

## ANALISIS PERFORMANSI PADA MOTOR INDUKSI SATU FASA TERHADAP BESAR TEGANGAN DAN ARUS DENGAN PENAMBAHAN KOMPONEN RLC

Slamet Hani<sup>1\*</sup>, Gatot Santoso<sup>2</sup>, Andry Nugroho Tri Santosa<sup>3</sup>, Ripto Yulianto<sup>4</sup>

<sup>1,2,3</sup> Universitas AKPRIND Indonesia, \*Penulis Koresponden

e-mail :<sup>1</sup>shan.akprind@gmail.com, <sup>2</sup>gatsan@akprind.ac.id, <sup>3</sup>andrynugrohots@gmail.com

<sup>4</sup>riptoYulianto748@gmail.com

### ABSTRACT

Single phase induction motors have several types of capacitors, one of which is a permanent capacitor motor or called a running capacitor motor which is widely used for household purposes as a driver for water pumps, fans and so on. The contribution of this research to the induction motor industry or household electrical technology is very necessary in optimizing the performance of induction motors and will also increase the attractiveness of using induction motors. Single-phase induction motors are generally available with a power of less than 1 HP. Testing single-phase induction motors uses additional RLC components and determines the voltage, current and rotational speed produced. Addition of RLC components in this system to measure parameters. Resistive (variable resistor), Inductive (induction winding), Capacitive (capacitor) which are polyster type with both cables can be used back and forth. The components are installed in series. The results of the test when the resistance was varied were the highest at 31.2  $\Omega$ , the running voltage output was 199 V and the running current was 1.2 A. In this condition the motor rotated at a speed of 2552 rpm. Tests when using a 15 mH inductor winding obtained the lowest running voltage value of 135 V and a current of 0 A, in this condition the motor rotates at a speed of 2306 rpm. Meanwhile, testing using a 12  $\mu$ F capacitor resulted in a running voltage of 223 V and a running current of 1.6 A, in this condition the motor could rotate.

**Keywords:** Single phase induction motor, voltage, current, RLC components

### INTISARI

Motor induksi satu fasa memiliki beberapa jenis kapasitor salah satunya motor kapasitor permanen atau disebut dengan motor kapasitor running yang banyak digunakan untuk keperluan rumah tangga sebagai penggerak pada pompa air, kipas angin dan lain sebagainya. Kontribusi penelitian ini terhadap industri motor induksi atau teknologi listrik rumah tangga sangat diperlukan dalam mengoptimalkan kinerja motor induksi juga akan meningkatkan daya tarik pemakaian motor induksi. Motor induksi satu fasa umumnya tersedia dengan daya kurang dari 1 HP., pengujian motor induksi satu fasa menggunakan tambahan komponen RLC serta mengetahui besar tegangan, arus dan kecepatan putar yang dihasilkan. Penambahan komponen RLC dalam sistem ini untuk mengukur parameter. Resistive (resistor variabel), Inductive (lilitan induksi), Capacitive (kapasitor) yang berjenis polyster dengan kedua kabel dapat digunakan secara bolak-balik. Pemasangan komponen tersebut disusun secara seri. Hasil dari pengujian saat hambatan divariasikan tertinggi sebesar 31,2  $\Omega$ , output tegangan running sebesar 199 V dan arus running 1,2 A dikeadaan tersebut motor berputar pada kecepatan 2552 rpm. Pengujian pada saat menggunakan lilitan induktor 15 mH didapatkan nilai tegangan running terendah sebesar 135 V dan arus 0 A, pada keadaan tersebut motor berputar dengan kecepatan 2306 rpm. Sedangkan pengujian menggunakan kapasitor 12  $\mu$ F didapatkan tegangan running 223 V dan arus running 1,6 A pada keadaan tersebut motor dapat berputar.

