

ANALISA PERBANDINGAN KECEPATAN PENGASUTAN MOTOR 3 FASA 1,5 KW/2 HP DENGAN PLC SCHNEIDER

Finian Darryl Sibarani¹, Muhammad Yusfadanu², Cholish³

Teknik Listrik^{1,2,3}, Teknik Elektro, Politeknik Negeri Medan

finiandarrylsibarani@students.polmed.ac.id¹, muhammadyusfadanu@students.polmed.ac.id²,

cholish@polmed.ac.id³

ABSTRAK

Motor induksi tiga fasa banyak digunakan untuk menggerakkan peralatan seperti pompa di industri karena banyak kelebihanannya. Menggunakan motor induksi tiga fasa, sistem sambungan langsung memiliki arus awal yang tinggi dan kecepatan konstan, yang tentunya sangat tidak efisien dalam proses produksi. Salah satu cara untuk mengatur kecepatan motor induksi tiga fasa adalah dengan menggunakan PLC. PLC (Programmable Logic Controller) adalah alat kendali komputer yang merupakan bentuk khusus pengontrol berbasis mikroprosesor. Pengasutan motor induksi adalah cara menjalankan pertama kali motor, tujuannya agar arus starting kecil dan drop tegangan masih dalam batas toleransi. Pengasutan adalah suatu sistem penghubungan (sambungan) arus listrik 3 fasa pada motor listrik 3 fasa yang akan menentukan bagaimana sebuah motor bekerja. Motor induksi menarik arus starting yang tinggi pada saat pengasutan. Berbagai metode pengasutan telah dikembangkan untuk mengatasi permasalahan ini, salah satunya adalah metode pengasutan Direct On-Line. Metode yang digunakan melalui perancangan pengaturan motor 3 fasa menggunakan PLC digunakan dengan pemantauan terjadi pada arus inrush yang tinggi sekitar 6-8 kali arus nominal akan ditarik motor induksi pada saat menggunakan metode ini. Namun dalam hal pengaturan kecepatan dan torsi motor induksi bukanlah suatu permasalahan yang mudah untuk dilakukan, dengan berkembangnya.

Kata Kunci : Motor Listrik, PLC, *Direc On-Line*

PENDAHULUAN

Kemajuan industri di negara kita mengalami perkembangan yang pesat, baik pada perindustrian besar maupun perindustrian yang kecil. Sejalan dengan perkembangan tersebut kebutuhan akan peralatan produksi yang tepat sangat diperlukan agar dapat meningkatkan efisiensi waktu dan biaya. Sebagian besar dari peralatan industri menggunakan tenaga listrik sebagai penggerak utama, salah satunya motor listrik. Dan motor induksi adalah motor yang paling banyak digunakan saat ini, karena memiliki konstruksi yang sederhana, relatif murah, lebih ringan dan memiliki efisiensi yang tinggi serta mudah dalam pemeliharannya dibandingkan dengan motor DC. tetapi pengaturan kecepatan dan torsi motor induksi bukanlah suatu permasalahan yang mudah untuk dilakukan. Oleh sebab itu diperlukan teknologi yang tepat untuk dapat mengatur putaran motor induksi stabil. (Badruzzaman, 2018)

Pengasutan motor induksi adalah cara menjalankan pertama kali motor, tujuannya agar arus starting kecil dan drop tegangan masih dalam batas toleransi. Ada beberapa cara teknik pengasutan, diantaranya: Hubungan langsung (*Direct On Line* = DOL). Starting dengan metoda ini menggunakan tegangan jala-jala / line penuh yang dihubungkan langsung ke terminal motor melalui rangkaian pengendali mekanik atau dengan relay kontaktor magnet. Biasanya dilakukan bila motor adalah motor dengan daya kecil. Arus starting sekitar 4 sampai 8 kali arus nominal. Dan torsi awal sekitar 0,5 – 1,5 torsi nominal. Tidak dianjurkan bila starting lebih dari 10 detik mengingat arus starting yang sangat besar. (Cahyo Edy Wibowo et al., 2014)

PLC (*Programmable Logic Controller*) adalah sebuah rangkaian elektronik yang dapat mengerjakan berbagai fungsi kontrol yang dapat diprogram, dikontrol dan dioperasikan menggunakan computer. Dengan adanya putaran beban yang bervariasi, kecepatan dari motor induksi tersebut harus dapat dikendalikan. Pengendalian kecepatan motor dapat dilakukan dengan beberapa cara diantaranya yaitu dengan mengubah jumlah pasangan kutub dan pengaturan frekuensi. (Evalina & Azis, 2018)

