



PPPTK BOE
M A L A N G

MODUL PENGEMBANGAN KEPROFESIAN BERKELANJUTAN BERBASIS KOMPETENSI

Teknik Elektronika Industri

**Melakukan Kalibrasi Sensor/*Transducer*
IMG.IN02.006.01**



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*) diformulasikan menjadi 3 (tiga) buku, yaitu Buku Informasi, Buku Kerja dan Buku Penilaian sebagai satu kesatuan yang tidak terpisahkan dalam penggunaannya 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 Sensor / Transducer**".

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 di lingkungan direktorat guru dan tenaga kependidikan.

Malang, ... Februari 2018

Kepala PPPPTK BOE Malang

Dr. Sumarno
NIP 195909131985031001

DAFTAR ISI

KATA PENGANTAR	2
DAFTAR ISI	3
ACUAN STANDAR KOMPETENSI KERJA DAN SILABUS DIKLAT	4
A. Acuan Standar Kompetensi Kerja	4
B. BATASAN VARIABEL.....	5
C. PANDUAN PENILAIAN.....	6
D. Kemampuan yang Harus Dimiliki Sebelumnya	7
SILABUS	8
Silabus Diklat.....	8
LAMPIRAN.....	13
1. BUKU INFORMASI	
2. BUKU KERJA	
3. BUKU PENILAIAN	

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

Kode Unit : IMG.IN02.006.01

Judul Unit : Melakukan Kalibrasi Sensor / Transducer

Deskripsi Unit : Unit kompetensi ini berhubungan dengan pengetahuan, keterampilan dan sikap kerja yang dibutuhkan untuk melakukan kalibrasi sensor / transducer

Tabel 1. Tabel Elemen dan Kriteria unjuk Kerja

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 sensor/transducer yang akan dikalibrasi.	2.1 Sensor / transducer yang akan dikalibrasi Disiapkan 2.2 Pengecekan sensor/transducer 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.

B. BATASAN VARIABEL

1. Konteks Variabel:

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

2. Perlengkapan untuk melakukan kalibrasi sensor / transducer

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 sensor / transducer meliputi :

3.1 Menyiapkan alat kalibrasi.

3.2 Menyiapkan sensor/transducer yang akan dikalibrasi.

3.3 Melakukan langkah kalibrasi.

3.4 Melakukan evaluasi hasil kalibrasi.

3.5 Mendokumentasikan kegiatan.

4. Peraturan untuk melaksanakan unit ini meliputi :

4.1 Undang Undang tentang K3LL

4.2 Kebijakan / tata tertib perusahaan

4.3 SOP

C. PANDUAN PENILAIAN

1. Kondisi 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 :

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

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 sensor / transducer

3.5. Safety system

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 kalibrasi dan yang akan dikalibrasi.

5.2. Mengidentifikasi gangguan-gangguan saat melakukan kalibrasi.

D. Kemampuan yang Harus Dimiliki Sebelumnya

Ada pun kemampuan yang harus dimiliki sebelumnya sebagai berikut:

- Tidak ada

SILABUS

Silabus Diklat

Judul Unit Kompetensi : Melakukan Kalibrasi Sensor / Transducer

Kode Unit Kompetensi : IMG.IN02.006.01

Deskripsi Unit Kompetensi : Unit kompetensi ini berhubungan dengan pengetahuan, keterampilan dan sikap kerja yang dibutuhkan untuk melakukan kalibrasi sensor / transducer

Perkiraan Waktu Pelatihan : JP @ 45 Menit

Tabel 2. Silabus Unit Kompetensi :

Elemen Kompetensi	Kriteria Unjuk Kerja	Indikator Unjuk Kerja	Materi Diklat			Perkiraan Waktu Diklat (JP)	
			Pengetahuan (P)	Keterampilan (K)	Sikap (S)	P	K
Menyiapkan alat standar	1.1 Alat standar untuk kalibrasi disiapkan sesuai dengan spesifikasi.	Dapat menjelaskan alat standar untuk kalibrasi sesuai dengan spesifikasi (P) Mampu menyiapkan alat standar sesuai dengan spesifikasi (K) 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	Dapat menjelaskan metode kalibrasi sesuai dengan SOP (P) Mampu menyiapkan metode kalibrasi sesuai dengan SOP(K)	materi metode kalibrasi sensor/transducer	menyiapkan metode kalibrasi sesuai dengan SOP			

Elemen Kompetensi	Kriteria Unjuk Kerja	Indikator Unjuk Kerja	Materi Diklat			Perkiraan Waktu Diklat (JP)	
		Harus taat azas(S)					
	1.3 Permasalahan yang timbul dalam penyiapan peralatan dilaporkan kepada pihak terkait.	Dapat menjelaskan hierarki pelaporan masalah yang timbul dalam penyiapan peralatan kepada pihak terkait(P) Mampu melaporkan masalah yang timbul dalam penyiapan peralatan kepada pihak terkait(K) Sesuai Hierarki pihak terkait(S)	Materi pelaporan masalah yang timbul dalam penyiapan peralatan kepada pihak terkait	mengidentifikasi masalah dan melaporkan pada pihak terkait			
2. Menyiapkan sensor/transducer yang akan dikalibrasi	2.1 Sensor / transducer yang akan dikalibrasi disiapkan	Dapat menjelaskan prosedur pengecekan kondisi sensor / transducer yang akan dikalibrasi secara visual(P) Mampu mengecek sensor/transducer yang akan dikalibrasi secara visual(K) Harus tepat dan benar(S)	materi prosedur pengecekan kondisi sensor secara visual	mengecek sensor/transducer secara visual			
	2.2 Pengecekan sensor/transducer yang akan dikalibrasi secara visual dilakukan	Dapat menjelaskan pencatatan terhadap identitas peralatan yang akan dikalibrasi(P) Mampu melakukan pencatatan identitas peralatan yang akan dikalibrasi(K) Harus tepat dan benar(S)	materi prosedur pengecekan kondisi sensor secara visual	mengecek sensor/transducer secara visual			
	2.3 Pencatatan dilakukan terhadap identitas	Dapat menjelaskan pencatatan terhadap identitas peralatan yang akan	materi pencatatan terhadap identitas peralatan yang akan	mencatat terhadap identitas peralatan yang akan dikalibrasi			

Elemen Kompetensi	Kriteria Unjuk Kerja	Indikator Unjuk Kerja	Materi Diklat			Perkiraan Waktu Diklat (JP)	
	peralatan yang akan dikalibrasi	dikalibrasi(P) Mampu melakukan pencatatan identitas peralatan yang akan dikalibrasi(K) Harus tepat dan benar(S)	dikalibrasi				
3. Melakukan langkah kalibrasi.	3.1 Sensor / transducer yang akan dikalibrasi dipasang / dihubungkan dengan alat standar.	Dapat menjelaskan pemasangan/menghubungkan sensor/tranduser yang akan dikalibrasi dengan alat standart(P) Mampu memasang/menghubungkan sensor/tranduser yang akan dikalibrasi dengan alat standart(K) Harus tepat dan benar(S)	materi pemasangan sensor/tranduser dengan alat standart.	memasang/menghubungkan sensor/tranduser yang akan dikalibrasi dengan alat standart			
	3.2 Langkah langkah dalam kegiatan kalibrasi dilakukan sesuai prosedur	Dapat menjelaskan langkah langkah melakukan kegiatan kalibrasi sesuai prosedur(P) Melakukan kegiatan kalibrasi sesuai langkah langkah prosedur(S) Harus tepat dan benar(S)	materi langkah-langkah melakukan kegiatan kalibrasi sesuai prosedur	melakukan kalibrasi sesuai prosedur			
	3.3 Pencatatan dilakukan terhadap hasil kalibrasi	Dapat menjelaskan pencatatan terhadap hasil kalibrasi(P) Mampu melakukan pencatatan terhadap hasil kalibrasi(K) Harus tepat dan benar(S)	materi pencatatan terhadap hasil kalibrasi	melakukan pencatatan terhadap hasil kalibrasi			
4. Melakukan evaluasi hasil kalibrasi	4.1 Analisis dilakukan untuk mengetahui	Dapat menjelaskan analisis untuk mengetahui penyimpangan(P)	materi analisis untuk mengetahui penyimpangan	Melakukan analisis untuk mengetahui penyimpangan			

Elemen Kompetensi	Kriteria Unjuk Kerja	Indikator Unjuk Kerja	Materi Diklat			Perkiraan Waktu Diklat (JP)	
	penyimpangan	Mampu melakukan analisis untuk mengetahui Penyimpangan(K) Harus tepat dan benar serta teliti(S)					
	4.2 Evaluasi dilakukan dari hasil antara pembacaan sensor / transducer yang dikalibrasi dengan alat standar	Dapat menjelaskan evaluasi hasil pembacaan sensor/tranduser yang dikalibrasi dengan alat standar(P) Mampu melakukan evaluasi hasil pembacaan sensor/tranduser yang dikalibrasi dengan alat standar(K) Harus tepat dan benar serta teliti(S)	materi evaluasi hasil pembacaan sensor/tranduser yang dikalibrasi dengan alat standar	melakukan evaluasi hasil pembacaan sensor/tranduser yang dikalibrasi dengan alat standar			
	4.3 Hasil kalibrasi untuk proses perbaikan lebih lanjut dilaporkan kepada pihak yang lebih berwenang.	Dapat menjelaskan pelaporan hasil kalibrasi untuk proses perbaikan lebih lanjut kepada pihak yang lebih berwenang(P) Mampu melaporkan hasil kalibrasi untuk proses perbaikan lebih lanjut kepada pihak yang lebih berwenang(K) Harus tepat dan benar serta teliti(S)	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			
5. Mendokumentasikan kegiatan	5.1 Kejadian dari setiap kegiatan yang perlu tindak lanjut dicatat dengan	Dapat menjelaskan pencatatan kejadian dari setiap kegiatan yang perlu tindak lanjut dengan menggunakan format yang	materi pencatatan kejadian dari setiap kegiatan yang perlu tindak lanjut dengan menggunakan format	Melakukan pencatatan kejadian dari setiap kegiatan yang perlu tindak lanjut dengan menggunakan format yang			

Elemen Kompetensi	Kriteria Unjuk Kerja	Indikator Unjuk Kerja	Materi Diklat			Perkiraan Waktu Diklat (JP)	
	menggunakan format yang berlaku.	berlaku(P) Mampu menjelaskan pencatatan kejadian dari setiap kegiatan yang perlu tindak lanjut dengan menggunakan format yang berlaku(K) Harus tepat dan benar serta teliti(S)	yang berlaku	berlaku			
	5.2 Tindakan penyelesaian dari setiap kegiatan dicatat dengan menggunakan format yang berlaku.	Dapat menjelaskan pencatatan tindakan penyelesaian dari setiap kegiatan dengan menggunakan format yang berlaku.(P) Mampu mencatat tindakan penyelesaian dari setiap kegiatan dengan menggunakan format yang berlaku.(K) Harus tepat dan benar serta teliti(S)	materi pencatatan tindakan penyelesaian dari setiap kegiatan dengan menggunakan format yang berlaku.	Melakukan pencatatan tindakan penyelesaian dari setiap kegiatan dengan menggunakan format yang berlaku.			

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 BOE
M A L A N G

BUKU INFORMASI

Teknik Elektronika Industri

Melakukan Kalibrasi Sensor/*Transducer*
IMG.IN02.006.01



DAFTAR ISI

DAFTAR ISI	2
BAB I PENDAHULUAN.....	4
A. TUJUAN UMUM	4
B. TUJUAN KHUSUS.....	4
BAB II MENYIAPKAN SENSOR/TRANSDUCER YANG AKAN DIKALIBRASI	5
A. Pengetahuan yang diperlukan dalam Menyiapkan sensor/transducer yang akan dikalibrasi	5
B. Keterampilan yang diperlukan dalam menyiapkan sensor/transducer yang akan dikalibrasi	5
C. Sikap kerja yang diperlukan dalam menyiapkan sensor/transducer yang akan dikalibrasi	5
BAB III MENYIAPKAN ALAT STANDAR.....	13
A. Pengetahuan yang diperlukan dalam Menyiapkan alat standar	13
B. Keterampilan yang diperlukan dalam menyiapkan alat standar	13
C. Sikap kerja yang diperlukan dalam menyiapkan alat standar	13
BAB IV MELAKUKAN LANGKAH KALIBRASI	18
A. Pengetahuan yang diperlukan dalam Melakukan langkah kalibrasi.....	18
B. Keterampilan yang diperlukan dalam melakukan langkah kalibrasi.	18
C. Sikap kerja yang diperlukan dalam melakukan langkah kalibrasi.	18
BAB III PHOTO TRANSISTOR.....	58
A. Tujuan.....	58
B. Indikator Pencapaian Kompetensi.....	58
C. Uraian Materi	58
BAB V MELAKUKAN EVALUASI HASIL KALIBRASI	67
A. Pengetahuan yang diperlukan dalam Melakukan evaluasi hasil kalibrasi	67
B. Keterampilan yang diperlukan dalam Melakukan evaluasi hasil kalibrasi	67
C. Sikap kerja yang diperlukan dalam Melakukan evaluasi hasil kalibrasi	67
BAB VI MENDOKUMENTASIKAN KEGIATAN.....	71
A. Pengetahuan yang diperlukan dalam Mendokumentasikan kegiatan	71
B. Keterampilan yang diperlukan dalam Mendokumentasikan kegiatan	71

C. Sikap kerja yang diperlukan dalam Mendokumentasikan kegiatan	71
Contoh Sertifikat.....	73
Contoh Surat Keterangan.....	74
DAFTAR PUSTAKA	76
A. BukuReferensi.....	76
B. Referensi Lainnya	76
DAFTAR ALAT DAN BAHAN.....	77
DAFTAR PENYUSUN.....	78

BAB I

PENDAHULUAN

A. TUJUAN UMUM

Setelah mempelajari modul ini peserta diharapkan mampu melakukan kalibrasi sensor /transduser sesuai dengan spesifikasi dan SOP yang berlaku

B. TUJUAN KHUSUS

Adapun tujuan mempelajari unit kompetensi melalui buku informasi Melakukan Kalibrasi Sensor / Transducer ini guna memfasilitasi peserta sehingga pada akhir diklat diharapkan memiliki kemampuan sebagai berikut:

1. Menyiapkan alat standar
2. Menyiapkan sensor/transducer yang akan dikalibrasi
3. Melakukan langkah kalibrasi.
4. Melakukan evaluasi hasil kalibrasi
5. Mendokumentasikan kegiatan

BAB II

MENYIAPKAN SENSOR/TRANSDUCER YANG AKAN DIKALIBRASI

A. Pengetahuan yang diperlukan dalam Menyiapkan sensor/transducer yang akan dikalibrasi

Sebelum melaksanakan persiapan sensor / transducer yang akan dikalibrasi, seorang instruktur maupun peserta diklat diharapkan menguasai dasar elektronika, cara membaca datasheet dan K3 (kesehatan dan keselamatan kerja).

B. Keterampilan yang diperlukan dalam menyiapkan sensor/transducer yang akan dikalibrasi

- 1 Mengidentifikasi elemen utama yang ada pada datasheet sensor/transducer
- 2 Memahami prinsip kerja dari sensor/transducer

C. Sikap kerja yang diperlukan dalam menyiapkan sensor/transducer yang akan dikalibrasi

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

Uraian Materi 1

Sensor adalah sesuatu yang digunakan untuk mendeteksi adanya perubahan lingkungan fisik atau kimia dan merubahnya menjadi besaran yang dapat di baca oleh alat ukur. Untuk menjamin keakuratan pembacaan suatu sensor maka diperlukan peralatan kalibrasi, sebagai misal kalibrasi sensor suhu, sensor tegangan, sensor arus, sensor berat, sensor proximity dan lain-lain.

Temperatur merupakan variabel yang paling umum dan paling sering diukur dalam aplikasi industri. Temperatur berpengaruh besar pada proses produksi secara keseluruhan misalnya pengaruh terhadap kualitas, kekuatan material, konsumsi energi dan lain-lain. Beberapa jenis sensor suhu standart industri yang

umum digunakan adalah thermocouple dan RTD (*Resistance Temperature Devices*)

Konstruksi Sensor Suhu Thermocouple

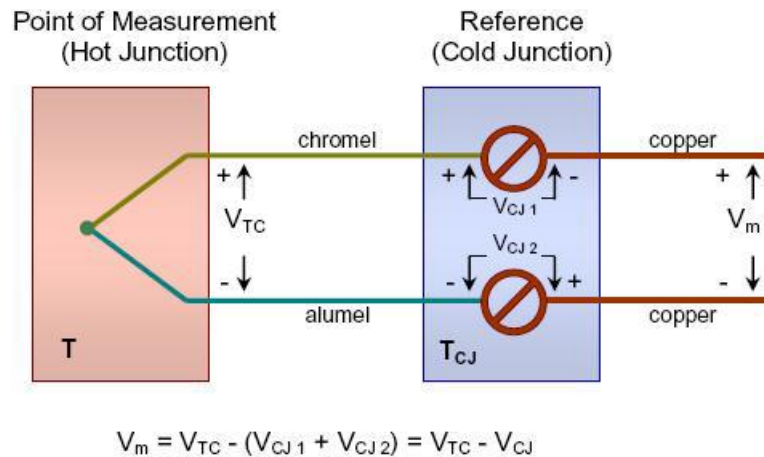
Berasal dari kata "Thermo" yang berarti energi panas dan "Couple" yang berarti pertemuan dari dua buah benda. Thermocouple adalah transduser aktif suhu yang tersusun dari dua buah logam berbeda dengan titik pembacaan pada pertemuan kedua logam dan titik yang lain sebagai outputnya. Thermocouple merupakan salah satu sensor yang paling umum digunakan untuk mengukur suhu karena relatif murah namun akurat yang dapat beroperasi pada suhu panas maupun dingin.



Gambar 2.1 Thermocouple

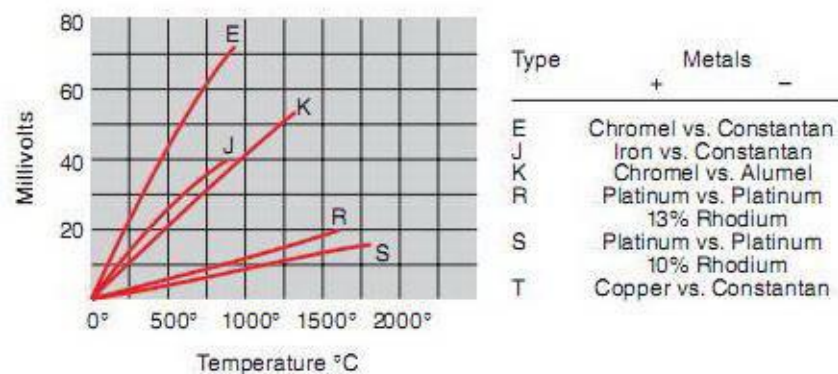
Konstruksi Thermocouple

Fenomena termoelektrik pertama kali ditemukan tahun 1821 oleh ilmuwan Jerman, Thomas Johann Seebeck. Ia menghubungkan tembaga dan besi dalam sebuah rangkaian. Di antara kedua logam tersebut lalu diletakkan jarum kompas. Ketika sisi logam tersebut dipanaskan, jarum kompas ternyata bergerak. Belakangan diketahui, hal ini terjadi karena aliran listrik yang terjadi pada logam menimbulkan medan magnet. Medan magnet inilah yang menggerakkan jarum kompas. Fenomena tersebut kemudian dikenal dengan efek Seebeck.



Gambar 2.2 Konstruksi Thermocouple

Output sensor suhu thermocouple berupa tegangan dalam satuan mili Volt. Berikut ini beberapa perilaku jenis thermocouple dan karakteristik.



Gambar 2.3 Karakteristik Thermocouple

Jenis Termokopel

Ketika memilih termokopel pertimbangan harus diberikan untuk kedua insulasi termokopel, jenis dan konstruksi probe. Semua ini akan memiliki efek pada akurasi temperatur yang diukur, dan keandalan dari bacaan temperatur. Berikut ini merupakan panduan subjektif untuk tipe-tipe termokopel.



Gambar 2.4 Bentuk Fisik Thermocouple

Jenis K (Chromel / Alumel)

Jenis K adalah termokopel yang bisa digunakan untuk segala keperluan. Harga murah dan, karena popularitasnya, tersedia dalam berbagai macam probe. Termokopel bias digunakan di -200°C sampai 1.200°C jangkauan. Sensitivitas adalah sekitar $41\mu\text{V}/^{\circ}\text{C}$. Dianjurkan menggunakan jenis K untuk segala keperluan, kecuali ada alasan lain.

Tipe E (Chromel / Constantan)

Tipe E memiliki output yang tinggi ($68\mu\text{V}/^{\circ}\text{C}$) yang membuatnya cocok untuk digunakan pada temperatur rendah (cryogenic). Atau properti lain yang tidak memungkinkan penggunaan alat yang mengandung magnet.

Tipe J (Iron / Constantan)

Keterbatasan rentang suhu (-40 sampai 750°C) membuat tipe J kurang populer dibanding type K. Penggunaan utama adalah digunakan untuk peralatan lama yang tidak dapat menerima termokopel 'modern'. Jenis J tidak boleh digunakan di atas 760°C , transformasi magnetik mendadak akan menyebabkan kerusakan permanen pada pengukuran.

Tipe N (Nicrosil / Nisil)

stabilitas tinggi dan ketahanan terhadap oksidasi temperatur tinggi membuat tipe N cocok untuk pengukuran suhu tinggi tanpa biaya jenis platinum (B, R, S) . Dirancang untuk perbaikan tipe K, hal ini menjadi lebih populer.

Thermocouple tipe B, R dan S semuanya memakai logam 'mulia' dan menunjukkan karakteristik serupa. Mereka adalah yang paling stabil dari semua termokopel, tetapi karena sensitivitas rendah (sekitar 10uV/0C) mereka biasanya hanya digunakan untuk pengukuran temperatur tinggi ($> 300^{\circ}\text{C}$).

Tipe B (Platinum / Rhodium)

Cocok untuk pengukuran suhu tinggi hingga 1800°C . Tipe B tidak seperti pada umumnya (karena bentuk suhu mereka / kurva tegangan) memberikan output yang sama pada 0°C dan 42°C . Hal ini membuatnya tidak berguna di bawah 50°C .

Type R (Platinum / Rhodium)

Cocok untuk pengukuran suhu tinggi hingga 1600°C . sensitivitas rendah (10uV / $^{\circ}\text{C}$) dan biaya tinggi membuat mereka tidak cocok untuk penggunaan tujuan umum.

Type S (Platinum / Rhodium)

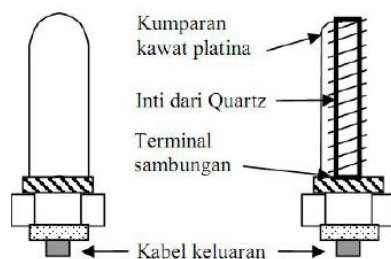
Cocok untuk pengukuran suhu tinggi hingga 1600°C . sensitivitas rendah (10uV/vC) dan biaya tinggi membuat mereka tidak cocok untuk penggunaan tujuan umum. Karena stabilitas yang tinggi Tipe S digunakan sebagai standar kalibrasi untuk titik leleh emas ($1064,43^{\circ}\text{C}$).

Tabel 2.1 Rentang Kerja Thermocouple berdasar tipe nya

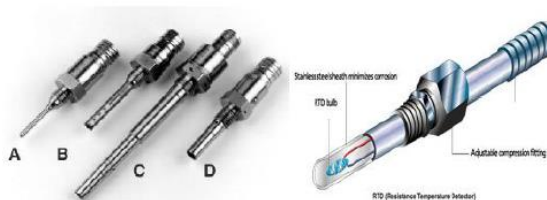
Thermocouple type	Overall range $^{\circ}\text{C}$	0.1 $^{\circ}\text{C}$ resolution	0.025 $^{\circ}\text{C}$ resolution
B	20 to 1820	150 to 1820	600 to 1820
E	-270 to 910	-270 to 910	-260 to 910
J	-210 to 1200	-210 to 1200	-210 to 1200
K	-270 to 1370	-270 to 1370	-250 to 1370
N	-270 to 1300	-260 to 1300	-230 to 1300
R	-50 to 1760	-50 to 1760	20 to 1760
S	-50 to 1760	-50 to 1760	20 to 1760
T	-270 to 400	-270 to 400	-250 to 400

RTD(Resistance Thermal Detector)

RTD adalah salah satu dari beberapa jenis sensor suhu yang sering digunakan. RTD dibuat dari bahan kawat tahan korosi, kawat tersebut dililitkan pada bahan keramik isolator. Bahan kawat untuk RTD tersebut antara lain; platina, emas, perak, nikel dan tembaga, dan yang terbaik adalah bahan platina karena dapat digunakan menyensor suhu sampai 1500 $^{\circ}\text{C}$. Tembaga dapat digunakan untuk sensor suhu yang lebih rendah dan lebih murah, tetapi tembaga mudah terserang korosi.



Gambar 5.1 Sensor RTD



Gambar 2.5 Sensor RTD

- | |
|---|
| A. Cryogenic RTD |
| B. Hollow Annulus High Pressure LH2 RTD |
| C. Hollow Annulus LH2 RTD |
| D. 1/8" Diameter LN2 |

Kelebihan dari RTD (PT100) :

- Ketelitiannya lebih tinggi dari pada termokopel.
- Tahan terhadap temperatur yang tinggi.
- Stabil pada temperatur yang tinggi, karena jenis logam platina lebih stabil dari pada jenis logam yang lainnya.
- Kemampuannya tidak akan terganggu pada kisaran suhu yang luas.

Kekurangan dari RTD (PT100) :

- Lebih mahal dari pada termokopel.
- Terpengaruh terhadap guncangan dan getaran.
- Respon waktu awal yang sedikit lama (0,5 s/d 5 detik, tergantung kondisi penggunaannya).
- Jangkauan suhunya lebih rendah dari pada termokopel. RTD (PT100) mencapai suhu 650 ° C, sedangkan termokopel mencapai suhu 1700 ° C.

Resistance Thermal Detector (RTD) perubahan tahanannya lebih linear terhadap temperatur uji tetapi koefisien lebih rendah dari thermistor dan model matematis linier adalah:

$$R_t = R_0(1 + \alpha * \Delta t)$$

R_0 = tahanan konduktor pada temperature awal (biasanya 0 ° C)

R_T = tahanan konduktor pada temperatur t_C

α = koefisien temperatur tahanan

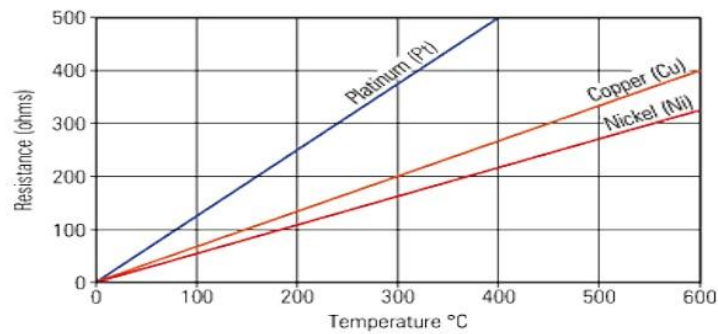
Δt = selisih antara temperatur kerja dengan temperatur awal

Sedangkan model matematis nonlinier kuadratik untuk RTD adalah:

$$R_t = R_0(1 + AT - BT^2)$$

Grafik perbandingan resistansi dengan temperatur untuk variasi RTD metal

RESISTANCE VS TEMPERATURE CHARACTERISTICS OF RTD.(Pt, Cu, Ni)



Gambar 2.6 Karakteristik Sensor RTD

PT100 merupakan tipe RTD yang paling populer yang digunakan di industri. Resistance Temperature Detector merupakan sensor pasif, karena sensor ini membutuhkan energy dari luar. Elemen yang umum digunakan pada tahanan resistansi adalah kawat nikel, tembaga, dan platina murni yang dipasang dalam sebuah tabung guna untuk memproteksi terhadap kerusakan mekanis. Resistance Temperature Detector (PT100) digunakan pada kisaran suhu -200 ° C sampai dengan 650 ° C.

