

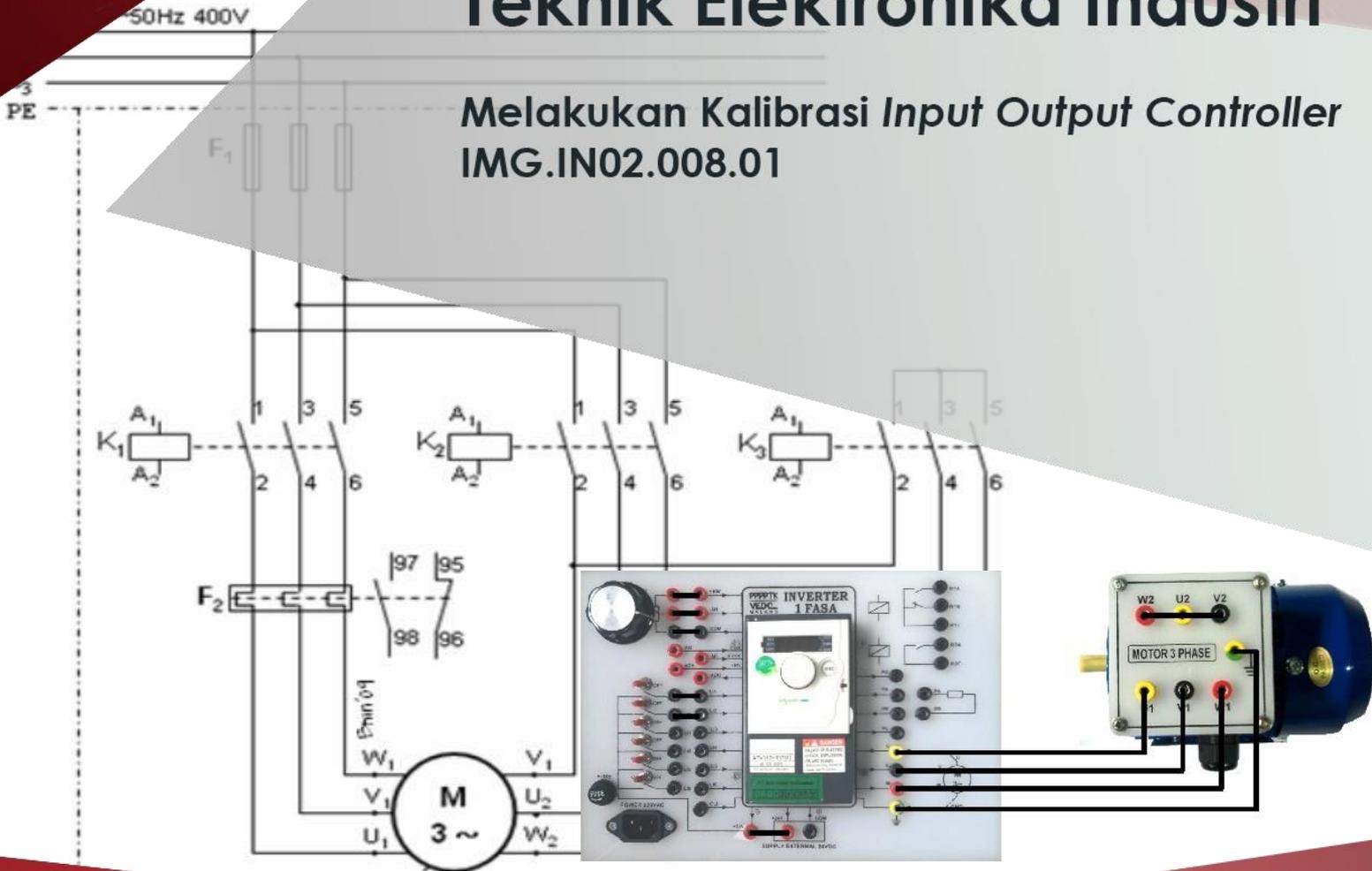


PPPTK BOLE
MALANG

MODUL
PENGEMBANGAN KEPROFESIAN BERKELANJUTAN
BERBASIS KOMPETENSI

Teknik Elektronika Industri

Melakukan Kalibrasi *Input Output Controller*
IMG.IN02.008.01



KATA PENGANTAR

Modul Pengembangan Keprofesian Berkelanjutan (PKB) Berbasis Kompetensi merupakan salah satu media pembelajaran yang dapat digunakan sebagai media transformasi pengetahuan, keterampilan dan sikap kerja kepada peserta pelatihan untuk mencapai kompetensi tertentu berdasarkan program pelatihan yang mengacu kepada Standar Kompetensi.

Modul pelatihan ini berorientasi kepada pelatihan berbasis kompetensi (*Competence Based Training*) yang diformulasikan menjadi 3 (tiga) buku, yaitu Buku Informasi, Buku Kerja dan Buku Penilaian sebagai satu kesatuan yang tidak terpisahkan dalam penggunaannya. Modul ini digunakan sebagai referensi dalam media pembelajaran bagi peserta pelatihan dan instruktur agar pelaksanaan pelatihan dapat dilakukan secara efektif dan efisien. Untuk memenuhi kebutuhan pelatihan berbasis kompetensi tersebut, maka disusunlah modul pelatihan berbasis kompetensi dengan judul "Melakukan Kalibrasi *Input/Output Controller*".

Kami menyadari bahwa modul yang kami susun ini masih jauh dari sempurna. Oleh karena itu, kami sangat mengharapkan saran dan masukan untuk perbaikan agar tujuan dari penyusunan modul ini menjadi lebih efektif.

Demikian kami sampaikan, semoga Tuhan YME memberikan tuntunan kepada kita dalam melakukan berbagai upaya perbaikan dalam menunjang proses pelaksanaan pembelajaran dilingkungan Direktorat Jenderal Guru dan Tenaga Kependidikan.

Malang, Februari 2018
Kepala PPPPTK BOE Malang,

Dr. Sumarno
NIP 195909131985031001

DAFTAR ISI

KATA PENGANTAR.....	1
ACUAN STANDAR KOMPETENSI KERJA DAN SILABUS DIKLAT.....	4
A. Acuan Standar Kompetensi Kerja	4
B. Kompetensi Kunci	7
C. Silabus Diklat.....	8
LAMPIRAN	14

ACUAN STANDAR KOMPETENSI KERJA DAN SILABUS DIKLAT

A. Acuan Standar Kompetensi Kerja

Materi modul pelatihan ini mengacu pada unit kompetensi terkait yang disalin dari Standar Kompetensi Kerja Subgolongan Jasa Pendidikan Lainnya Pemerintah dengan uraian sebagai berikut:

KODE UNIT : **IMG.IN02.008.01**
JUDUL UNIT : **Melakukan Kalibrasi Input / Output Controller**
DESKRIPSI UNIT : Unit kompetensi ini berhubungan dengan pengetahuan, keterampilan dan sikap kerja yang dibutuhkan untuk melakukan kalibrasi input / output controller.

ELEMEN KOMPETENSI	KRITERIA UNJUK KERJA
1. Menyiapkan alat standar	1.1. Alat standar untuk kalibrasi disiapkan sesuai dengan spesifikasi. 1.2. Metode kalibrasi disiapkan sesuai dengan SOP. 1.3. Permasalahan yang timbul dalam penyiapan peralatan dilaporkan kepada pihak terkait.
2. Menyiapkan input/output controller yang akan kalibrasi.	2.1 Input/output controller yang akan dikalibrasi disiapkan 2.2 Pengecekan input/output controller yang akan dikalibrasi secara visual dilakukan 2.3 Pencatatan dilakukan terhadap identitas peralatan yang akan dikalibrasi. 2.4 Permasalahan yang timbul dalam penyiapan peralatan dilaporkan kepada pihak terkait.
3. Melakukan langkah kalibrasi	3.1 Input/output controller yang akan dikalibrasi dipasang / dihubungkan dengan alat standar 3.2 Langkah langkah dalam kegiatan kalibrasi dilakukan sesuai prosedur. 3.3 Pencatatan dilakukan terhadap hasil kalibrasi.
4. Melakukan evaluasi hasil kalibrasi	4.1 Analisis dilakukan untuk mengetahui penyimpangan. 4.2 Evaluasi dilakukan dari hasil antara pembacaan input/output controller yang dikalibrasi dengan alat standar. 4.3 Hasil kalibrasi untuk proses perbaikan lebih lanjut dilaporkan kepada pihak yang lebih berwenang.

BATASAN VARIABEL

1. Konteks Variabel:

Unit ini berlaku untuk menyiapkan alat standar, menyiapkan input/output controller yang akan dikalibrasi, melakukan langkah kalibrasi, melakukan evaluasi hasil kalibrasi dan mendokumentasikan kegiatan yang digunakan melakukan kalibrasi input / output controller

2. Perlengkapan untuk menyiapkan informasi dan laporan pelatihan mencakup:

2.1 Manual Instruction

2.2 Log sheet atau report sheet

2.3 Alat bantu yang dibutuhkan pelaksanaan kalibrasi

2.4 Alat safety

3. Tugas melakukan kalibrasi input / output controller meliputi :

3.1 Menyiapkan alat standar

3.2 Menyiapkan input/output controller yang akan dikalibrasi

3.3 Melakukan langkah kalibrasi

3.4 Melakukan evaluasi hasil kalibrasi

3.5 Mendokumentasikan kegiatan.

4. Norma dan Standar

4.1 Undang undang tentang K3LL

4.2 Kebijakan / tata tertib perusahaan

4.3 SOP

PANDUAN PENILAIAN

1. Konteks Penilaian:

Kompetensi yang tercakup dalam unit kompetensi ini harus diujikan secara konsisten pada seluruh elemen. Pengujian dilaksanakan pada situasi pekerjaan yang sebenarnya ditempat kerja atau secara simulasi pada kondisi seperti tempat kerja normal dengan menggunakan kombinasi metoda uji untuk mengungkap pengetahuan, ketrampilan dan sikap kerja sesuai standar

- 1.1. Ujian lisan
- 1.2. Ujian tertulis
- 1.3. Ujian praktek
- 1.4. Observasi.
- 1.5. Portofolio atau metoda lain yang relevan

2. Keterkaitan dengan unit lain :

2.1 Unit kompetensi yang harus dikuasai sebelumnya :

- IMG.IN01.003.01 Menerapkan K3LL di Lingkungan Kerja
- IMG.IN02.002.01 Menggunakan Alat Bantu

2.2 Unit kompetensi lain yang terkait :

- Belum ada

3. Pengetahuan yang dibutuhkan :

Pengetahuan yang dibutuhkan untuk mendukung unit kompetensi ini sebagai berikut :

- 3.1 Metode kalibrasi sesuai dengan standar peralatan instrumentasi.
- 3.2 Cara kerja peralatan kalibrasi
- 3.3 Spesifikasi peralatan
- 3.4 Prosedur kalibrasi input output controller

4. Keterampilan yang dibutuhkan :

Keterampilan yang dibutuhkan untuk mendukung unit kompetensi ini sebagai berikut :

- 4.1. Menyiapkan peralatan yang akan digunakan untuk kalibrasi.
- 4.2. Mengoperasikan peralatan kalibrasi.
- 4.3. Mengamati pembacaan pada alat kalibrasi.
- 4.4. Mengevaluasi hasil kalibrasi.

5. Aspek Kritis Penilaian

Aspek kritis merupakan sikap kerja yang harus diperhatikan, sebagai berikut:

- 5.1 Mengidentifikasi karakteristik peralatan yang akan dikalibrasi.
- 5.2 Mengidentifikasi gangguan-gangguan kalibrasi

B. Kompetensi Kunci

No.	Kompetensi Kunci	Tingkat
1	Mengumpulkan, menganalisa dan mengorganisasikan informasi	2
2	Mengkomunikasikan informasi dan ide-ide	2
3	Merencanakan dan mengorganisasikan kegiatan	2
4	Bekerjasama dengan orang lain dan kelompok	2
5	Menggunakan gagasan secara matematis dan teknis	1
6	Memecahkan masalah	2
7	Menggunakan teknologi	2

C. Silabus Diklat

Elemen Kompetensi	Kriteria Unjuk Kerja	Indikator Unjuk Kerja	Materi Diklat			Perkiraan Waktu Diklat (JP)	
			Pengetahuan (P)	Keterampilan (K)	Sikap (S)	P	K
1. Menyiapkan alat standar	1.1 Alat standar untuk kalibrasi disiapkan sesuai dengan spesifikasi.	1.1.1 Dapat menjelaskan alat standar untuk kalibrasi sesuai dengan spesifikasi (P) 1.1.2 Mampu menyiapkan alat standar sesuai dengan spesifikasi (K) 1.1.3 Harus tepat dan benar (S)	Materi pembelajaran, metode dan media pembelajaran	mengidentifikasi Materi pembelajaran, metode dan media pembelajaran			
	1.2 Metode kalibrasi disiapkan sesuai dengan SOP.	1.2.1 Dapat menjelaskan metode kalibrasi sesuai dengan SOP (P) 1.2.2 Mampu menyiapkan metode kalibrasi sesuai dengan SOP(K) 1.2.3 Harus taat azas(S)	materi metode kalibrasi Input/Output Controller	menyiapkan metode kalibrasi sesuai dengan SOP			
	1.3 Permasalahan yang timbul dalam penyiapan peralatan dilaporkan kepada pihak terkait.	1.3.1 Dapat menjelaskan hierarki pelaporan masalah yang timbul dalam penyiapan peralatan kepada pihak terkait(P) 1.3.2 Mampu melaporkan masalah yang timbul dalam penyiapan peralatan kepada pihak terkait(K) 1.3.3 Sesuai Hierarki pihak terkait(S)	Materi pelaporan masalah yang timbul dalam penyiapan peralatan kepada pihak terkait	mengidentifikasi masalah dan melaporkan pada pihak terkait			

Elemen Kompetensi	Kriteria Unjuk Kerja	Indikator Unjuk Kerja	Materi Diklat			Perkiraan Waktu Diklat (JP)	
			Pengetahuan (P)	Keterampilan (K)	Sikap (S)	P	K
2. Menyiapkan input/output controller yang akan kalibrasi	2.1 Input/output controller yang akan dikalibrasi disiapkan	2.1.1 Dapat menjelaskan prosedur persiapan input/output controller yang akan dikalibrasi secara visual(P) 2.1.2 Mampu menyiapkan input/output controller yang akan dikalibrasi secara visual(K) 2.1.3 Harus tepat dan benar(S)	materi prosedur persiapan kalibrasi input/output controller	menyiapkan input/output kontrollpower			
	2.2 Pengecekan input/output controller yang akan dikalibrasi secara visual dilakukan	2.2.1 Dapat menjelaskan prosedur pengecekan kondisi input/output controller yang akan dikalibrasi secara visual(P) 2.2.2 Mampu mengecek input/output controller yang akan dikalibrasi secara visual(K) 2.2.3 Harus tepat dan benar(S)	materi prosedur pengecekan kondisi input/output controller secara visual	mengecek input/output controller secara visual			
	2.3 Pencatatan dilakukan terhadap identitas peralatan yang akan dikalibrasi.	2.3.1 Dapat menjelaskan pencatatan terhadap identitas peralatan yang akan dikalibrasi(P) 2.3.2 Mampu melakukan pencatatan identitas peralatan yang akan dikalibrasi(K)	materi pencatatan terhadap identitas peralatan yang akan dikalibrasi	mencatat terhadap identitas peralatan yang akan dikalibrasi			

Elemen Kompetensi	Kriteria Unjuk Kerja	Indikator Unjuk Kerja	Materi Diklat			Perkiraan Waktu Diklat (JP)	
			Pengetahuan (P)	Keterampilan (K)	Sikap (S)	P	K
		2.3.3 Harus tepat dan benar(S)					
3. Melakukan langkah kalibrasi	3.1 Input/output controller yang akan dikalibrasi dipasang / dihubungkan dengan alat standar	3.1.1 Dapat menjelaskan pemasangan/menghubungkan input/output controller yang akan dikalibrasi dengan alat standart(P) 3.1.2 Mampu memasang/menghubungkan input/output controller yang akan dikalibrasi dengan alat standart(K) 3.1.3 Harus tepat dan benar(S)	materi pemasangan input/output controller dengan alat standart.	memasang/menghubungkan input/output controller yang akan dikalibrasi dengan alat standart			
	3.2 Langkah langkah dalam kegiatan kalibrasi dilakukan sesuai prosedur.	3.2.1 Dapat menjelaskan langkah langkah melakukan kegiatan kalibrasi sesuai prosedur(P) 3.2.2 Melakukan kegiatan kalibrasi sesuai langkah langkah prosedur(S) 3.2.3 Harus tepat dan benar(S)	materi langkah-langkah melakukan kegiatan kalibrasi sesuai prosedur	melakukan kalibrasi sesuai prosedur			
	3.3 Pencatatan dilakukan terhadap hasil kalibrasi	3.3.1 Dapat menjelaskan pencatatan terhadap hasil kalibrasi(P) 3.3.2 Mampu melakukan pencatatan terhadap hasil kalibrasi(K) 3.3.3 Harus tepat dan benar(S)	materi pencatatan terhadap hasil kalibrasi	melakukan pencatatan terhadap hasil kalibrasi			

Elemen Kompetensi	Kriteria Unjuk Kerja	Indikator Unjuk Kerja	Materi Diklat			Perkiraan Waktu Diklat (JP)	
			Pengetahuan (P)	Keterampilan (K)	Sikap (S)	P	K
4. Melakukan evaluasi hasil kalibrasi	4.1 Analisis dilakukan untuk mengetahui penyimpangan.	4.1.1 Dapat menjelaskan analisis untuk mengetahui penyimpangan(P) 4.1.2 Mampu melakukan analisis untuk mengetahui Penyimpangan(K) 4.1.3 Harus tepat dan benar serta teliti(S)	materi analisis untuk mengetahui penyimpangan	Melakukan analisis untuk mengetahui penyimpangan			
	4.2 Evaluasi dilakukan dari hasil antara pembacaan input/output controller yang dikalibrasi dengan alat standar.	4.2.1 Dapat menjelaskan evaluasi hasil pembacaan input/output kontroller yang dikalibrasi dengan alat standar(P) 4.2.2 Mampu melakukan evaluasi hasil pembacaan input/output kontroller yang dikalibrasi dengan alat standar(K) 4.2.3 Harus tepat dan benar serta teliti(S)	materi evaluasi hasil pembacaan input/output kontroller yang dikalibrasi dengan alat standar	melakukan evaluasi hasil pembacaan input/output kontroller yang dikalibrasi dengan alat standar			
	4.3 Hasil kalibrasi untuk proses perbaikan lebih lanjut dilaporkan kepada pihak yang lebih berwenang	4.3.1 Dapat menjelaskan pelaporan hasil kalibrasi untuk proses perbaikan lebih lanjut kepada pihak yang lebih berwenang(P) 4.3.2 Mampu melaporkan hasil kalibrasi untuk proses perbaikan lebih lanjut kepada pihak yang lebih berwenang	materi pelaporan hasil kalibrasi untuk proses perbaikan lebih lanjut kepada pihak yang lebih berwenang	melaporkan hasil kalibrasi untuk proses perbaikan lebih lanjut kepada pihak yang lebih berwenang			

Elemen Kompetensi	Kriteria Unjuk Kerja	Indikator Unjuk Kerja	Materi Diklat			Perkiraan Waktu Diklat (JP)	
			Pengetahuan (P)	Keterampilan (K)	Sikap (S)	P	K
		<p>pihak yang lebih berwenang(K)</p> <p>4.3.3 Harus tepat dan benar serta teliti(S)</p>					
5 Mendokumentasikan kegiatan	5.1 Kejadian dari setiap kegiatan yang perlu tindak lanjut dicatat dengan menggunakan format yang berlaku.	<p>5.1.1 Dapat menjelaskan pencatatan kejadian dari setiap kegiatan yang perlu tindak lanjut dengan menggunakan format yang berlaku(P)</p> <p>5.1.2 Mampu menjelaskan pencatatan kejadian dari setiap kegiatan yang perlu tindak lanjut dengan menggunakan format yang berlaku(K)</p> <p>5.1.3 Harus tepat dan benar serta teliti(S)</p>	materi pencatatan kejadian dari setiap kegiatan yang perlu tindak lanjut dengan menggunakan format yang berlaku	Melakukan pencatatan kejadian dari setiap kegiatan yang perlu tindak lanjut dengan menggunakan format yang berlaku			
	5.2 Tindakan penyelesaian dari setiap kegiatan dicatat dengan menggunakan format yang berlaku.	<p>5.2.1 Dapat menjelaskan pencatatan tindakan penyelesaian dari setiap kegiatan dengan menggunakan format yang berlaku.(P)</p> <p>5.2.2 Mampu mencatat tindakan penyelesaian dari setiap kegiatan dengan</p>	materi pencatatan tindakan penyelesaian dari setiap kegiatan dengan menggunakan format yang berlaku.	Melakukan pencatatan tindakan penyelesaian dari setiap kegiatan dengan menggunakan format yang berlaku.			

Elemen Kompetensi	Kriteria Unjuk Kerja	Indikator Unjuk Kerja	Materi Diklat			Perkiraan Waktu Diklat (JP)	
			Pengetahuan (P)	Keterampilan (K)	Sikap (S)	P	K
		menggunakan format yang berlaku(K) 5.2.3 Harus tepat dan benar serta teliti(S)					

LAMPIRAN

- 1. BUKU INFORMASI**
- 2. BUKU KERJA**
- 3. BUKU PENILAIAN**

**PUSAT PENGEMBANGAN DAN PEMBERDAYAAN PENDIDIK DAN TENAGA KEPENDIDIKAN
BIDANG OTOMOTIF DAN ELEKTRONIKA**
Jl. Teluk Mandar, Arjosari Tromol Pos 5 Malang 65102
Telp. (0341) 491239, 495849 Fax. (0341) 491342
e-mail : pppptk.boe@kemdikbud.go.id
website : www.vedcmalang.com

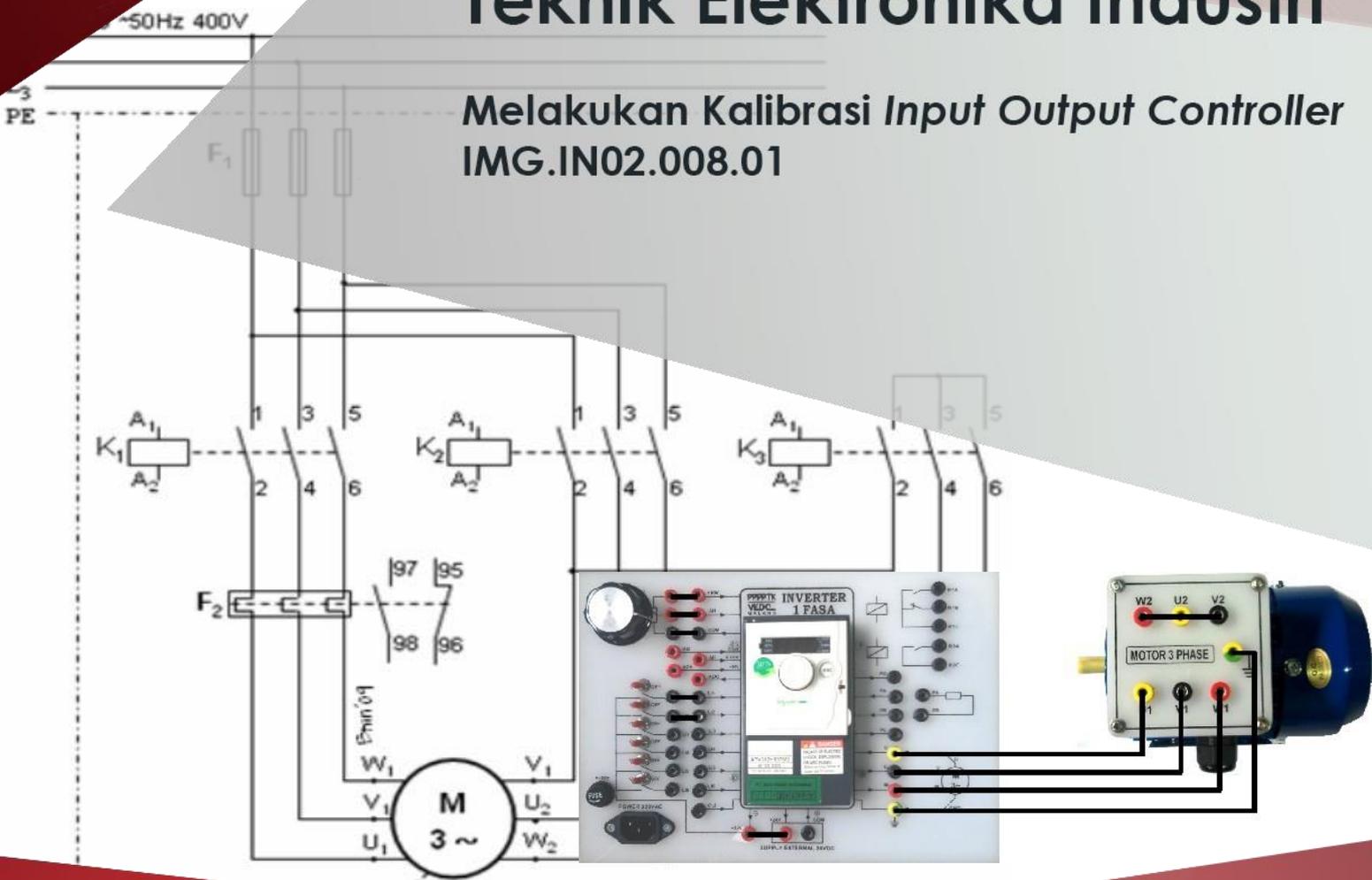


PPPTK BOLE
MALANG

BUKU INFORMASI

Teknik Elektronika Industri

Melakukan Kalibrasi *Input Output Controller*
IMG.IN02.008.01



DAFTAR ISI

DAFTAR ISI	2
BAB I PENDAHULUAN.....	4
A. Tujuan Umum	4
B. Tujuan Khusus.....	4
BAB II MENYIAPKAN PERALATAN.....	5
A. Pengetahuan yang Diperlukan dalam Menyiapkan Peralatan.....	5
B. Keterampilan yang Diperlukan dalam Menyiapkan Peralatan.....	5
C. Sikap Kerja yang Diperlukan dalam Menyiapkan Peralatan.....	5
D. Informasi	6
1. Menyiapkan Data Sheet I/O Controller	6
2. Menyiapkan Data Sheet Sensor Sebagai Input	16
3. Menyiapkan Datasheet Aktuator Sebagai Output	23
BAB III MEMERIKSA PERALATAN	28
A. Pengetahuan yang Diperlukan dalam Memeriksa Peralatan.....	28
B. Keterampilan yang Diperlukan dalam Memeriksa Peralatan	28
C. Sikap Kerja yang Diperlukan dalam Memeriksa Peralatan	28
D. Informasi	29
1. Pemeriksaan Visual Input Controller	29
2. Pemeriksaan Visual Output Controller	32
BAB IV MELAKUKAN LANGKAH KALIBRASI I/O	36
A. Pengetahuan dalam Melakukan Langkah Kalibrasi I/O.....	36
B. Keterampilan dalam Melakukan Langkah Kalibrasi I/O.....	36
C. Sikap Kerja dalam Melakukan Langkah Kalibrasi I/O	36
D. Informasi	37

1. Sinyal Conditioning Digital.....	37
2. Sinyal Conditioning Analog.....	47
BAB IV MEMBUAT LAPORAN HASIL KERJA.....	63
A. Pengetahuan yang Diperlukan dalam Membuat Laporan Hasil Kerja.....	63
B. Keterampilan yang Diperlukan dalam Membuat Laporan Hasil Kerja.....	63
C. Sikap Kerja yang Diperlukan dalam Membuat Laporan Hasil Kerja.....	63
D. Informasi	64
1. Metode Penulisan	65
2. Sistematika Penulisan	65
DAFTAR PUSTAKA.....	67
A. Buku Referensi	67
B. Referensi Lainnya	67
DAFTAR ALAT DAN BAHAN.....	68
A. Daftar Peralatan/Mesin.....	68
B. Daftar Bahan	68
DAFTAR PENYUSUN	69

BAB I

PENDAHULUAN

A. Tujuan Umum

Setelah mempelajari modul ini peserta diharapkan mampu menguasai keterampilan alat bantu, mulai dari persiapan, penggunaan, pemeriksaan hingga ke laporan penggunaan alat bantu di lingkungan kerja

B. Tujuan Khusus

Adapun tujuan mempelajari unit kompetensi melalui buku informasi menggunakan alat bantu ini guna memfasilitasi peserta sehingga pada akhir diklat diharapkan memiliki kemampuan sebagai berikut:

1. Menyiapkan peralatan
2. Memeriksa peralatan
3. Menggunakan peralatan
4. Membuat laporan hasil kerja

BAB II

MENYIAPKAN PERALATAN

A. Pengetahuan yang Diperlukan dalam Menyiapkan Peralatan

Pada awal pertama kali seorang instruktur yang baru diangkat dan diperintahkan untuk mengajar suatu materi pelatihan, maka langkah pertama yang harus dilakukannya dalam rangka mempersiapkan diri adalah mengumpulkan informasi tentang pelatihan tersebut di mulai dari peserta pelatihan, program pelatihan, sarana dan fasilitas pelatihan.

B. Keterampilan yang Diperlukan dalam Menyiapkan Peralatan

1. Menganalisa dan mengelompokkan materi pembelajaran dari matriks pembelajaran
2. Menyusun tahapan penyajian materi pembelajaran menurut urutan waktu penyajian

C. Sikap kerja yang diperlukan dalam Menyiapkan peralatan

Harus bersikap secara:

1. Cermat dan teliti dalam menganalisis data;
2. Taat asas dalam mengaplikasikan langkah-langkah, panduan, dan pedoman yang dilakukan dalam menyusun tahapan penyajian;
3. Berpikir analitis serta evaluatif waktu melakukan analisis.

D. Informasi

Dalam bekerja di dunia teknik seperti di industri, bengkel, laboratorium dan lain-lain sering kali di pertemukan dengan suatu keadaan yang berkaitan dengan input/output terintegrasi dengan controller. Controller sendiri di dunia industry terdapat berbagai macam bentuk seperti contohnya PLC, DCS, Mikrocontroller, Mikroprosesor dan lain-lain. Perbedaan tipe controller berpengaruh terhadap karakteristik kerja input-output yang ada di dalamnya. Sebagai contoh PLC memiliki input/output digital 0-24 VDC, 0-12 VDC, 0-220 VAC sedangkan pada mikrocontroller maupun mikroprosesor input/output digital bekerja pada nilai 0 dan 5 VDC.

Karakteristik tipe input/output controller yang digunakan perlu diperhatikan karena harus disesuaikan dengan jenis input sensor dan jenis output actuator yang sesuai. Dalam pembahasan buku ini mengarah pada pengecekan tipe jenis kontroler, jenis sensor, jenis actuator dan penyesuaian antara input sensor dan controller dengan menggunakan transduser ataupun rangkaian pengkondisi sinyal serta terakhir penyesuaian output kontroler terhadap actuator dengan memilih ataupun mendesain driver yang tepat.

1. Menyiapkan data sheet I/O controller

1.1 Pemilihan Sumber Tegangan Controller

Data sheet controller perlu disiapkan karena setiap seri dari berbagai controller memiliki karakteristik yang berbeda-beda. Hal pertama yang harus kita perhatikan dari pemilihan tipe kontroler adalah tipe input/output dari controller tersebut apakah output transistor, output relay, tegangan kerja controller, tegangan kerja input/output, jumlah input/output terpasang, mampu ditambahkan modul yang lain (*expandible*) dan lain-lain.