**Kata kunci:** Motor induksi satu fasa, tegangan, arus, komponen RLC

### 1. PENDAHULUAN

Saat ini 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 (Fahmi & Rizki, n.d.). Motor induksi satu fasa memiliki beberapa jenis kapasitor salah satunya 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, praktis dioperasikan, relatif lebih murah pada perawatannya. Motor induksi satu fasa umumnya tersedia dengan daya kurang dari 1 HP (Zondra and Yuvendius 2020). Pada sistem tenaga listrik dapat mengalami gangguan yang dapat mengakibatkan terjadinya penyaluran daya listrik. Salah satu penyebabnya yang terjadi ialah rusaknya sistem isolasi dikarenakan pengaruh tegangan lebih akibat operasi pemasangan pensklaran maupun akibat surja hubung (petir). Dalam hal ini penyebab adanya perubahan syarat yang mengakibatkan terjadinya tekanan yang sangat besar akibat bertambahnya besar arus/tegangan. Magnitudo tegangan lebih transien tersebut dapat

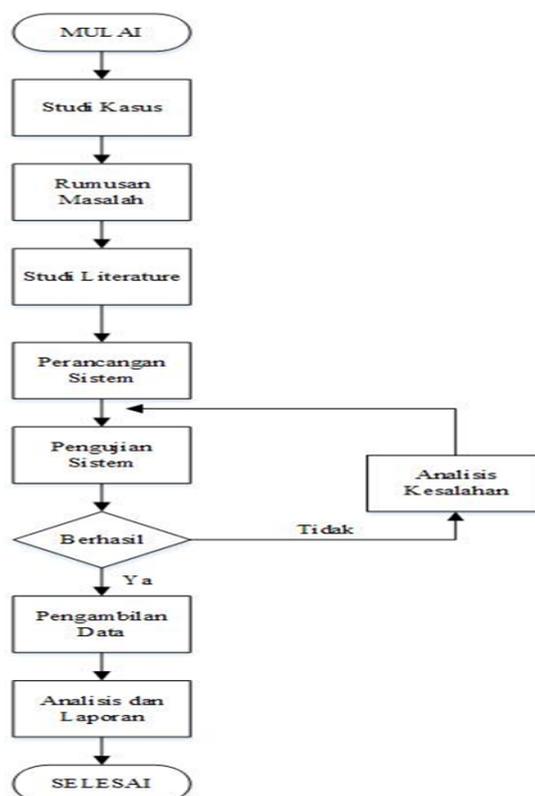
mengganggu bahan isolasi karena adanya arus yang besar sebagai akibatnya dapat menimbulkan panas yang lebih asalnya dari keadaan normal . Jika ketahanan termis alat-alat listrik tidak bisa menunda pengaruh dari insiden trasien, maka terjadilah kerusakan di isolator peralatan yang bisa menimbulkan gangguan yang lebih besar. Selain itu, tegangan yang lebih besar dapat mengakibatkan tekanan mekanis (Indah Lestari & Ragil Pamungkas, 2023). Motor induksi ialah motor listrik bolak-balik (ac) yang putaran rotornya tidak sama dengan putaran medan stator, dengan kata lain putaran rotor yang menggunakan putaran medan stator ada selisih putaran yang disebut slip. Motor induksi satu fasa sering dipergunakan sebagai penggerak pada alat-alat yang relatif konstan. Hal ini ditimbulkan karena motor induksi satu fasa mempunyai beberapa kelebihan yaitu konstruksi yang cukup sederhana, kecepatan putaran yang hampir konstan terhadap perubahan beban, serta umumnya dipergunakan pada asal jala-jala satu fasa yang banyak ada pada peralatan domestic (JJackson et al., 2021). 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 (Kuraish Shihab1 et al., 2018). Tujuan penelitian ini mengetahui implentasi dari perancangan motor induksi satu fasa dan performansi motor induksi satu fasa ketika diberi komponen RLC.

## 2. METODE PENELITIAN

Metodologi penelitian yang digunakan pada penelitian adalah metode penelitian empiris eksperimental. Metode penelitian empiris eksperimental dilakukan dengan melakukan perancangan dan pengujian alat secara nyata, sehingga di dapatkan data secara langsung dari alat yang dirancang (Liber Sonata, 2014). Selanjutnya dilakukan penelitian pengaruh penambahan komponen RLC untuk mengetahui tingkat perubahan besar arus, tegangan dan kecepatan pada performansi motor induksi tersebut (Sibarani et al., n.d.).

### 2.1 Tahapan Penelitian

Penelitian didasari atas dasar teori-teori yang valid dan memenuhi ilmu pengetahuan. Terencana penelitian harus direncanakan dengan memperhatikan aspek yang ada seperti waktu, dana, dan tempat. Sistematis teratur menurut sistem dan memakai system. Secara garis besar tahapan penelitian ini terdiri dari studi *literature*, perancangan dan pembuatan sistem, pengujian sistem, pengambilan data.