BAB III

MENYIAPKAN ALAT STANDAR

A. Pengetahuan yang diperlukan dalam Menyiapkan alat standar

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 dan sarana dan fasilitas pelatihan.

B. Keterampilan yang diperlukan dalam menyiapkan alat standar

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 alat standar

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.

Menyiapkan Alat Standart Kalibrasi

Saat ini bermunculan berbagai macam jenis sensor yang cukup bagus untuk pemakaian non-critical application. Akan tetapi untuk mendapatkan akurasi yang tinggi maka sensor-sensor tersebut perlu di kalibrasi sebelum digunakan. Adapun alasan kenapa suatu sensor perlu dikalibrasi antara lain :

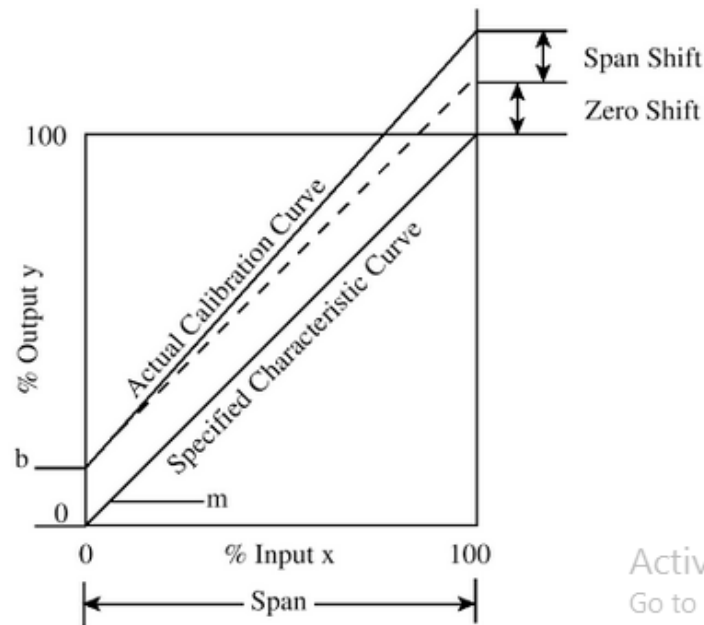
- Sensor sejenis dari pabrikan yang sama, masih memungkinkan terjadinya perbedaan tipis dalam pembacaannya.
- Perbedaan desain sensor sejenis antar pabrikan dapat memberikan hasil respon yang berbeda dalam mengukur suatu kondisi yang sama.

- Kondisi penyimpanan dan perilaku penggunaan sensor yang berbeda (seperti terlalu panas, terlalu dingin, benturan, kelembaban dll) dapat menyebabkan pergeseran pembacaan.
- Beberapa teknologi sensor mempunyai periodik waktu kalibrasi karena secara alami akan terjadi perubahan *rise time* pembacaan dari sensor tersebut.

Performa instrumentasi suatu sensor tergantung pada akurasi dan respon-time dari sensor tersebut. Akurasi adalah nilai kualitatif yang menunjukkan performa dari suatu instrument terhadap parameter yang di ukur. Respon-time merupakan kecepatan dari suatu instrument mendeteksi setiap perubahan nilai dari parameter yang di ukur. Akurasi dan respon-time merupakan variabel yang berdiri sendiri-sendiri, sehingga diidentifikasi dan ditampilkan secara terpisah.

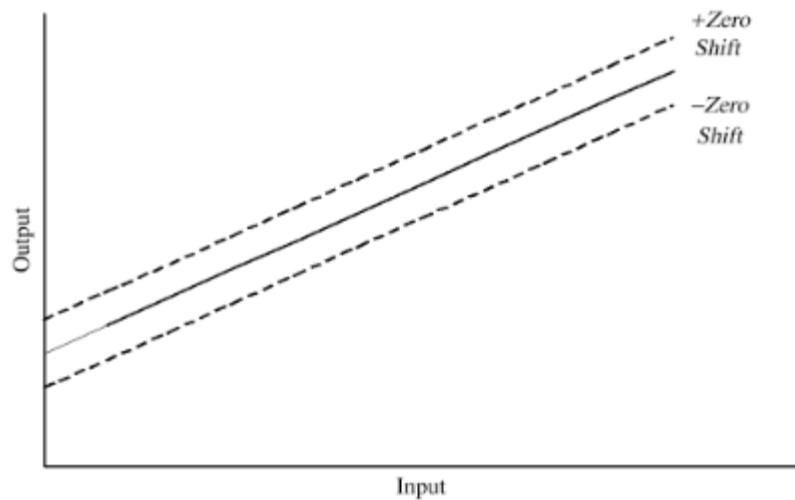
Akurasi dari pengukuran dapat di peroleh dari proses kalibrasi, sedangkan respon-time didapatkan dengan membandingkan data pembacaan instrument ketika diberikan input dynamic terhadap output transient dari sistem terukur.

Terdapat dua hal penting yang perlu diperhatikan dalam melakukan kalibrasi alat ukur, yaitu "*zero*" dan "*span*". Seperti ditunjukkan pada gambar 1a, pada grafik gambar tersebut ditampilkan kalibrasi linier suatu transmitter digambarkan oleh suatu garis lurus dan direpresentasikan dalam persamaan $y=mx+b$, dimana y adalah output, x merupakan input, m disebut gradien kemiringan dan b adalah interception.



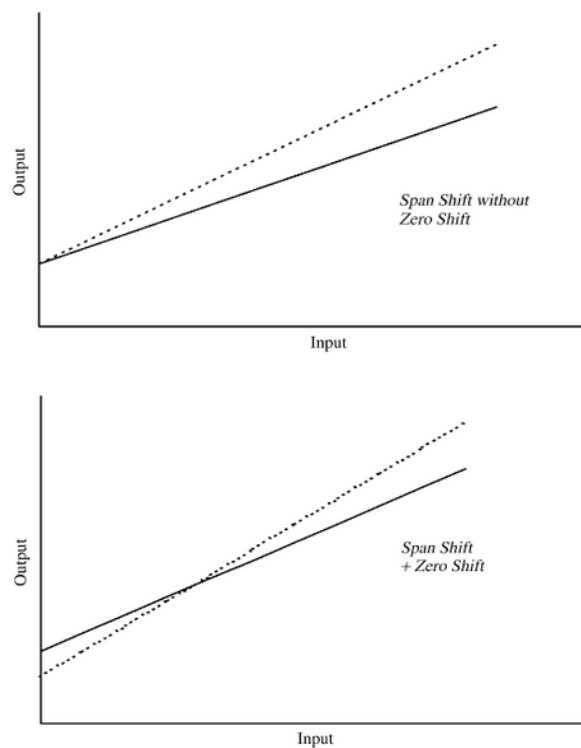
Gambar 3.1 Karakteristik zero and span calibration

Kalibrasi suatu alat ukur dapat merubah nilai span maupun *zero* atau bahkan keduanya. Perubahan pada posisi *zero* juga disebut dalam beberapa istilah lain seperti *bias error*, *DC offset*, atau *zero shift*. Pergeseran titik nol dari suatu pembacaan alat ukur (*zero*) dapat bergeser ke arah positif maupun negatif. Penyebab terjadinya pergeseran titik 0 bisa di akibatkan oleh beberapa hal, sebagai contoh pada sensor temperatur dapat terjadi karena perubahan ambient temperatur yang berpengaruh terhadap hasil kalibrasi. Misal sebuah alat ukur dikalibrasi pada suhu temperatur ruangan dan digunakan pada suhu operasi kerja yang berbeda (ekstrim), hal ini dapat menghasilkan (*bias error* maupun pergeseran titik 0) pada pembacaan alat ukur.



Gambar 3.2 ilustrasi pergeseran zero

Perubahan nilai span disebut juga *gain error* atau pergeseran span (*span shift*) merupakan perubahan kenaikan atau penurunan nilai *slope*/kemiringan output dari suatu instrument alat ukur terhadap nilai yang sama. Umumnya kalibrasi alat ukur lebih sering mengkoreksi error pergeseran span dan zero secara bersamaan.



Gambar 3.3 Ilustrasi pergeseran span

Temperatur merupakan variabel yang paling umum dan paling sering diukur dalam aplikasi industri. Temperatur berpengaruh besar pada proses produksi secara keseluruhan misalnya pengaruh terhadap kualitas, kekuatan material, konsumsi energi dan lain-lain

Kalibrasi suhu bisa dilakukan dengan berbagai cara dan dengan berbagai tingkat akurasi. Seperti halnya kalibrasi, standar harus digunakan. Standar yang digunakan dalam kalibrasi suhu harus disertifikasi dengan akurasi yang dapat dilacak pada standar nasional maupun internasional. Dalam aplikasi industri, kalibrasi suhu biasanya melibatkan termistor, termokopel dan alat-alat *resistance temperature devices* (RTD) seperti PT100 dan lain sebagainya.

Sebelum menggunakan sensor dan mengkalibrasi terlebih dahulu kita harus menyiapkan alat standar yang sudah tersertifikasi yang akan kita gunakan sebagai kalibrator. Untuk Sensor suhu kita bisa menggunakan bath/bak yang berisi cairan minyak serta alat ukur kalibrator seperti produk constant instrument TEMP 40 sebagai referensi suhu calibrator atau ALL300 yang dapat digunakan untuk *multicalibrator*.

Perangkat calibrator digunakan untuk mengukur suhu secara akurat. Bacaan dari perangkat ini dapat dikompensasikan dengan sensor suhu lapangan yang kurang akurat dan digunakan untuk mengevaluasi viabilitas perangkat tersebut atau untuk melakukan kalibrasi pembacaan sensor.

BAB IV

MELAKUKAN LANGKAH KALIBRASI

A. Pengetahuan yang diperlukan dalam Melakukan langkah kalibrasi.

Seorang instruktur ataupun peserta diklat sebelum melakukan langkah kalibrasi hendaknya telah dibekali pengetahuan tentang SOP penggunaan alat ukur instrumentasi, prinsip kerja dari sensor/transducer yang akan dikalibrasi dan cara membaca grafik dari karakteristik sensor/transducer.

B. Keterampilan yang diperlukan dalam melakukan langkah kalibrasi.

1. Mengidentifikasi metode yang tepat dalam mengkalibrasi sensor/transducer.
2. Menyiapkan alat ukur sebagai kalibrator
3. Memahami SOP kalibrasi

C. Sikap kerja yang diperlukan dalam melakukan langkah kalibrasi.

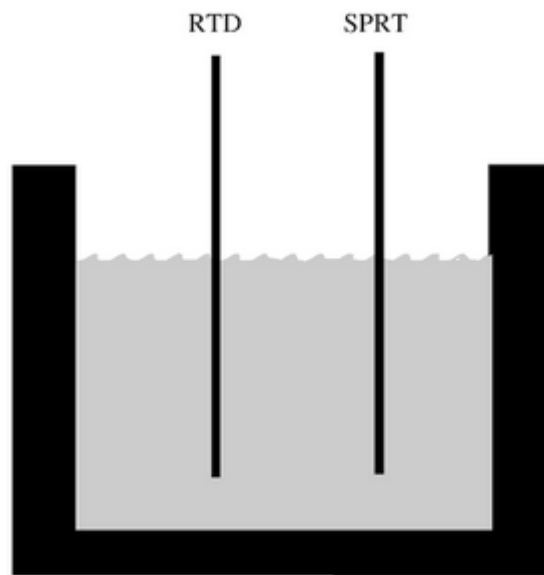
Harus bersikap secara:

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

Kalibrasi sensor temperatur

Sensor temperatur seperti RTD dan thermocouple dikalibrasi menggunakan bath/bak temperatur konstan dan thermometer standart. Tipe bath/bak kalibrasi yang digunakan tergantung pada range temperatur yang digunakan, akurasi yang dibutuhkan dan aplikasi penggunaan sensor. Sebagai contoh bath yang sering digunakan adalah bath/bak es, bath/bak minyak dan bath/bak pemanas elektrik. Seperti ditampilkan pada gambar 4.1, sensor yang hendak dikalibrasi dipasang

pada bath/bak temperatur yang sudah terpasang dengan sensor referensi standart yang telah terkalibrasi sebelumnya. Sensor referensi digunakan sebagai acuan pembacaan media temperatur dari bath/bak yang telah disediakan. Hasil pembacaan dari sensor referensi dicatat dalam suatu tabel dan dibandingkan terhadap hasil pembacaan output sensor yang hendak dikalibrasi. Sampel data pengukuran yang diambil sesuai dengan rentang operasi kerja dari sensor tersebut.



Gambar 4.1 Bath kalibrator sensor suhu

Titik pengukuran kalibrasi disebut juga point calibration, jumlah dari point calibration ini tergantung dari tipe jenis sensor dan rentang suhu operasi kerja sensor tersebut. Sebagai contoh RTD cukup diambil tiga titik point calibration karena sifat resistansi RTD terhadap suhu adalah kuadratik. Sedangkan untuk sensor thermocouple butuh lebih banyak titik pengukuran point calibration karena sifat output thermocouple yang non linier (polynomial). Sehingga tabel data yang dibutuhkan oleh sensor thermocouple lebih banyak dan selanjutnya dilakukan proses interpolasi.

Pemeriksaan Visual Thermocouple

Pengecekan visual thermocouple dapat dilakukan dengan mengamati probe stick dari thermocouple, 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 thermocouple dalam jangka waktu lama, sering tidak disadari terjadinya pergeseran pembacaan output sensor yang disebabkan oleh korosi yang terjadi dibagian dalam dari material thermocouple tersebut. Jika proses korosi ini telah terjadi, maka langkah terbaik adalah mengganti sensor tersebut dengan yang baru. Pengecekan visual 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 thermocouple, sangat penting juga untuk memeriksa koneksi terminal pada thermocouple. 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 Thermocouple

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

Thermocouple Putus Hubungan

Thermocouple dapat di cek dengan menggunakan ohm meter standar untuk memeriksa koneksi dari thermocouple masih terhubung baik atau tidaknya. Hubungkan kedua probe ohmmeter dengan kedua ujung lead/terminal thermocouple dan akan terukur nilainya. Jika tidak terbaca maka artinya thermocouple tersebut rusak. Kerusakan thermocouple dapat disebabkan karena putus hubungan junction, korosi pada material maupun malfungsi dari koneksi probenya.

Pembacaan yang tidak akurat

Jika kabel thermocouple telanjang atau kehilangan insulatornya dan kedua kabel material tersebut saling bersentuhan, maka pembacaan yg di ukur oleh thermocouple dapat berubah bukan pada ujung sambungan material akan tetapi bergeser pada bagian material yang bersentuhan tersebut. Hal ini akan menyebabkan pembacaan sensor thermocouple menjadi tidak akurat.

Sebelum melakukan kalibrasi thermocouple, selalu pastikan jenis tipe thermocouple yang akan dikalibrasi dengan tepat telah sesuai dengan thermocouple referensi kalibrasi. Sebagai contoh thermocouple referensi calibrator tipe J hanya dapat digunakan untuk mengkalibrasi sensor thermocouple tipe J saja (tidak bisa digunakan untuk tipe K, E, T, R, S, B, N)

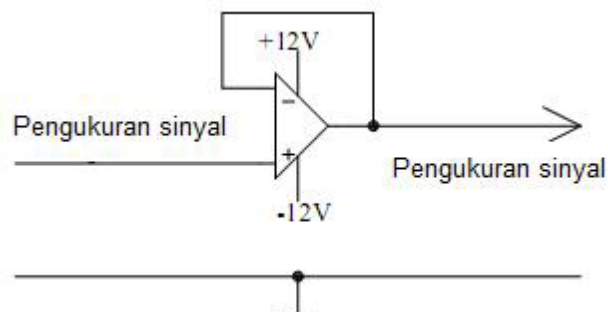
Tabel 4.1 Logam paduan dan kode warna Thermocouple

ANSI Color Code and Conductor Alloy's					
Thermocouple Type: ANSI Color Standard shown	Conductor Color:	Positive Conductor (+) / Alloy	Negative Conductor (-) / Alloy	Extension Wire Color:	Overall TC Wire:
E	Purple / Red	Purple + (Nickel Chromel)	Red - (Platinum-6 % Rhodium)	Purple	Brown
J	White / Red	White + (Iron /Magnetic)	Red - (Constantan)	Black	Brown
K	Yellow / Red	Yellow + (Chromel)	Red - (Alumel)	Yellow	Brown
T	Blue / Red	Blue + (Copper)	Red - (Constantan)	Blue	Brown

Bila sensor yang dipanasi dengan kisaran suhu 0-255 ° C. Sensor perubahan yang ada pada PT100 nilai hambatannya 100 ohm sampai 195.906 ohm. Sinyal yang diukur berubah pada pengukuran arus konstan (1 mA) dari 100 mV untuk 195.906 mV

Pengaturan Impedansi

Untuk rangkaian berikut tidak menguatkan sinyal input artinya penguatan hanya 1, tetapi akan menaikkan impedansi pada tegangan masukan.



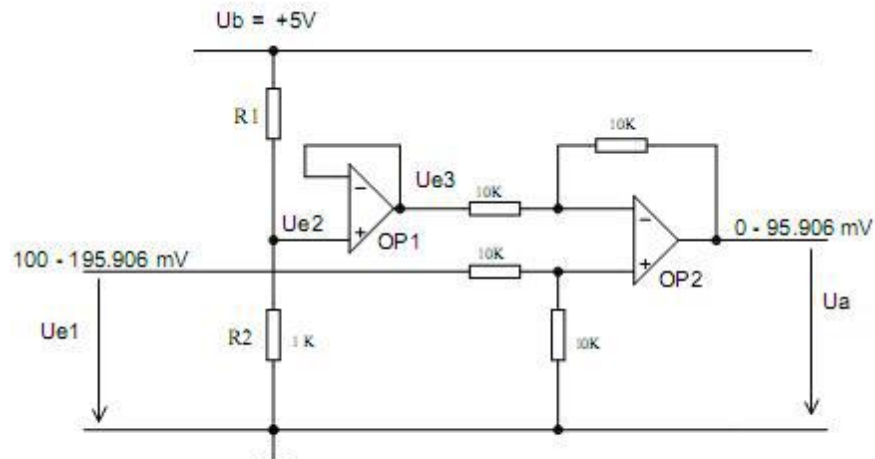
Gambar 4.2 Rangkaian Voltage Follower

Penyesuaian offset:

Sinyal yang diukur memiliki mulai batas (0°C) tegangan yang dihasilkan sebesar 100 mV. Dengan rangkaian offset ini harus dihilangkan 100 mV menjadi 0 mV.

Cara kerjanya:

Melalui pembagi tegangan 49K / 1K dari tegangan stabil dari 5 V tegangan sumber untuk mendapatkan drop tegangan sebesar 100 mV. Sinyal tegangan ini juga ditingkatkan impedansinya dengan menggunakan rangkaian OpAmp1 dengan penguatan satu kali seperti diatas.



$$U_{e2} = U_{e3}$$

$$U_{e2} = U_b \cdot \frac{R_2}{R_1 + R_2}$$

$$\frac{U_{e2}}{U_b} = \frac{R_2}{R_1 + R_2}$$

$$\frac{U_b}{U_{e2}} = \frac{R_1 + R_2}{R_2}$$

$$\frac{U_b}{U_{e2}} = \frac{R_1}{R_2} + 1$$

$$R_1 = \left(\frac{U_b}{U_{e2}} - 1 \right) \cdot R_2$$

$$R_1 = \left(\frac{5V}{100mV} - 1 \right) \cdot 1K$$

$$R_1 = 49K$$

Sedangkan rangkaian untuk OpAmp2 merupakan rangkaian pengurang. Jika semua empat resistor dengan ukuran yang sama 10 k, maka:

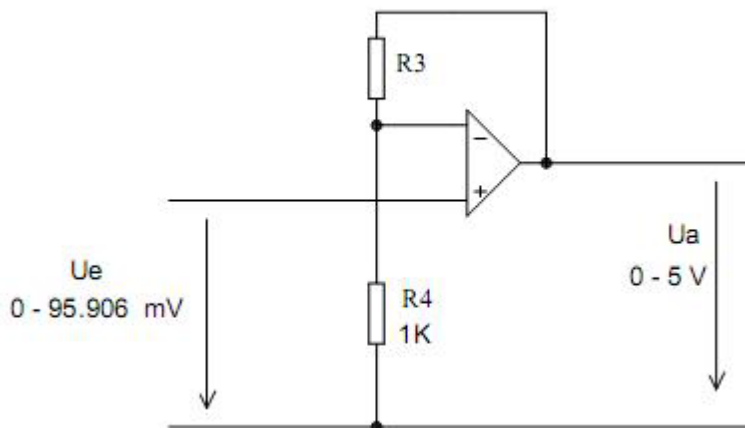
$$U = U_1 - U_2$$

Pada jarak antara 0° C sampai 255° C, sinyal input antara 100 mV sampai 195.906 mV dan dihitung dengan mengurangi dari 100 mV, maka pada sinyal output berubah dari 0

V s.d 95.906 mV

Penguatan:

Untuk meningkatkan sinyal keluaran sampai 5 V, maka digunakan Non inverting Amplifier. Disini, juga, dalam praktiknya resistor R3 untuk dirancang dengan trimpot



$$V = 1 + \frac{R3}{R4}$$

$$V = \frac{Ua}{Ue}$$

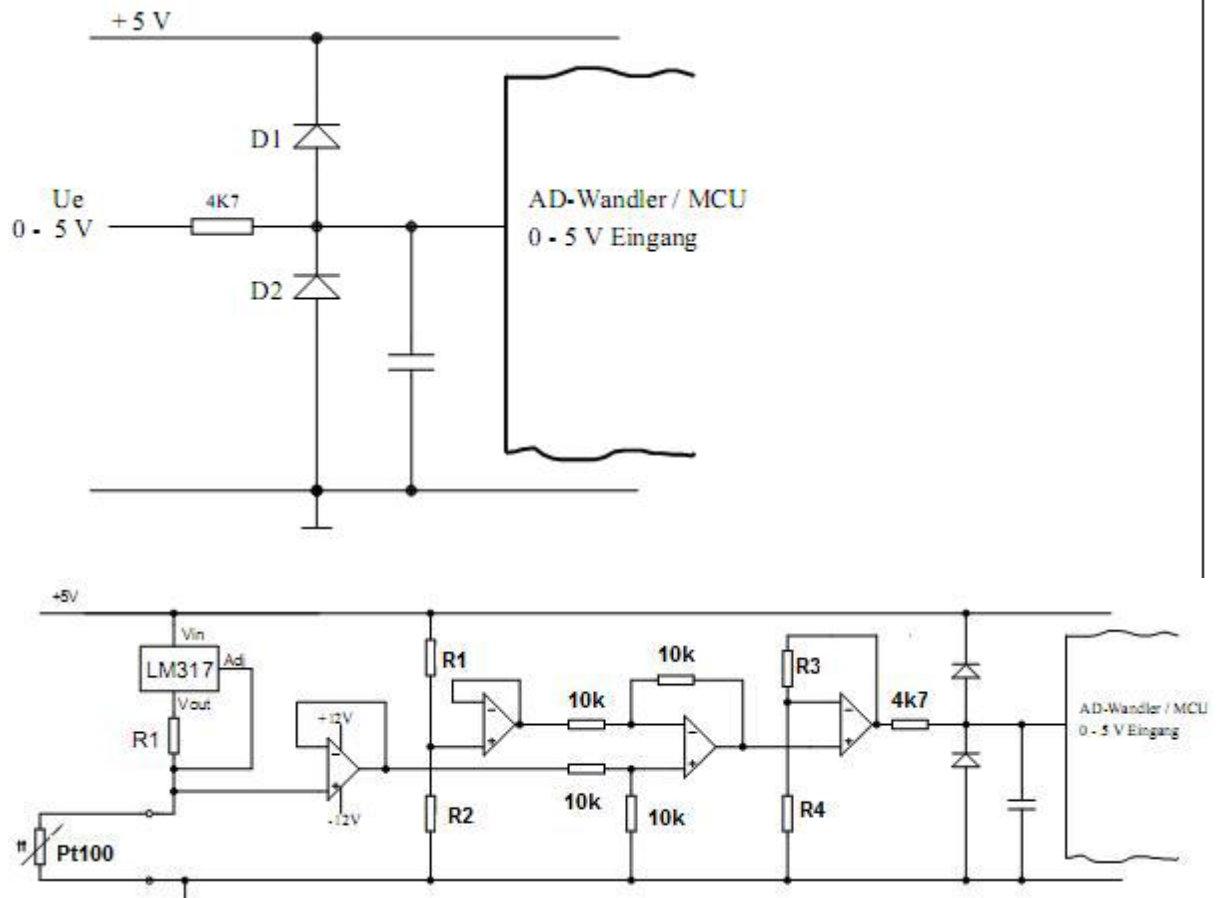
$$\frac{Ua}{Ue} = 1 + \frac{R3}{R4}$$

$$R3 = \left(\frac{Ua}{Ue} - 1 \right) * R4$$

$$R3 = \left(\frac{5V}{95,906mV} - 1 \right) * 1K$$

$$R3 = 51,134 K$$

AD konverter dengan rentang tegangan masukan 0-5 V DC. Pada tegangan lebih dari 5,7 V atau di bawah - 0,7 V, Maka diperlukan Dioda 1 untuk mengurangi tegangan positif 5,7 V menjadi 5 V. Sedangkan Dioda 2 bertugas untuk mengurangi tegangan negative -0,7 V. Sehingga tegangan keluaran yang rentangnya 0 V sampai 5 V siap diumpankan ke Mikrokontroller.



Contoh perhitungan:

Kita asumsikan sebuah sensor pada suhu 100 ° C., menurut sebuah tabel nilai 138,506 ohms. Pada pengukuran arus 1 mA drop tegangan 138,506 mV. Rangkaian offset mengurangi dari sinyal 100 mV. Oleh karena itu masih ada sisa 38,506 V.

Dirangkaian penguat berikut memiliki faktor penguatan dari:

$$V = U_a / U_e = 52,134$$

Dengan demikian, sinyal yang diukur meningkat sebagai berikut:

$$38,506 * 52,134 = 2,007 \text{ mV}$$

Mengharapkan akan hasil sebagai berikut:

$$100 \text{ ° C} / 255 \text{ ° C} * 5 \text{ V} = 1,961 \text{ V}$$

Kesalahan ini sekitar 2% timbul akibat dari PT100 non-linear

RTD(Resistance Thermal Detector)

RTD adalah salah satu dari beberapa jenis sensor suhu yang sering digunakan.

