

SENSOR INDUSTRI

deepublish / publisher

UU No 28 tahun 2014 tentang Hak Cipta

Fungsi dan sifat hak cipta Pasal 4

Hak Cipta sebagaimana dimaksud dalam Pasal 3 huruf a merupakan hak eksklusif yang terdiri atas hak moral dan hak ekonomi.

Pembatasan Pelindungan Pasal 26

Ketentuan sebagaimana dimaksud dalam Pasal 23, Pasal 24, dan Pasal 25 tidak berlaku terhadap:

- i. Penggunaan kutipan singkat Ciptaan dan/atau produk Hak Terkait untuk pelaporan peristiwa aktual yang ditujukan hanya untuk keperluan penyediaan informasi aktual;
- ii. Penggandaan Ciptaan dan/atau produk Hak Terkait hanya untuk kepentingan penelitian ilmu pengetahuan;
- iii. Penggandaan Ciptaan dan/atau produk Hak Terkait hanya untuk keperluan pengajaran, kecuali pertunjukan dan Fonogram yang telah dilakukan Pengumuman sebagai bahan ajar; dan
- iv. Penggunaan untuk kepentingan pendidikan dan pengembangan ilmu pengetahuan yang memungkinkan suatu Ciptaan dan/atau produk Hak Terkait dapat digunakan tanpa izin Pelaku Pertunjukan, Produser Fonogram, atau Lembaga Penyiaran.

Sanksi Pelanggaran Pasal 113

1. Setiap Orang yang dengan tanpa hak melakukan pelanggaran hak ekonomi sebagaimana dimaksud dalam Pasal 9 ayat (1) huruf i untuk Penggunaan Secara Komersial dipidana dengan pidana penjara paling lama 1 (satu) tahun dan/atau pidana denda paling banyak Rp100.000.000 (seratus juta rupiah).
2. Setiap Orang yang dengan tanpa hak dan/atau tanpa izin Pencipta atau pemegang Hak Cipta melakukan pelanggaran hak ekonomi Pencipta sebagaimana dimaksud dalam Pasal 9 ayat (1) huruf c, huruf d, huruf f, dan/atau huruf h untuk Penggunaan Secara Komersial dipidana dengan pidana penjara paling lama 3 (tiga) tahun dan/atau pidana denda paling banyak Rp500.000.000,00 (lima ratus juta rupiah).

SENSOR INDUSTRI

Agus Siswoyo, S.T., M.T.

Eko Aris Budi Cahyono, S.T., M.Eng



Cerdas, Bahagia, Mulia, Lintas Generasi.

SENSOR INDUSTRI

Agus Siswoyo, dkk

Desain Cover :
Nama

Sumber :
Link

Tata Letak :
Cinthia M. S

Ukuran :
viii, 122 hlm, Uk: 17.5x25 cm

ISBN :
No ISBN

Cetakan Pertama :
Bulan 2022

Hak Cipta 2022, Pada Penulis

Isi diluar tanggung jawab percetakan

Copyright © 2022 by Deepublish Publisher
All Right Reserved

Hak cipta dilindungi undang-undang.
Dilarang keras menerjemahkan, memfotokopi, atau
memperbanyak sebagian atau seluruh isi buku ini
tanpa izin tertulis dari Penerbit.

PENERBIT DEEPUBLISH
(Grup Penerbitan CV BUDI UTAMA)

Anggota IKAPI (076/DIY/2012)

Jl.Rajawali, G. Elang 6, No 3, Drono, Sardonoharjo, Ngaglik, Sleman

Jl.Kaliurang Km.9,3 – Yogyakarta 55581

Telp/Faks: (0274) 4533427

Website: www.deepublish.co.id

www.penerbitdeepublish.com

E-mail: cs@deepublish.co.id

Kata Pengantar Penerbit

Assalamualaikum, w.r. w.b.

Segala puji kami haturkan ke hadirat Allah Swt., Tuhan Yang Maha Esa, atas limpahan rahmat dan karunia-Nya. Tak lupa, lantunan selawat serta salam senantiasa tercurahkan kepada Nabi Besar Muhammad saw.

Dalam rangka mencerdaskan dan memuliakan umat manusia dengan penyediaan serta pemanfaatan ilmu pengetahuan dan teknologi untuk menciptakan industri *processing* berbasis sumber daya alam (SDA) Indonesia, Penerbit Deepublish dengan bangga menerbitkan buku dengan judul **SENSOR INDUSTRI**.

Terima kasih dan penghargaan terbesar kami sampaikan kepada penulis yang telah memberikan kepercayaan, perhatian, dan kontribusi penuh demi kesempurnaan buku ini. Semoga buku ini bermanfaat bagi semua pembaca, mampu berkontribusi dalam mencerdaskan dan memuliakan umat manusia, serta mengoptimalkan pemanfaatan ilmu pengetahuan dan teknologi di tanah air.

Wassalamualaikum, w.r. w.b.

Hormat Kami,

Penerbit Deepublish

deepublish / publisher

Daftar Isi

Kata Pengantar Penerbit	v
Daftar Isi	vii
BAB I PENGENALAN SENSOR INDUSTRI.....	1
BAB II LIMIT SWITCH	7
BAB III SENSOR INDUKTIF.....	11
BAB IV SENSOR CAPASITIF.....	20
BAB V SENSOR PHOTOELECTRIC.....	28
BAB VI SENSOR SUHU	39
BAB VII SENSOR ROTARY ENCODER	52
BAB VIII SENSOR LEVEL	60
BAB IX SENSOR VISION.....	66
BAB X SENSOR ACCELEROMETER DAN GYROMETER.....	101
BAB XI AKUISISI DATA SENSOR.....	112
Daftar Pustaka	121

deepublish / publisher

BAB I

PENGENALAN SENSOR INDUSTRI

1. Konsep sensor dan Jenis Sensor

Sensor adalah sesuatu komponen atau perangkat yang digunakan untuk mendeteksi adanya perubahan lingkungan fisik atau kimia dan mengubah besaran tertentu ke satuan analog sehingga dapat dibaca oleh suatu rangkaian elektronik. Variabel keluaran dari sensor yang diubah menjadi besaran listrik disebut Transduser. Sensor biasanya dikategorikan melalui pengukur dan memegang peranan penting dalam pengendalian proses pabrikasi modern. Sensor memberikan ekivalen mata, pendengaran, hidung, lidah, kulit dan menjadi otak mikroprosesor dari sistem otomatisasi industri.

Jenis Sensor dapat digolongkan berdasarkan suplay dayanya

1. Sensor Pasif, jika suplay daya diperoleh dari fenomena fisik yang dideteksi (seperti LDR)
2. Sensor Aktif, jika sensor tersebut harus mendapat suplai daya eksternal (seperti LM35)

Jenis Sensor dapat digolongkan berdasarkan obyek yang diukur yaitu

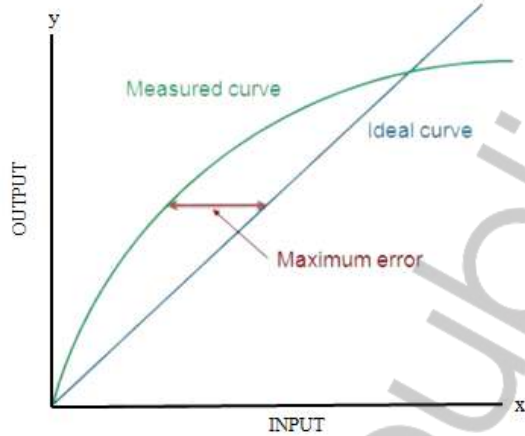
1. Sensor jarak perpindahan
2. Sensor Akselerasi
3. Sensor Tekanan
4. Sensor Torsi
5. Sensor Gaya
6. Sensor Aliran
7. Sensor Suhu
8. Sensor proximity
9. Sensor Cahaya Dll

Jenis Sensor dapat digolongkan berdasarkan analog dan digital yaitu

1. Sensor analog bila menghasilkan output sinyal konntinyu yang sebanding dengan fenomena fisik yang diukurnya.
2. Sensor digital bila menghasilkan 2 kondisi on dan off, sehingga sering disebut sebagai sensor on-off.

Dalam pemilihan sensor ada syarat syarat tertentu yang harus didapatkan didalamnya, seperti dibawah ini :

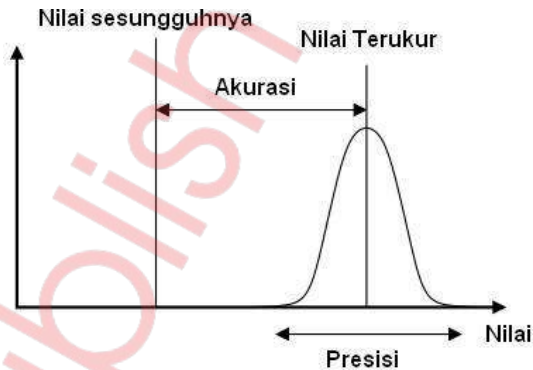
- ✓ **Akurasi:** Perbedaan antara nilai terukur dan nilai sebenarnya. Akurasi mendefinisikan kedekatan antara nilai terukur aktual dan nilai sebenarnya
- ✓ **Presisi :** kemampuan untuk memancarkan kembali berulang kali dengan akurasi tertentu
- ✓ **Resolusi:** Perubahan dalam variabel terukur dimana sensor akan merespon
- ✓ **Repeatability:** Pengambilan data sensor atau Pengukuran sensor beberapa kali hingga didapatkan nilai yang tetap sama
- ✓ **Range:** Batas atas dan bawah variabel yang bisa diukur
- ✓ **Dead band/time :** ruang mati transduser adalah rentang nilai input yang tidak ada outputnya. Waktu mati perangkat sensor adalah durasi waktu dari penerapan input hingga output mulai merespons atau berubah.
- ✓ **Response time :** jumlah waktu yang dibutuhkan sensor untuk merespons sepenuhnya terhadap perubahan input. Ini menggambarkan kecepatan perubahan output pada perubahan langkah demi langkah dari besaran ukur.
- ✓ **Sensitivitas**
Rasio perubahan output dengan perubahan unit input. Sensitivitas sensor digital erat kaitannya dengan resolusi. Sensitivitas sensor analog adalah kemiringan garis output vs input, atau sensor yang menunjukkan perilaku linier yang benar-benar memiliki sensitivitas konstan pada seluruh rentang input.
- ✓ **Linearitas**
Persentase penyimpangan dari kurva kalibrasi linier yang paling sesuai



Gambar 1.1 Non Linier

Nonlinier menunjukkan deviasi maksimum dari kurva terukur aktual sensor dari kurva ideal.

Nonlinier (%) = Deviasi maksimum pada input/Input skala penuh maksimum



Gambar 1.2 Perbedaan akurasi dan presisi

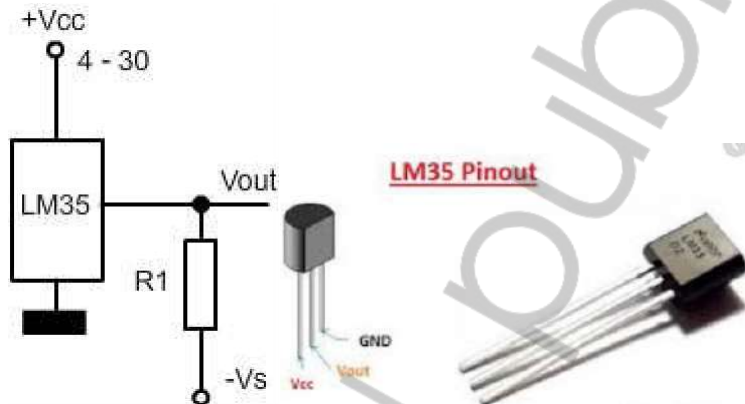
Pengukuran berulang diibaratkan dengan anak panah yang menembak target beberapa kali. Akurasi menggambarkan kedekatan panah panah dengan pusat sasaran. Panah yang menancap lebih dekat dengan pusat sasaran dianggap lebih akurat. Semakin dekat sistem pengukuran terhadap nilai yang diterima, sistem dianggap lebih akurat.

Jika sejumlah besar anak panah ditembakkan, presisi adalah ukuran kedekatan dari masing-masing anak panah dalam kumpulan tersebut. Semakin

menyempit kumpulan anak panah tersebut, sistem dianggap semakin presisi.

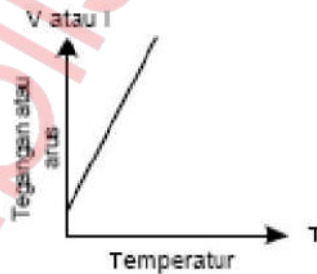
Sensor sering digunakan di industri dan ada macam-macam sensor untuk industri. Macam-macam sensor yang ada di industri adalah sebagai berikut.

Sensor Suhu (IC LM35)



Gambar 1.3. Sensor LM35

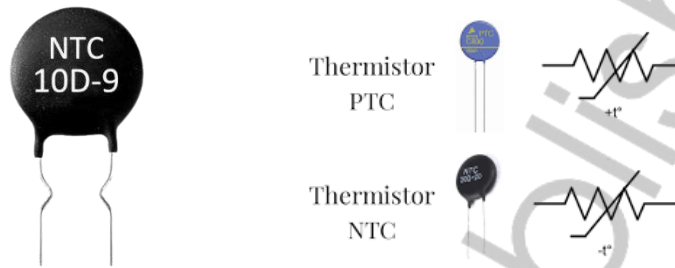
Tegangan keluaran rangkaian LM35 bertambah $10 \text{ mV}/^{\circ}\text{C}$. Dengan memberikan tegangan referensi negatif ($-V_s$) pada rangkaian, sensor ini mampu bekerja pada rentang suhu $-55^{\circ}\text{C} - 150^{\circ}\text{C}$. Tegangan keluaran dapat diatur 0 V pada suhu 0°C dan ketelitian sensor ini adalah $\pm 1^{\circ}\text{C}$.



Gambar 1.4. perbedaan akurasi dan presisi Output tegangan atau arus sangat linier terhadap perubahan kenaikan suhu.

Contoh Aplikasi : Sistem monitoring suhu ruangan pada laboratorium kimia, sistem monitoring suhu rumah kaca, .

Sensor Suhu (Thermistor)



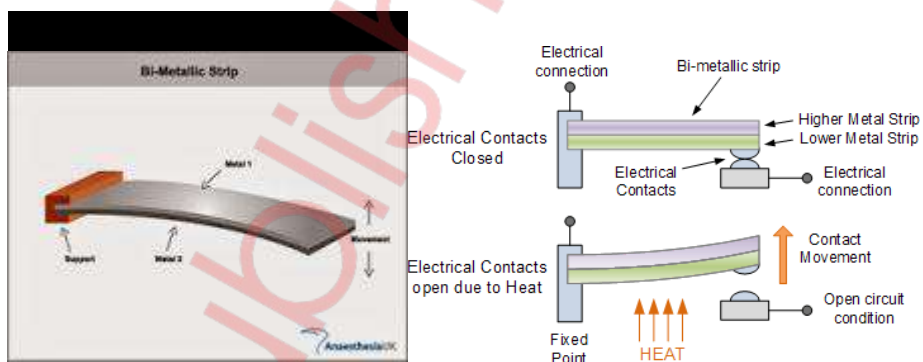
Gambar 1.5. Thermistor

Mengubah suhu menjadi resistansi atau hambatan listrik yang berbanding terbalik dengan perubahan suhu. Semakin tinggi suhu, semakin kecil resistansinya.

Contoh Aplikasi :

Aplikasi thermistor pada otomotif adalah pada Sensor IAT (Intake Air Temperature) Sensor ini mendeteksi temperatur udara masuk ke engine dengan menggunakan thermistor.

