

Analisis Pengaruh Kapasitansi Kapasitor terhadap Torsi dan Faktor Daya pada Motor Mesin Cuci

[Analysis of the Effect of Capacitance on Torque and Power Factor on Washing Machine Motor]

Tri Mahendra Fitra¹⁾, Metatia Intan Mauliana ^{*2)} (10pt)

¹⁾ Program Studi Teknik Mesin, Universitas Muhammadiyah Sidoarjo, Indonesia

²⁾ Program Studi Teknik Mesin, Universitas Muhammadiyah Sidoarjo, Indonesia

*Email Penulis Korespondensi: metatiana@umsida.ac.id

Abstract. *The increasing use of electric motor-driven washing machines necessitates optimal energy efficiency and power quality. As inductive loads, these motors require reactive power, which can lower the power factor. Parallel capacitors serve as reactive power compensators, though their values must be carefully selected to avoid adversely affecting motor torque. This experimental study analyzes the impact of varying capacitance levels (0 μ F, 6 μ F, 12 μ F, and 18 μ F) in a 220 V/50 Hz AC system on power factor, reactive power, current, apparent power, and torque. The results indicate that changes in capacitance influence the motor's electrical and mechanical characteristics. Selecting the appropriate capacitance value is crucial for balancing power factor improvement with torque performance, thereby supporting the energy efficiency of household appliances.*

Keywords - Power factor; Capacitor capacitance; Washing machine; Electric motor; Torque.

Abstrak. *Peningkatan penggunaan mesin cuci berbasis motor listrik memerlukan efisiensi energi dan kualitas daya yang optimal. Motor sebagai beban induktif membutuhkan daya reaktif yang dapat menurunkan faktor daya. Pemasangan kapasitor paralel digunakan sebagai kompensator daya reaktif, namun nilainya perlu diperhatikan agar tidak memengaruhi torsi motor. Penelitian eksperimental ini menganalisis pengaruh variasi kapasitansi (0 μ F, 6 μ F, 12 μ F, dan 18 μ F) pada sistem AC 220 V/50 Hz terhadap faktor daya, daya reaktif, arus, daya semu, dan torsi. Hasilnya menunjukkan bahwa perubahan kapasitansi memengaruhi karakteristik kelistrikan dan mekanik motor. Pemilihan nilai kapasitansi yang tepat sangat penting untuk menyeimbangkan perbaikan faktor daya dan kinerja torsi guna mendukung efisiensi energi peralatan rumah tangga.*

Kata Kunci - Faktor daya; Kapasitansi kapasitor; Mesin cuci; Motor listrik; Torsi.

I. PENDAHULUAN

Perkembangan teknologi peralatan rumah tangga meningkatkan penggunaan energi listrik di Indonesia. Beban listrik rumah tangga kini tidak hanya didominasi beban resistif, tetapi juga beban induktif seperti mesin cuci, AC, pompa air, dan kompresor lemari es yang menggunakan motor listrik (Noor et al., 2017a). Mesin cuci menjadi objek penting karena motor penggerakannya menentukan gerakan putar tabung sekaligus membutuhkan energi listrik untuk menghasilkan torsi (Musyaha, 2017). Kondisi tersebut menjadikan hubungan antara karakteristik kelistrikan dan mekanik motor penting untuk dikaji.

Motor induksi membutuhkan daya aktif (P) untuk menghasilkan energi mekanik dan panas serta daya reaktif (Q) untuk membentuk medan magnet (Toba et al., 2024). Besarnya daya reaktif menyebabkan arus tertinggal terhadap tegangan dan menurunkan faktor daya ($\cos \phi$) (Salsabila et al., 2024). Faktor daya yang rendah dapat meningkatkan arus, rugi-rugi daya, dan penurunan tegangan; nilai di bawah 0,85 perlu mendapat perhatian dalam operasional sistem kelistrikan (Nuraini & Badriana, 2018). Pada mesin cuci, kondisi tersebut perlu dianalisis bersama torsi karena faktor daya dan kemampuan motor menghasilkan putaran berkaitan dengan kinerja keseluruhan (Barlian et al., 2024).

