

ANALISA PENGARUH KETIDAKSEIMBANGAN TEGANGAN MOTOR INDUKSI 3 FASA MENGGUNAKAN MATLAB SIMULINK

AIDIL KAMAL¹, SEPPANUR BANDRI²

Teknik Elektro, Institut Teknologi Padang^{1,2}

Email: 2018310026.aidil@itp.ac.id¹, seppanurb@yahoo.com²

DOI: <http://dx.doi.org/10.31869/rtj.v6i2.4154>

Abstrak: Tegangan yang tidak seimbang akan mempengaruhi stator, torsi dan kecepatan motor. Pada kondisi ini dapat menyebabkan kecelakaan pada motor induksi 3 fasa yang membuat mesin menjadi cepat panas, sehingga menurunkan produktivitas mesin yang sebenarnya. Penyimpangan ketidakseimbangan tegangan ini akan mempengaruhi kinerja motor induksi yang dapat mengurangi kekuatan dan kemampuan motor tersebut. Definisi ketidakseimbang ditentukan berdasarkan metode NEMA (National Equipment Manufacturer's Association). Simulasi perhitungan dengan Matlab Simulink dilakukan untuk analisis dampak ketidakseimbangan tegangan pada motor induksi 3 fasa dengan ketidakseimbangan 5%, dimana input tegangan yang diberikan pada Phase A= 420 Volt, Phase B = 400 Volt, dan Phase = 380 Volt. Pada saat tegangan tidak seimbang terjadinya perbedaan arus pada stator, gelombang torsi dan kecepatan motor, dimana ketika motor diberikan tegangan tidak seimbang menyebabkan arus pada stator menjadi tidak seimbang, pada torsi dan kecepatan motor mengalami osilasi yang mengakibatkan getaran pada motor semakin besar. Tegangan tidak seimbang menyebabkan peningkatan nilai torsi dan kecepatan motor. Pada saat motor tanpa beban dengan input tegangan tidak seimbang torsi motor bernilai 574 Nm dan kecepatan motor saat stady state 1501 Rpm, dan pada beban 360 Nm nilai torsi motor saat stady state 934 Nm, dengan kecepatan motor 1497 Rpm, Sehingga dengan semakin naiknya nilai beban maka nilai torsi akan meningkat dan pada kecepatan motor akan menurun. NEMA membuat motor dapat beroperasi secara normal spesifikasinya jika unbalance voltage tidak lebih dari 1%. Ketika tegangan tidak seimbang 5% akan menyebabkan panas berlebih dan kerugian pada motor meningkat. Untuk mengatasi ketidakseimbangan tegangan dengan cara derating atau menurunkan peringkat motor. Ketika tegangan tidak seimbang melebihi 1% maka motor harus melambat agar motor dapat berjalan dengan baik.

Kata kunci: Motor 3 fasa, Ketidakseimbangan Tegangan, Stator, Torsi dan Kecepatan, Matlab.

A. Pendahuluan

Motor induksi adalah motor listrik yang banyak digunakan di banyak sektor, terutama dalam aplikasi industri dan rumah, karena motor ini mempunyai konstruksi yang sederhana dan kuat, Motor induksi yang banyak digunakan sekarang ialah motor induksi 3-fasa dan motor induksi 1-fasa. Motor induksi 3-fasa mempunyai 3 buah kumparan yang identik sama yang secara konstruksi berjarak 120 derajat listrik,

Pada umumnya motor induksi biasanya mempunyai beberapa kekurangan seperti efisiensi rendah dan faktor daya yang rendah dibandingkan dengan motor induksi lainnya sama seperti motor sinkron yang mempunyai faktor daya mendekati 1, dan motor induksi dengan arus star awal yang besar. Motor induksi memiliki sebuah sumber energy listrik yaitu dari sisi stator, sedangkan sistem kelistrikan disisi rotornya diinduksikan melalui celah udara dari stator dengan media electromagnet.

permasalahan yang sering terjadi belakangan ini adalah terjadinya ketidakseimbangan tegangan pada motor induksi 3 fasa, tegangan tidak seimbang adalah suatu nilai tegangan yang tidak sama pada sistem tegangan 3 fasa yang terdapat dalam sistem distribusi daya listrik, Untuk mengetahui pengaruh ketidakseimbangan tegangan terhadap motor induksi 3

fasa maka perlu dilakukan penelitian yang dapat menganalisis pengaruh ketidakseimbangan tegangan pada motor induksi 3 fasa terhadap arus stator, torsi dan kecepatan pada motor induksi 3 fasa menggunakan simulasi matlab Simulink.

