ARTIKEL

ANALISIS PENGARUH PENGGUNAAN SISTEM STAR DELTA DENGAN RANGKAIAN MANUAL DAN PLC PADA MOTOR LISTRIK 3 PHASA

Oleh:

NAMA : YEVI KURNIAWAN

NPM : 13.1.03.01.0048

Dibimbing oleh :

1. **Hesti Istiqlaliyah, S.T., M.Eng.**
2. **M. Muslimin Ilham, M.T.**

PROGRAM STUDI TEKNIK MESIN

FAKULTAS TEKNIK

UNIVERSITAS NUSANTARA PGRI KEDIRI

2017

SURAT PERNYATAAN
ARTIKEL SKRIPSI TAHUN 2017

Yang bertanda tangan di bawah ini:

Nama Lengkap	: Yevi Kurniawan
NPM	: 13.1.03.01.0048
Telepun/HP	: 0857 5588 5451
Alamat Surel (Email)	: kurniawan.yevi@gmail.com
Judul Artikel	: Analisis Pengaruh Penggunaan Sistem Star Delta Dengan Rangkaian Manual Dan PLC Pada Motor Listrik 3 Phasa
Fakultas – Program Studi	: Teknik - Teknik Mesin
Nama Perguruan Tinggi	: Universitas Nusantara PGRI Kediri
Alamat Perguruan Tinggi	: Jl. KH. Ahmad Dahlan No.76, Mojoroto, Kota Kediri, Jawa Timur 64112

Dengan ini menyatakan bahwa :

a. Artikel yang saya tulis merupakan karya saya pribadi (bersama tim penulis) dan bebas plagiarisme;
b. Artikel telah diteliti dan disetujui untuk diterbitkan oleh Dosen Pembimbing I dan II.

Demikian surat pernyataan ini saya buat dengan sesungguhnya. Apabila di kemudian hari ditemukan ketidaksesuaian data dengan pernyataan ini dan atau ada tuntutan dari pihak lain, saya bersedia bertanggungjawab dan diproses sesuai dengan ketentuan yang berlaku.

Mengetahui,		Kediri, 29 Juli 2017
Pembimbing I	Pembimbing II	Penulis,
Hesti Istiqlaliyah, S.T., M.Eng. NIDN. 0709088301	M. Muslimin Ilham, M.T. NIDN. 0713088502	Yevi Kurniawan NPM: 13.1.03.01.0048

ANALISIS PENGARUH PENGGUNAAN SISTEM STAR DELTA DENGAN RANGKAIAN MANUAL DAN PLC PADA MOTOR LISTRIK 3 PHASA

Yevi Kurniawan
13.1.03.01.0048
Fakultas Teknik– Prodi Teknik Mesin
kurniawan.yevi@gmail.com
Hesti Istiqlaliyah, S.T., M,Eng. dan M. Muslimin Ilham, M.T.
UNIVERSITAS NUSANTARA PGRI KEDIRI

Abstrak

Penelitian ini dilatar belakangi hasil pengamatan dan pengalaman peneliti, bahwa pada beberapa industri masih masih banyak yang menggunakan rangkaian pengendali secara manual maupun yang menggunakan rangkaian kontrol PLC, sebagai contoh pada kontrol pengendali *star delta* pada motor 3 phasa. Maka peneliti akan mencoba melakukan penelitian tentang pengaruh penggunaan sistem *star delta* dengan rangkaian manual dan PLC pada motor listrik AC induksi 3 phasa.

Tujuan dari penelitian ini adalah untuk mengetahui lebih stabil mana lonjakan awal putaran motor listrik dalam proses *starting*, perbedaan arus, daya dan kecepatan motor listrik, hal-hal yang membedakan penggunaan rangkaian, mengetahui terjadinya *overshoot* antara rangkaian manual dan PLC pada motor listrik 3 phasa dengan sistem *star delta*.Penelitian ini menggunakan pendekatan pendekatan kuantitatif. Teknik penelitian dengan metode penelitian deskriptif dan penelitian korelasi. Metode pengumpulan datanya dengan observasi pada rangkaian star delta rangkaian manual dan PLC serta pada motor listrik 3 phasa.