Kapasitor yang dipasang paralel pada beban induktif dapat menghasilkan daya reaktif kapasitif untuk mengkompensasi daya reaktif motor sehingga faktor daya dapat diperbaiki (Shihab et al., 2018). Besarnya kompensasi dipengaruhi nilai kapasitansi (C) dan tegangan operasi kapasitor (Toba et al., 2024). Sementara itu, torsi menunjukkan kemampuan motor menghasilkan gaya putar untuk menggerakkan beban (Yusuf & Rozaq, 2026). Karena itu, perubahan kapasitansi perlu diamati berdasarkan pengaruhnya terhadap faktor daya sekaligus torsi motor.

Penelitian sebelumnya telah membahas pengaruh kapasitor terhadap tegangan, arus, faktor daya, dan daya aktif pada beban listrik (Tambunan et al., 2017). Shihab et al. (2018) juga mengkaji arus starting dan torsi motor induksi tiga fasa setelah pemasangan kapasitor. Penelitian mengenai torsi motor juga dilakukan pada berbagai aplikasi motor listrik (Mahendra et al., 2024a). Namun, kajian yang secara khusus menghubungkan variasi kapasitansi kapasitor dengan faktor daya dan torsi pada motor mesin cuci masih terbatas.

Copyright © Universitas Muhammadiyah Sidoarjo. This preprint is protected by copyright held by Universitas Muhammadiyah Sidoarjo and is distributed under the Creative Commons Attribution License (CC BY). Users may share, distribute, or reproduce the work as long as the original author(s) and copyright holder are credited, and the preprint server is cited per academic standards.

Authors retain the right to publish their work in academic journals where copyright remains with them. Any use, distribution, or reproduction that does not comply with these terms is not permitted.

Kebaruan penelitian ini terletak pada analisis simultan kapasitansi kapasitor, faktor daya, dan torsi pada motor mesin cuci tipe RMOT-A226QBEZ 220-240V 50/60Hz. Kapasitor tidak hanya dipandang sebagai alat koreksi faktor daya, tetapi juga dianalisis berdasarkan respons mekanis motor. Hal ini penting karena kapasitansi yang terlalu kecil dapat menyebabkan under-compensation, sedangkan kapasitansi berlebih dapat menimbulkan over-compensation. Kesalahan perhitungan kebutuhan kVAR dan konfigurasi Automatic Power Factor Controller (APFC) juga dapat menyebabkan kapasitor bekerja tidak sesuai kebutuhan beban (Domodite et al., 2022).

Permasalahan penelitian difokuskan pada bagaimana variasi kapasitansi kapasitor memengaruhi faktor daya dan torsi motor mesin cuci serta bagaimana karakteristik kedua parameter tersebut pada setiap nilai kapasitansi. Faktor daya digunakan untuk mengevaluasi efektivitas kompensasi daya reaktif, sedangkan torsi digunakan untuk melihat respons mekanis motor (Baskoro, 2022). Penelitian ini bertujuan menganalisis pengaruh variasi kapasitansi kapasitor terhadap faktor daya dan torsi motor mesin cuci serta mengidentifikasi karakteristik kapasitansi yang menghasilkan kondisi operasi yang sesuai.

Penelitian ini diharapkan memperkaya kajian mengenai hubungan kompensasi daya reaktif dengan performa mekanis motor. Secara praktis, hasil penelitian dapat memberikan informasi mengenai pemilihan kapasitansi yang sesuai untuk menghindari under-compensation maupun over-compensation. Temuan tersebut juga dapat menjadi dasar pengembangan koreksi faktor daya pada motor satu fasa, khususnya peralatan rumah tangga seperti mesin cuci. Dengan demikian, efisiensi listrik dapat dianalisis bersamaan dengan kemampuan motor menghasilkan torsi.

II. KAJIAN TEORITIS

2.1 Motor Mesin Cuci dan Faktor Daya

Motor listrik pada mesin cuci berfungsi mengubah energi listrik menjadi energi mekanik untuk menggerakkan tabung pada proses pencucian dan pengeringan. Sebagai beban induktif, motor membutuhkan daya aktif (P) untuk menghasilkan kerja mekanik dan daya reaktif (Q) untuk membentuk medan magnet (Sampurna et al., 2023). Kondisi tersebut menyebabkan arus tertinggal terhadap tegangan dan menghasilkan faktor daya ($\cos \phi$) yang umumnya bersifat lagging. Faktor daya merupakan perbandingan antara daya aktif yang dapat dirumuskan $P = I \cdot V \cdot \cos \phi$ dan daya semu yang dapat dirumuskan $\cos \phi = P/S$, sedangkan hubungan daya dapat dinyatakan $S^2 = P^2 + Q^2$. Semakin besar daya reaktif, semakin besar pula daya semu dan arus yang dibutuhkan sumber (Nuraini & Badriana, 2018). Faktor daya yang rendah dapat meningkatkan rugi-rugi daya dan menurunkan efektivitas pemanfaatan energi listrik (Barlian et al., 2024).