B. Metode Penelitian

Penelitian ini merupakan penelitian simulasi dengan data-data yang diambil berdasarkan dari gambaran sebuah sistem sederhana pada masalah yang bersifat pemodelan dan simulasi dari analisis ketidakseimbangan tegangan motor induksi 3 fasa pada saat transien dan steady state.

Alat dan Bahan Penelitian

Agar penelitian dapat berjalan dengan baik dan lancar, maka dari itu dibutuhkan beberapa alat dan bahan yang digunakan untuk mendukung jalannya penelitian ini yaitu:

1. Peralatan yang digunakan yaitu laptop yang sudah diinstal aplikasi lunak Matlab Simulink.
2. Bahan yang digunakan untuk penelitian ini berupa jurnal-jurnal, dan buku sebagai referensi, serta data-data sekunder.

Data-Data yang Dibutuhkan

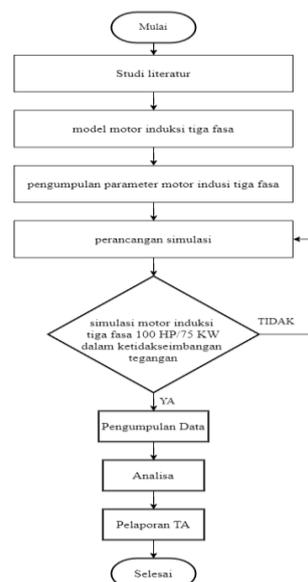
Pada penelitian ini memerlukan data yang dibutuhkan untuk kebutuhan penelitian, maka ada yang dibutuhkan yaitu parameter pada motor induksi 3 fasa:

1. Tegangan input.
2. Ketahanan stator dan rotor.
3. Induktansi stator dan rotor.
4. Kecepatan motor.
5. Tegangan motor.
6. Kutub.

Metode Pengambilan Data

Data yang diambil berupa arus stator, kecepatan, dan torsi. Untuk data yang di peroleh mengkaji pengaruh ketidakseimbangan motor induksi 3 fasa dengan simulasi Matlab Simulink.

Bagan alir penelitian



$$\frac{\text{Penyimpangan tegangan maximum dari tegangan fasa-fasa rata-rata}}{\text{Tegangan fasa-fasa rata-rata}} \times 100$$

Defenisi nema menggunakan besaran tegangan fasa-fasa dan mengansumsikan tegangan rata-rata selalu sama dengan harga nominal tegangan fasa-fasa (400 Volt). Dalam analisis besar LVUR pada percobaan ini sebesar 5%. Kemudian ditentukan

1. Tegangan rata-rata.

$$V_{av} = 400 \text{ Volt}$$

2. Menentukan besar V_{ab}

$$\begin{aligned} V_{ab} &= 0.05 \times V_{av} + V_{av} \\ &= 0.05 \times 400 + 400 \\ &= 420 \text{ Volt} \end{aligned}$$

3. Menentukan besar V_{bc} dan V_{ca}

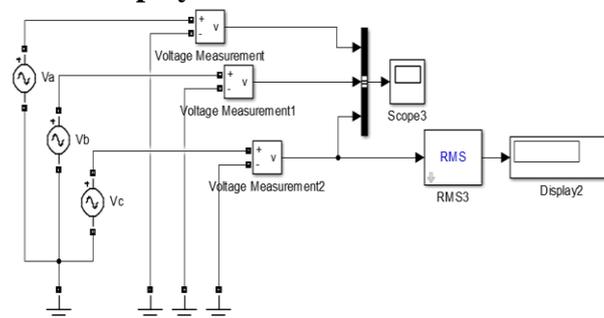
$$\begin{aligned} V_{bc} + V_{ca} &= 3 \times V_{av} - V_{ab} \\ &= 3 \times 400 - 420 \\ &= 780 \text{ Volt} \end{aligned}$$