Perhatikan contoh data sheet smart relay zelio di bawah ini:

12 V supply characteristics			SR2 B121JD	SR2 B201JD
Smart relay type				
Primary	Nominal voltage	V	12	12
Voltage limits	Including ripple	V	10.4...14.4	10.4...14.4
Nominal input current		mA	120	200
Maximum nominal input current with extensions		mA	144	250
Power dissipated		WA	1.5	2.5
Micro-breaks	Permissible duration	ms	≤ 1 (repeated 20 times)	
Protection			Against polarity inversion	

24 V supply characteristics			SR2 ●1●1BD	SR2 ●1●2BD	SR2 ●2●1BD	SR2 ●2●2BD	SR3 B101BD	SR3 B102BD	SR3 B261BD	SR3 B262BD
Primary	Nominal voltage	V	24	24	24	24	24	24	24	24
Voltage limits	Including ripple	V	19.2...30	19.2...30	19.2...30	19.2...30	19.2...30	19.2...30	19.2...30	19.2...30
Nominal input current		mA	100	100	100	100	100	50	190	70
Maximum nominal input current with extensions		mA	–	–	–	–	100	160	300	180
Power dissipated		WA	3	3	6	3	3	4	6	5
Maximum power dissipated with extensions		W	–	–	–	–	8	8	10	10
Micro-breaks	Permissible duration	ms	≤ 1 (repeated 20 times)							
Protection			Against polarity inversion							

Gambar 2.1 Data sheet smart relay DC

Penentuan tipe controller yang pertama harus diperhatikan adalah tegangan kerja. Ketika kita mendesain awal maka kita harus mengecek ketersediaan power supply yang akan kita gunakan. Terlebih jika kita mendesain suatu instalasi yang sudah terpasang, maka mutlak kita harus memeriksa power supply nominal tegangan dan arus tersedia di lokasi (*existing*) berapa?.

Hal ini sangat berpengaruh terhadap efektifitas perakitan system control yang kita pasang dan memungkinkan integrasi antara system yang sudah ada dengan system baru yang akan terpasang.

Pada datasheet diatas terlihat bahwa tegangan kerja adalah 12 volt DC dan 24 volt DC. Meskipun demikian controller smart relay masih tahan terhadap ripple tegangan 10.4 sampai dengan 14.4 volt DC untuk tipe **SR2B121JD** dan **SR2B201JD**. Sedangkan smart relay 24 VDC mampu menerima ripple tegangan dari 19.2 VDC-30VDC.

~ 100...240 V supply characteristics			SR2 ●101FU	SR2 ●121FU	SR2 ●201FU	SR3 B101FU	SR3 B261FU
Smart relay type							
Primary	Nominal voltage	V	100...240	100...240	100...240	100...240	100...240
Voltage limits	Including ripple	V	85...264	85...264	85...264	85...264	85...264
Nominal input current		mA	00/30	00/30	100/50	00/30	100/50
Maximum nominal input current with extensions		mA	–	–	–	80/40	80/60
Power dissipated		VA	7	7	11	7	12
Maximum power dissipated with extensions		VA	–	–	–	12	17
Micro-breaks	Permissible duration	ms	10	10	10	10	10
rms insulation voltage		V	1780	1780	1780	1780	1780

Gambar 2.2 Datasheet Smart Relay AC

Pada Smart Relay dengan sumber AC, tegangan masukan sumber dapat bekerja pada tegangan 100-240 VAC dan masih bias menerima ripple tegangan 85 VAC – 264 VAC.

1.2 Pemilihan Tipe Input Digital

Input digital pada suatu controller memiliki tegangan berbeda-beda berdasar kan karakteristik tipe controller yang digunakan. Akan tetapi yang harus kita ingat adalah tipe input digital hanya akan memiliki nilai **"HIGH"/"1"** dan **"LOW" / "0"**. Pada mikrocontroller maupun mikroprosesor input digital akan bernilai **"HIGH"** jika mendapatkan nilai 5 VDC dan bernilai **"LOW"** jika mendapatkan nilai 0 VDC.

Sedangkan pada PLC, Smart Relay ataupun DCS input digital lebih sering disebut input diskrit. Input diskrit tersebut akan bernilai **"HIGH"** jika mendapat nilai 24 VDC atau 220 VAC dan bernilai **"LOW"** jika bernilai 0 VDC atau 0 VAC tergantung pemilihan jenis controller yang digunakan. Perhatikan Gambar 2.3 dibawah ini :

Discrete \equiv 24 V input characteristics

Smart relay type		SR2/SR3	
Connection		Screw terminal block	
Nominal value of inputs	Voltage	V	24
	Current	mA	4
Input switching limit values	At state 1	Voltage	V ≥ 15
		Current	mA ≥ 2.20
	At state 0	Voltage	V ≤ 5
		Current	mA < 0.75
Input impedance at state 1		KΩ	7.4
Configurable response time	State 0 to 1	ms	0.2
	State 1 to 0	ms	0.3
Conformity to IEC 61131-2		Type 1	
Sensor compatibility	3-wire	Yes PNP	
	2-wire	No	
Input type		Resistive	
Isolation	Between supply and inputs	None	
	Between inputs	None	
Maximum counting frequency		kHz	1
Protection		Against inversion of terminals	Control instructions not executed

Gambar 2.3 Karakteristik input diskrit DC.

Dari gambar di atas kita dapat mengetahui bahwa pemilihan suatu controller yang harus diperhatikan selanjutnya adalah karakteristik dari input yang dapat diterima oleh controller tersebut. Karakteristik pertama yang harus diperhatikan adalah "*limit values*". Input diskrit / digital pada PLC, Smart relay ataupun DCS pada contoh di atas akan bernilai "**HIGH**" atau "**1**" dengan nilai lebih besar dari 15 VDC dan arus di atas 2.2mA. Smart relay akan bernilai "**LOW**" atau "**0**" ketika mendapat nilai kurang dari 5 VDC dan arus kurang dari 0.75 mA.

Selanjutnya yang perlu diperhatikan adalah jenis sensor yang digunakan apakah 3 wire NPN, 3 wire PNP ataukah 2 wire. Dari gambar 2.3 dapat kita ambil kesimpulan bahwa smart relay di atas kompatibel hanya dengan tipe sensor jenis 3 wire PNP dengan sifat resistif.

Dan yang terakhir adalah frekuensi kerja pembacaan sensor oleh controller tersebut adalah maksimum 1kHz. Sehingga perlu diperhatikan jika menggunakan mesin dengan kecepatan tinggi dan sensor kepresisian tinggi seperti halnya sensor incremental rotary encoder pada mesin kecepatan tinggi misal mesin sentrifugal, mesin industrial rokok dan mesin-mesin lainnya perlu diperhitungkan berapa

kecepatan kerja mesin per menit, per detik dan berapa banyak pulsa yang akan dihasilkan oleh sensor yang akan terbaca oleh controller harus dibawah 1kHz.

Discrete ~ 100...240 V input characteristics			
Smart relay type			SR2/SR3
Connection			Screw terminal block
Nominal value of inputs	Voltage	V	100... 240
	Current	mA	0.6
	Frequency	Hz	47... 63
Input switching limit values	At state 1	Voltage	V ≥ 79
		Current	mA > 0.1750
	At state 0	Voltage	V ≤ 40
		Current	mA < 0.05
Input impedance at state 1			KΩ 350
Configurable response time	State 0 to 1 (50/60 Hz)		ms 50
	State 1 to 0 (50/60 Hz)		ms 50
Isolation	Between supply and inputs		None
	Between inputs		None
Protection	Against inversion of terminals		Control instructions not executed

Gambar 2.4 Karakteristik input diskrit AC.

Pada gambar 2.4 di atas, karakteristik input diskrit AC pada smart relay controller akan berlogika "HIGH" jika mendapatkan input lebih besar dari 79 VAC dengan arus lebih besar dari 0.175 dan akan berlogika "LOW" ketika mendapatkan nilai kurang dari 40 VAC dengan arus kurang dari 0.05 mA.

1.3 Pemilihan Tipe Input Analog

Input analog sangat banyak digunakan untuk membaca rentang pembacaan yang dibaca oleh sensor-sensor analog seperti sensor ultrasonic, sensor suhu, sensor jarak, sensor level, sensor tekanan dan lain-lain. Hal terpenting yang harus diperhatikan dalam pemilihan tipe input analog pada suatu kontroler ada dua yakni resolusi dari pembacaan input analog (4 bit, 8 bit, 10 bit, 12 bit dan lain-lain) serta rentang kerja pembacaan sensor.

Pada mikrokontroler dan mikroprosesor rentang kerja pembacaan input analog oleh ADC (Analog Digital Converter) berkisar dari 0 volt DC sampai dengan 5 volt DC. Nilai tersebut akan dikonversi menjadi satuan bit tergantung resolusi yang disediakan oleh controller yang kita gunakan. Sebagai contoh mikrokontroler

ATMega 328 pada board Arduino bekerja dengan ADC resolusi 10 bit, sehingga nilai 0-5 VDC akan dikonversi menjadi 0-1023 (2^{10}).

Integral analogue input characteristics			
Smart relay type		SR2/SR3	
Analogue inputs	Input range	V	0...10 or 0...24
	Input impedance	K Ω	12
	Maximum non destructive voltage	V	30
	Value of LSB		39 mV, 4 mA
	Input type		Common mode
Conversion	Resolution		8 bit
	Conversion time		Smart relay cycle time
	Precision	at 25 °C	$\pm 5 \%$
		at 55 °C	$\pm 6.2 \%$
	Repeat accuracy	at 55 °C	$\pm 2 \%$
Isolation	Between analogue channel and supply		None
Cabling distance		m	10 maximum, with screened cable (sensor not isolated)
Protection	Against inversion of terminals		Control instructions not executed

Gambar 2.5 Karakteristik input analog Smart Relay

Perhatikan datasheet karakteristik input analog smart relay di atas! Dari gambar di atas diketahui bahwa rentang kerja input analog pada contoh smart relay atau PLC tersebut berada pada rentang 0-10VDC dan bisa juga beroperasi pada rentang 0-24VDC. Disamping itu terdapat juga sensor yang memiliki nilai analog 4-20mA. Berdasarkan data tersebut maka nilai terendah konversi suatu sensor ada dua macam, ada yang menggunakan nilai tegangan sehingga nilai terendah adalah 0Volt dan ada juga berupa nilai arus 4mA sebagai batas terendah konversinya.

Kelebihan menggunakan nilai pembacaan sensor 4-20mA adalah kita dapat membedakan kondisi sensor rusak ataukah pada kondisi pembacaan terendahnya. Jika hasil pengukuran menunjukkan 0 mA maka dapat dipastikan bahwa sensor mengalami kerusakan putus hubung. Tetapi jika terbaca 4mA maka sensor berada pada kondisi pembacaan terendahnya. Berbeda dengan pembacaan sensor analog 0-10VDC, akan sulit mengetahui hasil pengukuran 0 Volt apakah pada kondisi pembacaan terendah ataukah memang sensor dalam kondisi rusak putus hubung.

Dari gambar di atas juga terlihat bahwa resolusi ADC contoh PLC atau smart relay di atas adalah 8 bit. Ini berarti nilai 0-10 VDC atau 0-24VDC tersebut akan dikonversi menjadi 0-255 (2^8).

1.4 Pemilihan Tipe Output Digital

Output digital paling banyak digunakan pada suatu fungsi system pengontrolan, seperti menyalakan lampu, menggerakkan silinder, menggerakkan motor, menjalankan pompa dan lain-lain. Ada perbedaan mendasar antara output digital yang diterapkan pada suatu mikrokontroler atau mikroprosesor dengan controller aplikasi industry seperti smart relay, PLC, DCS dan lain sebagainya. Perbedaan mendasar itu adalah pada rangkaian driver terintegrasi yang akan menggerakkan actuator.

Pada mikrokontroler dan mikroprosesor output digital hanya bernilai 5 volt DC pada saat "HIGH" dan bernilai 0 volt pada saat "LOW". Oleh karena itu perlu dibuatkan rangkaian driver tersendiri untuk menggerakkan actuator seperti halnya motor, pompa, lampu LED, lampu AC dan lain sebagainya. Untuk pembahasan driver rangkaian tersebut akan dibahas pada bab-bab selanjutnya.

Lain halnya dengan smart relay, PLC, DCS atau controller aplikasi industry lainnya, mereka telah terintegrasi dengan rangkaian driver umum yang dapat langsung disambungkan dengan actuator-aktuator yang ada di pasaran. Kalaupun tidak kompatibel maka perlu ditambahkan modul-modul terintegrasi lainnya yang akan menjembatani controller tersebut dengan actuator. Contohnya adalah modul relay, kontaktor, SSR, IGBT dan lain sebagainya.

Smart relay dan PLC umumnya memiliki dua buah tipe output yaitu output relay dan output transistor. Perhatikan gambar datasheet dibawah ini:

Relay output characteristics			
Smart relay type		SR2●●/ SR3 B101●●	SR3 B261●●, SR3 XT141●●
Operating limit values		V	≐ 5...150. ~ 24...250
Contact type			N/O
Thermal current		A	8
Electrical durability for 500 000 operating cycles		Utilisation category	DC-12
		V	24
		A	1.5
		DC-13	
		V	24 (L/R = 10 ms)
		A	0.6
		AC-12	
		V	230
		A	1.5
		AC-15	
		V	230
		A	0.9
Minimum switching capacity		At minimum voltage of 12 V	mA
			10
Low power switching reliability of contact			12 V - 10 mA
Maximum operating rate		No-load	Hz
			10
		At I _e (operational current)	Hz
			0.1
Mechanical life		In millions of operating cycles	
			10
Rated impulse withstand voltage		Conforming to IEC 60947-1 and 60664-1	kV
			4
Response time		Trip	ms
			10
		Reset	ms
			5
Built-in protection		Short-circuit	
			None

Gambar 2.6 Contoh karakteristik output digital Relay pada Smart Relay

Dari gambar di atas dapat kita ketahui output controller diatas bertipe relay dengan tipe kontak N/O (*normaly open*) dan dapat dibebani oleh tegangan DC 5 sampai dengan 150 VDC serta bisa juga dibebani tegangan AC 24 sampai dengan 240 VAC. Maksimum arus thermal yang disediakan tipe SR3B261XX adalah 8 buah output relay 8 Ampere dan 2 output relay 5 Ampere.

Meskipun arus maksimal yang mampu dilewatkan adalah 8 ampere, namun jika ingin mencapai kondisi ideal dan ketahanan usia pakai yang maksimal hingga 500.000 kali kontak, maka perlu diperhatikan keterangan dibawahnya. Sebagai contoh jika menghendaki pemakaian awet maka gunakan tegangan kerja 24 VDC dengan arus operasional 1.5 Ampere atau tegangan kerja 230 VAC dengan arus operasional 0.9 Ampere.

Hal lain yang harus diperhatikan adalah frekuensi dan respon time, dari keterangan gambar diatas dapat di ambil kesimpulan bahwa frekuensi kerja untuk sebuah relay tidak terlalu tinggi yaitu 10 Hz tanpa beban dan 0.1 Hz ketika berbeban. Sedangkan untuk respon time tripnya adalah 10 ms, hal ini perlu dimasukkan sebagai pertimbangan keamanan pemilihan jenis controller yang akan kita gunakan.

Tidak terlalu cepatnya respon dan frekuensi dari output relay tidak terlepas dari sifat relay itu sendiri yang bergerak berdasar kerja mekanisnya ketika koil di asut

arus listrik. Karena masih bersifat mekanis maka gerakan anak kontak relay dari "open" menjadi "closed" membutuhkan waktu tersendiri. Respon time trip 10 ms artinya ketika terjadi kondisi darurat dan system akan dilakukan shutdown baik itu secara otomatis maupun menekan tombol emergency, maka kontak membutuhkan waktu 10ms dari inisial awal hingga benar-benar terputus alirannya. Hal ini perlu dimasukan sebagai pertimbangan keamanan, apakah waktu trip 10ms sudah cukup aman terhadap system keseluruhan maupun operator jika terjadi kondisi yang tidak di inginkan?

Jika system membutuhkan respon lebih cepat maka di disarankan untuk menggunakan tipe output lain yakni output transistor. Perhatikan gambar dibawah ini:

Transistor output characteristics			
Smart relay type		SR2/SR3	
Operating limit values		V	19.2...30
Load	Nominal voltage	V	≐ 24
	Nominal current	A	0.5
	Maximum current	A	0.625 at 30 V
Drop out voltage	At state 1	V	≤ 2 for I=0.5 A
Response time	Trip	ms	≤ 1
	Reset	ms	≤ 1
Built-in protection	Against overload and short-circuits		Yes
	Against overvoltage (1)		Yes
	Against inversions of power supply		Yes

Gambar 2.7 Contoh karakteristik output digital Transistor pada Smart Relay

Dari gambar di atas terlihat perubahan signifikan dari respon time output digital transistor pada smart relay yang kurang dari 1ms. Akan tetapi terdapat keterbatasan maksimal arus beban yang dilewatkan adalah 0.625 pada tegangan kerja 30 VDC.

1.5 Pemilihan Tipe Output Analog

Analog output pada system control sering kali ditemui ketika dikehendaki pergerakan dari suatu actuator tidak hanya ON-OFF saja, melainkan 0-100%. Sebagai contoh control heater pemanas, control variable valve control, variable speed controller dan lain-lain.

Pada mikrokontroler ataupun mikroprosesor output analog bisa didapatkan dengan menggunakan teknik DAC (Digital to Analog Converter) R-2-R ataupun dengan teknik PWM (Pulse Width Modulation). Hanya saja kemampuan PWM dari setiap mikrokontroler berbeda-beda, contoh pada ATmega 8 hanya terdapat 3 buah pin output PWM sedangkan pada ATmega 328 terdapat 6 pin output PWM.

Pada controller modular aplikasi industry, output analog biasanya merupakan suatu opsi modul tambahan yang harus kita tentukan sebelumnya jika memang menghendaki adanya output analog. Pada Smart Relay seperti Zelio dan Siemens Logo tidak ditemukan modul tambahan yang mendukung output analog.

Salah satu PLC yang dilengkapi modul tambahan analog output adalah PLC Modicon M340 dari Schneider. Modul tambahan untuk analog output 8 channel BMXAMO0802, berikut gambar spesifikasi *data sheet*nya:

Complementary

Measurement error	<= 0.25 % of full scale 0...60 °C 0.1 % of full scale 25 °C
Temperature drift	45 ppm/°C 0...20 mA 45 ppm/°C 4...20 mA
Common mode between channels	>= 80 dB
Isolation voltage	1400 V DC between channels and ground 1400 V DC between channels and bus
Detection type	Open circuit 4...20 mA Short circuit 0...20 mA
Load impedance ohmic	<= 350 Ohm 0...20 mA <= 350 Ohm 4...20 mA
Output level	High level
Analogue output number	8
Analogue output type	Current 0...20 mA Current 4...20 mA
Analogue output resolution	15 bits + sign
Supply	Internal power supply via rack
Conversion time	<= 4 ms
Maximum conversion value	0...21 mA 0...20 mA 0...21 mA 4...20 mA
Fallback mode	Configurable Predefined
Status LED	1 LED green RUN 1 LED per channel green channel diagnostic 1 LED red ERR 1 LED red I/O

Gambar 2.8 Datasheet analog output BMXAMO0802

Dari gambar di atas dapat diketahui bahwa output analog yang dihasilkan berupa arus bernilai antara 4-20mA dengan resolusi 15 bit atau 32.768 (2^{15}). Jumlah analog chanel yang tersedia adalah 8 buah dilengkapi pendeteksi open circuit dan short circuit.

2. Menyiapkan data sheet Sensor Sebagai Input

Sensor dalam aplikasi system control terdiri atas dua kelompok besar yakni sensor digital dan sensor analog.

2.1 Menyiapkan Data Sensor Digital

Sensor digital sebagai contoh adalah sensor photo electric, proximity induktif dan proximity kapasitif. Sensor ini bersifat digital artinya mendeteksi suatu benda dengan memberikan sinyal ON dan OFF saja. Perhatikan gambar dibawah ini:

CR Series

Electric Capacitive Type

Electric Capacitive Type Proximity Sensor

■ Features

- Sensing of iron, metal, plastic, water, stone, wood etc.
- Long life cycle and high reliability
- DC type: Built-in surge protection circuit, reverse polarity protection circuit
- AC type: Built-in surge protection circuit
- Easy to adjust of the sensing distance with sensitivity adjuster
- Red LED operation indicator
- Easy to control of level and position



■ Type

◎ DC 3-wire type

Appearances	Model
M18	CR18-8DN
	CR18-8DP
	CR18-8DN2 ※
M30	CR30-15DN
	CR30-15DP
	CR30-15DM2 ※

◎ AC 2-wire type

Appearances	Model
M18	CR18-8AO
	CR18-8AC
M30	CR30-15AO
	CR30-15AC

※ mark can be customized.

■ Specifications

Model	CR18-8DN CR18-8DP CR18-8DN2	CR30-15DN CR30-15DP CR30-15DM2	CR18-8AO CR18-8AC	CR30-15AO CR30-15AC
Sensing distance	8mm	15mm	8mm	15mm
Hysteresis	Max. 20% of sensing distance			
Standard sensing target	50×50×1mm (Iron)			
Sensing distance	0 to 5.6mm	0 to 10.5mm	0 to 5.6mm	0 to 10.5mm
Power supply (Operating voltage)	12-24VDC (10-30VDC)		100-240VAC 50/60Hz (85-264VAC)	
Current consumption	Max. 15mA		—	
Leakage current	—		Max. 2.2mA	
Response frequency ^{※1}	50Hz		20Hz	
Residual voltage	Max. 1.5V		Max. 20V	
Affection by Temp.	Max. ±10% for sensing distance at ambient temperature 20°C			
Control output	Max. 200mA		5~200mA	
Insulation resistance	Min. 50MΩ (at 500VDC megger)			
Dielectric strength	1,500VAC 50/60Hz for 1 minute			
Vibration	1mm amplitude at frequency of 10 to 55Hz (for 1 min.) in each X, Y, Z direction for 2 hours			
Shock	500m/s ² (approx. 50G) in each X, Y, Z direction for 3 times			
Indicator	Operation indicator (red LED)			
Environment	Ambient temperature -25 to 70°C, storage: -30 to 80°C			
	Ambient humidity 35 to 95%RH, storage: 35 to 95%RH			
Protection circuit	Reverse polarity protection, Surge protection		Surge protection circuit	
Protection structure	IP66 (IEC standard)	IP65 (IEC standard)	IP66 (IEC standard)	IP65 (IEC standard)
Cable	Ø4mm, 3-wire, 2m		Ø4mm, 2-wire, 2m	Ø5mm, 2-wire, 2m
Material	(AWG22, Core diameter: 0.08mm, Number of cores: 60, Insulator out diameter: Ø1.25mm)			
	CR18-Case/Nut: PA6, Standard cable (Black): Polyvinyl chloride (PVC) CR30-Case/Nut: Nickel plated Brass, Washer: Nickel plated Iron, Sensing surface: Heat-resistant ABS, Standard cable (Black): Polyvinyl chloride (PVC)			
Weight ^{※2}	Approx. 88g (approx. 76g)	Approx. 243g (approx. 206g)	Approx. 82g (approx. 70g)	Approx. 237g (approx. 200g)

※1: The response frequency is the average value. The standard sensing target is used and the width is set as 2 times of the standard sensing target, 1/2 of the sensing distance for the distance.

※2: The weight includes packaging. The weight in parentheses is for unit only.

※Environment resistance is rated at no freezing or condensation.

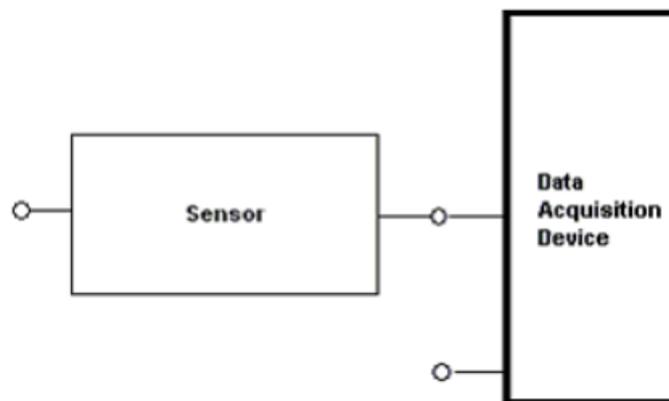
Dari contoh gambar datasheet sensor proximity induktif diatas dapat di ambil suatu keterangan bahwa sensor digital standar industry terdapat dua tipe, yaitu 2-wire dan 3-wire. Pemilihan jenis tipe sensor yang digunakan harus disesuaikan dengan data sheet controller yang akan dipakai. Sebagai contoh pada datasheet gambar 3 tentang karakteristik input diskrit DC dari smart relay zelio SR2/SR3, disana disebutkan bahwa tipe input yang bisa dibaca adalah 3-wire PNP dan tidak mendukung konfigurasi sensor 2-wire.

Hal selanjutnya yang harus diperhatikan dalam pemilihan sensor dalam hal ini sensor proximity induktif adalah jarak sensing disesuaikan dengan kebutuhan di lapangan. Dari datasheet diketahui setiap seri dari proximity induktif mempunyai jarak sensing berbeda-beda antara 8mm sampai dengan 15mm.

Berikutnya yang mesti diperhatikan adalah power supplu yang digunakan oleh sensor tersebut apakah DC 10-30 volt ataukah AC 100-240 volt. Kriteria lain bisa disesuaikan dengan kebutuhan aplikasi di lapangan, seperti frekuensi kerja, material, pengaman kabel dan lain sebagainya.

Tipe Jenis Sensor Digital

Sensor digital atau diskrit standar industry umumnya memiliki tipe 2-wire dan 3 wire. Sensor 2-wire pemasangannya seri dengan controller/alat pengakusisi data seperti digambarkan dibawah ini :

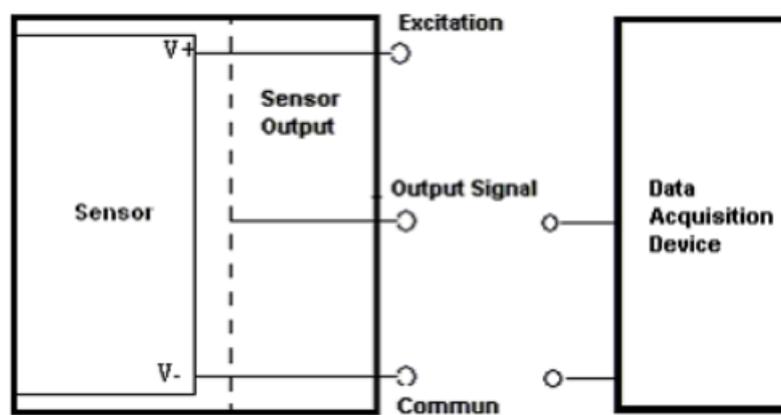


Gambar 2.10 Pemasangan sensor digital tipe 2-wire

Prinsip kerja sensor 2-wire dapat digambarkan sebagai berikut, ketika sensor tidak aktif maka terdapat arus minimum merujuk pada arus bocor *off-state*. Arus bocor ini menyebabkan residu arus yang akan menjaga sensor tetap bekerja pada kondisi minimum ketika tidak mendeteksi benda. Meskipun begitu residu arus ini akan menyebabkan masalah jika residu arus sensor lebih besar daripada arus I/O digital pada controller. Masalah yang timbul adalah pembacaan tidak akan tepat "ON" karena residu arus yang terlalu besar di anggap sensor dalam kondisi bekerja mendeteksi objek.

Umumnya sensor standar industry 2-wire memiliki arus residu kurang dari 1.7mA. Sama halnya ketika kondisi "OFF", terdapat minimum holding current yang akan menjaga rentang kerja sensor dari 3mA sampai dengan 20mA.

Tipe sensor 3-wire mengambil sumber power dari terminal eksitasi selanjutnya mengalir ke digital line output (Lihat gambar dibawah ini). Selanjutnya masuk ke controller atau perangkat data akusisi dan terbaca nilai "HIGH" atau "LOW" dan terakhir dari beban/controller arus menuju ke ground.



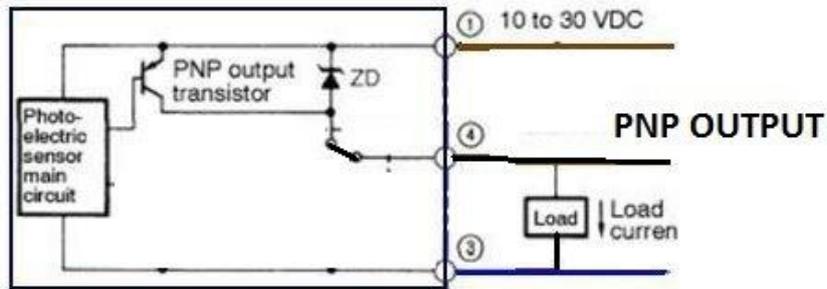
Gambar 2.11 Sensor 3-wire

Ada beberapa tipe output sensor digital yang sering diaplikasikan di industry yaitu sensor ber-output NPN, PNP, solid state AC dan relay. Untuk lebih jelasnya perhatikan gambar dibawah ini :

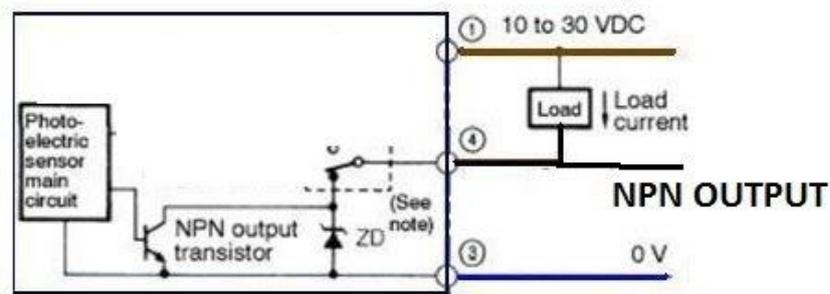
Type Ouput Sensor NPN dan PNP

Sensor yang ada di pasaran antara lain mempunyai output type NPN , PNP ,solid state-ac dan E/m relay, jika kita ingin menggunakannya perhatikan jenis output sensornya , pada kesempatan ini akan di tunjukkan perbedaan output sensor NPN atau PNP.

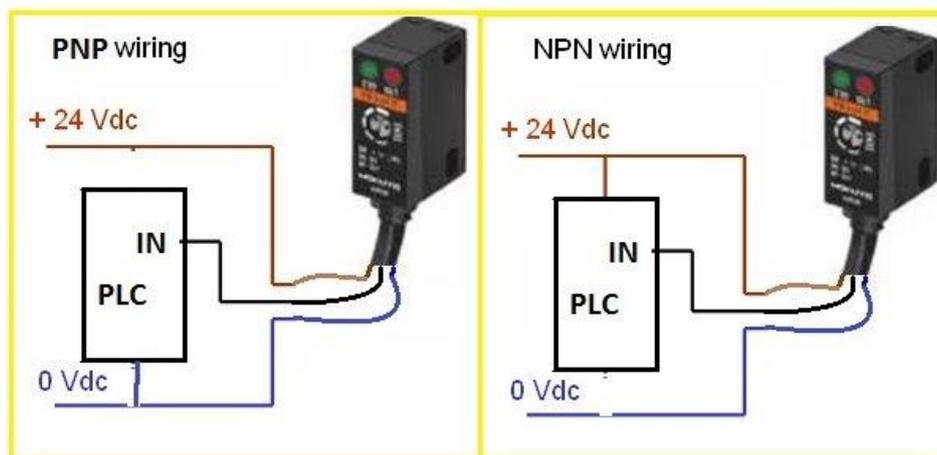
PNP 3-wire Standard Diagram



NPN 3-wire Standard Diagram



Gambar 2.12 Photoelectric Sensors type output NPN dan PNP



Gambar 2.13 Contoh pemasangan sensor photoelectric pada load/PLC

2.2 Menyiapkan Data Sensor Analog

Dalam melakukan kalibrasi I/O controller sering kali ditemui input-input sensor yang berupa data analog, contoh sensor suhu, sensor tekanan, sensor jarak, sensor level dan lain-lain. Hal yang pertama kali harus kita siapkan adalah data sheet dari sensor tersebut, karena acuan pembacaan dari sensor tersebut harus akurat dan sesuai dengan manual datasheet yang digunakan.