Bimetallic Temperature Sensor



Gambar 1.6. Bimetal

Sensor ini mengubah mampu besaran suhu menjadi gerakan. sensor ini terbuat dari dua buah logam yang disatukan atau direkatkan menjadi satu. Cara kerja dari sensor ini adalah setiap logam kan mempunyai koefisien muai yang berbeda-beda maka jika dua buah logam yang memiliki koefisien muai yang berbeda disatukan maka gabungan kedua logam itu akan melengkung jika dipanasi. Karena sifatnya yang bisa melengkung jika terkena panas maka

bimetal ini sering dipakai sebagai saklar suhu otomatis atau sebagai alat ukur suhu yang analog.

Contoh Aplikasi : Salah satu aplikasi dari Bimetallic temperature sensor ini adalah pada setrikaan listrik pada setrika jika suhu melebihi batas yang telah ditentukan maka setrika akan mati sendiri dan akan ada bunyi "tik", itu sebenarnya adalah Bimetallic temperature sensor yang sedang melengkung. Disini bimetal berfungsi sebagai saklar suhu otomatis yang akan memutuskan kontak listrik jika suhu setrika melebihi batas yang ditentukan.

BAB II

LIMIT SWITCH

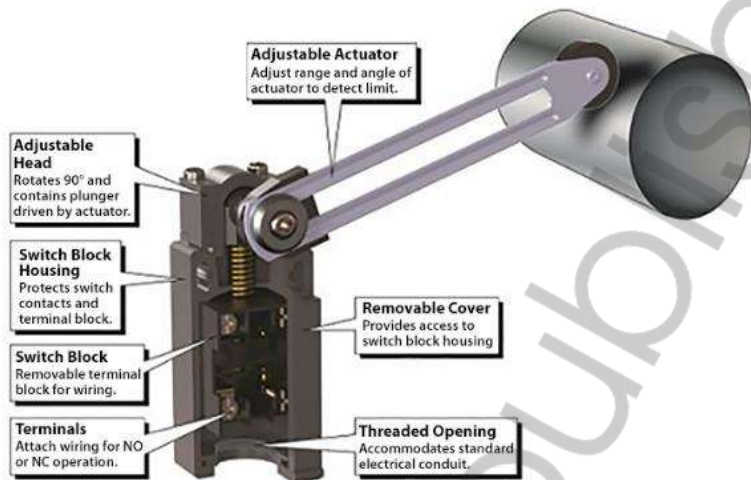


Gambar 2.1. Komponen utama *limit switch*

Sakelar batas mekanis atau *limit switch* adalah perangkat penginderaan keberadaan atau posisi, umumnya digunakan dalam sistem otomasi industri. Biasanya, sakelar ini dioperasikan secara elektromekanis, sehingga aktif ketika suatu objek melakukan kontak fisik dengan aktuator, yang seringkali dapat disesuaikan.

Ada banyak bentuk aktuator, masing-masing terhubung secara mekanis, dari yang menggunakan kepala dan pendorong yang dapat disesuaikan, hingga yang lain dengan listrik. blok sakelar di dalam rumahan. Saat aktuator diputar atau ditekan, ia memberikan tindakan mekanis yang diperlukan untuk mengoperasikan sakelar listrik kontak, mengubah keadaannya, biasanya menggunakan konfigurasi yang biasanya terbuka dan biasanya tertutup dari berbagai jenis (Gambar 2.2).

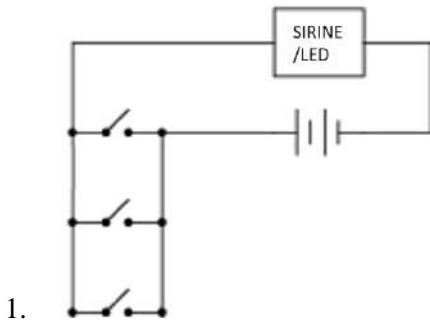
Sambungan listrik dibuat ke terminal di dalam rumahan melalui lubang berulir yang cocok untuk pegangan kabel atau pemasangan saluran.



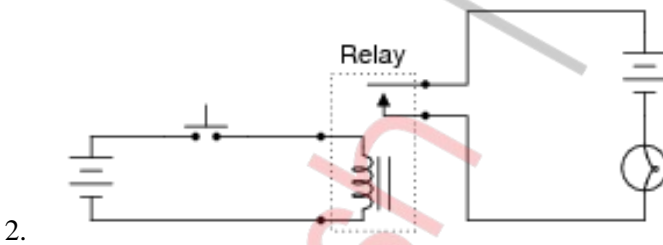
Gambar 2.2. Beberapa tipe *limit switch*

Sebagian besar sakelar batas atau *limit switch* murni beroperasi secara mekanis, menggunakan berbagai hubungan dan gerakan objek untuk menggerakkan kontak. Karena kontak ini pengaktifannya dengan diberi beban, kontak ini bisa beralih arus yang lebih tinggi dengan teknologi deteksi keberadaan dan posisi lainnya. Beberapa manfaat dari sakelar batas adalah pendeteksian objek yang andal terlepas dari warna, bentuk, atau ukurannya, bersama dengan akurasi posisi dan pengulangan yang tepat. Sakelar batas tersedia dari pengulangan kasar hingga presisi hingga 0,0005 mm, tidak terpengaruh oleh ambient pencahayaan, dan dapat menahan lingkungan yang keras karena konstruksinya yang kokoh. Limit switch juga dapat mengganti banyak beban dan/atau beban induktif, dengan menggunakan energi yang sangat sedikit. Sakelar batas harus menyentuh objek untuk mendeteksinya, yang merupakan batasan dan tidak diinginkan dalam aplikasi makanan atau area di mana sentuhan berulang dapat merusak objek. Juga, karena mereka menggunakan bagian mekanis yang bergerak, mereka bisa aus, dan kecepatan aktuasinya relatif rendah. Pada sisi positifnya, sakelar batas berbiaya rendah, mudah dipahami dan dipecahkan, dan seringkali mudah diperbaiki.

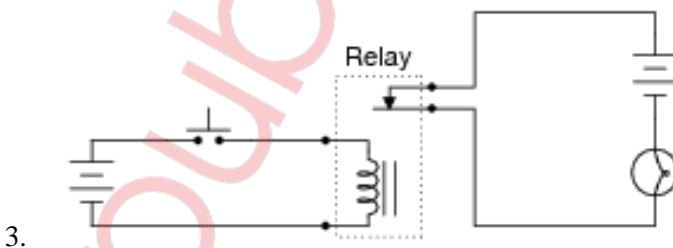
Soal Praktik Switch, Limit switch, Relai



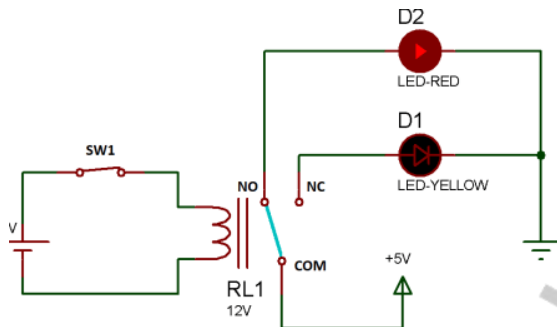
Misalkan seorang insinyur merancang sistem alarm kebakaran untuk gudang besar, dengan beberapa sakelar tombol yang terhubung ke satu sirene alarm. Kerjakan pengkabelan diatas di project board dan Jelaskan cara kerjanya?



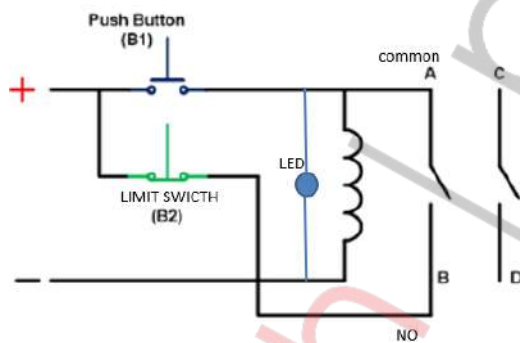
Kerjakan pengkabelan diatas di project board Apa yang akan terjadi ketika sakelar tombol ditekan di sirkuit ini?



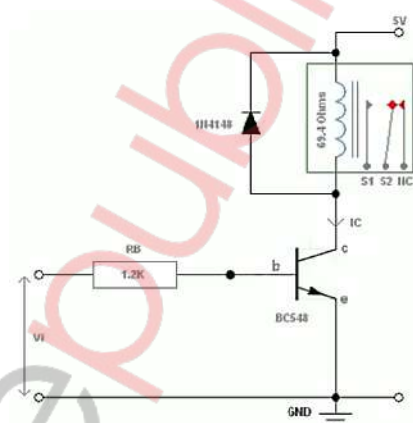
Kerjakan pengkabelan diatas di project board Apa yang akan terjadi ketika sakelar tombol ditekan di sirkuit ini, Jelaskan cara kerjanya??



4. Kerjakan pengkabelan diatas di project board Apa yang akan terjadi ketika sakelar tombol ditekan di sirkuit ini, Jelaskan cara kerjanya?



5. Kerjakan pengkabelan diatas di project board Apa yang akan terjadi ketika sakelar tombol ditekan di sirkuit ini, Jelaskan cara kerjanya?

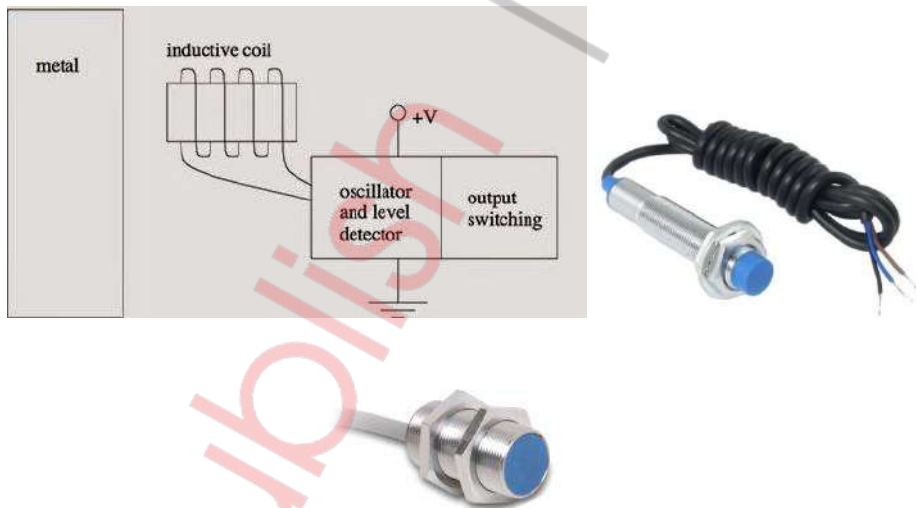


6. Kerjakan pengkabelan diatas di project board Apa yang akan terjadi ketika sakelar tombol ditekan di sirkuit ini, Jelaskan cara kerjanya?

BAB III

SENSOR INDUKTIF

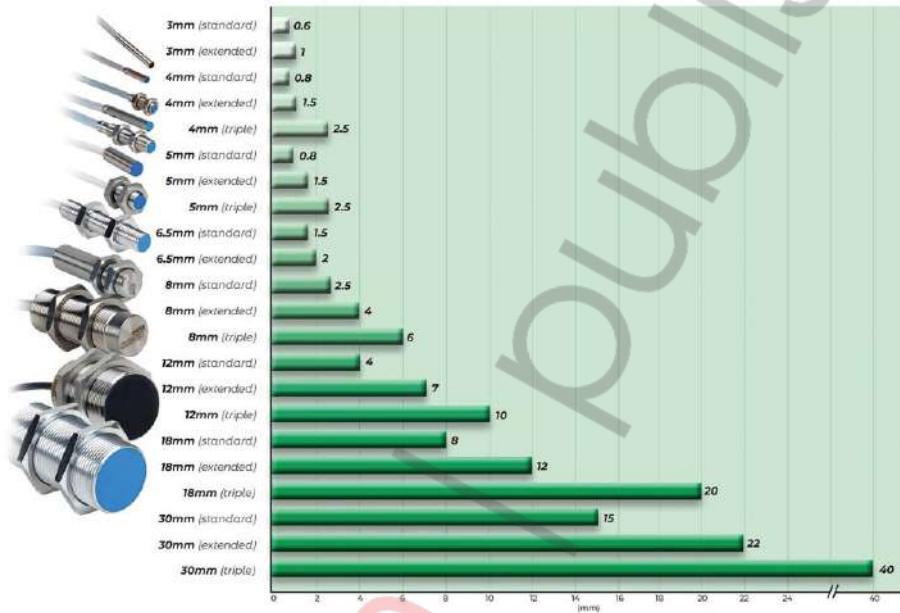
Jenis induktif digunakan untuk mendeteksi adanya benda logam pada jarak tertentu tanpa harus menyentuh benda tersebut. Sensor induktif menggunakan arus induksi oleh medan magnet untuk mendeteksi benda logam di sekitarnya. Sensor induktif ini menggunakan coil yang berperan sebagai konduktor untuk menghasilkan medan magnet frekuensi tinggi. Jika ada benda logam di dekat medan magnet yang berubah, arus akan mengalir dalam objek. Sensor Proximity Induktif pada umumnya terbuat dari kumparan/koil dengan inti ferit sehingga dapat menghasilkan medan elektromagnetik frekuensi tinggi. Output dari sensor jarak jenis induktif ini dapat berupa analog maupun digital.



Gambar 3.1. Sensor Induktif

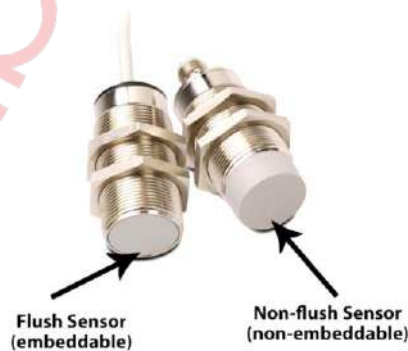
Inductive Proximity Sensor ini pada dasarnya terdiri dari sebuah osilator, sebuah koil dengan inti ferit, rangkaian detektor, rangkaian output, kabel dan konektor. Osilator pada Sensor Jarak ini akan membangkitkan gelombang sinus dengan frekuensi yang tetap. Sinyal ini digunakan untuk menggerakkan kumparan atau koil. Koil dengan Inti Ferit ini akan

menginduksi medan elektromagnetik. Ketika garis-garis medan elektromagnetik ini ter-interupsi oleh objek logam, tegangan osilator akan berkurang sebanding dengan ukuran dan jarak objek dari kumparan/koil.



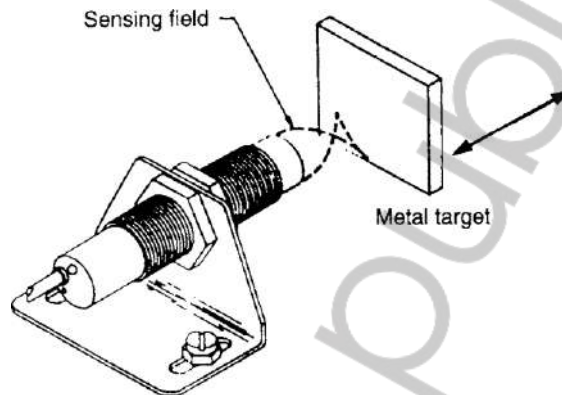
Gambar 3.2. Jarak Sensing sensor induktif

Sensor jarak induktif tersedia dalam berbagai macam ukuran dan bentuk, dari barel kecil 3 mm hingga badan silinder 30mm, dan dalam banyak faktor bentuk persegi panjang.