2.2 Kapasitansi Kapasitor dan Torsi Motor

Kapasitor dapat dipasang secara paralel dengan motor untuk menyediakan daya reaktif kapasitif yang berfungsi mengompensasi daya reaktif induktif. Besarnya daya reaktif yang diberikan kapasitor dipengaruhi oleh nilai kapasitansi, frekuensi, dan tegangan, yang secara matematis dinyatakan sebagai:

$$Q_c = 2\pi f C V^2 \dots\dots\dots (i)$$

Dengan Q_c adalah daya reaktif kapasitor (VAR), f adalah frekuensi sumber (Hz), C adalah kapasitansi kapasitor (F), dan V adalah tegangan sumber (V). Berdasarkan Persamaan (1), peningkatan nilai kapasitansi akan meningkatkan kemampuan kapasitor dalam menyediakan daya reaktif untuk mengompensasi daya reaktif induktif motor (Noor et al., 2017). Kompensasi yang terlalu kecil dapat menyebabkan under-compensation, sedangkan kapasitansi yang terlalu besar berpotensi menyebabkan over-compensation (Faqih & Rizantha, 2026).

Di sisi lain, torsi merupakan kemampuan motor menghasilkan gaya putar pada poros. Secara sederhana, hubungan antara gaya dan lengan gaya terhadap torsi dapat dinyatakan sebagai:

$$T = F \times r \dots\dots\dots (ii.)$$

Dengan T adalah torsi ($N \cdot m$), F adalah gaya tangensial (N), dan r adalah jari-jari atau lengan gaya (m). Hubungan antara daya mekanik dan torsi juga dapat dinyatakan melalui persamaan:

$$P = T \omega \dots\dots\dots (iii)$$

Dengan P adalah daya mekanik (W), T adalah torsi ($N \cdot m$), dan ω / omega adalah kecepatan sudut (rad/s). Shihab et al. (2018) menunjukkan bahwa pemasangan kapasitor dapat dikaji terhadap karakteristik torsi motor. Oleh karena itu, penelitian ini menganalisis perubahan kapasitansi tidak hanya berdasarkan perubahan faktor daya, tetapi juga berdasarkan respons mekanis motor yang direpresentasikan melalui nilai torsi.

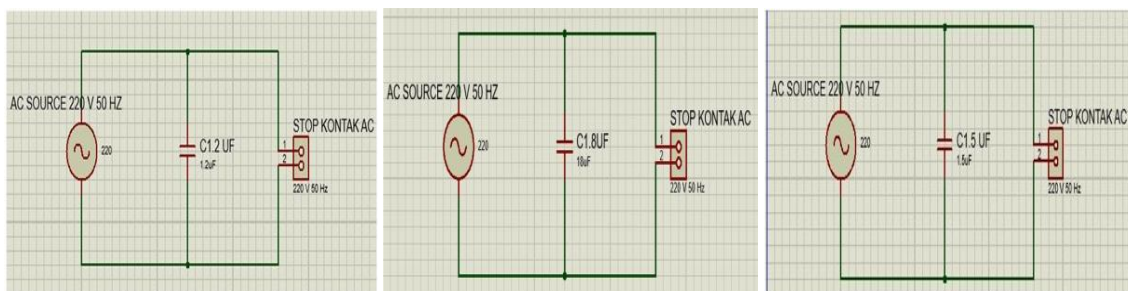
2.3 Penelitian Terdahulu dan Hubungan Antarvariabel