Hasil penelitian ini adalah pada rangkaian pengendali bintang segitiga dengan sistem PLC lebih stabil lonjakan arus awalnya yaitu 0,74 A jika dibandingkan dengan rangkaian pengendali bintang segitiga dengan sistem manual, didapat beberapa selisih pada arus yaitu 7,86 A pada proses bintang dan 4,07 A pada proses segitiga, serta daya yaitu 4395,82 Watt pada proses bintang dan 2272,41 Watt pada proses segitiga, perbedaan penggunaan rangkaian antara sistem PLC dan sistem manual pada rangkaian pengendali bintang segitiga dan perbedaan kecepatan pada motor 3 phasa yaitu sebesar 6 Rpm, dan tidak terjadi *overshoot* pada semua rangkaian saat penelitian.

Kata Kunci :sistem star delta, rangkaian manual, rangkaian PLC, motor listrik 3 phasa.

I. LATAR BELAKANG

Dengan semakin pesatnya perkembangan teknologi pada saat sekarang ini, berbagai macam teknologi banyak bermunculan mulai dari teknologi yang baru ditemukan, sampai perkembangan teknologi sebelumnya. Khususnya pada bidang kontrol pengendali *star delta* atau bintang (Y) segitiga (Δ) pada motor listrik 3 phasa, pada saat ini proses didalam sistem kontrol tidak hanya berupa rangkaian manual, tetapi banyak indutri yang sudah menggunakan PLC *(Programmable Logic Controller).*

Pada saat start motor membutuhkan torsi awal yang besar untuk mengangkat beban. Oleh karena itu, arus mula yang diperlukan juga besar. Untuk mengurangi arus mula jalan digunakan pengasutan *star delta.* Pada mula jalan, kumparan stator disambung secara *star*, setelah motor berputar, kumparan

stator diubah menjadi sambungan *delta* (Henny Sutrisno, et.al, 2011).

PLC adalah alat kendali komputer yang merupakan bentuk khusus pengontrol berbasis *mikroposesor* yang biasa digunakan pada kontrol pengendali *star delta* pada motor 3 phasa (W. Bolton, 2004).

Berdasarkan uraian tersebut, penulis akan melakukan penelitian tentang pengaruh penggunaan sistem *star delta* dengan rangkaian manual dan PLC pada motor listrik 3 phasa, dari situlah akan ketemu perbedaan pada rangkaian manual dan PLC, khususnya pada arus dan daya yang berpengaruh pada kestabilan lonjakan awal putaran motor listrik untuk mengantisipasi terjadinya *overshoot* dan belum pernah dilakukan oleh peneliti sebelumnya.

II. METODE

A. Teknik Dan Pendekatan Penelitian

1. Identifikasi Variabel Penelitian

(Sugiyono, 2007), Variabel adalah suatu besaran kuantitatif atau kualitatif yang dapat bervariasi atau berubah pada situasi tertentu. Besaran kuantitatif adalah besaran yang dinyatakan dalam ukuran baku, misalnya tinggi badan yang dinyatakan dalam cm, massa benda dinyatakan dengan gram, suhu badan dengan ^{o}C (derajat Celcius). Besaran kualitatif adalah besaran yang tidak dinyatakan dalam satuan pengukuran yang bersifat relatif.