RTD

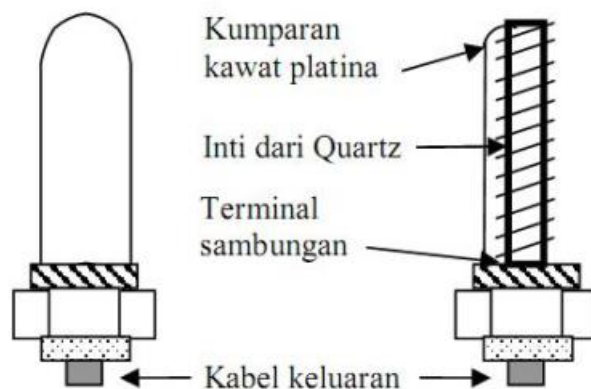
dibuat dari bahan kawat tahan korosi, kawat tersebut dililitkan pada bahan keramik

isolator. Bahan kawat untuk RTD tersebut antara lain; platina, emas, perak, nikel dan

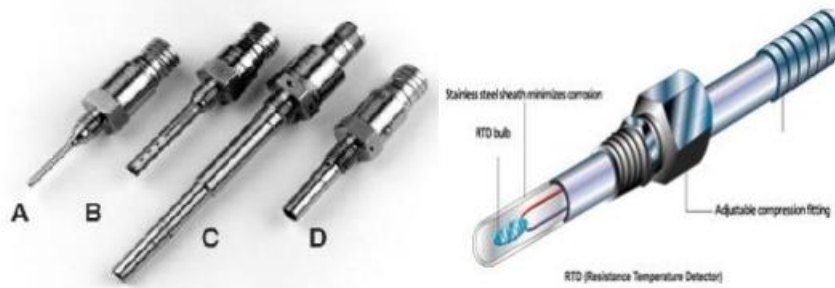
tembaga, dan yang terbaik adalah bahan platina karena dapat digunakan menyensor

suhu sampai 1500o C. Tembaga dapat digunakan untuk sensor suhu yang lebih rendah

dan lebih murah, tetapi tembaga mudah terserang korosi



Gambar 4.3 Sensor RTD



Gambar 4.4 Bentuk konstruksi RTD

- A. Cryogenic RTD
- B. Hollow Annulus High Pressure LH2 RTD
- C. Hollow Annulus LH2 RTD
- D. 1/8" Diameter LN2 RTD

Dalam penggunaannya, RTD (PT100) juga memiliki kelebihan dan kekurangan.

Kelebihan dari RTD (PT100) :

- Ketelitiannya lebih tinggi dari pada termokopel.
- Tahan terhadap temperatur yang tinggi.
- Stabil pada temperatur yang tinggi, karena jenis logam platina lebih stabil dari pada jenis logam yang lainnya.
- Kemampuannya tidak akan terganggu pada kisaran suhu yang luas.

Kekurangan dari RTD (PT100) :

- Lebih mahal dari pada termokopel.
- Terpengaruh terhadap guncangan dan getaran.
- Respon waktu awal yang sedikit lama (0,5 s/d 5 detik, tergantung kondisi penggunaannya).
- Jangkauan suhunya lebih rendah dari pada termokopel. RTD (PT100) mencapai suhu 650 0C, sedangkan termokopel mencapai suhu 1700 0C.

Resistance Thermal Detector (RTD) perubahan tahanannya lebih linear terhadap

temperatur uji tetapi koefisien lebih rendah dari thermistor dan model matematis linier adalah:

$$R_t = R_0(1 + \alpha \Delta t)$$

R_0 = tahanan konduktor pada temperature awal (biasanya 0°C)

R_T = tahanan konduktor pada temperatur $t^{\circ}\text{C}$

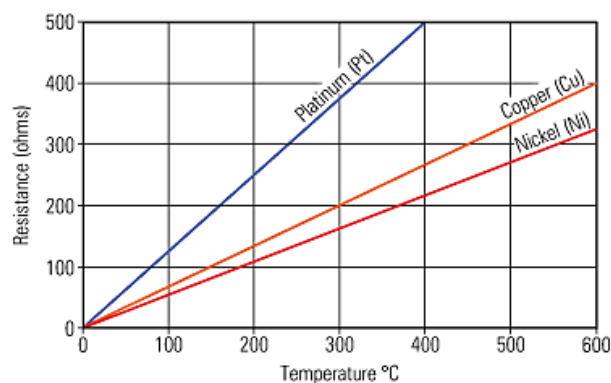
α = koefisien temperatur tahanan

Δt = selisih antara temperatur kerja dengan temperatur awal

Sedangkan model matematis nonlinier kuadratik untuk RTD adalah:

$$R_t = R_0(1 + AT - BT^2)$$

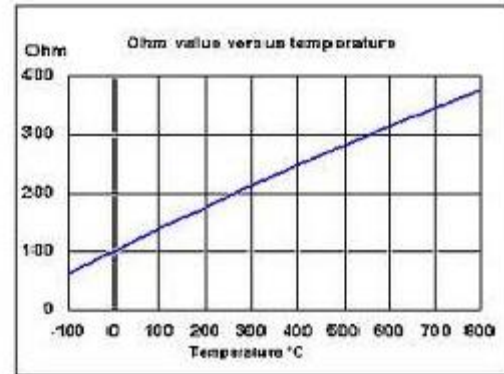
Grafik perbandingan resistansi dengan temperatur untuk variasi RTD metal



Gambar 4.5 Karakteristik tipe tipe RTD

PT100 merupakan tipe RTD yang paling populer yang digunakan di industri. Resistance Temperature Detector merupakan sensor pasif, karena sensor ini membutuhkan energi dari luar. Elemen yang umum digunakan pada tahanan resistansi adalah kawat nikel, tembaga, dan platina murni yang dipasang dalam sebuah tabung guna untuk memproteksi terhadap kerusakan mekanis. Resistance Temperature Detector (PT100) digunakan pada kisaran suhu -200°C sampai dengan 650°C .

Berikut adalah gambar dari sensor PT100.

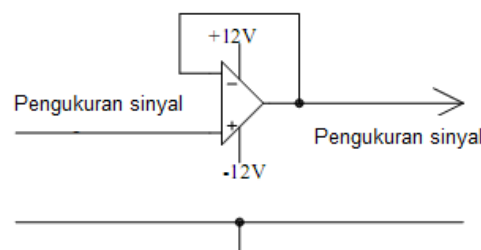


Gambar 4.6 Sensor PT100 dan karakteristik

1. Bila sensor yang dipanasi dengan kisaran suhu 0-255 ° C. Sensor perubahan yang ada pada PT100 nilai hambatannya 100 ohm sampai 195.906 ohm. Sinyal yang diukur berubah pada pengukuran arus konstan (1 mA) dari 100 mV untuk 195.906 mV

Pengaturan Impedansi

Untuk rangkaian berikut tidak menguatkan sinyal input artinya penguatan hanya 1, tetapi akan menaikkan impedansi pada tegangan masukan.



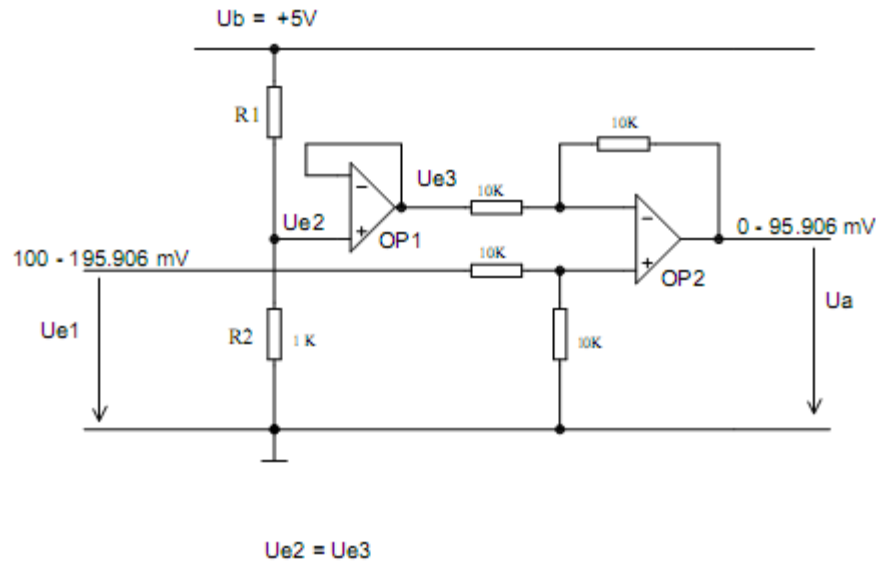
Gambar 4.7 Pengaturan Impedansi

Penyesuaian offset:

Sinyal yang diukur memiliki mulai batas (0°C) tegangan yang dihasilkan sebesar 100 mV. Dengan rangkaian offset ini harus dihilangkan 100 mV menjadi 0 mV.

Cara kerjanya:

Melalui pembagi tegangan 49K / 1K dari tegangan stabil dari 5 V tegangan sumber untuk mendapatkan drop tegangan sebesar 100 mV. Sinyal tegangan ini juga ditingkatkan impedansinya dengan menggunakan rangkaian OpAmp1 dengan penguatan satu kali seperti diatas.



Gambar 4.8 Rangkaian pengurang

$$U_{e2} = U_b \cdot \frac{R_2}{R_1 + R_2}$$

$$\frac{U_{e2}}{U_b} = \frac{R_2}{R_1 + R_2}$$

$$\frac{U_b}{U_{e2}} = \frac{R_1 + R_2}{R_2}$$

$$\frac{U_b}{U_{e2}} = \frac{R_1}{R_2} + 1$$

$$R_1 = \left(\frac{U_b}{U_{e2}} - 1 \right) \cdot R_2$$

$$R_1 = \left(\frac{5V}{100mV} - 1 \right) \cdot 1K$$

$$R_1 = 49K$$

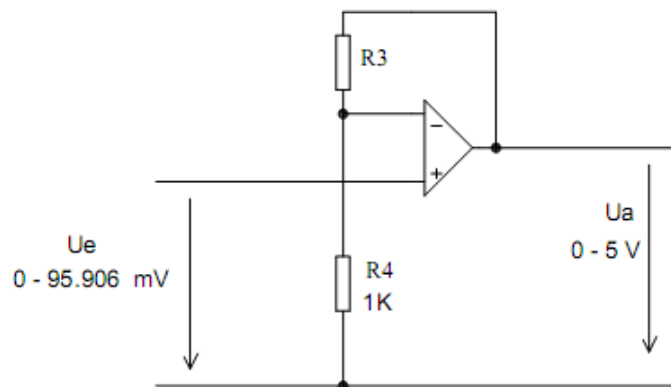
Sedangkan rangkaian untuk OpAmp2 merupakan rangkaian pengurang. Jika semua empat resistor dengan ukuran yang sama 10 k, maka:

$$U_a = U_{e1} - U_{e2}$$

Pada jarak antara 0° C sampai 255° C, sinyal input antara 100 mV sampai 195.906 mV dan dihitung dengan mengurangi dari 100 mV, maka pada sinyal output berubah dari 0 V s.d 95.906 mV

Penguatan:

Untuk meningkatkan sinyal keluaran sampai 5 V, maka digunakan Non inverting Amplifier. Disini, juga, dalam praktiknya resistor R3 untuk dirancang dengan trimpot.



Gambar 4.9 Rangkaian penguat

$$V = 1 + \frac{R3}{R4}$$

$$V = \frac{Ua}{Ue}$$

$$\frac{Ua}{Ue} = 1 + \frac{R3}{R4}$$

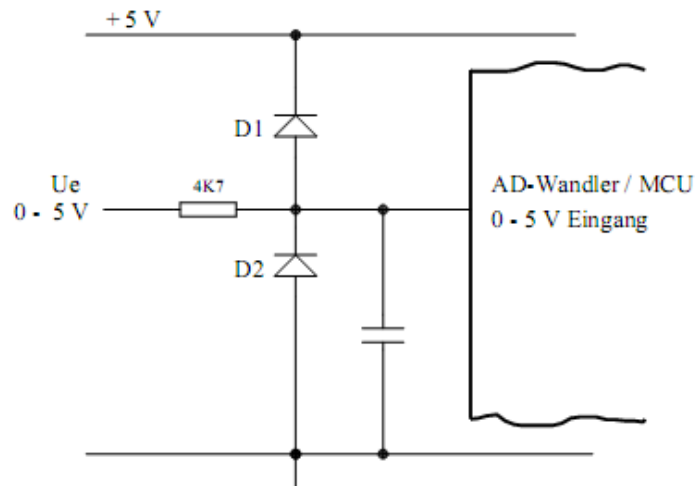
$$R3 = \left(\frac{Ua}{Ue} - 1 \right) * R4$$

$$R3 = \left(\frac{5V}{95,906mV} - 1 \right) * 1K$$

$$R3 = 51,134 K$$

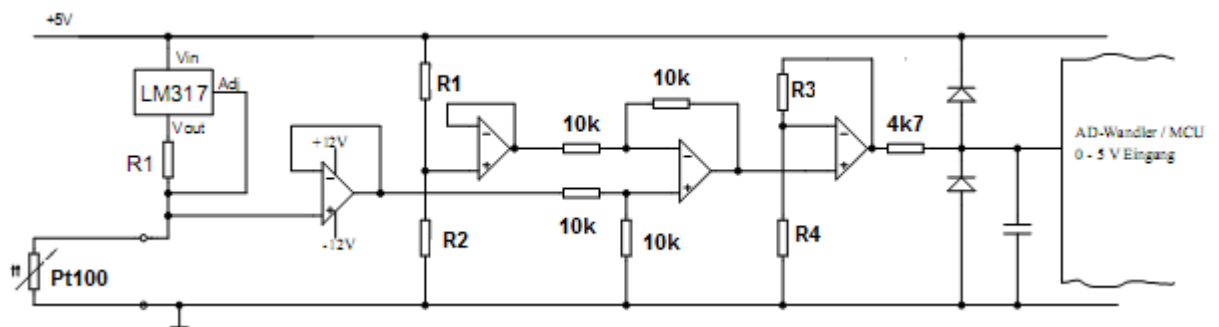
Penindas dari AD konverter:

AD konverter dengan rentang tegangan masukan 0-5 V DC. Pada tegangan lebih dari 5,7 V atau di bawah - 0,7 V, Maka diperlukan Dioda 1 untuk mengurangi tegangan positif 5,7 V menjadi 5 V. Sedangkan Dioda 2 bertugas untuk mengurangi tegangan negative -0,7 V. Sehingga tegangan keluaran yang rentangnya 0 V sampai 5 V siap diumpankan ke Mikrokontroller.



Gambar 4.10 Rangkaian penindas

Rangkaian Lengkap



Gambar 4.11 Rangkaian kondisioning

Contoh perhitungan:

Kita asumsikan sebuah sensor pada suhu 100 ° C., menurut sebuah tabel nilai 138,506 ohms. Pada pengukuran arus 1 mA drop tegangan 138,506 mV. Rangkaian offset mengurangi dari sinyal 100 mV. Oleh karena itu masih ada sisa 38,506 V.

Dirangkaian penguat berikut memiliki faktor penguatan dari:

$$V = U_a / U_e = 52,134$$

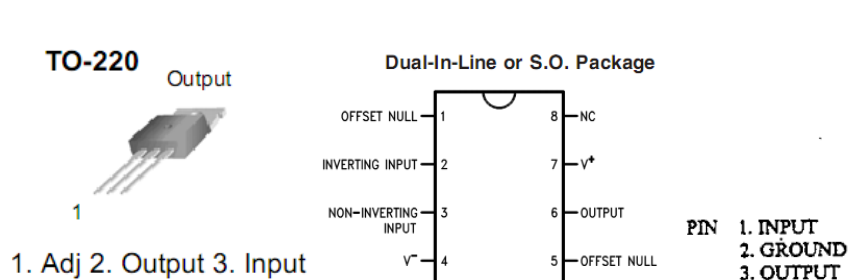
Dengan demikian, sinyal yang diukur meningkat sebagai berikut:

$$38,506 * 52,134 = 2,007 \text{ mV}$$

Mengharapkan akan hasil sebagai berikut:

$$100^{\circ}\text{C} / 255^{\circ}\text{C} * 5\text{V} = 1,961\text{V}$$

Kesalahan ini sekitar 2% timbul akibat dari PT100 non-linear



Sensor Proximity

Sensor Proximity yaitu sensor atau saklar yang dapat mendeteksi adanya target (jenis logam) dengan tanpa adanya kontak fisik, sensor jenis ini biasanya terdiri dari alat elektronis solid-state yang terbungkus rapat untuk melindunginya dari pengaruh getaran, cairan, kimiawi, dan korosif yang berlebihan. Sensor ini dapat diaplikasikan pada kondisi penginderaan pada objek yang dianggap terlalu kecil/lunak untuk menggerakkan suatu mekanis saklar. Prinsip kerjanya adalah dengan memperhatikan perubahan amplitudo suatu lingkungan medan frekuensi tinggi.



Gambar 4.12 Sensor proximity

Sensor proximity adalah sensor untuk mendeteksi ada atau tidaknya suatu obyek. Dalam dunia robotika, sensor proximity seringkali digunakan untuk mendeteksi ada atau tidaknya suatu garis pembimbing gerak robot atau lebih dikenal dengan istilah "Line Follower Robot " atau " Line Tracer Robot", juga biasa digunakan untuk mendeteksi penghalang berupa dinding atau penghalang lain pada Robot Avoider..

Mengapa digunakan sensor proximity, ada beberapa hal atau kondisi digunakannya sensor ini antara lain :

- a). Object yg di deteksi terlalu kecil
- b). Respons cepat dan kecepatan switching di perlukan

Contoh : Dalam menghitung atau eject control applications.

c).Object yg di deteksi harus di indra / check dengan adanya pembatasan non metalik (non logam) seperti kaca, plastik dan karton kertas.

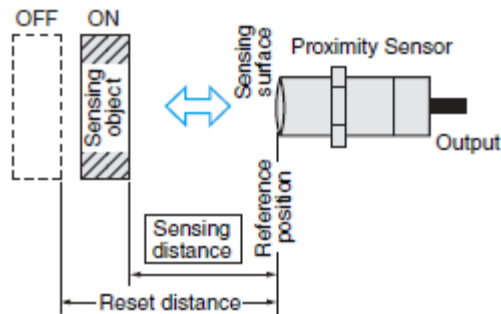
d).Lingkungan yg berbahaya, dimana lingkungan tersebut tidak diijinkan adanya kontak mekanik.

Jenis sensor proximity :

- a) Sensor kedekatan induktif,jika obyeknya adalah logam .Terdiri dari kumparan, osilator, rangkaian detektor dan output elektronis. Kelemahannya sensor ini tidak sensitif terhadap kelembaban, debu dsb.Induktif proximity sensor terdiri dari empat elemen yaitu Sensor coil (ferrite core), oscillator circuit, detection circuit dan solid state output circuit.
- b). Sensor kedekatan kapasitif. Obyeknya dapat konduktif atau non konduktif.Sensor ini dapat diaktifkan dengan bahan non konduktif seperti kayu, tepung, gula, dsb
- c). Sensor Photoelectri sensor photoelectric adalah peralatan yang mengkonversikan sinyal yang dibangkitkan oleh emisi cahaya menjadi sinyal listrik
- d). Sensor Ultrasonic Gelombang ultrasonik adalah gelombang yang dipancarkan dengan besar frekuensi diatas frekuensi gelombang suara

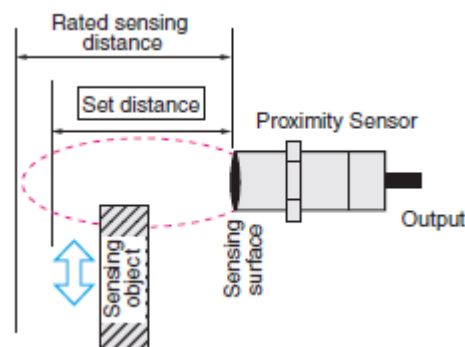
Jarak Diteksi

Jarak diteksi adalah jarak dari posisi yang terbaca dan tidak terbaca sensor untuk operasi kerjanya, ketika obyek benda digerakkan oleh metode tertentu.



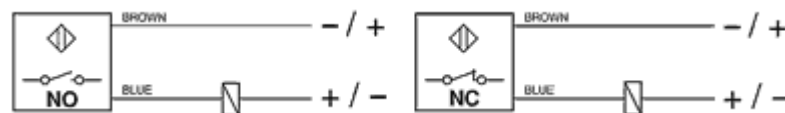
Gambar 4.13 Posisi penempatan sensor proximity

Pengaturan jarak, Mengatur jarak dari permukaan sensor memungkinkan penggunaan sensor lebih stabil dalam operasi kerjanya, termasuk pengaruh suhu dan tegangan. Posisi objek (standar) sensing transit ini adalah sekitar 70% sampai 80% dari jarak (nilai) normal sensing.

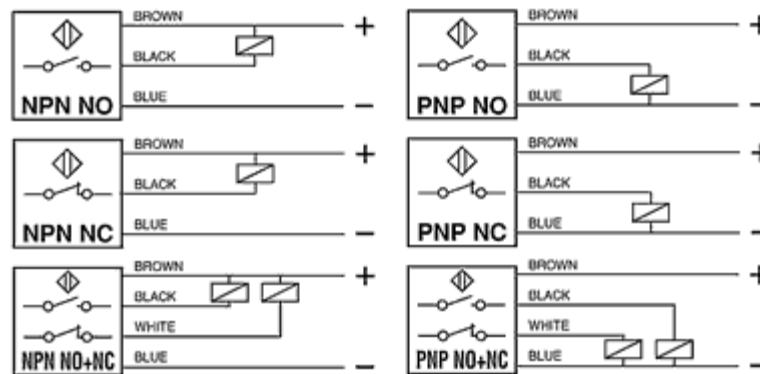


Gambar 4.14 Posisi penempatan sensor proximity

Nilai output dari Proximity Switch ini ada 3 macam, dan bisa diklasifikasikan juga sebagai nilai **NO** (Normally Open) dan **NC** (Normally Close). Persis seperti fungsi pada [tombol](#), atau secara spesifik menyerupai fungsi [limit switch](#) dalam suatu sistem kerja rangkaian yang membutuhkan suatu perangkat pembaca dalam sistem kerja kontinue mesin. Tiga macam output Proximity Switch ini bisa dilihat pada gambar dibawah.



Gambar 4.15 Output 2 kabel VDC



Gambar 4.16 Output 3 dan 4 kabel VDC



Gambar 4.17 Output 2 kabel VAC

Dengan melihat gambar diatas kita dapat mengenali type sensor Proximity Switch ini, yaitu type NPN dan type PNP. Type inilah yang nanti bisa dikoneksikan dengan berbagai macam peralatan kontrol semi digital yang membutuhkan nilai nilai logika sebagai input untuk proses kerjanya. Menghubungkan sumber tegangan sudah standart warna kabel maupun simbolnya dari segala pabrikan.

Tabel 4.1 Simbol Terminal

Fungsi	Warna	Simbol
Positive supply voltage (+)	brown	BN
Negative supply voltage (-)	blue	BL
Switch Output	black	BK
Antivalent switch Output	white	WH

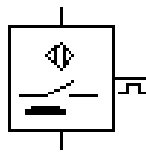
Beberapa jenis Proximity Switch ini hanya bisa dikoneksikan dengan perangkat PLC tergantung type dan jenisnya. Sensor ini juga bisa dikoneksikan langsung dengan berbagai macam peralatan kontrol semi digital, dan counter relay digital adalah salah satunya.

Pada prinsipnya fungsi Proximity Switch ini dalam suatu rangkaian pengendali adalah sebagai kontrol untuk memati hidupkan suatu sistem interlock dengan bantuan peralatan semi digital untuk sistem kerja berurutan dalam rangkaian kontrol.

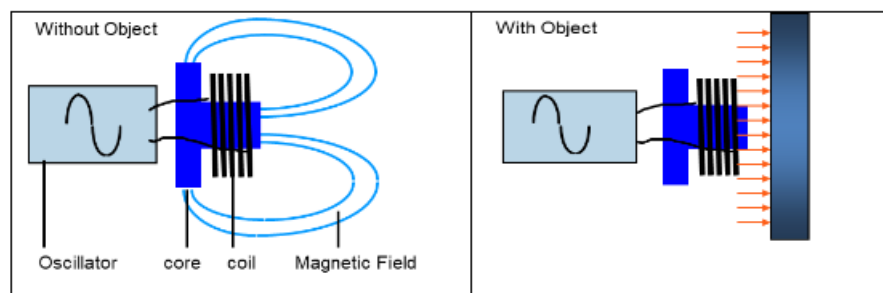
Proximity Inductive

Tapi kali ini saya fokus untuk membahas inductive proximity. Sensor ini bekerja sama dengan koil elektromagnetik akan mendeteksi kehadiran suatu objek logam. Sensor ini mempunyai empat elemen utama yaitu Koil, Osilator, Rangkaian Trigger, dan sebuah output. Osilator berfungsi untuk menghasilkan frekuensi radio. Medan elektromagnetik yang dihasilkan oleh osilator akan dipancarkan oleh koil melalui permukaan sensor, rangkaian ini akan mendapat umpan balik dari medan yang dideteksi untuk menjaga osilator tetap bekerja.

Dimana inductive proximity atau yang kita kenal di ranah industri dengan istilah speed monitor (speedmon), karna biasanya sensor ini dipakai pada belt conveyor yang dipasang di bagian tail pulley untuk safety device. Kalau dipabrik semen selain di belt conveyor inductive proximity juga digunakan pada Screw Conveyor, Drag Chain, atau untuk hal-hal yang berkaitan dengan posisi ataupun switch.



Gambar 4.18 Simbol inductive proximity



Gambar 4.19 Induksi tanpa dan dengan objek pada inductive proximity

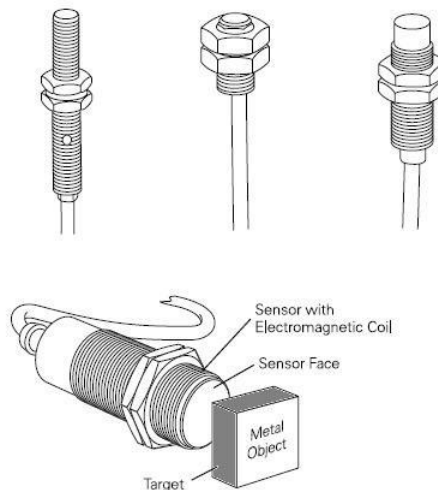
Sensor ini memanfaatkan medan electromagnetic untuk mendeteksi benda logam yang ada didekatnya. Secara sederhana Inductive proximity hanya sensor switch yang memberikan logika true jika mendeteksi logam di dekatnya tapi ada juga jenis yang membutuhkan pulsa artinya sensor ini harus mendeteksi object

(logam) berulang-ulang kali agar dapat menghasilkan pulsa dengan nilai frekuensi yang sama atau lebih besar dari setting frekuensi thresholdnya baru kemudian dia akan memberikan logika 1, Sensor jenis inilah yang biasanya dipakai pada belt conveyor.



