Analisa Hasil Perhitungan Impedansi Pada Hubungan Star dan Delta

Perhitungan impedansi dilakukan untuk mengetahui besarnya hambatan total pada lilitan motor induksi tiga fasa. Nilai impedansi diperoleh berdasarkan hasil pengukuran langsung yang dilakukan pada motor setelah proses rewinding. Hasil perhitungan impedansi digunakan untuk melihat kondisi lilitan dan

mengetahui karakteristik rangkaian pada masing-masing hubungan lilitan. Tabel 4.5 dan 4.6 menunjukkan hasil perhitungan impedansi pada motor induksi tiga fasa.

Table 4.8 Hasil Perhitungan Hubungan Star

No.	Fasa	R (Ω)	X _L (Ω)	Z (Ω)
1.	U1 – U2	186	4,99	186,07
2.	V1 – V2	188	5,05	188,07
3.	W1 –W2	188	4,96	188,06

Table 4.9 Hasil Perhitungan Hubungan Delta

No.	Fasa	R (Ω)	X _L (Ω)	Z (Ω)
1.	U1 – V2	132	6,97	132,18
2.	V1 – W2	132	7,00	132,19
3.	W1 –U2	132	6,81	132,18

Berdasarkan hasil perhitungan impedansi menggunakan data resistansi dan induktansi yang diperoleh dari pengukuran LCR meter, diketahui bahwa nilai impedansi pada hubungan star (Y) untuk masing-masing fasa adalah sebesar 186,07 Ω , 188,07 Ω , dan 188,06 Ω dengan nilai rata-rata sebesar 187,40 Ω . Sementara itu, pada hubungan delta (Δ) diperoleh nilai impedansi masing-masing fasa sebesar 132,18 Ω , 132,19 Ω , dan 132,18 Ω dengan nilai rata-rata sebesar 132,18 Ω . Hasil tersebut menunjukkan bahwa nilai impedansi pada hubungan star lebih besar dibandingkan dengan hubungan delta. Perbedaan ini disebabkan oleh konfigurasi lilitan yang berbeda pada kedua hubungan tersebut. Pada hubungan star, jalur arus yang terbentuk saat pengukuran menyebabkan nilai resistansi dan impedansi yang terukur menjadi lebih besar. Sedangkan pada hubungan delta terdapat lintasan arus yang bersifat paralel sehingga nilai impedansi yang terukur menjadi lebih kecil.

Selain itu, hasil pengukuran menunjukkan bahwa nilai impedansi antar fasa pada kedua konfigurasi memiliki selisih yang sangat kecil. Pada hubungan star

selisih impedansi terbesar hanya sekitar 2Ω , sedangkan pada hubungan delta selisihnya kurang dari $0,1 \Omega$. Hal ini menunjukkan bahwa kondisi lilitan motor hasil perbaikan dan rewinding memiliki tingkat keseimbangan yang baik antar fasa. Keseimbangan impedansi antar fasa sangat penting karena dapat menghasilkan pembagian arus yang merata sehingga motor dapat beroperasi dengan lebih stabil dan mengurangi risiko terjadinya pemanasan berlebih pada salah satu fasa. Dengan demikian, berdasarkan hasil perhitungan impedansi bahwa proses perbaikan dan rewinding motor telah menghasilkan kondisi lilitan yang cukup baik, yang ditunjukkan oleh nilai impedansi antar fasa yang relatif seimbang baik pada hubungan star maupun delta. Perbedaan nilai impedansi yang terjadi antara kedua konfigurasi merupakan karakteristik normal akibat perbedaan susunan hubungan lilitan motor.

Pengaruh nilai impedansi jika antar fasa yang tidak seimbang atau berbeda jauh dari nilai yang seharusnya dapat menyebabkan berbagai gangguan pada motor induksi tiga fasa. Fasa yang memiliki nilai impedansi lebih kecil akan dialiri arus yang lebih besar dibandingkan fasa lainnya. Kondisi ini menyebabkan arus pada setiap fasa menjadi tidak seimbang sehingga pembagian beban listrik pada motor tidak merata. Arus yang lebih besar pada salah satu fasa akan meningkatkan rugi-rugi tembaga (I^2R loss) yang menyebabkan suhu lilitan menjadi lebih tinggi. Jika kondisi ini berlangsung dalam waktu yang lama, maka isolasi lilitan dapat mengalami kerusakan lebih cepat dan umur pakai motor menjadi lebih pendek. Selain itu, ketidakseimbangan impedansi juga dapat menurunkan efisiensi motor. Hal ini terjadi karena sebagian energi listrik terbuang menjadi panas akibat meningkatnya rugi-rugi daya. Akibatnya, energi yang diubah menjadi energi mekanik menjadi lebih sedikit sehingga kinerja motor menurun.

Ketidakseimbangan impedansi juga menyebabkan medan magnet putar yang dihasilkan stator menjadi tidak seimbang. Kondisi tersebut mengakibatkan torsi motor berfluktuasi sehingga muncul getaran dan suara dengung yang lebih besar saat motor beroperasi. Jika dibiarkan terus-menerus, getaran yang berlebihan dapat mempercepat keausan komponen mekanis motor. Selain menimbulkan

getaran, ketidakseimbangan medan magnet juga dapat mengurangi kemampuan motor dalam menghasilkan torsi. Akibatnya, motor menjadi lebih sulit saat melakukan proses start dan performanya menurun ketika bekerja pada beban tertentu. Pada kondisi yang lebih serius, perbedaan impedansi yang terlalu besar antar fasa dapat menyebabkan panas berlebih (*overheating*) pada salah satu lilitan stator. Panas yang berlebihan dapat merusak isolasi, menyebabkan hubung singkat antar lilitan, bahkan mengakibatkan stator motor terbakar. Oleh karena itu, nilai impedansi yang seimbang antar fasa sangat penting untuk menjaga kinerja, efisiensi, dan keandalan motor induksi tiga fasa setelah proses rewinding dilakukan.