Variabel yang digunakan dalam penelitian ini adalah sebagai berikut:

1) Variabel Bebas

   Variabel bebas dalam penelitian ini adalah arus listrik, daya listrik dan kecepatan motor listrik

2) Variabel Terikat

   Variabel terikat dalam penelitian ini adalah *overshoot* dari proses *starting* motor 3 phasa

3) Variabel Kontrol

   Variable Kontrol dalam penelitian ini adalah rangkaian pengendali *star delta* sistem PLC, manual tanpa TDR dan manual dengan TDR

2. Pendekatan Penelitian

Menurut Sugiono (2008), metode kuantitatif adalah pendekatan ilmiah yang memandang suatu realitas itu dapat diklasifikasikan, konkrit, teramati dan terukur, hubungan variabelnya bersifat sebab akibat dimana data penelitiannya berupa angka-angka dan analisisnya menggunakan statistik.

3. Teknik Penelitian

Menurut Nazir (1988), metode penelitian *deskriptif* merupakan suatu metode dalam meneliti status sekelompok manusia, suatu objek, suatu set kondisi, suatu sistem pemikiran ataupun suatu kelas peristiwa pada masa sekarang.

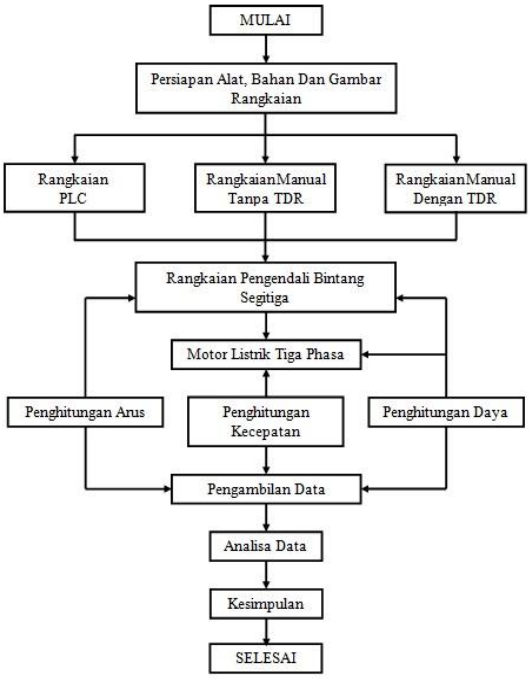
Menurut Faenkel dan Wallen (2008), penelitian korelasi atau korelasional adalah suatu penelitian untuk mengetahui hubungan dan tingkat hubungan antara dua variabel atau lebih tanpa ada upaya untuk mempengaruhi variabel tersebut sehingga tidak terdapat manipulasi variable.

B. Tempat Penelitian

Untuk tempat tempat penelitian saya menggunakan Bengkel Otomasi SMK Negeri 3 Boyolangu Tulungagung, Jl. Ki Mangunsarkoro, Beji, Kec. Boyolangu, Kab. Tulungagung.

C. Alur Penelitian

Berikut ini adalah alur dari penelitian yang dilakuakan:



Gambar 1 : Bagan alur penelitian

D. Komponen, Alat Dan Bahan

KomponenRangkaian:

1. PLC *(Programmable Logic Control)*
2. Kontaktor Listrik
3. *Miniature Circuit Breaker (MCB)*
4. Sakelar Tombol (*Push Button*)
5. *Time Delay Relay* (TDR)
6. *Thermal Over Load Relay* (TOLR)
7. Motor Induksi 3 Phasa

Alat Penelitian:

1. Avometer
2. Tang *Ampere*
3. *Tachometer*
4. *Tool Kit*

Bahan Penelitian

1. Rangkaian Daya Bintang Segitiga
2. Rangkaian Bintang Segitiga Sistem PLC
3. Rangkaian Bintang Segitiga Sistem Manual Dengan TDR
4. Rangkaian Bintang Segitiga Sistem Manual Tanpa TDR

E. Prosedur Penelitian

1. Persiapan alat, bahan dan gambar rangkaian
2. Merangkai rangkaian daya, rangkaian sistem PLC, rangkaian sistem manual dengan TDR, rangkaian sistem manual tanpa TDR
3. Pengukuran tegangan, arus, daya dan kecepatan
4. Penghitungan daya, rata-rata, selisih dan rangkaian pemicu *overshoot*

III. HASIL DAN KESIMPULAN

A. Data Penelitian

Dari hasil pengujian yang dilakukan terhadap jenis rangkaian pengendali bintang segitiga sistem PLC dan sistem manual di dapat beberapa hasil data berupa besar arus, dan kecepatan motor listrik 3 phasa.