Gambar 4.20 Jenis dan Berbagai type Inductive Proximity

Inductive Proximity ada yang 2 kabel ada juga yang tiga kabel ada yang 24 VDC ada juga yang 220 VAC, jadi kembali lagi, tergantung kebutuhan kita dalam pemakaiannya. Gambar Prinsip Kerja Inductive Proximity Sensor



Gambar 4.21 Prinsip Kerja Inductive Proximity Sensor

Proximity Switch atau Sensor Proximity adalah alat pendeteksi yang bekerja berdasarkan jarak obyek terhadap sensor. Karakteristik dari sensor ini adalah mendeteksi obyek benda dengan jarak yang cukup dekat, berkisar antara 1 mm sampai beberapa centi meter saja sesuai type sensor yang digunakan. Proximity Switch ini mempunyai tegangan kerja antara 10-30 Vdc dan ada juga yang menggunakan tegangan 100-200VAC.

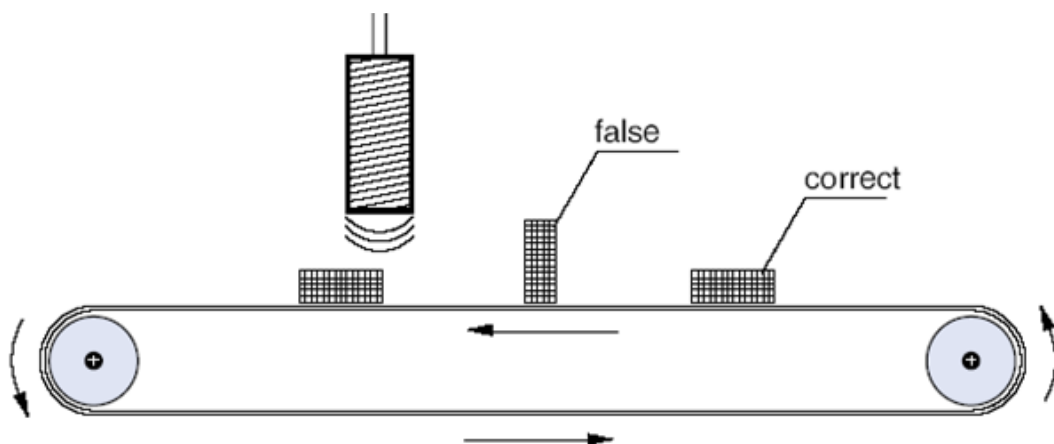


Gambar 4.22 Bentuk asli Proximity induktif Sensor

Aplikasi Proximity Induktif

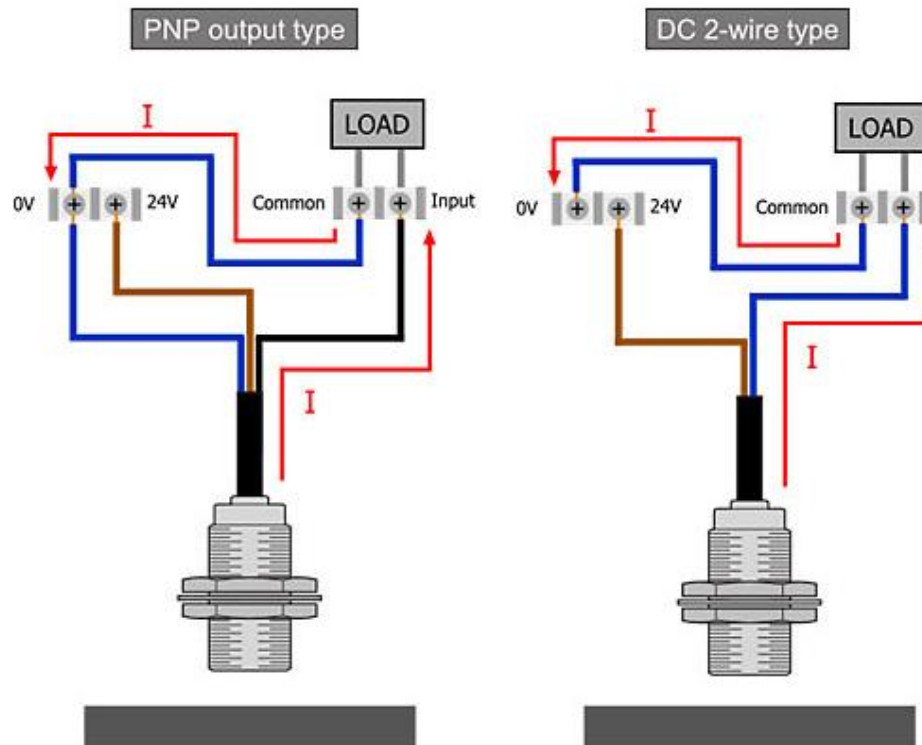
berfungsi untuk mendeteksi obyek besi/metal. Meskipun terhalang oleh benda non-metal, sensor akan tetap dapat mendeteksi selama dalam jarak (nilai) normal sensing atau jangkauannya. Jika sensor mendeteksi adanya besi di area sensingnya, maka kondisi output sensor akan berubah nilainya.

Dari gambar dibawah ini merupakan aplikasi mendeteksi ketinggian benda di conveyor



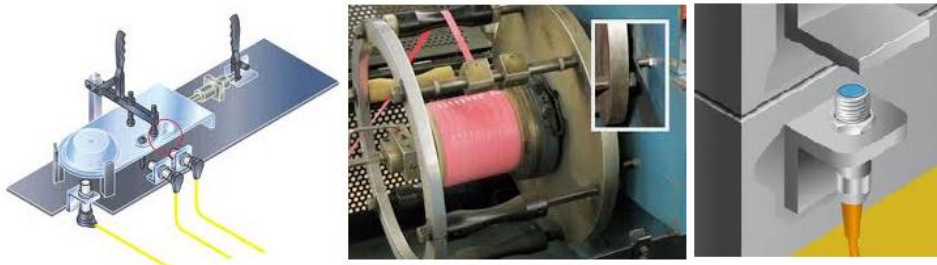
Gambar 4.23 Aplikasi Proximity induktif pada belt konveyor

Untuk merangkai dan pengkabelan perlu diperhatikan jenis dan type apakah sensor proximity induktif PNP atau NPN outputnya, sumber tegangan DC atau AC dan berapa kabe 3 atau 2 kabel. Contohnya dapat dilihat pada gambar di bawah ini



Gambar 4.24 Cara pengkabelan Proximity induktif

Dan cara pemasangan dapat dilihat juga gambar realita Sensor Induktif dipasang.



Gambar 4.25 Cara penempatan Proximity induktif pada suatu mesin

Spesifikasi Proximity Induktif

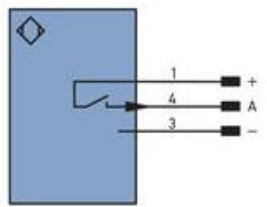
Produk dari Wenglor



Inductive Data	
Switching Distance	2 mm
Correction Factors V2A/CuZn/Al	0,74/0,4
Mounting	flush
Mounting A/B/C/D in mm	0/24/6/0
Switching Hysteresis	< 15 %
Electrical Data	
Supply Voltage	10...30 V
Current Consumption (U _b = 24 V)	< 6 mA
Switching Frequency	700 Hz
Temperature Drift	< 10 %
Temperature Range	-25...80 °C
Switching Output Voltage Drop	< 2,5 V
Switching Output/Switching Current	200 mA
Residual Current Switching Output	< 100 µA
Short Circuit Protection	yes
Reverse Polarity and Overload Protection	yes
Protection Class	III

Mechanical Data	
Housing Material	CuZn, nickel plated
Full Encapsulation	yes
Degree of Protection	IP67
Connection	M12 × 1; 4-pin
General Data	
Stock Type	X
Output	
PNP NO	yes
    	

102



Legend			
01	Boiler Output 1	02	Boiler Output 2
02	Boiler Output 1	03	Boiler Output 3
03	Boiler Output 1	04	Boiler Output 4
04	Boiler Output 1	05	Boiler Output 5
05	Boiler Output 1	06	Boiler Output 6
06	Boiler Output 1	07	Boiler Output 7
07	Boiler Output 1	08	Boiler Output 8
08	Boiler Output 1	09	Boiler Output 9
09	Boiler Output 1	10	Boiler Output 10
10	Boiler Output 1	11	Boiler Output 11
11	Boiler Output 1	12	Boiler Output 12
12	Boiler Output 1	13	Boiler Output 13
13	Boiler Output 1	14	Boiler Output 14
14	Boiler Output 1	15	Boiler Output 15
15	Boiler Output 1	16	Boiler Output 16
16	Boiler Output 1	17	Boiler Output 17
17	Boiler Output 1	18	Boiler Output 18
18	Boiler Output 1	19	Boiler Output 19
19	Boiler Output 1	20	Boiler Output 20
20	Boiler Output 1	21	Boiler Output 21
21	Boiler Output 1	22	Boiler Output 22
22	Boiler Output 1	23	Boiler Output 23
23	Boiler Output 1	24	Boiler Output 24
24	Boiler Output 1	25	Boiler Output 25
25	Boiler Output 1	26	Boiler Output 26
26	Boiler Output 1	27	Boiler Output 27
27	Boiler Output 1	28	Boiler Output 28
28	Boiler Output 1	29	Boiler Output 29
29	Boiler Output 1	30	Boiler Output 30
30	Boiler Output 1	31	Boiler Output 31
31	Boiler Output 1	32	Boiler Output 32
32	Boiler Output 1	33	Boiler Output 33
33	Boiler Output 1	34	Boiler Output 34
34	Boiler Output 1	35	Boiler Output 35
35	Boiler Output 1	36	Boiler Output 36
36	Boiler Output 1	37	Boiler Output 37
37	Boiler Output 1	38	Boiler Output 38
38	Boiler Output 1	39	Boiler Output 39
39	Boiler Output 1	40	Boiler Output 40
40	Boiler Output 1	41	Boiler Output 41
41	Boiler Output 1	42	Boiler Output 42
42	Boiler Output 1	43	Boiler Output 43
43	Boiler Output 1	44	Boiler Output 44
44	Boiler Output 1	45	Boiler Output 45
45	Boiler Output 1	46	Boiler Output 46
46	Boiler Output 1	47	Boiler Output 47
47	Boiler Output 1	48	Boiler Output 48
48	Boiler Output 1	49	Boiler Output 49
49	Boiler Output 1	50	Boiler Output 50
50	Boiler Output 1	51	Boiler Output 51
51	Boiler Output 1	52	Boiler Output 52
52	Boiler Output 1	53	Boiler Output 53
53	Boiler Output 1	54	Boiler Output 54
54	Boiler Output 1	55	Boiler Output 55
55	Boiler Output 1	56	Boiler Output 56
56	Boiler Output 1	57	Boiler Output 57
57	Boiler Output 1	58	Boiler Output 58
58	Boiler Output 1	59	Boiler Output 59
59	Boiler Output 1	60	Boiler Output 60
60	Boiler Output 1	61	Boiler Output 61
61	Boiler Output 1	62	Boiler Output 62
62	Boiler Output 1	63	Boiler Output 63
63	Boiler Output 1	64	Boiler Output 64
64	Boiler Output 1	65	Boiler Output 65
65	Boiler Output 1	66	Boiler Output 66
66	Boiler Output 1	67	Boiler Output 67
67	Boiler Output 1	68	Boiler Output 68
68	Boiler Output 1	69	Boiler Output 69
69	Boiler Output 1	70	Boiler Output 70
70	Boiler Output 1	71	Boiler Output 71
71	Boiler Output 1	72	Boiler Output 72
72	Boiler Output 1	73	Boiler Output 73
73	Boiler Output 1	74	Boiler Output 74
74	Boiler Output 1	75	Boiler Output 75
75	Boiler Output 1	76	Boiler Output 76
76	Boiler Output 1	77	Boiler Output 77
77	Boiler Output 1	78	Boiler Output 78
78	Boiler Output 1	79	Boiler Output 79
79	Boiler Output 1	80	Boiler Output 80
80	Boiler Output 1	81	Boiler Output 81
81	Boiler Output 1	82	Boiler Output 82
82	Boiler Output 1	83	Boiler Output 83
83	Boiler Output 1	84	Boiler Output 84
84	Boiler Output 1	85	Boiler Output 85
85	Boiler Output 1	86	Boiler Output 86
86	Boiler Output 1	87	Boiler Output 87
87	Boiler Output 1	88	Boiler Output 88
88	Boiler Output 1	89	Boiler Output 89
89	Boiler Output 1	90	Boiler Output 90
90	Boiler Output 1	91	Boiler Output 91
91	Boiler Output 1	92	Boiler Output 92
92	Boiler Output 1	93	Boiler Output 93
93	Boiler Output 1	94	Boiler Output 94
94	Boiler Output 1	95	Boiler Output 95
95	Boiler Output 1	96	Boiler Output 96
96	Boiler Output 1	97	Boiler Output 97
97	Boiler Output 1	98	Boiler Output 98
98	Boiler Output 1	99	Boiler Output 99
99	Boiler Output 1	100	Boiler Output 100
100	Boiler Output 1	101	Boiler Output 101
101	Boiler Output 1	102	Boiler Output 102
102	Boiler Output 1	103	Boiler Output 103
103	Boiler Output 1	104	Boiler Output 104
104	Boiler Output 1	105	Boiler Output 105
105	Boiler Output 1	106	Boiler Output 106
106	Boiler Output 1	107	Boiler Output 107
107	Boiler Output 1	108	Boiler Output 108
108	Boiler Output 1	109	Boiler Output 109
109	Boiler Output 1	110	Boiler Output 110
110	Boiler Output 1	111	Boiler Output 111
111	Boiler Output 1	112	Boiler Output 112
112	Boiler Output 1	113	Boiler Output 113
113	Boiler Output 1	114	Boiler Output 114
114	Boiler Output 1	115	Boiler Output 115
115	Boiler Output 1	116	Boiler Output 116
116	Boiler Output 1	117	Boiler Output 117
117	Boiler Output 1	118	Boiler Output 118
118	Boiler Output 1	119	Boiler Output 119
119	Boiler Output 1	120	Boiler Output 120
120	Boiler Output 1	121	Boiler Output 121
121	Boiler Output 1	122	Boiler Output 122
122	Boiler Output 1	123	Boiler Output 123
123	Boiler Output 1	124	Boiler Output 124
124	Boiler Output 1	125	Boiler Output 125
125	Boiler Output 1	126	Boiler Output 126
126	Boiler Output 1	127	Boiler Output 127
127	Boiler Output 1	128	Boiler Output 128
128	Boiler Output 1	129	Boiler Output 129
129	Boiler Output 1	130	Boiler Output 130
130	Boiler Output 1	131	Boiler Output 131
131	Boiler Output 1	132	Boiler Output 132
132	Boiler Output 1	133	Boiler Output 133
133	Boiler Output 1	134	Boiler Output 134
134	Boiler Output 1	135	Boiler Output 135
135	Boiler Output 1	136	Boiler Output 136
136	Boiler Output 1	137	Boiler Output 137
137	Boiler Output 1	138	Boiler Output 138
138	Boiler Output 1	139	Boiler Output 139
139	Boiler Output 1	140	Boiler Output 140
140	Boiler Output 1	141	Boiler Output 141
141	Boiler Output 1	142	Boiler Output 142
142	Boiler Output 1	143	Boiler Output 143
143	Boiler Output 1	144	Boiler Output 144
144	Boiler Output 1	145	Boiler Output 145
145	Boiler Output 1	146	Boiler Output 146
146	Boiler Output 1	147	Boiler Output 147
147	Boiler Output 1	148	Boiler Output 148
148	Boiler Output 1	149	Boiler Output 149
149	Boiler Output 1	150	Boiler Output 150
150	Boiler Output 1	151	Boiler Output 151
151	Boiler Output 1	152	Boiler Output 152
152	Boiler Output 1	153	Boiler Output 153
153	Boiler Output 1	154	Boiler Output 154
154	Boiler Output 1	155	Boiler Output 155
155	Boiler Output 1	156	Boiler Output 156
156	Boiler Output 1	157	Boiler Output 157
157	Boiler Output 1	158	Boiler Output 158
158	Boiler Output 1	159	Boiler Output 159
159	Boiler Output 1	160	Boiler Output 160
160	Boiler Output 1	161	Boiler Output 161
161	Boiler Output 1	162	Boiler Output 162
162	Boiler Output 1	163	Boiler Output 163
163	Boiler Output 1	164	Boiler Output 164
164	Boiler Output 1	165	Boiler Output 165
165	Boiler Output 1	166	Boiler Output 166
166	Boiler Output 1	167	Boiler Output 167
167	Boiler Output 1	168	Boiler Output 168
168	Boiler Output 1	169	Boiler Output 169
169	Boiler Output 1	170	Boiler Output 170
170	Boiler Output 1	171	Boiler Output 171
171	Boiler Output 1	172	Boiler Output 172
172	Boiler Output 1	173	Boiler Output 173
173	Boiler Output 1	174	Boiler Output 174
174	Boiler Output 1	175	Boiler Output 175
175	Boiler Output 1	176	Boiler Output 176
176	Boiler Output 1	177	Boiler Output 177
177	Boiler Output 1	178	Boiler Output 178
178	Boiler Output 1	179	Boiler Output 179
179	Boiler Output 1	180	Boiler Output 180
180	Boiler Output 1	181	Boiler Output 181
181	Boiler Output 1	182	Boiler Output 182
182	Boiler Output 1	183	Boiler Output 183
183	Boiler Output 1	184	Boiler Output 184
184	Boiler Output 1	185	Boiler Output 185
185	Boiler Output 1	186	Boiler Output 186
186	Boiler Output 1	187	Boiler Output 187
187	Boiler Output 1	188	Boiler Output 188
188	Boiler Output 1	189	Boiler Output 189
189	Boiler Output 1	190	Boiler Output 190
190	Boiler Output 1	191	Boiler Output 191
191	Boiler Output 1	192	Boiler Output 192
192	Boiler Output 1	193	Boiler Output 193
193	Boiler Output 1	194	Boiler Output 194
194	Boiler Output 1	195	Boiler Output 195
195	Boiler Output 1	196	Boiler Output 196
196	Boiler Output 1	197	Boiler Output 197
197	Boiler Output 1	198	Boiler Output 198
198	Boiler Output 1	199	Boiler Output 199
199	Boiler Output 1	200	Boiler Output 200
200	Boiler Output 1	201	Boiler Output 201
201	Boiler Output 1	202	Boiler Output 202
202	Boiler Output 1	203	Boiler Output 203
203	Boiler Output 1	204	Boiler Output 204
204	Boiler Output 1	205	Boiler Output 205
205	Boiler Output 1	206	Boiler Output 206
206	Boiler Output 1	207	Boiler Output 207
207	Boiler Output 1	208	Boiler Output 208
208	Boiler Output 1	209	Boiler Output 209
209	Boiler Output 1	210	Boiler Output 210
210	Boiler Output 1	211	Boiler Output 211
211	Boiler Output 1	212	Boiler Output 212
212	Boiler Output 1	213	Boiler Output 213
213	Boiler Output 1	214	Boiler Output 214
214	Boiler Output 1	215	Boiler Output 215
215	Boiler Output 1	216	Boiler Output 216
216	Boiler Output 1	217	Boiler Output 217
217	Boiler Output 1	218	Boiler Output 218
218	Boiler Output 1	219	Boiler Output 219
219	Boiler Output 1	220	Boiler Output 220
220	Boiler Output 1	221	Boiler Output 221
221	Boiler Output 1	222	Boiler Output 222
222	Boiler Output 1	223	Boiler Output 223
223	Boiler Output 1	224	Boiler Output 224
224	Boiler Output 1	225	Boiler Output 225
225	Boiler Output 1	226	Boiler Output 226
226	Boiler Output 1	227	Boiler Output 227
227	Boiler Output 1	228	Boiler Output 228
228	Boiler Output 1	229	Boiler Output 229
229	Boiler Output 1	230	Boiler Output 230
230	Boiler Output 1	231	Boiler Output 231
231	Boiler Output 1	232	Boiler Output 232
232	Boiler Output 1	233	Boiler Output 233
233	Boiler Output 1	234	Boiler Output 234
234	Boiler Output 1	235	Boiler Output 235
235	Boiler Output 1	236	Boiler Output 236
236	Boiler Output 1	237	Boiler Output 237
237	Boiler Output 1	238	Boiler Output 238
238	Boiler Output 1	239	Boiler Output 239
239	Boiler Output 1	240	Boiler Output 240
240	Boiler Output 1	241	Boiler Output 241
241	Boiler Output 1	242	Boiler Output 242
242	Boiler Output 1	243	Boiler Output 243
243	Boiler Output 1	244	Boiler Output 244
244	Boiler Output 1	245	Boiler Output 245
245	Boiler Output 1	246	Boiler Output 246
246	Boiler Output 1	247	Boiler Output 247
247	Boiler Output 1	248	Boiler Output 248
248	Boiler Output 1	249	Boiler Output 249
249	Boiler Output 1	250	Boiler Output 250
250	Boiler Output 1	251	Boiler Output 251
251	Boiler Output 1	252	Boiler Output 252
252	Boiler Output 1	253	Boiler Output 253
253	Boiler Output 1	254	Boiler Output 254
254	Boiler Output 1	255	Boiler Output 255
255	Boiler Output 1	256	Boiler Output 256
256	Boiler Output 1	257	Boiler Output 257
257	Boiler Output 1	258	Boiler Output 258
258	Boiler Output 1	259	Boiler Output 259
259			

The diagram shows a continuous beam with two spans. The left span has a length of A and the right span has a length of B . The beam is supported by two vertical supports. The height of the beam above the supports is C , and the height of the beam below the supports is D .

Technical drawing of a shaft-hub assembly. The shaft has a diameter of $\varnothing 30$ and a length of 100. The hub has an inner diameter of $\varnothing 30$ and an outer diameter of $\varnothing 50$. The hub length is 50. The fit is specified as H7/k6. The drawing shows the shaft and hub with dimensions and fit specifications.

1 = Switching Status Indicator



Selain sensor induktif dengan jarak standar, sensor ini juga menyediakan tipe AC sensor dua-kawat induktif dengan pengaman short circuit dari ukuran M18. Jika sensor wenglor secara langsung terhubung ke 220 VAC power supply tanpa beban, maka system perlindungan hubung singkat akan aktif. Sensor Induktif AC dua kawat dapat dioperasikan sebagai sensor AC-DC dengan berdasar tegangan input yang masuk kedalamnya (AC/DC)

Produk Autonic



Gambar 4.26. Proximity autonic

Detecting Distance	4mm
Hysteresis	Max. 10% of detecting distance
Setting Distance	0 to 2.8mm
Power Supply	12 - 24 VDC
Current Consumption	Max 10mA
Response Frequency	400Hz
Operating Indicator	Red LED
Cable Length	2m
Ambient Temperature	-25 to +70°C
Ambient Humidity	35 to 95%RH
Protection Circuit	Reverse polarity, surge, overload and circuit
Protection	IEC IP67

Spesifikasi induktif sensor produk Autonic

- Detects Metallic objects –
- Standard Detecting Distance: 4mm –
- Normally Open –
- DC wire output –
- Requires a 12 to 24VDC Power Supply

Deskripsi:

Sensor Proximity adalah solusi yang paling umum dan terjangkau untuk mendeteksi obyek tanpa sentuhan. Sensor jarak paling sering digunakan adalah jenis induktif, yang menghasilkan medan elektromagnetik untuk mendeteksi benda logam lewat dekat dengan permukaan sensor. Ini merupakan teknologi penginderaan termudah untuk diterapkan dalam aplikasi di mana benda logam dideteksi berada dalam jarak 1 atau dua inci dari permukaan sensor. Jarak deteksi dapat bervariasi karena dipengaruhi bentuk, ketebalan dan jenis logam yang terdeteksi dan akan secara umum antara 70 sampai 80% dari jarak standar.

Produk Omron



Spesifikasi :

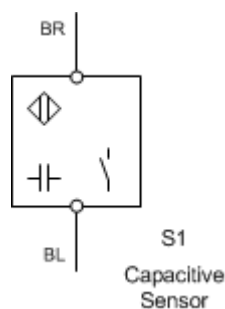
- SVHC: To Be Advised
- Sensing Range Max: 8mm
- Sensor Input: Inductive
- Supply Voltage DC Max: 30V
- Supply Voltage DC Min: 10V
- Non-shield wire
- NO operation mode
- 8mm Sensing distance
- Pre-wired connection
- PVC oil-resistant cable

Diskripsi

The E2E-X8MD1 adalah DC 3-kawat Standard Proximity Sensor untuk mendeteksi logam besi dengan konfigurasi PNP. Tahan terhadap pengaruh lingkungan dengan dilengkapi kabel standar yang terbuat dari PVC, tahan minyak dan permukaan sensor terbuat dari bahan yang tahan korosi minyak.

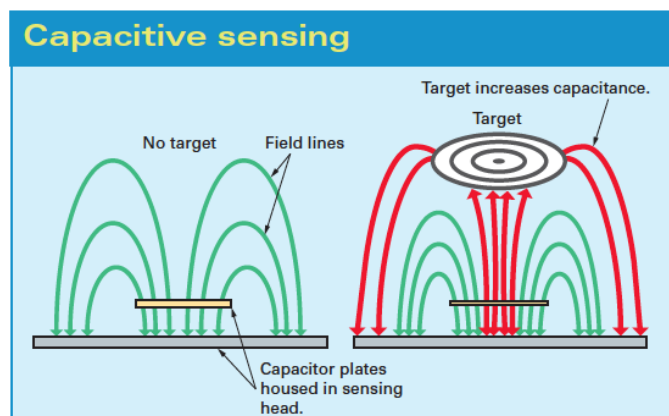
Proximity Capacitive

Proximity Capacitive akan mendeteksi semua obyek yang ada dalam jarak sensingnya baik metal maupun non-metal.



Gambar 4.27 Simbol Proximity kapasitif

Sensor kapasitif merupakan sensor elektronika yang bekerja berdasarkan konsep kapasitif. Sensor ini bekerja berdasarkan perubahan muatan energi listrik yang dapat disimpan oleh sensor akibat perubahan jarak lempeng, perubahan luas penampang dan perubahan volume dielektrikum sensor kapasitif tersebut. Konsep kapasitor yang digunakan dalam sensor kapasitif adalah proses menyimpan dan melepas energi listrik dalam bentuk muatan-muatan listrik pada kapasitor yang dipengaruhi oleh luas permukaan, jarak dan bahan dielektrikum.



Gambar 4.28 Bentuk gelombang pengindraan pada Proximity Capacitive

Sensor kapasitif sama dengan sensor induktif yang sudah dibahas sebelumnya. Perbedaan antara sensor kapasitif dengan sensor induktif adalah Sensor kapasitif menghasilkan medan elektrostatik bukan medan elektromagnetik seperti pada sensor induktif.