Gambar 1. Diagram Alir Penelitian

**Tabel 1.** Daftar Alat Penelitian

No.	Alat	Jumlah
1.	Solder	1
2.	Timah	1
3.	Penyedot timah	1
4.	Multimeter	1
5.	Obeng	1
6.	Laptop	1
7.	Tang kombinasi	1
8.	Gunting	1
9.	Bor listrik	1
10.	Gergaji	1
11.	Avometer	1
12.	Amperemeter	1
13.	Mistar	1

### 2.3 Bahan

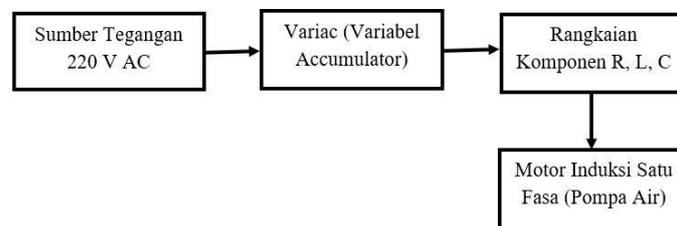
Bahan merupakan benda-benda yang akan dirancang menjadi suatu benda lain atau alat untuk penelitian skripsi ini. Bahan utama dalam pembuatan perancangan alat sistem kendali ini meliputi bagian elektronis, yang terdiri dari komponen elektronik untuk sistem kendali dan bagian mekanik, adapun bahan yang digunakan sebagai berikut:

**Tabel 2.** Daftar Bahan

No.	Bahan	Kategori
1	Variabel Resistor (Rheostat)	Elektronis
2	Capasitor	Elektronis
3	Lilitan koker Induktor	Elektronis
4	Digital Avometer & Amperemeter	Elektronis
5	MCB (Miniature Circuit Breaker) C2	Elektronis
6	Variabel Voltage (variac)	Elektronis
7	Kabel jumper	Elektronis
8	Kabel steker	Elektronis
9	Papan peraga	Mekanik
10	Saklar	Mekanik
11	Capit buaya	Mekanik
12	Pompa air shimizu 128 PS	Mekanik
13	Variabel Resistor (Rheostat)	Mekanik

### 2.4 Perancangan Sistem

Perancangan ini merangkai semua komponen-komponen elektronis menjadi satu board. Komponen utama dalam sistem ini meliputi yang digunakan untuk mengukur parameter ialah *Resistive* (resistor), *Inductive* (induksi), *Capasitive* (kapasitor). Kemudian dihubungkan secara seri dan juga paralel menggunakan kabel jenis NYA yang berukuran 1,5 mm ke motor induksi satu fase. Pengendalian tegangan dilakukan dengan menggunakan *variac*, *output variac* ini akan menentukan variasi uji tegangan kerja ke rangkaian RLC, kemudian diuji performansi motor induksi satu fase tersebut.



**Gambar 2.** Block Diagram Sistem Pengujian

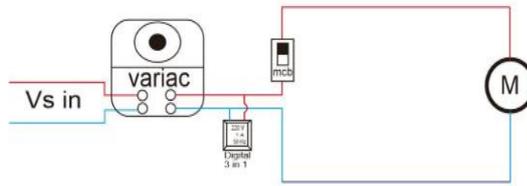
### 2.5 Perancangan Elektronis dan Mekanik Sistem

Perancangan ini merangkai semua komponen-komponen elektronis dan mekanik menjadi satu di papan peraga. Komponen utama dalam sistem ini meliputi rheostat 200 W/100  $\Omega$  yang digunakan untuk resistansi di rangkaian, koker induktor, kapasitor tiga macam: 6  $\mu$ F, 8  $\mu$ F, dan 12  $\mu$ F yang dihubungkan ke motor pompa air.