1. Hasil Data Pengukuran

Dari hasil data pengukuran yang dilakukan, didapatkan data berupa tabel dan grafik yang disajikan berikut:

a. Hasil Data Pengukuran Tegangan Dan Arus

Berikut ini adalah tabel hasil pengujian data tegangan dan arus dari jenis rangkaian pengendali bintang segitiga sistem PLC dan sistem manual:

Tabel 1 : Hasil data pengujian tegangan dan arus

Jenis Rangkaian	Proses Yang Diukur	Jenis Kabel	Tegangan (V)	Arus (A)
Sistem PLC	Bintang (Y)	R	380 V	15,8 A
		S	380 V	16 A
		T	380 V	15,8 A
	Segitiga (Δ)	R	380 V	16,8 A
		S	380 V	16,4 A
		T	380 V	16,6 A
Sistem Manual Dengan TDR	Bintang (Y)	R	380 V	10 A
		S	380 V	10,6 A
		T	380 V	11 A
	Segitiga (Δ)	R	380 V	14 A
		S	380 V	13,6 A
		T	380 V	13,4 A
Sistem Manual Tanpa TDR	Bintang (Y)	R	380 V	7,6 A
		S	380 V	8,4 A
		T	380 V	8 A
	Segitiga (Δ)	R	380 V	13 A
		S	380 V	12,6 A
		T	380 V	12 A

b. Hasil Data Pengukuran Kecepatan Motor 3 Phasa

Berikut ini adalah tabel hasil pengujian data kecepatan motor listrik 3 phasa Pengendali bintang segitiga dengan sistem PLC sistem manual tanpa TDR dan sistem manual dengan TDR:

Tabel 2 : Hasil data pengujian kecepatan

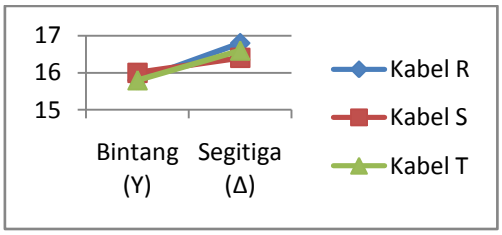
Jenis Rangkaian	Proses Yang Diukur	Percobaan	Kecepatan (Rpm)
Sistem PLC	Bintang (Y)	Percobaan 1	2988 Rpm
		Percobaan 2	2987 Rpm
		Percobaan 3	2990 Rpm
	Segitiga (Δ)	Percobaan 1	2994 Rpm
		Percobaan 2	2991 Rpm
		Percobaan 3	2992 Rpm
Sistem Manual Dengan TDR	Bintang (Y)	Percobaan 1	2987 Rpm
		Percobaan 2	2986 Rpm
		Percobaan 3	2991 Rpm
	Segitiga (Δ)	Percobaan 1	3000 Rpm
		Percobaan 2	2995 Rpm
		Percobaan 3	2999 Rpm
Sistem Manual Tanpa TDR	Bintang (Y)	Percobaan 1	2989 Rpm
		Percobaan 2	2990 Rpm
		Percobaan 3	2986 Rpm
	Segitiga (Δ)	Percobaan 1	3001 Rpm
		Percobaan 2	2998 Rpm
		Percobaan 3	2996 Rpm

2. Grafik Data Pengukuran

a. Grafik Data Pengukuran Arus

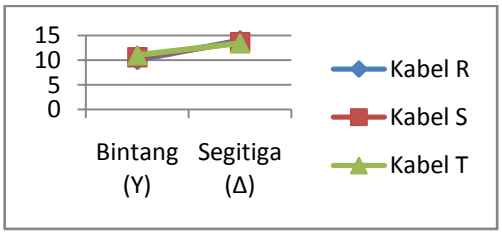
Berikut ini adalah grafik dari hasil pengujian data arus:

1) Grafik pengukuran arus sistem PLC



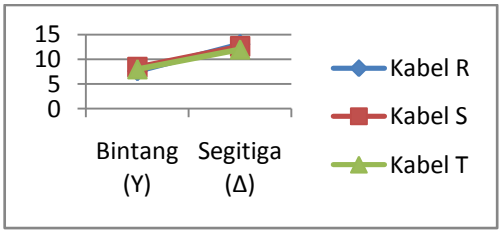
Gambar 2 : Grafik arus PLC

2) Grafik pengukuran arus sistem manual dengan TDR



Gambar 3 : Grafik arus manual dengan TDR

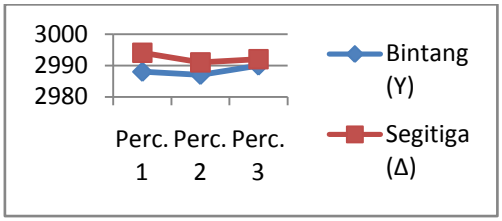
3) Grafik pengukuran arus sistem manual tanpa TDR



Gambar 4 : Grafik arus manual tanpa TDR

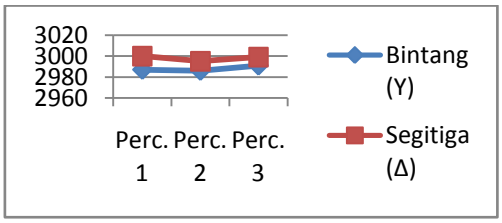
b. Grafik Data Pengukuran Kecepatan

1) Grafik pengukuran kecepatan sistem PLC



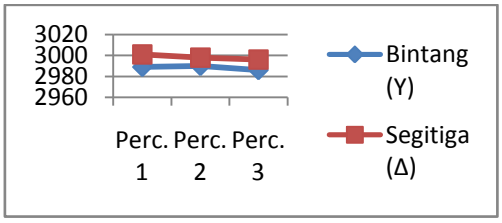
Gambar 5 : Grafik kecepatan PLC

2) Grafik pengukuran kecepatan sistem manual dengan TDR



Gambar 6 : Grafik kecepatan manual dengan TDR

3) Grafik pengukuran kecepatan sistem manual tanpa TDR



Gambar 7 :Grafik kecepatan manual tanpa TDR

B. Analisa Data

1. Penghitungan Daya

Karena pada pengujian kali ini daya tidak terpakai untuk energi sebenarnya maka pada metode penghitungan daya kali ini penulis menggunakan rumus sebagai berikut:

$$P = \sqrt{3} \cdot V \cdot I \cdot \cos \varphi \quad \text{.....} \quad 4.1$$

Keterangan: P = daya motor listrik (Watt)
V = tegangan kerja motor (Volt)
I = arus yang mengalir pada motor (*Ampere*)

$\sqrt{3} = 1{,}73$

$\cos\varphi = 85\% = 0{,}85$

d. Hasil Data Arus, Daya Dan Kecepatan

Dari penghitungan arus dan daya pada rangkaian pengendali bintang segitiga, serta kecepatan pada motor 3 phasa dapat disimpulkan hasil data sebagai berikut:

Tabel 3 : Hasil data penghitungan arus, daya dan kecepatan

Jenis Rangkaian	Proses Yang Diukur	Tegangan (V)	Arus (A)	Daya (Watt)	Kecepatan (Rpm)
Sistem PLC	Bintang (Y)	380 V	15,86 A	8866,13 Watt	2988,34 Rpm
	Segitiga (Δ)	380 V	16,6 A	9275,91 Watt	2992,34 Rpm
Sistem Manual Dengan TDR	Bintang (Y)	380 V	10,53 A	5885,92 Watt	2988 Rpm
	Segitiga (Δ)	380 V	13,67 A	7636,79 Watt	2998 Rpm
Sistem Manual Tanpa TDR	Bintang (Y)	380 V	8 A	4470,31 Watt	2988,34 Rpm
	Segitiga (Δ)	380 V	12,53 A	7003,5 Watt	2998,34 Rpm