Penelitian Noor et al. (2017) menunjukkan bahwa penambahan kapasitor dapat memengaruhi tegangan, arus, faktor daya, dan daya aktif. Musyhar (2017) membahas kapasitor sebagai metode perbaikan faktor daya pada beban rumah tangga, sedangkan Toba et al. (2024) menganalisis perubahan daya listrik akibat variasi kapasitor. Shihab et al. (2018) menghubungkan pemasangan kapasitor dengan arus starting dan torsi motor induksi, sementara Baskoro (2022) membahas analisis faktor daya motor induksi dan Yusuf & Rozaq, (2026) menggunakan torsi sebagai parameter kinerja motor listrik. Meskipun demikian, penelitian yang secara khusus menguji pengaruh variasi kapasitansi terhadap faktor daya dan torsi motor mesin cuci masih terbatas. Berdasarkan teori tersebut, kapasitansi kapasitor

diposisikan sebagai variabel bebas yang dapat memengaruhi faktor daya dan torsi motor. Dengan demikian, secara teoritis variasi kapasitansi kapasitor berpengaruh terhadap faktor daya dan torsi motor mesin cuci, dengan karakteristik pengaruh yang perlu dibuktikan melalui pengujian eksperimental.

III. METODE PENELITIAN

Penelitian ini menggunakan metode eksperimen untuk menganalisis pengaruh variasi kapasitansi kapasitor terhadap kinerja motor mesin cuci pada sistem listrik AC satu fasa dengan tegangan nominal 220 V dan frekuensi 50 Hz (Hetty Kurnia, 2021). Motor mesin cuci digunakan sebagai subjek penelitian karena memiliki karakteristik beban induktif yang membutuhkan daya reaktif untuk membentuk medan magnet pada kumparan motor (Bawono, 2024). Variabel independen adalah kapasitansi kapasitor, yaitu 0 μF sebagai kondisi dasar, 6 μF , 12 μF , dan 18 μF , yang dipasang secara paralel dengan motor sebagai kompensator daya reaktif. Variabel dependen meliputi faktor daya, daya reaktif, arus listrik, daya semu, dan torsi motor. Pengujian dilakukan secara berurutan melalui tahap persiapan alat dan bahan, pemasangan kapasitor, pengujian setiap variasi kapasitansi, pencatatan parameter listrik dan mekanik, serta analisis hasil. Rangkaian eksperimental terdiri atas sumber AC satu fasa 220 V, motor mesin cuci RMOT-A226QBEZ 220-240V 50/60Hz sebagai beban induktif, dan kapasitor dengan variasi 6 μF , 12 μF , dan 18 μF sebagaimana ditunjukkan pada Gambar 1.



Gambar 1. Rangkaian eksperimental variasi kapasitor pada motor mesin cuci

Data dianalisis secara komparatif untuk melihat perubahan setiap parameter pada masing-masing variasi kapasitansi, dengan faktor daya, daya reaktif, arus, dan daya semu sebagai indikator karakteristik listrik serta torsi sebagai indikator kinerja mekanik (Mahendra et al., 2024). Hubungan teoritis antarp parameter mengacu pada konsep kompensasi daya reaktif dan analisis faktor daya pada motor induksi, sedangkan C menyatakan nilai kapasitansi kapasitor, P daya aktif, Q daya reaktif, S daya semu, dan T torsi motor.

IV. HASIL DAN PEMBAHASAN

4.1 Hasil Pengujian Variasi Kapasitansi Kapasitor

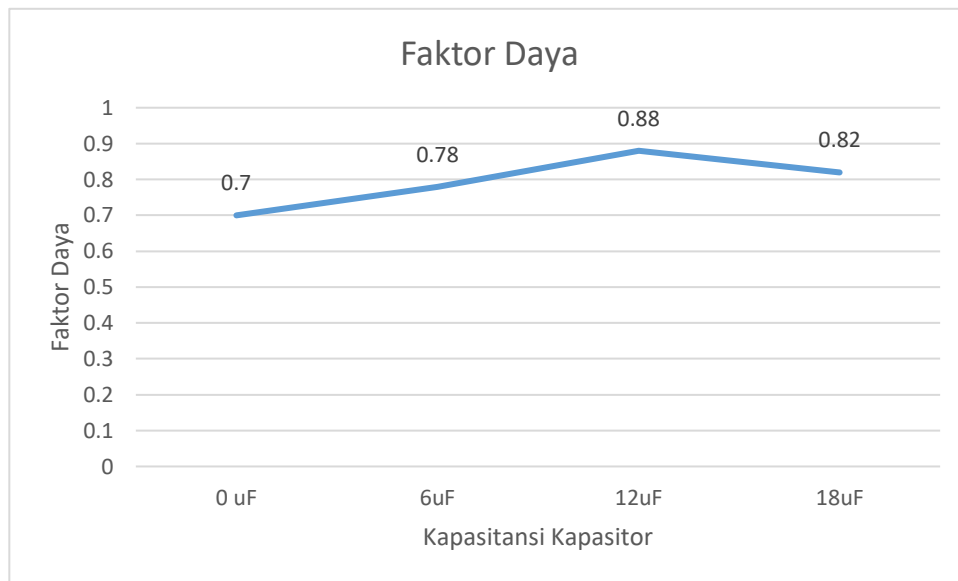
Pengujian dilakukan dengan memvariasikan nilai kapasitor untuk motor mesin cuci khususnya, tanpa kapasitor (0 μF), dan kapasitor sebesar 6 μF , 12 μF , dan 18 μF . Parameter yang diamati meliputi tegangan, arus, faktor daya, daya aktif, dan torsi. Hasil pengujian digunakan untuk menentukan pengaruh pemasangan kapasitor terhadap karakteristik pengoperasian motor mesin cuci.