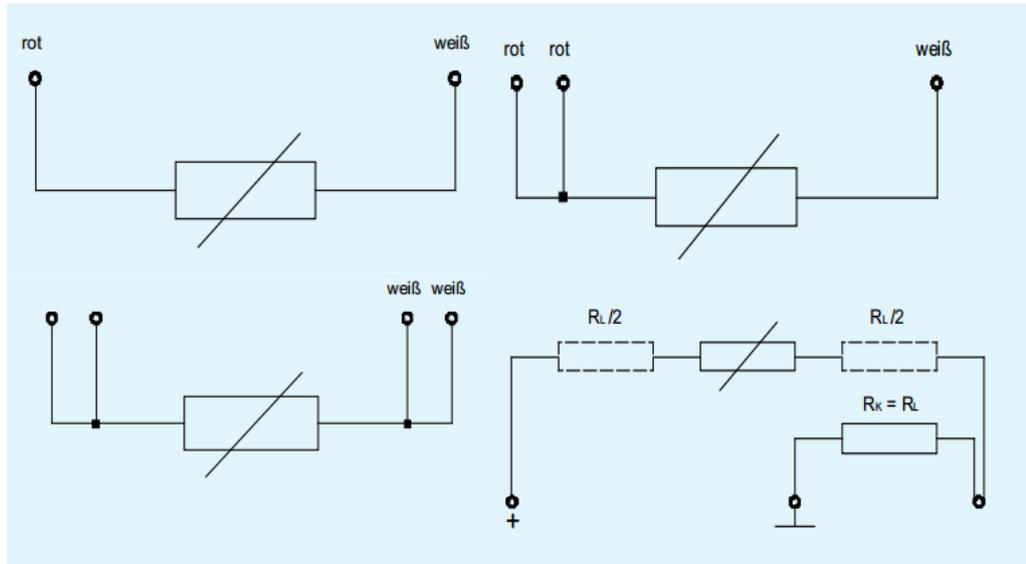
Contoh sensor analog yang akan kita gunakan adalah sensor suhu Pt100. Sensor ini memiliki nilai 100 ohm ketika suhu terukur berada pada $0^{\circ}C$. Sensor Pt100 dikemas dalam berbagai bentuk menyesuaikan dengan aplikasi di lapangan.

Gambar Sensor Suhu Pt100.



Gambar 2.14 Bentuk-bentuk sensor Pt100

Pemilihan bentuk dari Pt100 biasanya disesuaikan dengan kondisi lingkungan, apakah di tempat berdebu, korosi tinggi, di dalam suatu cairan, di bagian part yang cukup sempit dan lain-lain. Sama halnya dengan sensor digital, tipe instalasi sensor Pt100 juga ada yang 2-wire, 3-wire dan bahkan ada yang 4-wire. Untuk lebih jelasnya perhatikan gambar dibawah ini.



Gambar 2.15 Instalasi sensor Pt100

Basic values in Ω for measuring resistors Pt 100 according to DIN/ IEC 751

$^{\circ}\text{C}$	Ω										
-200	18,49	0	100,00	200	175,84	400	247,04	600	313,59	800	375,51
-190	22,80	10	103,90	210	179,51	410	250,48	610	316,80	810	378,48
-180	27,08	20	107,79	220	183,17	420	253,90	620	319,99	820	381,45
-170	31,32	30	111,67	230	186,82	430	257,32	630	323,18	830	384,40
-160	35,53	40	115,54	240	190,45	440	260,72	640	326,35	840	387,34
-150	39,71	50	119,40	250	194,07	450	264,11	650	329,51	850	390,26
-140	43,87	60	123,24	260	197,69	460	267,49	660	332,66		
-130	48,00	70	127,07	270	201,29	470	270,86	670	335,79		
-120	52,11	80	130,89	280	204,88	480	274,22	680	338,92		
-110	56,19	90	134,70	290	208,45	490	277,56	690	342,03		
-100	60,25	100	138,50	300	212,02	500	280,90	700	345,13		
-90	64,30	110	142,29	310	215,57	510	284,22	710	348,22		
-80	68,33	120	146,06	320	219,12	520	287,53	720	351,30		
-70	72,33	130	149,82	330	222,65	530	290,83	730	354,37		
-60	76,33	140	153,58	340	226,17	540	294,11	740	357,42		
-50	80,31	150	157,31	350	229,67	550	297,39	750	360,47		
-40	84,27	160	161,04	360	233,17	560	300,65	760	363,50		
-30	88,22	170	164,76	370	236,65	570	303,91	770	366,52		
-20	92,16	180	168,46	380	240,13	580	307,15	780	369,53		
-10	96,09	190	172,16	390	243,59	590	310,38	790	372,52		

Gambar 2.16 karakteristik resistansi sensor Pt100

Dari table data sheet di atas ditunjukkan nilai acuan referensi ideal dari suatu sensor Pt100. Rentang kerja pembacaan suhu dari Pt100 mulai dari -200°C sampai dengan 850°C . Tampak juga nilai perubahan resistansi dari setiap perubahan suhu per kenaikan 10°C , sehingga dari table tersebut dapat kita lakukan desain perancangan sinyal pengkondisi agar terbaca oleh input analog dari controller.

3. Menyiapkan *datasheet* Aktuator sebagai Output

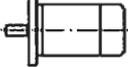
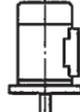
Dalam suatu system control, selalu di akhiri dengan mengeksekusi perintah oleh controller terhadap actuator. Aktuator paling sering dijumpai adalah motor, heater, silinder dan lain sebagainya. Dalam melakukan kalibrasi I/O controller, sekali lagi kita harus mengacu pada data sheet actuator yang akan dihubungkan dengan controller. Sebagai contoh kali ini akan dibahas tentang datasheet motor AC induksi 3 Phase pabrikan dari Teco, perhatikan gambar dibawah ini :

Tabel 2.2 ukuran frame size motor induksi 3 phase

The safe Max. r.p.m. for the squirrel-cage, 3 phase induction motors of 1000V or lower.

Frame Size	2 Pole	4 Pole	6 Pole
≤ 100	5200	3600	2400
112	5200	3600	2400
132	4500	2700	2400
160	4500	2700	2400
180	4500	2700	2400
200	4500	2300	1800
225	3600	2300	1800
250	3600	2300	1800
280	3600	2300	1800
315	3600	2300	1800

Dalam menentukan actuator motor induksi, yang pertama perlu diperhatikan adalah kecepatan motor tersebut dalam satuan rpm (rotation per minutes). Kecepatan dari motor tersebut juga harus diperhatikan konstruksi dari motor itu sendiri, apakah terdiri atas dua kutub, 4 kutub, ataukah 6 kutub. Selanjutnya diperhitungkan ukuran framesize yang sesuai dengan aplikasi di lapangan termasuk juga dengan posisi mountingnya apakah foot mounting ataukah flange mounting.

Foot Mounted		Flange Mounted		Foot / Flange Mounted	
IM 1001 (IM B3)		IM 3001 (IM B5)		IM 2001 (IM B35)	
IM 1051 (IM B6)		IM 3011 (IM V1)		IM 2011 (IM V15)	
IM 1061 (IM B7)		IM 3031 (IM V3)		IM 2031 (IM V36)	

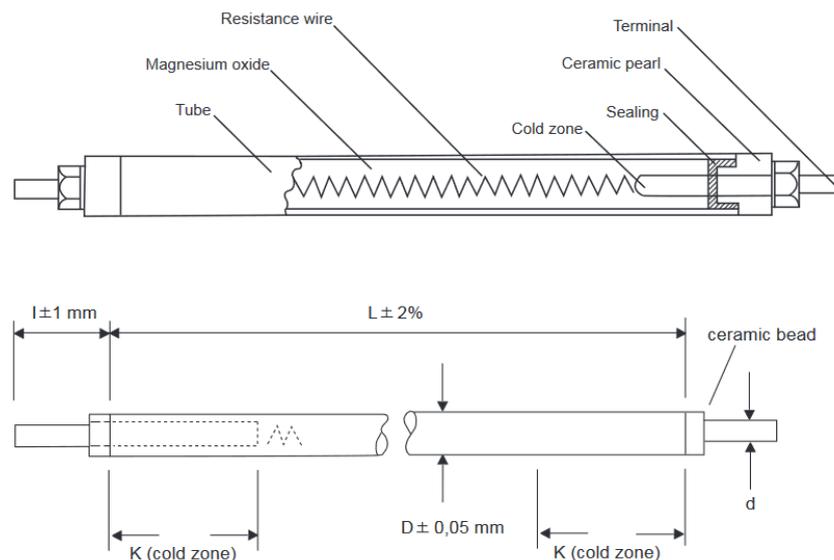
ITEM	STANDARD SPECIFICATION	
RATING	Kind of Motors	Squirrel - Cage Induction Motors (SCIM) .
	Design Standards	IEC 60034, IEC 60072 .
	Voltages	230V, 400V, 690V, 265V, 460V .
	Frequency	50Hz or 60Hz .
	Output Range	0.37 kW ~ 315 kW (50Hz) or 0.43 kW ~ 362 kW (60Hz) .
	R.P.M. (Syn.)	3000 ~ 750 R.P.M. (2 ~ 8 Poles) or 3600 ~ 900 R.P.M. (2 ~ 8 Poles) .
	Time Duty	Continuous. S1 , S.E : 1.0 .
	Frame Nos.	80M ~ 315D .
	Protection Enclosure	Totally Enclosed (IP 55) .
	Cooling Method	Self External Fan, Surface Cooling (IC 411) .
APPLICATION	Mounting	Horizontal Foot Mounted B3 (IM 1001) . Horizontal Flange Mounted B5 (IM 3001) . Horizontal Foot And Flange Mounted B35 (IM 2001) . Vertical Flange Mounted , Shaft Down V1 (IM 3011) .
	Environment Conditions	Place : Shadow, Non-Hazardous. Ambient Temperature : -20 ~ 40°C . Relative Humidity : Less Than 90%RH (Non-Condensation) . Altitude : Less Than 1,000 Meters .
	Power Source Conditions	Voltage : ±10%, Frequency : ±5%, and 10% Max. of Combined Voltage and Frequency. But Frequency Variation Does Not Exceed ±5% .
	Method of Starting	Full Voltage Direct On Line or Y - Δ Starting .
	Drive Method	Coupling Or Belt Servie Are Available For All Range Depends On Bearing Capacity. Bearing Capacity Refers To Radial Bearing Load .
	Direction of Rotation	CW According to IEC Definition, Suitable For Bi - Directional Operation .
APPLICATION	Bearing	Bracket Mounting , Vacuum De - Gassed High Quality Open Bearings for Frame Nos. 180M ~ 315D, Grease Pre - Packed Shielded Rolling Bearings for the Others .
	Lead Terminal	Solderless Lug Terminals .
	Terminal Box	Cast iron, Can be Rotated Each 90° With Conduit Hole for Cable Entrance. The Terminal Box is Usually Placed on The Top of The Frame and The Cables Could be Connected from Four Possible Directions .
	Stator Insulation	Class F Insulation System .
	Painting	Phenolic Rust Proof Base Plus Lacquer Surface Finished Painting in Pebble - Gray Color (Munsell 5Y 7.5/1) (RAL 7032) .
	Bolt Thread	ISO Metric System (Strength Catagory 8.8T) .
	Grounding Terminal	Two Terminals . One inside The Terminal Box, Another One On The Outside Of The Frame .
PERFORMANCE	Test Procedure	IEC 60034-2-1:2007 And Full Voltage Measuring Starting Performance .
	Winding Temperature Rise	Not to Exceed 80 Rise by Resistance Method at S.F 1.0 Operation .
	Over Speed	120% Syn. R.P.M. for 2 Min .
	Over Torque	160% Rated Torque for 15 Sec .

Gambar 2.17 Jenis mounting dan datasheet motor induksi

Berdasarkan table datasheet di atas terlihat bahwa motor induksi 3 phase memiliki tegangan kerja hingga 400 VAC dengan frekuensi 50Hz atau 60 Hz. Disamping itu tersedia juga ukuran daya dari 0.37 kW sampai dengan 315 kW. Kecepatan putar dari 750 rpm hingga 3000 rpm pada frekuensi 50Hz. Sedangkan metode pengasutan motor tersebut dapat menggunakan system DOL (direct online), koneksi Y maupun koneksi delta.

Jenis actuator lain yang sering digunakan pada system control adalah elemen heater. Elemen heater biasanya digunakan pada aplikasi pemanas oven, pemanas cairan, pemanas mula mesin produksi, boiler dan lain sebagainya. Elemen Heater umumnya diproduksi berdasarkan kebutuhan spesifik dari pengguna/industry karena menyesuaikan dengan mekanis serta ukuran plant yang dikontrol. Pada umumnya elemen heater terdiri atas 3 bagian utama yaitu:

- kawat resistansi paduan khusus yang terletak di tengah tabung (kawat resistansi dapat berupa CrNI atau DSD)
- Magnesium oksida untuk isolator elektrik
- Selubung tabung baja, material tergantung aplikasi



Gambar 2.18 Kontruksi Elemen Heater

Datasheet elemen heater yang harus diperhatikan adalah material kawat resistansinya, selubung tabung heater, ukuran dimensi selubung tabung dan lain-lain seperti tampak pada gambar berikut:

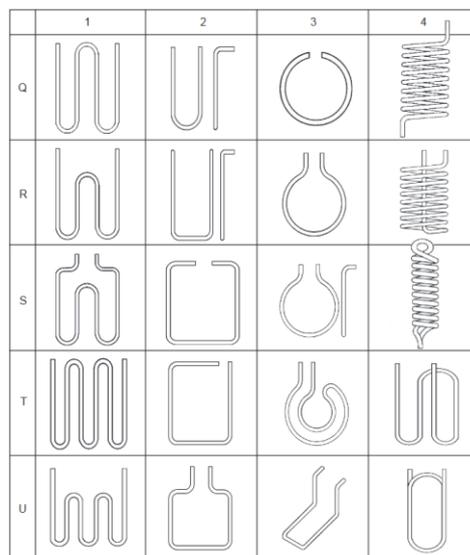
Material	Dimension	Max. surface temperature	Max. tube length	Ø2.5 pin	Ø3.5 pin	M4 steel	M4 stainless steel	M6 stainless steel
Copper	Ø6.25	150°C	3860	x				
Copper	Ø8.50	150°C	6500		x	x	x	
Copper	Ø10.2	150°C	7750		x	x	x	
AISI 304	Ø6.25	750°C	3700	x				
AISI 304	Ø8.50	750°C	6780		x	x	x	
AISI 321	Ø8.50	750°C	6780		x	x	x	
AISI 321	Ø10.2	750°C	7750		x	x	x	
AISI 309	Ø8.50	900°C	6780		x	x	x	
AISI 316L	Ø6.25	750°C	3700	x				
AISI 316L	Ø8.50	750°C	6780		x	x	x	
AISI 316L	Ø10.2	750°C	7750		x	x	x	
AISI 316L	Ø12.7	750°C	6930					x
AISI 316TI	Ø8.50	750°C	6780		x	x	x	
Inconell 600	Ø8.50	980°C	6780		x	x	x	
Incoloy 800	Ø6.25	800°C	3700	x				
Incoloy 800	Ø8.50	800°C	6780		x	x	x	
Incoloy 800	Ø10.2	800°C	7750		x	x	x	
Incoloy 800	Ø12.7	800°C	6930					x
Incoloy 825	Ø6.25	750°C	3700	x				
Incoloy 825	Ø8.50	750°C	6780		x	x	x	
Incoloy 825	Ø12.7	750°C	6930					x
SMO 254	Ø8.50	400°C	6780		x	x	x	
Titanium	Ø8.50	650°C	7000		x	x	x	
Titanium	Ø12.7	650°C	6930					x

Dalam menentukan ukuran daya elemen heater terpasang maka yang harus diperhatikan adalah jenis media yang akan dipanaskan dan volume media tersebut. Untuk lebih jelasnya perhatikan gambar dibawah ini:

Heating materials			Tube cap materials									
Liquid media	Max. W/cm ²	CU	AISI 304	AISI 309	AISI 316	AISI 321	INC 600	INC 800	INC 825	SMO 254	Titanium	
Water, stagnant	6-10	x							x	x	x	
Water, moving	10-15	x							x	x	x	
Alkaline bath	4-6								x	x	x	
Water-dissolved acids and salts	1-2								x	x	x	
Phosphating bath	2-4											
Ammonia and ammonium chloride bath	2-3								x	x	x	
Oil, thin	1-3		x		x				x	x	x	
Oil, thick	1-1½		x		x							
Wax and lacquers	0.5		x		x							
Gaseous media												
Air, stationary	1-3		x	x	x	x	x	x				
Air, moving	5		x	x	x	x	x	x				
Steam 100°C	2-4	x				x		x	x	x		
Steam 250°C	1-3					x		x	x	x		
Steam 500°C	1-3							x	x			
Flue gas 300°C	1-3				x	x	x	x	x	x		

Gambar 2.19 Koefisien heating material

Berdasar keterangan di atas dapat di ambil contoh ketika elemen heater memanaskan air dalam kondisi diam maka digunakan perhitungan *surface load* Max.W/cm³ antara 6-10 watt. Dengan demikian tinggal mengalikan terhadap volume media yang akan dipanaskan dalam satuan cm³. Nilai *surface load* yang terlalu kecil akan menyebabkan akan terlalu lama dalam memanaskan media, sedangkan terlalu besar akan menyebabkan media menjadi *overheat* atau terbakar.



BAB III

MEMERIKSA PERALATAN

A. Pengetahuan yang diperlukan dalam memeriksa peralatan

Sebelum melaksanakan pemeriksaan peralatan, instruktur maupun peserta diklat dibekali terlebih dahulu pengetahuan tentang SOP pemeriksaan peralatan, pemeriksaan visual dan mengukur dengan alat standart.

B. Keterampilan yang diperlukan dalam memeriksa peralatan

1. Mengidentifikasi dan mengelompokkan bahan/perlengkapan pemeriksaan peralatan
2. Menyusun rencana pembelajaran pemeriksaan peralatan

C. Sikap kerja yang diperlukan dalam memeriksa peralatan

Harus bersikap secara:

1. Cermat dan teliti dalam mengidentifikasi dan mengelompokkan bahan/perlengkapan pembelajaran
2. Taat asas dalam mengaplikasikan cara, langkah-langkah, panduan, dan pedoman yang dilakukan pada saat penyusunan rencana pembelajaran

D. Informasi

Pengantar

Dalam menyiapkan Input Output agar bisa kompatibel dengan controller, maka perlu disiapkan beberapa alat pendukung seperti multi meter, Oscilloscop, kabel, solder, timah, pemotong kabel dan lain sebagainya. Disamping itu tentunya perlu disiapkan juga sensor-sensor serta actuator yang akan digunakan.

1. Pemeriksaan Visual Input Controller

Pengecekan visual I/O controller dapat dilakukan dengan mengamati bentuk fisik dari sensor-sensor, terminal, sambungan, kondisi actuator seperti koil pada solenoid maupun lilitan pada motor. Sebagai contoh memeriksa probe stick dari sensor thermocouple atau Pt100, apakah terjadi retakan, lubang, ataupun warna yang berubah karena kontaminasi lingkungan yang dapat menyebabkan korosi. Perubahan warna kehijauan pada thermocouple tipe K mengindikasikan korosi dan perubahan warna jingga diakibatkan oksidasi besi pada thermocouple tipe J dan K mengindikasikan kebocoran dari sensor.

Penggunaan sensor dalam jangka waktu lama, sering tidak disadari terjadinya pergeseran pembacaan output sensor yang disebabkan oleh korosi yang terjadi dibagian dalam dari material sensor tersebut. Jika proses korosi ini telah terjadi, maka langkah terbaik adalah mengganti sensor tersebut dengan yang baru. Pengecekan visual pada sensor thermocouple atau Pt100 dapat dilakukan dengan membuka bagian dalam stick thermocouple dan mengecek apakah terjadi korosi pada kabel dan ujung sambungan kedua material kabel tersebut.

Pengecekan Koneksi Terminal

Disamping pengecekan visual pada sensor, sangat penting juga untuk memeriksa koneksi terminal pada setiap wiring atau pengkabelan sensor. Sering kali pembacaan sensor tidak tepat atau bahkan tidak terbaca sama sekali disebabkan oleh cramping konektor yang kurang tepat, solder yang kurang matang, insulasi kabel yang kurang tepat ataupun penggunaan material konektor yang tidak benar akan mempengaruhi akurasi pembacaan sensor.

Multi Koneksi Sensor Analog

Pemasangan sensor analog dalam jumlah banyak dalam satu pin input controller akan menghasilkan pembacaan sensor yang kurang akurat. Pembacaan sensor analog dalam jumlah banyak akan menghasilkan data pembacaan rata-rata dari sensor, bukan nilai aktual dari titik sensing yang ingin di ukur. Untuk itu pemasangan sensor analog dalam jumlah banyak pada satu koneksi harus dihindari demi meningkatkan akurasi pembacaan sensor.

Sensor Putus Hubungan

Sensor-sensor yang bekerja berdasarkan perubahan tahanan seperti thermocouple atau Pt100 dapat di cek dengan menggunakan ohm meter standar untuk memeriksa koneksi dari sensor tersebut masih terhubung baik atau tidaknya. Hubungkan kedua probe ohmmeter dengan kedua ujung lead/terminal thermocouple dan akan terukur nilainya. Jika tidak terbaca maka artinya sensor tersebut rusak. Kerusakan thermocouple dapat disebabkan karena putus hubungan junction, korosi pada material maupun malfungsi dari koneksi probenya. Jika kabel insulasi sensor telanjang atau kehilangan insulatornya, maka pembacaan yg di ukur oleh sensor dapat berubah. Hal ini akan menyebabkan pembacaan sensor sensor menjadi tidak akurat.

Gambar peralatan yang digunakan untuk memeriksa I/O controller



Gambar 3.1 Solder Dengan Pengontrol Suhu



Gambar 3.2 Solder Pensil



Gambar 3.3 Stand Solder



Gambar 3.4 Timah Solder 60/40



Gambar 3.5 Tang Potong



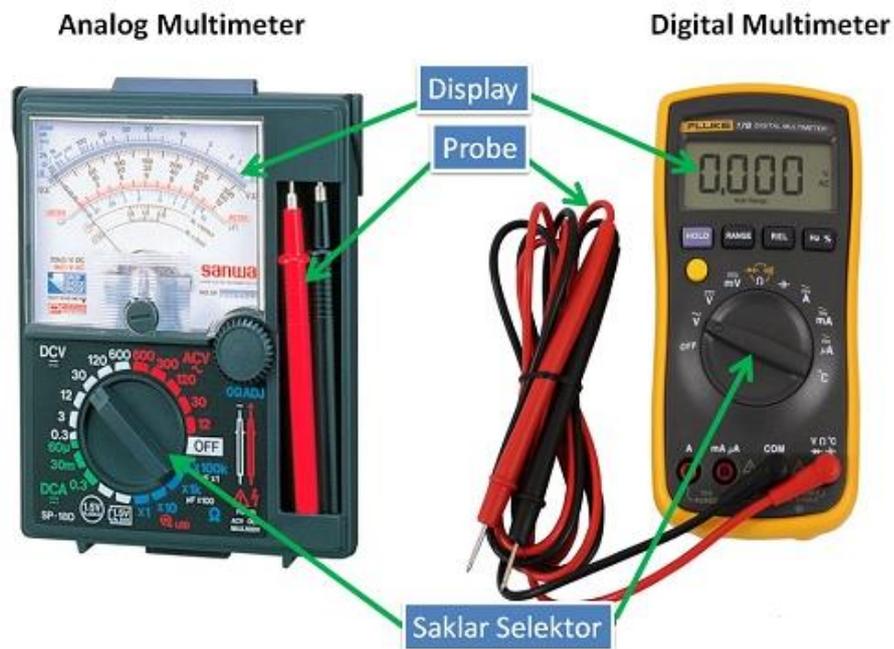
Gambar 3.6 Penjepit PRT



Gambar 3.7 Penyedot Timah



Gambar 3.8 Pita Solder



Gambar 3.9 Bentuk Multimeter Analog dan Multimeter Digital

Multimeter adalah alat yang berfungsi untuk mengukur Voltage (tegangan), Ampere (arus listrik), dan Ohm (hambatan/resistansi) dalam satu unit. Multimeter sering disebut juga dengan istilah Multitester atau AVO Meter (singkatan dari Ampere Volt Ohm Meter). Terdapat 2 jenis Multimeter dalam menampilkan hasil pengukurannya yaitu Analog Multimeter (AMM) dan Digital Multimeter (DMM).

Multimeter atau multimeter pada umumnya terdiri dari 3 bagian penting, diantaranya adalah:

- a. Saklar Selektor
- b. Display
- c. Probe

Dengan perkembangan teknologi, kini sebuah Multimeter atau Multimeter tidak hanya dapat mengukur Ampere, Voltage dan Ohm atau disingkat dengan AVO, tetapi dapat juga mengukur Kapasitansi, Frekuensi dan Induksi dalam satu unit (terutama pada Multimeter Digital). Beberapa kemampuan pengukuran dengan Multimeter yang banyak terdapat di pasaran antara lain:

- Voltage (Tegangan) AC dan DC satuan pengukuran Volt
- Current (Arus Listrik) satuan pengukuran Ampere
- Resistance (Hambatan) satuan pengukuran Ohm
- Capacitance (Kapasitansi) satuan pengukuran Farad
- Frequency (Frekuensi) satuan pengukuran Hertz
- Inductance (Induktansi) satuan pengukuran Henry
- Pengukuran atau Pengujian Dioda
- Pengukuran atau Pengujian Transistor

2. Pemeriksaan Visual Output Controller

Pengecekan visual output controller dapat dilakukan dengan mengamati bentuk fisik dari relay, kontaktor atau langsung aktuator itu sendiri. Ketika melakukan pemeriksaan output controller yang harus dilakukan mengurut dari awal nilai output dari controller, runut hingga ke paling ujung dalam hal ini aktuator.

Dalam pengecekan output controller, kita harus tahu sinyal apa yang akan dikeluarkan oleh controller, apakah sinyal digital ataukah analog? apakah 24 VDC ataukah 220 VAC? apakah output relay ataukah output transistor? Selanjutnya melihat wiring diagram kemanakah sinyal output dari controller diteruskan, apakah ke aktuator langsung ataukah ke relay atau kontaktor? Jika memang ke relay atau ke kontaktor dicek terlebih dahulu sinyal di koil sesuai dengan nominal yg diisyaratkan. Memeriksa

juga fungsi mekanis dari anak kontaknya, menguji hubungan antar anak kontak dan lain-lain. Untuk lebih jelasnya bagaimana memeriksa fungsi dari sebuah relay perhatikan langkah-langkah pengujian relay dibawah ini.

Pengujian Relay

Relay merupakan Komponen elektromechanical yang terdiri dari sebuah Coil (Lilitan), seperangkat kontak yang membentuk saklar (Switch) dan juga Kaki-kaki terminal penghubung. Dengan kata lain, relay adalah saklar yang dioperasikan secara elektronik.

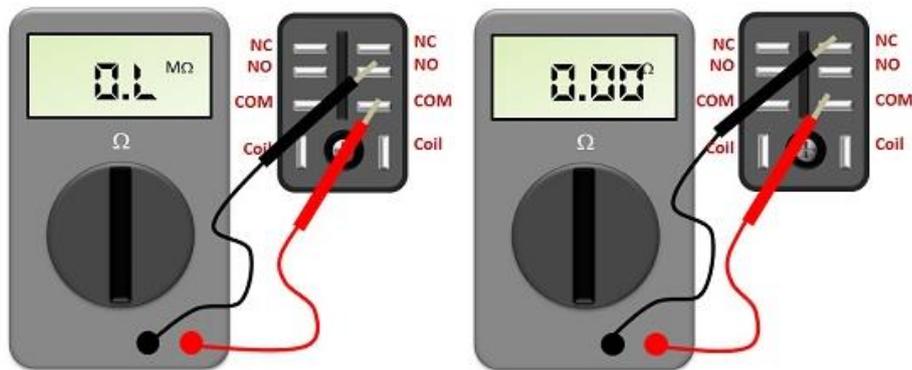
Terdapat 2 kondisi kontak pada Relay yaitu kondisi NO (*Normally Open*) dan NC (*Normally Close*). Kontak yang selalu berada pada posisi *open* (terbuka) saat relay tidak diaktifkan disebut dengan **NO (*Normally Open*)**. Sedangkan Kontak yang selalu berada pada posisi CLOSE (Tertutup) saat Relay tidak diaktifkan disebut dengan **NC (*Normally Close*)**.

Cara Mengukur Relay dengan Multimeter

Kita dapat menggunakan multimeter analog maupun multimeter digital untuk mengukur atau menguji apakah relay yang ingin kita uji tersebut dalam kondisi baik ataupun tidak. Kondisi yang diukur diantaranya adalah nilai Resistansi Coil Relay dan juga kondisi kontak poin (*Contact Point*) saat diaktifkan maupun saat tidak diaktifkan. Untuk lebih akurat, kita memerlukan power supply untuk mengaktifkan relay yang bersangkutan (contohnya baterai 9V).

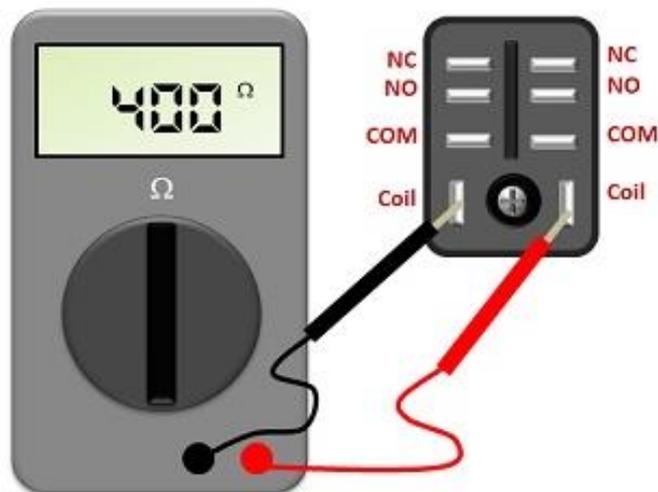
Berikut ini adalah cara untuk mengukur relay dengan menggunakan multimeter digital:

Pengukuran Kondisi Relay tidak Aktif:



Gambar 3.10 Pengukuran Kondisi Relay Tidak Aktif

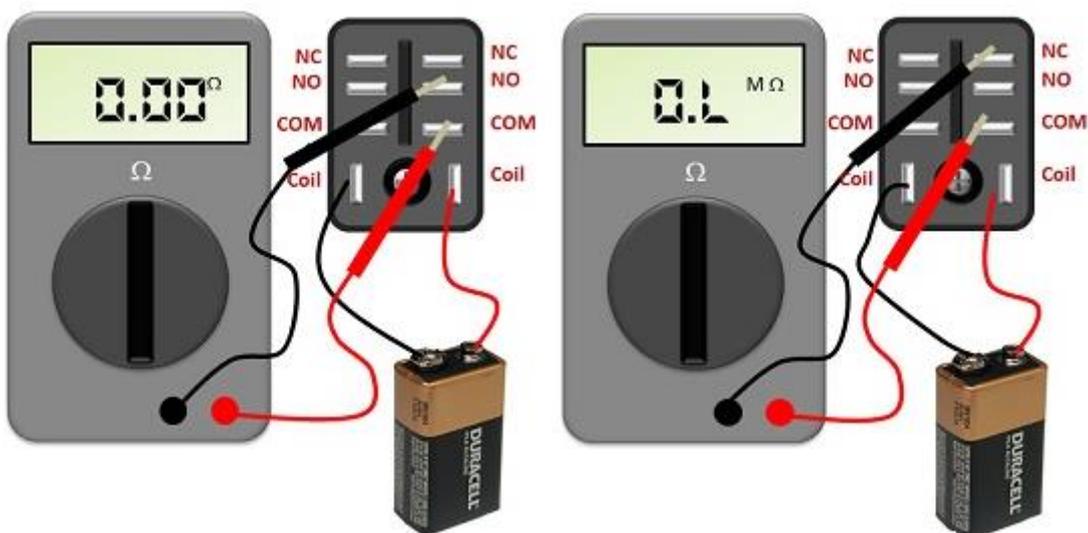
- 1) Aturlah posisi Saklar Multimeter pada posisi Ohm (Ω)
- 2) Hubungkan salah satu Probe Multimeter pada Terminal "COM" dan Probe lainnya di Terminal NC (Normally Close), pastikan nilai yang ditunjukkan pada Display Multimeter adalah "0" Ohm. Kondisi tersebut menandakan antara Terminal "COM" dan Terminal NC terhubung dengan baik (Short).
- 3) Pindahkan Probe Multimeter yang berada di Terminal NC ke Terminal NO (Normally Open), pastikan nilai yang ditunjukkan pada Display Multimeter adalah "Tak terhingga". Kondisi tersebut menandakan antara Terminal "COM" dan Terminal NO tidak memiliki hubungan atau dalam kondisi Open dengan baik.
- 4) Untuk mengukur resistansi Coil Relay, hubungkan Probe Multimeter ke Terminal Coil (2 Point), apakah telah sesuai dengan spesifikasi yang ditetapkan oleh pembuat Relay tersebut (spesifikasi Manufaktur)



Gambar 3.11 Pengukuran Coil Relay

Pengukuran Kondisi Relay sedang Aktif:

- 1) Sekarang aktifkanlah Relay dengan menghubungkan arus listrik sesuai dengan tegangan Relay-nya. Misalnya dengan menggunakan baterai 9V untuk mengaktifkannya.
- 2) Akan terdengar suara "klik" saat Relay tersebut aktif setelah dialiri arus listrik. Suara "Klik" menandakan Kontak Poin telah berpindah dari posisi NC ke posisi NO.
- 3) Pastikan Posisi Saklar Multimeter masih berada di posisi Ohm (Ω)
- 4) Hubungkan salah satu Probe Multimeter pada Terminal "COM" dan Probe lainnya di NC (Normally Close), pastikan nilai yang ditunjukkan pada Display adalah "Tak terhingga". Kondisi tersebut menandakan antara Terminal "COM" dan Terminal NC tidak memiliki hubungan sama sekali pada saat Relay diaktifkan atau dalam kondisi Open dengan baik.
- 5) Pindah Probe Multimeter yang berada di Terminal NC ke NO (Normally Open), pastikan nilai yang ditunjukkan pada Display Multimeter adalah "0" Ohm. Kondisi tersebut menandakan antara Terminal "COM" dan Terminal NO terhubung dengan baik pada saat Relay diaktifkan.