Gambar 3.3. Flush dan Non Flush pada sensor induktif

Flush, semi-flush and non-flush sensor ini juga disebut sebagai embeddable dan non-embeddable. Sensor non-flush memungkinkan jarak penginderaan yang lebih jauh tetapi permukaan sensor harus menonjol dari substrat *mounting*. Sensor Flush dapat dipasang rata dengan casing logam.



Gambar 3.4. Sensor induktif

Tipe Output

Jenis output yang diperlukan harus ditentukan (yaitu, NPN, PNP, atau analog). Sebagian besar input PLC akan menerima jenis keluaran NPN atau PNP. Jika menghubungkan ke relai solid state, output PNP diperlukan. Kebutuhan akan keluaran analog adalah ditentukan oleh aplikasi. Sensor dengan output analog menghasilkan sinyal yang kira-kira sebanding dengan jarak target.

Apakah Anda memerlukan output diskrit 2, 3, atau 4-kawat? Ini mungkin ditentukan oleh perangkat yang akan dihubungkan dengan sensor, atau mungkin juga sebagai

Pilihan Pribadi.

Beberapa panduan sederhana untuk digunakan adalah:

Contoh aplikasi sensor induktif :

- Deteksi logam besi – baja, besi, kobalt, nikel
- Rakitan bodi otomotif
- Motion position detection dan motion control
- Produksi koil dan transformator
- Deteksi bit rusak dan deteksi tutup

- Proses pemesinan
- Alat posisi dan pengukuran jarak
- Sistem control konveyor
- Kecepatan sensing, limit switching, dan pulse generation
- Proses industri otomatis
- Di lampu lalu lintas dan detector logam
- Untuk mendeteksi keberadaan benda dalam aplikasi pick-and-place selama inspeksi



Gambar 3.5. Modul Sensor Induktif

Spesifikasi:

Sensor PR12-4DP Sensor PR12-4DN Sensor PR12-2DP Sensor PR12-2DN

Keluaran

Jetlamp 24 V Sumber Tegangan

PS 24 V

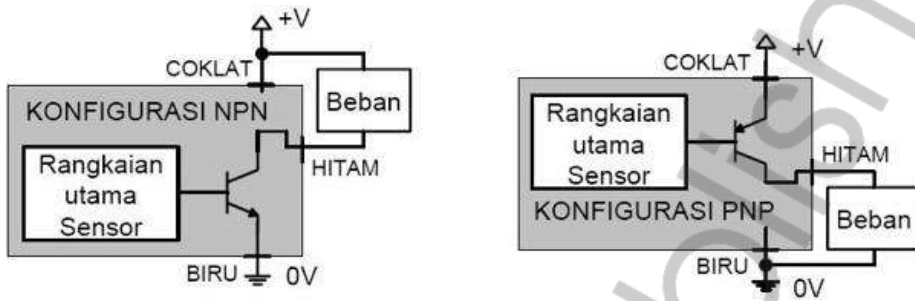


Gambar 3.6 Konektor Sumber Listrik 220 VAC, Sekering

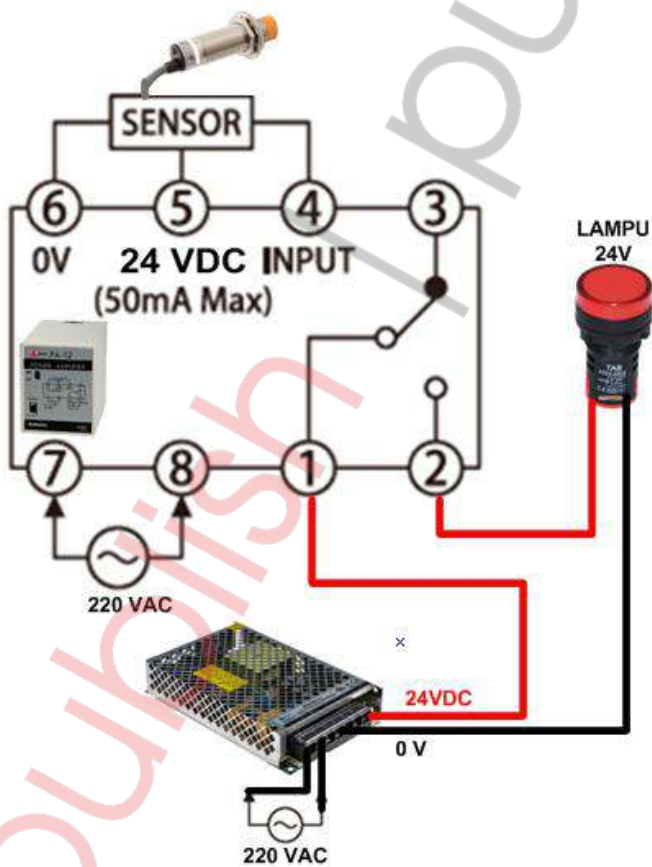


Gambar 3.7. Kabel Power dan Kabel Jumper Pengawatan modul Sensor Induktif

Sensor ini membutuhkan suplai tegangan yang digunakan untuk menghidupkan rangkaian aktif di dalamnya. Keluaran dari sensor ini merupakan level tegangan dengan dua kedudukan. Bila sensor mendeteksi perubahan, maka akan menghasilkan level tegangan yang berbeda dengan ketika tidak ada mendeteksi perubahan. Atau dapat dikatakan sensor ini mempunyai keluaran digital, yaitu ON atau OFF. Ada 2 jenis konfigurasi output sensor, yaitu NPN (Aktif Low) dan PNP (Aktif High).



Gambar 3.8. Konfigurasi output NPN dan PNP



Gambar 3.9. Pengawatan modul sensor

AKTIVITAS #1. PENGAWATAN SENSOR INDUKTIF

Langkah kerja:

1. Hubungkan kabel power (gambar 3) ke konektor sumber listrik 220 yang ada pada modul (gambar 2)
2. Dengan menggunakan kabel jumper, hubungkan terminal sensor yang berwarna **Coklat/24v** ke power supply (switching) +24 Volt
3. Hubungkan terminal sensor berwarna **biru/0V** ke power supply (switching) 0 Volt
4. Hubungkan terminal sensor berwarna **hitam** Output ke terminal lampu X1.
5. Hubungkan terminal lampu merah X2 ke supply 0 Volt
6. Hubungkan kabel power ke sumber listrik 220 VAC
7. Nyalakan saklar power (gambar 2)
8. Dekatkan sebuah benda objek logam berupa besi di depan sensor induktif, apa yang terjadi dengan output lampu saat logam besi didekatkan?
 - a. Sensor Induktif Seri
 - b. Sensor Induktif Seri
 - c. Sensor Induktif Seri
 - d. Sensor Induktif Seri
9. Matikan saklar power (gambar 2)
10. Cabut kabel power dari sumber listrik 220 VAC
11. Lepas semua kabel jumper.

Gambar Wiring atau pengkabelan?



Apa yang saudara dapat simpulkan melalui aktifitas 1?

No	Jenis Benda Kerja	Terdeteksi	Tidak Terdeteksi
1	Besi		
2	Baja		
3	Nilon		
4	Kayu		
5	Air		
6	Kuningan		
7	Tembaga		
8	Plastik		
9	Alumunium		
10	Styrofoam		

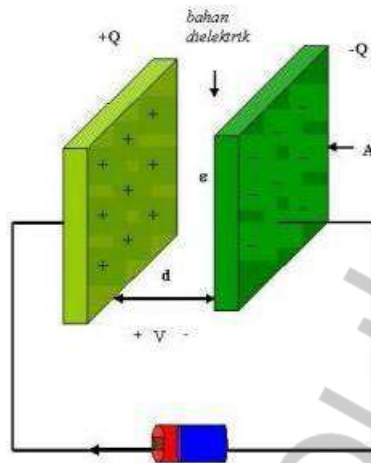
BAB IV

SENSOR CAPASITIF



Gambar 4.1 Sensor Kapasitif

Sensor kapasitif merupakan sensor 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. Sifat sensor kapasitif yang dapat dimanfaatkan dalam proses pengukuran diantaranya adalah sebagai berikut. Sifat Sensor Kapasitif yang Dimanfaatkan Dalam Pengukuran Jika luas permukaan dan dielektrika (udara) dalam dijaga konstan, maka perubahan nilai kapasitansi ditentukan oleh jarak antara kedua lempeng logam. Jika luas permukaan dan jarak kedua lempeng logam dijaga konstan dan volume dielektrikum dapat dipengaruhi maka perubahan kapasitansi ditentukan oleh volume atau ketinggian cairan elektrolit yang diberikan. Jika jarak dan dielektrikum (udara) dijaga konstan, maka perubahan kapasitansi ditentukan oleh luas permukaan kedua lempeng logam yang saling berdekatan.



Gambar 4.2 Konsep Sensor Kapasitif

Konstruksi sensor kapasitif yang digunakan berupa dua buah lempeng logam yang diletakkan sejajar dan saling berhadapan. Jika diberi beda tegangan antara kedua lempeng logam tersebut, maka akan timbul kapasitansi antara kedua logam tersebut. Nilai kapasitansi yang ditimbulkan berbanding lurus dengan luas permukaan lempeng logam, berbanding terbalik dengan jarak antara kedua lempeng dan berbanding lurus dengan zat antara kedua lempeng tersebut (dielektrika).

Aplikasi Sensor Kapasitif Beberapa aplikasi yang dapat dibuat dengan sensor kapasitif diantaranya adalah :

- Sensor Tekanan : menggunakan sebuah membran yang dapat merenggang sehingga tekanan dapat dideteksi dengan menggunakan spacing-sensitive detector.
- Sensor Berat : menggunakan perubahan nilai kapasitansi diantara kedua plat yang jarak kedua plat berubah sesuai beban berat yang diterima.
- Ketinggian cairan : menggunakan perubahan nilai kapasitansi antara kedua plat konduktor yang dicelupkan kedalam cairan.
- Jarak : jika sebuah object metal mendekati elektroda kapasitor, didapat nilai kapasitansi yang berubah-ubah.
- Layar sentuh : dengan menggunakan X-Y tablet Shaft angle or linear position : dengan menggunakan metode multiplate, kapasitif sensor dapat mengukur angle atau posisi.



Gambar 4.3. Modul Sensor Kapasitif

Spesifikasi:

Masukan

1. Sensor CR30-15DN
2. Sensor CR30-15DP
3. Sensor CR18-8DN
4. Sensor CR18-8DP Keluaran
5. Jetlamp 24 V Sumber Tegangan
6. PS 24 V

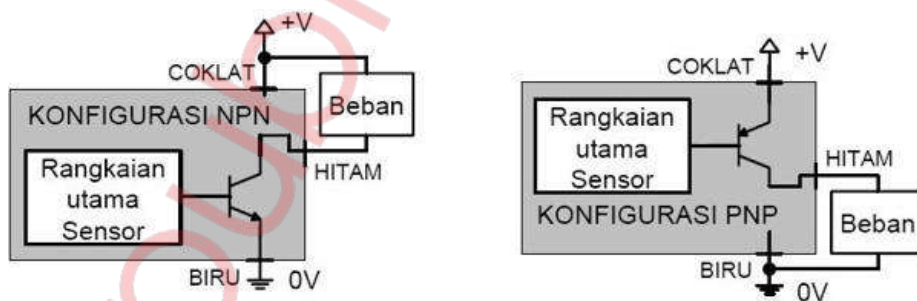


Gambar 4.4 Konektor Sumber Listrik 220 VAC, Sekering

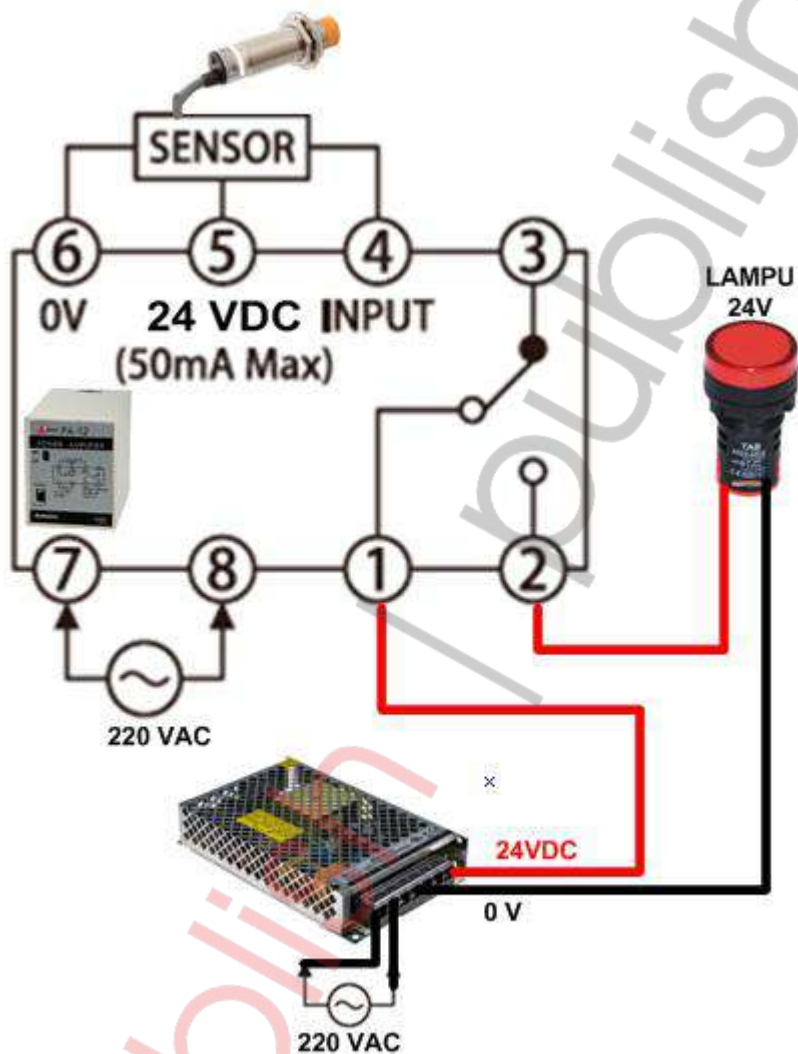


Gambar 4.5. Kabel Power dan Kabel Jumper Pengawatan modul Sensor Capacitif

Sensor ini membutuhkan suplai tegangan yang digunakan untuk menghidupkan rangkaian aktif di dalamnya. Keluaran dari sensor ini merupakan level tegangan dengan dua kedudukan. Bila sensor mendeteksi perubahan, maka akan menghasilkan level tegangan yang berbeda dengan ketika tidak ada mendeteksi perubahan. Atau dapat dikatakan sensor ini mempunyai keluaran digital, yaitu ON atau OFF. Ada 2 jenis konfigurasi output sensor, yaitu NPN (Aktif Low) dan PNP (Aktif High).



Gambar 4.6. Konfigurasi output NPN dan PNP



Gambar 4.7. Pengawatan modul sensor

AKTIVITAS #1. PENGAWATAN SENSOR CAPASITIF

Langkah kerja:

1. Hubungkan kabel power (gambar 3) ke konektor sumber listrik 220 yang ada pada modul (gambar 2)
2. Dengan menggunakan kabel jumper, hubungkan terminal sensor yang berwarna

Coklat/24v ke power supply(switching) +24 Volt

3. Hubungkan terminal sensor berwarna **biru/0V** ke power supply (switching) 0 Volt
4. Hubungkan terminal sensor berwarna **hitam** Output ke terminal lampu X1.
5. Hubungkan terminal lampu merah X2 ke supply 0 Volt
6. Hubungkan kabel power ke sumber listrik 220 VAC
7. Nyalakan saklar power (gambar 2)
8. Dekatkan macam macam jenis benda objek di depan sensor kapasitif, apa yang terjadi dengan output lampu saat macam macam jenis benda didekatkan?
 - a. Sensor Capacitif Seri
 - b. Sensor Capacitif Seri
 - c. Sensor Capacitif Seri
 - d. Sensor Capacitif Seri
9. Matikan saklar power (gambar 2)
10. Cabut kabel power dari sumber listrik 220 VAC
11. Lepas semua kabel jumper.