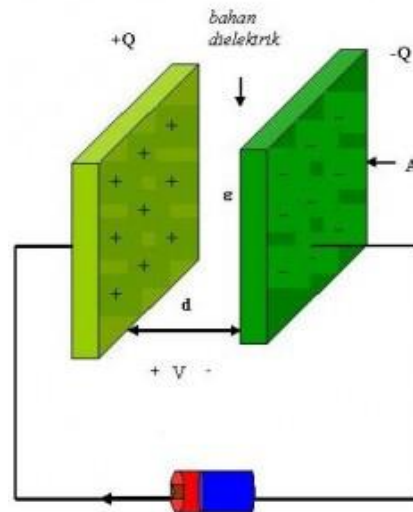
Sensor kapasitif bisa mendeteksi material yang terbuat dari logam maupun non logam seperti gelas, cairan, atau baja.



Gambar 4.29 Bentuk benda Proximity Capacitive

Cara kerja proximity kapasitif :

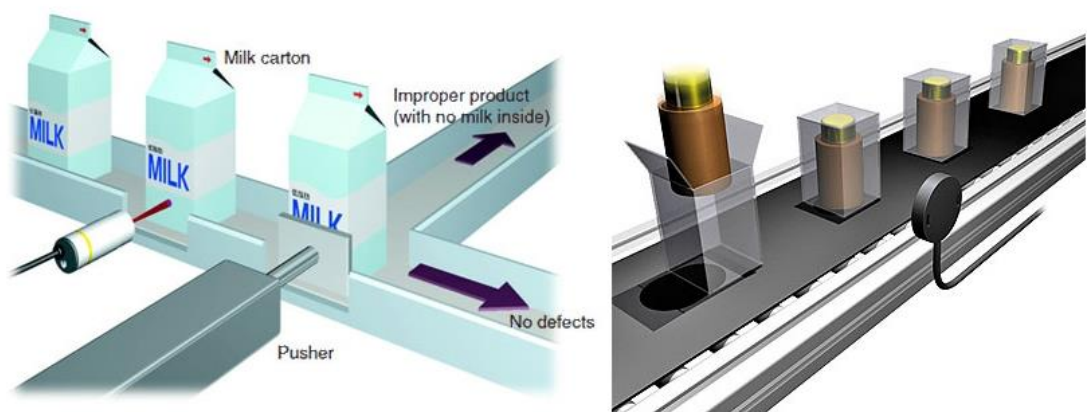
Proximity kapasitif mengukur perubahan kapasitansi medan listrik sebuah kapasitor yang disebabkan oleh objek yang mendekatnya. Proximity kapasitif bisa mendeteksi baik benda logam maupun non logam.



Gambar 4.30 Konsep sensor kapasitif

Aplikasi dari Proximity kapasitif

di Industri dapat dilihat contoh dibawah ini yang bisa mendeteksi baik benda logam maupun non logam



Gambar 4.31 Aplikasi dari Proximity kapasitif di Industri

Produk Autonic

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 ※

※ mark can be customized.

◎ AC 2-wire type

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

■ Specifications

Model	CR18-8DN CR18-3DP CR18-8DN2	CR30-15DN CR30-15DP CR30-15DN2	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	
	(AWG22, Core diameter: 0.08mm, Number of cores: 60, Insulator out diameter: Ø1.25mm)			
Material	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.

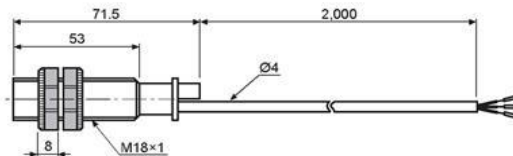
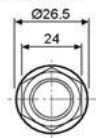
※2: The weight includes packaging. The weight in parentheses is for unit only.

※Environment resistance is rated at no freezing or condensation.

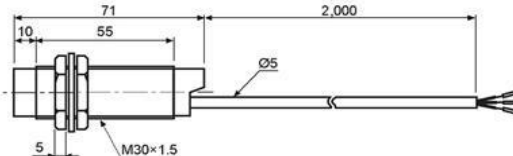
■ Dimensions

(unit: mm)

• CR18-8□□



• CR30-15□□



Produk Omron



Sensor jarak tubular direkayasa untuk digunakan mendeteksi obyek logam dan obyek non-logam.

Spesifikasi :

- Item : Cylindrical Proximity Sensor
- Sensing Method : Capacitive
- Diameter : 30mm
- Power Requirement : 10 to 30 VDC
- Circuit Type : 3 Wire PNP
- Output Mode : NO
- Shielded / Unshielded : Unshielded
- NEMA Rating : 1, 4, 12, 13
- IP Rating : 66
- Electrical Connection : 2m Cable
- Case Material : ABS
- Basic Material Plastic
- Max. Detecting Distance : 15.0mm
- Length : 41mm
- Operating Frequency : 100 Hz
- Operating Temp. Range : -13 Degrees to 158 Degrees F
- Max. Current Load : 200mA
- Description/Special Features LED Indication
- Standards CE Compliance
- Includes Instruction Manual

Photoelectric Sensors

Sensor photoelectric adalah peralatan yang mengkonversikan sinyal yang dibangkitkan oleh emisi cahaya menjadi sinyal listrik. Sinar dapat bermacam-macam tergantung dengan panjang gelombangnya. Sensor photoelectric mempunyai 2 buah komponen utama yaitu pemancar dan penerima.

Secara lebih detail kedua komponen tersebut adalah sebagai berikut :

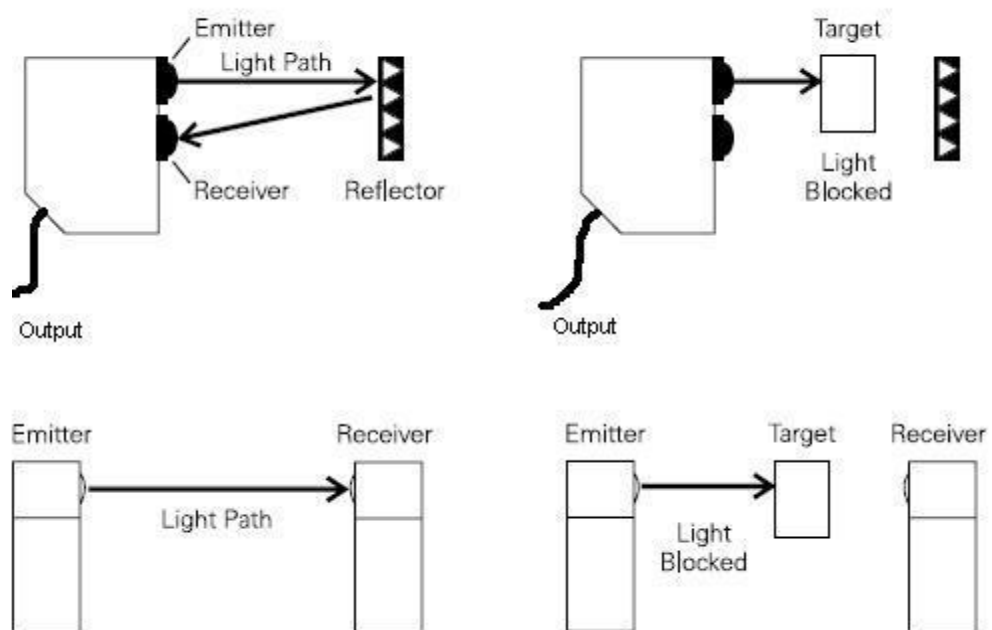
Pemancar terdiri dari komponen :

- Luminescent Diode yang juga dikenal dengan nama Light Emitting Diode (LED)
- Dioda Laser

Penerima terdiri dari komponen

- Photodiode
- Phototransistor

Bentuk ilustrasinya adalah :

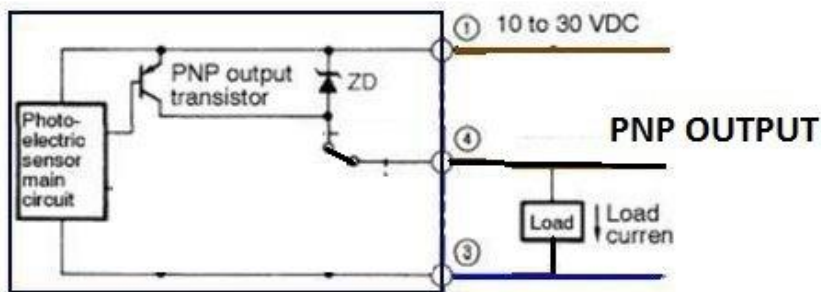


Gambar 4.32 Diagram Photoelectric Sensors

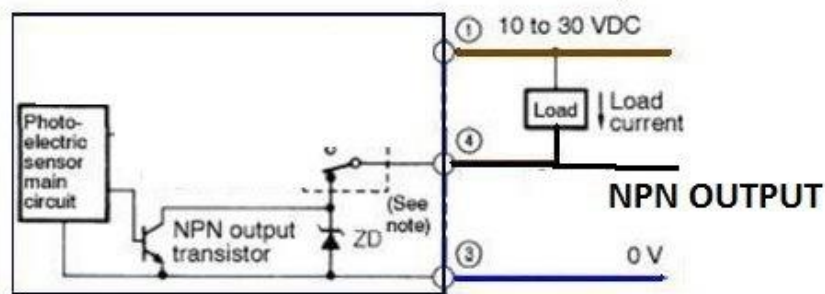
Type Output Sensor NPN dan PNP

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 tunjukan perbedaan output sensor NPN atau PNP.

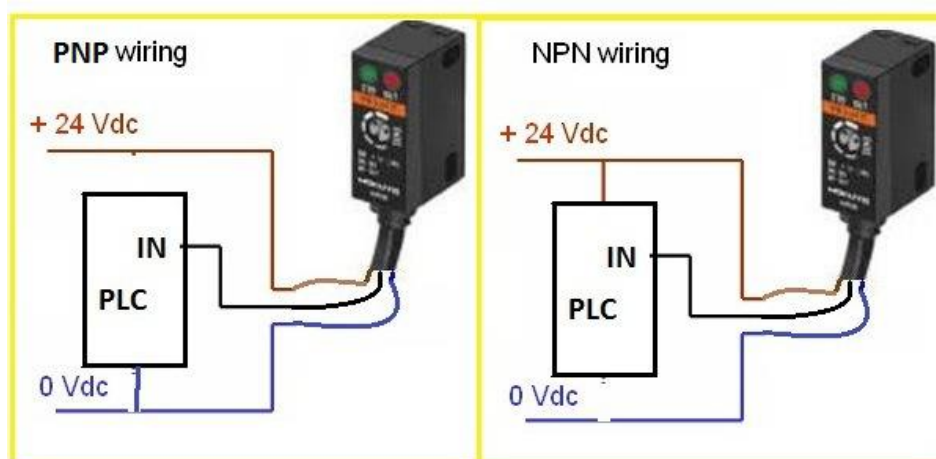
PNP 3-wire Standard Diagram



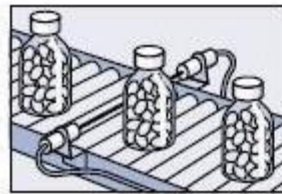
NPN 3-wire Standard Diagram



Gambar 4.33 Photoelectric Sensors type output NPN dan PNP

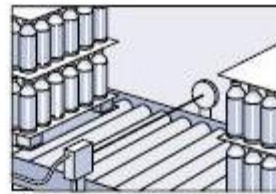


Gambar 4.34 Contoh pemasangan sensor photoelectric pada load/PLC



Application
Verifying Objects in
Clear Bottles

Sensor
M12 Thru Beam



Application
Flow of Pallets
Carrying Bottles

Sensor
K40 Retroreflective



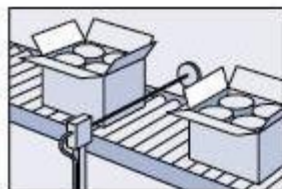
Application
Counting Cans

Sensor
K50 Polarized
Retroreflective



Application
Counting Bottles

Sensor
SL18 Retroreflective



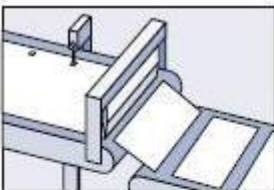
Application
Counting Cartons

Sensor
K65 Retroreflective



Application
Car Wash

Sensor
SL Thru Beam



Application
Reading Reference
Marks for Trimming

Sensor
C80 Mark Sensor



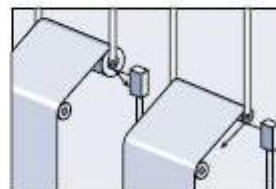
Application
Detecting Persons

Sensor
K50 Retroreflective



Application
Controlling Parking
Gate

Sensor
SL Retroreflective



Application
End of Roll Detection

Sensor
K31 Diffuse

Gambar 4.35 Contoh aplikasi Photoelectric Sensors

Contoh aplikasi dari photoelectric terlihat pada gambar 4.35 yang berbagai macam jenis proses mulai mendeteksi karton, botol, kaleng, mobil, kertas dan manusia yang nanti hasilnya apakah sebagai data penghitung/counter.

PHOTO SEMIKONDUKTOR

Device photo semikonduktor memanfaatkan efek kuantum pada junction, energi yang diterima oleh elektron yang memungkinkan elektron pindah dari ban valensi ke ban konduksi pada kondisi bias mundur. Bahan semikonduktor seperti Germanium (Ge) dan Silikon (Si) mempunyai 4 buah electron valensi, masing-masing electron dalam atom saling terikat sehingga electron valensi genap menjadi 8 untuk setiap atom, itulah sebabnya kristal silicon memiliki konduktivitas listrik yang rendah, karena setiap electron terikat oleh atom atom yang berada disekelilingnya. Untuk membentuk semikonduktor tipe P pada bahan tersebut disisipkan pengotor dari unsur golongan III, sehingga bahan tersebut menjadi lebih bermuatan positif, karena terjadi kekosongan electron pada struktur kristalnya. Bila semikonduktor jenis N disinari cahaya, maka elektron yang tidak terikat pada struktur kristal akan mudah lepas. Kemudian bila dihubungkan semikonduktor jenis P dan jenis N dan kemudian disinari cahaya, maka akan terjadi beda tegangan diantara kedua bahan tersebut. Beda potensial pada bahan silikon umumnya berkisar antara 0,6 volt sampai 0,8 volt.

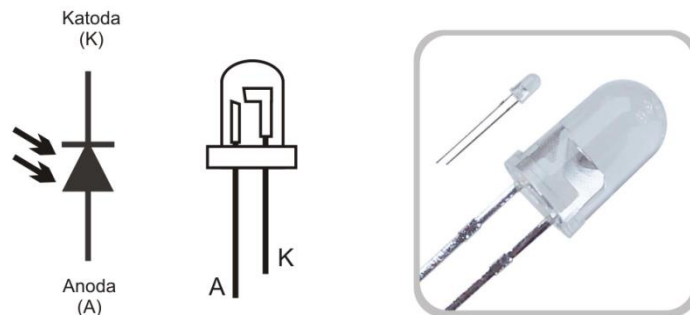
Beberapa karakteristik dioda foto yang perlu diketahui antara lain:

Arus bergantung linier pada intensitas cahaya Respons frekuensi bergantung pada bahan (Si 900nm, GaAs 1500nm, Ge 2000nm) Digunakan sebagai sumber arus Junction capacitance turun menurut tegangan bias mundurnya Junction capacitance menentukan respons frekuensi arus yang diperoleh

PHOTO DIODA

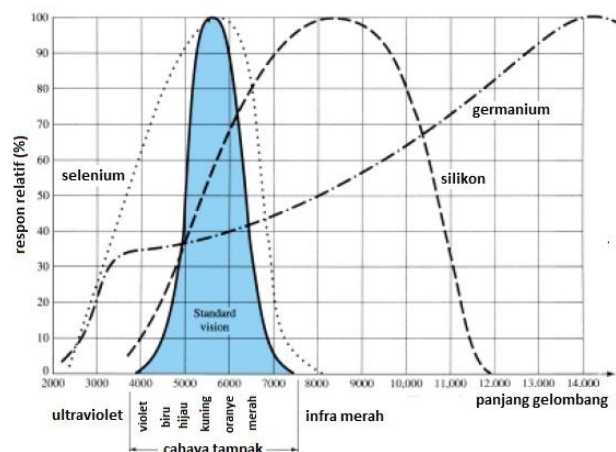
Sensor photo dioda merupakan dioda yang peka terhadap cahaya, sensor photodioda akan mengalami perubahan resistansi pada saat menerima intensitas cahaya dan akan mengalirkan arus listrik secara forward sebagaimana dioda pada umumnya. Sensor photodioda adalah salah satu jenis sensor peka cahaya (photodetector). Jenis sensor peka cahaya lain yang sering digunakan adalah phototransistor. Photodioda akan mengalirkan arus yang membentuk fungsi linear terhadap intensitas cahaya yang diterima. Arus ini umumnya teratur terhadap power density (Dp). Perbandingan antara arus keluaran dengan power density disebut sebagai current responsitivity. Arus yang dimaksud adalah arus bocor

ketika photodiode tersebut disinari dan dalam keadaan dipanjar mundur. Gambar symbol dan bentuk aslinya



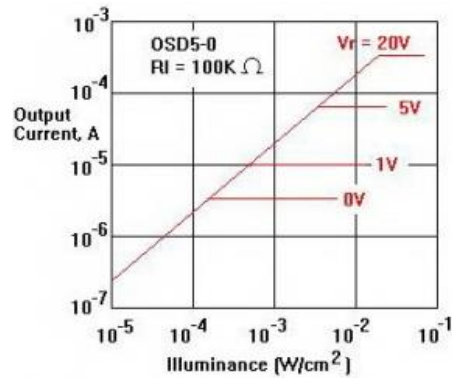
Gambar 4.36 Simbol dan bentuk photo diode

Tanggapan frekuensi sensor photodiode tidak luas. Dari rentang tanggapan itu, sensor photodiode memiliki tanggapan paling baik terhadap cahaya infra merah, tepatnya pada cahaya dengan panjang gelombang sekitar $0,9 \mu\text{m}$. Kurva tanggapan sensor photodiode ditunjukkan pada gambar berikut.



Gambar 4.37 Kurva Tanggapan Frekuensi Photodiode

Hubungan antara keluaran sensor fotodiode dengan intensitas cahaya yang diterimanya ketika dipanjar mundur adalah membentuk suatu fungsi yang linier. Hubungan antara keluaran sensor photodiode dengan intensitas cahaya ditunjukkan pada gambar berikut

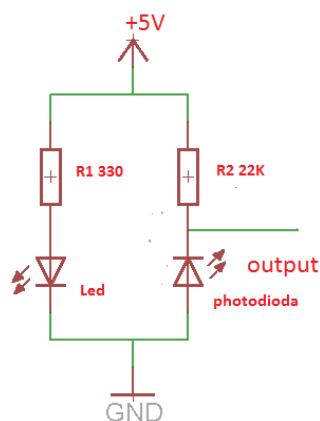


Gambar 4.38 Hubungan Keluaran Photodiode Dengan Intensitas Cahaya

Sebagai contoh aplikasi photo dioda dapat digunakan sebagai sensor api. Penggunaan sensor photodiode sebagai pendeteksi keberadaan api didasarkan pada fakta bahwa pada nyala api juga terpancar cahaya infra merah. Hal ini tidak dapat dibuktikan dengan mata telanjang karena cahaya infra merah merupakan cahaya tidak tampak, namun keberadaan cahaya infra merah dapat dirasakan yaitu ketika ada rasa hangat atau panas dari nyala api yang sampai ke tubuh kita.

Aplikasi Photodiode

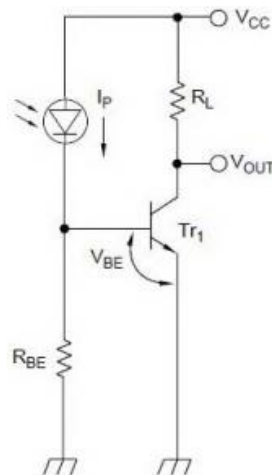
Photo dioda adalah sensor cahaya yang termasuk kategori sensor cahaya photo conductive yaitu sensor cahaya yang akan mengubah perubahan intensitas cahaya yang diterima menjadi perubahan konduktansi pada terminal sensor tersebut. Dioda photo merupakan sensor cahaya yang akan mengalirkan arus listrik satu arah saja dimana akan mengalirkan arus listrik dari kaki anoda ke kaki katoda pada saat menerima intensitas cahaya.



Gambar 4.39 rangkaian sensor cahaya menggunakan dioda photo

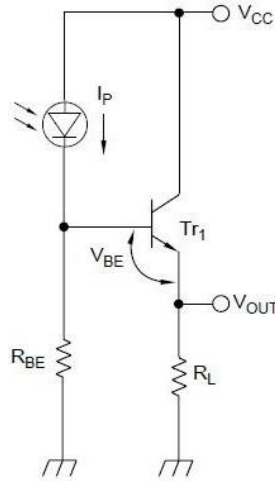
Photo dioda sering digunakan pada aplikasi penerima cahaya infra merah ataupun pada aplikasi sensor pembaca garis pada robot line follower atau line tracer. Photo dioda ini dapat dikonfigurasi untuk memberikan logika HIGH atau LOW tergantung dari konfigurasi rangkaian yang digunakan. Berikut contoh aplikasi rangkaian sensor cahaya menggunakan dioda photo

Dioda Photo Didesain Untuk Memberikan Logika LOW Pada Saat Menerima Cahaya



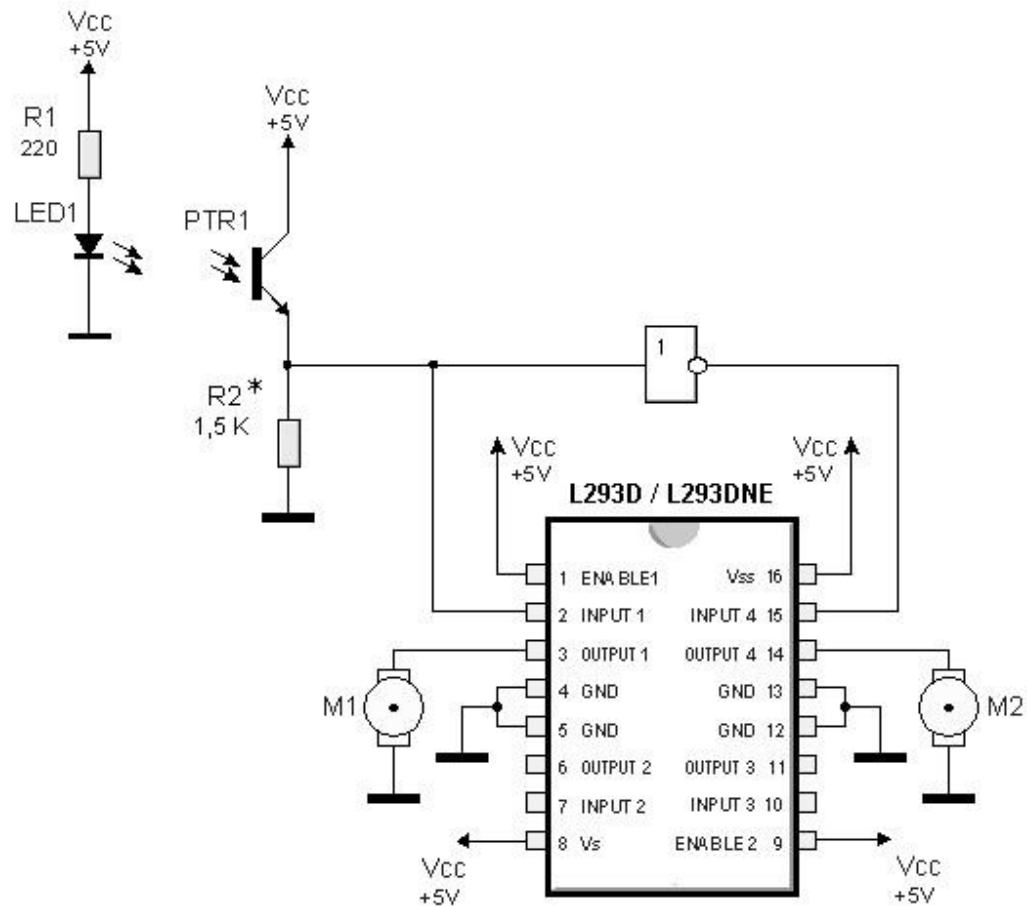
Gambar 4.40 Aplikasi rangkaian sensor cahaya dioda photo menggunakan sebuah transistor logika LOW pada saat menerima cahaya

Dengan konfigurasi rangkaian dioda photo seperti diatas maka rangkaian akan memberikan logika LOW pada saat dioda photo menerima pancaran cahaya. Proses tersebut terjadi pada saat dioda photo menerima cahaya dan dioda photo menjadi konduk (ON) sehingga basis Tr_1 mendapat bias tegangan dan transistor ON dimana terminal output diambil pada terminal kolektor transistor Tr_1 sehingga terminal output dihubungkan ke ground oleh Tr_1 melalui kolektor dan emitornya. Begitu sebaliknya pada saat dioda photo tidak menerima cahaya maka basis transistor tidak mendapat bias sehingga transistor Tr_1 OFF dan terminal output mendapat sumber tegangan dari V_{CC} melalui R_L sehingga berlogika HIGH. Dioda Photo Didesain Untuk Memberikan Logika HIGH Pada Saat Menerima Cahaya



Gambar 4.41 Aplikasi rangkaian sensor cahaya dioda photo menggunakan sebuah transistor logika HIGH pada saat menerima cahaya

Rangkaian diatas akan memberikan logika HIGH pada saat dioda photo mendapat atau menerima intensitas cahaya. Kondisi tersebut disebabkan oleh dioda photo dipasang menghubungkan basis transistor Tr_1 ke V_{CC} dan output diambil pada titik emitor transistor Tr_1 . Pada saat dioda photo menerima intensitas cahaya maka dioda photo akan menghantar dan basis Tr_1 mendapat bias basis sehingga titik output yang terhubung ke V_{CC} melalui kolektor dan emitor transistor Tr_1 sehingga berlogika HIGH begitu sebaliknya saat dioda photo tidak menerima cahaya maka basis Tr_1 tidak mendapat bias sehingga terminal output tidak mendapat sumber tegangan dari V_{CC} dan terhubung keground melalui R_L sehingga berlogika LOW



Gambar 4.42 Aplikasi Photodiode dipergunakan sebagai simple line follower robot logic circuits

BAB III

PHOTO TRANSISTOR

A. Tujuan

1. Setelah mengamati peserta diklat dapat menjelaskan sensor Photo transistor
2. Setelah membaca peserta diklat dapat menggambarkan simbol sensor Photo transistor
3. Setelah mencoba peserta diklat dapat menggambarkan karakteristik sensor Photo transistor
4. Setelah berdiskusi peserta diklat dapat menjelaskan aplikasi Sensor Photo transistor

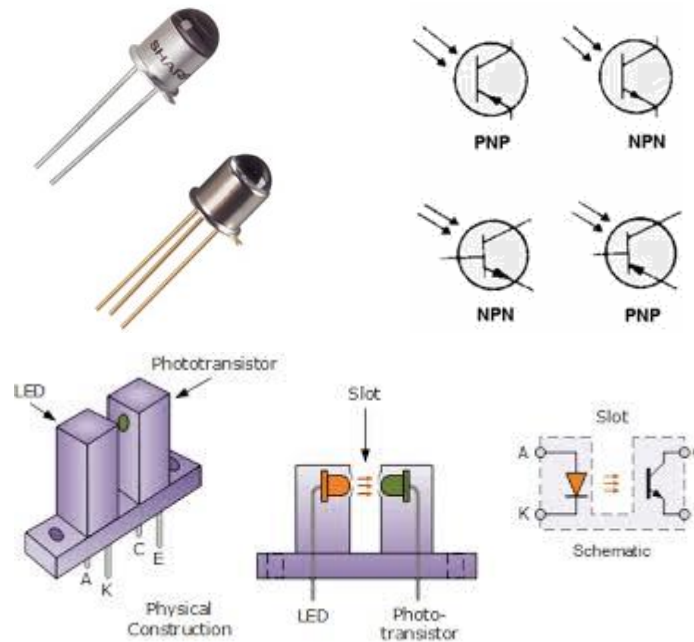
B. Indikator Pencapaian Kompetensi

1. Menjelaskan prinsip kerja sensor Photo transistor
2. Mengambarkan karakteristik sensor Photo transistor
3. Menjelaskan aplikasi sensor sensor Photo transistor

C. Uraian Materi

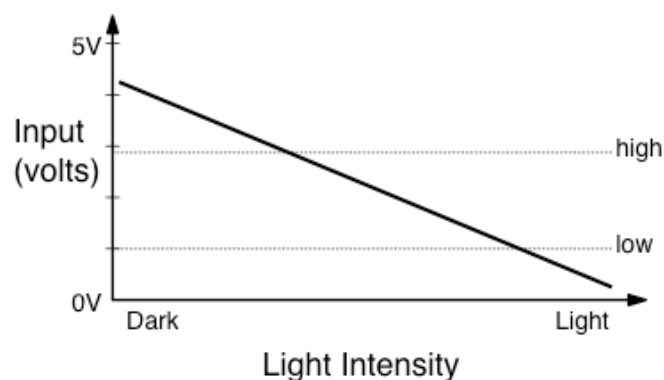
Photo transistor

Photo transistor merupakan jenis transistor yang bias basisnya berupa cahaya infra merah. Besarnya arus yang mengalir di antara kolektor dan emitor sebanding dengan intensitas cahaya yang diterima photo transistor tersebut. Simbol dari photo transistor ditunjukkan pada gambar berikut.