Gambar 3.12 Pengukuran Kondisi Relay Sedang Aktif

BAB IV

MELAKUKAN LANGKAH KALIBRASI I/O

A. Pengetahuan dalam melakukan langkah kalibrasi I/O

Sebelum melaksanakan langkah kalibrasi I/O. seorang instruktur maupun peserta diklat diharapkan telah dibekali pengetahuan tentang dasar elektronika, dasar kelistrikan, identifikasi datasheet dan instalasi.

B. Keterampilan dalam melakukan langkah kalibrasi I/O

1. Mengidentifikasi dan mengelompokkan bahan/perlengkapan kalibrasi I/O
2. Menyusun rencana pembelajaran melakukan langkah kalibrasi I/O

C. Sikap kerja dalam melakukan langkah kalibrasi I/O

Harus bersikap secara:

1. Cermat dan teliti dalam mengidentifikasi dan mengelompokkan bahan/perlengkapan pembelajaran
2. Taat asas dalam mengaplikasikan cara, langkah-langkah, panduan, dan pedoman yang dilakukan pada saat penyusunan rencana pembelajaran

D. Informasi

Interface I/O KOntroller

Controller sebagai pusat utama suatu system control harus terhubung dengan semua peralatan input output sehingga membentuk satu kesatuan system control. Akan tetapi tidak semua sensor dan actuator memiliki nilai yang sesuai dengan nilai yang dipersyaratkan oleh controller tersebut. Oleh karena itu perlu digunakan rangkaian interfacing untuk menjembatani keduanya. Rangkaian interfacing yang menjembatani sensor dengan controller disebut sinyal conditioning, sedangkan interfacing untuk menjembatani controller dengan actuator disebut driver.

1. Sinyal Conditioning Digital

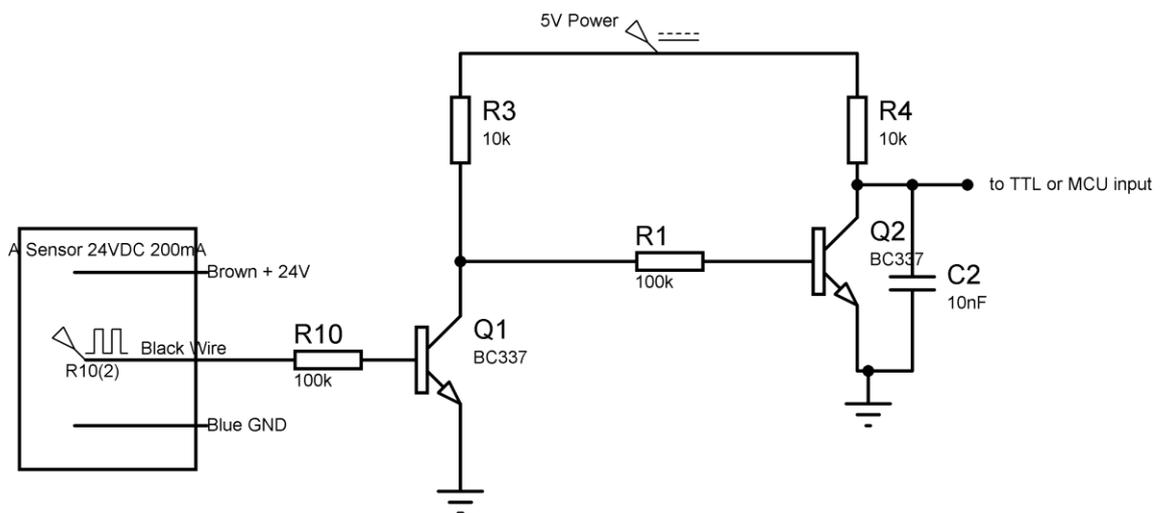
Aplikasi sensor digital sebagai input dari controller sangat banyak dan dominan diterapkan dalam aplikasi control pada dunia industry. Oleh karena banyaknya penggunaan sensor digital pada dunia industry maka perkembangan sensor digital standart industry sangat banyak tersedia di pasaran. Banyak vendor mengeluarkan produk berbasis sensor digital dengan pilihan varian beragam tergantung dari spesifikasi yang berbeda-beda menyesuaikan kebutuhan.

Disamping spesifikasi dari setiap sensor yang berbeda-beda sesuai dengan kebutuhan, kelebihan sensor standart industry adalah ketahanan terhadap lingkungan dan kepresisian yang sudah terjamin dengan melalui serangkaian tes terstandar sebelumnya.

Sensor digital standar industry seperti sensor kapasitif sensor induktif, sensor photoelektrik dan lain sebagainya umumnya dibuat berdasar kebutuhan controller standar industry seperti PLC, DCS maupun smart relay. Sedangkan controller umum seperti mikrokontroller dan mikroprosesor harus diperhatikan terlebih dahulu spesifikasi output yang disediakan oleh sensor tersebut sehingga kompatibel dengan nilai yang dipersyaratkan oleh mikrokontroller maupun mikroprosesor.

1.1. Signal Conditioning Digital Mikrokontroller

Mikrokontroller jika terhubung dengan sensor standar industry maka perlu diperhatikan spesifikasi output yang dikeluarkan oleh sensor tersebut. Umumnya sensor digital standar industry memiliki output 24 VDC, sedangkan pin I/O mikrokontroller hanya bekerja pada level tegangan 5 VDC. Untuk itu perlu dibuatkan rangkaian pengkondisi sinyal yang akan merubah nilai 24 VDC menjadi 5 VDC seperti pada contoh gambar dibawah ini.



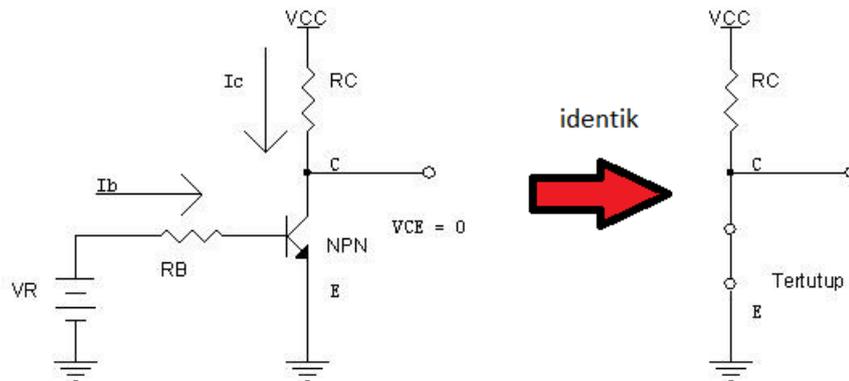
Rangkaian diatas menunjukkan sensor digital 3-wire dimana output dari sensor masuk kerangkaian transistor sebagai saklar oleh transistor ke satu dan kemudian dikuatkan lagi arusnya melalui transistor ke dua.

Transistor Sebagai Saklar

Transistor dapat difungsikan “sebagai saklar” dengan mengatur arus basis I_b sehingga transistor dalam keadaan jenuh (saturasi) atau daerah mati (cut-off). Dengan mengatur $I_b = I_c / \beta$ kondisi transistor akan menjadi jenuh seakan kolektor dan emitor short circuit. Arus mengalir dari kolektor ke emitor tanpa hambatan dan $V_{ce} \approx 0$. Besar arus yang mengalir dari kolektor ke emitor sama dengan V_{cc} / R_c . Keadaan seperti ini menyerupai saklar dalam kondisi tertutup (on). Dengan mengatur $I_b = 0$ atau tidak memberi tegangan pada bias basis atau basis diberi tegangan mundur terhadap emitor maka transistor akan dalam kondisi mati (cut-

off), sehingga tak ada arus mengalir dari kolektor ke emitor ($I_c \approx 0$) dan $V_{ce} \approx V_{cc}$. Keadaan ini menyerupai saklar pada kondisi terbuka.

Kondisi Jenuh atau Saturasi



Gambar 4.1 Transistor dalam kondisi jenuh/saturasi identik dengan saklar tertutup

Berikut merupakan perhitungan secara teori untuk menentukan kondisi transistor sebagai saklar.

$$V_{ce} = V_{cc} - I_c \cdot R_c$$

Karena kondisi jenuh $V_{ce} = 0V$ (keadaan ideal)

$$\text{Maka } I_c = V_{cc} / R_c$$

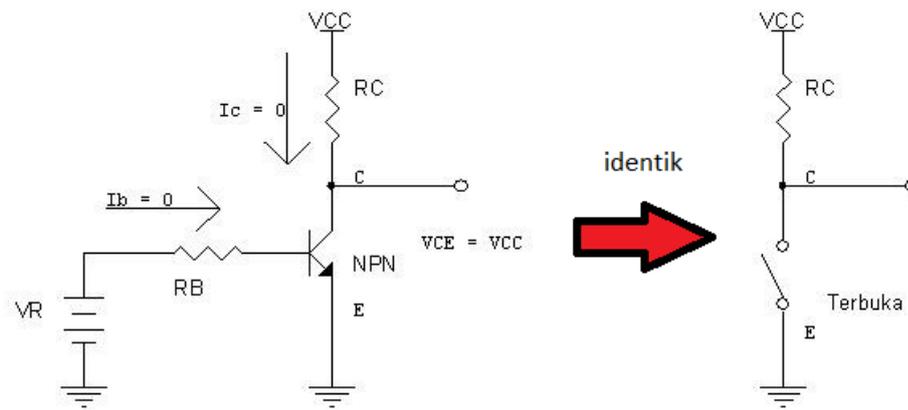
Menentukan tahanan basis R_b untuk memperoleh arus basis pada keadaan jenuh adalah:

$$R_b = (V_i - V_{be}) / I_b \text{ jenuh}$$

Sehingga besar arus basis I_b jenuh adalah

$$I_b \text{ jenuh} = I_c / \beta$$

Kondisi Mati atau Cutt Off



Gambar 4.2 Transistor dalam kondisi tidak aktif/ Cut Off identik dengan saklar tertutup

$$V_{ce} = V_{cc} - I_c \cdot R_c$$

Karena kondisi mati $I_c = 0$ (kondisi Ideal) maka:

$$V_{ce} = V_{cc} - 0 \cdot R_c$$

$$V_{ce} = V_{cc}$$

Besar arus basis I_b adalah

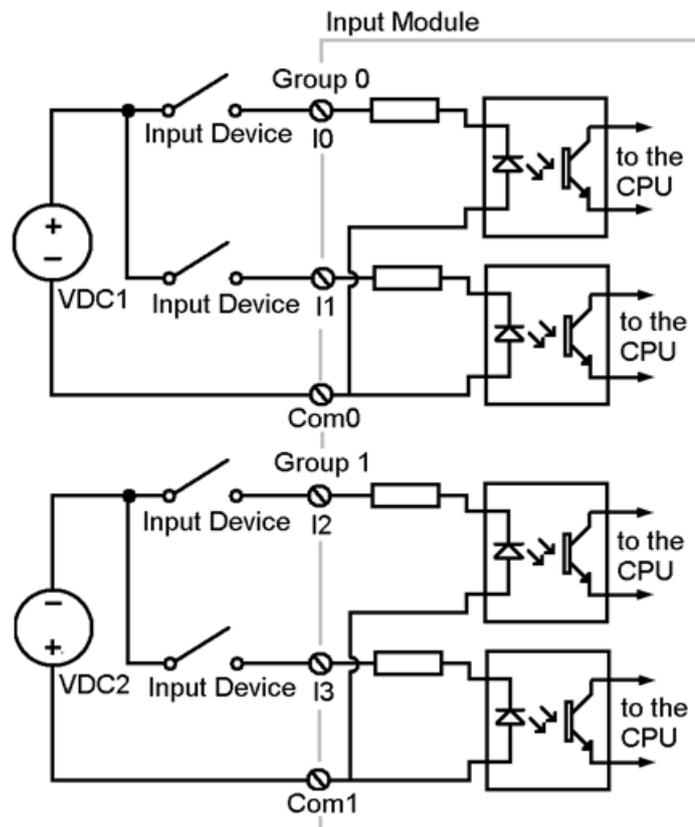
$$I_b = I_c / \beta$$

$$I_b = 0 / \beta = 0$$

1.2. Signal Conditioning Digital PLC

Sensor digital standar industry umumnya sudah dibuat rangkaian terintegrasi didalam, sehingga sensor-sensor tersebut dapat terhubung langsung dengan perangkat input dari PLC. Oleh karena itu pembahasan kali ini lebih membahas tentang penyambungan sensor sebagai perangkat input PLC. Sebelum menyambungkan sensor pada PLC, yang penting yang perlu diketahui adalah konsep sourcing dan sinking pada modul input.

Sourcing and Sinking hanya berlaku pada besaran listrik DC (searah). Modul input sourcing memiliki common positive sedangkan modul input sinking memiliki common negative.



Gambar 4.3 Instalasi common sinking dan sourcing pada input PLC

Pada gambar di atas, penyambungan input pada Group 0 (atas) adalah menggunakan Tipe Modul Input Sourcing, yaitu input dengan menggunakan Common Positive. Sedangkan penyambungan input pada Group 1 (bawah) adalah Tipe Modul Input Sinking, yaitu input dengan menggunakan Common Negative.

Seperti halnya modul input, sensor memiliki 2 jenis utama yaitu input sourcing (PNP) dan input sinking (NPN). Sensor dengan tipe sinking (NPN) hanya bisa diterapkan pada modul input sourcing, sedangkan sensor dengan tipe sourcing (PNP) hanya bisa diterapkan pada modul input sinking. Beberapa PLC saat ini memiliki lebih dari 1 common untuk input, sehingga memungkinkan penyambungan baik sourcing maupun sinking dalam 1 sistem yang sama. Namun lebih baik dipilih salah satu antara sourcing atau sinking untuk meminimalisir terjadinya kesalahan dalam penyambungan.

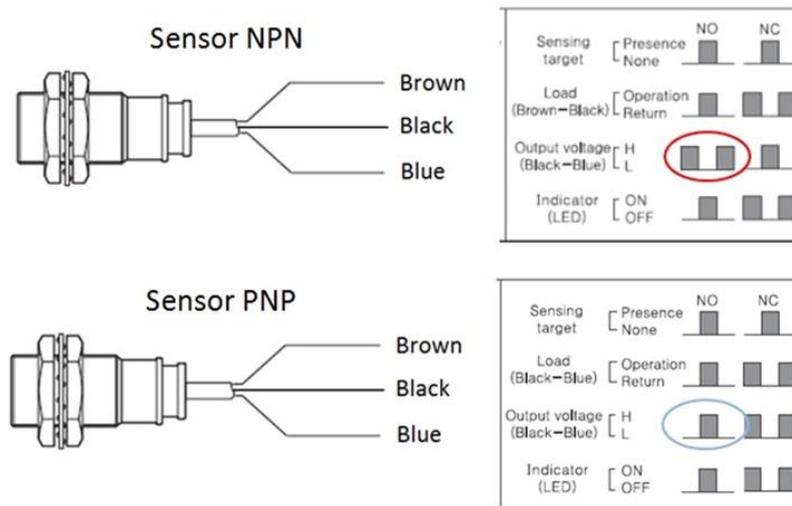
Sensor 3 Kabel

Umumnya sensor yang dipakai sebagai input PLC memiliki 3 kabel. Sensor dengan 3 kabel terdiri atas 2 kabel sebagai sumber yaitu positive (Brown) dan negative (Blue) dan 1 kabel signal (Black).



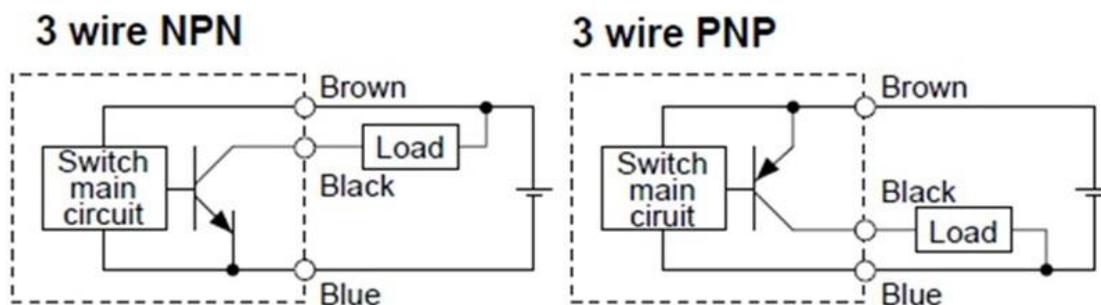
Gambar 4.4 Sensor digital 3-wire

Gambar di bawah adalah contoh rangkaian dari sensor. Pada sensor NPN, setelah tegangan diberikan pada kaki Brown dan Blue, maka Output pada kaki Black ke Blue adalah 24V walaupun sensor belum mendeteksi apa pun (lingkaran merah) lalu akan berubah menjadi 0 (Nol) saat mendeteksi objek. Sedangkan pada sensor jenis PNP berlaku sebaliknya (lingkaran biru).



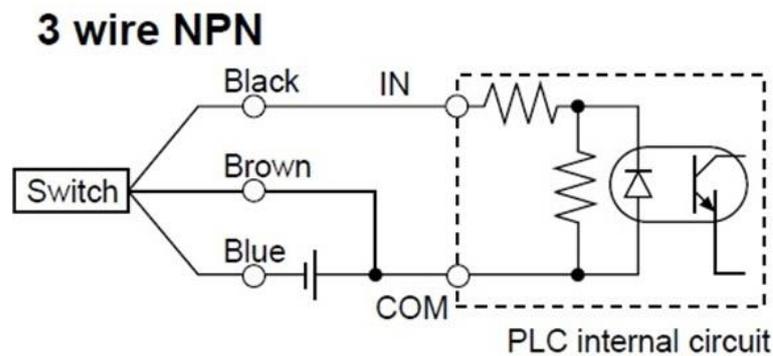
Gambar 4.5 Konfigurasi output sensor 3-wire

Load/beban adalah pin terminal input yang akan diaktifkan. Dari gambar tersebut dapat dilihat bahwa sensor sinking (NPN) rangkaian sensor mendapatkan aliran arus dari Load, sedangkan sensor source rangkaian sensor lah yang memberikan arus kepada Load. Secara lebih lengkap, sensor singking memiliki prinsip kerja menyerupai transistor NPN, yaitu saat sensor mendeteksi objek maka Switch main circuit memberikan arus Basis, sehingga arus listrik akan mengalir dari sisi positive sumber tegangan melewati Load kemudian melalui transistor untuk menuju sisi negative sumber tegangan. Pada sensor sourcing (PNP), arus dari sumber tegangan positive melalui transistor lebih dulu, kemudian melewati Load untuk sampai di sisi negative sumber tegangan.



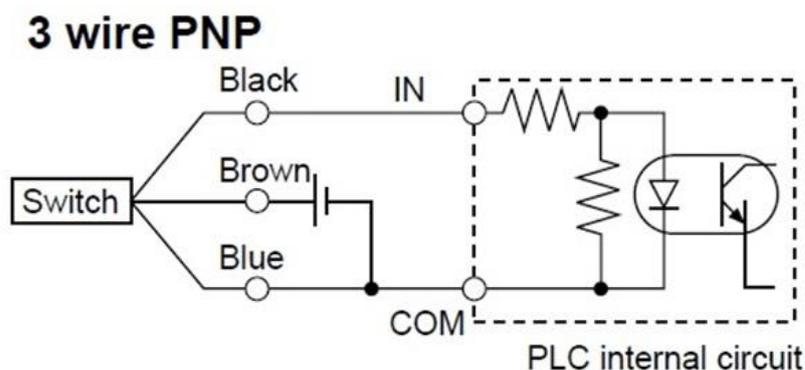
Gambar 4.6 Konfigurasi 3-wire NPN dan PNP

Dengan prinsip di atas, pada penyambungan sensor NPN dibutuhkan Common positive pada input PLC, sehingga saat sensor mendeteksi maka arus mengalir dari catu daya positive menuju Common yang akan melalui rangkaian optocoupler input kemudian keluar melalui port modul input dan selanjutnya melalui kabel Black masuk ke rangkaian sensor hingga berakhir di negative catu daya melalui kabel Blue.



Gambar 4.7 Instalasi sensor 3-wire NPN ke PLC

Pada sensor PNP dibutuhkan Common negative pada input PLC, sehingga saat sensor mendeteksi maka arus mengalir dari catu daya positive melalui kabel Brown ke rangkaian sensor. Selanjutnya arus keluar dari sensor melalui kabel Black ke input PLC yang dituju. Arus dari baterai menuju Common yang akan melalui rangkaian optocoupler input kemudian keluar melalui port Common dan selanjutnya melalui kabel Black masuk ke rangkaian sensor hingga berakhir di negative catu daya melalui kabel Blue.



Gambar 4.8 Instalasi sensor 3-wire PNP ke PLC

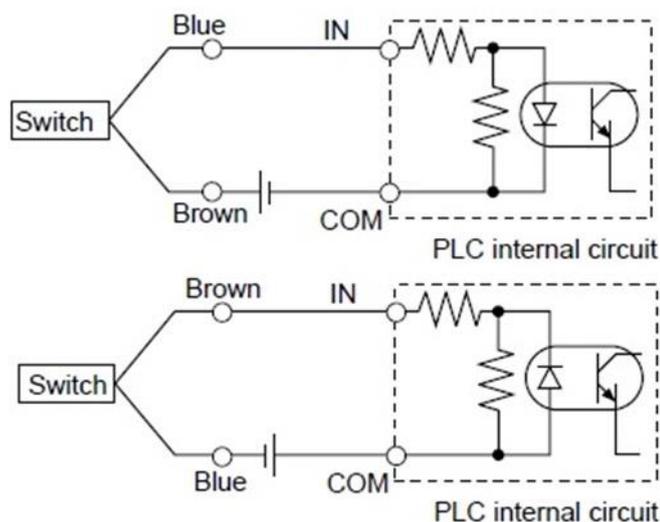
Sensor 2 Kabel

Selain memiliki 3 kabel, beberapa jenis sensor juga ada yang memiliki 2 kabel yaitu Brown dan Blue. Sensor dengan 2 kabel memiliki nilai ekonomis atau harganya lebih murah dibanding sensor dengan 3 kabel.



Gambar 4.9 Sensor digital 2-wire

Saat menggunakan modul input sinking (common negative), Brown akan dihubungkan dengan positive sumber tegangan, sedangkan Blue pada terminal pin modul input PLC (Load). Sedangkan saat menggunakan modul input sourcing (common positive), Blue akan dihubungkan dengan negative sumber tegangan, Brown sedangkan pada terminal pin modul input PLC (Load). Penyambungan sensor 2 kabel pada modul input PLC ditunjukkan pada gambar berikut :



Gambar 4.10 Instalasi sensor 2-wire NPN dan PNP ke PLC

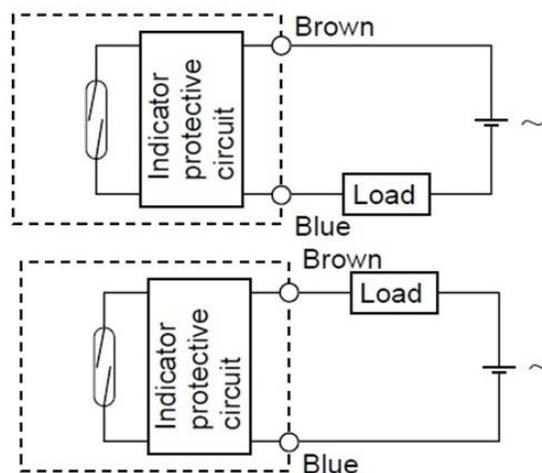
Reed Switch

Reed switch adalah sakelar yang akan aktif saat berada di sekitar medan magnet. Sensor ini memiliki komponen utama berupa lembaran daun tembaga sebagai sakelar yang sensitive terhadap medan magnet dengan 2 kaki, Brown dan Blue. Saat terpengaruh oleh medan magnet, daun reed switch akan tersambung sehingga mampu menghantarkan arus dari kaki Brown ke kaki Blue.



Gambar 4.11 Sensor Reedswitch

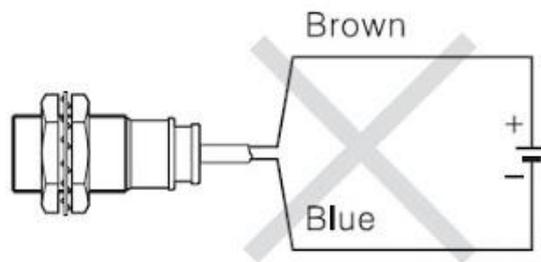
Reed Switch banyak dipakai sebagai indicator batas depan dan batas belakang pada silinder pneumatic. Penyambungan Reed switch pada PLC memiliki cara yang serupa dengan sensor 2 kabel, gambar bagian atas adalah penyambungan dengan Common Input Negative sedangkan gambar bagian bawah adalah Common Input Positive, seperti ditunjukkan pada gambar berikut ini.



Gambar 4.12 Instalasi sensor Reedswitch

Jika kita perhatikan gambar di atas, kita dapat melihat reed switch memiliki 2 jenis hambatan, yaitu hambatan rangkaian modul input PLC (Load) dan hambatan pada rangkaian internal sensor (r).

Jangan pernah menyambungkan 2 kaki sensor 2 kabel atau reed switch langsung ke sumber tegangan 24 V tanpa melalui beban (modul input). Hal ini akan menyebabkan kerusakan pada sensor karena arus yang berlebihan mengalir pada rangkaian internal sensor. Penyambungan yang benar akan menghasilkan arus (I_1) senilai $24V/(Load+r)$, sedangkan penyambungan seperti pada di bawah ini menghasilkan arus (I_2) sebesar $24V/r$. Dengan r cukup kecil, maka arus I_2 akan naik secara signifikan dibanding I_1 .



Gambar 4.13 Instalasi sensor Reedswitch yang salah

Demikian pembahasan mengenai penyambungan sensor digital yang perlu untuk diketahui pada saat proses belajar PLC atau pun belajar otomasi industri.

2. Sinyal Conditioning Analog

2.1. Driver Digital

Penyambungan Perangkat Output PLC

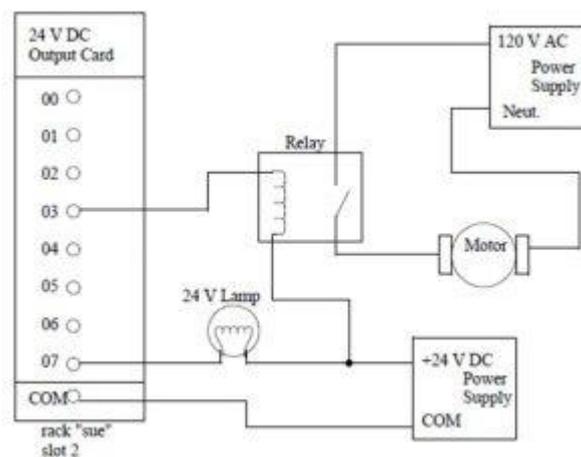
Output bisa berupa signal/kode saja seperti lampu dan buzzer disamping itu output juga bisa berupa actuator yang memungkinkan PLC untuk mengendalikan sebuah gerakan pada suatu proses tertentu. Berikut ini adalah output yang paling sering digunakan pada dunia industri:

Solenoid Valves – output logic yang dapat mengendalikan arah aliran hidrolik atau pneumatik. Biasanya dipasang dengan system hidrolik atau system pneumatic.

Lampu – output yang sering digunakan sebagai indicator, dapat dipasang langsung pada terminal output PLC.

Relay – Relay adalah output logic yang sering dipakai untuk penyambungan pada motor listrik. Untuk menyalakan motor listrik biasanya sering menarik sejumlah arus yang besar saat pertama kali berputar, sehingga mereka membutuhkan sumber yang terpisah dengan output PLC.

Sebagaimana prinsip penyambungan input PLC, signal output PLC juga memerlukan 1 loop penuh untuk dapat mengaktifkan output tertentu. Perhatikan gambar di bawah ini :



Gambar 4.14 Contoh Instalasi Output PLC

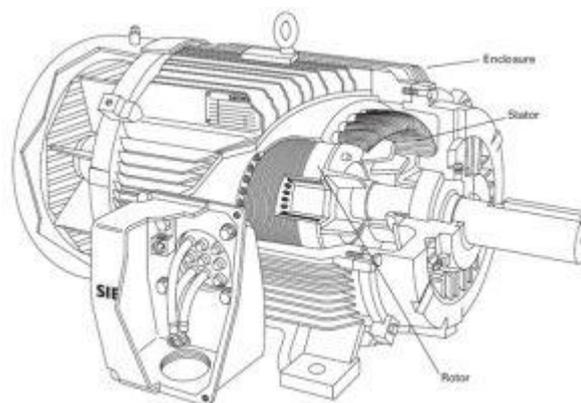
Dalam contoh diatas, common digital output standard terhubung ke 0V DC dan signal output pada alamat PLC terhubung ke lampu dan kumparan relay. Pada contoh ini lampu dapat secara langsung disambungkan karena memiliki tegangan 24V DC, dan umumnya lampu tidak terlalu besar mengonsumsi arus listrik. Ketika output 07 pada PLC aktif, maka arus dapat mengalir dari 24V DC melalui lampu ke output 07 untuk kemudian ke COM, sehingga menyelesaikan loop nya saat memasuki COM catu daya, sehingga lampu dapat menyala. Jika output 07

dimatikan (off), arus tidak dapat mengalir, dan lampu tidak akan menyala. Output 03 untuk relay dihubungkan dengan cara yang sama. Ketika output 03 aktif, maka arus akan mengalir melalui koil relay hingga COM catu daya, sehingga relay aktif. Relay akan menutup kontak dan pasokan 120V AC segera disalurkan ke motor.

Pengendalian Motor Listrik 3 Fasa dengan Star Delta

Pengendalian motor listrik adalah salah satu bagian penting dari sistem otomasi industri. Karena motor listrik mengisi hampir di semua sistem penggerak pada peralatan atau mesin di industri. Sebelum anda terlalu jauh belajar tentang otomasi industri, terutama pengendalian motor listrik dengan perangkat kendali yang berteknologi tinggi, pastikan anda mempelajari terlebih dahulu teknik – teknik dasarnya. Pada artikel sebelumnya telah dibahas mengenai pengaturan motor listrik 3 fasa dengan metode Direct Online.