Tabel 1. Hasil Uji Motor Mesin Cuci dengan Variasi Kapasitor

Variasi Kapasitor	Torsi (Nm)	Tegangan (V)	Arus (A)	Faktor Daya	Daya Aktif (W)
0 uF	1,27	220	1,62	0,7	250
6uF	1,28	220,5	1,46	0,78	252
12uF	1,29	220,2	1,3	0,88	253
18uF	1,28	220,1	1,39	0,82	251

Berdasarkan hasil pengujian, variasi kapasitansi kapasitor memengaruhi perubahan kinerja motor mesin cuci. Penambahan kapasitor menyebabkan perubahan arus, faktor daya, dan torsi karena kompensasi daya reaktif untuk beban induktif motor.

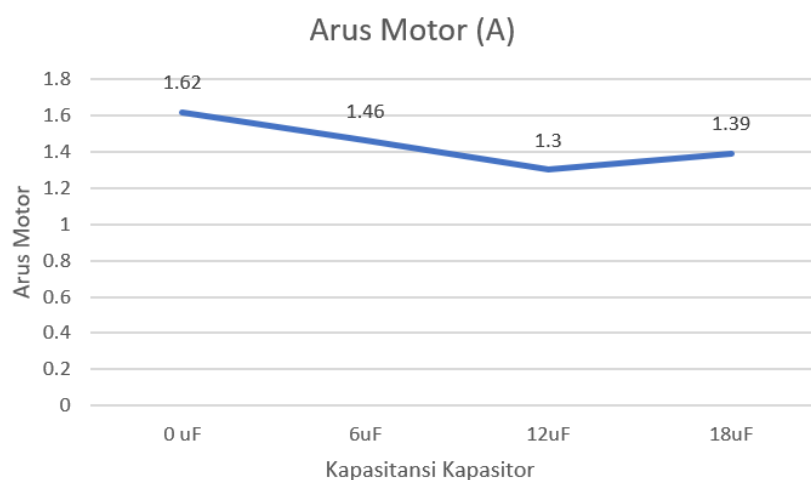
4.2 Pengaruh Kapasitansi Kapasitor terhadap Faktor Daya



Gambar 2. Grafik hubungan antara kapasitansi kapasitor dan faktor daya.

Berdasarkan hasil pengujian, penambahan kapasitor menyebabkan peningkatan faktor daya motor induksi mesin cuci. Tanpa kapasitor (0 μF), faktor daya adalah 0,70, meningkat menjadi 0,78 dengan kapasitor 6 μF . Nilai tertinggi, 0,88, dicapai dengan kapasitor 12 μF , menunjukkan kompensasi daya reaktif yang optimal. Namun, dengan kapasitor 18 μF , faktor daya turun menjadi 0,82, kemungkinan karena kompensasi berlebih. Hasil ini menunjukkan bahwa kapasitor 12 μF memberikan nilai optimal untuk meningkatkan faktor daya motor induksi.