2. Penghitungan Selisih Arus, Daya Dan Kecepatan

a. Penghitungan Selisih Sistem PLC Dan Sistem Manual Dengan TDR

1) Penghitungan selisih arus

- Selisih arus pada proses bintang (Y):

$$15{,}86 - 10{,}53 = 5{,}33\ A$$

- Selisih arus pada proses segitiga (Δ):

$$16{,}6 - 13{,}67 = 2{,}93\ A$$

2) Penghitungan selisih daya

- Selisih daya pada proses bintang (Y):

$$8866{,}13 - 5885{,}92 = 2980{,}21\ Watt$$

- Selisih daya pada proses segitiga (Δ):

$$9275{,}91 - 7636{,}79 = 1639{,}12\ Watt$$

3) Penghitungan selisih kecepatan

- Selisih kecepatan pada proses bintang (Y):

$$2988{,}34 - 2988 = 0{,}34\ Rpm$$

- Selisih kecepatan pada proses segitiga (Δ):

$$2998 - 2992{,}34 = 5{,}66\ Rpm$$

b. Penghitungan Selisih Sistem PLC Dan Sistem Manual Tanpa TDR

1) Penghitungan selisih arus

- Selisih arus pada proses bintang (Y):

$$15{,}86 - 8 = 7{,}86\ A$$

- Selisih arus pada proses segitiga (Δ):

$$16{,}6 - 12{,}53 = 4{,}07\ A$$

2) Penghitungan selisih daya

- Selisih daya pada proses bintang (Y):

$$8866{,}13 - 4470{,}31 = 4395{,}82\ Watt$$

- Selisih daya pada proses segitiga (Δ):

$$9275{,}91 - 7003{,}5 = 2272{,}41\ Watt$$

3) Penghitungan selisih kecepatan

- Selisih kecepatan pada proses bintang (Y):

$$2988{,}34 - 2988{,}34 = 0\ Rpm$$

- Selisih kecepatan pada proses segitiga (Δ):

$$2998{,}34 - 2992{,}34 = 6\ Rpm$$

c. Penghitungan Selisih Sistem Manual Dengan TDR Dan Sistem Manual Tanpa TDR

1) Penghitungan selisih arus

- Selisih arus pada proses bintang (Y):

$$10{,}53 - 8 = 2{,}53\ A$$

- Selisih arus pada proses segitiga (Δ):

$$13{,}67 - 12{,}53 = 1{,}14\ A$$

2) Penghitungan selisih daya

- Selisih daya pada proses bintang (Y):

$$5885{,}92 - 4470{,}31 = 1415{,}61\ Watt$$

- Selisih daya pada proses segitiga (Δ):

$$7636{,}79 - 7003{,}5 = 633{,}29\ Watt$$

3) Penghitungan selisih kecepatan

- Selisih kecepatan pada proses bintang (Y):

$$2988{,}34 - 2988 = 0{,}34\ Rpm$$

- Selisih kecepatan pada proses segitiga (Δ):

$$2998{,}34 - 2998 = 0{,}34\ Rpm$$

3. Penghitungan Rangkaian Pemicu Terjadinya *Overshoot*

Pada saat penelitian tidak terjadi adanya *overshoot* pada semua rangkaian, sehingga ketiga rangkaian tersebut memiliki arus yang

cukup stabil dari proses bintang (Y) ke proses segitiga (Δ).