TINJAUAN PUSTAKA

Uraian Teori

1. Motor Induksi 3 Fasa

Motor induksi tiga fasa adalah alat listrik yang mengubah energi listrik menjadi energi mekanik, dimana listrik yang diubah adalah listrik tiga fasa. Motor induksi sering juga disebut motor asinkron. Motor induksi 3 fasa banyak digunakan untuk menggerakkan peralatan – peralatan di industri. Hal ini karena motor induksi 3 fasa memiliki konstruksi yang sederhana, harga yang lebih murah dan mudah dalam perawatannya. (Theodore Wildi, 2017)

2. Motor Dahlander

Motor Dahlander adalah motor induksi rotor sangkar 3 fasa yang mempunyai lilitan untuk dua kecepatan. Motor ini mempunyai lilitan yang disusun demikian rupasehingga jumlah kutub dapat diubah dengan membalik arus pada lilitannya. Jumlah kutub dapat dipotong setengah dengan merubah polaritas pasangan kutub. Oleh karena itu perbandingan perubahan kecepatan motor ini selalu 1:2 (misal: 2 dan 4kutub) sehingga kecepatannya juga terbatas berbanding 2:1. Seperti 1500/750 rpm atau 1500/3000 rpm.

3. Prinsip Motor Induksi

Pada saat belitan stator diberi tegangan tiga fasa, maka pada stator akan dihasilkan arus tiga fasa, arus ini kemudian akan menghasilkan medan magnet yang berputar dengan kecepatan sinkron. Medan putar akan terinduksi melalui celah udara menghasilkan ggl induksi pada belitan fasa stator. Medan putar tersebut juga akan memotong konduktor-konduktor belitan rotor yang diam. Hal ini terjadi karena adanya perbedaan relatif antara kecepatan fluksi yang berputar dengan konduktor rotor yang diam yang disebut juga dengan slip (s). Akibatnya adanya slip maka gaya gerak listrik akan terinduksi pada konduktor - konduktor rotor. Karena belitan rotor merupakan rangkaian tertutup, baik melalui cincin ujung (*end ring*) ataupun tahanan luar, maka arus akan mengalir pada konduktor – konduktor rotor. Karena konduktor – konduktor rotor yang mengalirkan arus ditempatkan di dalam daerah medan magnet yang dihasilkan stator maka akan terbentuklah gaya mekanik (gaya lorentz) pada konduktor – konduktor rotor. (Sukmadi & Christyono, n.d.) Saat tegangan dan arus diberikan di stator, medan magnet akan dihasilkan di dalam kumparan stator.

4. Sistem Pengasutan Motor Induksi

Pada saat sebuah motor induksi dilakukan start secara langsung, maka arus awal motor tersebut besarnya akan berlipat ganda antara 5 hingga 7 kali lebih besar dari arus nominal. Konsumsi arus yang sangat besar ini akan mengakibatkan penurunan/drop tegangan yang cukup besar pada suply tegangan PLN. Pada penggunaan motor listrik dengan daya yang kecil sampai dengan 5 kW, arus starting tidak akan berpengaruh besar terhadap penurunan/drop tegangan. Tetapi pada motor induksi dengan daya di atas 30 kW sampai dengan 100 kW akan mengakibatkan drop tegangan yang cukup besar. Hal ini akan berpengaruh terhadap penurunan kualitas listrik sehingga lampu penerangan akan terlihat berkedip atau agak redup pada saat motor induksi starting. Pengasutan motor induksi merupakan cara menjalankan motor untuk pertama kali. Tujuan adanya pengasutan motor induksi ini adalah agar arus starting tidak terlalu besar sehingga drop tegangan yang terjadi masih dalam batas toleransi.