Apa yang saudara dapat simpulkan melalui aktifitas 1?



Apa yang saudara dapat simpulkan melalui aktifitas

No	Jenis Benda Kerja	Terdeteksi	Tidak Terdeteksi
1	Besi		
2	Baja		
3	Nilon		
4	Kayu		
5	Air		
6	Kuningan		
7	Tembaga		
8	Plastik		
9	Alumunium		
10	Styrofoam		

BAB V

SENSOR PHOTOELECTRIC



Gambar 5.1. Sensor Photoelektrik

Sensor Photoelectric adalah alat yang digunakan untuk mendeteksi keberadaan suatu objek yang biasanya berbentuk padat. Alat ini menggunakan energi cahaya yang berasal dari energi listrik sebagai penginderanya. Konsepnya sederhana dan melibatkan sumber cahaya, pemancar dan penerima yang digabungkan untuk mendeteksi perubahan intensitas cahaya dari perangkat yang diaktifkan terang atau diaktifkan gelap.

Berdasarkan prinsip kerjanya, secara umum alat ini dibagi ke dalam dua jenis. Jenis yang pertama ialah jenis refleksi, pada jenis ini alat pengirim cahaya transmitter dan penerima cahaya receiver berada pada satu tempat. Apabila ada benda pada posisi yang dideteksi maka cahaya yang di kirimkan oleh sensor ini akan dipantulkan kembali ke arah sensor itu dengan sudut yang berbeda tetapi masih dalam sumbu yang sama. Prinsip Kerja Sensor Photoelectric Tipe Refleksi, pada jenis ini transmitter dan receiver tidak berada pada suatu tempat. Pada saat tidak ada benda pada posisi yang dideteksi maka cahaya yang dikirimkan akan diterima oleh receiver, demikian sebaliknya jika benda ada pada posisi yang dideteksi maka cahaya yang di kirimkan tidak sampai kepada receiver.

- Through Beam:
 - Long range (20m)
 - Alignment is critical !
- Retro-reflective
 - Range 1-3m
 - Popular and cheap
- Diffuse-reflective
 - Range 12-300mm
 - Cheap and easy to use

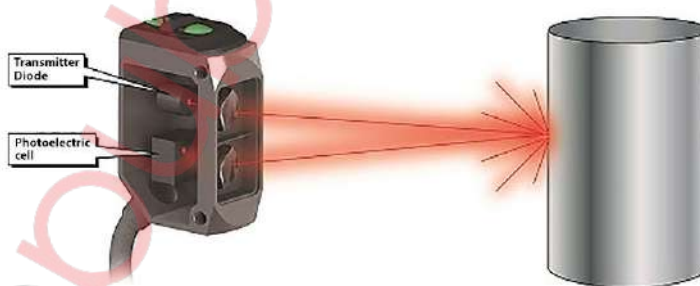


Gambar 5.2. Mode Operasi Sensor Photoelektrik

Terdapat 4 jenis sensor fotolistrikyang tersedia :

a. Pemantulan Langsung (Direct Reflection)

Transmitter dan receiver ditempatkan bersama-sama dan menggunakan cahaya yang dipantulkan langsung dari objek untuk melakukan deteksi. Pemilihan photosensor jenis ini harus mempertimbangkan warna dan tipe permukaan objek (kasar, licin, buram, terang). Dengan permukaan buram, jarak sensing akan dipengaruhi oleh warna objek. Warna-warna terang berpengaruh terhadap jarak sensing maksimum dan warna gelap berpengaruh terhadap jarak sensing minimum. Jika permukaan obyek mengkilap, efek permukaan yang lebih penting daripada warna. Pada data tehnik (katalog/Datasheet), jarak sensing yang tertera merupakan uji dengan menggunakan kertas putih (matte).



Gambar 5.3. Sensor Diffuse

Keuntungan reflective:

- Hanya instal di satu titik
- Biaya lebih murah daripada through-beam atau reflektif
- Kerugian reflective:
- Kurang akurat dibandingkan through-beam dan reflektif
- Lebih banyak waktu penyiapan

b. Refleksi dengan reflektor (Reflection with Reflector)



Gambar 5.4. Sensor Retro-reflective

Transmitter dan receiver ditempatkan bersama-sama dan membutuhkan reflektor. Obyek terdeteksi karena memotong cahaya antara sensor dan reflektor sehingga receiver tidak menerima cahaya. Photocells ini memungkinkan jarak sensing lebih jauh. Dengan adanya reflector sinar yang dipancarkan akan dipantulkan sepenuhnya ke receiver.

Keuntungan reflective:

- Biaya lebih murah daripada through-beam
- Hanya sedikit kurang akurat dibandingkan through-beam
- Rentang penginderaan lebih baik daripada difus
- Sangat dapat diandalkan

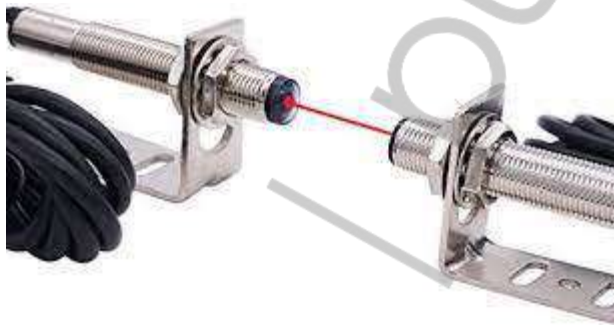
Kerugian reflective:

- Harus dipasang di dua titik pada sistem: sensor dan reflektor
- Sedikit lebih mahal daripada difus
- Rentang penginderaan kurang dari through-beam

c. Pemantulan terpolarisasi dengan reflektor (Polarized Reflection with Reflector)

Mirip dengan Pemantulan dengan reflektor, photocells ini menggunakan perangkat anti refleksi. Jadi reflector tidak mengkilap. Sensor ini mendasarkan fungsi pada sebuah pita cahaya terpolarisasi, memberikan keuntungan dan deteksi akurat bahkan ketika permukaan obyek sangat mengkilap. Data teknik tidak ada karena sangat dipengaruhi oleh pemantulan acak (benda apa saja).

d. Through Beam



Gambar 5.5. Sensor Through-beam

Transmitter dan Receiver ditempatkan secara terpisah dan deteksi obyek terjadi ketika memotong sinar antara transmitter dan receiver sehingga receiver kehilangan cahaya sesaat. Photocells ini memiliki jarak sensing terpanjang.

Adapun prinsip kerja dari sensor photoelectric ini adalah :

1. Transmitter diberi tegangan masukan, maka komponen utama dari transmitter yaitu incandescent lamp akan memancarkan cahaya dengan energi foton dan panjang gelombang tertentu. Kemudian lensa akan memfokuskan cahaya tersebut sehingga arah cahaya sentris terhadap receiver. Bila arah cahaya tersebut belum sentris terhadap receiver maka dengan mounting bracket operator akan menggerakkan ke kanan-kiri atau atas- bawah guna mencari posisi sentris. Transmitter Lensa Objek Sinyal cahaya Lensa Receiver
2. Ketika benda tidak ada pada daerah pendeteksian maka cahaya yang berasal dari transmitter akan diteruskan ke bagian receiver. Dan terlebih dahulu cahaya akan mengenai lensa yang akan membuat cahaya fokus

pada arah sensor yaitu dioda foto. Demikian sebaliknya ketika benda tidak ada pada daerah pendeteksian maka cahaya tidak akan sampai kepada receiver. 3. Rangkaian sensor yaitu dioda foto yang dilengkapi dengan penguat operasional tipe inverting diberi tegangan masukan, maka mengalirlah arus melalui dioda foto sebagai arus masukan I_{IN} sebesar : $I_{IN} = 1 R V_{in}$

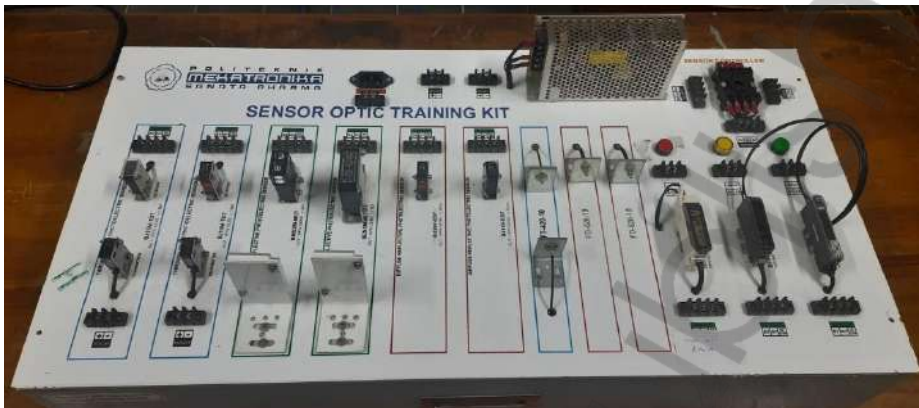
3. Dalam hal ini R_1 adalah tahanan reverse dioda foto. Ketika dioda foto diberikan tegangan konstan diatas 20 V maka arus dioda yang mengalir hampir tidak bergantung pada tegangan masukan tetapi bergantung kepada fluksi cahaya yang terkena pada dioda seperti terlihat pada karakteristik dioda foto, dalam hal ini cahaya yang dimaksudkan berasal dari receiver ketika tidak ada benda pada daerah pendeteksian. Jika fluksi cahaya yang terkena pada receiver sebesar 1 lumen maka arus yang mengalir melalui dioda foto sekitar 20 μA . Jika fluksi cahaya yang terkena pada receiver sebesar 2 lumen maka arus yang mengalir melalui dioda foto sebesar 40 μA , demikian seterusnya ada hubungan linear antara fluksi cahaya yang ditangkap katoda dengan arus yang mengalir melalui anoda. Jika ada benda pada daerah pendeteksian maka sinyal cahaya tidak sampai kepada receiver yang artinya dioda tidak menangkap sejumlah cahaya maka arus yang mengalir melalui anoda sangat kecil.
4. Lalu keluaran dari bagian receiver akan diterima oleh bagian penguat instrumentasi. Pada bagian ini akan terjadi penguatan sebesar : $A_v = R_2 / R_1 + 1$ Kemudian sinyal dari penguat instrumentasi diteruskan ke bagian komparator. Lalu komparator akan mengeluarkan sinyal low ke bagian PLC jika ada benda pada daerah pendeteksian, dan akan mengirimkan sinyal high ke bagian PLC jika tidak ada benda pada daerah pendeteksian.

Keuntungan Through-beam:

- Paling akurat
- Jangkauan penginderaan terjauh
- Sangat dapat diandalkan

Kerugian Through-beam

- Harus dipasang di dua titik pada sistem: emitor dan receiver
- Lebih mahal – harus membeli pemancar dan penerima



Gambar 5.6. Modul Sensor *Photo Electric*

Spesifikasi:

Masukan

1. Sensor BYD100-DDT
2. Sensor BMS2M-MDT
3. Sensor BM200-DDT
4. Sensor BM1M-MDT Keluaran
5. Jetlamp 24 V Sumber Tegangan
6. PS 24 V

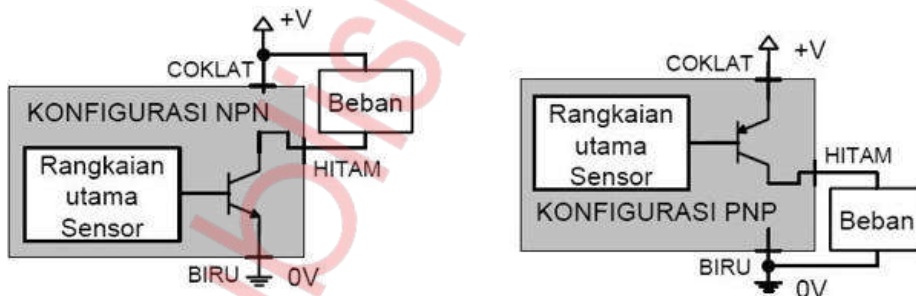


Gambar 5.7 Konektor Sumber Listrik 220 VAC, Sekering

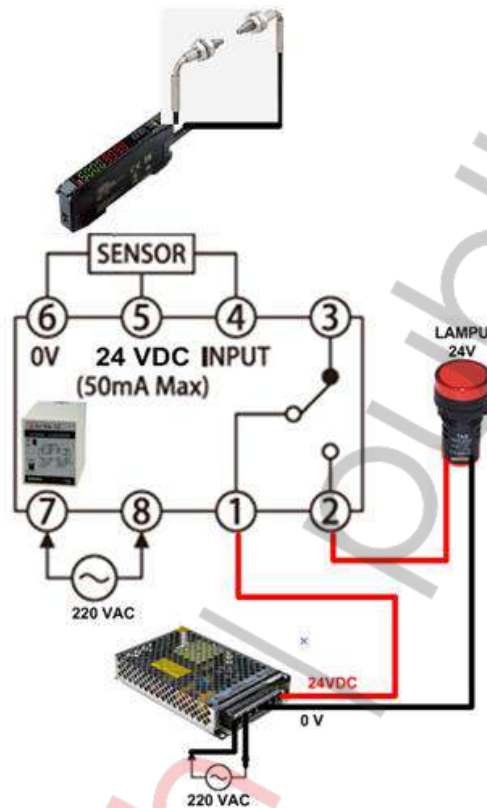


Gambar 5.8. Kabel Power dan Kabel Jumper Pengawatan modul Sensor photo electric

Sensor ini membutuhkan suplai tegangan yang digunakan untuk menghidupkan rangkaian aktif di dalamnya. Keluaran dari sensor ini merupakan level tegangan dengan dua kedudukan. Bila sensor mendeteksi perubahan, maka akan menghasilkan level tegangan yang berbeda dengan ketika tidak ada mendeteksi perubahan. Atau dapat dikatakan sensor ini mempunyai keluaran digital, yaitu ON atau OFF. Ada 2 jenis konfigurasi output sensor, yaitu NPN (Aktif Low) dan PNP (Aktif High).



Gambar 5.9. Konfigurasi output NPN dan PNP



Gambar 5.10. Pengkabelan modul sensor

AKTIVITAS #1. PENGAWATAN SENSOR PHOTO ELECTRIC

Langkah kerja:

1. Hubungkan kabel power (gambar 3) ke konektor sumber listrik 220 yang ada pada modul (gambar 2)
2. Dengan menggunakan kabel jumper, hubungkan terminal sensor yang berwarna **Coklat/24v** ke power supply (switching) +24 Volt
3. Hubungkan terminal sensor berwarna **biru/0V** ke power supply (switching) 0 Volt
4. Hubungkan terminal sensor berwarna **hitam** Output ke terminal lampu X1.
5. Hubungkan terminal lampu merah X2 ke supply 0 Volt
6. Hubungkan kabel power ke sumber listrik 220 VAC
7. Nyalakan saklar power (gambar 2)

8. Dekatkan macam macam jenis benda objek di depan sensor Photo Electric, apa yang terjadi dengan output lampu saat macam macam jenis benda didekatkan?
 - a. Sensor Photo Electric Seri
 - b. Sensor Photo Electric Seri
 - c. Sensor Photo Electric Seri
 - d. Sensor Photo Electric Seri
9. Matikan saklar power (gambar 2)
10. Cabut kabel power dari sumber listrik 220 VAC
11. Lepas semua kabel jumper.