Metode yang akan dibahas kali ini adalah dengan memanfaatkan sifat kelistrikan dari kumparan yang ada di dalamnya untuk kendali motor listrik, yaitu hubungan Star Delta. Motor Listrik 3 fasa memiliki 2 bagian utama Rotor dan Stator. Rotor adalah bagian yang berputar, sedangkan Stator adalah bagian yang diam/tetap. Perhatikan pada gambar di bawah ini.



Gambar 4.15 Konstruksi Motor induksi

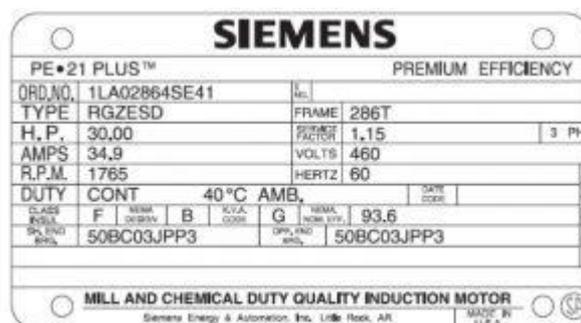
Rotor umumnya memiliki 2 jenis konstruksi, yaitu:

- Rotor sangkar, yaitu rotor yang rangkaian rotornya dihubungkan singkat sehingga membentuk seperti sangkar.
- Rotor cincin lilit, yaitu rotor yang memiliki lilitan dari kawat tembaga.

Sedangkan Stator terdiri dari tiga bagian utama yaitu:

1. Rangka, adalah bagian pelindung motor yang terbuat dari baja tuang
2. Inti stator yang berupa lembaran baja khusus yang dilaminasi/dilapisi email untuk mengurangi kerugian inti dari arus pusar (Eddy current) dan dipres langsung pada rangka, inti stator dibuat alur-alur pada bagian dalam yang melingkar untuk menempatkan belitan / kumparan stator.
3. Belitan stator terdiri tiga belitan yang identik dengan belitan fasa dan ditempatkan pada 120 derajat listrik disekeliling stator. Masing-masing belitan terdiri dari sejumlah kumparan yang dihubungkan seri dan menghasilkan jumlah kutub perfasa yang dibutuhkan. Belitan stator ini berfungsi sebagai pembangkit medan magnet bagi motor.

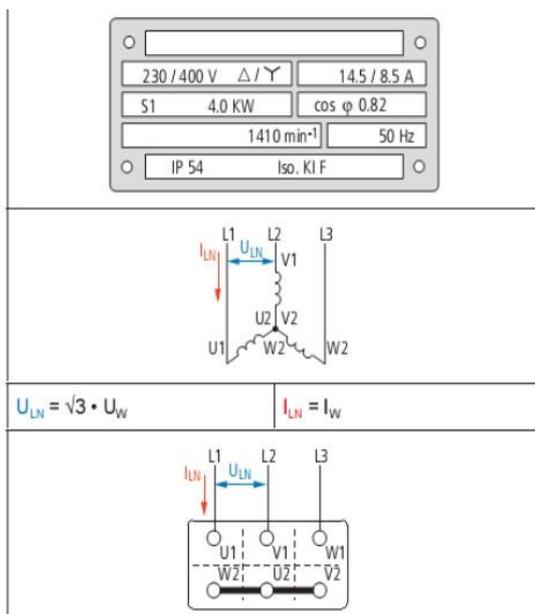
Setiap motor listrik umumnya akan dilengkapi dengan name plate yang menunjukkan spesifikasi motor dan bagaimana seharusnya motor tersebut digunakan, baik secara elektrik yaitu penyambungan sumber listriknya maupun secara mekanik seperti torsi yang dihasilkan dan jumlah putaran motor. Gambar di bawah ini adalah contoh name plate motor listrik.



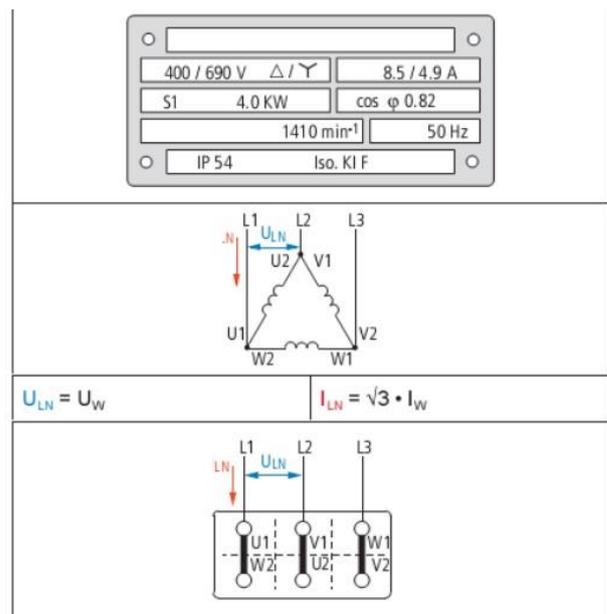
Gambar 4.16 Nameplate motor induksi

Hubungan Motor Listrik 3 fasa dalam kelistrikan industri

Jika motor induksi tiga-fasa dihubungkan ke sumber tegangan, data pada pelat nama motor harus disesuaikan dengan sumber tegangan dan frekuensinya. Hubungan diimplementasikan melalui enam terminal (versi standar) pada kotak terminal motor dan perbedaannya antara dua jenis rangkaian, hubungan bintang (Star) dan hubungan segitiga (Delta). Contoh untuk hubungan terminal motor ada pada gambar di bawah ini.



Gambar 4.17 Motor Listrik hubungan Star



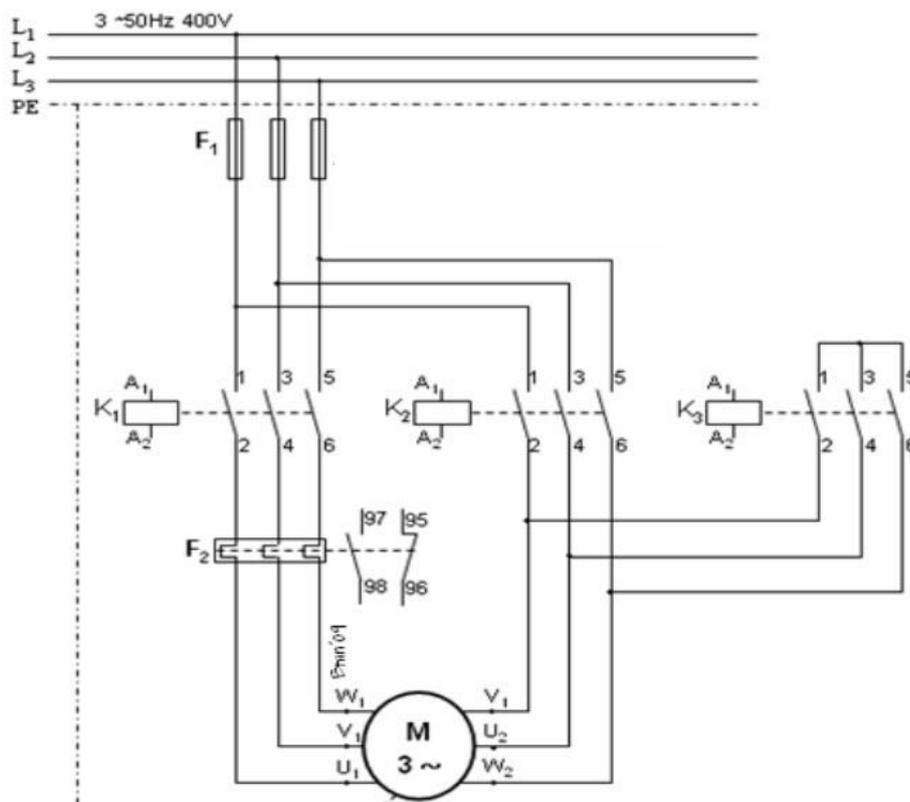
Gambar 4.18 Motor Listrik Hubungan Delta

Dari 2 kelompok gambar di atas, kita dapat menyimpulkan bahwa hubungan Star memiliki nilai arus motor yang sama dengan arus pada Line 3 fasa, sedangkan pada rangkaian Delta memiliki arus motor akar 3 kali arus pada fasa.

Pengendalian Motor dengan Star Delta

Hubungan star dengan kebutuhan arus yang tinggi memberi hasil putaran motor listrik dengan kecepatan rendah tapi memiliki torsi yang tinggi, hal ini cocok digunakan untuk memulai putaran awal pada motor listrik. Sedangkan hubungan delta membutuhkan arus yang lebih besar sehingga kecepatan putaran motor listrik tinggi. Metode pengendalian motor listrik Star Delta mengombinasikan 2 hubungan tersebut secara berurutan.

Pengendalian Motor listrik dengan Star delta banyak digunakan untuk menjalankan motor induksi rotor sangkar yang mempunyai daya di atas 5 kW (atau sekitar 7 HP). Untuk menjalankan motor dapat dipilih starter yang umum dipakai antara lain : saklar rotary Star Delta, atau dengan menggunakan rangkaian kontaktor magnet. Gambar di bawah adalah rangkaian daya pengendalian motor listrik 3 phasa dengan menggunakan rangkaian kontaktor.

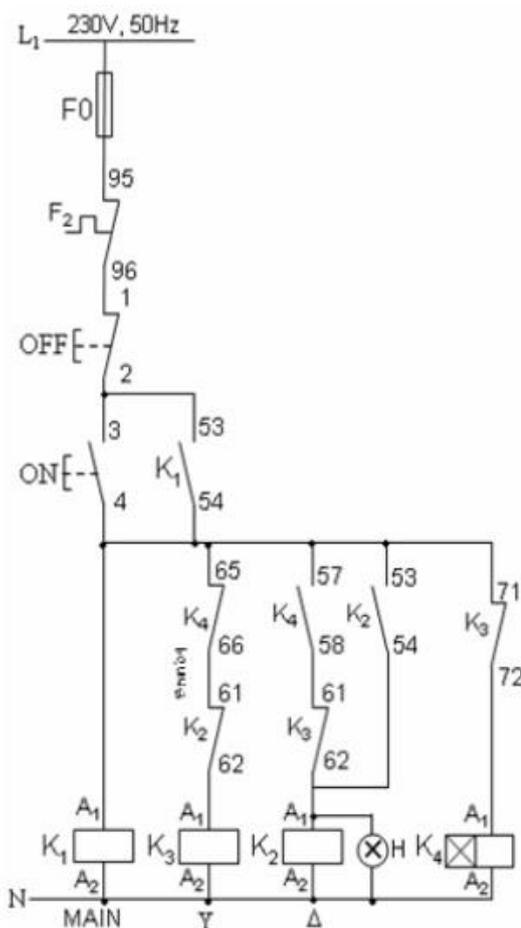


Gambar 4.19 Rangkaian pengendali motor 3 phasa

Dari gambar di atas dapat kita lihat rangkaian tersebut menggunakan 3 buah kontaktor. Kontaktor 1 berfungsi sebagai penyalur daya utama ke motor untuk masuk terminal utama, sedangkan kontaktor 2 dan 3 berturut – turut adalah pemnyambung hubungan Delta dan Star.

Anda perlu memperhatikan standar tegangan yang tertulis di name plate Motor listrik. Jika pada name plat motor tertulis Delta/Star adalah 220/380 V, sedangkan tegangan jala-jala yang tersedia sumber 3 fasa 380 V, maka motor tersebut hanya boleh dihubungkan Star (Y) artinya motor berjalan normal pada hubungan Star pada tegangan 380 V. Namun jika tegangan pada jala – jala tegangan 3 phasa adalah adalah 220V, maka kita dapat menghubungkan Star atau Delta.

Berikut ini adalah diagram kontrol untuk pengendalian motor listrik dengan Star Delta.



Rangkaian di samping menggunakan 3 buah kontaktor dan 1 Timer (K4). Mula – mula motor dihubungkan secara Star oleh kontaktor K1 dan kontaktor K3, sekaligus memberi supply untuk Timer. Setelah setting waktu tunda Timer tercapai, kontak Timer (K4) akan memutus supply untuk kontaktor K3 dan berganti menyuplai kontaktor K2. Kombinasi K1 dan K2 akan menghubungkan motor secara Delta.

Demikian pembahasan tentang pengendalian motor listrik dengan Star Delta, semoga memberi manfaat bagi anda yang ingin atau sedang belajar sistem otomasi industri.

2.2. Driver Analog

Inverter

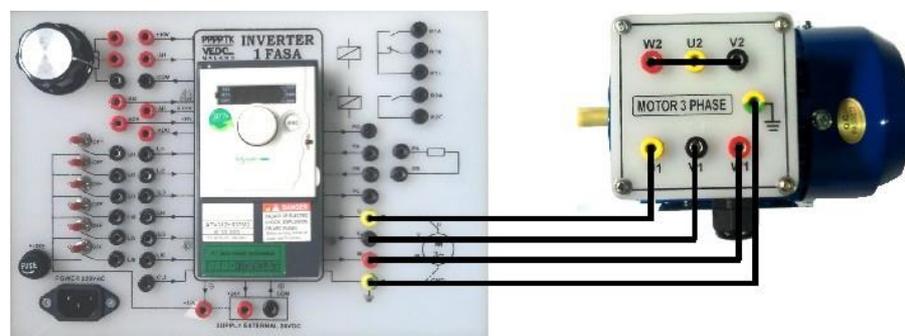
Inverter yang dipergunakan untuk mengatur kecepatan motor asynchroney 3 phase pada pembahasan ini adalah seperti tampak pada gambar 2 yaitu ATV312 buatan Schneider Electric.

ATV312 memerlukan tegangan supply 200 ... 240 V single phase dan outputnya adalah tegangan 200 ... 240 V three phase dengan daya 0.37kW – 0.5HP.



Gambar 4.20 Inverter ATV312

Pada panel depan terdapat HMI yang memiliki fungsi seperti pada gambar berikut:



Gambar 4.21 HMI pada inverter ATV312

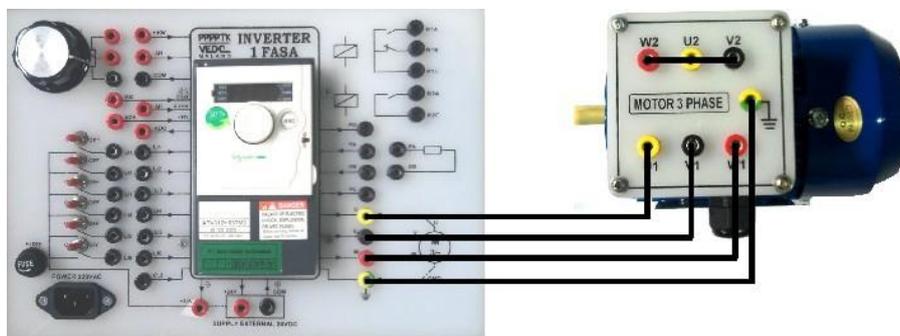
Untuk mengontrol kecepatan motor 3 phase menggunakan inverter ATV312 dapat dilakukan dengan tiga cara, yaitu dikontrol dengan referensi internal, referensi external dan Modbus.

Kontrol dengan referensi internal

Pada mode ini, pengaturan kecepatan motor dilakukan dengan menggunakan fasilitas internal yang tersedia pada inverter.

Berikut ini adalah langkah mengatur setting inverter untuk memutar motor 3 phasa menggunakan referensi internal dengan arah putaran motor searah jarum jam.

1. Siapkan modul inverter dan motor 3 phase dengan sambungan seperti gambar berikut ini.



Gambar 4.22 Pengaturan motor dengan referensi internal

2. Sambungkan kabel power ke sumber tegangan AC 220 V. Selanjutnya pada display seven segment akan menampilkan nSt (3-wire-control) atau rdy (2-wire-control).
3. Buka tutup depan inverter
4. Tekan tombol MODE selama lebih dari 3 detik hingga tampilan led berjalan pada display berhenti.

5. Mengeset parameter motor:

Tekan tombol MODE kemudian putar tombol MODE ke kiri atau ke kanan sampai display seven segment menampilkan menu motor control drC. Perhatikan Nameplate pada motor.

Untuk memilih menu dilakukan dengan memutar tombol dan setelah muncul tampilan yang dikehendaki lalu tekan tombol tersebut maka pilihan menu akan tersimpan dan untuk keluar dari menu tekan tombol ESC.

berikutnya setting-lah parameter motor pada menu drC sesuai dengan nameplate pada motor :

Menu	Code	Description	Factory setting
drC	bFr	[Standard mot. freq]: Standard motor frequency (Hz)	50.0
	UnS	[Rated motor volt.]: Nominal motor voltage on motor nameplate (V)	drive rating
	FrS	[Rated motor freq.]: Nominal motor frequency on motor nameplate (Hz)	50.0
	nCr	[Rated motor freq.]: Nominal motor current on motor nameplate (A)	drive rating
	nSP	[Rated motorspeed]: Nominal motor speed on motor nameplate (rpm)	drive rating
	CO5	[Motor 1 Cosinus Phi.]: Nominal motor $\cos \phi$ on motor nameplate	drive rating
	tUn	[Auto Tunning]: Auto-Tunning for UnS, FrS, nCr, nSP, nPr and CO5	n0

Untuk mengeset parameter di atas secara otomatis dapat dilakukan dengan memilih menu drC → tUn → YES

6. Mengeset parameter dasar :

Menu	Code	Description	Factory setting
SEt-	ACC	[Acceleration]: Acceleration time (s)	3.0
	dEC	[Deceleration]: Deceleration time (s)	3.0
	LSP	[Low speed]: Motor frequency at minimum reference (Hz)	0.0
	HSP	[High speed]: Motor frequency at maximum reference (Hz)	50.0
	ItH	[Mot. therm. current]: Nominal current indicated on the motor's rating plate (A)	drive rating
I-D-	rRS	[Reverse assign]: Reverse assignment	L12
Fun-> PSS-	PS2	[2 preset speeds]: Preset speeds	L13
	PS4	[4 preset speeds]: Preset speeds	L14
Fun-> SAI-	SA2	[Summing ref. 2] Analog input	A12

7. Mengeset pilihan kontrol:

Karena pada bagian ini kita kan mengontrol kecepatan motor 3 phase menggunakan referensi internal, maka pilihlah setting LOCAL configuration seperti pada table di bawah ini.

Menu	Code	Description	REMOTE configuration	LOCAL configuration
CtL-	Fr1	[Ref.1 channel]: Reference control	A11, A12, A13	A101
I-D-	tCC	[2/3 wire control]: Command control	2L: 2-wire 3C: 3-wire	L0C

8. Apabila tampilan pada display belum muncul rdy , misalnya muncul tnF berkedip, maka tekan tombol MODE selama lebih dari 3 detik hingga tampilan led pada display berjalan, kemudian tekan tombol STOP RESET maka tnF akan hilang dan muncul rdy pada display yang artinya inverter siap dipergunakan.

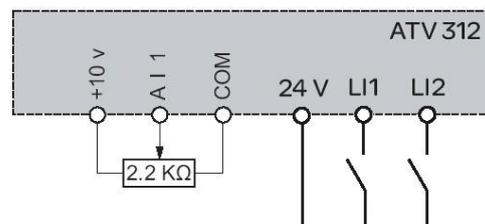
9. Untuk menjalankan motor, tekan tombol RUN .
10. Untuk mengatur kecepatan motor, putar tombol MODE. Pada display seven segment dapat ditampilkan setting kecepatan motor.
11. Untuk menghentikan / menstop motor, tekan tombol STOP RESET .

Kontrol 2-wire dengan referensi external

Sistim kontrol 2-wire memiliki 2 masukan yaitu LI1 dan LI2 yang dipergunakan untuk mengatur arah putaran motor.

Jika LI1 on (tersambung ke +24V) dan LI2 off (tidak tersambung ke +24V) maka arah putaran motor adalah searah jarum jam. Jika LI1 off (tidak tersambung ke +24V) dan LI2 on (tersambung ke +24V) maka arah putaran motor adalah berlawanan arah jarum jam.

Tegangan analog 0 s.d. 10 Volt DC sebagai referensi pengaturan kecepatan motor masuk melalui terminal AI1.

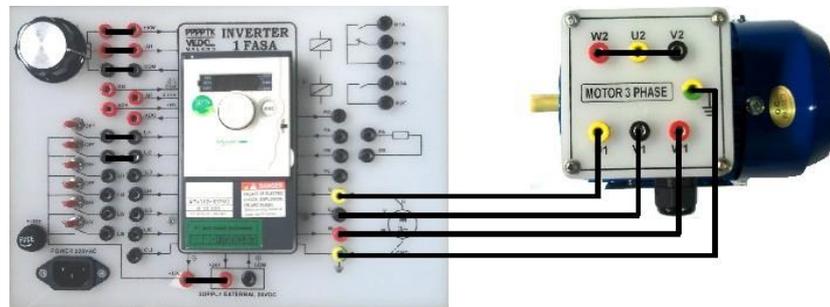


Gambar 4.23 Diagram control 2-wire dengan referensi external

Seperti pada gambar di atas, tegangan referensi diatur melalui potensiometer yang tegangan sumber + 10 volt diambil dari inverter. Untuk mengatur arah dan jalan serta berhentinya motor disediakan dua buah terminal yang harus disambungkan pada dua buah saklar (bukan tombol) ke terminal LI1 dan LI2. Ada dua kondisi saklar yaitu terhubung ke + 24 volt atau tidak, kalau terhubung kita sebut ON dan kalau tidak terhubung kita sebut OFF.

Berikut ini adalah langkah langkah percobaan control 2-wire dengan referensi external,

1. Siapkan modul inverter dan motor 3 phase dengan sambungan seperti gambar berikut ini.



Gambar 4.24 Pengaturan motor dengan referensi internal

2. Sambungkan kabel power ke sumber tegangan AC 220 V. Selanjutnya pada display seven segment akan menampilkan nSt (3-wire-control) atau rdy (2-wire-control).
3. Perhatikan tampilan led apakah berjalan atau tidak, jika tampilan led berjalan, maka inverter sedang berjalan dengan setting local atau menggunakan referensi internal. Oleh karena itu setting harus diubah ke referensi external yaitu dengan cara menekan tombol MODE selama lebih dari 3 detik hingga tampilan led berhenti.
4. Apabila motor yang dipergunakan tetap sama seperti pada percobaan control dengan internal referensi di atas, maka kita tidak perlu melakukan perubahan setting parameter motor dan parameter dasar. Langkah yang perlu dilakukan hanyalah mengubah konfigurasi referensi control ke pilihan remote configuration dengan menentukan sumber masukan referensi external melalui AI1, AI2 atau AI3 pada menu Ctl- serta mengubah command control dari LOCAL ke REMOTE configuration 2-wire pada menu I-O-.

Mengubah setting ke REMOTE configuration:

Tekan tombol MODE kemudian putar tombol tersebut MODE ke kiri atau ke kanan sampai display seven segment menampilkan menu motor control Ctl-, selanjutnya tekan tombol tersebut dan untuk keluar dari menu tekan tombol ESC.

Berikutnya ubahlah setting sesuai table berikut

Menu	Code	Description	REMOTE configuration
CtL-	F r 1	[Ref.1 channel]: Reference control	A I 1
1-0-	t C C	[2/3 wire control]: Command control	2 C : 2-wire

- Selanjutnya jangan menekan tombol MODE, control motor 2-wire dengan referensi external melalui AI1 siap dijalankan.
- Untuk memonitor beberapa parameter dapat dilakukan dengan memilih menu SUP- dengan cara memutar dan menekan tombol.

Selanjutnya pada display seven segment akan muncul nilai aktual parameter yang dipilih. Berikut ini adalah contoh untuk menampilkan beberapa parameter:

Menu	Code	Description
SUP-	r F r	Menampilkan frekuensi pada motor
	L C r	Menampilkan arus pada motor
	O P r	Menampilkan daya pada motor
	O t r	Menampilkan torsi pada motor

Kontrol 3-wire dengan referensi external

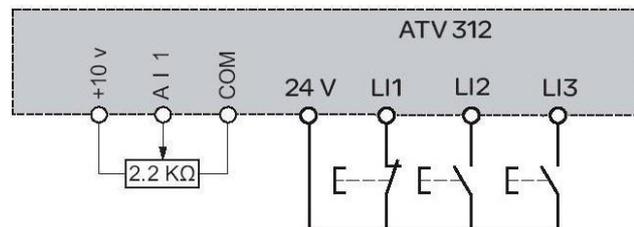
Sistem kontrol 3-wire memiliki 3 masukan yaitu LI1, LI2 dan LI3 yang dipergunakan untuk mengatur start/stop dan arah putaran motor.

LI1 berfungsi untuk ON/OFF motor, ON artinya terminal LI1 terhubung ke + 24 Volt dan OFF artinya terminal LI1 tidak terhubung ke + 24 Volt.

LI2 berfungsi mengatur arah putaran searah jarum jam (FORWARD)

LI3 berfungsi mengatur arah putaran berlawanan arah jarum jam (REVERSE)

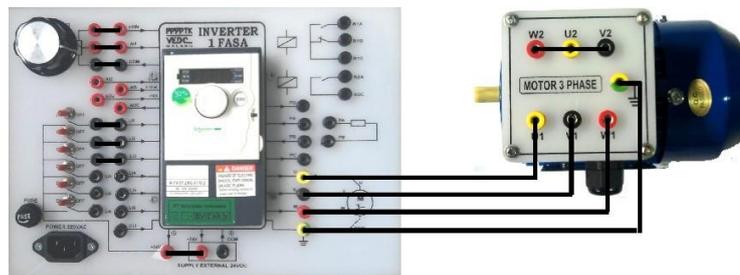
AI1 berfungsi sebagai terminal masukan tegangan analog referensi eksternal 0 s.d. 10 Volt untuk mengatur kecepatan motor.



Gambar 4.25 Diagram control 3-wire dengan referensi external

Berikut ini adalah langkah langkah percobaan control 3-wire dengan referensi external.

1. Siapkan modul inverter dan motor 3 phase dengan sambungan seperti gambar berikut ini.



Gambar 4.26 Pengaturan motor dengan referensi internal

2. Sambungkan kabel power ke sumber tegangan AC 220 V. Selanjutnya pada display seven segment akan menampilkan nSt (3-wire-control) atau rdy (2-wire-control).
3. Perhatikan tampilan led apakah berjalan atau tidak, jika tampilan led berjalan, maka inverter sedang berjalan dengan setting local atau menggunakan referensi internal. Oleh karena itu setting harus diubah ke referensi external yaitu dengan

cara menekan tombol MODE selama lebih dari 3 detik hingga tampilan led berhenti.

4. Apabila motor yang dipergunakan tetap sama seperti pada percobaan control dengan internal refensi di atas, maka kita tidak perlu melakukan perubahan setting parameter motor dan parameter dasar. Langkah yang perlu dilakukan hanyalah mengubah konfigurasi referensi control ke pilihan remote configuration dengan menentukan sumber masukan referensi external melalui AI1, AI2 atau AI3 pada menu Ctl- serta mengubah command control dari LOCAL ke REMOTE configuration 2-wire pada menu I-O-

Mengubah setting ke REMOTE configuration:

Tekan tombol MODE kemudian putar tombol MODE ke kiri atau ke kanan sampai display seven segment menampilkan menu motor control Ctl-, selanjutnya tekan tombol tersebut dan untuk keluar dari menu tekan tombol ESC.

Berikutnya ubahlah setting sesuai table berikut

Menu	Code	Description	REMOTE configuration
CTL-	FR1	[Ref.1 channel]: Reference control	AI1
I-O-	CCC	[2/3 wire control]: Command control	3C: 3-wire

5. Selanjutnya jangan menekan tombol MODE, control motor 3-wire dengan referensi external melalui AI1 siap dijalankan. Ikuti langkah selanjutnya seperti pada table berikut ini

Perhatikan blok diagram pada gambar 1.5.1 bahwa LI1 terhubung ke salar toggle sedangkan LI2 dan LI3 terhubung pada tombol yang berfungsi ketika ditekan tersambung ke + 24 volt (ON) dan jika tombol dilepas maka sambungan ke + 24 volt putus (OFF). Karena pada percobaan ini kita menggunakan saklar toggle maka kita harus memperlakukan saklar toggle tersebut seperti perilaku tombol tekan.

BAB IV

MEMBUAT LAPORAN HASIL KERJA

A. Pengetahuan yang diperlukan dalam membuat laporan hasil kerja

Seorang instruktur maupun peserta dalam membuat laporan hasil kerja diuntut menguasai TIK dan format pelaporan sehingga dapat menuangkan hasil gagasannya dan informasi yang tertulis di dalam laporan tersebut dapat dimengerti oleh pembacanya.

B. Keterampilan yang diperlukan dalam membuat laporan hasil kerja

1. Menguasai TIK
2. Menyiapkan dokumentasi dari kegiatan

C. Sikap kerja yang diperlukan dalam membuat laporan hasil kerja

Harus bersikap secara:

1. Cermat dan teliti dalam mengidentifikasi dan mengelompokkan bahan dan media pembelajaran
2. Taat asas dalam mengaplikasikan cara, langkah-langkah, panduan, dan pedoman yang dilakukan dalam membuat dan mengisi checklist kesiapan bahan/perlengkapan dan media/sarana pembelajaran
3. Berpikir analitis serta evaluatif waktu mengisi checklist kesiapan bahan/perlengkapan dan media/sarana pembelajaran

D. Informasi

Kegiatan Kalibrasi Input Output Kontroller merupakan suatu pekerjaan yang sangat penting karena sangat mendukung kegiatan operasional di industri. Di dalam kegiatan kalibrasi input output kontroller ini diperkenalkan proses Menyiapkan peralatan standar, Menyiapkan input/output controller yang akan kalibrasi, melakukan kalibrasi, melakukan evaluasi dan pelaporan hasil kerja.

Di dalam kegiatan tersebut, peserta diperkenalkan kepada alat-alat standar industri berikut dengan cara membaca datasheet serta pemilihan komponen yang tepat. Selain itu, peserta melakukan kegiatan praktik kerja untuk mendapatkan keahlian kalibrasi Input output kontroller baik itu input digital maupun analog pada berbagai aplikasi controller standart seperti PLC, Mikrokontroller, Mikroprosesor maupun DCS. Latihan praktik tersebut dilakukan dengan baik, benar dan rapi serta sesuai dengan job sheet dan pengarahan yang telah diberikan oleh instruktur.

Hal ini bermanfaat untuk menambah wawasan peserta dan mengetahui berbagai macam alat yang akan digunakan dalam Input Output Kontroller tersebut sesuai dengan fungsinya. Setelah mendapatkan bimbingan dan pelatihan oleh para Widyaiswara di dalam bengkel mekanik ini diharapkan peserta dapat menerapkan ilmu yang didapatkan dengan beradaptasi secara cepat dan dapat membiasakan diri dalam suasana lingkungan dunia kerja dengan keterampilan dan keahlian yang mereka miliki.

Tujuan penulisan laporan hasil kerja ini yaitu untuk menjelaskan kepada pihak terkait/ atasan/pembaca tentang kegiatan-kegiatan yang telah dilakukan ketika mengkalibrasi Input Output Kontroller tersebut.

1. Metode Penulisan

Dalam penulisan laporan, penulis menggunakan sistematika atau metode penulisan sebagai berikut:

1.1. Studi Lapangan

Dengan metode ini penulis secara langsung dapat mengumpulkan data dengan mengamati dan praktek langsung di Bengkel/ Workshop/ Laboratorium sehingga dapat menyelesaikan laporan tersebut.

1.2. Interview (Wawancara)

Dengan metode ini penulis secara langsung dapat bertanya perihal yang berhubungan dengan pekerjaan tersebut kepada widyaiswara/instruktur/kepala bengkel/teknisi.

1.3. Studi Pustaka

Dalam penyusunan laporan ini, penulis tidak cukup hanya melalui tanya jawab maupun praktek lapangan saja, tetapi penulis menyusun laporan ini dengan bantuan buku-buku dan data-data melalui pencarian literatur.

2. Sistematika Penulisan

Bab I Pendahuluan

Bab ini berisi latar belakang penyusunan laporan, masalah dan pembahasan, tujuan penulisan, metode yang digunakan dalam penyusunan laporan dan sistematika penulisan.

