

ANALISIS AKIBAT PERUBAHAN BESARAN KAPASITOR TERHADAP PENGGUNAAN ENERGI LISTRIK PADA MOTOR INDUKSI 1 PHASE

Rio Rifaldi¹, Parlin Siagian²

rio.rifaldi222@gmail.com¹, parlinsiagian@dosen.pancabudi.ac.id²

Universitas Pembangunan Panca Budi Medan

ABSTRAK

Untuk melihat penggunaan energi listrik motor induksi satu fasa akibat perubahan besaran kapasitor ini maka diperlukan penelitian. Pada penelitian ini, untuk mengetahui penggunaan atau konsumsi energi listrik dari motor induksi satu fasa jenis kapasitor permanen saat besaran kapasitor berubah adalah berupa mesin pompa air yang banyak digunakan pada rumah tangga. Dengan demikian, dari penelitian ini diharapkan akan diperoleh penggunaan energi listrik motor induksi satu fasa akibat perubahan besaran kapasitor untuk jenis motor kapasitor permanen. Dari hasil penelitian ini Motor induksi satu phasa jenis kapasitor permanen dengan tegangan input 220 Volt, bila menggunakan kapasitor sebesar 8 μF atau kondisi eksisting diperoleh arus 1,60 Amper, daya aktif 0,22 kW dengan faktor daya 0,85 dan bila menggunakan kapasitor sebesar 1,5 μF diperoleh arus 1,55 Amper, daya aktif 0,18 kW dengan faktor daya 0,51 dan menggunakan kapasitor 60 μF diperoleh arus 4,18 Amper, daya aktif 0,90 kW dengan faktor daya 0,98. Penggunaan energi listrik dari motor induksi satu phasa jenis kapasitor permanen selama satu jam, kondisi eksisting 0,22 kWh dengan biaya Rp. 317,834 dan saat menggunakan kapasitor 1,5 μF diperoleh energi listrik 0,18 kWh dengan biaya Rp. 260.046 serta saat menggunakan kapasitor 60 μF diperoleh energi listrik 0,90 kWh dengan biaya Rp. 1.300,23. Hasil penelitian diperoleh bahwa penggunaan kapasitor dengan nilai 1,5 μF , daya aktif lebih kecil dibanding kondisi eksisting (8 μF), namun yang membedakan antara penggunaan kapasitor tersebut adalah faktor daya saat 1,5 μF lebih kecil dan torsi start juga nol sehingga penggunaan kapasitor 8 μF lebih baik dibandingkan kapasitor 1,5 μF .

Kata Kunci: Perubahan Besaran Kapasitor, Energi Listrik Pada Motor Induksi 1 Phase.

PENDAHULUAN

Konsumsi energi listrik didominasi oleh penggunaan motor listrik pada industri, transportasi, fasilitas publik dan juga pada rumah tangga. Motor listrik mengonsumsi lebih dari separuh energi listrik yang dibangkitkan pusat. pusat pembangkit listrik termasuk juga yang ada pada rumah tangga seperti motor induksi satu fasa. Motor listrik seperti motor induksi satu fasa dengan jenis motor kapasitor permanen atau disebut juga dengan motor kapasitor running banyak digunakan untuk keperluan rumah tangga sebagai penggerak pada pompa air, kipas angin dan lain sebagainya. Motor induksi mempunyai konstruksi sederhana, mudah dioperasikan, relatif lebih murah dalam perawatannya. Motor induksi satu fasa biasanya tersedia dengan daya kurang dari 1 HP.

Motor induksi kapasitor permanen mempunyai kumparan bantu yang dihubungkan secara seri dengan sebuah kapasitor. Kapasitor ini selalu berada dalam rangkaian motor, baik pada waktu start maupun jalan. Oleh karena kapasitor yang digunakan tersebut selalu dipakai pada waktu jalan maka harus digunakan kapasitor yang berjenis kondensator minyak atau kondensator kertas minyak. Apabila kapasitor yang digunakan, besaran kapasitornya tidak sesuai atau kapasitor mengalami kerusakan maka akan mengakibatkan arus tinggi sehingga akan berpengaruh terhadap penggunaan energi listrik dari motor induksi satu fasa tersebut. Untuk melihat penggunaan energi listrik motor induksi satu fasa akibat perubahan besaran kapasitor ini maka diperlukan penelitian. Pada penelitian ini, untuk mengetahui penggunaan atau konsumsi energi listrik dari motor induksi satu fasa jenis kapasitor permanen saat besaran kapasitor berubah adalah berupa mesin pompa air yang banyak digunakan pada rumah tangga. Dengan demikian, dari penelitian ini diharapkan

akan diperoleh penggunaan energi listrik motor induksi satu fasa akibat perubahan besaran kapasitor untuk jenis motor kapasitor permanen.