Gambar wiring atau pengkabelan?



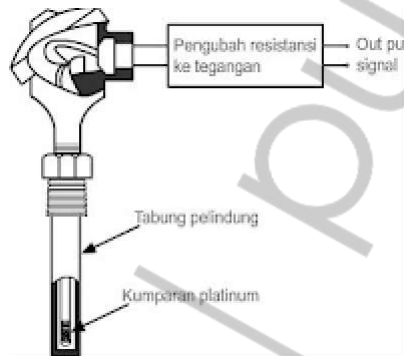
Apa yang saudara dapat simpulkan melalui aktifitas 1?

No	Jenis Benda Kerja	Terdeteksi	Tidak Terdeteksi
1	Besi		
2	Baja		
3	Nilon		
4	Kayu		
5	Air		
6	Kuningan		
7	Tembaga		
8	Plastik		
9	Alumunium		
10	Styrofoam		

BAB VI

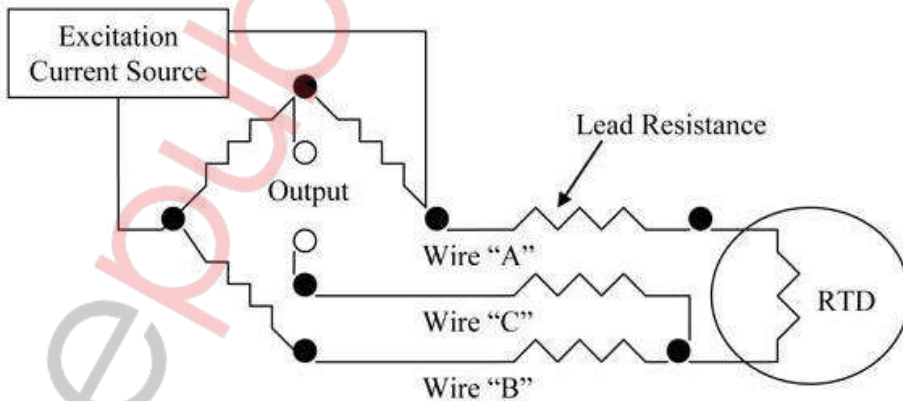
SENSOR SUHU

RTD (Resistance Temperature Detectors) atau PT100



Gambar 6.1. PT 100/RTD

Bila RTD berada pada suhu kamar maka beda potensial jembatan adalah 0 Volt. Keadaan ini disebut keadaan setimbang. Bila suhu RTD berubah maka resistansinya juga berubah sehingga jembatan tidak dalam kondisi setimbang. Hal ini menyebabkan adanya beda potensial antara titik A dan B. Begitu juga yang berlaku pada keluaran penguat diferensial.



Gambar 6.2. Kontruksi PT 100/RTD

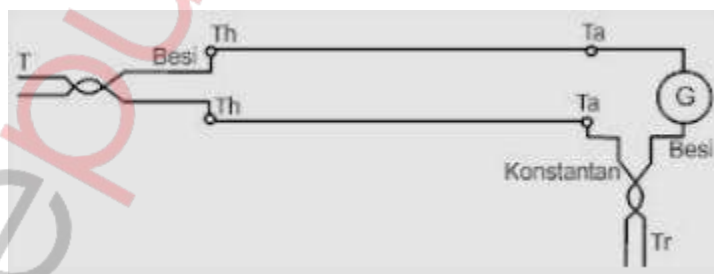
Jenis RTD / PT 100 :

1. RTD Thin-film sering dibuat dari platinum tipis dan diendapkan pada substrat yang sesuai seperti membran silikon micromachined. RTD adalah sering dibuat dalam bentuk serpentine untuk memastikan rasio panjang/lebar yang cukup besar.
2. RTD wire-wound, di mana lilitan platinum sebagian didukung oleh suhu tinggi perekat kaca di dalam tabung keramik. Konstruksi ini memberikan detektor dengan stabilitas paling tinggi untuk aplikasi industri dan ilmiah.

Contoh Aplikasi :

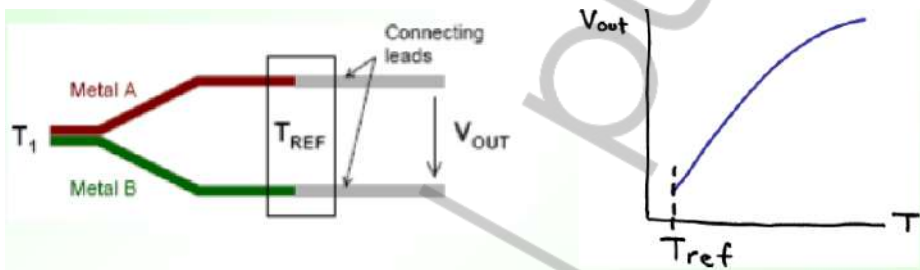
Pada proses pengontrolan temperatur di line fuel gas (pipa berbahan bakar gas) ini diperlukan pengontrolan (pengendalian) temperatur agar suhu yang ada pada pipa tersebut selalu dalam keadaan stabil sehingga dapat dijadikan bahan bakar kompresor. Uap gas (vapour) yang dihasilkan dari produk drum akan di panaskan di Heat Exchanger sehingga uap gas tersebut dapat dijadikan bahan bakar kompresor. Alat yang digunakan untuk mengontrol temperatur uap gas, merupakan salah satu peralatan atau instrument pabrik. Apabila alat ini tidak beroperasi maka temperatur yang diinginkan tidak akan tercapai sehingga kompresor tidak dapat bekerja dan pabrik tidak dapat beroperasi secara normal dan secara otomatis produksi pabrik pun menjadi berkurang. Untuk itu digunakan instrumen pengukur temperatur yaitu Resistance Temperature Detector (RTD) yang berperan mengawasi dan mengontrol temperatur gas. RTD ini bekerja berdasarkan perbandingan perubahan temperatur dengan besaran tahanan listrik dari logam yang terdapat pada sensor RTD tersebut, dan jenis logam yang sering digunakan adalah platina (Pt100).

Sensor Suhu (*Thermokopel*)



Gambar 6.3. Termocouple

Jika salah satu pangkal lilitan dipanasi, maka pada kedua ujung penghantar yang lain akan muncul beda potensial (emf). Thermokopel ditemukan oleh Thomas Johan Seebeck pada tahun 1820. Tegangan keluaran emf (elektro motive force) thermokopel masih sangat rendah, hanya beberapa milivolt. Thermokopel bekerja berdasarkan perbedaan pengukuran. Oleh karena itu jika ukntuk mengukur suhu yang tidak diketahui, terlebih dulu harus diketahui tegangan V_c pada suhu referensi (reference temperature). Bila thermokopel digunakan untuk mengukur suhu yang tinggi maka akan muncul tegangan sebesar V_h . Tegangan sesungguhnya adalah selisih antara V_c dan V_h yang disebut net voltage (V_{net}).



Gambar 6.4. Output grafik thermocouple

Contoh Aplikasi :

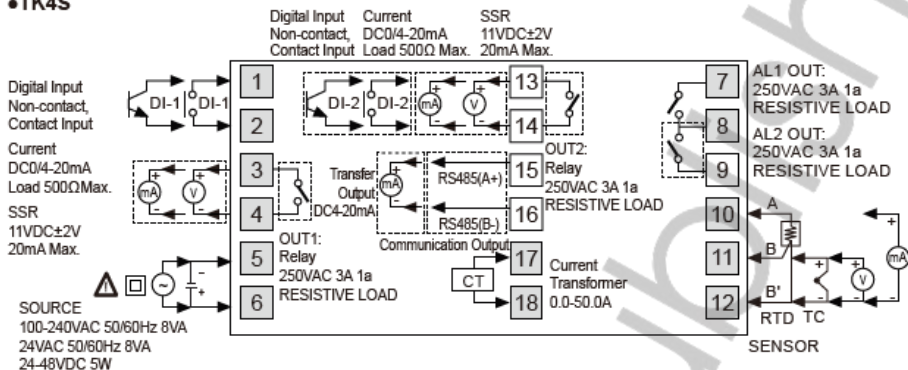
- Industri besi dan baja
- Pengaman pada alat-alat pemanas
- Untuk termopile sensor radiasi
- Pembangkit listrik tenaga panas radioisotop, salah satu aplikasi termopile

TK4S AUTONICS



Gambar 6.5. Kontroler suhu

•TK4S



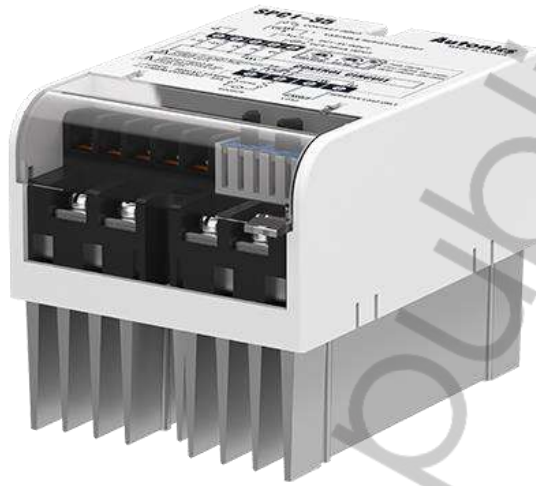
Gambar 6.6. Inpu output kontroler suhu

Input type	Decimal point	Display	Input range (°C)	Input range (°F)
Thermocouple	K (CA)	1	-200 to 1350	-328 to 2463
		0.1	-199.9 to 999.9	-199.9 to 999.9
	J (IC)	1	-200 to 800	-328 to 1472
		0.1	-199.9 to 800.0	-199.9 to 999.9
	E (CR)	1	-200 to 800	-328 to 1472
		0.1	-199.9 to 800.0	-199.9 to 999.9
	T (CC)	1	-200 to 400	-328 to 752
		0.1	-199.9 to 400.0	-199.9 to 752.0
	B (PR)	1	0 to 1800	32 to 3272
	R (PR)	1	0 to 1750	32 to 3182
	S (PR)	1	0 to 1750	32 to 3182
	N (NN)	1	-200 to 1300	-328 to 2372
	C (TT) ^{※1}	1	0 to 2300	32 to 4172
	G (TT) ^{※2}	1	0 to 2300	32 to 4172
L (IC)	1	-200 to 900	-328 to 1652	
	0.1	-199.9 to 900.0	-199.9 to 999.9	
U (CC)	1	-200 to 400	-328 to 752	
	0.1	-199.9 to 400.0	-199.9 to 752.0	
Platinel II	1	0 to 1390	32 to 2534	
RTD	Cu 50Ω	0.1	-199.9 to 200.0	-199.9 to 392.0
	Cu 100Ω	0.1	-199.9 to 200.0	-199.9 to 392.0
		1	-200 to 650	-328 to 1202
	JPt 100Ω	0.1	-199.9 to 650.0	-199.9 to 999.9
		1	-199.9 to 600.0	-199.9 to 999.9
	Dpt 50Ω	1	-200 to 650	-328 to 1202
		0.1	-199.9 to 650.0	-199.9 to 999.9
Nickel 120Ω	1	-80 to 200	-112 to 392	
	0.1	-199.9 to 650.0	-199.9 to 999.9	
Analog	Voltage	0-10V	-1999 to 9999 (Display point will be changed according to decimal point position.)	
		0-5V		
		1-5V		
	Current	0-100mV		
		0-20mA		
		4-20mA		

※1: C (TT): Same temperature sensor as former W5 (TT)
 ※2: G (TT): Same temperature sensor as former W (TT)

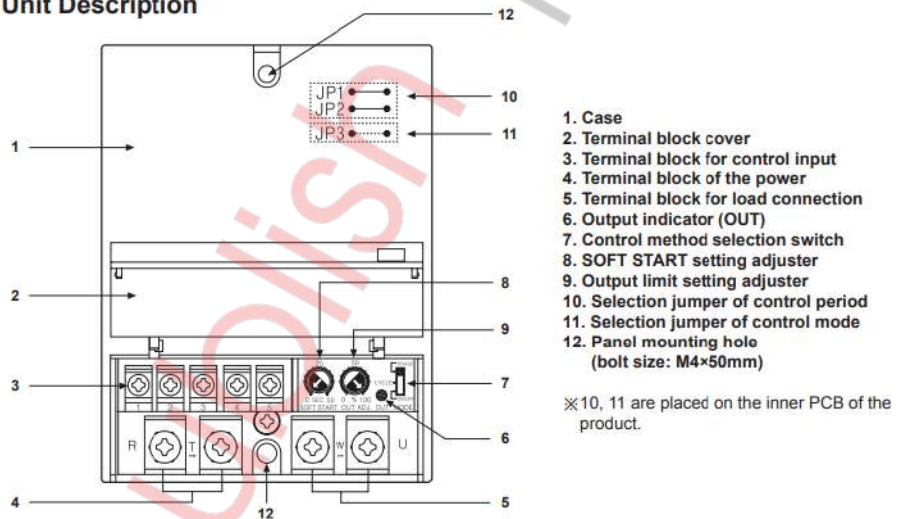
Gambar 6.7. Tipe input sensor kontroler suhu

DRIVER SPC1-35



Gambar 6.8. Driver SPC1-35

Unit Description



Gambar 6.9. Input output Driver SPC1-35



Gambar 6.10. Modul Sensor Suhu (*Current Output*)

Spesifikasi:

Masukan

1. PT 100
2. Thermocouple Kontrol
3. TK4S-14C 4. SPC1-35

Keluaran

4. Bohlam 100 W



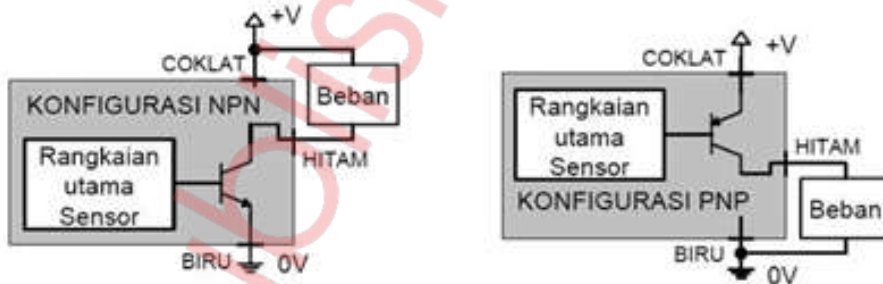
Gambar 6.11 Konektor Sumber Listrik 220 VAC, Sekering



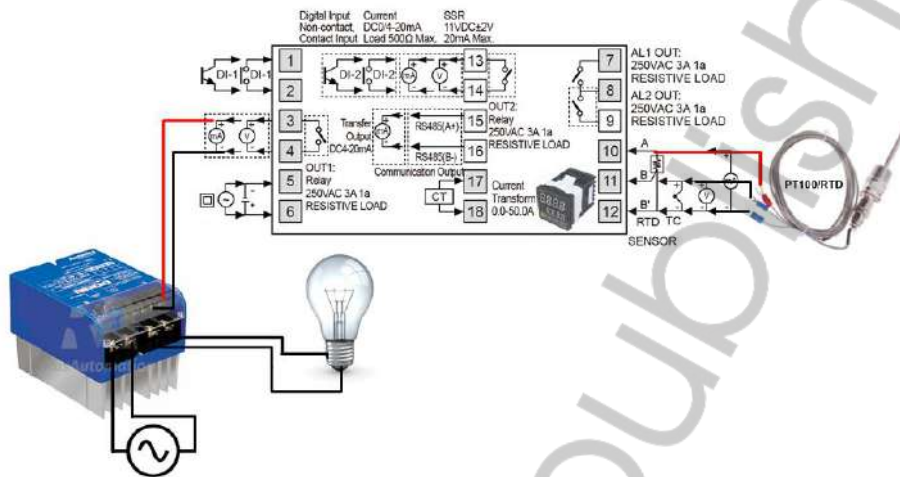
Gambar 6.12. Kabel Power dan Kabel Jumper

Pengawatan modul Sensor Suhu (Current Output)

Sensor ini membutuhkan suplai tegangan yang digunakan untuk menghidupkan rangkaian aktif di dalamnya. Keluaran dari sensor ini merupakan level tegangan dengan dua kedudukan. Bila sensor mendeteksi perubahan, maka akan menghasilkan level tegangan yang berbeda dengan ketika tidak ada mendeteksi perubahan. Atau dapat dikatakan sensor ini mempunyai keluaran digital, yaitu ON atau OFF. Ada 2 jenis konfigurasi output sensor, yaitu NPN (Aktif Low) dan PNP (Aktif High).