Metode NEMA dari salah satu V_{bc} atau V_{ca} besarnya sama dengan V_{av} . Dalam hal ini dipilih V_{ab} sama dengan V_{av} :

$$V_{bc} = 400 \text{ Volt}$$

$$\begin{aligned} V_{ca} &= 780 - 400 \\ &= 380 \text{ Volt} \end{aligned}$$

Rangkaian Simulasi Power Suplay



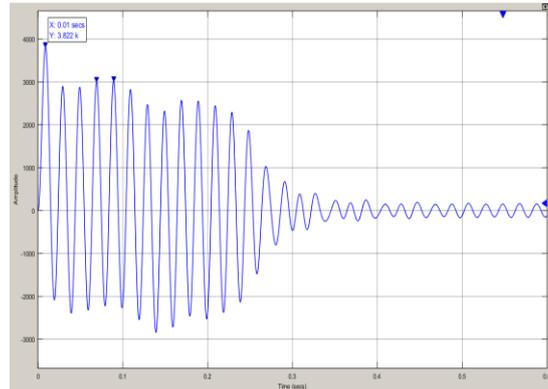
Gambar 1. Rangkaian Simulasi Power Suplay

Dengan menggunakan rangkaian simulasi pada Matlab Simulink seperti pada gambar diatas memerlukan 2 percobaan, yaitu pada saat tegangan seimbang dan tegangan tidak seimbang. Dengan menggunakan tegangan seimbang pada $V_a = 400 \text{ Volt}$, $V_b = 400 \text{ Volt}$, dan pada $V_b = 400 \text{ Volt}$, pada percobaan ke 2 dengan menggunakan nilai tegangan tidak seimbang pada $V_a = 420 \text{ Volt}$, $V_b = 400 \text{ Volt}$, dan V_c adalah 380 Volt , beban yang dipakai yaitu 0 Nm dan 360 Nm .

C. Hasil dan Pembahasan

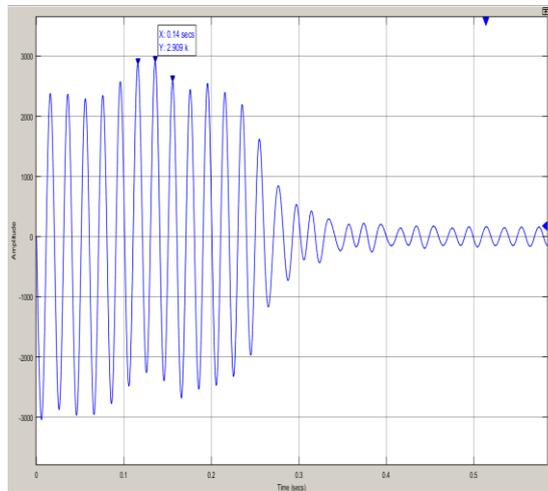
Simulasi Motor Induksi Tegangan Seimbang Motor Induksi 3 Fasa

Hasil Simulasi Tegangan Seimbang Respon Transien Pada Stator A Dengan Beban 360 Nm Pada Motor Induksi 3 Fasa



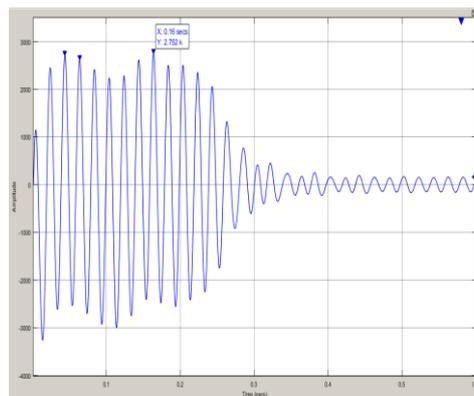
Gambar 2: Hasil Simulasi Tegangan Seimbang Respon Transien Pada Stator A Dengan Beban 360 Nm Pada Motor Induksi 3 Fasa

Hasil Simulasi Tegangan Seimbang Respon Arus Stator B Dengan Beban 360 Nm Pada Motor Induksi 3 Fasa.