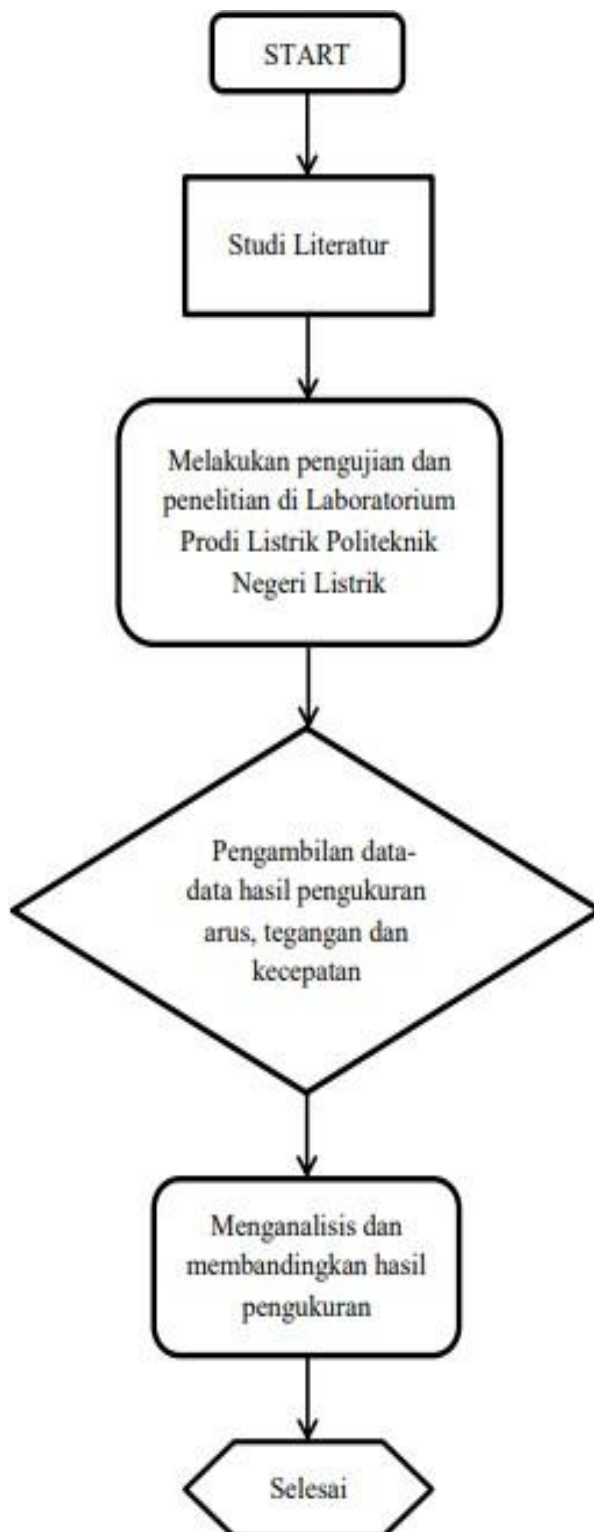
METODE PENELITIAN

Model Penelitian

Model penelitian ini menggunakan penelitian kuantitatif data yang diperoleh peneliti didapatkan langsung melalui hasil observasi pengumpulan data yang dilakukan untuk mengamati dan meninjau secara cermat dan langsung dilokasi penelitian untuk mengetahui kondisi motor pada saat pengasutan kemudian digunakan untuk membuktikan hasil dari penelitian yang sedang dilakukan.

Rancangan Penelitian

Tujuan pembuatan rancangan penelitian memudahkan peneliti dalam memutuskan langkah-langkah penelitian.



Gambar 1 Diagram rancangan penelitian

Parameter Pengukuran dan Pengamatan

Pengamatan pendahuluan adalah kegiatan yang dilaksanakan secara langsung di lapangan dengan tujuan untuk mengetahui kondisi secara umum dan aktual pada lokasi. Hasil parameter pengukuran dan pengamatan pada penelitian ini adalah hasil perbandingan kecepatan motor 1 fasa, motor 3 fasa *Star-Delta* dan motor *Star-dahlander*.

Teknik Pengumpulan Data

Menurut (Moleong, 2010) teknik pengumpulan data adalah cara atau strategi untuk mendapatkan data yang diperlukan untuk menjawab pertanyaan.

1. Metode Observasi

Menurut (Margono, 1997), Mendefinisikan observasi adalah pengamatan dan pencatatan secara sistematis terhadap gejala yang tampak pada objek penelitian. Metode ini dilakukan melalui pengamatan langsung pada objek pengasutan motor dahlander dengan motor listrik 3 fasa star-delta.

2. Metode Studi Perpustakaan

Bertujuan untuk mencari data tentang masalah penelitian dengan mencari jawaban permasalahan dengan berpedoman pada buku yang berkaitan dengan penelitian.