Gambar 4.43 Bentuk dan Simbol Photo Transistor

Photo transistor sering digunakan sebagai saklar terkendali cahaya infra merah, yaitu memanfaatkan keadaan jenuh (saturasi) dan mati (cut off) dari photo transistor tersebut. Prinsip kerja photo transistor untuk menjadi saklar yaitu saat pada basis menerima cahaya infra merah maka photo transistor akan berada pada keadaan jenuh (saturasi) dan saat tidak menerima cahaya infra merah photo transistor berada dalam kondisi mati (cut off). Struktur phototransistor mirip dengan transistor bipolar (bipolar junction transistor). Pada daerah basis dapat dimasuki sinar dari luar melalui suatu celah transparan dari luar kemasan transistor. Celah ini biasanya dilindungi oleh suatu lensa kecil yang memusatkan sinar di tepi sambungan basis emitor.

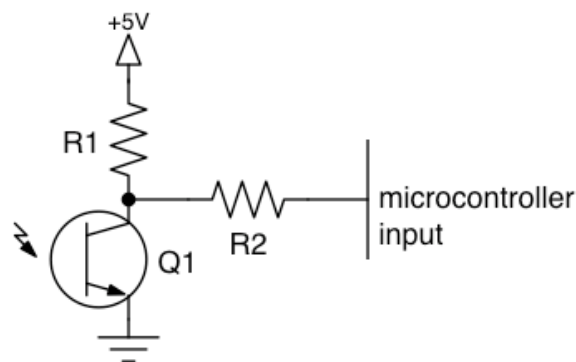


Gambar 4.44 Karakteristik dari phototransistor

Prinsip Kerja Sensor Photo Transistor Sambungan antara basis dan kolektor, dioperasikan dalam catu balik dan berfungsi sebagai fotodiode yang merespon

masuknya sinar dari luar. Bila tak ada sinar yang masuk, arus yang melalui sambungan catu balik sama dengan nol. Jika sinar dari energi photon cukup dan mengenai sambungan catu balik, penambahan pasangan hole dan elektron akan terjadi dalam depletion region, menyebabkan sambungan menghantar. Jumlah pasangan hole dan elektron yang dibangkitkan dalam sambungan akan sebanding dengan intensitas sinar yang mengenainya. Sambungan antara basis emitor dapat dicatu maju, menyebabkan piranti ini dapat difungsikan sebagai transistor bipolar konvensional. Arus kolektor dari phototransistor diberikan oleh :

Terminal basis dari photo transistor tidak membutuhkan sambungan (no connect) untuk bekerja. Jika basis tidak disambung dan VCE adalah positif, sambungan basis kolektor akan berlaku sebagai fotodioda yang dicatu balik. Arus kolektor dapat mengalir sebagai tanggapan dari salah satu masukan, dengan arus basis atau masukan intensitas sinar L1. Contoh Rangkaian Dasar Sensor Photo Transistor



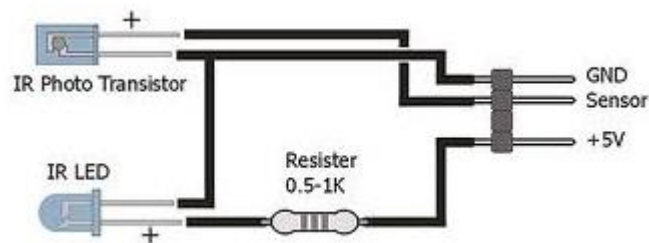
Gambar 4.45 Contoh rangkaian dasar Sensor Photo Transistor

Komponen ini memiliki sifat yang sama dengan transistor yaitu menghasilkan kondisi cut off dan saturasi. Perbedaannya adalah, bilamana pada transistor kondisi cut off terjadi saat tidak ada arus yang mengalir melalui basis ke emitor dan kondisi saturasi terjadi saat ada arus mengalir melalui basis ke emitor maka pada phototransistor kondisi cut off terjadi saat tidak ada cahaya infrared yang diterima dan kondisi saturasi terjadi saat ada cahaya infrared yang diterima.

Kondisi cut off adalah kondisi di mana transistor berada dalam keadaan OFF sehingga arus dari collector tidak mengalir ke emitor. Pada rangkaian gambar diatas, arus akan mengalir dan membias basis transistor Q2 C9014. Kondisi saturasi adalah kondisi

di mana transistor berada dalam keadaan ON sehingga arus dari collector mengalir ke emitor dan menyebabkan transistor Q2 tidak mendapat bias atau OFF. Phototransistor ST8-LR2 memiliki sudut area 15 derajat dan lapisan pelindung biru yang melindungi sensor dari cahaya-cahaya liar. Pada phototransistor yang tidak dilengkapi dengan lapisan pelindung ini, cahaya-cahaya liar dapat menimbulkan indikasi-indikasi palsu yang terkirim ke CPU dan mengacaukan proses yang ada di sana.

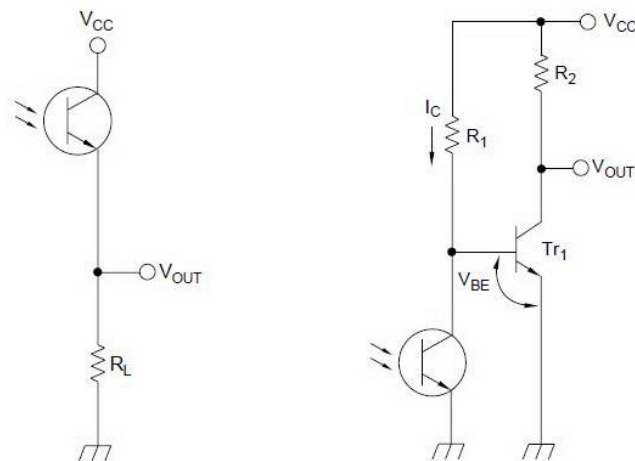
Aplikasi komponen ini sebagai sensor peraba adalah digunakan bersama dengan LED Infrared yang dipancarkan ke permukaan tanah. Apabila permukaan tanah atau lantai berwarna terang, maka sinyal infrared akan dikembalikan ke sensor dan diterima oleh ST8-LR2. Namun bila permukaan tanah atau lantai berwarna gelap, maka sinyal infrared akan diserap dan hanya sedikit atau bahkan tidak ada yang kembali.



Gambar 4.46 Cara merangkai Photo transistor

Photo transistor merupakan sensor cahaya yang dapat digunakan untuk aplikasi dengan cahaya infra merah dan cahaya matahari. Photo transistor dapat dioperasikan secara langsung untuk mendapatkan logika output dari perubahan cahaya yang diterima oleh photo transistor tersebut atau dengan menambahkan penguat transistor untuk meningkatkan performa dan kecepatan respon photo transistor. Rangkaian dasar yang dapat digunakan untuk menggunakan photo transistor sebagai sensor cahaya dapat menggunakan rangkaian sederhana berikut.

Rangkaian Dasar Dengan Logika HIGH Pada Saat Mendeteksi Cahaya



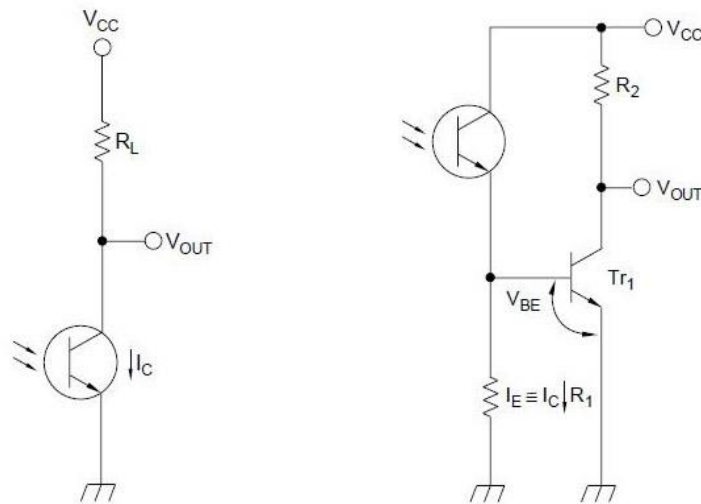
Gambar 4.47 Rangkaian dasar photo dioda dan transistor dengan logika high

Dengan konfigurasi pada gambar pertama diatas photo transistor sudah dapat memberikan logika HIGH pada saat menerima pancaran cahaya. Pada saat menerima cahaya maka nilai konduktifitas kaki kolektor – emitor akan naik sehingga Vout mendapat sumber tegangan dari Vcc melalui kaki emitor photo transistor sehingga Vout berlogika HIGH dan sebaliknya pada saat tidak menerima cahaya maka photo transistor OFF dan Vout dihubungkan ke ground melalui RL sehingga berlogika LOW.

Kemudian untuk konfigurasi kedua dari gambar 1 diatas

Pada saat photo transistor menerima cahaya maka photo transistor konduk sehingga TR1 tidak mendapat bias basis sehingga TR1 OFF dan Vout berlogika HIGH. Kemudian pada saat photo transistor tidak menerima cahaya maka photo transistor OFF dan basis transistor TR1 mendapat bias maju sehingga TR1 ON dan Vout dihubungkan ke ground melalui TR1 sehingga Vout berlogika LOW.

Rangkaian Dasar Dengan Logika LOW Pada Saat Mendeteksi Cahaya

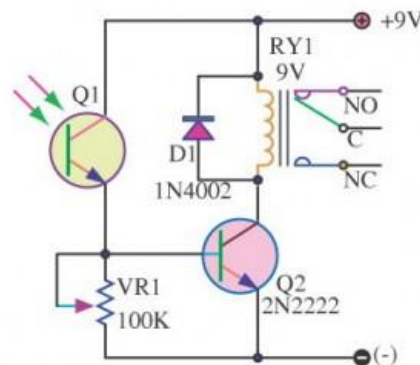


Gambar 4.48 Rangkaian dasar photo dioda dan transistor dengan logika low

Dari gambar rangkaian pertama diatas pada saat photo transistor menerima cahaya maka photo transistor ON sehingga Vout dihubungkan ke ground melalui photo transistor sehingga Vout berlogika LOW dan sebaliknya pada saat tidak menerima cahaya maka photo transistor OFF dan Vout dihubungkan ke Vcc melalui RL sehingga berlogika HIGH. Kemudian untuk konfigurasi kedua dari gambar 2 diatas pada saat photo transistor menerima cahaya maka photo transistor konduktif sehingga TR1 mendapat bias basis sehingga TR1 ON dan Vout dihubungkan ke ground oleh TR1 sehingga Vout berlogika LOW. Kemudian pada saat photo transistor tidak menerima cahaya maka photo transistor OFF dan basis transistor TR1 tidak mendapat bias maju sehingga TR1 OFF dan Vout dihubungkan ke Vcc melalui RL sehingga Vout berlogika HIGH.

Jika ada waktu dan komponen bisa dicoba Light Switch dengan Photo Transistor. Light switch dapat dibuat dari beberapa macam sensor cahaya. Rangkaian light switch berikut dibuat menggunakan sensor cahaya berupa photo transistor. Rangkaian light switch atau saklar terkendali cahaya ini sangat sederhana, karena dibuat dengan 1 buah transistor, 1 buah photo transistor, 1 buah relay, 1 buah variabel resistor dan dioda. Rangkaian light switch ini dapat bekerja pada tegangan 6 – 12 VDC atau tegangan DC yang lain sesuai dengan relay yang digunakan. Untuk mengatur sensitivitas penerimaan cahaya diatur dengan VR1. Rangkaian Light Switch dengan

Photo Transistor ini dapat digunakan untuk mengendalikan beberapa lampu secara paralel dengan daya tergantung dari kemampuan relay yang digunakan

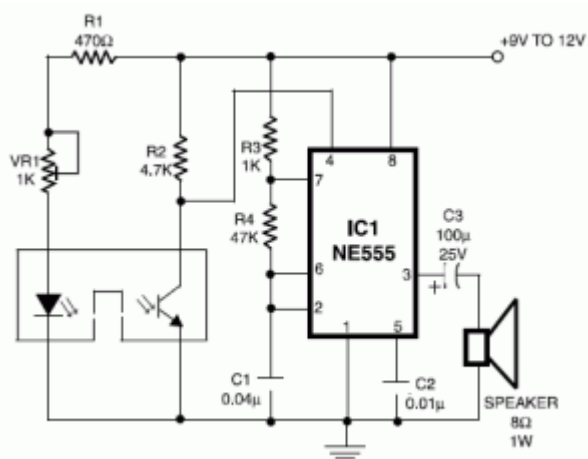


Gambar 4.49 Rangkaian Light Switch dengan Photo Transistor

Gambar diatas dapat digunakan untuk mengendalikan lampu taman, lampu jalan, atau lampu yang ingin dinyalakan di malam hari saja secara otomatis.

Aplikasi Photo Transistor pada Rangkaian Detektor Asap Dengan IC 555

Rangkaian detektor asap ini berfungsi untuk mendeteksi adanya asap pada sebuah ruangan. Aplikasi dari rangkaian detektor asap adalah sebagai alarm asap rokok atau detektor asap rokok. Rangkaian detektor asap dengan IC 555 ini sangat sederhana dan mudah dibuat. Komponen utama sebagai sensor atau detektor asap menggunakan opto coupler yang diletakan dalam wadah kecil untuk menangkap asap. Rangkaian detektor asap dengan IC 555 ini membutuhkan sumber tegangan + 9 volt hingga +12 volt DC. Gambar rangkaian dan daftar komponen untuk membuat detektor asap dengan IC 555 dapat dilihat pada gambar berikut.



Gambar 4.50 Rangkaian Detektor Asap Dengan IC 555

Rangkaian detektor asap dengan IC 555 diatas harus diletakan di lokasi strategis yang dapat menangkap asap dengan mudah. Detektor asap (optocoupler) harus diletakan dalam suatu wadah kecil yang dapat menangkap atau menampung asap rokok dengan mudah.

Pada prinsipnya rangkaian detektor asap rokok diatas adalah rangkaian multivibrator astabil dari IC 555 dengan range frekuensi audio yang dilengkapi dengan detektor asap yang terbuat dari optocoupler. Pada saat detektor asap mendeteksi adanya asap maka akan memberikan triger ke rangkaian multivibrator astabil sehingga akan meberikan bunyi alar melalui loud speaker yang terhubung ke output IC 555.

Untuk mengatur sensitifitas sensor asap rokok dapat dilakukan dengan mengatur intensitas cahaya cahaya infra merah pada LED yang dipancarkan ke photo transistor didalam optocoupler. Intensitas cahaya infra merah dari LED optocoupler tersebut dapat diatur dengan mengatur arus bias yang mengalir ke LED tersebut melalui variabel resistor (VR1) 1 KOhm.

Aplikasi Infrared dan photo transisitor untuk membuat rangkaian Counter

Rangkaian counter dengan sensor infrared ini sebenarnya adalah modifikasi dari rangkaian counter sebelumnya. Aplikasi dari rangkaian ini sangat banyak tergantung bagaimana anda ingin menggunakannya.

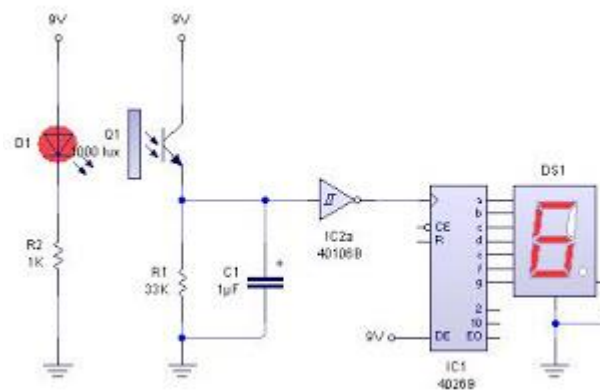
Aplikasinya seperti Penghitung Parkir Otomatis, Penghitung Jumlah Pengunjung Otomatis, dan sebagainya. Namun rangkaian yang ingin saya berikan masih terbilang sederhana, hanya menampilkan counter hingga 9 kali.

Seperti biasanya, sebelum kita memulai membuat rangkaian counter dengan sensor infrared dan photo transisitor ini ada baiknya jika kita mengetahui daftar komponen elektronika yang kita butuhkan untuk membuat rangkaian ini. Berikut ini daftarnya.

1. Photodiode atau Phototransistor (Photodetector)
2. Infrared
3. Resistor Tetap dengan Nilai 33KOhm
4. Kapasitor /kondensor dengan nilai 1uF
5. IC Schmitt Trigger 40106B
6. IC Decoder 4026B

7. Seven Segment Common Katoda
8. Baterai 9 Volt

Adapun Gambar Rangkaian Counter dengan sensor Infrared ini adalah sebagai berikut



Gambar 4.51 Rangkaian Counter dengan Sensor Infrared

Sedikit Penjelasan mengenai Rangkaian Counter Gambar 4.51:

Sama seperti **rangkaian Counter** Sebelumnya. Rangkaian diatas menggunakan IC Decade Counter 4026B sebagai driver dari Seven Segment Common Katoda. Dan IC Schmitt Trigger 40106B sebagai penghasil Sinyal/Pulsa yang menjadi Sumber Clock bagi IC 4026B.

Kondisi awal sensor dibuat aktif, jadi jika dalam kondisi standby Sensor Photodetector yang kita gunakan akan menerima cahaya dari infared sehingga memiliki kondisi aktif. Namun ketika ada sesuatu yang memutus cahaya tersebut maka photodetector akan memberikan sinyal low (0) dan perubahan tersebut akan ditampilkan oleh Seven Segment.

Mungkin sebagai catatan.Jika anda tidak menemukan Komponen-komponen yang anda butuhkan, seperti IC Schmitt Trigger 40106B dan IC 4026B dipasaran mungkin anda dapat menggantinya dengan IC sejenisnya seperti 74LS14 untuk Schmitt Trigger dan 74LS48 untuk Driver Seven Segment common Katoda.

BAB V

MELAKUKAN EVALUASI HASIL KALIBRASI

A. Pengetahuan yang diperlukan dalam Melakukan evaluasi hasil kalibrasi

Seorang instruktur maupun peserta diklat dalam melakukan evaluasi hasil kalibrasi hendaknya telah dibekali pengetahuan tentang standar ISO/IEC 17025: 2005.

B. Keterampilan yang diperlukan dalam Melakukan evaluasi hasil kalibrasi

1. Mengidentifikasi hasil pembacaan sensor
2. Membandingkan datasheet sensor dengan hasil pembacaan sensor
3. Menganalisa hasil kalibrasi sensor/transducer

C. Sikap kerja yang diperlukan dalam Melakukan evaluasi hasil kalibrasi

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

Pengukuran menghasilkan data, kumpulan data menyajikan informasi, Informasi sebagai acuan pengelolaan, pengelolaan sumber dari kebijakan. menunjukkan bahwa kebijakan sangat tergantung adanya data pengukuran yang akurat dan valid dari laboratorium lingkungan. Untuk mencapai hal tersebut, laboratorium harus dilengkapi dengan semua peralatan untuk pengambilan sampel, peralatan pengukuran dan pengujian yang diperlukan untuk melaksanakan pengujian dengan benar termasuk peralatan pengambilan sampel, preparasi sampel yang diuji, serta pengolahan dan analisis data pengujian.

Butir 5.5.2 SNI ISO/IEC 17025: 2008 menyatakan bahwa peralatan dan piranti lunak yang digunakan untuk pengujian dan pengambilan sampel lingkungan harus mampu menghasilkan akurasi yang diperlukan dan harus sesuai dengan spesifikasi yang relevan dengan pengujian yang dimaksud. Karena itu, program kalibrasi harus ditetapkan untuk besaran atau nilai utama dari peralatan yang sifatnya mempunyai pengaruh yang signifikan pada hasil pengujian. Sebelum digunakan, peralatan termasuk yang digunakan untuk pengambilan contoh harus dikalibrasi atau dicek untuk menetapkan peralatan tersebut memenuhi persyaratan spesifikasi laboratorium dan sesuai dengan spesifikasi standar yang relevan.

Kalibrasi didefinisikan sebagai suatu rangkaian kegiatan yang membentuk, hubungan antara nilai yang ditunjukkan oleh instrumen pengukur atau sistem pengukuran, atau nilai yang diwakili oleh bahan ukur, dengan nilai-nilai yang sudah diketahui yang berkaitan dari besaran yang diukur dalam kondisi tertentu. Sedangkan, ketertelusuran adalah sifat dari suatu hasil pengukuran yang dapat dikaitkan dengan standar tertentu yang tepat, umumnya standar nasional atau internasional, melalui rantai perbandingan yang tak terputus.

Berdasarkan program kalibrasi yang ditetapkan, pelaksanaan kalibrasi dapat dilakukan secara internal maupun eksternal. Bila kalibrasi dilaksanakan oleh pihak internal laboratorium, maka petugas kalibrasi harus memiliki kompetensi yang dibuktikan dengan telah diikutinya pelatihan kalibrasi berkaitan dengan peralatan yang dikalibrasi. Personil tersebut harus memiliki sertifikat pelatihan atau keterangan lain yang menyatakan bahwa telah mengikuti pelatihan dari pihak penyelenggara yang kompeten dan berwenang. Pada saat melakukan kalibrasi peralatan atau standar acuan, maka kondisi akomodasi dan lingkungan harus sedemikian rupa sehingga dapat memfasilitasi kebenaran unjuk kerja kalibrasi. Selain itu, tahapan kalibrasi harus sesuai dengan instruksi kerja yang ditetapkan oleh manufaktur pembuat alat dan/atau metode kalibrasi.

Sedapat mungkin pihak luar yang melakukan kalibrasi adalah laboratorium yang telah memenuhi persyaratan ISO/IEC 17025: 2005 sehingga dapat menerbitkan sertifikat kalibrasi dengan menampilkan logo dari badan akreditasi. Sertifikat kalibrasi yang menampilkan logo badan akreditasi dari laboratorium kalibrasi yang diakreditasi dengan ISO/IEC 17025: 2005, untuk kalibrasi yang dimaksud, merupakan bukti yang cukup bagi ketertelusuran data kalibrasi yang dilaporkan.

Apabila kalibrasi yang dilakukan baik secara internal maupun eksternal menyebabkan munculnya serangkaian faktor koreksi maka laboratorium harus mempunyai prosedur untuk memastikan salinan-salinan seperti dalam piranti lunak komputer yang digunakan untuk menyimpan data berkaitan dengan faktor koreksi hasil kalibrasi harus dimutakhirkan dengan benar. Peralatan dan standar acuan yang telah dikalibrasi baik oleh petugas kalibrasi dari internal laboratorium ataupun oleh pihak eksternal, bila memungkinkan, diberi label kalibrasi yang menyatakan status kalibrasi, tanggal kalibrasi dan tanggal kalibrasi ulang, serta personil/lembaga yang melakukan kalibrasi.

Secara umum, evaluasi hasil kalibrasi dilakukan dengan cara membandingkan faktor koreksi dan ketidakpastian terbesar dengan toleransi atau alurasi yang disyaratkan oleh peralatan ukur, metode pengujian atau metode kalibrasi, sebagai berikut:

$|U_{95\%}|_{\text{terbesar}} + |koreksi|_{\text{terbesar}} \leq \text{Toleransi atau Akurasi}$: peralatan yang telah dikalibrasi dalam keadaan laik pakai dan memiliki jaminan rantai keterlelusuran ke sistem satuan internasional tidak terputus

$|U_{95\%}|_{\text{terbesar}} + |koreksi|_{\text{terbesar}} > \text{Toleransi atau Akurasi}$: peralatan tidak dalam keadaan laik pakai, karena itu peralatan tidak boleh digunakan dan harus diperbaiki hingga menunjukkan kinerjanya baik serta dikalibrasi ulang. Bila karena alasan teknis tertentu, peralatan tetap digunakan maka koreksi harus dipertimbangkan.

Tabel 1: Program kalibrasi peralatan ukur

No	Nama Alat	Model/Type	Merk	Kapasitas (satuan)	Resolusi (satuan)	Rentang Kerja		Jadual Kalibrasi		Nama Lab. Kalibrasi	CMC*
						Min	Maks	Terakhir	Ulang		

Catatan (*) : CMC (*Calibration and Measurement Capability*) dinyatakan sebagai ketidakpastian yang diperluas pada tingkat kepercayaan 95% dengan faktor cakupan $k = 2$ merupakan ketidakpastian terbaik yang dapat dicapai dalam layanan kalibrasi rutin terhadap alat yang dimiliki pelanggan dengan sumber daya yang dimiliki laboratorium

BAB VI

MENDOKUMENTASIKAN KEGIATAN

A. Pengetahuan yang diperlukan dalam Mendokumentasikan kegiatan

Seorang instruktur maupun peserta dalam membuat mendokumentasikan kegiatan diuntut menguasai pencatatan dan pengarsipan dokumen berdasarkan hasil kegiatan yang telah dilakukan sehingga didapatkan bukti yang valid dan dapat dipertanggung jawabkan.

B. Keterampilan yang diperlukan dalam Mendokumentasikan kegiatan

1. Mengidentifikasi kelayakan suatu instrument berdasar hasil kalibrasi.
2. Menyiapkan sertifikat dan label dari setiap alat yang telah dikalibrasi.