Bab II Tinjauan Umum

Bab ini berisi profil pekerjaan yang telah dilakukan, meliputi latar belakang melakukan pekerjaan tersebut, fungsi dari pekerjaan itu dan manfaat yang diperoleh dengan menyelesaikan pekerjaan tersebut.

Bab III Landasan Teori

Bab ini berisi tentang pengertian dan macam-macam teori yang berkaitan dan mendukung dalam menyelesaikan pekerjaan tersebut termasuk didalamnya perancangan dan gambar kerja.

Bab IV Analisis dan Pembahasan

Bab ini berisi uraian tentang proses dalam mengerjakan proyek yang dimaksud sebagai contoh proses menggergaji, mengikir, mengebor, mengetap dan Countersink besi dan lain-lain.

Bab V Penutup

Bab ini berisi kesimpulan praktek bengkel mekanik yang telah dilakukan oleh peserta dan beberapa saran untuk pembaca atau atasan yang terkait.

DAFTAR PUSTAKA

A. Buku Referensi

- a. -----, Materi Pembelajaran, Diklat Instruktur Berbasis Kompetensi: Bidang Metodologi Pelatihan, *Unit Kompetensi Merancang Penyajian Materi Pembelajaran*, Kode Unit: D1, Buku Informasi, Depnakertrans, Ditjen Binalattas, Dit Intala, 2007.
- b. -----, Materi Pelatihan Tenaga Teknis Pengembangan BLIP: Lesson Plan, VEDC/PPPGT 1999, Malang

B. Referensi Lainnya

- a. *The Essentials of Language Teaching*, **PLANNING A LESSON**, www.nclrc.org/essentials A project of the National Capital Language Resource Center ©2003-2007
- b. *American Federation of Teachers, Teacher Resources: Managing Your First Day of School*, www.aft.org

DAFTAR ALAT DAN BAHAN

A. Daftar Peralatan/Mesin

No.	Nama Peralatan/Mesin	Keterangan
1.	Laptop, infocus, laserpointer	Untuk di ruang teori
2.	Laptop	Untuk setiap peserta
3.		
4.		
5.		
6.		
7.		

B. Daftar Bahan

No.	Nama Bahan	Keterangan
1.		
2.		
3.		
4.		
5.		
6.		
7.		
8.		
9.		

DAFTAR PENYUSUN

No.	Nama	Profesi
1.	Dr. Arie Eric Rawung, M.T.	1. Widyaiswara PPPPTK BOE Malang 2. Asesor LSP-P2 PPPPTK BOE Malang

**PUSAT PENGEMBANGAN DAN PEMBERDAYAAN PENDIDIK DAN TENAGA KEPENDIDIKAN
BIDANG OTOMOTIF DAN ELEKTRONIKA**
Jl. Teluk Mandar, Arjosari Tromol Pos 5 Malang 65102
Telp. (0341) 491239, 495849 Fax. (0341) 491342
e-mail : pppptk.boe@kemdikbud.go.id
website : www.vedcmalang.com

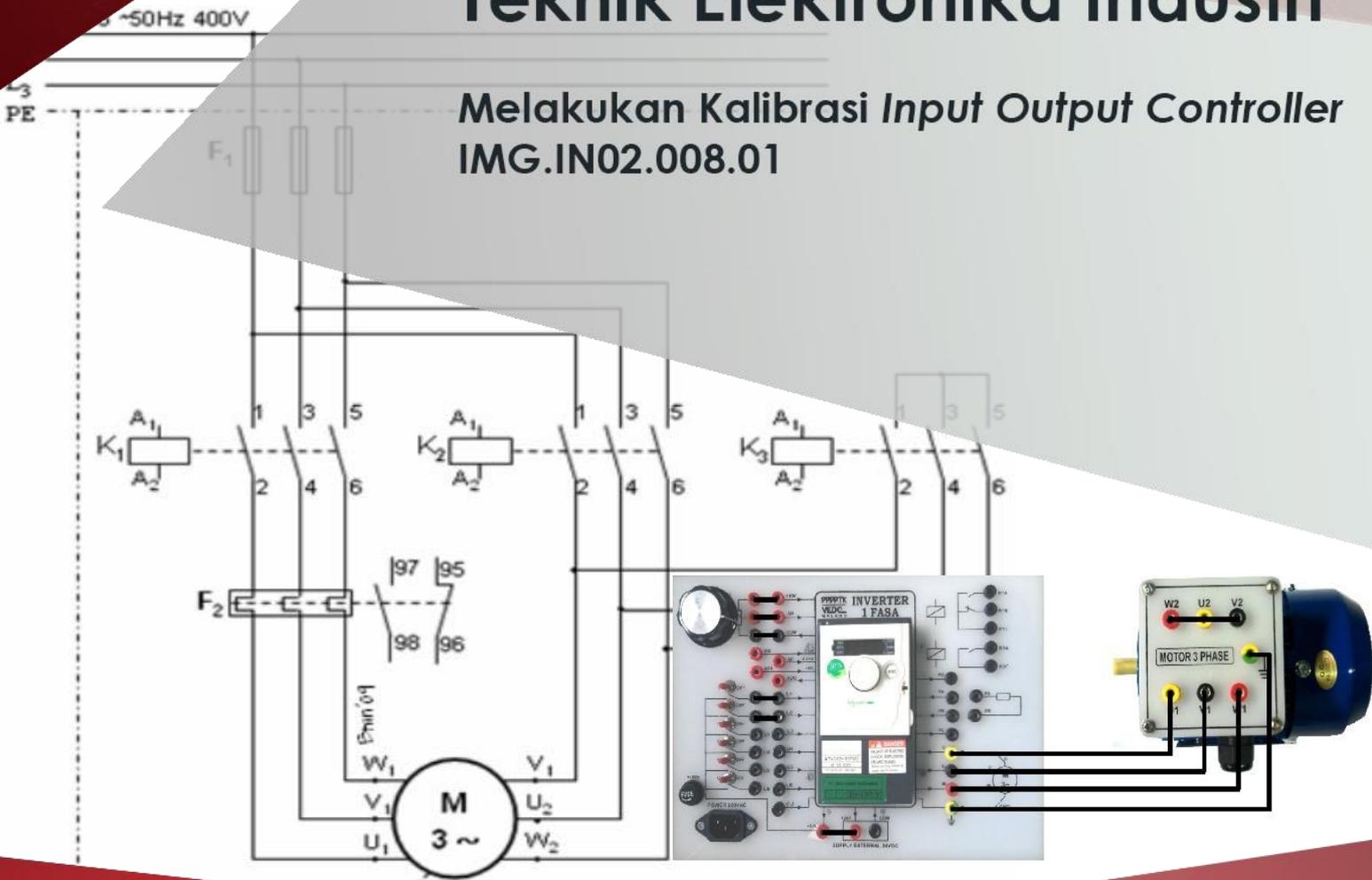


PPPTK BOE
MALANG

BUKU KERJA

Teknik Elektronika Industri

Melakukan Kalibrasi *Input Output Controller*
IMG.IN02.008.01



DAFTAR ISI

PENJELASAN UMUM	3
BAB I PENSAKELARAN RELAY MOTOR DC MELALUI OUTPUT DIGITAL PLC	4
A. Tugas Teori	8
B. Tugas Praktek	11
BAB II PENGATURAN ARAH PUTARAN MOTOR DC MELALUI OUTPUT DIGITAL MIKROKONTROLLER	14
A. Tugas Teori	16
B. Tugas Praktek	19
BAB III PENGATURAN KECEPATAN PUTARAN MOTOR DC MELALUI OUTPUT DIGITAL MIKROKONTROLLER	22
A. Tugas Teori	23
B. Tugas Praktek	27
BAB IV PENGATURAN KECEPATAN PUTARAN MOTOR DC MELALUI OUTPUT ANALOG MIKROKONTROLLER	30
A. Tugas Teori	31
B. Tugas Praktek	35

PENJELASAN UMUM

Pengembangan Keprofesian Berkelanjutan berbasis kompetensi mengharuskan proses pelatihan memenuhi unit kompetensi secara utuh yang terdiri atas pengetahuan, keterampilan, dan sikap kerja. Dalam buku informasi "Mengoperasikan Programmable Logic Controller (PLC)" telah disampaikan informasi apa saja yang diperlukan sebagai pengetahuan yang harus dimiliki untuk melakukan praktik/keterampilan terhadap unit kompetensi tersebut. Setelah memperoleh pengetahuan dilanjutkan dengan latihan-latihan guna mengaplikasikan pengetahuan yang telah dimiliki tersebut. Untuk itu diperlukan buku kerja "Mengoperasikan Programmable Logic Controller (PLC)" ini sebagai media praktik dan sekaligus mengaplikasikan sikap kerja yang telah ditetapkan karena sikap kerja melekat pada keterampilan. Adapun tujuan dibuatnya buku kerja ini adalah:

1. Prinsip pelatihan berbasis kompetensi dapat dilakukan sesuai dengan konsep yang telah digariskan, yaitu pelatihan ditempuh elemen kompetensi per elemen kompetensi, baik secara teori maupun praktik;
2. Prinsip praktik *dapat dilakukan setelah dinyatakan kompeten teorinya* dapat dilakukan secara jelas dan tegas;
3. Pengukuran unjuk kerja dapat dilakukan dengan jelas dan pasti.

Ruang lingkup buku kerja ini meliputi pengerjaan tugas-tugas teori dan praktik per elemen kompetensi dan kriteria unjuk kerja berdasarkan SKKNI Kompetensi Kerja sektor Industri Minyak dan Gas Bumi serta Panas Bumi sub sektor Industri Minyak dan Gas Bumi Hulu-Hilir bidang Instrumentasi sub bidang Perawatan Peralatan Instrumentasi dan sun bidang Kalibrasi.

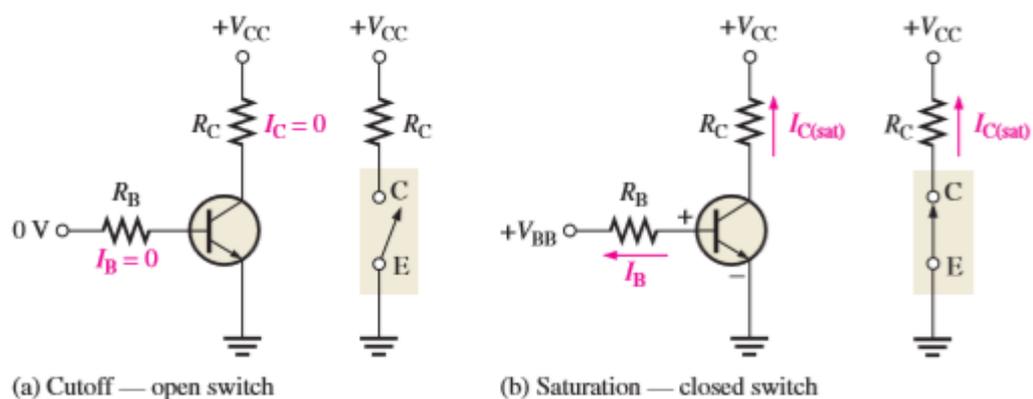
BAB I PENSAKELARAN RELAY MOTOR DC MELALUI OUTPUT DIGITAL PLC

Dasar Transistor

Transistor memiliki tiga kaki yang disebut dengan istilah collector, base, dan emitter. Selain berfungsi sebagai saklar, transistor juga dapat digunakan sebagai penguat arus, sebagai penyearah, untuk rangkaian *mixer*, juga sebagai *oscillator*. Prinsip kerja dari transistor yaitu jika pada kaki *base* mengalir arus I_B dan pada *collector* mengalir arus I_C , maka pada *emitor* mengalir arus I_E . Dengan persamaan yang sesuai dengan Hukum Arus Kirchoff bahwa jumlah arus keseluruhan yang memasuki titik percabangan sama besar dengan jumlah arus yang meninggalkan titik tersebut. Secara sederhana jumlah arus masuk sama dengan jumlah arus keluar. Sehingga dengan demikian diperoleh persamaan sebagai berikut.

$$I_E = I_B + I_C$$

Dimana I_E adalah arus yang keluar dari *emitter*, I_B arus yang masuk pada *base*, dan I_C merupakan arus yang masuk pada *collector*. Terdapat dua jenis transistor ialah jenis NPN dan jenis PNP. Pada transistor jenis NPN tegangan base dan *collector* positif terhadap *emitter*, sedangkan pada transistor PNP tegangan base dan *collector* negatif terhadap tegangan *emitter*.



Pada gambar diatas mengilustrasikan operasi dasar BJT sebagai alat peralihan. Pada bagian (a), transistor berada di daerah *cutoff* karena persimpangan *base-emitor* tidak bias maju. Dalam kondisi ini, ada idealnya, terbuka antara *kolektor* dan *emitor*, seperti yang ditunjukkan oleh ekivalen saklar. Pada bagian (b), transistor berada di daerah jenuh karena persimpangan *base-emitter* dan *junction base collector* bias maju dan

arus basis dibuat cukup besar sehingga arus *kolektor* mencapai nilai jenuhnya. Dalam kondisi ini, ada idealnya, pendek antara kolektor dan emitor, seperti yang ditunjukkan oleh ekivalen saklar. Sebenarnya, jatuh tegangan kecil melintasi transistor hingga beberapa sepersepuluh volt biasanya terjadi, yaitu tegangan jenuh, $V_{CE(sat)}$. Kondisi di *Cutoff* seperti yang disebutkan sebelumnya, transistor berada di daerah *cutoff* saat persimpangan *base-emitor* tidak bias maju. Mengabaikan arus bocor, semua arusnya nol, dan V_{CE} sama dengan V_{CC} .

$$V_{CE(cutoff)} = V_{CC}$$

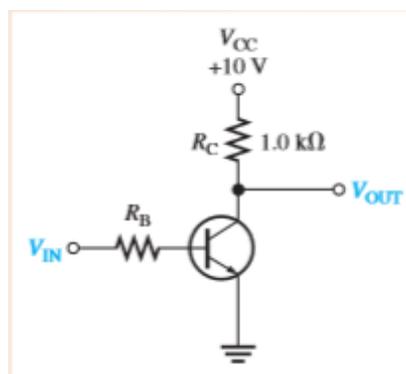
Kondisi dalam Saturasi Seperti yang telah Anda pelajari, ketika sambungan *base-emitor* bias maju dan ada cukup arus basis untuk menghasilkan arus kolektor maksimal, transistor jenuh. Rumus untuk arus jenuh kolektor adalah

$$I_{C(sat)} = \frac{V_{CC} - V_{CE(sat)}}{R_C}$$

Karena V_{CE} (duduk) sangat kecil dibandingkan dengan V_{CC} , biasanya bisa diabaikan. Nilai minimum arus basis yang dibutuhkan untuk menghasilkan saturasi adalah

$$I_{B(min)} = \frac{I_{C(sat)}}{\beta_{DC}}$$

Biasanya, I_B harus secara signifikan lebih besar dari I_B (menit) untuk memastikan bahwa transistor jenuh.



Solusi:

Bila V_{IN} 0 V, transistor berada dalam *cutoff* (berfungsi seperti saklar terbuka) dan

$$V_{CE} = V_{CC} = 10 \text{ V}$$

Karena VCE terbengkalai (diasumsikan 0 V),

$$I_{C(\text{sat})} = \frac{V_{CC}}{R_C} = \frac{10 \text{ V}}{1.0 \text{ k}\Omega} = 10 \text{ mA}$$

$$I_{B(\text{min})} = \frac{I_{C(\text{sat})}}{\beta_{DC}} = \frac{10 \text{ mA}}{200} = 50 \mu\text{A}$$

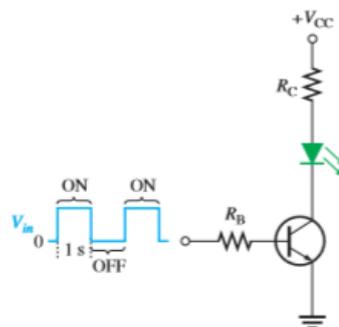
Ini adalah nilai IB yang diperlukan untuk menggerakkan transistor ke titik saturasi. Setiap kenaikan lebih lanjut pada IB akan memastikan transistor tetap dalam kejenuhan namun tidak ada peningkatan IC lebih lanjut.

Bila transistor menyala, voltase di RB adalah

$$V_{R_B} = V_{IN} - V_{BE} \cong 5 \text{ V} - 0.7 \text{ V} = 4.3 \text{ V}$$

Hitung nilai maksimum RB yang dibutuhkan untuk memungkinkan IB minimum 50 mA menggunakan hukum Ohm sebagai berikut:

$$R_{B(\text{max})} = \frac{V_{R_B}}{I_{B(\text{min})}} = \frac{4.3 \text{ V}}{50 \mu\text{A}} = 86 \text{ k}\Omega$$



LED pada gambar diatas membutuhkan 30 mA untuk memancarkan tingkat cahaya yang cukup. Oleh karena itu arus kolektor harus sekitar 30 mA. Untuk nilai rangkaian berikut, tentukan amplitudo tegangan masukan gelombang persegi yang diperlukan untuk memastikan bahwa transistor jenuh. Gunakan dua kali nilai minimum arus basis sebagai margin keselamatan untuk memastikan kejenuhan. VCC 9 V, VCE 0,3 V, RC 220 Ohm, RB 3,3 KOhm, bDC 50, dan VLED 1,6 V.

Solusi:

$$I_{C(\text{sat})} = \frac{V_{CC} - V_{LED} - V_{CE(\text{sat})}}{R_C} = \frac{9 \text{ V} - 1.6 \text{ V} - 0.3 \text{ V}}{220 \Omega} = 32.3 \text{ mA}$$

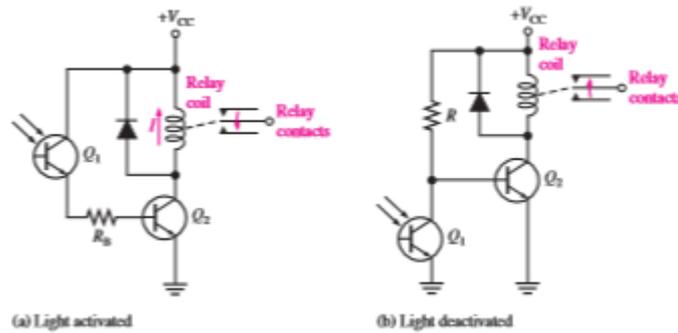
$$I_{B(\text{min})} = \frac{I_{C(\text{sat})}}{\beta_{DC}} = \frac{32.3 \text{ mA}}{50} = 646 \mu\text{A}$$

Untuk memastikan kejenuhan, gunakan dua kali nilai IB (min), yaitu 1,29 mA. Gunakan hukum Ohm untuk memecahkan Vin.

$$I_B = \frac{V_{R_B}}{R_B} = \frac{V_{in} - V_{BE}}{R_B} = \frac{V_{in} - 0.7 \text{ V}}{3.3 \text{ k}\Omega}$$

$$V_{in} - 0.7 \text{ V} = 2I_{B(\text{min})}R_B = (1.29 \text{ mA})(3.3 \text{ k}\Omega)$$

$$V_{in} = (1.29 \text{ mA})(3.3 \text{ k}\Omega) + 0.7 \text{ V} = 4.96 \text{ V}$$



Optocoupler menggunakan LED optik digabungkan ke fotodiode atau fototransistor dalam satu paket. Dua tipe dasar adalah LED-to-photodiode dan LED-to-phototransistor, seperti yang ditunjukkan pada gambar diatas.

A. Tugas Teori

Perintah : Jawablah soal di bawah ini

Waktu Penyelesaian : 90 menit

Soal :

1. Berikut ini adalah kriteria yang harus diperhatikan dalam menentukan tipe controller, kecuali

- A. Tegangan sumber yang digunakan C. Tipe output keluaran
B. Kompatibilitas tipe input sensor **D. Kecepatan pemrosesan data**

2. Tipe sensor dibawah ini merupakan sensor input diskrit/digital bagi PLC adalah

- A. I2C dan 1-wire C. 1-wire dan 2-wire
B. **2-wire dan 3 wire** D. I2C dan 3-wire

3. Dibawah ini merupakan tipe output sensor diskrit untuk PLC adalah

- A. Output NPN, PNP, Relay, solid state**
B. Output NPN, PNP, Relay, I2C
C. Output NPN, PNP, 2-wire, 3-wire
D. Output SSR, Relay,

4. Sensor analog Pt100 adalah

- A. Sensor suhu dimana bernilai 100 ohm ketika suhu ruang
B. Sensor suhu dimana bernilai 100K ohm ketika suhu ruang
C. Sensor suhu dimana bernilai 100 ohm ketika suhu 0°
D. Sensor suhu dimana bernilai 100K ohm ketika suhu 0°

5. Berikut ini yang perlu diperhatikan dalam pemilihan actuator motor induksi 3 phase adalah

- A. Kecepatan motor, jumlah kutub, resistansi lilitan, mounting
B. Kecepatan motor, jumlah kutub, framesize, mounting
C. Kecepatan motor, resistansi lilitan, framesize, mounting
D. resistansi lilitan, jumlah kutub, framesize, mounting

6. Dibawah ini merupakan elemen heater, kecuali
- A. kawat resistansi paduan khusus yang terletak di tengah tabung (kawat resistansi dapat berupa CrNI atau DSD)
 - B. Magnesium oksida untuk isolator elektrik
 - C. Selubung tabung baja, material tergantung aplikasi
 - D. Kawal lilitan enamel.**

Lembar Evaluasi Tugas

Semua kesalahan harus diperbaiki terlebih dahulu sebelum ditandatangani.

No.	Benar	Salah
1.		
2.		
3.		
4.		
5.		

Apakah semua pertanyaan Tugas Teori dijawab dengan benar dengan waktu yang telah ditentukan?

YA

TIDAK

	NAMA	TANDA TANGAN
PESERTA
PENILAI

Catatan Penilai:

B. Tugas Praktek

1. Elemen Kompetensi :
 - a. Menyiapkan Alat Standar
 - b. Menyiapkan Input/output Controller yang akan Kalibrasi
 - c. Melakukan Langkah Kalibrasi
 - d. Melakukan Evaluasi Hasil Kalibrasi
2. Waktu Penyelesaian : 180 menit
3. Capaian Unjuk Kerja :

Setelah menyelesaikan tugas peserta mampu:

 - a. Alat Standar Disiapkan
 - b. Input/output Controller yang akan Kalibrasi Disiapkan
 - c. Langkah Kalibrasi Dilakukan
 - d. Evaluasi Hasil Kalibrasi Dilakukan

Daftar Alat/Mesin dan Bahan:

NO	NAMA BARANG	SPEKIFIKASI	KETERANGAN
A.	ALAT		
1.	PLC Zelio	1 set	
2.	Komputer	1 set	
3.	Kabel Downloader	1 set	
4.	Modul Sakelar	1 set	
5.	Modul LED	1 set	
6.	Modul Motor DC	1 set	
7.	Modul Dioda	1 set	
8.	Modul Transistor	1 set	
9.	Modul RLC	1 set	
10.	Modul Power Supply	1 set	
11.	Kabel Penghubung	1 set	

B.	BAHAN		
1.	-		
2.	-		

4. Indikator Unjuk Kerja (IUK):

- a. Menyiapkan Alat Standar
- b. Menyiapkan Input/output Controller yang akan Kalibrasi
- c. Melakukan Langkah Kalibrasi
- d. Melakukan Evaluasi Hasil Kalibrasi

5. Keselamatan dan Kesehatan Kerja

Keselamatan dan kesehatan kerja yang perlu dilakukan pada waktu melakukan praktik kerja ini adalah:

- a. Bertindak berdasarkan sikap kerja yang sudah ditetapkan sehingga diperoleh hasil seperti yang diharapkan, jangan sampai terjadi kesalahan karena ketidak-telitian dan tidak taat asas.
- b. Waktu menggunakan komputer, printer, dan alat lainnya mengikuti petunjuknya masing-masing yang sudah ditetapkan.

6. Standar Kinerja

- a. Dikerjakan selesai tepat waktu, waktu yang digunakan tidak lebih dari yang ditetapkan.
- b. Toleransi kesalahan 5% dari hasil yang harus dicapai, tetapi bukan pada kesalahan kegiatan kritis.

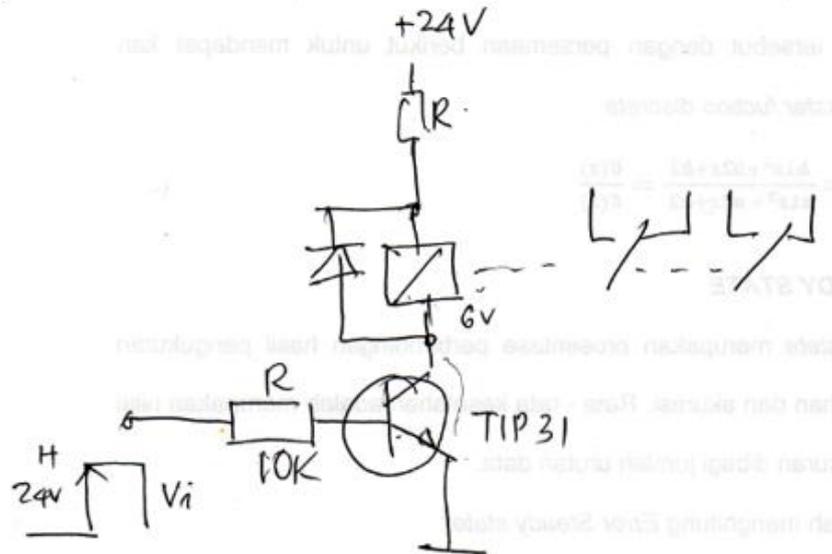
7. Tugas dan Instruksi Kerja

Ikuti langkah-langkah dan instruksi kerja tugas sebagai berikut:

- a. Menyiapkan Alat Standar
 - 1) Apa alat standar yang akan dikalibrasi!
 - 2) Apa metode kalibrasi!
 - 3) Apa permasalahan saat kalibrasi!

b. Menyiapkan input/output controller yang akan dikalibrasi.

- 1) Siapkan input/output controller yang akan dikalibrasi!
- 2) Periksa kalibrasi input/output controller!



- 3) Catat identitas input/output controller!
- 4) Laporkan permasalahan yang timbul!

c. Melakukan kalibrasi

- 1) Hubungkan input/output controller dengan alat standar!
- 2) Ikuti langkah kalibrasi sesuai prosedur!
- 3) Catat hasil kalibrasi input/output controller!

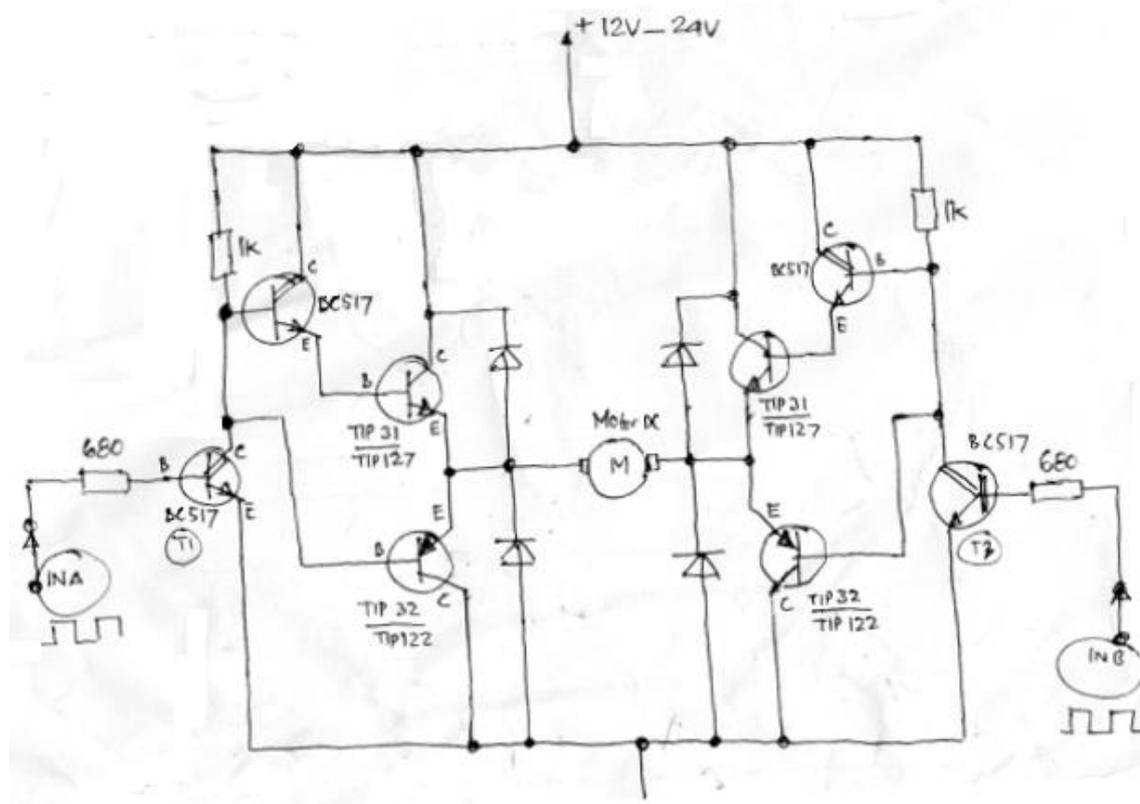
d. Melakukan evaluasi hasil kalibrasi

- 1) Analisa untuk mengetahui penyimpangan!
- 2) Evaluasi perbandingan hasil pembacaan dengan alat standar!
- 3) Laporkan hasil kalibrasi input/output controller!

BAB II PENGATURAN ARAH PUTARAN MOTOR DC MELALUI OUTPUT DIGITAL MIKROKONTROLLER

Rangkaian H-bridge sederhana merupakan suatu rangkaian elektronika yang menggunakan transistor, yang mana biasa digunakan untuk driver kendali arah putaran motor. Disebut dengan nama H-bridge karena konfigurasi transistor penyusunnya seperti membentuk huruf H. Transistor tersebut digunakan sebagai switching sehingga nantinya memungkinkan motor untuk dapat berputar searah dengan jarum jam, clockwise, atau berlawanan dengan arah jarum jam, counterclockwise. Karena dalam penerapan rangkaian sederhana H-bridge menggunakan transistor, maka terlebih dahulu akan dijabarkan sedikit penjelasan tentang komponen tersebut.

Prinsip Kerja Rangkaian H-Bridge



Berdasarkan gambar schematic sederhana tersebut dapat dijabarkan mengenai prinsip kerja dari suatu rangkaian H-bridge. Dimana terdapat dua buah input, yakni A dan B, dengan kondisi input tersebut dapat bernilai high atau low, maka terdapat empat kondisi yang dimungkinkan dalam rangkaian tersebut. Kondisi tersebut ialah sebagai berikut.

Kondisi A dan B Bernilai Low

Karena input A dan B bernilai sama low, maka kedua transistor Q1 dan Q2 tidak akan mendapat trigger pada base sehingga transistor bersifat cut-off atau transistor bersifat seperti saklar yang terbuka. Dari rangkaian diatas terlihat pula bahwa kedua transistor Q3 dan juga Q4 bergantung pada transistor Q1 dan Q2 dimana base dari kedua transistor Q3 dan Q4 terhubung pada collector transistor Q1 dan Q2. Jadi, apabila tidak ada arus yg mengalir pada collector transistor Q1 dan Q2 maka base dari transistor Q3 dan Q4 juga tidak akan terpicu akibatnya motor tidak akan berputar atau berhenti.

Kondisi A High dan B Low

Pada saat input A bernilai high sedangkan input B bernilai low, maka Q1 akan mengalami saturasi sedangkan Q2 cut-off. Karena Q1 bersifat saturasi atau seperti saklar yang tertutup maka base Q4 akan mendapat trigger sehingga Q4 juga bersifat saturasi. Akibatnya Q4 juga akan menjadi saturasi karena base dari Q4 mendapat trigger dari Q1. Sehingga arus akan mengalir dengan urutan seperti berikut, dari Vs menuju Q4, melewati motor, menuju Q1, hingga ke ground.