3. Metode Wawancara

Dalam metode wawancara, data-data yang diperoleh adalah bersumber dari seorang ahli ataupun yang berkompeten dalam suatu masalah ataupun pihak-pihak yang bersangkutan dengan materi yang disusun oleh penulis.

Teknik Analisis Data

Analisis data adalah proses mengatur urutan data, mengordinasikannya ke dalam suatu pola, kategori, dan satuan uraian dasar (Patton, 1980). Menganalisis dan membahas data-data yang didapat dari hasil pengukuran langsung pada motor 1 fasa, motor 3 fasa star-delta dan motor dahlander.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Pengukuran dan Pehitungan pada Motor 1 fasa, Motor 3 fasa Star – Delta dan Motor Dahlander

Proses pengukuran pada motor 1 fasa, motor tiga fasa star – delta dan motor dahlander dilakukan pada tanggal 26 – 27 Juni 2023 yang dilakukan oleh penulis didampingi dengan tim perancangan. Pengukuran dilakukan pada motor 1 fasa, motor tiga fasa star - delta dan motor dahlander setiap motor dilakukan pengukuran arus, tegangan dan kecepatan.

Pengukuran Arus, Tegangan dan Kecepatan Motor 1 fasa, Motor 3 fasa Star-Delta, Motor Dahlander

Jenis Motor	Proses Yang di Ukur	Arus (I)	Volt (V)	Kecepatan (RPM)
	20 %	0,49 A	220 V	0
	30 %	0,55 A	220 V	2777
	40 %	0,55 A	220 V	2895
	50 %	0,56 A	220 V	2936
	60 %	0,61 A	220 V	2942
	100%	0,61 A	220 V	2955
Motor 3 fasa Star - Delta	Hubungan Star (Y)	16 A	382 V	2990
	Hubungan Delta (Δ)	39 A	386 V	5971
Motor Dahlander	Putar 1 Kanan Cepat (Y)	1 A	380 V	2995
	Putar 1 Kiri Cepat (Y)	1,4 A	381 V	2994
	Putar 2 Kanan Pelan (Δ)	1,12 A	381 V	1447

	Putar 2 Kiri Pelan (Δ)	1,16 A	381 V	1481
--	------------------------------------	--------	-------	------

Perbandingan Selisih Kecepatan Motor 1 Fasa Terhadap Nameplate

Selisih pengukuran Kecepatan motor 1 fasa antara simulasi dengan nameplate adalah sebagai berikut:

- a) Pada saat dimmer di atur ke 30% dengan hasil pengukuran kecepatan pada motor menghasilkan 2777 Rpm

- Kecepatan pada nameplate : 2900

Kecepatan yang di ukur 2777

$$2900 - 2777 = 123$$

$$= \frac{2777}{2900} \times 100\%$$

$$= 100 - 95,75$$

$$= 4,25\%$$

Setelah melakukan perhitungan selisih perbandingan kecepatan yang ada pada namplate dengan hasil pengukuran simulasi adalah 4,25 %

- b) Pada saat dimmer di atur ke 40% dengan hasil pengukuran kecepatan menghasilkan 2895 Rpm

- Kecepatan pada nameplate 2900

Kecepatan yang di ukur 2895

$$2900 - 2895 = 5$$

$$= \frac{2895}{2900} \times 100\%$$

$$= 100 - 99,82$$

$$= 0,18\%$$

Setelah melakukan perhitungan selisih perbandingan kecepatan yang ada pada namplate dengan hasil pengukuran simulasi adalah 0,18 %

- c) Pada saat dimmer di atur ke 50% dengan hasil pengukuran kecepatan menghasilkan 2936 Rpm

- Kecepatan pada nameplate : 2900

Kecepatan yang di ukur 2936

$$2936 - 2900 = 36$$

$$= \frac{2936}{2900} \times 100\%$$

$$= 100 - 101,2$$

$$= 1,2\%$$

Setelah melakukan perhitungan selisih perbandingan kecepatan yang ada pada namplate dengan hasil pengukuran simulasi adalah 1,2 %

- d) Pada saat dimmer di atur ke 60% dengan hasil pengukuran kecepatan menghasilkan 2942 Rpm

- Kecepatan pada nameplate : 2900
Kecepatan yang di ukur 2942
 $2942 - 2900 = 42$
 $= \frac{2942}{2900} \times 100\%$
 $= 100 - 101,4$
 $= 1,4\%$

Setelah melakukan perhitungan selisih perbandingan kecepatan yang ada pada namplate dengan hasil pengukuran simulasi adalah 1,4 %