METODE PENELITIAN

Metode penelitian yang digunakan dalam penelitian ini adalah:

a. Metode pengumpulan data

Metode yang digunakan pada proses pengumpulan data yaitu dari objek yang diteliti yaitu motor induksi satu fasa 125 Watt, 220 Volt, 50 Hz, 2800 rpm, dengan melakukan pengukuran untuk mendapatkan data-data pada pengukuran arus, daya dan faktor daya motor induksi satu fasa dengan kapasitor variable.

b. Metode Pengolahan data

Dari data yang diperoleh dari percobaan dan pengukuran motor induksi satu fasa dengan kapasitor variabel diperoleh nilai arus, daya dan faktor daya motor induksi satu fasa dan data-data tersebut digunakan untuk menghitung energi listrik

c. Analisa Data

Dilakukan analisa data untuk mendapat nilai daya dan energi listrik motor induksi satu fasa jenis kapasitor permanen dengan menggunakan kapasitor variabel dan selanjutnya hasilnya dibandingkan untuk setiap penggunaan kapasitor variabel tersebut untuk melihat penggunaan energi listriknya

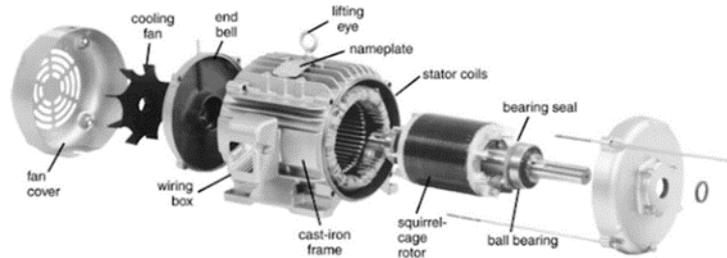
d. Motor Induksi

Motor induksi adalah motor listrik bolak-balik (AC) yang putaran rotornya tidak sama dengan putaran medan stator atau putaran rotor dengan putaran medan stator terdapat selisih putaran yang disebut slip. Umumnya motor induksi dikenal ada dua macam berdasarkan jumlah fasa yang digunakan, yaitu: motor induksi satu fasa dan motor induksi tiga fasa. Sesuai dengan namanya motor induksi satu fasa dirancang untuk beroperasi menggunakan suplai tegangan satu fasa dan motor induksi tiga fasa dengan suplai tegangan tiga fasa. Pemakaian mesin-mesin listrik erat kaitannya dengan aplikasi motor listrik yang mengkonsumsi listrik bervariasi bergantung kepada ukuran dari motor-motor itu. Umumnya motor listrik selalu beroperasi pada harga tegangan listrik nominal atau tegangan penuh misalkan 220 Volt per fasa atau 380 Volt tiga fasa. Motor induksi sering digunakan sebagai penggerak pada peralatan dengan kecepatan yang relatif konstan. Hal ini disebabkan karena motor induksi satu fasa memiliki beberapa kelebihan yaitu konstruksi yang cukup sederhana, kecepatan putar yang hampir konstan terhadap perubahan beban.

Salah satu jenis motor induksi satu fasa adalah jenis permanent split capacitor yang terdapat sedikit perbedaan pada rangkaian ekivalen karena kumparan bantu tidak hanya digunakan saat start tetapi juga digunakan saat berputar. Pemasangan kapasitor secara seri dengan kumparan bantu, maka beda fasa antara arus kumparan utama dan kumparan bantu akan menjadi besar (maksimum 90°). Akibat beda fasa (θ) yang besar ini, maka medan magnet putar yang dihasilkan oleh kumparan stator akan menjadi besar dengan sendirinya gaya putar rotor akan menjadi besar pula. Beda fasa (θ) yang semakin besar, maka medan magnet putar yang dihasilkan oleh kumparan stator akan menjadi besar dan dengan sendirinya gaya putar rotor akan menjadi besar pula.