### 2.6 Prosedur Perancangan Motor Induksi Tanpa Penambahan Komponen Rlc

Pertama-tama, motor induksi satu fasa (pompa air) dibiarkan tanpa tambahan komponen rlc. Tegangan sumber dari variac divariasikan, kemudian motor tersebut di hubungkan secara langsung (*direct*). Pencacatan data berupa

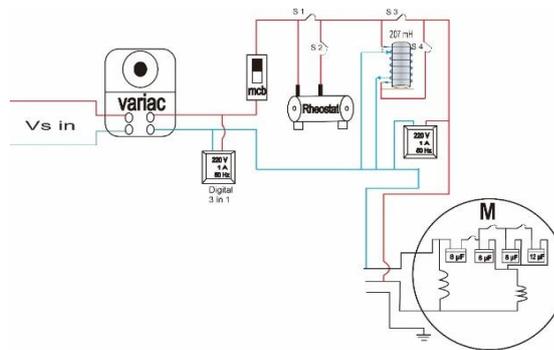
tegangan, arus, dan kecepatan di pompa air. Berikut ini diagram alir prosedur perancangan motor induksi satu fasa tanpa penambahan komponen rlc.



**Gambar 3.** Diagram Wiring Motor Induksi Satu Fasa Tanpa Komponen Rlc

### 2.7 Prosedur perancangan motor induksi dengan penambahan komponen RLC

Percobaan ini hampir sama dengan percobaan pertama, hanya saja motor induksi satu fasa (pompa air) diberikan tambahan komponen rlc. Tegangan sumber dari variac divariasikan, kemudian motor tersebut di hubungkan ke komponen tambahan rlc yang dikombinasikan dan secara langsung (*direct*) ke motor induksi satu fasa. Pada keadaan start motor induksi satu fasa ini tidak dapat di catat hasil dari data tegangan, arus, serta kecepatan putar motor, sehingga hanya dilakukan pencacatan data saat running yaitu berupa tegangan, arus, dan kecepatan di pompa air. Berikut ini diagram alir bila dibuatkan prosedur perancangan motor induksi satu fasa dengan penambahan komponen rlc.



**Gambar 4.** Diagram Wiring Motor Induksi Satu Fasa dengan Komponen Rlc

## 3. HASIL DAN PEMBAHASAN

Data hasil pengujian *input* dan *output* motor pompa air yang divariasikan tegangan Pada pengujian yang dilakukan pada motor induksi satu fasa didapatkan *input* dari sumber dari tegangan ac dan *input* dari motor induksi satu fasa, pengambilan data ini bertujuan mengetahui perbandingan antara tegangan dan arus serta kecepatan yang dihasilkan motor induksi satu fasa sebagai pengetesan awal uji coba motor induksi satu fasa dirangkaian. Hasil pengujian tersebut sebagai berikut:

**Tabel 3.** Pengukuran *Input* Dari Sumber Ac dan *Output* Motor Induksi Satu Fasa

No.	Tegangan (V)	Tegangan motor (V)	Arus motor (A)	Kecepatan putar (rpm)
1.	193 V	192 V	1	2860
2	188 V	187 V	0,98	2850

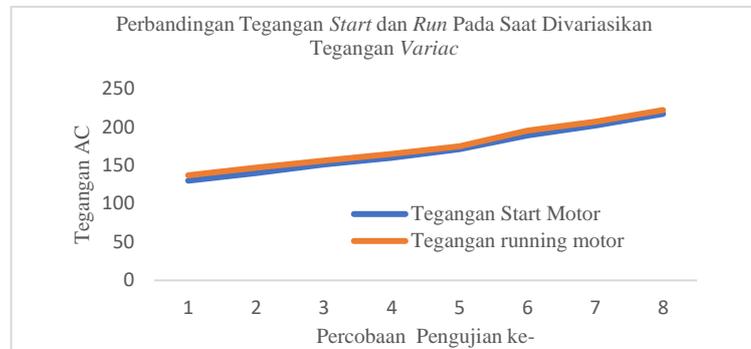
### 3.1 Hasil Pengujian Motor Induksi Satu Fasa Variasi Tegangan

Pada pengujian yang dilakukan pada motor induksi satu fasa didapatkan *input* dari sumber dari tegangan dari variasi *variac* dan *output* dari *variac* ke motor induksi satu fasa, pengambilan data ini bertujuan mengetahui perbandingan antara tegangan dan arus serta kecepatan yang dihasilkan motor induksi satu fasa sebagai perbandingan uji coba motor induksi satu fasa dalam besar tegangan yang dapat bekerja. Hasil pengujian tersebut sebagai berikut:

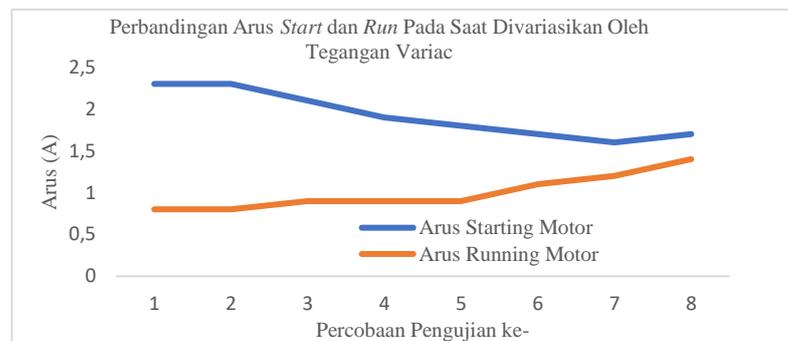
**Tabel 4.** Pengukuran *Input* dari Sumber Variac dan *Output* Motor Pompa Air

Tegangan <i>variac</i> (V)	Tegangan motor <i>start</i> (V)	Arus motor <i>start</i> (A)	Tegangan motor <i>running</i> (V)	Arus motor <i>running</i> (A)
138	130	2,3	137	0,8
148	140	2,3	147	0,8

159	151	2,1	156	0,9
168	160	1,9	165	0,9
178	171	1,8	175	0,9
198	189	1,7	195	1,1
210	202	1,6	207	1,2
230	217	1,7	222	1,4



Gambar 5. Perbandingan Tegangan Starting dan Running Saat Divariasikan Tegangan di Variac



Gambar 6. Perbandingan Arus Start Dan Run Saat Divariasikan Tegangan di Variac

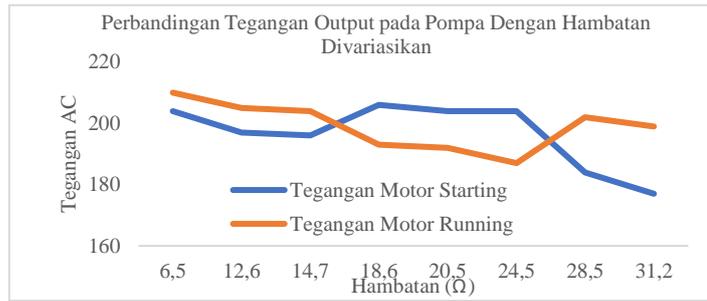
Dari grafik kurva di atas bahwa tegangan output tegangan variac, arus rangkaian berbanding lurus dengan besar tegangan dan arus yang masuk ke rangkaian, artinya semakin besar tegangan dan arus yang masuk semakin besar pula output tegangan yang bekerja pada motor serta motor tidak dapat berputar jika tegangannya terlalu tinggi.

### 3.2 Hasil Pengujian Motor Induksi Satu Fasa Variasi Hambatan

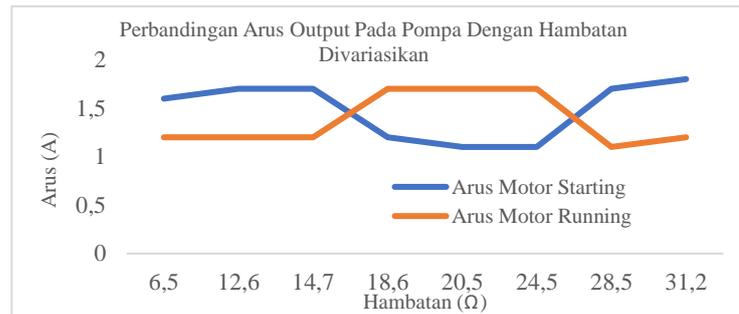
Pada pengujian yang dilakukan pada motor induksi satu fasa didapatkan input dari sumber ditegangan ac saat pengujian yang tegangannya naik turun antara 218-220 V dengan variasi hambatan (*resistive*) dan output dari rheostat ke motor induksi satu fasa, pengambilan data ini bertujuan mengetahui perbandingan antara tegangan dan arus serta kecepatan yang dihasilkan motor induksi satu fasa sebagai perbandingan uji coba motor induksi satu fasa saat besar hambatan diberikan yang dapat bekerja. Hasil pengujian tersebut sebagai berikut:

Tabel 5. Pengukuran Input dari Sumber AC dan Output dari Hambatan yang Divariasikan

Besar hambatan ( $\Omega$ )	Tegangan motor <i>starting</i> (V)	Arus motor <i>starting</i> (A)	Tegangan motor <i>running</i> (V)	Arus motor <i>running</i> (A)
6,5	204	1,6	210	1,2
12,6	197	1,7	205	1,2
14,7	196	1,7	204	1,2
18,6	206	1,2	193	1,7
20,5	204	1,1	192	1,7
24,5	204	1,1	187	1,7
28,5	184	1,7	202	1,1
31,2	177	1,8	199	1,2



Gambar 7. Perbandingan Tegangan Output dengan Variasi Hambatan



Gambar 8. Perbandingan Arus Output dengan Hambatan Variasi

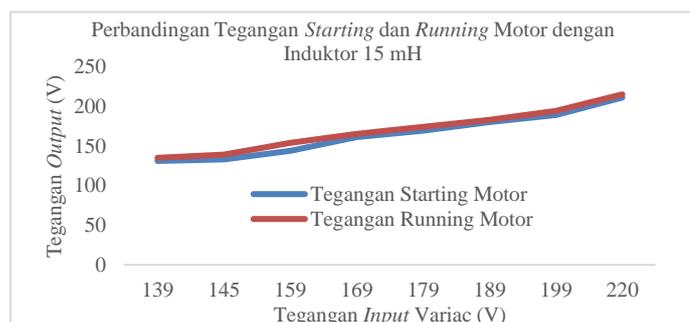
Dari grafik kurva di atas dapat disimpulkan bahwa tegangan output yang ditambahkan komponen rheostat/resistor variabel (hambatan), berbanding terbalik dengan besar hambatan yang masuk ke rangkaian, artinya semakin besar hambatan yang masuk semakin kecil pula output tegangan yang bekerja pada motor serta motor tidak dapat berputar jika hambatannya terlalu tinggi.

### 3.3 Hasil Pengujian Motor Induksi Satu Fasa Variasi Tegangan dengan Penambahan Inductor 15 mH

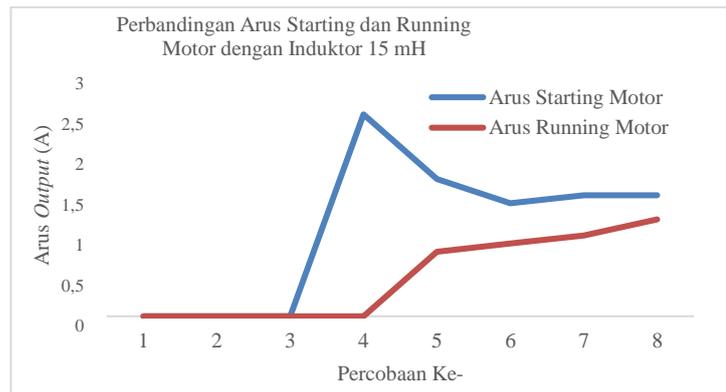
Pada pengujian yang dilakukan pada motor induksi satu fasa didapatkan input dari sumber variasi tegangan dan output variac dengan tambahan lilitan induktor sebesar 15 mH ke motor induksi satu fasa, pengambilan data ini bertujuan mengetahui perbandingan antara tegangan dan arus serta kecepatan yang dihasilkan motor induksi satu fasa sebagai perbandingan uji coba motor induksi satu fasa dalam besar tegangan dan arus yang dapat bekerja dirangkaian. Hasil pengujian tersebut sebagai berikut:

Tabel 6. Pengukuran Output Variasi Tegangan Dengan Inductor 15 mH

Tegangan variac (V)	Tegangan motor start (V)	Arus motor start (A)	Tegangan motor running (V)	Arus motor running (A)
139	131	0	135	0
145	133	0	139	0
159	144	0	154	0
169	161	2,5	165	0
179	169	1,7	174	0,8
189	180	1,4	183	0,9
199	189	1,5	194	1
220	211	1,5	215	1,2