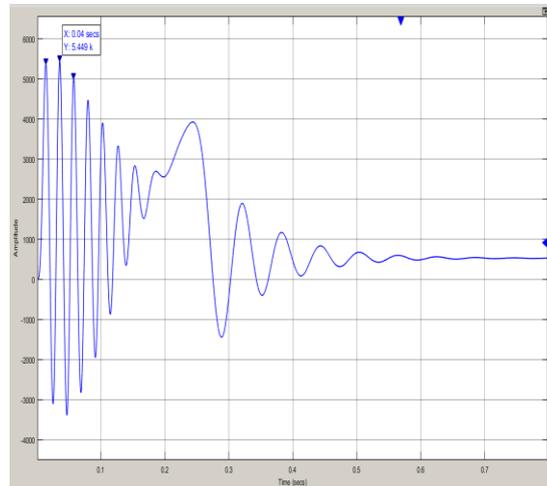
Gambar 3: Hasil Simulasi Tegangan Seimbang Respon Arus Stator B Dengan Beban 360 Nm Pada Motor Induksi 3 Fasa

Hasil Simulasi Tegangan Seimbang Respon Arus Stator C Dengan Beban 360 Nm Pada Motor Induksi 3 Fasa



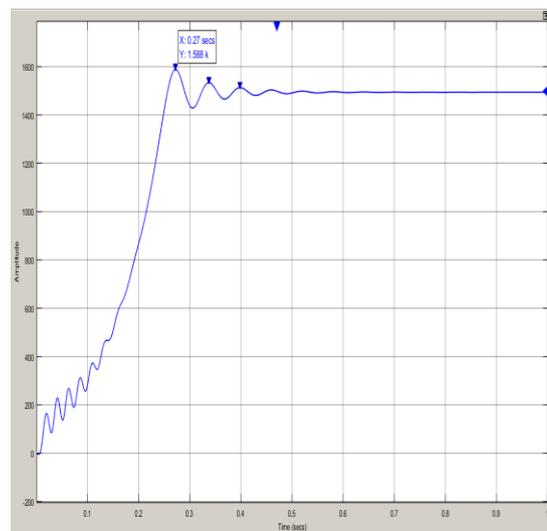
Gambar 4: Hasil Simulasi Tegangan Seimbang Respon Arus Stator C Dengan Beban 360 Nm Pada Motor Induksi 3 Fasa

Hasil Simulasi Tegangan Seimbang Respon Torsi Dengan Beban 360 Nm Pada Motor Induksi 3 Fasa



Gambar 5: Hasil Simulasi Tegangan Seimbang Respon Torsi Dengan Beban 360 Nm Pada Motor Induksi 3 Fasa

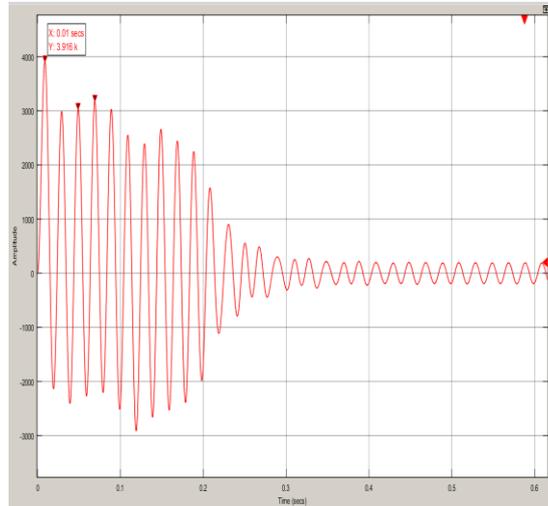
Hasil Simulasi Tegangan Seimbang Respon kecepatan Dengan Beban 360 Nm Pada Motor Induksi 3 Fasa



Gambar 6: Hasil Simulasi Tegangan Seimbang Respon kecepatan Dengan Beban 360 Nm Pada Motor Induksi 3 Fasa

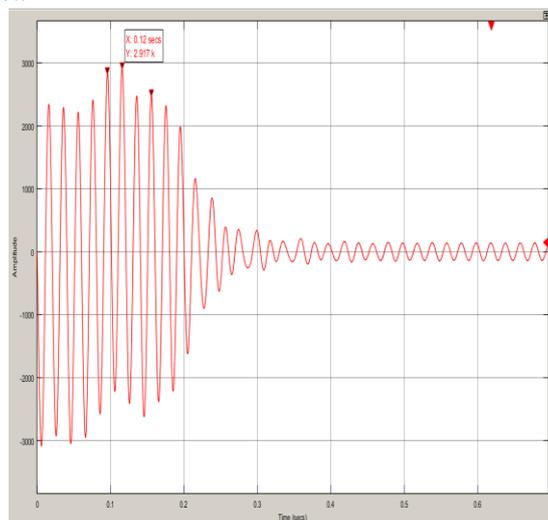
Simulasi Motor Induksi Tegangan Tidak Seimbang Motor Induksi 3 Fasa