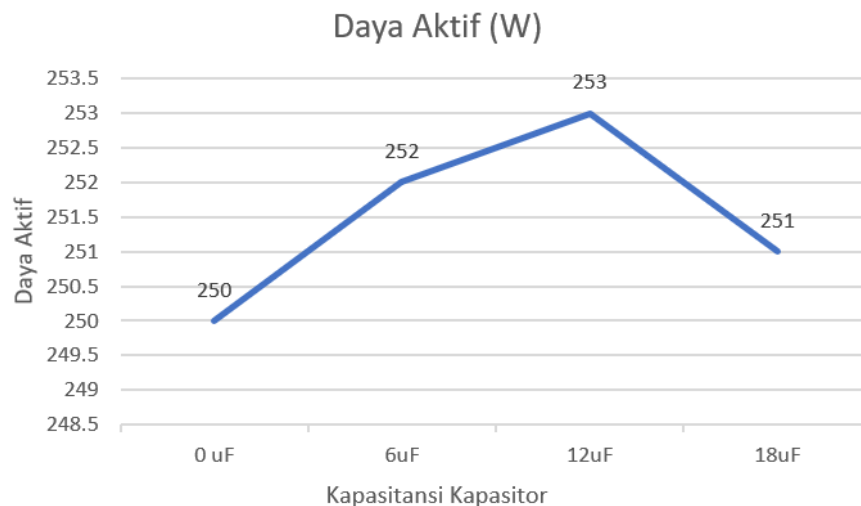
4.3 Pengaruh Kapasitansi Kapasitor terhadap Arus Motor



Gambar 3. Grafik hubungan antara kapasitansi kapasitor dan arus motor.

Berdasarkan hasil pengujian, variasi kapasitor memengaruhi arus yang ditarik oleh motor induksi mesin cuci. Tanpa kapasitor ($0\ \mu\text{F}$), arusnya adalah $1,623\ \text{A}$, menurun menjadi $1,307\ \text{A}$ dengan kapasitor $12\ \mu\text{F}$. Penurunan ini menunjukkan bahwa kapasitor secara efektif menurunkan kebutuhan arus reaktif dari sumber. Namun, dengan kapasitor $18\ \mu\text{F}$, arus meningkat menjadi $1,391\ \text{A}$ karena faktor daya turun, kemungkinan karena kompensasi berlebih. Akibatnya, kapasitor $12\ \mu\text{F}$ menghasilkan arus terendah dan kondisi operasi yang paling optimal.

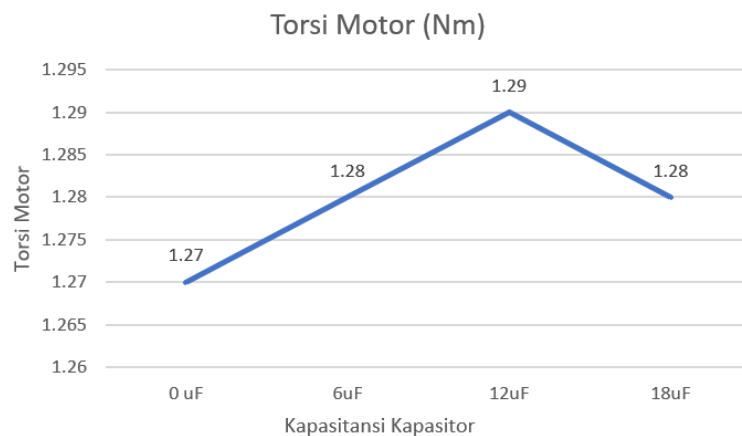
4.4 Pengaruh Kapasitansi Kapasitor terhadap Daya Aktif



Gambar 4. Grafik hubungan antara kapasitansi kapasitor dan daya aktif

Berdasarkan hasil pengujian, variasi kapasitor memengaruhi daya aktif motor induksi mesin cuci. Daya aktif awal $250\ \text{W}$ (tanpa kapasitor) meningkat menjadi $252\ \text{W}$ dengan kapasitor $6\ \mu\text{F}$ dan mencapai puncak $253\ \text{W}$ dengan kapasitor $12\ \mu\text{F}$. Peningkatan ini menunjukkan bahwa koreksi faktor daya meningkatkan efisiensi penggunaan energi listrik. Namun, dengan kapasitor $18\ \mu\text{F}$, daya aktif turun menjadi $251\ \text{W}$ karena kapasitas kompensasi melebihi tingkat optimal. Hasil ini menunjukkan bahwa kapasitor $12\ \mu\text{F}$ menghasilkan kinerja daya aktif terbaik selama pengujian.