e. Konstruksi Motor Induksi Satu Fasa

Konstruksi motor induksi satu fasa hampir sama dengan konstruksi motor induksi tiga fasa, yaitu terdiri dari dua bagian utama yaitu stator dan rotor. Keduanya merupakan rangkaian magnetik yang berbentuk silinder dan simetris. Di antara rotor dan stator ini terdapat celah udara yang sempit. Konstruksi dari motor induksi satu fasa seperti pada gambar dibawah ini

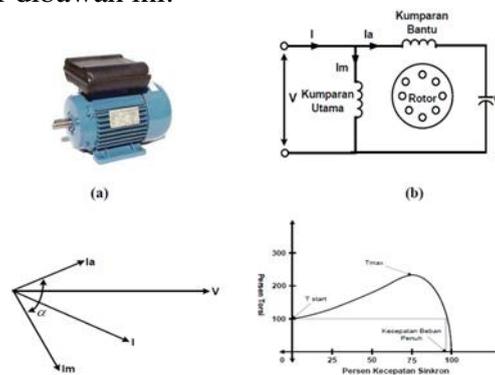


Gambar 1 Konstruksi Motor Induksi 1 Fasa

Stator merupakan bagian yang diam sebagai rangka tempat kumparan stator yang terpasang. Stator terdiri dari : inti stator, kumparan stator, dan alur stator. Motor induksi satu fasa dilengkapi dengan dua kumparan stator yang dipasang terpisah, yaitu kumparan utama (main winding) atau sering disebut dengan kumparan berputar dan kumparan bantu (auxiliary winding) atau sering disebut dengan kumparan start. Rotor merupakan bagian yang berputar. Bagian ini terdiri dari : inti rotor, kumparan rotor dan alur rotor. Pada umumnya ada dua jenis rotor yang sering digunakan pada motor induksi, yaitu rotor belitan (wound rotor) dan rotor sangkar (squirrel cage rotor).

f. Motor Induksi Satu Fasa Kapasitor Permanen

Motor induksi satu fasa kapasitor permanen tidak mempunyai saklar sentrifugal. Konstruksi dari motor kapasitor permanen ditunjukkan pada Gambar dibawah, gambar rangkaian ekivalen motor ini seperti yang ditunjukkan pada Gambar kapasitor dihubungkan seri dengan kumparan bantu dan tidak dilepas setelah pengasutan dilakukan dan tetap tinggal pada rangkaian. Hal ini menyederhanakan konstruksi dan mengurangi biaya serta memperbaiki ketahanan motor karena saklar sentrifugal tidak digunakan. Faktor daya, denyutan momen putar, dan efisiensi akan lebih baik karena motor berputar seperti motor dua fasa. Sudut fasa antar kumparan ditunjukkan pada Gambar Jenis kapasitor yang digunakan adalah kapasitor kertas. Karakteristik momen putar-kecepatan motor ini ditunjukkan pada Gambar dibawah ini.



Gambar 2 Motor kapasitor permanen

g. Energi dan Daya Listrik

Energi listrik adalah sejumlah daya listrik yang digunakan atau diserap selama waktu tertentu, energi listrik diukur dengan menggunakan alat ukur listrik yang biasa disebut dengan wattjam meter atau kWh meter atau MWh meter. Satuan energi listrik antara lain : watt detik, wattjam, kilo Watt jam (kWh), Mega Watt jam (MWh). Energi listrik dapat dituliskan dengan

$$W = P \times t \dots\dots\dots (1)$$

Dimana:

W = Energi Listrik (Wh)

P = Daya (Watt)

t = Waktu

Daya adalah suatu gaya yang menyebabkan sesuatu benda dapat bergerak (berpindah) atau jumlah kerja yang dapat dilakukan dalam satuan waktu dan diberi simbol “ P “ dengan satuan watt atau Joule/detik. 1 Watt sama dengan 1 Joule/detik adalah jumlah kerja yang dilakukan oleh muatan 1 Coulomb yang mengalir melalui perbedaan potensial 1 volt dalam setiap detik atau sebagai daya yang digunakan bila 1 amper arus mengalir melalui perbedaan potensial 1 Volt. Dalam ilmu mekanik untuk satuan daya biasanya menggunakan istilah horse power (hp), dimana 1 Hp setara dengan 746 watt dan dapat dituliskan sebagai berikut:

$$P = V \times I \dots\dots\dots (2)$$

Dimana:

P = Daya (Watt)

V = Tegangan (Volt)

I = Arus (Ampere)

Perhitungan daya pada motor induksi satu fasa dapat dihitung dengan menggunakan perhitungan:

$$P = V \times I \times \cos \phi \dots\dots\dots (3)$$

HASIL DAN PEMBAHASAN

Data motor induksi satu fasa dari data name plate yang diteliti adalah sebagai berikut:

Daya Motor = 125 W

Frekuensi = 50 Hz

Jumlah Kutub = 2

Putaran = 2800 rpm

Tegangan = 220 Volt

Arus Nominal = 1,3 Amper

Pada penelitian ini pengujian motor induksi satu fasa jenis kapasitor permanen

Tabel 1. Hasil pengukuran In, P, S, Cos φ dan rpm sebelum perubahan besaran kapasitor pada motor induksi 1 fasa

Besaran Kapasitor (μF)	Tegangan Input (Vin) (Volt)	Arus Nominal (In) (Amp)	Daya Aktif (P) (kW)	Daya Semu (S) (kVA)	Faktor Daya (Cos φ)	Kecepatan putar rotor (nr) (rpm)
8	220	1,15	0,21	0,25	0,85	2559

Tabel 2 Hasil pengukuran In, P, S, Cos φ dan rpm dari perubahan besaran kapasitor untuk motor induksi 1 fasa

Besaran Kapasitor (μF)	Tegangan Input (Vin) (Volt)	Arus Nominal (In) (Amp)	Daya Aktif (P) (kW)	Daya Semu (S) (kVA)	Faktor Daya (Cos φ)	Kecepatan putar rotor (nr) (rpm)
1,5	220	1,55	0,18	0,35	0,51	2938
2,0	220	1,45	0,20	0,33	0,61	2940
10	220	1,22	0,26	0,28	0,95	2967
14	220	1,72	0,38	0,39	0,98	2964
16	220	1,51	0,33	0,34	0,98	2965
20	220	2,25	0,50	0,50	0,98	2959
35	220	3,87	0,85	0,85	1,01	2881
45	220	3,91	0,85	0,87	1,01	2785
60	220	4,18	0,91	0,92	0,98	2680

a. Daya dan energi listrik motor induksi satu phasa dengan kapasitor sebesar 8 μ F

Daya dan pemakaian energi listrik motor induksi satu phasa menggunakan kapasitor sebesar 8 μ F atau kapasitor kondisi bawaan dari motor induksi satu phasa dapat dihitung dengan menggunakan data yang ada pada tabel 1 dan hasilnya sebagai berikut:

$$\begin{aligned}P &= V \times I \times \cos \varphi \\ &= 220 \times 1,15 \times 0,85 \\ &= 215,05 \text{ Watt} \\ &= 0,215 \text{ kW} \\ &\approx 0,22 \text{ kW}\end{aligned}$$

Pemakaian energi listrik selama 1 (satu) jam sebagai berikut :

$$\begin{aligned}W &= 0,22 \text{ kW} \times 1 \text{ Jam} \\ &= 0,22 \text{ kWh}\end{aligned}$$

Perhitungan biaya pemakaian energi listrik motor induksi satu phasa dengan kapasitor 8 μ F, bila biaya per-kWh energi listrik sebesar Rp. 1.444,70,/kWh maka diasumsikan sebagai berikut:

Pemakaian selama satu jam dalam sehari : Biaya energi listrik = 0,22 kWh x Rp. 1.444,70 = Rp. 317,834. Untuk pemakaian satu bulan maka biaya energi listrik adalah : 30 hari x Rp. 317,834 = Rp.9.535.02

b. Motor Induksi satu phasa dengan pemasangan kapasitor 1,5 μ F

$$\begin{aligned}P &= V \times I \times \cos \varphi \\ &= 220 \times 1,55 \times 0,51 \\ &= 173,91 \text{ Watt} \\ &= 0,173 \text{ kW} \\ &\approx 0,18 \text{ kW}\end{aligned}$$

Pemakaian energi listrik selama 1 (satu) jam sebagai berikut :

$$\begin{aligned}W &= 0,18 \text{ kW} \times 1 \text{ Jam} \\ &= 0,18 \text{ kWh}\end{aligned}$$