Hasil Simulasi Tegangan Tidak Seimbang Respon Arus Stator A Dengan Beban 0 Nm Pada Motor Induksi 3 Fasa



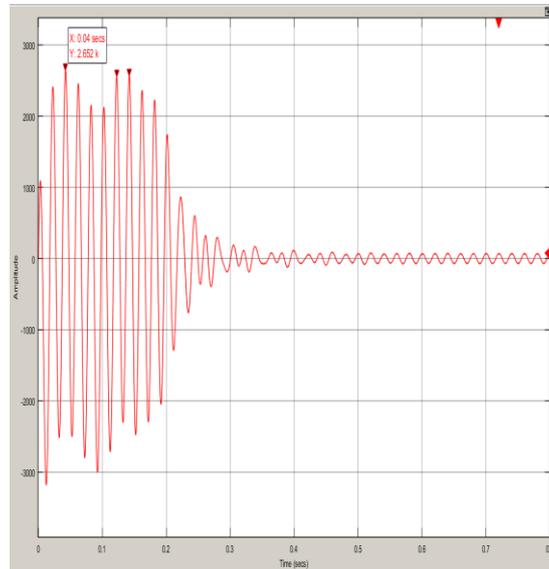
Gambar 7: Hasil Simulasi Tegangan Tidak Seimbang Respon Arus Stator A Dengan Beban 0 Nm Pada Motor Induksi 3 Fasa

Hasil Simulasi Tegangan Tidak Seimbang Respon Arus Stator B Dengan Beban 0 Nm Pada Motor Induksi 3 Fasa



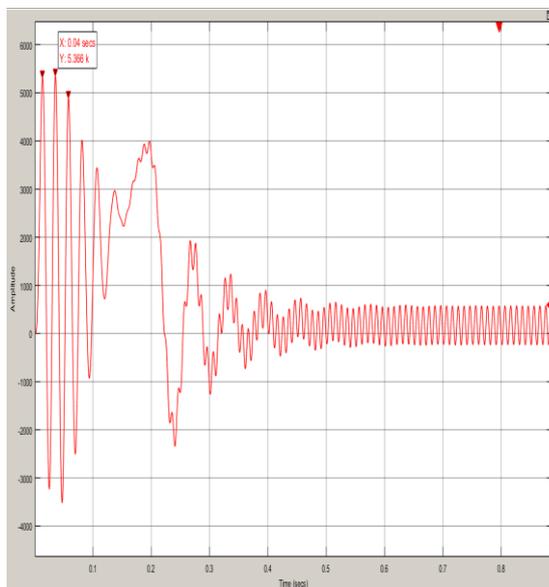
Gambar 8: Hasil Simulasi Tegangan Tidak Seimbang Respon Arus Stator B Dengan Beban 0 Nm Pada Motor Induksi 3 Fasa

Hasil Simulasi Tegangan Tidak Seimbang Respon Arus Stator C Dengan Beban 0 Nm Pada Motor Induksi 3 Fasa



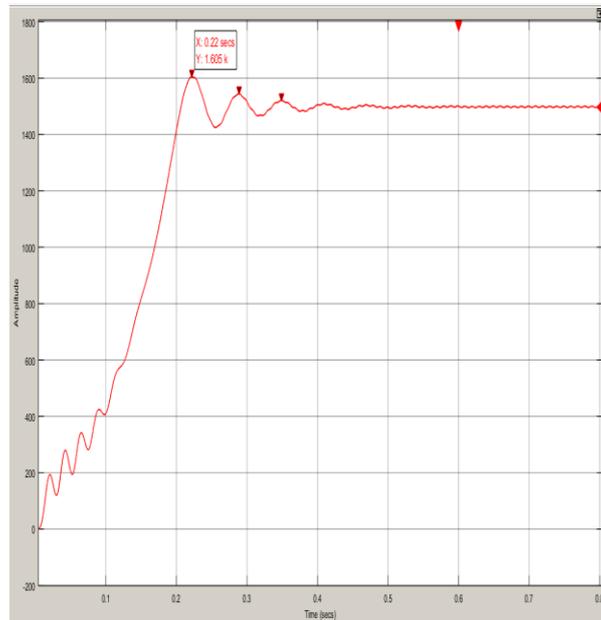
Gambar 9: Hasil Simulasi Tegangan Tidak Seimbang Respon Arus Stator C Dengan Beban 0 Nm Pada Motor Induksi 3 Fasa