- e) Pada saat dimmer di atur ke 100% dengan hasil pengukuran kecepatan menghasilkan 2955 Rpm

- Kecepatan pada nameplate 2900
Kecepatan yang di ukur 2955
 $2955 - 2900 = 55$
 $= \frac{2955}{2900} \times 100\%$
 $= 100 - 101,89$
 $= 1,89\%$

Setelah melakukan perhitungan selisih perbandingan kecepatan yang ada pada namplate dengan hasil pengukuran simulasi adalah 1,89 %

Hasil Perhitungan Perbandingan Motor 1 fasa

Jenis Motor	Proses Yang di Ukur	Rpm pada nameplate	Rpm pengukuran	Hasil / Selisih
Motor 1 Fasa	20 %	2900	0	0
	30 %	2900	2777	4,25 %
	40 %	2900	2895	0,18 %
	50 %	2900	2936	1,2 %
	60 %	2900	2942	1,4 %
	100%	2900	2955	1,89 %

Perbandingan Kecepatan Motor 3 Fasa *Star- Delta* Terhadap Nameplate

Selisih pengukuran Kecepatan motor 3 fasa *Star- Delta* antara simulasi dengan nameplate adalah sebagai berikut:

- a) Pada Hubuagn *Star* (Y) dengan hasil pengukuran kecepatan motor induksi 2990 Rpm

- Kecepatan pada nameplate 2780
Kecepatan yang di ukur 2990
 $2990 - 2780 = 210$
 $= \frac{2990}{2780} \times 100\%$

$$= 100 - 107,55$$

$$= 7,55\%$$

Setelah melakukan perhitungan selisih perbandingan kecepatan yang ada pada namplate dengan hasil pengukuran simulasi adalah 7,55 %

b) Pada Hubungan *Delta* (Δ) dengan hasil pengukuran kecepatan motor induksi 5971 Rpm

- Kecepatan pada nameplate : 2780
Kecepatan yang di ukur 5971
 $5971 - 2780 = 3191$
 $= \frac{5971}{2780} \times 100\%$
 $= 100 - 214$
 $= 114\%$

Setelah melakukan perhitungan selisih perbandingan kecepatan yang ada pada namplate dengan hasil pengukuran simulasi adalah 144 %

Hasil Perhitungan Perbandingan Motor 3 fasa *Star-Delta*

Jenis Motor	Proses Yang di Ukur	Rpm pada nameplate	Rpm pengukuran	Hasil / Selisih
Motor 3 fasa <i>Star</i> - <i>Delta</i>	Hubungan <i>Star</i> (Y)	2780	2990	7,55 %
	Hubungan <i>Delta</i> (Δ)	2780	5971	144 %

Perbandingan Kecepatan Motor Dahlander Terhadap Nameplate

Selisih Pengukuran Kecepatan Motor Dahlander antara simulasi dengan nameplate adalah sebagai berikut:

a) Pada Pengukuran kecepatan motor dahlander 2 percepatan forward- reverse dengan hasil 2995 Rpm

- Putaran 1
Kecepatan pada nameplate 2850
Kecepatan yang di ukur 2995
 $2995 - 2850 = 145$
Star (Y) Putar Kanan Dengan Kecepatan Tinggi
 $= \frac{2995}{2850} \times 100\%$

$$= 100 - 105,08$$

$$= 5,08 \%$$

Setelah melakukan perhitungan selisih perbandingan kecepatan yang ada pada namplate dengan hasil pengukuran simulasi adalah 5,08 %

- b) Pada Pengukuran kecepatan motor dahlander 2 percepatan forward- reverse dengan hasil 2994 Rpm

- Putaran 1

Kecepatan pada nameplate : 2850

Kecepatan yang di ukur 2994

$$2994 - 2850 = 144$$

Star (Y) Putar Kiri Dengan Kecepatan Tinggi

$$= \frac{2994}{2850} \times 100\%$$

$$= 100 - 105,05$$

$$= 5,05\%$$

Setelah melakukan perhitungan selisih perbandingan kecepatan yang ada pada namplate dengan hasil pengukuran simulasi adalah 5,05 %

- c) Pada Pengukuran kecepatan motor dahlander 2 percepatan forward- reverse dengan hasil 1447 Rpm