Biaya energi listrik = 0,18 kWh x Rp. 1.444,70 = Rp. 260.046. Untuk pemakaian satu bulan maka biaya energi listrik adalah : 30 hari x Rp. 260.046 = Rp.7.801,38

c. Motor Induksi satu phasa dengan pemasangan kapasitor 16 μ F

$$\begin{aligned}P &= V \times I \times \cos \varphi \\ &= 220 \times 1,51 \times 0,98 \\ &= 325,556 \text{ Watt} \\ &= 0,325 \text{ kW} \\ &\approx 0,33 \text{ kW}\end{aligned}$$

Pemakaian energi listrik selama 1 (satu) jam sebagai berikut :

$$\begin{aligned}W &= 0,33 \text{ kW} \times 1 \text{ Jam} \\ &= 0,33 \text{ kWh}\end{aligned}$$

Biaya energi listrik = 0,33 kWh x Rp. 1.444,70 = Rp. 476.751. Untuk pemakaian satu bulan maka biaya energi listrik adalah : 30 hari x Rp. 476.751 = Rp.14.302,53

d. Motor Induksi satu phasa dengan pemasangan kapasitor 35 μ F

$$\begin{aligned}
P &= V \times I \times \cos \varphi \\
&= 220 \times 3,87 \times 1,01 \\
&= 859,914 \text{ Watt} \\
&= 0,859 \text{ kW} \\
&\approx 0,86 \text{ kW}
\end{aligned}$$

Pemakaian energi listrik selama 1 (satu) jam sebagai berikut :

$$\begin{aligned}
W &= 0,86 \text{ kW} \times 1 \text{ Jam} \\
&= 0,86 \text{ kWh}
\end{aligned}$$

Biaya energi listrik = 0,86 kWh x Rp. 1.444,70 = Rp. 1.242.442. Untuk pemakaian satu bulan maka biaya energi listrik adalah : 30 hari x Rp. 1.242.442 = Rp. 37.273,26

e. Motor Induksi satu phasa dengan pemasangan kapasitor 45 μF

$$\begin{aligned}
P &= V \times I \times \cos \varphi \\
&= 220 \times 3,91 \times 1,01 \\
&= 868,802 \text{ Watt} \\
&= 0,868 \text{ kW} \\
&\approx 0,87 \text{ kW}
\end{aligned}$$

Pemakaian energi listrik selama 1 (satu) jam sebagai berikut :

$$\begin{aligned}
W &= 0,87 \text{ kW} \times 1 \text{ Jam} \\
&= 0,87 \text{ kWh}
\end{aligned}$$

Biaya energi listrik = 0,87 kWh x Rp. 1.444,70 = Rp. 1.256.889. Untuk pemakaian satu bulan maka biaya energi listrik adalah : 30 hari x Rp. 1.256.889 = Rp. 37.706,67

f. Motor Induksi satu phasa dengan pemasangan kapasitor 60 μF

$$\begin{aligned}
P &= V \times I \times \cos \varphi \\
&= 220 \times 4,18 \times 0,98 \\
&= 901,208 \text{ Watt} \\
&= 0,901 \text{ kW} \\
&\approx 0,90 \text{ kW}
\end{aligned}$$

Pemakaian energi listrik selama 1 (satu) jam sebagai berikut :

$$\begin{aligned}
W &= 0,90 \text{ kW} \times 1 \text{ Jam} \\
&= 0,90 \text{ kWh}
\end{aligned}$$

Biaya energi listrik = 0,90 kWh x Rp. 1.444,70 = Rp. 1.300,23. Untuk pemakaian satu bulan maka biaya energi listrik adalah : 30 hari x Rp. 1.300,23 = Rp. 39.006,9

Terjadi peningkatan penggunaan arus nominal dari motor induksi saat menggunakan kapasitor sebesar 60 μF bila dibandingkan dengan kondisi eksisting dari motor induksi satu phasa yang menggunakan kapasitor sebesar 8 μF . Begitu juga dengan daya aktif terhadap penggunaan kapasitor dengan dengan nilai atau besaran yang bervariasi terjadi peningkatan bahwa saat menggunakan kapasitor 8 μF diperoleh daya sebesar 0,22 kW dan jauh lebih kecil bila dibanding dengan motor induksi satu phasa jenis kapasitor permanen menggunakan kapasitor sebesar 60 μF yaitu sebesar 0,90 kW.