C. Sikap kerja yang diperlukan dalam Mendokumentasikan kegiatan

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

Tindakan mendokumentasi hasil akhir kalibrasi sebagai rangkaian dari **proses, prosedur atau metode** kalibrasi diharapkan untuk menjaga konsisten dengan **hasil yang diharapkan**. Validasi adalah bukti tertulis dan dilakukan untuk membuktikan konsistensi proses, prosedur atau metode dengan hasil yang diharapkan.

Validasi merupakan suatu tindakan pembuktian dengan cara yang sesuai bahwa tiap bahan, proses, prosedur, kegiatan, sistem, perlengkapan atau mekanisme

yang digunakan dalam produksi dan pengawasan akan senantiasa mencapai hasil yang diinginkan.

Dapat dimengerti bahwa dalam validasi adalah membandingkan **proses, prosedur atau metode** dengan hasil yang diharapkan. Penekanan validasi juga ke konsistensi, berarti ada lebih dari sekali kegiatan validasi. Dari beberapa kali kegiatan validasi tersebut dinyatakan dalam dokumen protokol kemudian diukur konsistensinya dengan kriteria yang sudah ditentukan dari awal (biasanya menggunakan kaidah statistik). Dalam validasi juga ditekankan dokumentasi ini berarti bahwa validasi menggunakan dokumen yang memuat kegiatan apa saja, cara melakukan, cara pengukuran, hasil validasi dan kriteria penerimaan.

Dokumentasi pada proses kalibrasi antara lain pengeluaran sertifikat uji kalibrasi, surat keterangan kalibrasi, label laik pakai, label tidak laik pakai dan lain-lain. Berikut ini merupakan contoh form dokumentasi dari proses kalibrasi :

Contoh Sertifikat

(Kop Surat Berisi Nama Institusi Penguji, Alamat, Nomor Izin)	
<u>SERTIFIKAT PENGUJIAN / KALIBRASI</u>	
Nomor :	
Nama Alat :	Nomor Registrasi :
Merek :	
Model / Tipe :	
Nomor Seri :	
Nama Pemilik :	Identitas Pemilik :
Alamat Pemilik :	
Tanggal Pelaksanaan Ujian/Kalibrasi :	
Penanggung Jawab Pengujian :	
Hasil Pengujian : Laik Pakai, berlaku s/d	
Tingkat Ketelitian :	
Metode Pengujian :	
.....	

Contoh Surat Keterangan

(Kop Surat Berisi Nama Institusi Penguji, Alamat, Nomor Izin)	
<u>SURAT KETERANGAN PENGUJIAN/ KALIBRASI</u>	
Nomor :.....	
Nama Alat :	Nomor Registrasi :
Merek :	
Model / Tipe :	
Nomor Seri :	
Nama Pemilik :	Identitas Pemilik :
Alamat Pemilik :	
Tanggal Pelaksanaan Ujian/Kalibrasi :	
Penanggung Jawab Pengujian :	
Hasil Pengujian : Laik Pakai, berlaku s/d	
Tingkat Ketelitian :	
Metode Pengujian :	
..... Kepala Institusi Penguji	

III. Contoh Label

A. Alat Laik Pakai

(Nama dan Lambang Institusi Penguji)	
Telah dilakukan pengujian/kalibrasi :	
Tanggal :	Laik Pakai s/d :.....
Nomor Sertifikat Pengujian/Kalibrasi :	.....
No / Nama Ruangan :	.....
Nama Alat :	.....
Merek :	.....
Model / Tipe :	.....
Nomor Seri :	.....
Keterangan :	.....
DINYATAKAN LAIK PAKAI	

→ Warna hijau

B. Alat Tidak Laik Pakai

(Nama dan Lambang Institusi Penguji)	
Telah dilakukan pengujian/kalibrasi :	
Tanggal :	.....
Nomor Surat Keterangan Pengujian/Kalibrasi :	.....
No / Nama Ruangan :	.....
Nama Alat :	.....
Merek :	.....
Model / Tipe :	.....
Nomor Seri :	.....
Keterangan :	.....
DINYATAKAN TIDAK LAIK PAKAI	

→ Warna merah

DAFTAR PUSTAKA

A. BukuReferensi

- 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
- c. Liptak. Bela G, Process measurement and Analysis, Instrument Engineer's Handbook, CRC Press.

B. Referensi Lainnya

- a. *The Essentials of Language Teaching, PLANNING A LESSON*, www.ncrlc.org/essentials A project of the National Capital Language Resource Center ©2003-2007
- b. Temperature Sensors in the Regulated Industry
<https://www.fda.gov/ICECI/Inspections/InspectionGuides> © 2015
- c. Troubleshooting of thermocouple,
<http://www.temprel.com/support/troubleshoot-thermocouple.aspx>

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.		Setiap peserta
2.		
3.		
4.		
5.		
6.		
7.		
8.		
9.		Setiap peserta

DAFTAR PENYUSUN

No.	Nama	Profesi
1.	.. Weldon Kusuf, S.ST, M.Eng	Asesor 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
M A L A N G

BUKU KERJA

Teknik Elektronika Industri

Melakukan Kalibrasi Sensor/*Transducer*
IMG.IN02.006.01



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 ***Melakukan Kalibrasi Sensor / Transducer*** 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 ***Melakukan Kalibrasi Sensor / Transducer*** 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 Modul Diklat Berbasis Kompetensi Sub-Bidang Perawatan Peralatan Instrumentasi dan Kalibrasi. Ruang lingkup buku kerja ini meliputi pengerjaan tugas-tugas teori dan praktik per elemen kompetensi dan kriteria unjuk kerja berdasarkan SKKNI Modul Diklat Berbasis Kompetensi Sub-Bidang Perawatan Peralatan Instrumentasi dan Kalibrasi.

DAFTAR ISI

PENJELASAN UMUM	2
DAFTAR ISI	3
BAB I MENYIAPKAN SENSOR/TRANSDUCER YANG AKAN DIKALIBRASI.....	4
A. Tugas Teori I.....	4
B. Lembar Evaluasi Tugas Teori Menyiapkan Sensor/Transducer Yang Akan Dikalibrasi	6
C. Tugas Praktik I	7
BAB II MELAKUKAN LANGKAH KALIBRASI.....	11
A. Tugas Teori II.....	11
B. Lembar Evaluasi Tugas Teori Melakukan Langkah Kalibrasi	13
C. Tugas Praktik II	14
BAB III MENDOKUMENTASIKAN KEGIATAN.....	18
A. Tugas Teori III.....	18
B. Lembar Evaluasi Tugas Teori Mendokumentasikan Kegiatan	19
C. Tugas Praktik III	20
BAB IV CEK LIST TUGAS.....	24

BAB I

MENYIAPKAN SENSOR/TRANSDUCER YANG AKAN DIKALIBRASI

A. Tugas Teori I

Perintah : Jawablah soal di bawah ini

Waktu Penyelesaian : 30 menit

Soal :

Jawablah pertanyaan dibawah ini mengenai sensor proximity Photoelectric Sensors

1. Jelaskan tentang Sensor proximity ?
2. Jelaskan tentang Sensor proximity induktif ?
3. Gambarkan simbol Sensor proximity induktif ?
4. Jelaskan aplikasi Sensor proximity induktif ?
5. Jelaskan tentang Sensor proximity kapasitif ?
6. Gambarkan simbol Sensor proximity kapasitif ?
7. Jelaskan aplikasi Sensor proximity kapasitif ?
8. Gambarkan diagram tentang Sensor proximity Photoelectric ?
9. Terdiri komponen apa Sensor proximity Photoelectric, jelaskan?
10. Jelaskan aplikasi Sensor proximity Photoelectric ?

Jawaban:

1.
.....
2.
.....
3.
.....
4.
.....
5.

-
6.
-
7.
-
8.
-
9.
-
10.
-

B. Lembar Evaluasi Tugas Teori Menyiapkan Sensor/Transducer Yang Akan Dikalibrasi

Semua kesalahan harus diperbaiki terlebih dahulu sebelum ditandatangani.

No.	Benar	Salah
1.		
2.		
3.		
4.		
5.		
6.		
7.		
8.		
9.		
10.		

Apakah semua pertanyaan Tugas Teori MENYIAPKAN SENSOR/TRANSDUCER YANG AKAN DIKALIBRASI dijawab dengan benar dengan waktu yang telah ditentukan?

YA

TIDAK

	NAMA	TANDA TANGAN
PESERTA		
PENILAI		

Catatan Penilai:

C. Tugas Praktik I

Elemen Kompetensi : MENYIAPKAN SENSOR/TRANSDUCER YANG AKAN DIKALIBRASI

a. Waktu Penyelesaian : 60 menit

b. Capaian Unjuk Kerja :

Setelah menyelesaikan tugas membuat Menyiapkan Sensor/Transducer Yang Akan Dikalibrasi peserta mampu:

- 1) Menyiapkan Alat standar untuk kalibrasi sesuai dengan spesifikasi.
- 2) Menyiapkan Metode kalibrasi sesuai dengan SOP
- 3) Melaporkan permasalahan yang timbul dalam penyiapan peralatan kepada pihak terkait.

d. Daftar Alat/Mesin dan Bahan :

NO	NAMA BARANG	SPEKIFIKASI	KETERANGAN
A.	ALAT		
1.	Multimeter Analog		
2.	Multimeter Digital		
3.	Calibrator Suhu		
B.	BAHAN		
1.	Sensor proximity induktif		
2.	Sensor proximity kapasitif		
3.	Sensor Pt100		
4.	Sensor RTD		

e. Indikator Unjuk Kerja (IUK):

- 1) Alat standar untuk kalibrasi disiapkan sesuai dengan spesifikasi.
- 2) Metode kalibrasi disiapkan sesuai dengan SOP
- 3) Permasalahan yang timbul dalam penyiapan peralatan dilaporkan kepada pihak terkait.

f. Keselamatan dan Kesehatan Kerja

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

- 1) Bertindak berdasarkan sikap kerja yang sudah ditetapkan sehingga diperoleh hasil seperti yang diharapkan, jangan sampai terjadi kesalahan karena ketidak-telitian dan tidak taat asas.
- 2) Waktu menggunakan alat-alat ukur seperti Kalibrator suhu, harus

diperhatikan cara penanganannya yang benar.

g. Standar Kinerja

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

h. Tugas

Abstraksi Tugas Praktik I

Siswa di SMK Negeri 1 akan membuat tugas akhir untuk membaca temperatur untuk melakukan suatu pengontrolan cairan di laboratorium hingga 125^o C. Untuk itu perlu dilakukan kalibrasi pembacaan sensor suhu menggunakan Pt100/RTD dan sensor jarak proximity induktif/kapasitif.

i. Instruksi Kerja

Setelah membaca abstraksi nomor **h** selanjutnya ikuti instruksi kerja sebagai berikut:

- 1) Siapkan sensor suhu yang akan dikalibrasi
- 2) Siapkan referensi data tentang sensor suhu yang akan dikalibrasi (Thermocouple/Pt100/RTD).
- 3) Tentukan jenis tipe sensor contoh Thermocouple (tipe E, J, K, R, S) yang akan dikalibrasi.
- 4) Tentukan rentang kerja temperature dari sensor yang akan dikalibrasi
- 5) Siapkan grafik refrensi karakteristik temperatur yang akan dikalibrasi

j. Daftar Cek Unjuk Kerja Tugas I

NO	DAFTAR TUGAS/INSTRUKSI	POIN YANG DICEK	PENCAPAIAN		PENILAIAN	
			YA	TIDAK	K	BK
1.	Siapkan sensor suhu yang akan dikalibrasi	Pemilihan jenis sensor yang tepat				
2.	Siapkan referensi data dan grafik karakteristik sensor suhu yang akan dikalibrasi	Penyiapan data sheet dan kurva karakteristik yang tepat				
3.	Menentukan jenis tipe sensor	Ketepatan menentukan tipe jenis sensor				
4.	Menentukan rentang kerja temperatur sensor yang dipilih	alasan pemilihan jenis sensor tersebut				

Apakah semua instruksi kerja tugas praktik Menyiapkan Sensor/Transducer Yang Akan Dikalibrasi dilaksanakan dengan benar dengan waktu yang telah ditentukan?

YA

TIDAK

	NAMA	TANDA TANGAN
PESERTA		
PENILAI		

Catatan Penilai:

BAB II

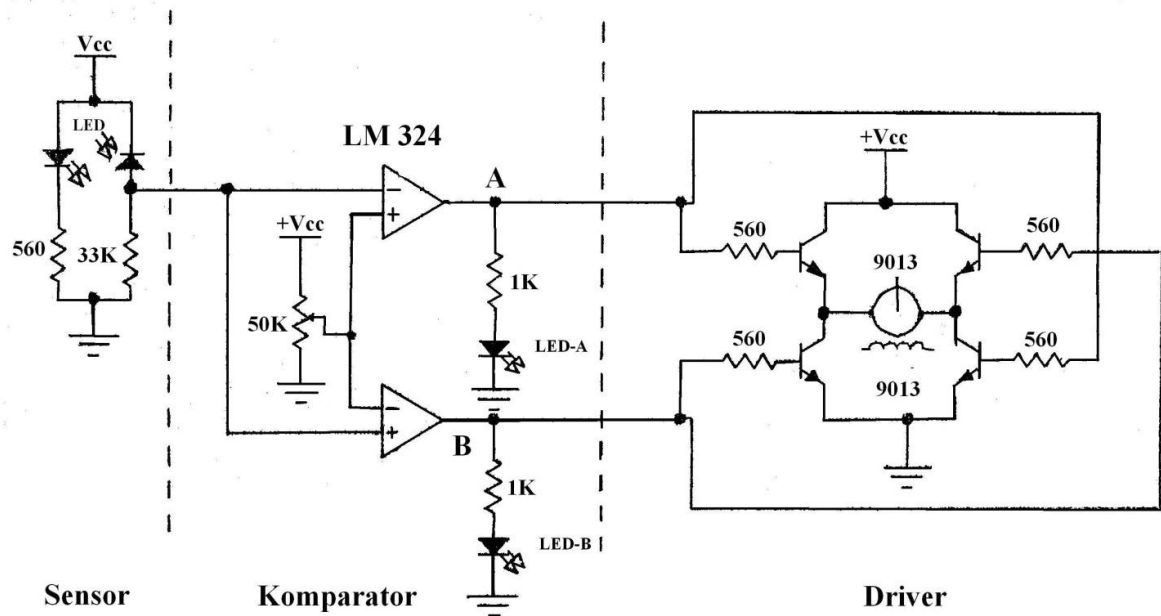
MELAKUKAN LANGKAH KALIBRASI

A. Tugas Teori II

Perintah : Jawablah soal di bawah ini
Waktu Penyelesaian : 30 menit
Soal :

Jawablah pertanyaan dibawah ini mengenai sensor Photo diode dengan benar dan tepat!

1. Jelaskan definisi dari Sensor photo diode?
2. Gambarkan simbol dari Sensor photo diode?
3. Gambarkan karakteritik dari Sensor photo diode?
4. Jelaskan aplikasi Sensor photo diode?
5. Jelaskan cara kerja dari rangkaian **Line Follower Analog** dibawah ini dengan **Sensor photo diode** ?



Jawab :

1.
.....
.....
.....
2.
.....
.....
.....
.....
3.
.....
.....
.....
.....
.....
4.
.....
.....
.....
.....
.....
5.
.....
.....
.....
.....
.....
.....
.....
.....

B. Lembar Evaluasi Tugas Teori Melakukan Langkah Kalibrasi

Semua kesalahan harus diperbaiki terlebih dahulu sebelum ditandatangani.

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

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

YA

TIDAK

	NAMA	TANDA TANGAN
PESERTA		
PENILAI		

Catatan Penilai:

C. Tugas Praktik II

a. Elemen Kompetensi : Melakukan Langkah Kalibrasi

b. Waktu Penyelesaian : 60 menit

c. Capaian Unjuk Kerja :

Setelah menyelesaikan tugas membuat Melakukan langkah kalibrasi peserta mampu:

- 1) Melakukan pengecekan sensor/transducer yang akan dikalibrasi secara visual.
- 2) Memasang/menghubungkan sensor / transducer yang akan dikalibrasi dengan alat
- 3) Melakukan langkah langkah dalam kegiatan kalibrasi sesuai prosedur
- 4) Melakukan pencatatan terhadap hasil kalibrasi

e. Daftar Alat/Mesin dan Bahan :

NO	NAMA BARANG	SPEKIFIKASI	KETERANGAN
A.	ALAT		
1.	Bath/Bak oli pengukur suhu		
2.	Multimeter Digital		
3.	Calibrator Suhu		
B.	BAHAN		
1.	Sensor Pt100		
2.	Sensor RTD		
3.			

i. Indikator Unjuk Kerja (IUK):

- 1) Alat standar untuk kalibrasi disiapkan sesuai dengan spesifikasi.
- 2) Metode kalibrasi disiapkan sesuai dengan SOP
- 3) Permasalahan yang timbul dalam penyiapan peralatan dilaporkan kepada pihak terkait.

j. Keselamatan dan Kesehatan Kerja

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

- 1) Bertindak berdasarkan sikap kerja yang sudah ditetapkan sehingga diperoleh hasil seperti yang diharapkan, jangan sampai terjadi kesalahan karena ketidak-telitian dan tidak taat asas.
- 2) Waktu menggunakan alat-alat ukur seperti Kalibrator suhu, harus diperhatikan cara penanganannya yang benar.

k. Standar Kinerja

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

l. Tugas

Abstraksi Tugas Praktik II

Siswa di SMK Negeri 1 akan membuat tugas akhir untuk membaca temperatur untuk melakukan suatu pengontrolan cairan di laboratorium hingga 125⁰ C. Untuk itu perlu dilakukan kalibrasi pembacaan sensor suhu menggunakan Pt100/RTD dan sensor jarak proximity induktif/kapasitif.

k. Instruksi Kerja

Setelah membaca abstraksi nomor **h** selanjutnya ikuti instruksi kerja sebagai berikut:

- 1) Siapkan bath/bak oli pengukur temperature konstan
- 2) Siapkan sensor yang akan dikalibrasi dan sensor refrensi terkalibrasi
- 3) Cek secara visual kondisi sensor
- 4) Pasang alat ukur calibrator
- 5) Catat hasil pembacaan kedua sensor
- 6) Lakukan proses pengukuran minimal 10 titik pengukuran

I. Daftar Cek Unjuk Kerja Tugas II

NO	DAFTAR TUGAS/INSTRUKSI	POIN YANG DICEK	PENCAPAIAN		PENILAIAN	
			YA	TIDAK	K	BK
1.	Menyiapkan bath/bak oli pengukur suhu konstan	Ketepatan pekerjaan				
2.	Menyiapkan sensor yang akan dikalibrasi dan sensor referensi terkalibrasi	Ketepatan pekerjaan				
3.	Memeriksa secara visual kondisi sensor	Ketepatan pekerjaan				
4.	Pemasangan alat ukur kalibrator	Ketepatan pekerjaan				
5	Pencatatan hasil pembacaan sensor	Ketepatan pekerjaan				

Apakah semua instruksi kerja tugas praktik Melakukan Langkah Kalibrasi dilaksanakan dengan benar dengan waktu yang telah ditentukan?

YA

TIDAK

	NAMA	TANDA TANGAN
PESERTA		
PENILAI		

Catatan Penilai:

BAB III

MENDOKUMENTASIKAN KEGIATAN

A. Tugas Teori III

Perintah : Jawablah soal di bawah ini
Waktu Penyelesaian : 30 menit
Soal :

Jawablah pertanyaan dibawah ini mengenai dokumentasi kegiatan dan pelaporan!

1. Jelaskan tujuan utama dari kegiatan mendokumentasikan kegiatan kalibrasi?
2. Jelaskan apa yang dimaksud validasi pada kegiatan kalibrasi?
3. Sebutkan macam-macam dokumentasi yang ada pada kegiatan kalibrasi!

Jawab :

1.
.....
.....
.....
2.
.....
.....
.....
.....
.....
3.
.....
.....
.....
.....
.....
.....
.....

B. Lembar Evaluasi Tugas Teori Mendokumentasikan Kegiatan

Semua kesalahan harus diperbaiki terlebih dahulu sebelum ditandatangani.

No.	Benar	Salah
1.		
2.		
3.		

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

YA

TIDAK

	NAMA	TANDA TANGAN
PESERTA		
PENILAI		

Catatan Penilai:

C. Tugas Praktik III

a. Elemen Kompetensi : Mendokumentasikan Kegiatan

b. Waktu Penyelesaian : 30 menit

c. Capaian Unjuk Kerja :

Setelah menyelesaikan tugas mendokumentasikan kegiatan peserta mampu:

- 1) Mencatat kejadian dari setiap kegiatan yang perlu tindak lanjut dengan menggunakan format yang berlaku.
- 2) Tindakan penyelesaian dari setiap kegiatan dicatat dengan menggunakan format yang berlaku.

f. Daftar Alat/Mesin dan Bahan :

NO	NAMA BARANG	SPESIFIKASI	KETERANGAN
A.	ALAT		
1.	Printer		
2.			
3.			
B.	BAHAN		
1.	Kertas		
2.	Tinta		
3.	Buku		

m. Indikator Unjuk Kerja (IUK):

- 1) Tindakan penyelesaian dari setiap kegiatan dicatat dengan menggunakan format yang berlaku.
- 2) Kejadian dari setiap kegiatan yang perlu tindak lanjut dicatat dengan menggunakan format yang berlaku..

n. Keselamatan dan Kesehatan Kerja

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

- 1) Bertindak berdasarkan sikap kerja yang sudah ditetapkan sehingga diperoleh hasil seperti yang diharapkan, jangan sampai terjadi kesalahan karena ketidak-telitian dan tidak taat asas.

o. Standar Kinerja

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

p. Tugas

Abstraksi Tugas Praktik II

Setelah melakukan proses kalibrasi, selanjutnya peserta pelatihan diminta untuk melakukan dokumentasi hasil uji kalibrasi sesuai dengan SOP

m. Instruksi Kerja

Setelah membaca abstraksi nomor **h** selanjutnya ikuti instruksi kerja sebagai berikut:

- 1) Mencatat hasil kegiatan kalibrasi
- 2) Membuat label laik pakai atau tidak laik pakai terhadap obyek yang telah di kalibrasi
- 3) Menerbitkan surat keterangan hasil kegiatan kalibrasi
- 4) Melaporkan hasil kegiatan kalibrasi

n. Daftar Cek Unjuk Kerja Tugas II

NO	DAFTAR TUGAS/INSTRUKSI	POIN YANG DICEK	PENCAPAIAN		PENILAIAN	
			YA	TIDAK	K	BK
1.	Mencatat hasil kegiatan kalibrasi	Ketepatan pekerjaan				
2.	Membuat label laik pakai atau tidak laik pakai terhadap obyek yang telah di kalibrasi	Ketepatan pekerjaan				
3.	Menerbitkan surat keterangan hasil kegiatan kalibrasi	Ketepatan pekerjaan				
4.	Melaporkan hasil kegiatan kalibrasi	Ketepatan pekerjaan				

Apakah semua instruksi kerja tugas praktik Melakukan Langkah Kalibrasi dilaksanakan dengan benar dengan waktu yang telah ditentukan?

YA

TIDAK

	NAMA	TANDA TANGAN
PESERTA		
PENILAI		

Catatan Penilai:

BAB IV

CEK LIST TUGAS

NO	TUGAS UNJUK KERJA	PENILAIAN		TANGGAL
		K	BK	
1.	Menyiapkan Sensor/Transducer Yang Akan Dikalibrasi			
2.	Melakukan Langkah Kalibrasi			
3.	Mendokumentasikan Kegiatan			

Apakah semua tugas unjuk kerja Melakukan Kalibrasi Sensor / Transducer telah dilaksanakan dengan benar dan dalam waktu yang telah ditentukan?

YA

TIDAK

	NAMA	TANDA TANGAN
PESERTA		
PENILAI		

Catatan Penilai:

**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
M A L A N G

BUKU PENILAIAN

Teknik Elektronika Industri

Melakukan Kalibrasi Sensor/*Transducer*
IMG.IN02.006.01



PENJELASAN UMUM

Buku penilaian untuk unit kompetensi Melakukan Kalibrasi Sensor / Transducer 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 Modul Diklat Berbasis Kompetensi Sub-Bidang Perawatan Peralatan Instrumentasi dan Kalibrasi. 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	2
BAB I PENILAIAN TEORI	4
A. Lembar Penilaian Teori	4
B. Ceklis Penilaian Teori.....	4
BAB II PENILAIAN PRAKTIK	5
A. Lembar Penilaian Praktik	5
B. Ceklis Aktivitas Praktik	11
BAB III CEKLIS PENILAIAN SIKAP KERJA	12
A. Penilaian Sikap Kerja	12
LAMPIRAN	22
Lampiran 1. Kunci Jawaban	x

BAB I

PENILAIAN TEORI

A. Lembar Penilaian Teori

Elemen Kompetensi : Menyiapkan Sensor/Transducer Yang Akan Dikalibrasi
Diklat :
Waktu : 30 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.

Teori 1

Jawablah pertanyaan dibawah ini mengenai sensor proximity Photoelectric ..Sensors

1. Jelaskan tentang Sensor proximity ?

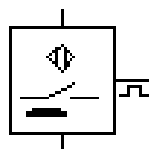
Sensor proximity adalah sensor untuk mendeteksi ada atau tidaknya suatu obyek

2. Jelaskan tentang Sensor proximity induktif ?

Sensor proximity induktif ini bekerja berdasar koil elektromagnetik untuk mendeteksi kehadiran suatu objek logam.