4.5 Pengaruh Variasi Kapasitor terhadap Torsi Motor



Gambar 5. Grafik hubungan antara kapasitansi kapasitor dan torsi motor

Berdasarkan hasil pengujian, variasi kapasitor memengaruhi torsi motor induksi mesin cuci. Dimulai dari torsi 1,27 Nm tanpa kapasitor (0 μF), nilainya meningkat menjadi 1,28 Nm dengan kapasitor 6 μF dan mencapai puncak 1,29 Nm dengan kapasitor 12 μF . Peningkatan ini menunjukkan bahwa peningkatan faktor daya meningkatkan efektivitas pemanfaatan daya listrik untuk menghasilkan kerja mekanik. Namun, dengan kapasitor 18 μF , torsi turun menjadi 1,28 Nm karena tingkat kompensasi melebihi titik optimal. Hasil pengujian menunjukkan bahwa kapasitor 12 μF menghasilkan kinerja torsi terbaik untuk motor induksi.

4.6 Penentuan Nilai Kapasitor Optimum

Berdasarkan semua parameter pengujian, kapasitor 12 μF memberikan kinerja paling optimal, dengan faktor daya tertinggi (0,88), arus terendah (1,307 A), daya aktif tertinggi (253 W), dan torsi tertinggi (1,29 Nm). Hasil ini menunjukkan bahwa pemilihan nilai kapasitor yang tepat dapat meningkatkan efisiensi penggunaan daya dan kinerja motor induksi. Sebaliknya, penggunaan nilai kapasitor yang melebihi tingkat optimal dapat mengurangi efektivitas kompensasi. Dengan demikian, kapasitor 12 μF mewakili nilai kapasitansi terbaik untuk pengujian motor mesin cuci ini.

V. KESIMPULAN DAN SARAN

Penelitian ini menunjukkan bahwa variasi kapasitansi kapasitor merupakan faktor yang memengaruhi karakteristik listrik dan mekanik motor mesin cuci pada sistem AC satu fasa 220 V, 50 Hz. Perubahan nilai kapasitansi memberikan respons yang berbeda terhadap faktor daya, daya reaktif, arus listrik, daya semu, dan torsi motor. Kapasitor berfungsi memberikan kompensasi terhadap daya reaktif induktif motor sehingga perubahan kapasitansi perlu disesuaikan dengan karakteristik beban agar diperoleh kondisi operasi yang sesuai. Dengan demikian, analisis kapasitansi tidak cukup hanya didasarkan pada perubahan faktor daya, tetapi juga perlu mempertimbangkan torsi sebagai indikator kemampuan mekanik motor. Kesimpulan ini dibatasi pada kondisi pengujian dan variasi kapasitor yang digunakan, yaitu 0 μF , 6 μF , 12 μF , dan 18 μF , sehingga generalisasi terhadap seluruh jenis motor mesin cuci perlu dilakukan secara hati-hati.

Secara praktis, pemilihan kapasitor pada motor mesin cuci disarankan mempertimbangkan keseimbangan antara kompensasi daya reaktif dan kemampuan motor menghasilkan torsi. Penggunaan kapasitansi yang terlalu rendah dapat menyebabkan kompensasi kurang optimal, sedangkan kapasitansi yang terlalu tinggi berpotensi menyebabkan *over-compensation*. Keterbatasan penelitian ini terletak pada penggunaan objek motor mesin cuci dan rentang variasi kapasitansi yang terbatas, sehingga penelitian selanjutnya dapat memperluas variasi kapasitansi, jenis dan kapasitas motor, kondisi beban, serta variasi tegangan untuk memperoleh gambaran yang lebih komprehensif mengenai hubungan kapasitansi, faktor daya, dan torsi.