KESIMPULAN

Dari hasil penelitian ini maka dapat dibuat kesimpulan sebagai berikut:

a. Motor induksi satu phasa jenis kapasitor permanen dengan tegangan input 220 Volt, bila

- menggunakan kapasitor sebesar 8 μF atau kondisi eksisting diperoleh arus 1,60 Amper, daya aktif 0,22 kW dengan faktor daya 0,85 dan bila menggunakan kapasitor sebesar 1,5 μF diperoleh arus 1,55 Amper, daya aktif 0,18 kW dengan faktor daya 0,51 dan menggunakan kapasitor 60 μF diperoleh arus 4,18 Amper, daya aktif 0,90 kW dengan faktor daya 0,98
- b. Penggunaan energi listrik dari motor induksi satu fasa jenis kapasitor permanen selama satu jam, kondisi eksisting 0,22 kWh dengan biaya Rp. 317,834 dan saat menggunakan kapasitor 1,5 μF diperoleh energi listrik 0,18 kWh dengan biaya Rp. 260.046 serta saat menggunakan kapasitor 60 μF diperoleh energi listrik 0,90 kWh dengan biaya Rp. 1.300,23.
 - c. Hasil penelitian diperoleh bahwa penggunaan kapasitor dengan nilai 1,5 μF , daya aktif lebih kecil dibanding kondisi eksisting (8 μF), namun yang membedakan antara penggunaan kapasitor tersebut adalah faktor daya saat 1,5 μF lebih kecil dan torsi start juga nol sehingga penggunaan kapasitor 8 μF lebih baik dibandingkan kapasitor 1,5 μF .

DAFTAR PUSTAKA

- A. E. Fitzgerald, C. Kingsley, and S. D. Umans, *Electric Machinery*, 6th ed. Boston: McGraw-Hill, 2005
- Atmam, E. Zondra, and Zufahri, "Analisis Penggunaan Energi Listrik Pada Motor Induksi Satu Fasa dengan Menggunakan Inverter," *SainETIn J. Sains, Energi, Teknol. dan Ind.*, vol. 1, no. 2, pp. 1–8, 2017
- Atmam, Zufahri, and U. Situmeang, "Analisis Pengaruh Perubahan Besaran Kapasitor Terhadap Arus Start Motor Induksi Satu Fasa," *SainETIn J. Sains, Energi, Teknol. dan Ind.*, vol. 1, no. 1, pp. 1–8, 2016
- Benri Purba, Parlin Siagian, Rahmaniar, "Optimasi Penggunaan Energi Pada Sistem Pencahayaan Gedung Bandara Kualanamu Deli Serdang Dalam Rangka Konservasi Energi Menggunakan Metode Algoritma Genetika" Volume IX, No.4, Oktober 2024 Hal 10914 – 10921, p-ISSN : 2528-3561 e-ISSN : 2541-1934
- E. Martina, A. Hamzah, and F. Feranita, "Analisis dan Pemodelan Motor Induksi Kapasitor Permanen dengan Rangkaian Ekuivalen Invers Γ ," *Jom FTEKNIK*, vol. 2, no. 2, pp. 1–14, 2015
- E. R. Septiadi, H. Eteruddin, and D. Setiawan, "Studi Penggunaan Energi Listrik Bangunan Menggunakan Raspberry Pi," in *Seminar Nasional Cendekiawan*, 2018, pp. 225–230
- H. S. Sarhan, "Online energy efficient control of three-phase induction motor drive using PIC-microcontroller," *Int. Rev. Model. Simulations*, vol. 4, no. 5, pp. 2278–2284, 2011
- M. A. Novianta, "Analisis Motor Induksi Satu Fasa dengan Metode Cycloconverter Berbasis Mikrokontroler AT89C51," *TELKOMNIKA*, vol. 5, no. 1, pp. 27–32, 2007
- R. Fierdaus, Soeprpto, and H. Purnomo, "Pengaruh Bentuk Gelombang Sinus Termodifikasi (Modified Sine Wave) Terhadap Unjuk Kerja Motor Induksi Satu Fasa," *J. Mhs. TEUB*, vol. 1, no. 1, pp. 0–5, 2013
- Y. Liklikwatil, "Pengaturan Tegangan Kerja Minimum Motor Induksi Untuk Penghematan Pemakaian Energi Peralatan Yang Digerakan Oleh Motor Listrik," *Isu Teknol. STT Mandala*, vol. 5, no. 02, pp. 47–57, 2013.