- Putaran 2

Kecepatan pada nameplate 1450

Kecepatan yang di ukur 1477

$$1477 - 1450 = 27$$

Delta (Δ) Putar Kanan Dengan Kecepatan Rendah

$$= \frac{1477}{1450} \times 100\%$$

$$= 100 - 99,79$$

$$= 0,21\%$$

Setelah melakukan perhitungan selisih perbandingan kecepatan yang ada pada namplate dengan hasil pengukuran simulasi adalah 0,21 %

- d) Pada Pengukuran kecepatan motor dahlander 2 percepatan forward- reverse dengan hasil 1481 Rpm

- Putaran 2

Kecepatan pada nameplate 1450

Kecepatan yang di ukur 1481

$$1481 - 1450 = 31$$

Delta (Δ) Putar Kiri Dengan Kecepatan Rendah

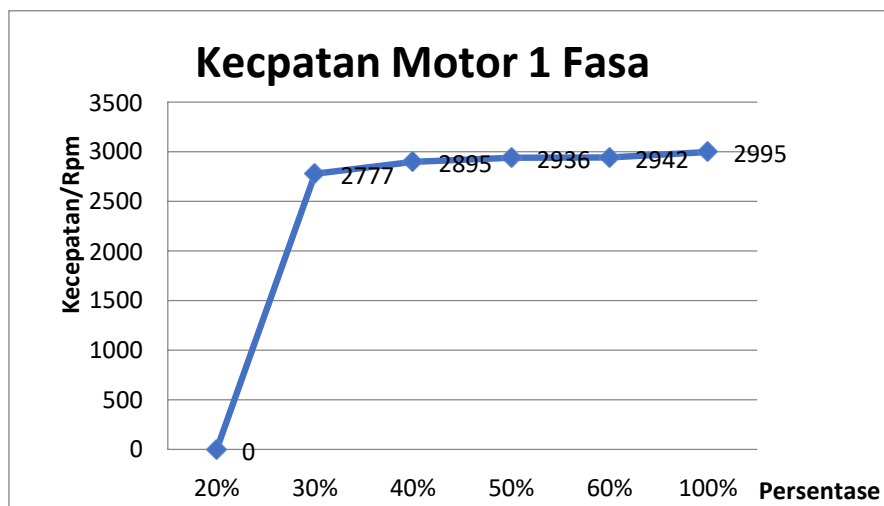
$$\begin{aligned}
 &= \frac{1481}{1450} \times 100\% \\
 &= 100 - 102,13 \\
 &= 2,12\%
 \end{aligned}$$

Setelah melakukan perhitungan selisih perbandingan kecepatan yang ada pada namplate dengan hasil pengukuran simulasi adalah 2,12 %

Hasil Perhitungan Perbandingan Motor Dahlander

Jenis Motor	Proses Yang di Ukur	Rpm pada nameplate	Rpm pengukuran	Hasil / Selisih
Motor Dahlander	Putar 1 Kanan Cepat (Y)	2850	2995	5,08 %
	Putar 1 Kiri Cepat (Y)	2850	2994	5,05 %
	Putar 2 Kanan Pelan (Δ)	1450	1477	0,21 %
	Putar 2 Kiri Pelan (Δ)	1450	1481	2,12 %