Hasil Simulasi Tegangan Tidak Seimbang Respon Torsi Dengan Beban 0 Nm Pada Motor Induksi 3 Fasa



Gambar 10: Hasil Simulasi Tegangan Tidak Seimbang Respon Torsi Dengan Beban 0 Nm Pada Motor Induksi 3 Fasa

Hasil Simulasi Tegangan Tidak Seimbang Respon Kecepatan Dengan Beban 0 Nm Pada Motor Induksi 3 Fasa



Gambar 11: Hasil Simulasi Tegangan Tidak Seimbang Respon Kecepatan Dengan Beban 0 Nm Pada Motor Induksi 3 Fasa

Data Hasil Simulasi pada Motor Induksi 3 Fasa Matlab Simulink

Tabel 1. Tabel Hasil Simulasi Tegangan Seimbang Beban 0 Nm Pada Motor Induksi 3 Fasa

Parameter	Peak to peak	Rise time S	Peak time S	Settling time S	Steady state
Stator A	3820	0,00086	0,01	0,29	122
Stator B	2896	0,0032	0,12	0,30	122
Stator C	2707	0,0010	0,04	0,30	121
Torsi	5349	0,0025	0,01	0,51	170
Kecepatan	1607	0,085	0,22	0,47	1498

Tabel 2. Tabel Hasil Simulasi Tegangan Tidak Seimbang Beban 0 Nm Pada Motor Induksi 3 Fasa

Parameter	Peak to peak	Rise time S	Peak time S	Settling time S	Steady state
Stator A	3916	0,00053	0,01	0,33	193
Stator B	2917	0,0019	0,12	0,36	140
Stator C	2652	0,00091	0,04	0,40	69
Torsi	5366	0,0037	0,04	0,58	574
Kecepatan	1605	0,088	0,22	0,47	1501

D. Penutup

Dari hasil penelitian yang telah dilakukan terhadap simulasi yang telah dianalisa mengenai ketidakseimbangan tegangan pada motor induksi 3 fasa dengan menggunakan Matlab, dapat diambil kesimpulan seperti berikut:

1. Dari hasil yang telah diperoleh, pada saat ketidakseimbang tidak berpengaruh signifikan pada nilai peak time, namun sangat berpengaruh pada nilai rise time dan settling time pada stator dan torsi. tegangan sangat berpengaruh terhadap transien motor induksi 3 fasa, terutama mengalami kenaikan nilai pada saat motor melakukan starting.
2. Pengaruh ketidakseimbangan tegangan terhadap motor induksi 3 fasa pada saat steady state berdampak pada ketidakseimbangan pada arus stator, dan menyebabkan nilai torsinya juga meningkat, hal ini dapat menyebabkan motor induksi 3 fasa bekerja tidak secara optimal, dan dapat menyebabkan kerusakan pada motor.

Daftar Pustaka

- Masri, M. (2016) 'Analisis Pengaruh Ketidakseimbangan Tegangan Terhadap Kinerja Motor Induksi Tiga Fasa dengan Matlab.
- Sarjono, Gianto, R. and Hiendro, A. (2020) 'Evaluasi Kinerja Motor Induksi 3 Fasa 100 Hp / 75 Kw Pada Panel Star – Delta Di Pdam Tirta Raya Adi Sucipto', *Jurnal Teknik Elektro Universitas Tanjungpura*, 2(1), p. 8.
- Sudjoko, R.I. and Hartono (2002) 'Desain dan Simulasi Motor Induksi 3 Fasa dengan Menggunakan Matlab.
- Jairo D Sibarani, Glanny M Ch. Mangindaan, A.H.J.O. (2020) 'Study Pengaruh Torsi Terhadap Kinerja Motor Induksi 3 Fasa Menggunakan MatLab', *Universitas Sam Ratulangi Manado*, pp. 1–11.
- Evalina, N., Azis, A.H. and Zulfikar (2018) 'Pengaturan Kecepatan Putaran Motor Induksi 3 Fasa Menggunakan Programmable logic controller', *Journal of Electrical Technology*, 3(2), pp. 73–80.