Gambar 6.13. Konfigurasi output NPN dan PNP



Gambar 6.14. Konfigurasi output NPN dan PNP

AKTIVITAS #1. PENGAWATAN SENSOR SUHU (CURRENT OUTPUT)

Langkah kerja:

1. Hubungkan kabel power (gambar 3) ke konektor sumber listrik 220 yang ada pada modul (gambar 2)
2. Dengan menggunakan kabel jumper, hubungkan terminal sensor PT100 atau termocouple yang berwarna **Coklat/24v** ke input TK4S.
3. Hubungkan terminal sensor PT100 atau termocouple berwarna **biru/0V** ke ke input TK4S.
4. Hubungkan terminal sensor PT100 berwarna **hitam** ke input TK4S.
5. Hubungkan terminal output 1 TK4S ke SPC1-35.
6. Hubungkan terminal output 2 TK4S ke SPC1-35.
7. Hubungkan terminal output SPC1-35. Ke terminal Lampu salah satu.
8. Hubungkan terminal output SPC1-35. Ke terminal Lampu salah satu.
9. Hubungkan kabel power ke sumber listrik 220 VAC
10. Nyalakan saklar power (gambar 2)
11. Setting parameter TK4S
12. Dekatkan macam macam jenis benda panas di depan sensor PT100 dan termocouple, apa yang terjadi dengan output lampu saat benda panas didekatkan?

Settingan PID

Settingan ON/OFF

13. Matikan saklar power (gambar 2)
14. Cabut kabel power dari sumber listrik 220 VAC
15. Lepas semua kabel jumper.

deepublish / publisher

Apa yang saudara dapat simpulkan melalui aktifitas 1?



AKTIVITAS #1. PENGAWATAN SENSOR SUHU (SSR OUTPUT)

Langkah kerja:

1. Hubungkan kabel power (gambar 3) ke konektor sumber listrik 220 yang ada pada modul (gambar 2)
2. Dengan menggunakan kabel jumper, hubungkan terminal sensor PT100 atau termocouple yang berwarna **Coklat/24v** ke input TK4S.
3. Hubungkan terminal sensor PT100 atau termocouple berwarna **biru/0V** ke input TK4S.
4. Hubungkan terminal sensor PT100 berwarna **hitam** ke input TK4S.
5. Hubungkan terminal output 1 TK4S ke SSR.
6. Hubungkan terminal output 2 TK4S ke SSR.
7. Hubungkan terminal output SSR. Ke terminal Lampu salah satu.
8. Hubungkan terminal output SSR. Ke terminal AC 0V
8. Hubungkan terminal output AC 220. Ke terminal Lampu salah satu.
9. Hubungkan kabel power ke sumber listrik 220 VAC
10. Nyalakan saklar power (gambar 2)
11. Setting parameter TK4S.
12. Dekatkan macam macam jenis benda panas di depan sensor PT100 dan termocouple, apa yang terjadi dengan output lampu saat benda panas didekatkan?
Settingan PID
Settingan ON/OFF
13. Matikan saklar power (gambar 2)
14. Cabut kabel power dari sumber listrik 220 VAC
15. Lepas semua kabel jumper.

Gambar wiring atau pengkabelan?



Settingan Parameter TK4S

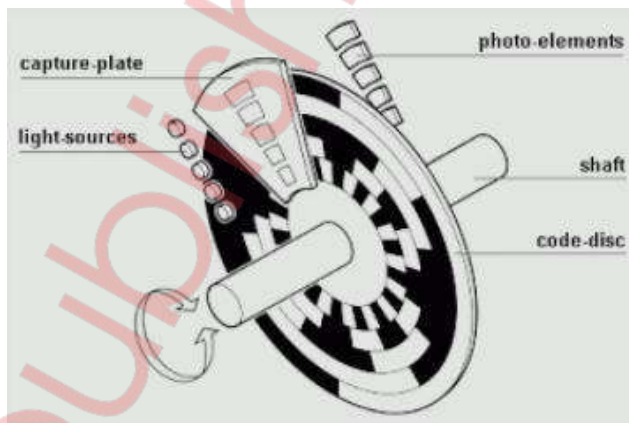


BAB VII

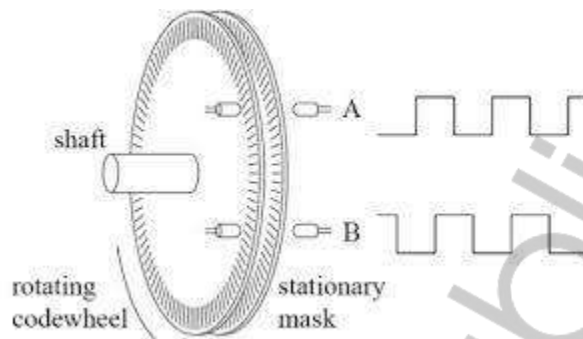
SENSOR ROTARY ENCODER



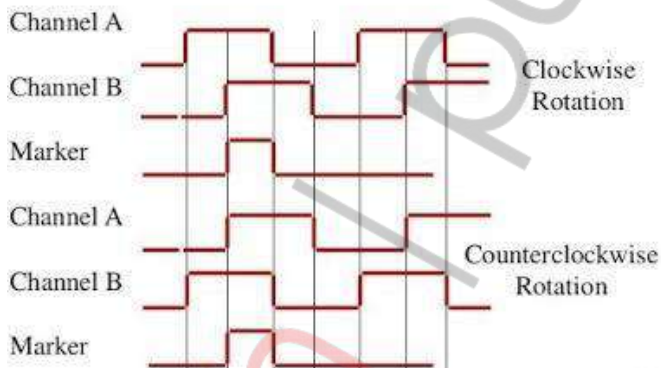
Gambar 7.1. Tipe Sensor *Rotary Encoder*



Gambar 7.2. Bagian dalam *Rotary Encoder Absolut*



- Detecting Rotation Direction



Gambar 7.3. Bagian dalam Rotary Encoder Incremental

Sensor ini adalah saat rangkaian sumber cahaya diberi VCC 5 Volt dan menghasilkan cahaya, cahaya masuk pada photodiode tidak terhalangi maka akan menghasilkan tegangan 5V dan begitu juga sebaliknya saat terhalangi maka akan menghasilkan tegangan 0V. Dimana tegangan menjadi inputan untuk mikrokontroler. Contoh Aplikasi : Salah satu aplikasi rotary encoder sebagai sensor posisi digunakan pada *Mouse Analog* (*Mouse* yang menggunakan Bola). Kurang lebih Tiga buah Rangkaian Sensor Posisi menggunakan Rotary Encoder.



Gambar 7.4 Modul Sensor *Rotary Encoder*

Spesifikasi modul sensor rotary encoder: Masukan

1. Rotary encoder Resolusi 500
2. Rotary encoder Resolusi 1000 Kontrol
3. Counter/Timer CT4S Sumber Tegangan
4. PS 24 V

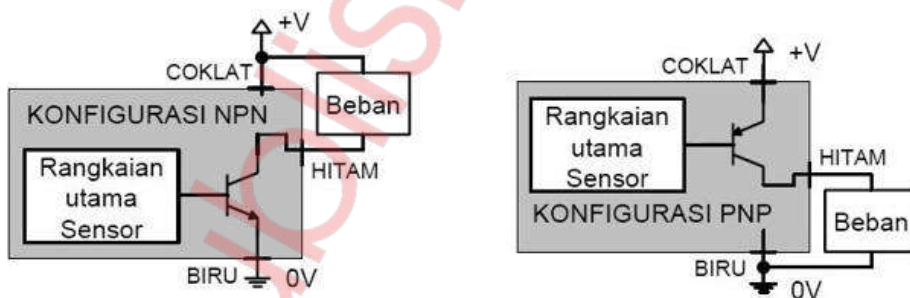


Gambar 7.5 Konektor Sumber Listrik 220 VAC, Sekering

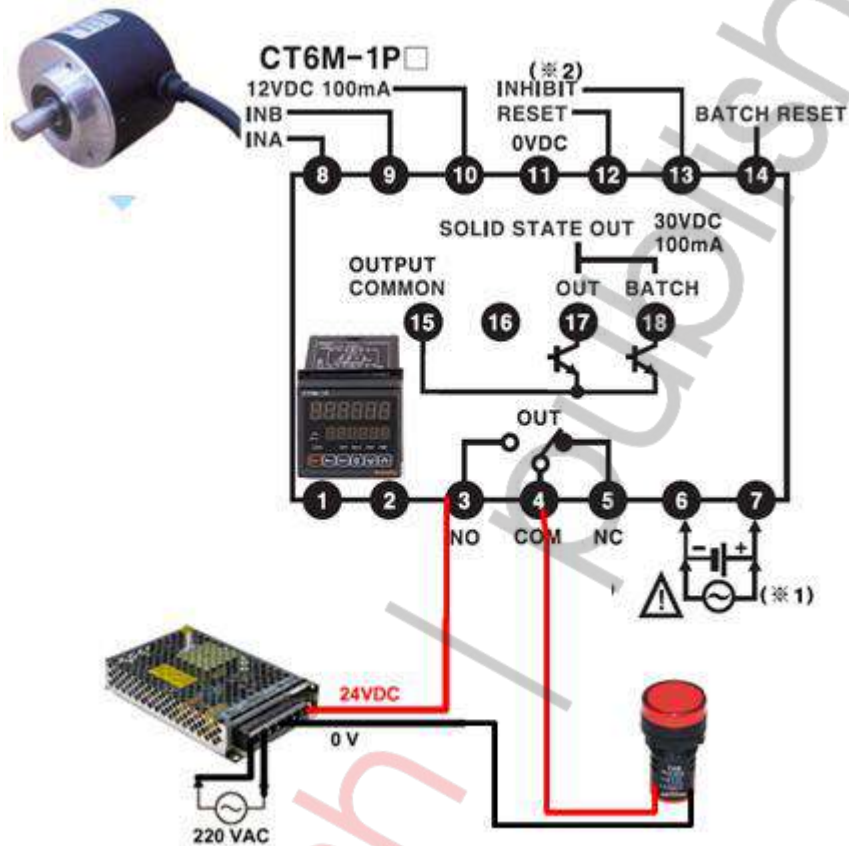


Gambar 7.6. Kabel *Power* dan Kabel Jumper Pengawatan modul Sensor Rotary Encoder

Sensor ini membutuhkan suplai tegangan yang digunakan untuk menghidupkan rangkaian aktif di dalamnya. Keluaran dari sensor ini merupakan level tegangan dengan dua kedudukan. Bila sensor mendeteksi perubahan, maka akan menghasilkan level tegangan yang berbeda dengan ketika tidak ada mendeteksi perubahan. Atau dapat dikatakan sensor ini mempunyai keluaran digital, yaitu ON atau OFF. Ada 2 jenis konfigurasi output sensor, yaitu NPN (Aktif Low) dan PNP (Aktif High).



Gambar 7.7. Konfigurasi output NPN dan PNP



Gambar 7.8. Pengkabelan modul sensor rotary encoder

AKTIVITAS #1. PENGAWATAN SENSOR ROTARY ENCODER

Langkah kerja:

1. Hubungkan kabel power (gambar 3) ke konektor sumber listrik 220 yang ada pada modul (gambar 2)
2. Dengan menggunakan kabel jumper, hubungkan terminal sensor yang berwarna **Coklat/24v** ke power supply (switching) +24 Volt
3. Hubungkan terminal sensor berwarna **biru/0V** ke power supply (switching) 0 Volt
4. Hubungkan terminal sensor berwarna **hitam** Output ke terminal lampu X1.
5. Hubungkan terminal lampu merah X2 ke supply 0 Volt
6. Hubungkan kabel power ke sumber listrik 220 VAC

7. Nyalakan saklar power (gambar 2)
8. Dekatkan macam macam jenis benda objek di depan sensor Rotary Encoder, apa yang terjadi dengan output lampu saat macam macam jenis benda didekatkan?
 - a. Sensor Rotary Encoder Seri
 - b. Sensor Rotary Encoder Seri
9. Matikan saklar power (gambar 2)
10. Cabut kabel power dari sumber listrik 220 VAC
11. Lepas semua kabel jumper.

Apa yang saudara dapat simpulkan melalui aktifitas 1?



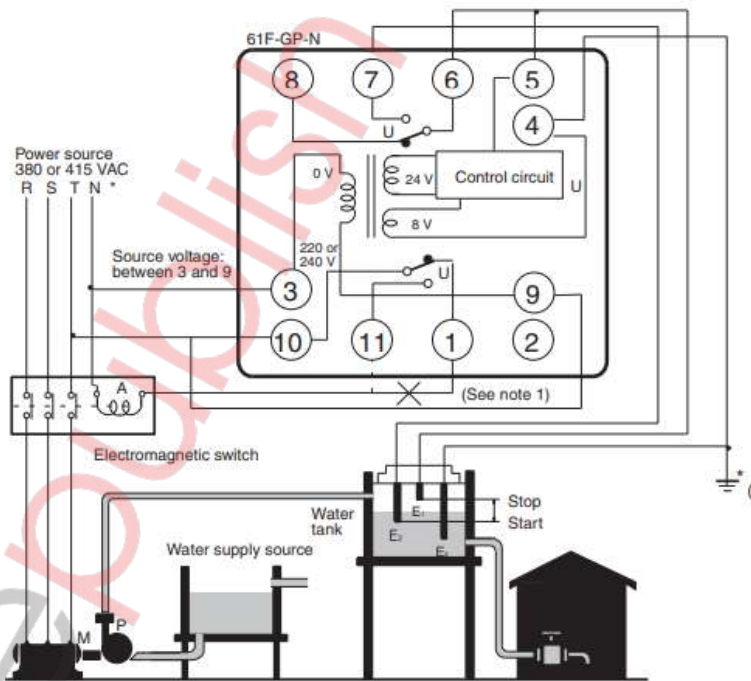
Settingan Parameter Counter



BAB VIII

SENSOR LEVEL

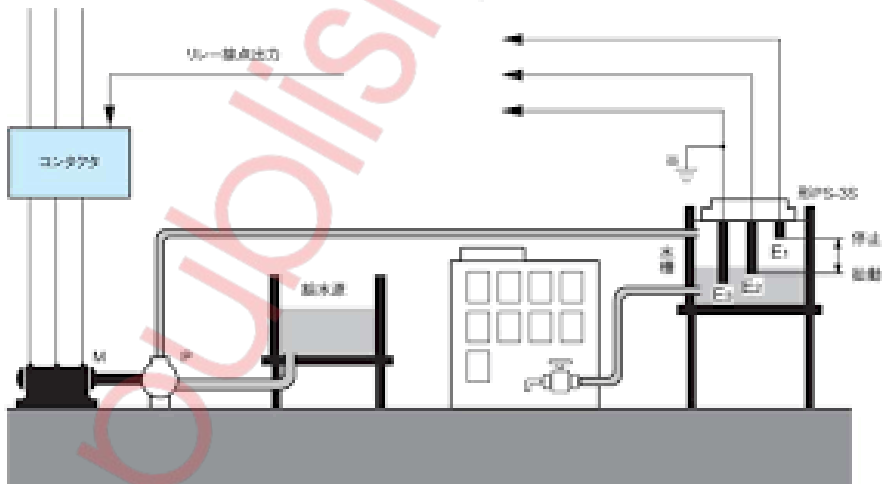
Level sensor adalah sensor untuk mendeteksi tingkat zat yang mengalir, termasuk cairan, bubur, bahan granular, dan bubuk. Cairan dan padatan fluidized mengalir menjadi dasarnya tingkat dalam wadah mereka (atau batas-batas fisik lainnya) karena gravitasi sedangkan sebagian besar padatan massal tumpukan pada sudut istirahat untuk puncaknya. Substansi yang akan diukur dapat berada di dalam sebuah wadah atau bisa dalam bentuk alami (misalnya, sungai atau danau). Pengukuran tingkat dapat nilai baik terus menerus atau tempat. Berkelanjutan tingkat sensor mengukur tingkat dalam kisaran tertentu dan menentukan jumlah yang tepat dari bahan di tempat tertentu, sementara sensor titik-tingkat hanya menunjukkan apakah zat tersebut di atas atau di bawah titik penginderaan. Umumnya yang terakhir mendeteksi tingkat yang terlalu tinggi atau rendah