3. Gambarkan simbol Sensor proximity induktif ?

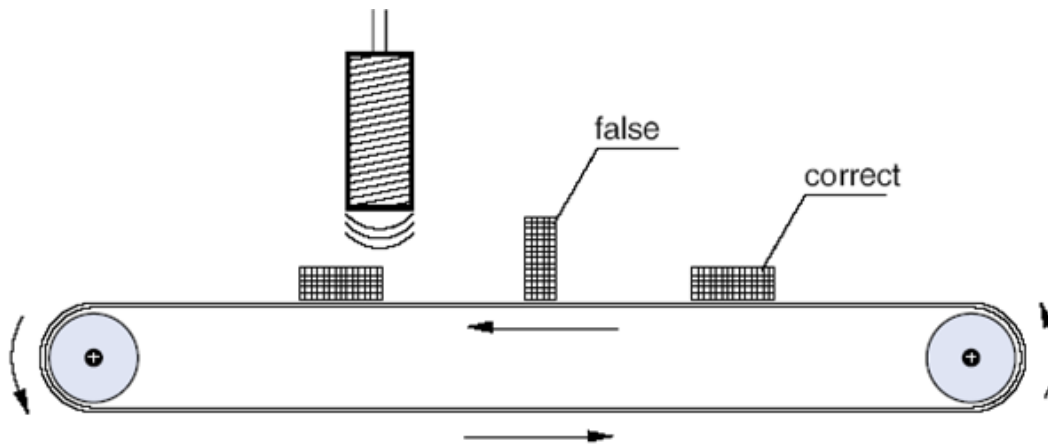
Simbol



4. Jelaskan aplikasi Sensor proximity induktif ?

Aplikasi Proximity Induktif : berfungsi untuk mendeteksi obyek besi/metal. Meskipun terhalang oleh benda non-metal, sensor akan tetap dapat mendeteksi selama dalam jarak (nilai) normal sensing atau jangkauannya. Jika sensor mendeteksi adanya besi di area sensingnya, maka kondisi output sensor akan berubah nilainya

Dari gambar dibawah ini merupakan aplikasi mendeteksi ketinggian benda di conveyor

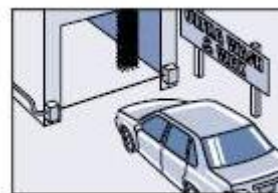


Contoh contoh aplikasi Proximity Induktif



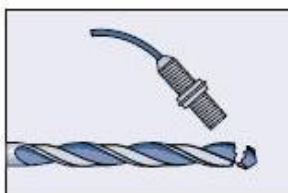
Application
Counting Cans

Sensor
K50 Polarized
Retroreflective



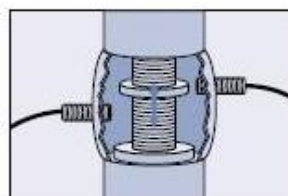
Application
Car Wash

Sensor
SL Thru Beam



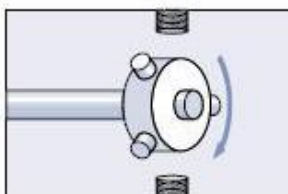
Application
Detecting the
Presence of a Broken
Drill Bit

Sensor
12 mm Normal
Requirements



Application
Detecting Full Open or
Closed Valve Position

Sensor
12mm or 18mm Extra
Duty



Application
Detecting Presence of
Set Screws on Hub for
Speed or Direction
Control

Sensor
30mm Shorty



Application
Detecting Broken Bit
on Milling Machine

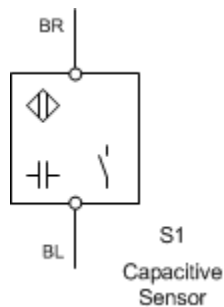
Sensor
18 mm

5. Jelaskan tentang Sensor proximity kapasitif ?

Proximity Capacitive akan mendeteksi semua obyek yang ada dalam jarak sensingnya baik metal maupun non-metal.

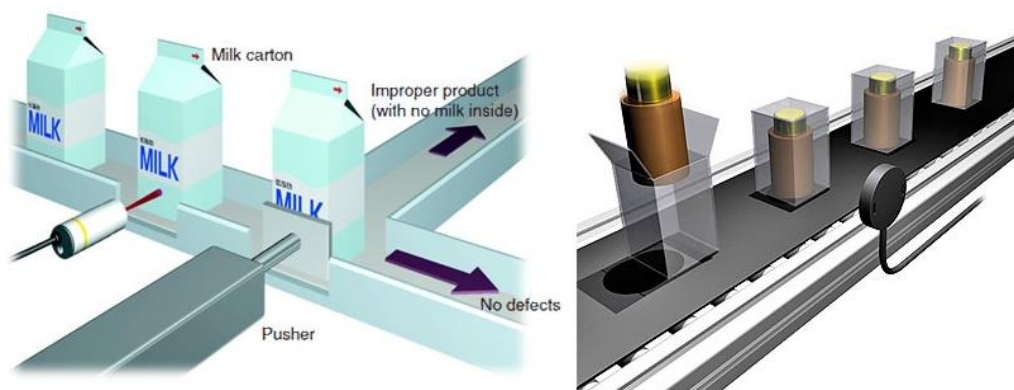
6. Gambarkan simbol Sensor proximity kapasitif ?

Simbol Proximity kapasitif:

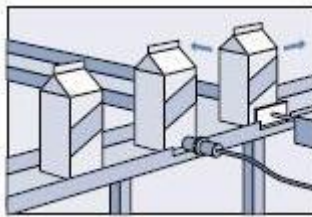


7. Jelaskan aplikasi Sensor proximity kapasitif ?

Aplikasi Proximity kapasitif : Berfungsi untuk mendeteksi obyek baik metal maupun non-metal. Biasanya dipakai untuk deteksi barang pada ban berjalan (*conveyer*)

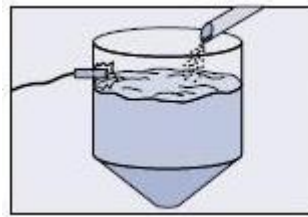


Contoh contoh aplikasi Proximity kapasitif



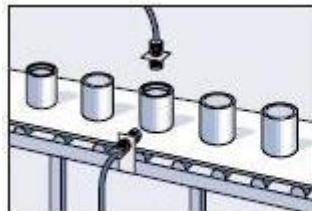
Application
Detecting Milk in
Cartons

Sensor
Capacitive



Application
Controlling Fill level of
solids in a bin

Sensor
Capacitive



Application
Detecting Presence of
Can and Lid

Sensor
30mm Normal
Requirements or
UBERO, 18mm
Normal Requirements
Gating Sensor

8. Gambarkan diagram tentang Sensor proximity Photoelectric ?

Proximity Photoelectric

Secara lebih detail kedua komponen tersebut adalah sebagai berikut :

Pemancar terdiri dari komponen :

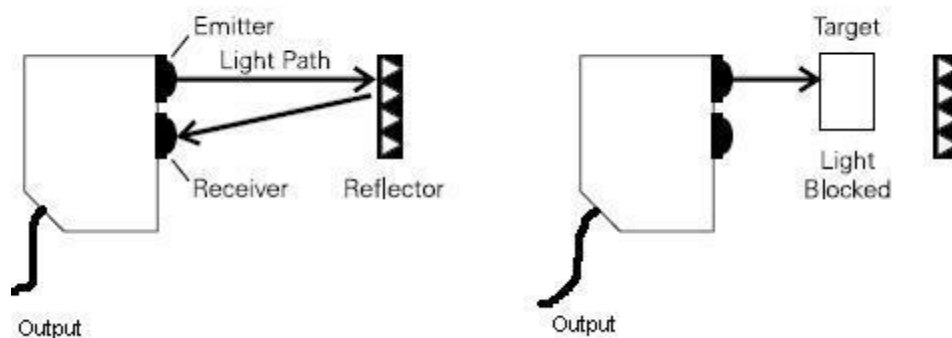
- Luminescent Diode yang juga dikenal dengan nama *Light Emiting Diode* (LED)
- Dioda Laser

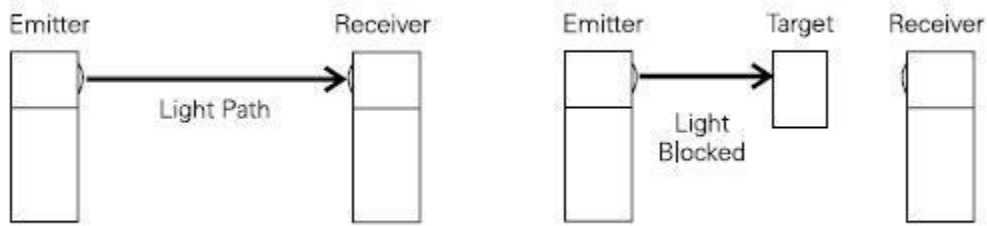
Penerima terdiri dari komponen

- Photodiode
- Phototransistor

9. Terdiri komponen apa Sensor proximity Photoelectric, jelaskan?

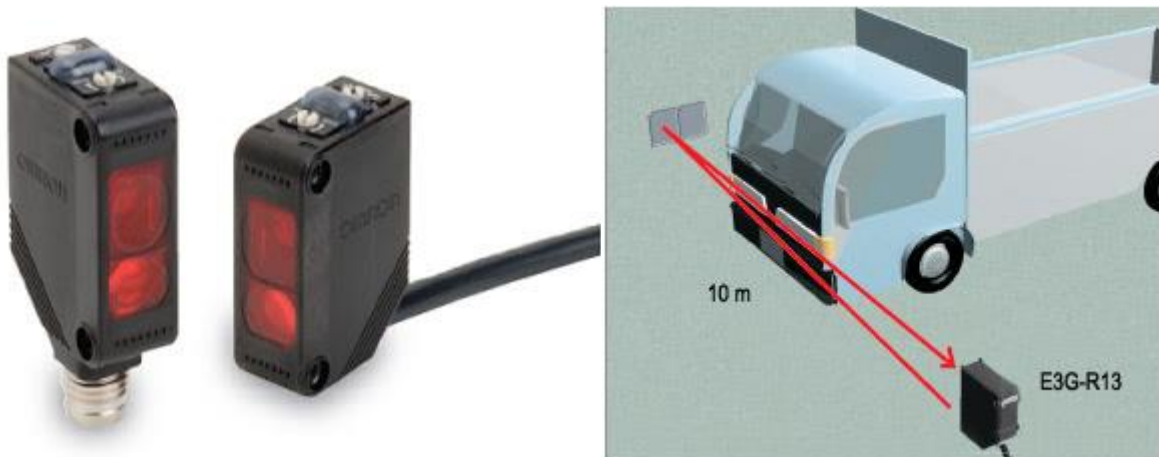
Bentuk ilustrasinya adalah :





a. Diagram Photoelectric Sensors

10. Jelaskan aplikasi Sensor proximity Photoelectric ?



Aplikasi dari Photoelectric

Teori 2

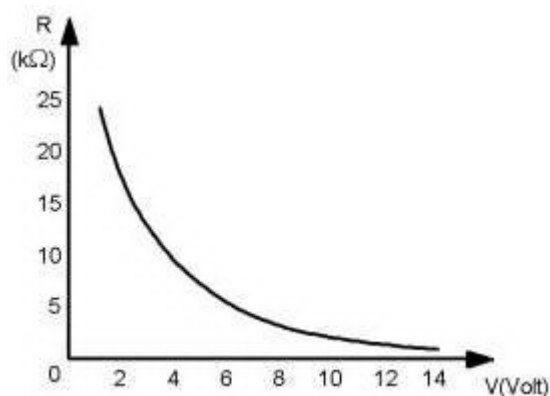
Jawablah pertanyaan dibawah ini mengenai sensor Photo diode dengan benar dan tepat!

1. Jelaskan definisi dari Sensor photo diode?
Adalah sensor yang dapat mengalami perubahan resistansinya apabila mengalami perubahan penerimaan cahaya

2. Gambarkan simbol dari Sensor photo diode?



3. Gambarkan karakteritik dari Sensor photo diode?
Karateristik Sensor photo dioda

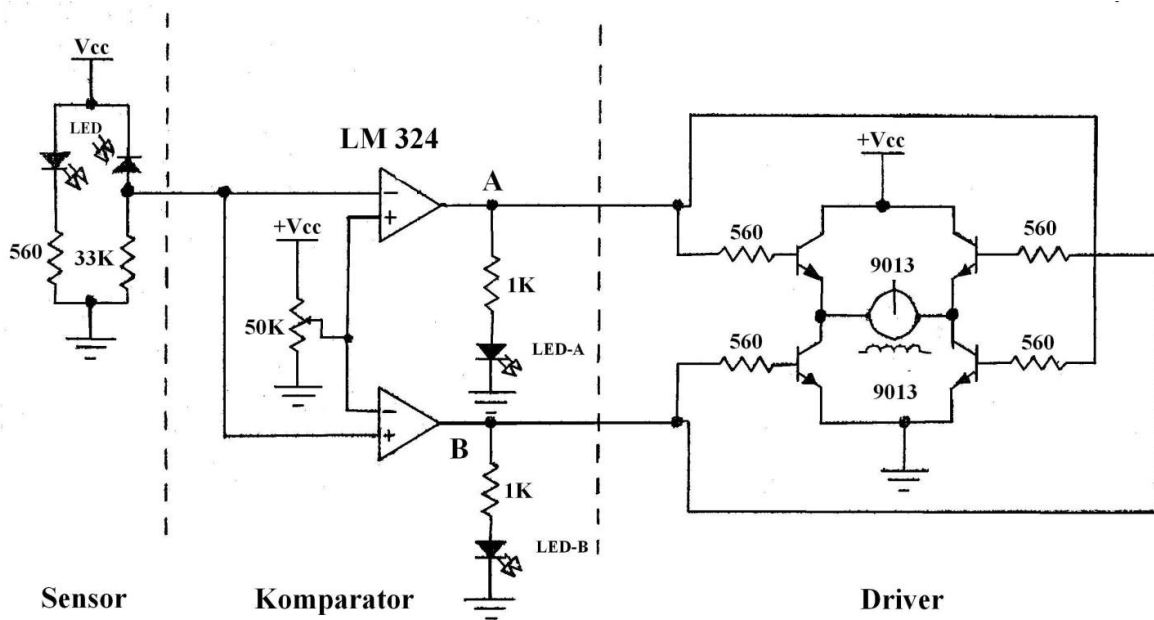


Gambar 8.11 Karateristik Sensor photo dioda

4. Jelaskan aplikasi Sensor photo diode?
Aplikasi Sensor Sensor photo dioda dapat digunakan sebagai :
 - a. Sensor pada rangkaian saklar cahaya
 - b. Sensor pada lampu otomatis

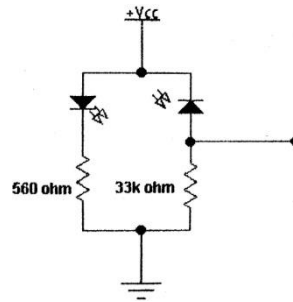
- c. Sensor pada alarm brankas
- d. Sensor pada tracker cahaya matahari
- e. Sensor pada kontrol arah solar cell
- f. Sensor pada robot line follower

5. Jelaskan cara kerja dari rangkaian **Line Follower Analog** dibawah ini dengan **Sensor photo diode** ?



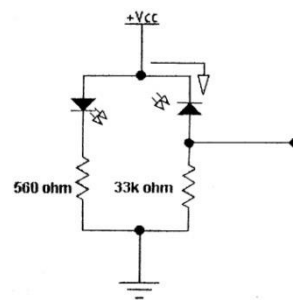
Prinsip Kerja Sensor

Sensor yang digunakan terdiri dari photo dioda. Sensor ini nilai resistansinya akan berkurang bila terkena cahaya dan bekerja pada kondisi riverse bias. Untuk sensor cahayanya digunakan LED Superbright, komponen ini mempunyai cahaya yang sangat terang, sehingga cukup untuk mensuplai cahaya ke photo dioda.



Gambar 8.12 Sensor photo diode tidak kena cahaya

Cara kerjanya :



Gambar 8.13 Sensor photo diode kena cahaya

Jika photo dioda tidak terkena cahaya, maka nilai resistansinya akan besar atau dapat kita asumsikan tak hingga. Sehingga arus yang mengalir pada komparator sangat kecil atau dapat diasumsikan dengan logika 0.

Jika photo dioda terkena cahaya, maka photo dioda akan bersifat sebagai sumber tegangan dan nilai resistansinya akan menjadi kecil, sehingga akan ada arus yang mengalir ke komparator dan berlogika 1.

Teori 3

Jawablah pertanyaan dibawah ini mengenai dokumentasi kegiatan dan pelaporan!

1. Jelaskan tujuan utama dari kegiatan mendokumentasikan kegiatan kalibrasi?
Tindakan mendokumentasi hasil akhir kalibrasi sebagai rangkaian dari **proses, prosedur atau metode** kalibrasi diharapkan untuk menjaga konsisten dengan **hasil yang diharapkan**.

2. Jelaskan apa yang dimaksud validasi pada kegiatan kalibrasi?

Validasi adalah bukti tertulis dan dilakukan untuk membuktikan konsistensi proses, prosedur atau metode dengan hasil yang diharapkan.

Validasi merupakan suatu tindakan pembuktian dengan cara yang sesuai bahwa tiap bahan, proses, prosedur, kegiatan, sistem, perlengkapan atau mekanisme yang digunakan dalam produksi dan pengawasan akan senantiasa mencapai hasil yang diinginkan.

3. Sebutkan macam-macam dokumentasi yang ada pada kegiatan kalibrasi!
- Sertifikat Uji Kalibrasi
 - Surat Keterangan Uji Kalibrasi
 - Label Laik Pakai
 - Label Tidak Laik Pakai

B. Ceklis Penilaian Teori

NO. KUK	NO. SOAL	KUNCI JAWABAN	JAWABAN PESERTA	PENILAIAN		KETERANGAN
				K	BK	
	Essay					
	1.1	Terlampir				
	1.2	Terlampir				
	1.3	Terlampir				
	1.4	Terlampir				
	1.5	Terlampir				
	1.6	Terlampir				
	1.7	Terlampir				
	1.8	Terlampir				
	1.9	Terlampir				
	1.10	Terlampir				
	2.1	Terlampir				
	2.2	Terlampir				
	2.3	Terlampir				
	2.4	Terlampir				
	2.5	Terlampir				
	3.1	Terlampir				
	3.2	Terlampir				
	3.3	Terlampir				

BAB II

PENILAIAN PRAKTIK

A. Lembar Penilaian Praktik

Tugas Unjuk Kerja MENYIAPKAN SENSOR/TRANSDUCER YANG AKAN DIKALIBRASI

1. Waktu : 60 menit
2. Alat : Multimeter analog, multimeter digital, kalibrator suhu
3. Bahan : sensor proximity induktif, sensor proximity kapasitif, RTD, Thermocouple, Pt100
4. Indikator Unjuk Kerja
 - a. Alat standar untuk kalibrasi disiapkan sesuai dengan spesifikasi.
 - b. Metode kalibrasi disiapkan sesuai dengan SOP
 - c. Permasalahan yang timbul dalam penyiapan peralatan dilaporkan kepada pihak terkait.
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:

Siswa di SMK Negeri 1 akan membuat tugas akhir untuk membaca temperatur untuk melakukan suatu pengontrolan cairan di laboratorium hingga 125^o C. Untuk itu perlu dilakukan kalibrasi pembacaan sensor suhu menggunakan Pt100/RTD dan sensor jarak proximity induktif/kapasitif.

Instruksi Kerja

Setelah membaca abstraksi nomor **h** selanjutnya ikuti instruksi kerja sebagai berikut:

- 1) Siapkan sensor suhu yang akan dikalibrasi
- 2) Siapkan referensi data tentang sensor suhu yang akan dikalibrasi (Thermocouple/Pt100/RTD).
- 3) Tentukan jenis tipe sensor contoh Thermocouple (tipe E, J, K, R, S) yang akan dikalibrasi.
- 4) Tentukan rentang kerja temperature dari sensor yang akan dikalibrasi
- 5) Siapkan grafik refrensi karakteristik temperatur yang akan dikalibrasi

Daftar Cek Unjuk Kerja Tugas I

NO	DAFTAR TUGAS/INSTRUKSI	POIN YANG DICEK	PENCAPAIAN		PENILAIAN	
			YA	TIDAK	K	BK
1.	Siapkan sensor suhu yang akan dikalibrasi	Pemilihan jenis sensor yang tepat				
2.	Siapkan referensi data dan grafik karakteristik sensor suhu yang akan dikalibrasi	Penyiapan data sheet dan kurva karakteristik yang tepat				
3.	Menentukan jenis tipe sensor	Ketepatan menentukan tipe jenis sensor				
4.	Menentukan rentang kerja temperatur sensor yang dipilih	alasan pemilihan jenis sensor tersebut				

Apakah semua instruksi kerja tugas praktik Menyiapkan Sensor/Transducer Yang Akan Dikalibrasi dilaksanakan dengan benar dengan waktu yang telah ditentukan?

YA

TIDAK

	NAMA	TANDA TANGAN
PESERTA		
PENILAI		

Catatan Penilai:

Tugas Praktik II

a. Elemen Kompetensi : Melakukan Langkah Kalibrasi

b. Waktu Penyelesaian : 60 menit

c. Capaian Unjuk Kerja :

Setelah menyelesaikan tugas membuat Melakukan langkah kalibrasi peserta mampu:

- 1) Melakukan pengecekan sensor/transducer yang akan dikalibrasi secara visual.
- 2) Memasang/menghubungkan sensor / transducer yang akan dikalibrasi dengan alat
- 3) Melakukan langkah langkah dalam kegiatan kalibrasi sesuai prosedur
- 4) Melakukan pencatatan terhadap hasil kalibrasi

d. Daftar Alat/Mesin dan Bahan :

NO	NAMA BARANG	SPESIFIKASI	KETERANGAN
A.	ALAT		
1.	Bath/Bak oli pengukur suhu		
2.	Multimeter Digital		
3.	Calibrator Suhu		
B.	BAHAN		
1.	Sensor Pt100		
2.	Sensor RTD		
3.			

e. Indikator Unjuk Kerja (IUK):

- 1) Alat standar untuk kalibrasi disiapkan sesuai dengan spesifikasi.
- 2) Metode kalibrasi disiapkan sesuai dengan SOP

- 3) Permasalahan yang timbul dalam penyiapan peralatan dilaporkan kepada pihak terkait.

f. Keselamatan dan Kesehatan Kerja

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

- 1) Bertindak berdasarkan sikap kerja yang sudah ditetapkan sehingga diperoleh hasil seperti yang diharapkan, jangan sampai terjadi kesalahan karena ketidak-telitian dan tidak taat asas.
- 2) Waktu menggunakan alat-alat ukur seperti Kalibrator suhu, harus diperhatikan cara penanganannya yang benar.

g. Standar Kinerja

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

h. Tugas

Abstraksi Tugas Praktik II

Siswa di SMK Negeri 1 akan membuat tugas akhir untuk membaca temperatur untuk melakukan suatu pengontrolan cairan di laboratorium hingga 125° C. Untuk itu perlu dilakukan kalibrasi pembacaan sensor suhu menggunakan Pt100/RTD dan sensor jarak proximity induktif/kapasitif.

j. Instruksi Kerja

Setelah membaca abstraksi nomor **h** selanjutnya ikuti instruksi kerja sebagai berikut:

- 1) Siapkan bath/bak oli pengukur temperature konstan
- 2) Siapkan sensor yang akan dikalibrasi dan sensor referensi terkalibrasi
- 3) Cek secara visual kondisi sensor
- 4) Pasang alat ukur kalibrator
- 5) Catat hasil pembacaan kedua sensor
- 6) Lakukan proses pengukuran minimal 10 titik pengukuran

k. Daftar Cek Unjuk Kerja Tugas II

NO	DAFTAR TUGAS/INSTRUKSI	POIN YANG DICEK	PENCAPAIAN		PENILAIAN	
			YA	TIDAK	K	BK
1.	Menyiapkan bath/bak oli pengukur suhu konstan	Ketepatan pekerjaan				
2.	Menyiapkan sensor yang akan dikalibrasi dan sensor referensi terkalibrasi	Ketepatan pekerjaan				
3.	Memeriksa secara visual kondisi sensor	Ketepatan pekerjaan				
4.	Pemasangan alat ukur kalibrator	Ketepatan pekerjaan				
5	Pencatatan hasil pembacaan sensor	Ketepatan pekerjaan				

Apakah semua instruksi kerja tugas praktik Melakukan Langkah Kalibrasi dilaksanakan dengan benar dengan waktu yang telah ditentukan?

YA

TIDAK

	NAMA	TANDA TANGAN
PESERTA		
PENILAI		

Catatan Penilai:

Tugas Praktik III

a. Elemen Kompetensi : Mendokumentasikan Kegiatan

b. Waktu Penyelesaian : 30 menit

c. Capaian Unjuk Kerja :

Setelah menyelesaikan tugas mendokumentasikan kegiatan peserta mampu:

- 1) Mencatat kejadian dari setiap kegiatan yang perlu tindak lanjut dengan menggunakan format yang berlaku.
- 2) Tindakan penyelesaian dari setiap kegiatan dicatat dengan menggunakan format yang berlaku.

e. Daftar Alat/Mesin dan Bahan :

NO	NAMA BARANG	SPESIFIKASI	KETERANGAN
A.	ALAT		
1.	Printer		
2.			
3.			
B.	BAHAN		
1.	Kertas		
2.	Tinta		
3.	Buku		

i. Indikator Unjuk Kerja (IUK):

- 1) Tindakan penyelesaian dari setiap kegiatan dicatat dengan menggunakan format yang berlaku.
- 2) Kejadian dari setiap kegiatan yang perlu tindak lanjut dicatat dengan menggunakan format yang berlaku..

j. Keselamatan dan Kesehatan Kerja

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

- 1) Bertindak berdasarkan sikap kerja yang sudah ditetapkan sehingga diperoleh hasil seperti yang diharapkan, jangan sampai terjadi kesalahan karena ketidak-telitian dan tidak taat asas.

k. Standar Kinerja

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

l. Tugas

Abstraksi Tugas Praktik II

Setelah melakukan proses kalibrasi, selanjutnya peserta pelatihan diminta untuk melakukan dokumentasi hasil uji kalibrasi sesuai dengan SOP

l. Instruksi Kerja

Setelah membaca abstraksi nomor **h** selanjutnya ikuti instruksi kerja sebagai berikut:

- 1) Mencatat hasil kegiatan kalibrasi
- 2) Membuat label laik pakai atau tidak laik pakai terhadap obyek yang telah di kalibrasi
- 3) Menerbitkan surat keterangan hasil kegiatan kalibrasi

4) Melaporkan hasil kegiatan kalibrasi

m. Daftar Cek Unjuk Kerja Tugas III

NO	DAFTAR TUGAS/INSTRUKSI	POIN YANG DICEK	PENCAPAIAN		PENILAIAN	
			YA	TIDAK	K	BK
1.	Mencatat hasil kegiatan kalibrasi	Ketepatan pekerjaan				
2.	Membuat label laik pakai atau tidak laik pakai terhadap obyek yang telah di kalibrasi	Ketepatan pekerjaan				
3.	Menerbitkan surat keterangan hasil kegiatan kalibrasi	Ketepatan pekerjaan				
4.	Melaporkan hasil kegiatan kalibrasi	Ketepatan pekerjaan				

Apakah semua instruksi kerja tugas praktik Melakukan Langkah Kalibrasi dilaksanakan dengan benar dengan waktu yang telah ditentukan?

YA

TIDAK

	NAMA	TANDA TANGAN
PESERTA		
PENILAI		

Catatan Penilai:

BAB III

PENILAIAN SIKAP KERJA

CEKLIS PENILAIAN SIKAP KERJA

Menyiapkan(judul unit...)

INDICATOR UNJUK KERJA	NO. KUK	K	BK	KETERANGAN
1.Harus bertindak cermat, teliti, berpikir evaluatif	1.1			
2.Harus bertindak cermat,teliti, dan taat asas	1.2			
3.Harus bertindak cermat, teliti, berpikir analitis dan evaluatif	1.3			
4.	2.1			
5.	2.2			
6.	3.1			
7.Harus bertindak teliti, akurat, dan memperhatikan SOP	3.2			

Catatan:

.....

.....

.....

.....

.....

Tanda Tangan Peserta :

Tanda Tangan Instruktur :

LAMPIRAN-LAMPIRAN

Lampiran 1

Kunci Jawaban Penilaian Teori

NO. KUK	NO. SOAL	KUNCI JAWABAN
	Isian	
	A.1	Kualitatif
	A.2	
	A.3	
	B-S	
	B.1	S
	B.2	B

Jawaban Soal Essay

**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