Gambar 9. Perbandingan Tegangan Starting Dan Running Motor dengan Inductor 15 mH



**Gambar 10.** Perbandingan Arus Starting dan Running Motor dengan Induktor 15 mH

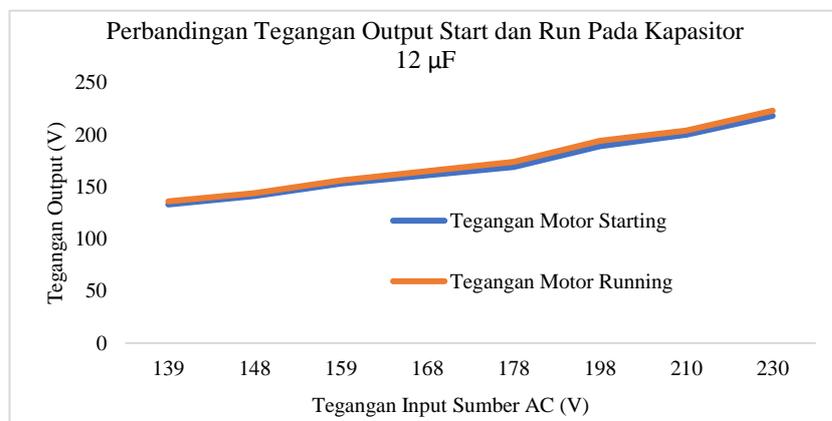
Dari grafik kurva di atas dapat disimpulkan bahwa tegangan output yang ditambahkan komponen lilitan induktor dengan nilai inductive sebesar 15 mH, berbanding lurus dengan besar tegangan variasi yang masuk ke rangkaian, artinya semakin besar variasi tegangan yang masuk semakin naik pula output tegangan yang bekerja pada motor serta motor tidak dapat berputar jika tegangan terlalu tinggi/kecil.

### 3.4 Hasil Pengujian Motor Induksi Satu Fasa Variasi Tegangan dengan Penambahan Kapasitor 12 $\mu\text{F}$

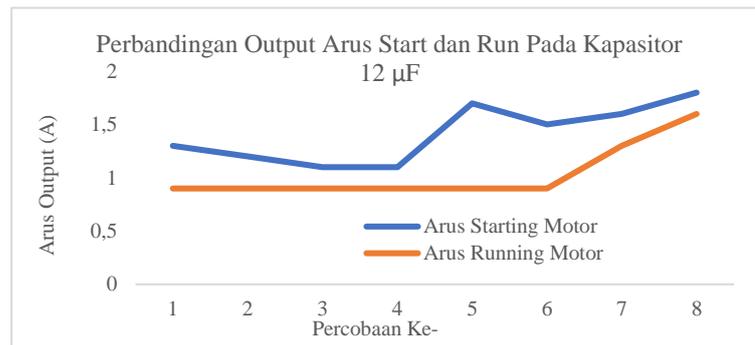
Pada pengujian yang dilakukan pada motor induksi satu fasa didapatkan input dari sumber variasi tegangan di variac dengan tambahan komponen kapasitor sebesar 12  $\mu\text{F}$  ke motor induksi satu fasa, pengambilan data ini bertujuan mengetahui perbandingan antara tegangan dan arus serta kecepatan yang dihasilkan motor induksi satu fasa sebagai perbandingan uji coba motor induksi satu fasa dalam besar tegangan dan arus yang dapat bekerja dirangkaian. Hasil pengujian tersebut sebagai berikut:

**Tabel 7.** Pengukuran Output Variasi Tegangan dengan Kapasitor 12  $\mu\text{F}$

Tegangan variac (V)	Tegangan motor start (V)	Arus motor start (A)	Tegangan motor running (V)	Arus motor running (A)
139	133	1,3	136	0,9
148	141	1,2	144	0,9
159	153	1,1	156	0,9
168	161	1,1	165	0,9
178	169	1,7	174	0,9
198	189	1,5	194	0,9
210	200	1,6	204	1,3
230	218	1,8	223	1,6



**Gambar 11.** Perbandingan Variasi Tegangan Start dan Run Motor Kapasitor 12  $\mu\text{F}$



Gambar 12. Perbandingan Variasi Arus Start dan Run Motor Kapasitor 12  $\mu$ F

Dari grafik kurva di atas dapat disimpulkan bahwa tegangan output yang ditambahkan komponen kapasitor dengan nilai capacitive sebesar 12  $\mu$ F, berbanding lurus dengan besar tegangan variasi yang masuk ke rangkaian, artinya semakin besar variasi tegangan yang masuk semakin naik pula output tegangan yang bekerja pada motor serta motor tidak dapat berputar jika tegangan terlalu tinggi/kecil.