Gambar 8.1 Penerapan sensor level pada bak penampungan air



Gambar 8.2 Kontroler sensor level



Gambar 8.3 Aplikasi sensor level



Gambar 8.4. Modul Sensor *Level*

Spesifikasi:

Kontrol

1. Sensor 61F-G-N Keluaran
2. Pompa Air Aquarium

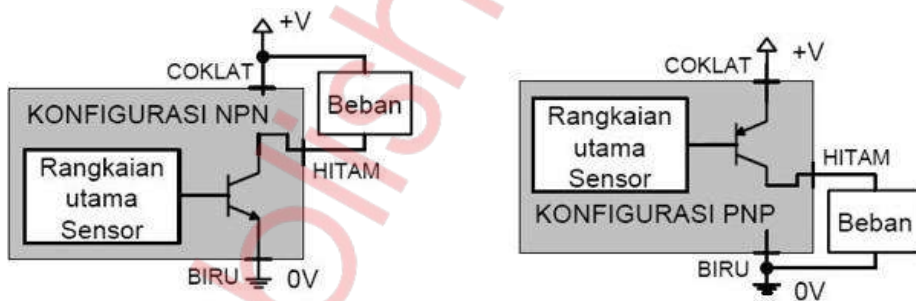


Gambar 8.5 Konektor Sumber Listrik 220 VAC, Sekering

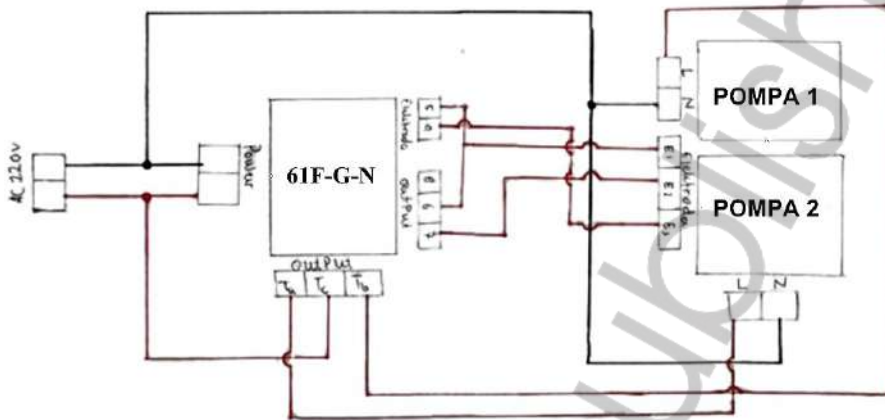


Gambar 8.6 Kabel Power dan Kabel Jumper Pengawatan modul Sensor Level

Sensor ini membutuhkan suplai tegangan yang digunakan untuk menghidupkan rangkaian aktif di dalamnya. Keluaran dari sensor ini merupakan level tegangan dengan dua kedudukan. Bila sensor mendeteksi perubahan, maka akan menghasilkan level tegangan yang berbeda dengan ketika tidak ada mendeteksi perubahan. Atau dapat dikatakan sensor ini mempunyai keluaran digital, yaitu ON atau OFF. Ada 2 jenis konfigurasi output sensor, yaitu NPN (Aktif Low) dan PNP (Aktif High).



Gambar 8.7 Konfigurasi output NPN dan PNP



Gambar 8.8 Pengkabelan modul sensor level

AKTIVITAS #1. PENGAWATAN SENSOR LEVEL

Langkah kerja:

1. Hubungkan kabel power (gambar 3) ke konektor sumber listrik 220 yang ada pada modul (gambar 2)
2. Dengan menggunakan kabel jumper, hubungkan terminal sensor 61F-G-AP yang berwarna **Coklat/24v** ke power supply(switching) +24 Volt
3. Hubungkan terminal sensor berwarna **biru/0V** ke power supply(switching) 0 Volt
4. Hubungkan terminal sensor berwarna **hitam** Output ke terminal lampu X1.
5. Hubungkan terminal lampu merah X2 ke supply 0 Volt
6. Hubungkan kabel power ke sumber listrik 220 VAC
7. Nyalakan saklar power (gambar 2)
8. Berbagai posisi level sensor akan menyentuh air, apa yang terjadi dengan output pompa saat air menyentuh level posisi sensor?
 - a. Posisi Atas
 - b. Posisi Tengah
 - c. Posisi Bawah
 - d. Matikan saklar power (gambar 2)
9. Cabut kabel power dari sumber listrik 220 VAC
10. Lepas semua kabel jumper.

Apa yang saudara dapat simpulkan melalui aktifitas 1?

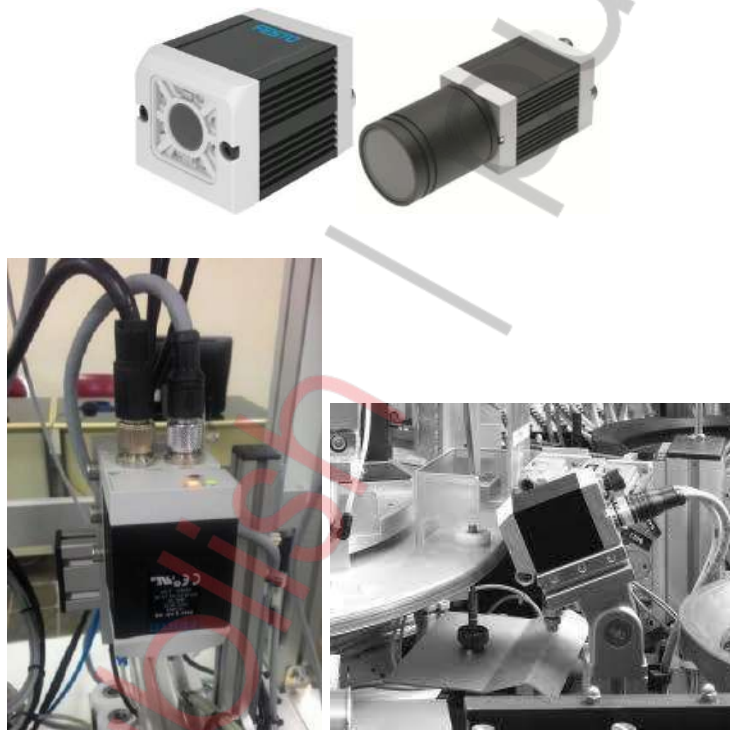


BAB IX

SENSOR VISION

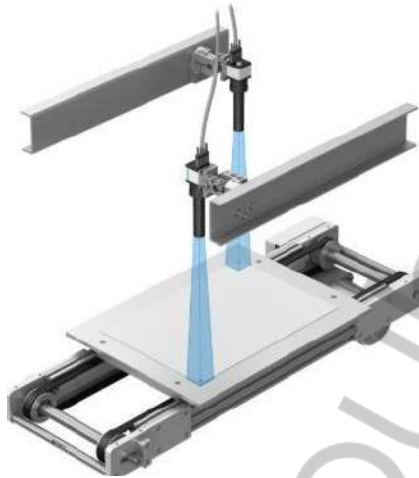
BAGIAN I HARDWARE PRAKTIK

Praktikum sensor khususnya pada bagian Industrial Machine Vision, menggunakan hardware praktik seperti dilihat pada gambar 1 di bawah ini.



Gambar 9.1. Smart Camera FESTO SBOI-Q-R3C-WB

Sensor objek SBSI-Q mendeteksi bagian yang tidak lengkap, serta bagian diorientasikan posisi tertentu untuk membedakan sekitar area. SBSI juga mendeteksi kombinasi berbagai kesalahan. Kamera ini juga sudah terdapat lampu LED yang berfungsi sebagai lampu flash saat pengambilan gambar. Lima detektor tersedia sebagai alat pemeriksaan dan evaluasi: pencocokan pola, deteksi kontur, kecerahan, abu-abu ambang batas nilai dan kontras deteksi.



Gambar 9.2. Aplikasi sensor vision

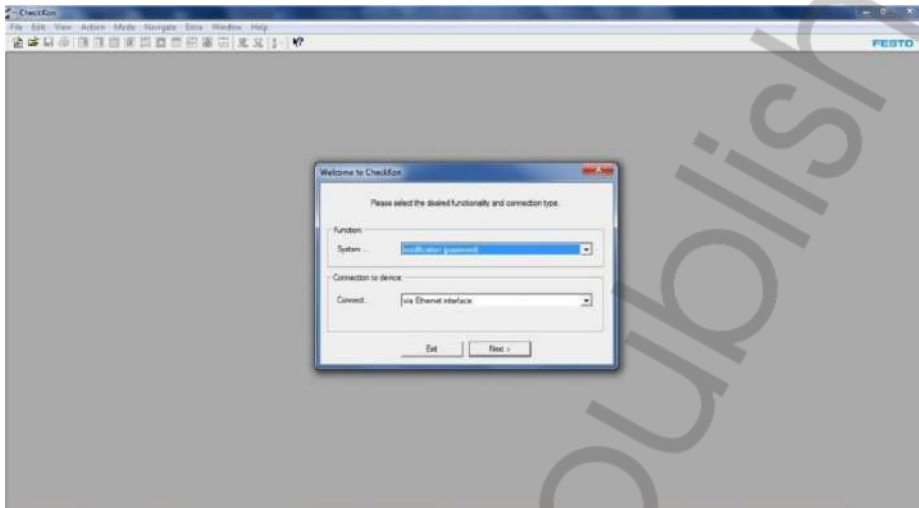
Fungsi sensor objek:

- Pencocokan pola
- Deteksi kontur
- Deteksi kecerahan
- Ambang batas nilai abu-abu dan deteksi kontras
- Pelacakan posisi 360 yang fleksibel

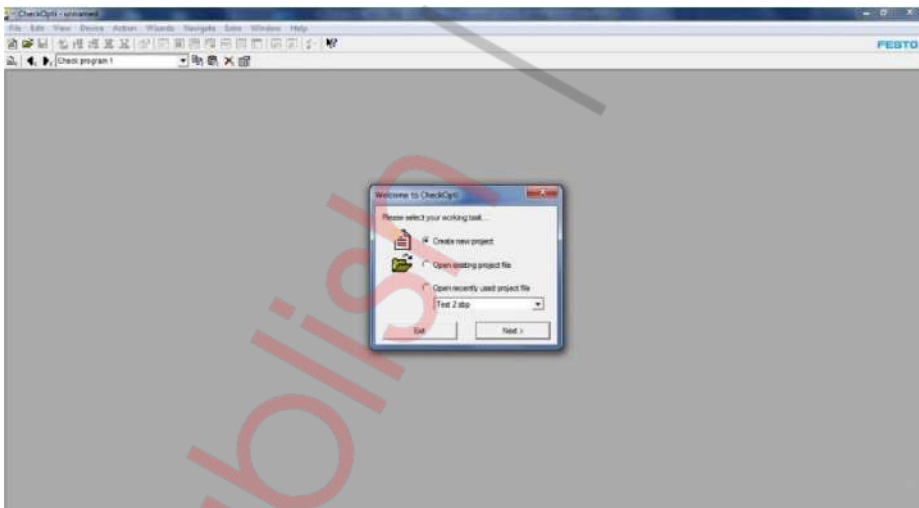
BAGIAN II SOFTWARE YANG DIGUNAKAN

Praktik ini akan melatih mahasiswa untuk mengatur dan menggunakan sebuah Kamera Industri (smart camera), sehingga dengan menggunakan kamera tersebut, benda kerja yang sesuai dan tidak sesuai dengan kriteria dapat dipisahkan. Kamera yang digunakan adalah **SMART CAMERA FESTO SBOI-Q-R3C-WB**. Kamera tersebut sudah memiliki sistem kendali yang menyatu dengan kamera, dan sudah memiliki input output yang untuk mengatur dan memprogram kamera tersebut, dibutuhkan 2 buah software utama yaitu:

1. **CheckKon** (gambar 10), software ini berfungsi untuk mengatur kamera supaya gambar yang dihasilkan optimal sehingga mudah diolah oleh software Checkopti.
2. **CheckOpti** (gambar 11), software ini berfungsi untuk mengolah gambar sesuai dengan softsensor yang digunakan sehingga diperoleh keputusan apakah benda kerja yang sesuai dan tidak sesuai dengan kriteria



Gambar 9.3. Software Checkkon



Gambar 9.4. Software Checkopti

Parameter yang sering dipakai untuk mendeteksi benda kerja:

1. ROI (Region Of Interest)

ROI adalah suatu pengkodean pada area tertentu dari citra digital, sehingga memiliki kualitas yang lebih baik dari area sekitarnya. Prinsip kerja ROI : dengan cara menggeser bitplane dari koefisien yang dipilih sebagai ROI, sehingga menempati posisi yang lebih tinggi daripada bitplane

sekitarnya. Hal ini menyebabkan pengkodean pada ROI menghasilkan area dengan kualitas maksimal dibandingkan dengan area sekitarnya.

2. Colour Detection / inspection

Tools Colour berfungsi sebagai pemilah warna, sehingga sensor dapat membedakan warna antara benda (sample parts) dengan benda lainnya. Alat ini mendeteksi nilai warna masing-masing piksel di wilayah alat dan menghitung fitur darinya. Ada berbagai metode (ruang warna) yang tersedia untuk mengubah warna menjadi nilai numerik.

3. Circle finder

Alat ini menemukan lingkaran dan bagian lingkaran dan menentukan titik pusat, diameter, dan fitur lainnya. Sebuah lingkaran dipastikan dengan menganalisis beberapa titik data di sepanjang tepi lingkaran. Titik data yang terlalu jauh dari tepi lingkaran yang dicari dapat disaring terlebih dahulu.

Semua titik data terdeteksi di sepanjang garis pencarian dalam susunan paralel atau berbentuk bintang. Hal ini dilakukan dengan memeriksa setiap baris pencarian untuk transisi (variasi kecerahan, perubahan antara latar belakang dan kontur) dan secara berurutan menomori semua transisi yang terdeteksi. Bentuk garis pencarian serta jenis transisi diatur di jendela "Properti alat"

4. Edge Finder

Alat ini menemukan tepi lurus dan menentukan koordinat, sudut, dan fitur lainnya. Tepi ditentukan dengan menghitung garis pas melalui beberapa titik data di sepanjang tepi ini. Titik data yang terlalu jauh dari tepi dipastikan dapat disaring terlebih dahulu.