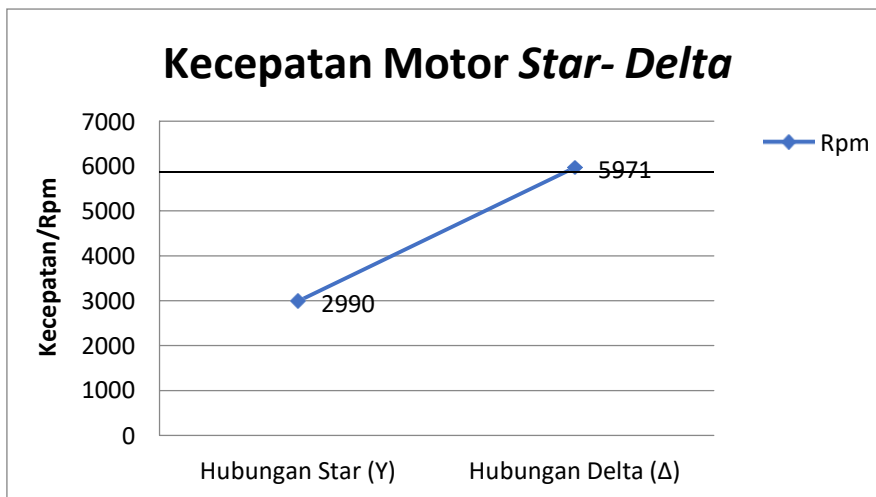
Grafik Kecepatan Motor 1 Fasa



Gambar 2 Grafik Kecepatan Motor Satu Fasa

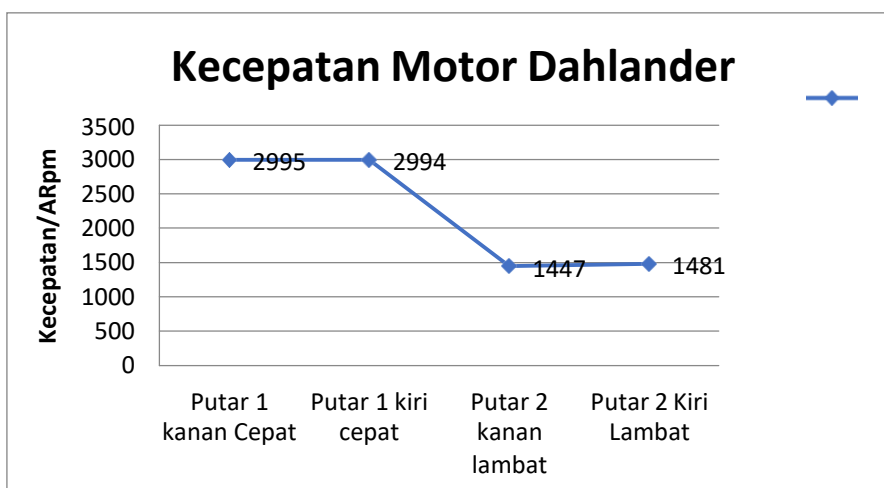
Berdasarkan Gambar 2, dapat dilihat bahwa grafik kecepatan motor 1 fasa menghasilkan kecepatan yang bervariasi dikarenakan diatur dengan beberapa level menggunakan dimmer. Pada saat level di atur pada 20 % menghasilkan kecepatan 0 Rpm, lalu dimmer diatur ke 30 % menghasilkan kecepatan 2777 Rpm, selanjutnya dimmer diatur ke 40 % menghasilkan kecepatan 2895 Rpm, kemudian naik ke 50 % menghasilkan kecepatan 2936 Rpm. Lalu pada saat naik ke 60 % menghasilkan kecepatan 2941 Rpm, selanjutnya di level maximal 100 % menghasilkan kecepatan 2995 Rpm

Grafik Kecepatan Motor 3 Fasa *Star-Delta*

Gambar 3 Grafik Kecepatan Motor 3 fasa *Star-Delta*

Berdasarkan Gambar 3, dapat dilihat bahwa grafik kecepatan motor *Star-Delta* sangat berbeda jauh. Pada hubungan *Star* (Y) menghasilkan kecepatan 2990 Rpm, Sedangkan hubungan *Delta* (Δ) menghasilkan kecepatan 5971 Rpm. Perbedaan kecepatan antara hubungan pengasutan *Star-Delta* adalah 2981 Rpm. Selisih kecepatan adalah 49,43%.

Grafik Kecepatan Motor Dahlander



Gambar 4 Grafik Kecepatan Motor Dahlander

Berdasarkan Gambar 4, dapat dilihat bahwa grafik kecepatan motor dahlander *forward reverse* menghasilkan kecepatan yang bervariasi. Pada Putar 1 kanan cepat menghasilkan kecepatan 2995 Rpm, lalu putar 1 kiri cepat 2994 Rpm, pada putar 2 kanan lambat menghasilkan kecepatan 1447 Rpm dan putar 2 kiri lambat menghasilkan kecepatan 1481 Rpm.

SIMPULAN

Adapun kesimpulan yang didapat dari analisa perhitungan yang telah dilakukan oleh penulis adalah sebagai berikut:

1. Dari hasil pengujian kecepatan yang di hasilkan adalah 2955 Rpm, pada saat dilakukan pengukuran menggunakan tachometer melebihi 55 rpm dari kecepatan yang ada di nameplate.
2. Pada saat putar 1 kanan cepat, dengan hasil pengujian kecepatan yang dihasilkan 2995 Rpm, pada saat dilakakukan pengukuran menggunakan tachometer melebihi 145 rpm dari kecepatan yang ada di nameplate. Pada putar 2 kanan lambat dengan hasil pengujian kecepatan yang dihasilkan 1447 pada saat dilakakukan pengukuran menggunakan tachometer melebihi 27 rpm

dari kecepatan yang ada di nameplate.