Kondisi A Low dan B High

Pada saat input A bernilai low sedangkan input B bernilai high maka Q2 akan mengalami saturasi sedangkan Q1 tetap dalam kondisi cut-off. Karena Q2 bersifat saturasi atau seperti saklar yang tertutup maka base Q3 akan mendapat trigger sehingga Q3 juga bersifat saturasi. Akibatnya arus akan mengalir dengan urutan seperti berikut, dari Vs menuju Q3, melewati motor, menuju Q1, hingga ke ground.

Kondisi A dan B Bernilai High

Jika kedua input A dan B bernilai high secara bersamaan maka akan mengakibatkan semua transistor dalam kondisi saturasi. Secara logika motor tidak akan berputar karena tidak ada beda tegangan. Namun hal ini akan menyebabkan timbulnya panas yang berlebihan pada semua transistor sehingga dapat menyebabkan kerusakan. Oleh karena itu hal ini harus dihindari.

Untuk penerapan rangkaian H-bridge ini banyak digunakan pada pengaturan motor DC untuk menggerakkan motor secara putar ke kanan dan putar ke kiri dengan menggunakan transistor sebagai saklar.

A. Tugas Teori

Perintah : Jawablah soal di bawah ini

Waktu Penyelesaian : 90 menit

Soal :

1. Dalam menentukan kapasitas daya terpasang pada pemilihan heater pemanas suatu media adalah

A. Surface load

- B. Isolator elektrik
- C. Bahan kawat resistansi
- D. Selubung tabung baja

2. Dibawah ini yang bukan termasuk pengecekan visual input/output controller adalah

- A. Kondisi fisik sensor / aktuator
- B. Kondisi terminal sensor / aktuator
- C. Kondisi sambungan sensor / aktuator

D. Mengukur nilai tegangan output

3. Relay merupakan Komponen elektromechanical yang terdiri dari sebuah Lilitan, seperangkat kontak yang membentuk saklar dan juga Kaki-kaki terminal penghubung. Kontak yang selalu berada pada posisi tertutup saat Relay tidak diaktifkan disebut.....

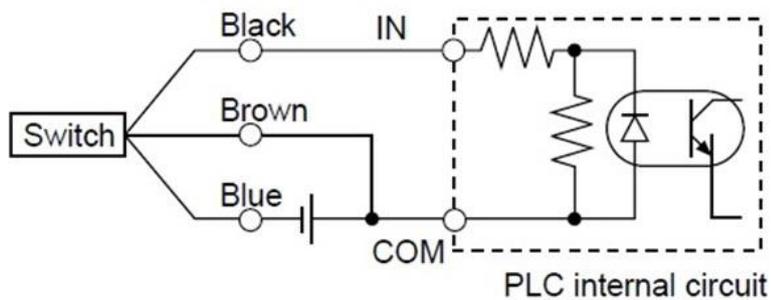
- A. Normally Open
- B. **Normally Close**
- C. Coil
- D. Switch

4. Model output sourcing pada sensor diskrit standar industry berarti kabel output sensor terhubung

A. Common positif

- B. Common negative
- C. Common load
- D. Common anode

5. Model output sinking pada sensor diskrit standar industry berarti kabel output sensor terhubung
- A. Common positif
 - B. Common negative**
 - C. Common load
 - D. Common anode
6. Perhatikan gambar instalasi sensor 3-wire ke PLC dibawah ini!



Jika melihat instalasi yang terpasang maka dapat dipastikan sensor yang terpasang pada PLC tersebut adalah

- A. 3-wire NPN common positif**
- B. 3-wire NPN common negatif
- C. 3-wire PNP common positif
- D. 3-wire PNP common negatif

Lembar Evaluasi Tugas

Semua kesalahan harus diperbaiki terlebih dahulu sebelum ditandatangani.

No.	Benar	Salah
1.		
2.		
3.		
4.		
5.		

Apakah semua pertanyaan Tugas Teori dijawab dengan benar dengan waktu yang telah ditentukan?

YA

TIDAK

	NAMA	TANDA TANGAN
PESERTA
PENILAI

Catatan Penilai:

B. Tugas Praktek

1. Elemen Kompetensi :
 - a. Menyiapkan Alat Standar
 - b. Menyiapkan Input/output Controller yang akan Kalibrasi
 - c. Melakukan Langkah Kalibrasi
 - d. Melakukan Evaluasi Hasil Kalibrasi
2. Waktu Penyelesaian : 180 menit
3. Capaian Unjuk Kerja :

Setelah menyelesaikan tugas peserta mampu:

 - a. Alat Standar Disiapkan
 - b. Input/output Controller yang akan Kalibrasi Disiapkan
 - c. Langkah Kalibrasi Dilakukan
 - d. Evaluasi Hasil Kalibrasi Dilakukan

Daftar Alat/Mesin dan Bahan:

NO	NAMA BARANG	SPESIFIKASI	KETERANGAN
A.	ALAT		
1.	Mikrokontroler	1 set	
2.	Komputer	1 set	
3.	Kabel Downloader	1 set	
4.	Modul Sakelar	1 set	
5.	Modul LED	1 set	
6.	Modul Motor DC	1 set	
7.	Modul Dioda	1 set	
8.	Modul Transistor	1 set	
9.	Modul RLC	1 set	
10.	Modul Power Supply	1 set	
11.	Kabel Penghubung	1 set	
B.	BAHAN		
1.	-		
2.	-		

4. Indikator Unjuk Kerja (IUK):

- a. Menyiapkan Alat Standar
- b. Menyiapkan Input/output Controller yang akan Kalibrasi
- c. Melakukan Langkah Kalibrasi
- d. Melakukan Evaluasi Hasil Kalibrasi

5. Keselamatan dan Kesehatan Kerja

Keselamatan dan kesehatan kerja yang perlu dilakukan pada waktu melakukan praktik kerja ini adalah:

- a. Bertindak berdasarkan sikap kerja yang sudah ditetapkan sehingga diperoleh hasil seperti yang diharapkan, jangan sampai terjadi kesalahan karena ketidak-telitian dan tidak taat asas.
- b. Waktu menggunakan komputer, printer, dan alat lainnya mengikuti petunjuknya masing-masing yang sudah ditetapkan.

6. Standar Kinerja

- a. Dikerjakan selesai tepat waktu, waktu yang digunakan tidak lebih dari yang ditetapkan.
- b. Toleransi kesalahan 5% dari hasil yang harus dicapai, tetapi bukan pada kesalahan kegiatan kritis.

7. Tugas dan Instruksi Kerja

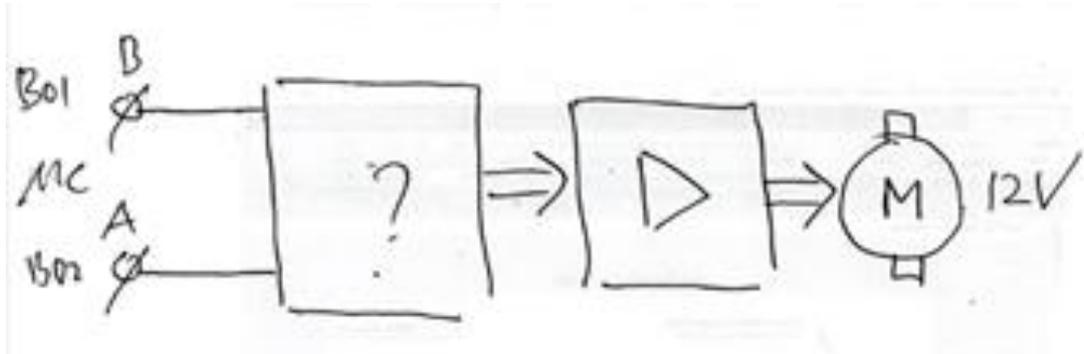
Ikuti langkah-langkah dan instruksi kerja tugas sebagai berikut:

- a. Menyiapkan Alat Standar
 - 1) Apa alat standar yang akan dikalibrasi!
 - 2) Apa metode kalibrasi!
 - 3) Apa permasalahan saat kalibrasi!
- b. Menyiapkan input/output controller yang akan dikalibrasi.
 - 1) Siapkan input/output controller yang akan dikalibrasi!
 - 2) Periksa kalibrasi input/output controller!
 - 3) Catat identitas input/output controller!

BAB III

PENGATURAN KECEPATAN PUTARAN MOTOR DC MELALUI OUTPUT DIGITAL MIKROKONTROLLER

Spesifikasi:



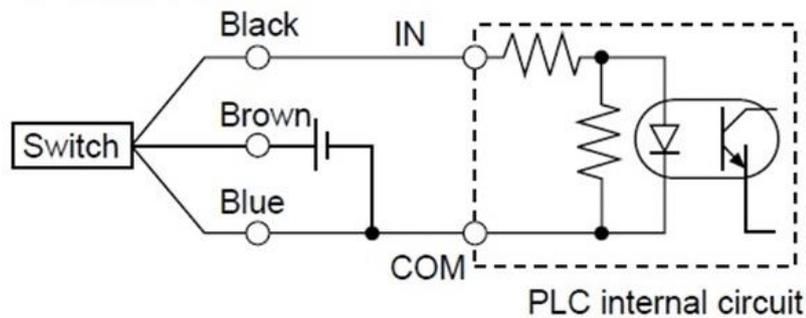
A. Tugas Teori

Perintah : Jawablah soal di bawah ini

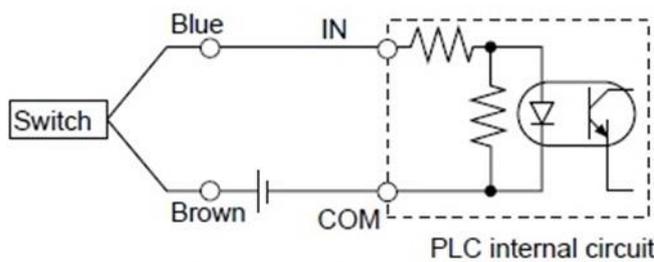
Waktu Penyelesaian : 90 menit

Soal :

1. Perhatikan gambar instalasi sensor 3-wire ke PLC dibawah ini!



Jika melihat instalasi yang terpasang maka dapat dipastikan sensor yang ter



pasang pada PLC tersebut

adalah

A. 3-wire NPN common positif

B. 3-wire NPN common negatif

C. 3-wire PNP common positif

D. 3-wire PNP common negatif

2. Perhatikan gambar instalasi sensor ke PLC dibawah ini!

Jika melihat instalasi yang terpasang maka dapat dipastikan sensor yang terpasang pada PLC tersebut adalah

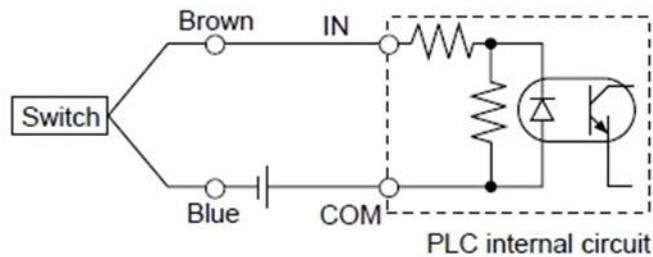
A. 3-wire common positif

B. 3-wire common negatif

C. 2-wire common positif

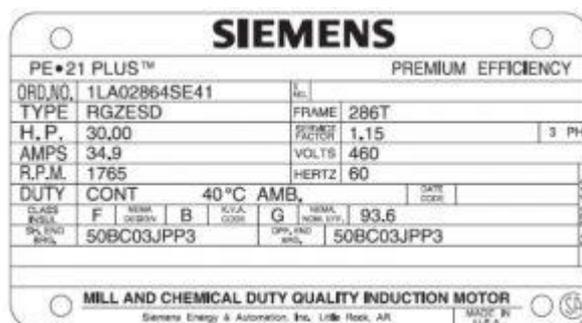
D. 2-wire common negative

3. Perhatikan gambar instalasi sensor ke PLC dibawah ini!



Jika melihat instalasi yang terpasang maka dapat dipastikan sensor yang terpasang pada PLC tersebut adalah

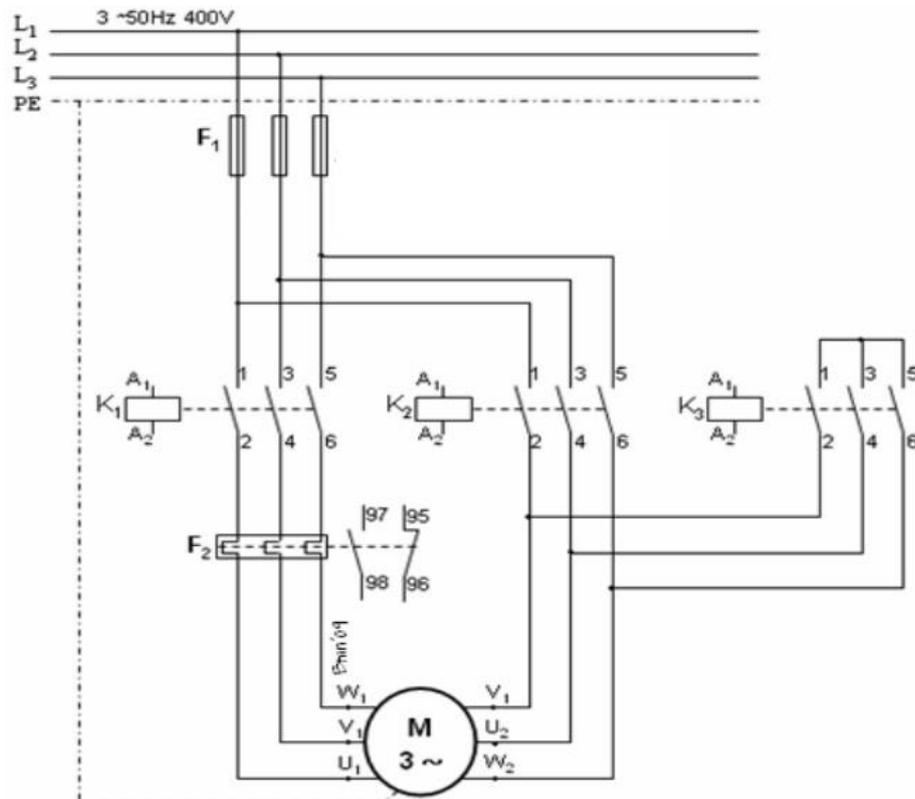
- A. 3-wire common positif
 - B. 3-wire common negatif
 - C. 2-wire common positif**
 - D. 2-wire common negatif
4. Dibawah ini yang bukan merupakan perangkat actuator yang terhubung dengan output controller adalah
- A. Relay
 - B. Pt100**
 - C. Selenoid
 - D. Lamp Indikator
5. Perhatikan nameplate motor yang ada pada gambar dibawah ini :



Apa yang akan terjadi jika motor spesifikasi di atas dihubungkan dengan jala-jala listrik PLN 3 phase yang notabene memiliki tegangan 380 VAC dan frekuensi 50 Hz?

- A. Motor akan bekerja dengan kecepatan kurang dari 1765 rpm**
- B. Motor tidak akan berputar/ bekerja
- C. Motor akan bekerja dengan kecepatan 1765 rpm
- D. Motor akan bekerja dengan kecepatan lebih dari 1765 rpm

6. Perhatikan gambar rangkaian instalasi motor listrik 3 phase dibawah ini :



Pada gambar di atas, fungsi kontaktor K3 adalah

- A. Pembalik arah putaran motor
- B. Pengendali utama motor
- C. Kendali hubungan star motor**
- D. Kendali hubungan delta motor

Lembar Evaluasi Tugas

Semua kesalahan harus diperbaiki terlebih dahulu sebelum ditandatangani.

No.	Benar	Salah
1.		
2.		
3.		
4.		
5.		

Apakah semua pertanyaan Tugas Teori dijawab dengan benar dengan waktu yang telah ditentukan?

YA

TIDAK

	NAMA	TANDA TANGAN
PESERTA
PENILAI

Catatan Penilai:

B. Tugas Praktek

1. Elemen Kompetensi :
 - a. Menyiapkan Alat Standar
 - b. Menyiapkan Input/output Controller yang akan Kalibrasi
 - c. Melakukan Langkah Kalibrasi
 - d. Melakukan Evaluasi Hasil Kalibrasi
2. Waktu Penyelesaian : 180 menit
3. Capaian Unjuk Kerja :

Setelah menyelesaikan tugas peserta mampu:

 - a. Alat Standar Disiapkan
 - b. Input/output Controller yang akan Kalibrasi Disiapkan
 - c. Langkah Kalibrasi Dilakukan
 - d. Evaluasi Hasil Kalibrasi Dilakukan

Daftar Alat/Mesin dan Bahan:

NO	NAMA BARANG	SPEKIFIKASI	KETERANGAN
A.	ALAT		
1.	PLC Zelio	1 set	
2.	Mikrokontroler	1 set	
3.	Komputer	1 set	
4.	Kabel Downloader	1 set	
5.	Modul Sakelar	1 set	
6.	Modul LED	1 set	
7.	Modul Motor DC	1 set	
8.	Modul H-Bridge	1 set	
9.	Modul Dioda	1 set	
10.	Modul Transistor	1 set	
11.	Modul RLC	1 set	
12.	Modul Power Supply	1 set	
13.	Kabel Penghubung	1 set	
B.	BAHAN		
1.	-		
2.	-		

4. Indikator Unjuk Kerja (IUK):

- a. Menyiapkan Alat Standar
- b. Menyiapkan Input/output Controller yang akan Kalibrasi
- c. Melakukan Langkah Kalibrasi
- d. Melakukan Evaluasi Hasil Kalibrasi

5. Keselamatan dan Kesehatan Kerja

Keselamatan dan kesehatan kerja yang perlu dilakukan pada waktu melakukan praktik kerja ini adalah:

- a. Bertindak berdasarkan sikap kerja yang sudah ditetapkan sehingga diperoleh hasil seperti yang diharapkan, jangan sampai terjadi kesalahan karena ketidak-telitian dan tidak taat asas.
- b. Waktu menggunakan komputer, printer, dan alat lainnya mengikuti petunjuknya masing-masing yang sudah ditetapkan.

6. Standar Kinerja

- a. Dikerjakan selesai tepat waktu, waktu yang digunakan tidak lebih dari yang ditetapkan.
- b. Toleransi kesalahan 5% dari hasil yang harus dicapai, tetapi bukan pada kesalahan kegiatan kritis.

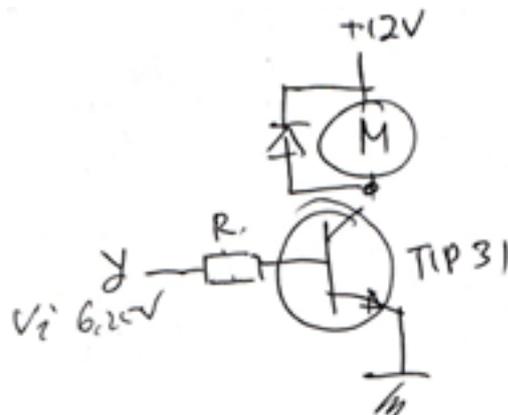
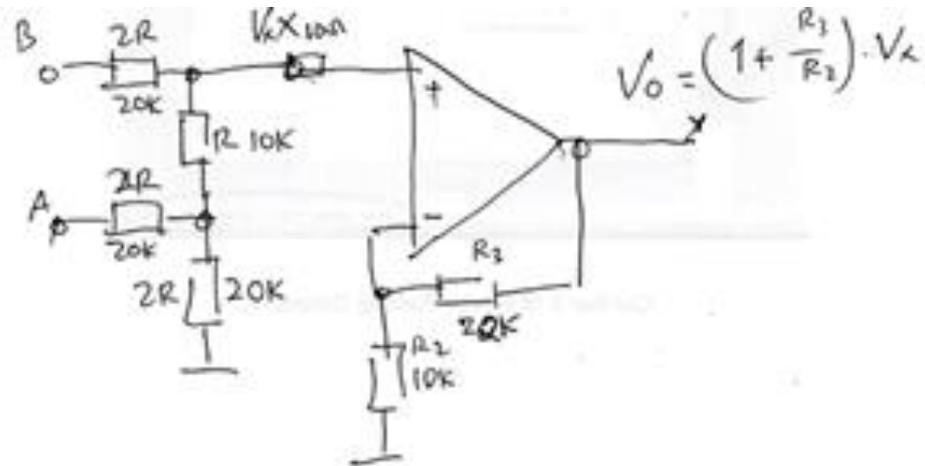
7. Tugas dan Instruksi Kerja

Ikuti langkah-langkah dan instruksi kerja tugas sebagai berikut:

- a. Menyiapkan Alat Standar
 - 1) Apa alat standar yang akan dikalibrasi!
 - 2) Apa metode kalibrasi!
 - 3) Apa permasalahan saat kalibrasi!
- b. Menyiapkan input/output controller yang akan dikalibrasi.
 - 1) Siapkan input/output controller yang akan dikalibrasi!
 - 2) Periksa kalibrasi input/output controller!
 - 3) Catat identitas input/output controller!
 - 4) Laporkan permasalahan yang timbul!

c. Melakukan kalibrasi

- 1) Hubungkan input/output controller dengan alat standar!
- 2) Ikuti langkah kalibrasi sesuai prosedur!
- 3) Catat hasil kalibrasi input/output controller!

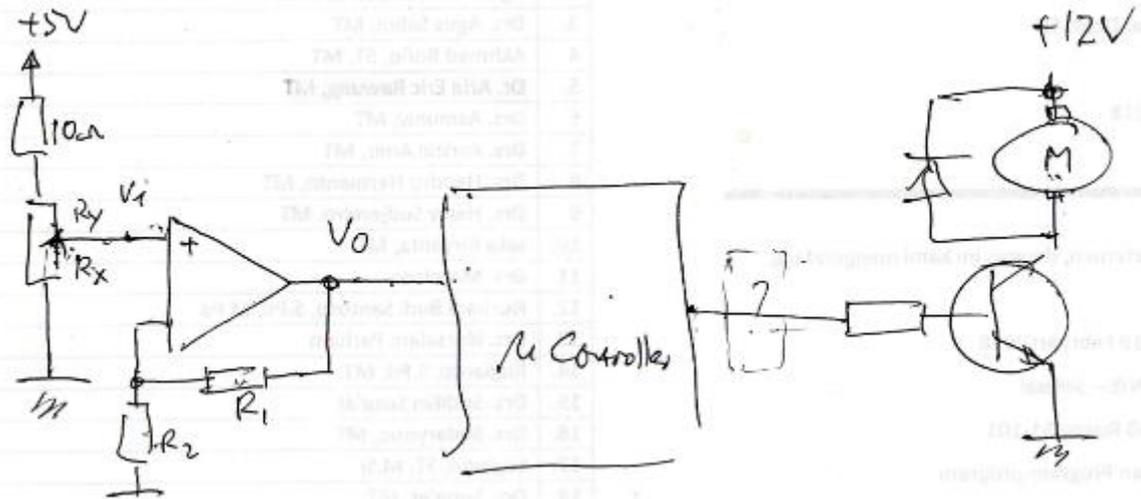


d. Melakukan evaluasi hasil kalibrasi

- 1) Analisa untuk mengetahui penyimpangan!
- 2) Evaluasi perbandingan hasil pembacaan dengan alat standar!
- 3) Laporkan hasil kalibrasi input/output controller!

BAB IV PENGATURAN KECEPATAN PUTARAN MOTOR DC MELALUI OUTPUT ANALOG MIKROKONTROLLER

Spesifikasi:



$$R = \frac{V_i - V_{BE}}{I_B} ; \text{ dimana } I_B = \frac{I_C}{\beta}$$

$$\Rightarrow I_C = I_{RL}$$

$$= \frac{24 - 0,7}{2 \text{ mA}}$$

$$= 11,5 \text{ K} \rightarrow 12 \text{ K}$$

$$I_B = \frac{I_{RL}}{\beta} = \frac{100 \text{ mA}}{5}$$

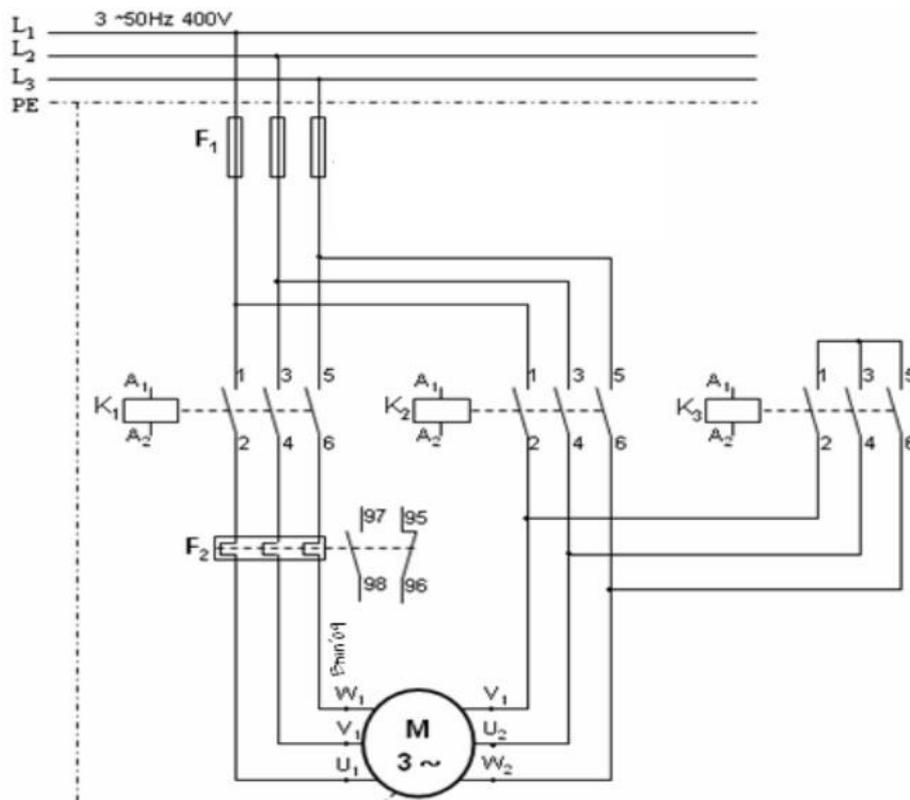
A. Tugas Teori

Perintah : Jawablah soal di bawah ini

Waktu Penyelesaian : 90 menit

Soal :

1. Perhatikan gambar rangkaian instalasi motor listrik 3 fasa dibawah ini :



Pada gambar di atas, fungsi kontaktor K2 adalah

- A. Pembalik arah putaran motor
- B. Pengendali utama motor
- C. Kendali hubungan star motor

D. Kendali hubungan delta motor

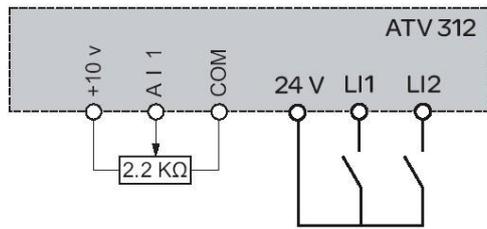
2. Fungsi dari inverter atau VSD (variable speed devices) adalah sebagai berikut, kecuali

- A. Mengatur frekuensi motor AC 3 phase
- B. Mengatur arah putar balik motor AC 3 phase
- C. Mengubah sumber tegangan 1 fasa ke 3 fasa

D. Mengatur kutub motor AC 3 phase

3. Tegangan maksimum referensi luar analog inverter atau VSD adalah
- A. 10 VDC**
 - B. 24 VDC
 - C. 220VAC
 - D. 10 VAC
4. Berikut ini yang bukan termasuk model input referensi suatu inverter atau VSD adalah
- A. Input analog eksternal
 - B. Incremental encoder
 - C. Komunikasi serial/Ethernet computer
 - D. Servo input**
5. Dibawah ini yang bukan Metode penulisan sumber pelaporan laporan hasil kerja adalah
- A. Studi Pustaka
 - B. Wawancara
 - C. Praktik/Studi lapangan
 - D. Deduktif**
6. Yang bukan termasuk sistematika penulisan laporan hasil kerja adalah
- A. Pendahuluan, Tinjauan Umum, Landasan Teori, Analisis Pembahasan, Penutup**
 - B. Daftar isi, Tinjauan Umum, Landasan Teori, Analisis Pembahasan, Penutup
 - C. Daftar IsiPendahuluan, Tinjauan Umum, Landasan Teori, Penutup
 - D. Daftar Isi, Pendahuluan, Landasan Teori, Analisis Pembahasan, Penutup

7. Perhatikan gambar rangkaian input eksternal dari inverter atau VSD dibawah ini :



Fungsi dari terminal L1 dan L2 terhubung saklar dari luar adalah

- A. Pengatur kecepatan putaran motor
- B. Pengatur arah putaran motor**
- C. Saklar utama
- D. Pengaman atau emergency button

Lembar Evaluasi Tugas

Semua kesalahan harus diperbaiki terlebih dahulu sebelum ditandatangani.

No.	Benar	Salah
1.		
2.		
3.		
4.		
5.		

Apakah semua pertanyaan Tugas Teori dijawab dengan benar dengan waktu yang telah ditentukan?

YA

TIDAK

	NAMA	TANDA TANGAN
PESERTA
PENILAI

Catatan Penilai:

B. Tugas Praktek

1. Elemen Kompetensi :
 - a. Menyiapkan Alat Standar
 - b. Menyiapkan Input/output Controller yang akan Kalibrasi
 - c. Melakukan Langkah Kalibrasi
 - d. Melakukan Evaluasi Hasil Kalibrasi
2. Waktu Penyelesaian : 180 menit
3. Capaian Unjuk Kerja :

Setelah menyelesaikan tugas peserta mampu:

 - a. Alat Standar Disiapkan
 - b. Input/output Controller yang akan Kalibrasi Disiapkan
 - c. Langkah Kalibrasi Dilakukan
 - d. Evaluasi Hasil Kalibrasi Dilakukan

Daftar Alat/Mesin dan Bahan:

NO	NAMA BARANG	SPEKIFIKASI	KETERANGAN
A.	ALAT		
1.	Mikrokontroler	1 set	
2.	Komputer	1 set	
3.	Kabel Downloader	1 set	
4.	Modul Sakelar	1 set	
5.	Modul LED	1 set	
6.	Modul Motor DC	1 set	
7.	Modul Dioda	1 set	
8.	Modul Transistor	1 set	
9.	Modul RLC	1 set	
10.	Modul Power Supply	1 set	
11.	Kabel Penghubung	1 set	
B.	BAHAN		
1.	-		
2.	-		

4. Indikator Unjuk Kerja (IUK):

- a. Menyiapkan Alat Standar
- b. Menyiapkan Input/output Controller yang akan Kalibrasi
- c. Melakukan Langkah Kalibrasi
- d. Melakukan Evaluasi Hasil Kalibrasi

5. Keselamatan dan Kesehatan Kerja

Keselamatan dan kesehatan kerja yang perlu dilakukan pada waktu melakukan praktik kerja ini adalah:

- a. Bertindak berdasarkan sikap kerja yang sudah ditetapkan sehingga diperoleh hasil seperti yang diharapkan, jangan sampai terjadi kesalahan karena ketidak-telitian dan tidak taat asas.
- b. Waktu menggunakan komputer, printer, dan alat lainnya mengikuti petunjuknya masing-masing yang sudah ditetapkan.

6. Standar Kinerja

- a. Dikerjakan selesai tepat waktu, waktu yang digunakan tidak lebih dari yang ditetapkan.
- b. Toleransi kesalahan 5% dari hasil yang harus dicapai, tetapi bukan pada kesalahan kegiatan kritis.