REFERENSI

- [1] T. Barlian, A. I. Lestari, dan C. Cekdin, "Pengaruh Perubahan Harga Resistansi Rotor Terhadap Kinerja Motor Induksi Tiga Fasa 100 Hp 0,46 kV," *Jurnal Surya Energy*, vol. 8, no. 2, hlm. 85–96, 2024.
- [2] A. N. Bawono, "Transforming Indonesian Washing Machines into Efficient Wind Generators: Mengubah Mesin Cuci Indonesia Menjadi Pembangkit Listrik Tenaga Angin yang Efisien," *Indonesian Journal of Innovation Studies*, vol. 25, no. 3, hlm. 1–7, 2024. doi: 10.21070/ijins.v25i3.1166.
- [3] A. Domodite, H. Sholih, R. Indrawan, dan F. Ramdani, "Desain Alat Pencacah Sampah Organik Berkapasitas 40 Kg/Jam," *Jurnal Rekayasa Material, Manufaktur Dan Energi*, vol. 5, no. 2, hlm. 108–114, 2022.
- [4] I. Faqih dan H. G. Rizantha, "Analisis Kompensasi Daya Reaktif pada Motor Slip-Ring Tiga Fasa Dengan Beban 1,6 Nm dan 2,1 Nm," *Jurnal Inovasi Teknologi Terapan (JITT)*, vol. 4, no. 2, hlm. 2–7, 2026.
- [5] H. H. Hetty Kurnia, "Analisis Pengaruh Pemakaian Kapasitor Untuk Perbaikan Faktor Daya Pada Motor Induksi 3 Fasa Dengan Daya 1 Hp 380 / 660 V Di Smkn 01 Rejang Lebong Ns," *JTERAF (Jurnal Teknik Elektro Raflesia)*, vol. 1, no. 2, hlm. 1–7, 2021.
- [6] S. Mahendra, F. Fatra, dan M. Tamamudin, "Analisis Performa pada Sepeda Motor Listrik Menggunakan Motor BLDC 500 W," *Jurnal Rekayasa Mesin*, vol. 19, no. 3, hlm. 339–352, 2024.
- [7] G. Musyhar, "Kualitas Listrik Dan Perbaikan Faktor Daya Pada Beban Listrik Rumah Tangga Menggunakan Kapasitor," *Cahaya Bagaskara: Jurnal Ilmiah Teknik Elektronika*, vol. 2, no. 1, hlm. 1–5, 2017.
- [8] F. A. Noor, H. Ananta, dan S. Sunardiyo, "Pengaruh Penambahan Kapasitor Terhadap Tegangan, Arus, Faktor Daya, dan Daya Aktif pada Beban Listrik di Minimarket," *Jurnal Teknik Elektro*, vol. 9, no. 2, hlm. 66–73, 2017.
- [9] N. Nuraini dan B. Badriana, "Perancangan Perbaikan Faktor Daya Lampu TL dengan Kapasitor," *Jurnal Energi Elektrik*, vol. 7, no. 2, hlm. 11–15, 2018.
- [10] S. Salsabila, Z. Zurohaina, dan T. Tahdid, "Thermal Efficiency of Water Tube Boiler Reviewed from the Effect of Air Fuel Ratio and Water Level Control on Superheated Steam Production," *Jurnal Penelitian Sains*, vol. 26, no. 3, hlm. 366–375, 2024.
- [11] N. A. Sampurna, R. Santoso, dan H. A. Munawi, "Inovasi Mesin Pencuci Telur Bertenaga Motor Listrik Sebagai Upaya Untuk Meningkatkan Produktifitas UKM Telur Asin," *JITU (Jurnal Ilmiah Teknik Unida)*, vol. 4, no. 1, hlm. 163–169, 2023.
- [12] M. K. Shihab, I. M. A. Nrratha, dan I. M. B. Suksmadana, "Analisis Arus Starting dan Torsi pada Motor Induksi Tiga Fasa Terhadap Pemasangan Kapasitor Secara Real Time Berbasis ATmega 2560," *Dielektrika*, vol. 5, no. 2, hlm. 99–107, 2018.
- [13] A. H. Tambunan, K. Abdullah, K. B. Seminar, Suprihatin, E. Noor, dan I. W. Darmawan, *Energi dan Teknologi untuk Pertanian Industrial Berkelanjutan*, Mar. 2017.
- [14] F. Toba, V. A. Uoth, H. S. Kolibu, H. I. Mosey, dan D. P. Pandara, "Analisis Perbandingan Daya Listrik Saat Sebelum dan Sesudah Variasi Kapasitor pada Beban Listrik Rumah Tangga," *Jurnal MIPA*, vol. 13, no. 1, hlm. 11–17, 2024.
- [15] M. M. A. Yusuf dan I. A. Rozaq, "Analisis Torsi dan Daya Motor Listrik Penggerak Silinder Pengering Gabah Tipe Rotary," *Jurnal Ilmiah Kajian Multidisiplin*, vol. 10, no. 7, 2026.

Conflict of Interest Statement:

The author declares that the research was conducted in the absence of any commercial or financial relationships that could be construed as a potential conflict of interest.