3. Pada hubungan star, dengan hasil pengujian kecepatan yang dihasilkan 2990 Rpm, pada saat dilakukan pengukuran menggunakan tachometer melebihi 210 rpm dari kecepatan yang ada di nameplate. Pada hubungan delta, dengan hasil pengujian kecepatan yang dihasilkan 5971 pada saat dilakukan pengukuran menggunakan tachometer melebihi 3191 rpm dari kecepatan yang ada di nameplate.

UCAPAN TERIMA KASIH

Terima Kasih Kepada Politeknik Negeri Medan melalui Pusat Penelitian dan Pengabdian Kepada Masyarakat (P3M) yang telah mendanai penelitian ini.

DAFTAR PUSTAKA

- Badruzzaman, Y. (2018). Pengasutan Konvensional Motor Induksi Tiga Fasa Rotor Sangkar Tupai. *Jurusan Teknik Elektro Terapan*, 1(6), 41–47.
- Cahyo Edy Wibowo, N., Handajadi, W., & Teknik Elektro, J. (2014). ANALISA STARTINGMOTOR INDUKSI 3 FASA DENGAN MENGGUNAKAN PROGRAM DI PT MADUBARU. YOGYAKARTA. In *Jurnal Elektrikal* (Vol. 1, Issue 1).
- Evalina, N., & Azis, A. H. (2018). Pengaturan Kecepatan Putaran Motor Induksi 3 Fasa Menggunakan Programmable logic controller. In *Journal of Electrical Technology* (Vol. 3, Issue 2).
- Mathematics, A. (2016). *Pengertian Motor induksi 3 Fasa*. 1–23.
- Rachmat, A., & Ruhama, A. (2014). PERANCANGAN DAN PEMBUATAN ALAT UJI MOTOR LISTRIK INDUKSI AC 3 FASA MENGGUNAKAN DINAMOMETER TALI (ROPE BRAKE DYNAMOMETER). In *Jurnal J-ENSITEC*.
- Sukmadi, T., & Christyono, Y. (n.d.). *PENGASUTAN BALIK PUTARAN MOTOR INDUKSI 3 FASA BERBASIS SMS CONTROLLER MENGGUNAKAN BAHASA PEMROGRAMAN BASCOM*.
- Suyanto, M., Maulana Fikri, A., Teknik Elektro, J., Sains, I., AKPRIND Yogyakarta JKalisahak No, T., & Balapan Jogjakarta, K. (2019). *KENDALI PUTARAN MOTOR ASINKRON 3 PHASA DENGAN VSD TIPE ATV312HU15N4*. 4. <https://doi.org/10.22236/teknoka.v%vi%i.4190>
- Theodore Wildi. (2017). Teori Motor Induksi Tiga Fasa Universitas Semarang. *Kementrian Pendidikan Dan Kebudayaan Republik Indonesia*, 7–37 Menggunakan Programmable logic controller. In *Journal of Electrical Technology* (Vol. 3, Issue2).
- Mathematics, A. (2016). *Pengertian Motor induksi 3 Fasa*. 1–23.
- Rachmat, A., & Ruhama, A. (2014). PERANCANGAN DAN PEMBUATAN ALAT UJI MOTOR LISTRIK INDUKSI AC 3 FASA MENGGUNAKAN DINAMOMETER TALI (ROPE BRAKE DYNAMOMETER). In *Jurnal J-ENSITEC*.
- Sukmadi, T., & Christyono, Y. (n.d.). *PENGASUTAN BALIK PUTARAN MOTOR INDUKSI 3 FASA BERBASIS SMS CONTROLLER MENGGUNAKAN BAHASA PEMROGRAMAN BASCOM*.
- Suyanto, M., Maulana Fikri, A., Teknik Elektro, J., Sains, I., AKPRIND Yogyakarta JKalisahak No, T., & Balapan Jogjakarta, K. (2019). *KENDALI PUTARAN MOTOR ASINKRON 3 PHASA DENGAN VSD TIPE ATV312HU15N4*. 4. <https://doi.org/10.22236/teknoka.v%vi%i.4190>
- Theodore Wildi. (2017). Teori Motor Induksi Tiga Fasa Universitas Semarang. *Kementrian Pendidikan Dan Kebudayaan Republik Indonesia*, 7–37.