Namun penulis tetap mencari perbedaan arus untuk mengetahui rangkaian mana yang mempunyai lonjakan kuat arus yang dapat memicu terjadinya *overshoot*.

a. Penghitungan Lonjakan Arus Sistem PLC

Lonjakan Arus = arus segitiga (Δ) – arus bintang (Y)

$= 16{,}6 - 15{,}86 = 0{,}74\ A$

b. Penghitungan Lonjakan Arus Sistem Manual Dengan TDR

Lonjakan Arus = arus segitiga (Δ) – arus bintang (Y)

$= 13{,}67 - 10{,}53 = 3{,}14\ A$

c. Penghitungan Lonjakan Arus Sistem Manual Tanpa TDR

Lonjakan Arus = arus segitiga (Δ) – arus bintang (Y)

$= 12{,}53 - 8 = 4{,}53\ A$

IV. Kesimpulan

Dari hasil pengukuran dan pengujian yang di lakukan oleh peneliti dapat ditarik kesimpulan:

1. Didapat beberapa selisih pada arus, daya dan kecepatan motor 3 phasa antara sistem PLC dan manual yang di dominasi rangkaian sistem PLC dengan hasil data yang lebih stabil, yaitu:

a. Sistem PLC dan sistem manual dengan TDR

- Selisih arus bintang (Y) = 5,33 A
- Selisih arus segitiga (Δ) = 2,93 A
- Selisih daya bintang (Y) = 2980,21 Watt
- Selisih daya segitiga (Δ) = 1639,12 Watt
- Selisih kecepatan bintang (Y) = 0,34 Rpm
- Selisih kecepatan segitiga (Δ) = 5,66 Rpm

b. Sistem PLC dan sistem manual tanpa TDR

- Selisih arus bintang (Y) = 7,86 A
- Selisih arus segitiga (Δ) = 4,07 A
- Selisih daya bintang (Y) = 4395,82 Watt
- Selisih daya segitiga (Δ) = 2272,41 Watt
- Selisih kecepatan bintang (Y) = 0 Rpm
- Selisih kecepatan segitiga (Δ) = 6 Rpm

c. Sistem manual dengan TDR dan sistem manual tanpa TDR

- Selisih arus bintang (Y) = 2,53 A
- Selisih arus segitiga (Δ) = 1,14 A
- Selisih daya bintang (Y) = 1415,61 Watt
- Selisih daya segitiga (Δ) = 633,29 Watt
- Selisih kecepatan bintang (Y) = 0,34 Rpm
- Selisih kecepatan segitiga (Δ) = 0,34 Rpm

2. Pada rangkaian pengendali bintang segitiga dengan sistem PLC lebih stabil lonjakan arus awalnya karena hanya mencapai 0,74 A, jika dibandingkan dengan rangkaian pengendali bintang

segitiga dengan sistem manual baik yang memakai TDR dengan lonjakan arus sebesar 3,14 A maupun yang tidak memkai TDR dengan lonjakan arus sebesar 4,53 A.

3. Tidak terjadi *overshoot* pada semua rangkaian saat penelitian, karena semua lonjakan arus rata-rata stabil, walaupun rangkaian manual lebih mudah memicu terjadinya *overshoot*.
4. Terdapat beberapa perbedaan pada penggunaan rangkaian antara sistem PLC dan sistem manual, yaitu sistem PLC lebih praktis, simpel, handal, mudah dalam pemrograman, namun harga cukup mahal dan lebih sulit dalam perawatannya.

V. DAFTAR PUSTAKA

Bolton, W., 2004, *Programmable Logic Controller (PLC)*, Jakarta, Erlangga.

Fraenkel, J. R. Wellen, N. E., 2008, *How to Design and Evaluate research in Education*, New York.

Nazir, 1988, *Pengertian Dan Jenis Metode Deskriptif*, Idtesis, Surabaya.

Sugiono, 2008, *Statika Untuk Penelitian*, Tangga Pustaka, Jakarta.

Sugiyono, 2007, *Metode Penelitian*, Alfabeta, Bandung.

Sutrisno, H., 2011, *Motor Listrik Arus Bolak Balik*, Klaten: Saka Mitra Kompetensi, Klaten.