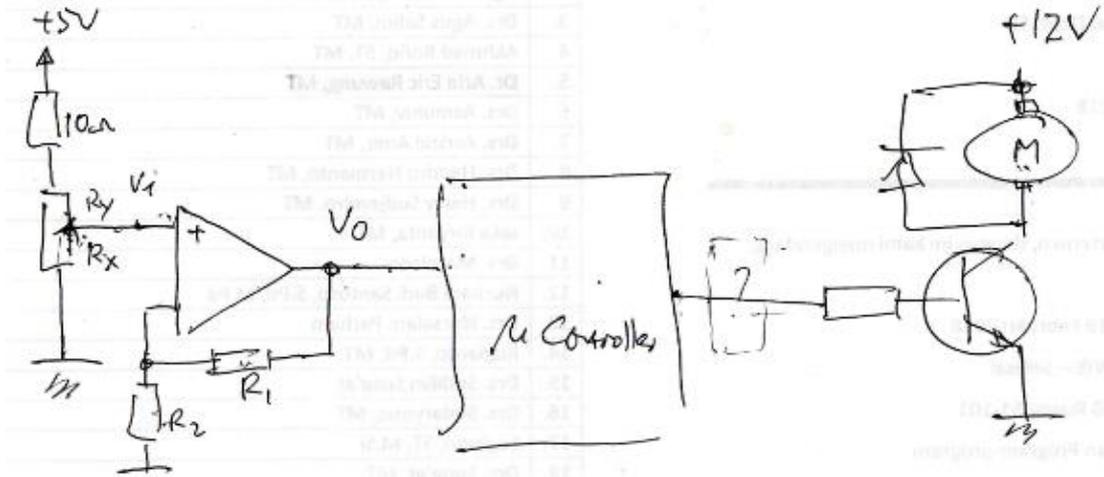
7. Tugas dan Instruksi Kerja

Ikuti langkah-langkah dan instruksi kerja tugas sebagai berikut:

- a. Menyiapkan Alat Standar
 - 1) Apa alat standar yang akan dikalibrasi!
 - 2) Apa metode kalibrasi!
 - 3) Apa permasalahan saat kalibrasi!
- b. Menyiapkan input/output controller yang akan dikalibrasi.
 - 1) Siapkan input/output controller yang akan dikalibrasi!
 - 2) Periksa kalibrasi input/output controller!
 - 3) Catat identitas input/output controller!
 - 4) Laporkan permasalahan yang timbul!

c. Melakukan kalibrasi

- 1) Hubungkan input/output controller dengan alat standar!
- 2) Ikuti langkah kalibrasi sesuai prosedur!
- 3) Catat hasil kalibrasi input/output controller!



d. Melakukan evaluasi hasil kalibrasi

- 1) Analisa untuk mengetahui penyimpangan!
- 2) Evaluasi perbandingan hasil pembacaan dengan alat standar!
- 3) Laporkan hasil kalibrasi input/output controller!

**PUSAT PENGEMBANGAN DAN PEMBERDAYAAN PENDIDIK DAN TENAGA KEPENDIDIKAN
BIDANG OTOMOTIF DAN ELEKTRONIKA**

Jl. Teluk Mandar, Arjosari Tromol Pos 5 Malang 65102

Telp. (0341) 491239, 495849 Fax. (0341) 491342

e-mail : pppptk.boe@kemdikbud.go.id

website : www.vedcmalang.com

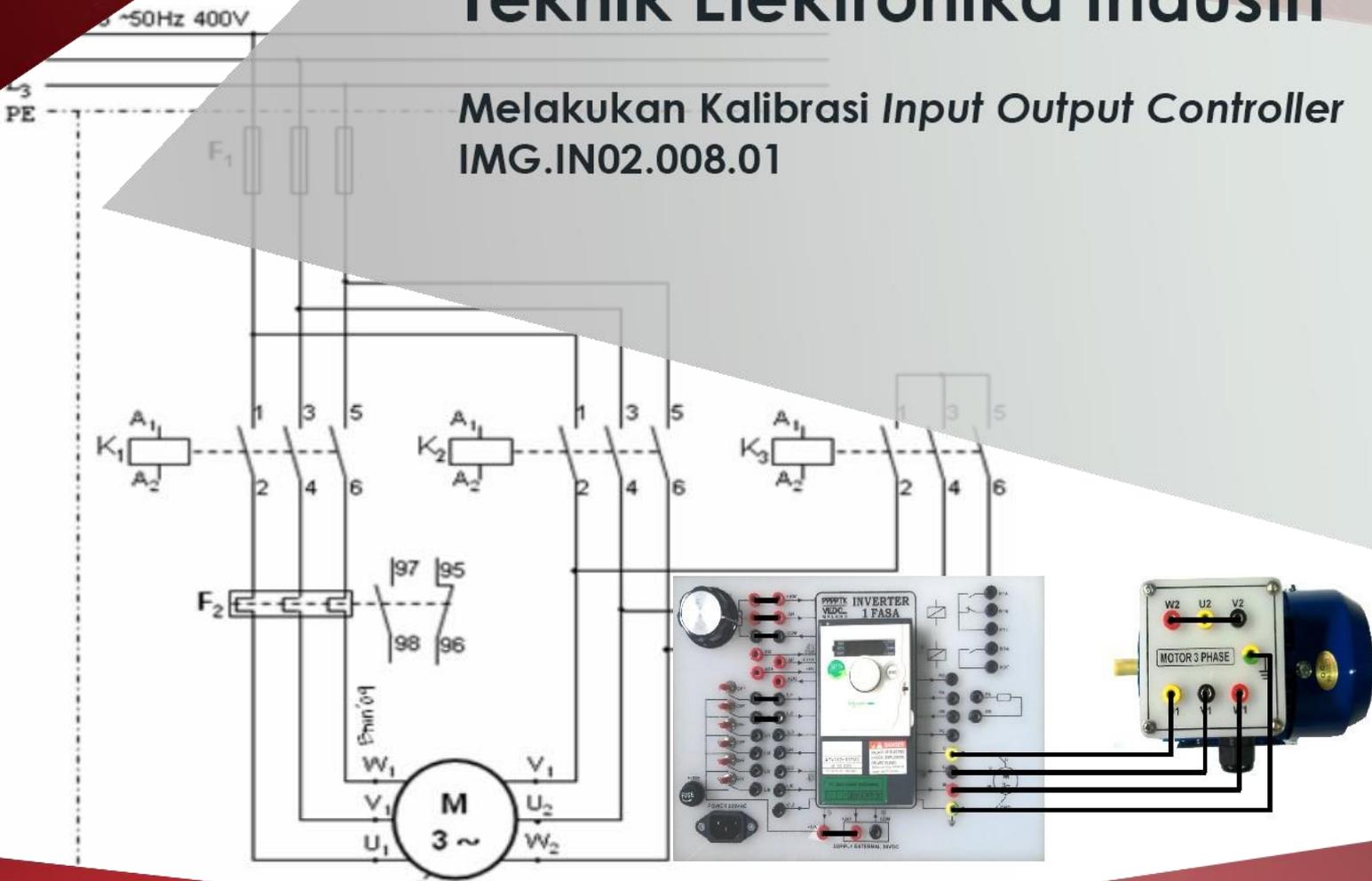


PPPTK BOE
MALANG

BUKU PENILAIAN

Teknik Elektronika Industri

Melakukan Kalibrasi *Input Output Controller*
IMG.IN02.008.01



PENJELASAN UMUM

Buku penilaian untuk unit kompetensi Melakukan Kalibrasi Input/Output Kontroller dibuat sebagai konsekuensi logis dalam pelatihan berbasis kompetensi yang telah menempuh tahapan penerimaan pengetahuan, keterampilan, dan sikap kerja melalui buku informasi dan buku kerja. Setelah latihan-latihan (*exercise*) dilakukan berdasarkan buku kerja maka untuk mengetahui sejauh mana kompetensi yang dimilikinya perlu dilakukan uji komprehensif secara utuh per unit kompetensi dan materi uji komprehensif itu ada dalam buku penilaian ini.

Adapun tujuan dibuatnya buku penilaian ini, yaitu untuk menguji kompetensi peserta pelatihan setelah selesai menempuh buku informasi dan buku kerja secara komprehensif dan berdasarkan hasil uji inilah peserta akan dinyatakan kompeten atau belum kompeten terhadap unit kompetensi Melakukan Kalibrasi Input/Output Kontroller. Metoda Penilaian yang dilakukan meliputi penilaian dengan opsi sebagai berikut:

1. Metoda Penilaian Pengetahuan

a. Tes Tertulis

Untuk menilai pengetahuan yang telah disampaikan selama proses pelatihan terlebih dahulu dilakukan tes tertulis melalui pemberian materi tes dalam bentuk tertulis yang dijawab secara tertulis juga. Untuk menilai pengetahuan dalam proses pelatihan materi tes disampaikan lebih dominan dalam bentuk obyektif tes, dalam hal ini jawaban singkat, menjodohkan, benar-salah, dan pilihan ganda. Tes essay bisa diberikan selama tes essay tersebut tes essay tertutup, tidak essay terbuka, hal ini dimaksudkan untuk mengurangi faktor subyektif penilai.

b. Tes Wawancara

Tes wawancara dilakukan untuk menggali atau memastikan hasil tes tertulis sejauh itu diperlukan. Tes wawancara ini dilakukan secara perseorangan antara penilai dengan peserta uji/peserta pelatihan. Penilai sebaiknya lebih dari satu orang.

2. Metoda Penilaian Keterampilan

a. Tes Simulasi

Tes simulasi ini digunakan untuk menilai keterampilan dengan menggunakan media bukan yang sebenarnya, misalnya menggunakan tempat kerja tiruan (bukan tempat kerja yang sebenarnya), obyek pekerjaan disediakan atau hasil rekayasa sendiri, bukan obyek kerja yang sebenarnya.

b. Aktivitas Praktik

Penilaian dilakukan secara sebenarnya, di tempat kerja sebenarnya dengan menggunakan obyek kerja sebenarnya.

3. Metoda Penilaian Sikap Kerja

a. Observasi

Untuk melakukan penilaian sikap kerja digunakan metoda observasi terstruktur, artinya pengamatan yang dilakukan menggunakan lembar penilaian yang sudah disiapkan sehingga pengamatan yang dilakukan mengikuti petunjuk penilaian yang dituntut oleh lembar penilaian tersebut. Pengamatan dilakukan pada waktu peserta uji/peserta pelatihan melakukan keterampilan kompetensi yang dinilai karena sikap kerja melekat pada keterampilan tersebut.

DAFTAR ISI

PENJELASAN UMUM	2
DAFTAR ISI.....	4
BAB I PENILAIAN TEORI	5
A. Lembar Penilaian Teori	5
B. Ceklis Penilaian Teori.....	13
BAB II PENILAIAN PRAKTIK.....	14
A. Lembar Penilaian Praktik	14
B. Ceklis Aktivitas Praktik	16
BAB III PENILAIAN SIKAP KERJA.....	17
Ceklis Penilaian Sikap Kerja	17
LAMPIRAN-LAMPIRAN.....	18
LAMPIRAN 1 Kunci Jawaban Penilaian Teori.....	18

BAB I

PENILAIAN TEORI

A. Lembar Penilaian Teori

Unit Kompetensi : Melakukan Kalibrasi Input/Output Kontroller

Diklat :

Waktu : 60 menit

PETUNJUK UMUM

1. Jawablah materi tes ini pada lembar jawaban/kertas yang sudah disediakan.
2. Modul terkait dengan unit kompetensi agar disimpan.
3. Bacalah materi tes secara cermat dan teliti.

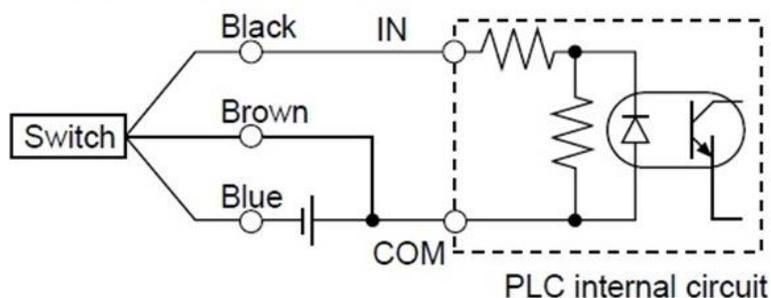
Pilihan Ganda

Jawablah pertanyaan/ Pernyataan di bawah ini dengan cara memilih pilihan jawaban yang tepat dan menuliskan huruf A/B/C/D yang sesuai dengan pilihan tersebut.

1. Berikut ini adalah kriteria yang harus diperhatikan dalam menentukan tipe controller, kecuali
 - a. Tegangan sumber yang digunakan
 - b. Kompatibilitas tipe input sensor
 - c. Tipe output keluaran
 - d. Kecepatan pemrosesan data**
2. Tipe sensor dibawah ini merupakan sensor input diskrit/digital bagi PLC adalah
 - a. I2C dan 1-wire
 - b. 2-wire dan 3 wire**
 - c. 1-wire dan 2-wire
 - d. I2C dan 3-wire
3. Dibawah ini merupakan tipe output sensor diskrit untuk PLC adalah
 - a. Output NPN, PNP, Relay, solid state**
 - b. Output NPN, PNP, Relay, I2C
 - c. Output NPN, PNP, 2-wire, 3-wire
 - d. Output SSR, Relay,

4. Sensor analog Pt100 adalah
- Sensor suhu dimana bernilai 100 ohm ketika suhu ruang
 - Sensor suhu dimana bernilai 100K ohm ketika suhu ruang
 - Sensor suhu dimana bernilai 100 ohm ketika suhu 0°**
 - Sensor suhu dimana bernilai 100K ohm ketika suhu 0°
5. Berikut ini yang perlu diperhatikan dalam pemilihan actuator motor induksi 3 phase adalah
- Kecepatan motor, jumlah kutub, resistansi lilitan, mounting
 - Kecepatan motor, jumlah kutub, framesize, mounting**
 - Kecepatan motor, resistansi lilitan, framesize, mounting
 - resistansi lilitan, jumlah kutub, framesize, mounting
6. Dibawah ini merupakan elemen heater, kecuali
- kawat resistansi paduan khusus yang terletak di tengah tabung (kawat resistansi dapat berupa CrNi atau DSD)
 - Magnesium oksida untuk isolator elektrik
 - Selubung tabung baja, material tergantung aplikasi
 - Kawal lilitan enamel.**
7. Dalam menentukan kapasitas daya terpasang pada pemilihan heater pemanas suatu media adalah
- Surface load**
 - Isolator elektrik
 - Bahan kawat resistansi
 - Selubung tabung baja
8. Dibawah ini yang bukan termasuk pengecekan visual input/output controller adalah
- Kondisi fisik sensor / aktuator
 - Kondisi terminal sensor / aktuator
 - Kondisi sambungan sensor / aktuator
 - Mengukur nilai tegangan output**

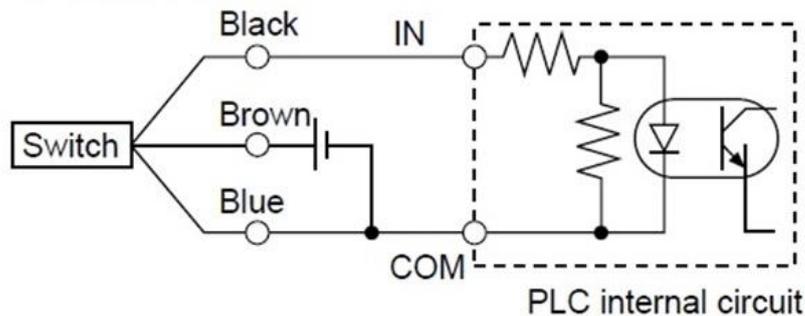
9. Relay merupakan Komponen elektromechanical yang terdiri dari sebuah Lilitan, seperangkat kontak yang membentuk saklar dan juga Kaki-kaki terminal penghubung. Kontak yang selalu berada pada posisi tertutup saat Relay tidak diaktifkan disebut.....
- a. Normally Open
 - b. **Normally Close**
 - c. Coil
 - d. Switch
10. Model output sourcing pada sensor diskrit standar industry berarti kabel output sensor terhubung
- a. **Common positif**
 - b. Common negative
 - c. Common load
 - d. Common anode
11. Model output sinking pada sensor diskrit standar industry berarti kabel output sensor terhubung
- a. Common positif
 - b. **Common negative**
 - c. Common load
 - d. Common anode
12. Perhatikan gambar instalasi sensor 3-wire ke PLC dibawah ini!



Jika melihat instalasi yang terpasang maka dapat dipastikan sensor yang terpasang pada PLC tersebut adalah

- a. **3-wire NPN common positif**
- b. 3-wire NPN common negatif
- c. 3-wire PNP common positif
- d. 3-wire PNP common negatif

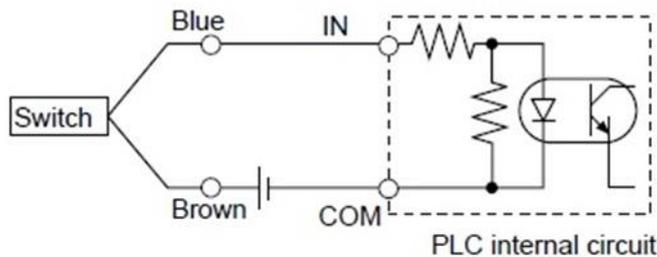
13. Perhatikan gambar instalasi sensor 3-wire ke PLC dibawah ini!



Jika melihat instalasi yang terpasang maka dapat dipastikan sensor yang terpasang pada PLC tersebut adalah

- a. 3-wire NPN common positif
- b. 3-wire NPN common negatif**
- c. 3-wire PNP common positif
- d. 3-wire PNP common negatif

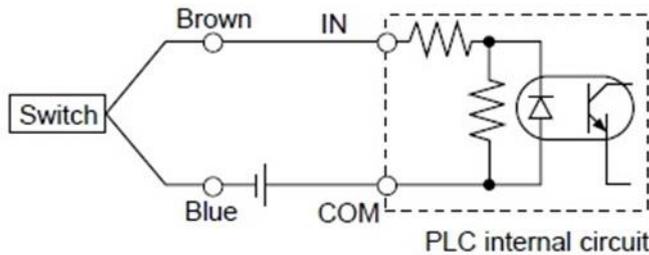
14. Perhatikan gambar instalasi sensor ke PLC dibawah ini!



Jika melihat instalasi yang terpasang maka dapat dipastikan sensor yang terpasang pada PLC tersebut adalah

- a. 3-wire common positif
- b. 3-wire common negatif
- c. 2-wire common positif
- d. 2-wire common negative**

15. Perhatikan gambar instalasi sensor ke PLC dibawah ini!



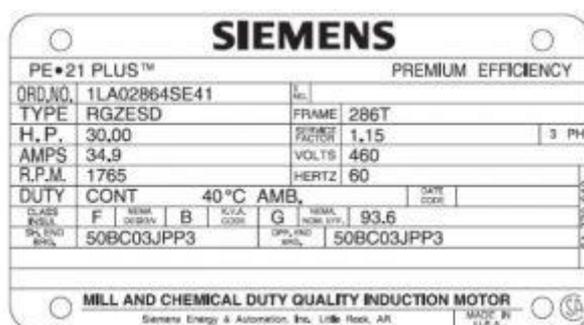
Jika melihat instalasi yang terpasang maka dapat dipastikan sensor yang terpasang pada PLC tersebut adalah

- a. 3-wire common positif
- b. 3-wire common negatif
- c. 2-wire common positif**
- d. 2-wire common negatif

16. Dibawah ini yang bukan merupakan perangkat actuator yang terhubung dengan output controller adalah

- a. Relay
- b. Pt100**
- c. Selenoid
- d. Lamp Indikator

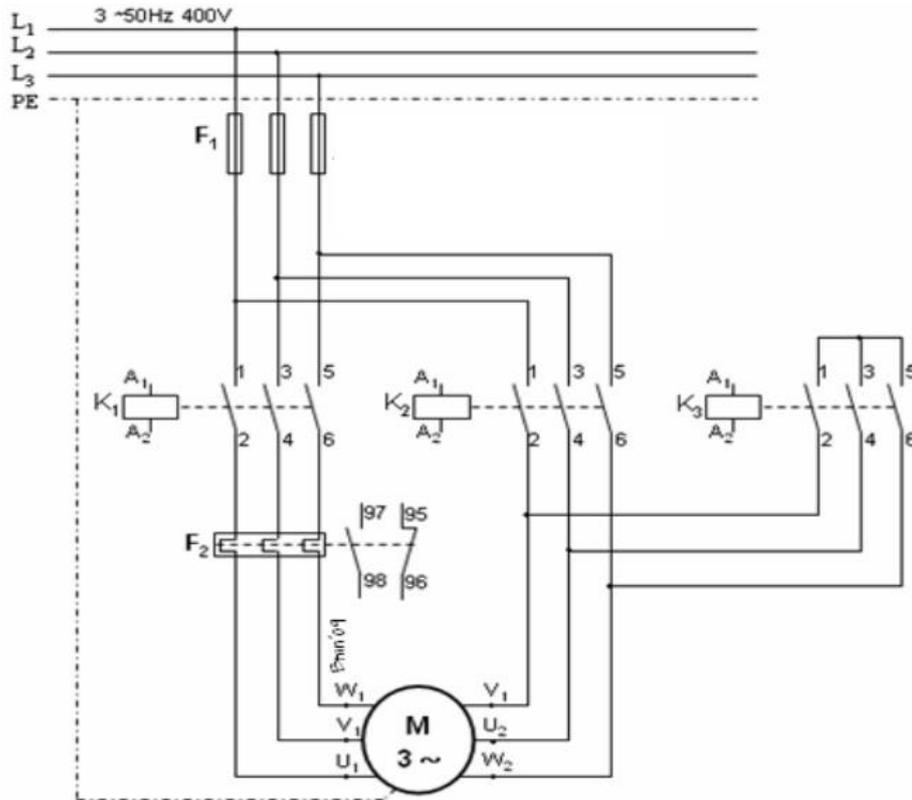
17. Perhatikan nameplate motor yang ada pada gambar dibawah ini :



Apa yang akan terjadi jika motor spesifikasi di atas dihubungkan dengan jala-jala listrik PLN 3 phase yang notabene memiliki tegangan 380 VAC dan frekuensi 50 Hz?

- a. Motor akan bekerja dengan kecepatan kurang dari 1765 rpm**
- b. Motor tidak akan berputar/ bekerja
- c. Motor akan bekerja dengan kecepatan 1765 rpm
- d. Motor akan bekerja dengan kecepatan lebih dari 1765 rpm

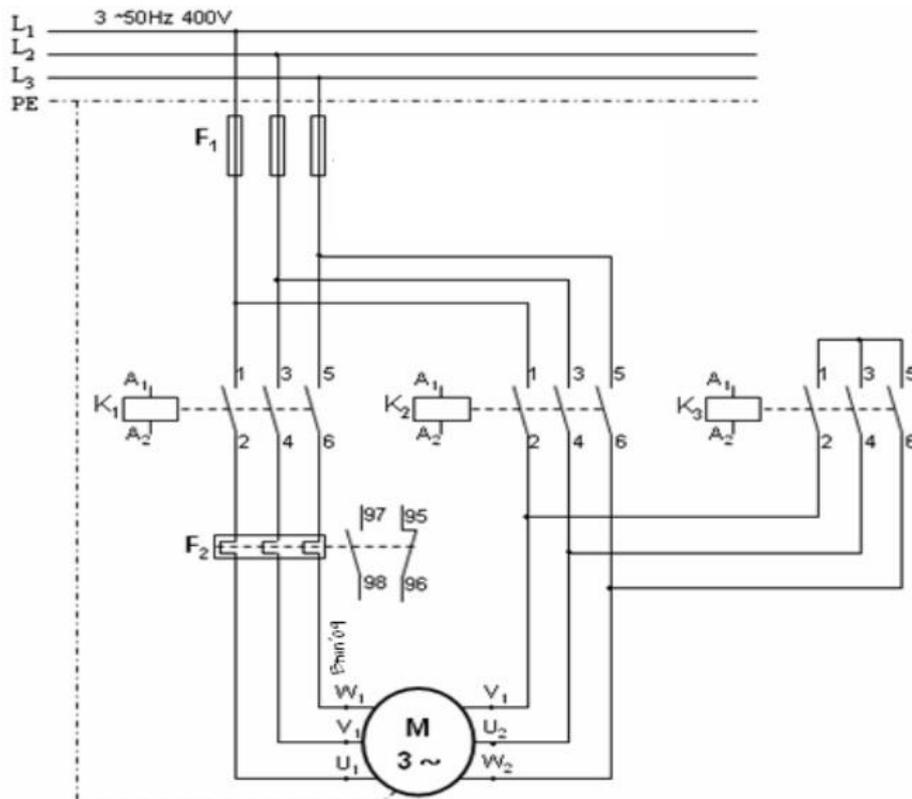
18. Perhatikan gambar rangkaian instalasi motor listrik 3 fasa dibawah ini :



Pada gambar di atas, fungsi kontaktor K3 adalah

- a. Pembalik arah putaran motor
- b. Pengendali utama motor
- c. Kendali hubungan star motor**
- d. Kendali hubungan delta motor

19. Perhatikan gambar rangkaian instalasi motor listrik 3 fasa dibawah ini :



Pada gambar di atas, fungsi kontaktor K2 adalah

- a. Pembalik arah putaran motor
- b. Pengendali utama motor
- c. Kendali hubungan star motor
- d. Kendali hubungan delta motor**

20. Fungsi dari inverter atau VSD (variable speed devices) adalah sebagai berikut, kecuali:

- a. Mengatur frekuensi motor AC 3 phase
- b. Mengatur arah putar balik motor AC 3 phase
- c. Mengubah sumber tegangan 1 phasa ke 3 phasa
- d. Mengatur kutub motor AC 3 phase**

21. Tegangan maksimum referensi luar analog inverter atau VSD adalah

- a. 10 VDC**
- b. 24 VDC
- c. 220VAC
- d. 10 VAC

22. Berikut ini yang bukan termasuk model input referensi suatu inverter atau VSD adalah:

- a. Input analog eksternal
- b. Incremental encoder
- c. Komunikasi serial/Ethernet computer

d. Servo input

23. Dibawah ini yang bukan Metode penulisan sumber pelaporan laporan hasil kerja adalah

- a. Studi Pustaka
- b. Wawancara
- c. Praktik/Studi lapangan

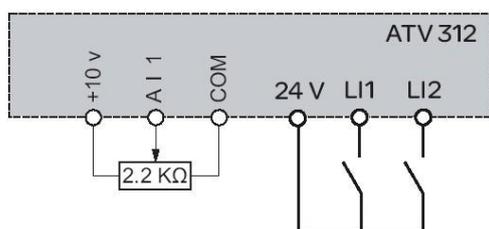
d. Deduktif

24. Yang bukan termasuk sistematika penulisan laporan hasil kerja adalah

a. Pendahuluan, Tinjauan Umum, Landasan Teori, Analisis Pemabahasan, Penutup

- b. Daftar isi, Tinjauan Umum, Landasan Teori, Analisis Pemabahasan, Penutup
- c. Daftar IsiPendahuluan, Tinjauan Umum, Landasan Teori, Penutup
- d. Daftar Isi, Pendahuluan, Landasan Teori, Analisis Pemabahasan, Penutup

25. Perhatikan gambar rangkaian input eksternal dari inverter atau VSD dibawah ini :



Fungsi dari terminal L1 dan L2 terhubung saklar dari luar adalah

- a. Pengatur kecepatan putaran motor
- b. Pengatur arah putaran motor**
- c. Saklar utama
- d. Pengaman atau emergency button

B. Ceklis Penilaian Teori

NO. KUK	NO. SOAL	KUNCI JAWABAN	JAWABAN PESERTA	PENILAIAN		KETERANGAN
				K	BK	
	1	D				
	2	B				
	3	A				
	4	C				
	5	B				
	6	D				
	7	A				
	8	D				
	9	B				
	10	A				
	11	B				
	12	A				
	13	B				
	14	D				
	15	C				
	16	B				
	17	A				
	18	C				
	19	D				
	20	D				
	21	A				
	22	D				
	23	D				
	24	A				
	25	B				

BAB II

PENILAIAN PRAKTIK

A. Lembar Penilaian Praktik

Tugas Unjuk Kerja Melakukan Kalibrasi Input/Output Kontroller

1. Waktu : 180 menit
2. Alat : lap top, printer, hecmachine, penjepit kertas
3. Bahan : program pelatihan, modul pelatihan, kalender, rencana jam pembinaan/jadwal pelatihan, kertas HVS A4, penjepit kertas, klip, staples, tinta printer. pensil, sign pen merah
4. Indikator Unjuk Kerja
 - a. Mampu menyiapkan metode pengumpulan data.
 - b. Mampu memperoleh data yang berkaitan dengan penyelenggaraan pelatihan dari sumber yang valid.
 - c. Mampu menganalisis data yang diperoleh dari sumber yang valid untuk menentukan data yang sesuai dengan kebutuhan penyiapan informasi dan laporan.
5. Standar Kinerja
 - a. Selesai dikerjakan tidak melebihi waktu yang telah ditetapkan.
 - b. Toleransi kesalahan 5% (lima persen), tetapi tidak pada aspek kritis.
6. Instruksi Kerja
Abstraksi tugas:
Terdapat 4 kerja proyek yaitu:
 - 1.1 Pensakelaran Relay Motor DC melalui Output Digital PLC
 - 1.2 Pengaturan Arah Putaran Motor DC melalui Output Digital Mikrokontroller
 - 1.3 Pengaturan Kecepatan Putaran Motor DC melalui Output Digital Mikrokontroller
 - 1.4 Pengaturan Kecepatan Putaran Motor DC melalui Output Analog Mikrokontroller
7. Untuk menyelesaikan tugas ini, ikuti instruksi selanjutnya di bawah ini.
 - a. Siapkan referensi metode pengumpulan data.

- b. Pilih metode pengumpulan data yang sesuai dengan kebutuhan pelatihan.
- c. Siapkan alat pengumpulan data sesuai dengan metode pengumpulan data yang telah dipilih.

B. Ceklis Aktivitas Praktik

Kode Unit Kompetensi : IMG.IN02.008.01

Judul Unit Kompetensi : Melakukan Kalibrasi Input/Output Kontroller

Nama Peserta/Asesi :

INDIKATOR UNJUK KERJA	TUGAS	HAL-HAL YANG DIAMATI	PENILAIAN	
			K	BK
1. Mampu menyiapkan alat standar	1. Pensakelaran Relay Motor DC melalui Output Digital PLC	<ul style="list-style-type: none"> Menyiapkan alat standar Menyiapkan input/output controler yang akan dikalibrasi 		
2. Mampu menyiapkan input/output controler yang akan dikalibrasi	2. Pengaturan Arah Putaran Motor DC melalui Output Digital Mikrokontroller	<ul style="list-style-type: none"> Melakukan langkah kalibrasi Melakukan evaluasi hasil kalibrasi 		
3. Mampu melakukan langkah kalibrasi	3. Pengaturan Kecepatan Putaran Motor DC melalui Output Digital Mikrokontroller			
4. Mampu melakukan evaluasi hasil kalibrasi	4. Pengaturan Kecepatan Putaran Motor DC melalui Output Analog Mikrokontroller			

Catatan:

.....
.....

Tanda Tangan Peserta Pelatihan :

Tanda Tangan Instruktur :

BAB III

PENILAIAN SIKAP KERJA

Ceklis Penilaian Sikap Kerja

Menyiapkan Mengoperasikan Programmable Logic Controller

INDICATOR UNJUK KERJA	NO. KUK	K	BK	KETERANGAN
1. Harus bertindak cermat	1.1			
2. Harus bertindak teliti	1.2			
3. Harus bertindak berpikir analitis dan evaluatif	1.3			
4. Harus bertindak evaluatif memperhatikan SOP	1.4			
5. Harus bertindak memperhatikan SOP	1.5			

Catatan:

.....

.....

.....

.....

.....

.....

Tanda Tangan Peserta :

Tanda Tangan Instruktur :

LAMPIRAN-LAMPIRAN

LAMPIRAN 1 Kunci Jawaban Penilaian Teori

NO. SOAL	KUNCI JAWABAN
1	D
2	B
3	A
4	C
5	B
6	D
7	A
8	D
9	B
10	A
11	B
12	A
13	B
14	D
15	C
16	B
17	A
18	C
19	D
20	D
21	A
22	D
23	D
24	A
25	B

**PUSAT PENGEMBANGAN DAN PEMBERDAYAAN PENDIDIK DAN TENAGA KEPENDIDIKAN
BIDANG OTOMOTIF DAN ELEKTRONIKA**

Jl. Teluk Mandar, Arjosari Tromol Pos 5 Malang 65102

Telp. (0341) 491239, 495849 Fax. (0341) 491342

e-mail : pppptk.boe@kemdikbud.go.id

website : www.vedcmalang.com