#### 4. KESIMPULAN

Hasil analisa dari beberapa data penelitian yang sudah dilakukan maka dapat diambil beberapa kesimpulan sebagai berikut:

1. Pengukuran dan pengujian dilakukan sebanyak delapan kali percobaan besar uji variasi tegangan menggunakan variac sebesar 138-230 V kemudian komponen disusun secara seri.
2. Hasil dari pengujian komponen hambatan (rheostat) dengan hambatan sebesar 31,2  $\Omega$  didapatkan hasil output tegangan *running* motor dari hambatan terukur 199 V dan arus *running* terukur 1,2 A dikeadaan tersebut motor berputar pada kecepatan 2552 rpm.
3. Pengujian komponen induktor 15 mH didapatkan hasil output tegangan yang diujikan terendah sebesar 139 V dengan nilai output tegangan *running* terukur 135 V dan arus terukur 0 A serta pada keadaan tersebut pompa air juga dapat berputar dengan kecepatan 2306 rpm, sedangkan pengujian komponen kapasitor 12  $\mu$ F didapatkan tegangan *running* terukur 223 V dan arus *running* terukur 1,6 A pada keadaan tersebut motor pompa air dapat berputar.
4. Untuk penelitian selanjutnya akan dianalisis tentang sistem proteksi dan sistem perawatan pada motor induksi satu fase dalam skala industri yang akan memberikan perspektif jangka panjang.

#### UCAPAN TERIMA KASIH

Penulis mengucapkan terima kasih kepada LPPM dan Laboran Universitas AKPRIND Indonesia yang telah memberikan fasilitas sehingga penelitian ini bisa terselesaikan dengan baik.

#### DAFTAR PUSTAKA

- Fahmi, M., & Rizki, S. (n.d.). JESCE (Journal of Electrical and System Control Engineering) Analisis Performansi Motor Induksi Satu Fasa Dengan Perbandingan Suplai Daya v/f Konstan Pada Blower Dengan Menggunakan Matlab Performance Analysis of One Phase Induction Motor with the Ratio of Constant Power Supply v/f in Blower by Using Matlab. *JESCE*, 2(2), 2019. <http://ojs.uma.ac.id/index.php/jesce>
- Indah Lestari, A., & Ragil Pamungkas, Y. (2023). *Proteksi Motor Induksi Satu Fasa Terhadap Kenaikan Suhu Pada Pengerian Maggot Berbasis Panel Surya*. 8(1). <https://doi.org/10.31851/ampere>
- JJ Jackson, FFritriono, YAfrida, & Liyansyah. (2021). *Analisa Data Hasil Pengukuran Beban Motor Listrik 1 Fasa pada kWh Analog dan kWh Digital* (Vol. 15, Issue 2).
- Kuraish Shihab1, M., Made, ; I, Nrrartha2, A., & Suksmadana3, B. (2018). *ANALISIS ARUS STARTING DAN TORSI PADA MOTOR INDUKSI TIGA FASA TERHADAP PEMASANGAN KAPASITOR SECARA REAL TIME BERBASIS ATMEGA 2560 Analysis Of Starting Current And Torque On Three Phase Induction Motor By Capacitor Installation In Real Time Based Atmega 2560* (Vol. 5, Issue 2).
- Liber Sonata, D. (2014). METODE PENELITIAN HUKUM NORMATIF DAN EMPIRIS: KARAKTERISTIK KHAS DARI METODE MENELITI HUKUM. *Fiat Justisia Jurnal Ilmu Hukum*, 8(1).
- Sibarani, J. D., Ch Mangindaan, G. M., Haris Ontowirjo Teknik Elektro, A. J., Sam Ratulangi Manado, U., & Kampus Bahu-Unsrat Manado, J. (n.d.). *Study Pengaruh Torsi Terhadap Kinerja Motor Induksi 3 Fasa Menggunakan MatLab*.
- Zondra, E., & Yuvendius, H. (2020). Penggunaan Energi Listrik Motor Induksi Satu Fasa Akibat Perubahan

Besaran Kapasitor. *Jurnal Sain, Energi, Teknologi & Industri*, 4(2), 40–47.