5. Barcode

Membaca berbagai kode 1D seperti EAN, Kode 39, dll - dengan terintegrasi deteksi posisi, kualitas pemeriksaan dan multi-kode bacaan. Alat ini dapat mengenali kode batang pada gambar kamera. Ini memungkinkan, misalnya, nomor seri, tanggal kedaluwarsa, dll. untuk dibaca.

6. 2D code

Membaca matriks data kode, QR Codes dan PDF kode - dengan terintegrasi deteksi posisi, kualitas pemeriksaan dan multi-kode bacaan. Alat ini dapat membaca kode datamatrix dan sekaligus memeriksa kualitasnya

(keterbacaan). Ini memungkinkan, misalnya, nomor seri, tanggal kedaluwarsa, dll. untuk dibaca dan diperiksa.

7. OCR

Alat ini dapat mengenali teks, huruf atau angka pada gambar kamera. Ini memungkinkan, misalnya, nomor seri, tanggal kedaluwarsa, dll. untuk dibaca dan diperiksa. Menggunakan alat ini memakan banyak memori pada Compact Vision System. Oleh karena itu, jumlah alat ini yang dapat digunakan per program pemeriksaan sangat terbatas. Jumlah maksimum alat ini tergantung pada pengaturannya. .

BAGIAN III

PROSEDUR MEMROGRAM KAMERA MENGGUNAKAN SOFTWARE CHECKOPTI

Prosedur memrogram kamera dengan menggunakan software CkeckOpti adalah sebagai berikut:

1. Program yang dibuat di CheckOpti akan ditransfer dari komputer menggunakan Ethernet, sehingga untuk memulai program, terlebih dahulu sambungkan konektor RJ45 (yang sudah diwiring ke smart kamera yang akan diprogram) ke komputer anda.

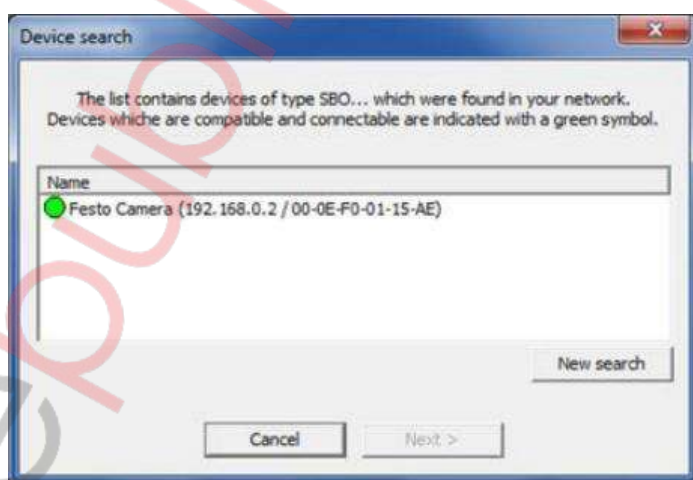


Gambar 9.5. Konektor RJ45

2. Atur IP Address Smart Kamera dan Komputer anda

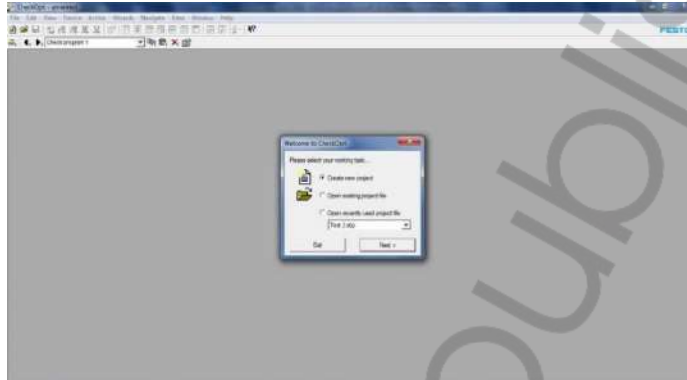


Gambar 9.6. Pengaturan IP Address



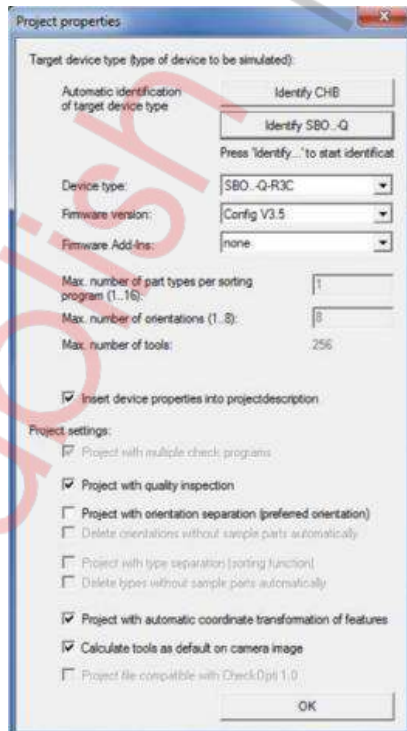
Gambar 9.7. Pengaturan IP Address

3. Jalankan software CheckOpti sehingga akan muncul tampilan seperti terlihat pada gambar di bawah ini



Gambar 9.8. Tampilan Awal CkeckOpti

4. Pilih New Project kemudian Klik Tombol Next, maka akan muncul tampilan seperti terlihat pada gambar 19 di bawah ini



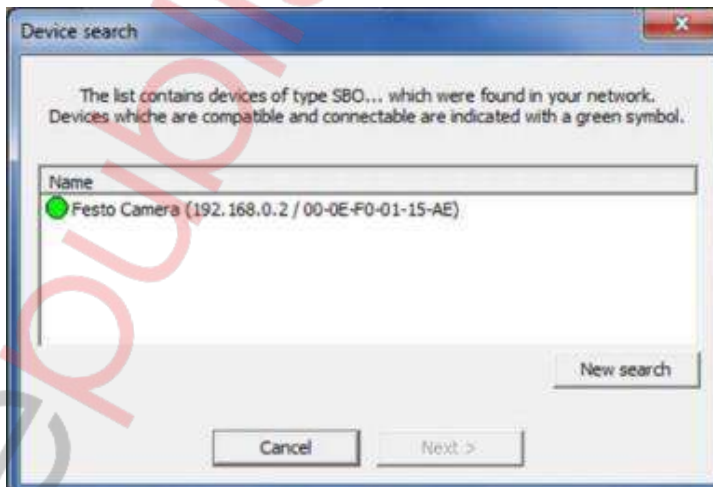
Gambar 9.9. Menu Project Properties

- Pilih kamera yang anda gunakan, atau untuk lebih mudah, pilih menu “Automatic identification of target device type” pada bagian Identify SBO – Q (sesuai type camera yang digunakan), maka akan muncul Connection Parameter dialog box seperti di gambar 20 di bawah ini.



Gambar 9.10. Connection Parameter

- Kemudian klik tombol Search, untuk mencari device yang saat ini terpasang. Jika kamera terkoneksi dengan komputer anda, maka akan muncul dialog box seperti di gambar 21 di bawah ini.



Gambar 9.11. Sudah terhubung

- Pilih kamera kemudian Klik tombol Next, maka akan muncul tampilan seperti di gambar 22 di bawah ini



Gambar 9.12. Tampilan awal CheckOpti

- Toolbar yang akan digunakan selanjutnya adalah untuk me-record sample part. Sebelumnya letakkan benda kerja yang akan menjadi “sample part”, dimana benda kerja tersebut merupakan contoh benda kerja yang sesuai kriteria.



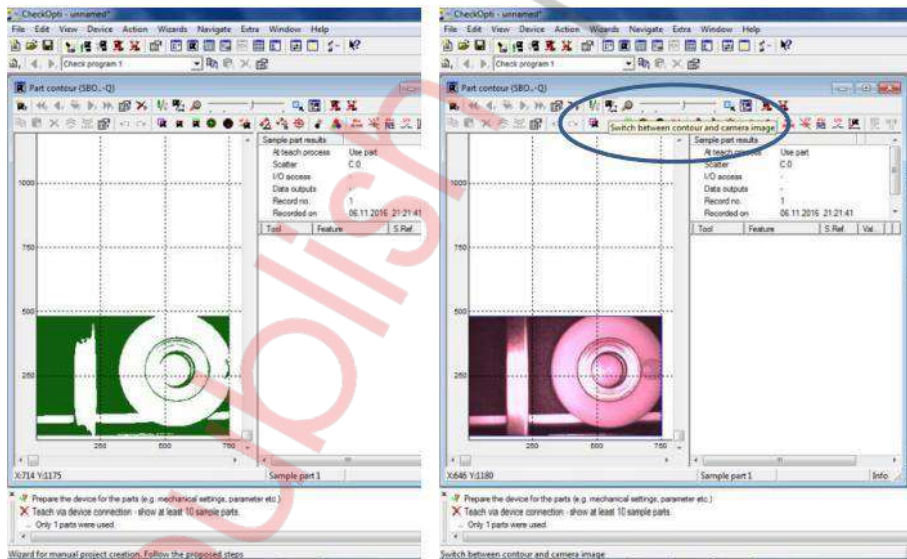
Gambar 9.13. Record sample part

9. Pilih Toolbar Triger signal seperti di gambar di bawah ini



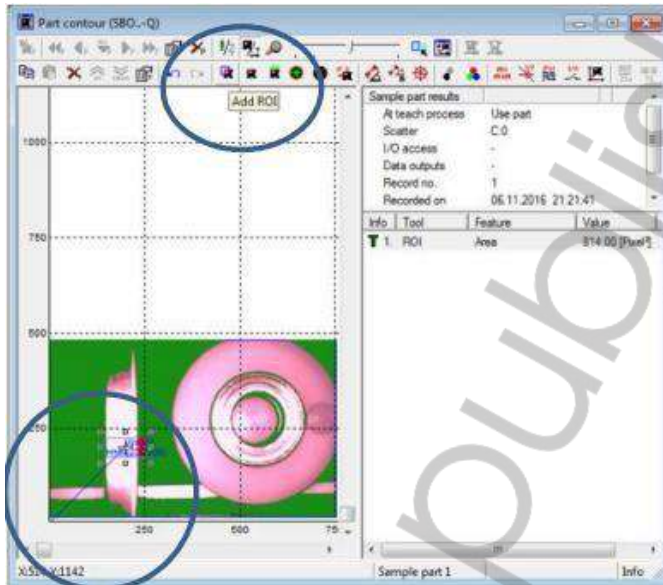
Gambar 9.14. Triger signal

10. Maka hasil gambar akan terlihat seperti di bawah ini



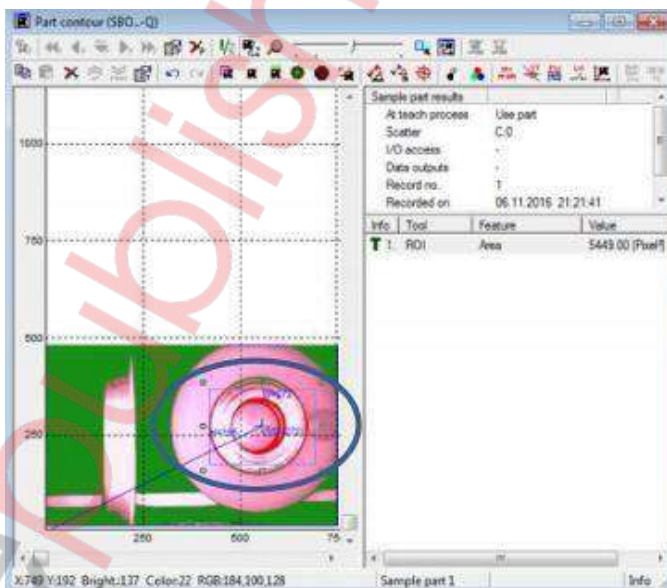
Gambar 9.15. Hasil gambar

11. Tambahkan kriteria yang anda inginkan melalui penambahan softsensor (Tools) yang telah disediakan di software CheckOpti. Sebagai Contoh, saat ini akan digunakan Tools ROI, maka klik Tools ROI, sehingga di area gambar akan muncul tools ROI seperti digambar 26 di bawah ini



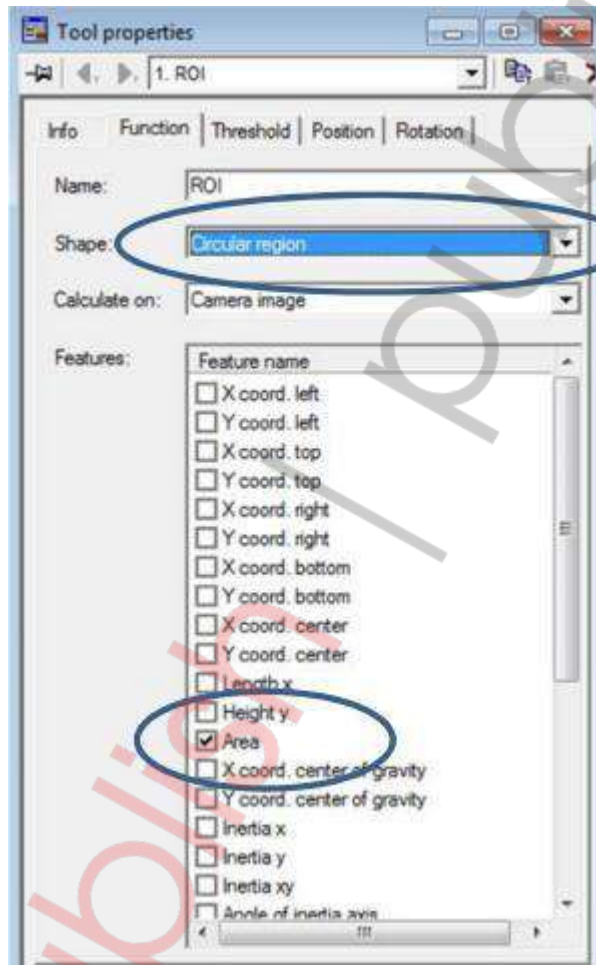
Gambar 9.16. Tools ROI

12. Arahkan Tools ROI ke lokasi yang diharapkan akan dicek, misalnya di daera Bearing (Bantalan) dan sesuaikan tools tersebut.



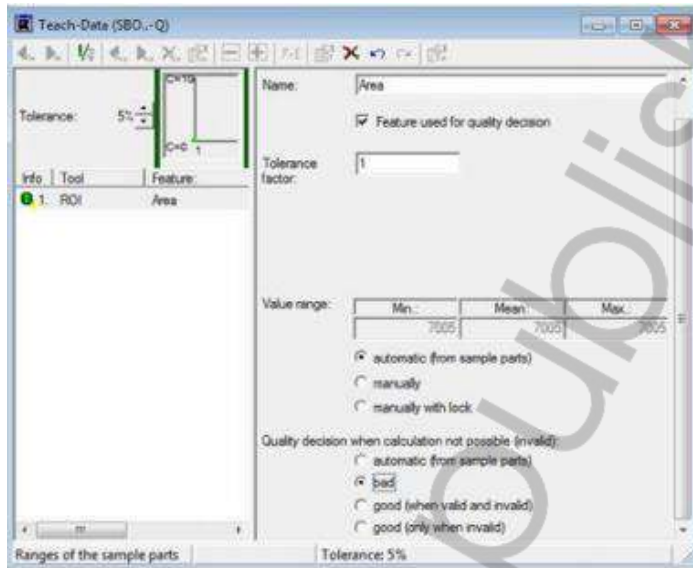
Gambar 9.17. Pengecekan di lokasi yang diinginkan

13. Atur ROI Tools Properties, sehingga sesuai dengan area dan bentuk benda kerja yang akan dideteksi. Awali dengan double click ROI Tools, maka akan muncul dialog box berikut



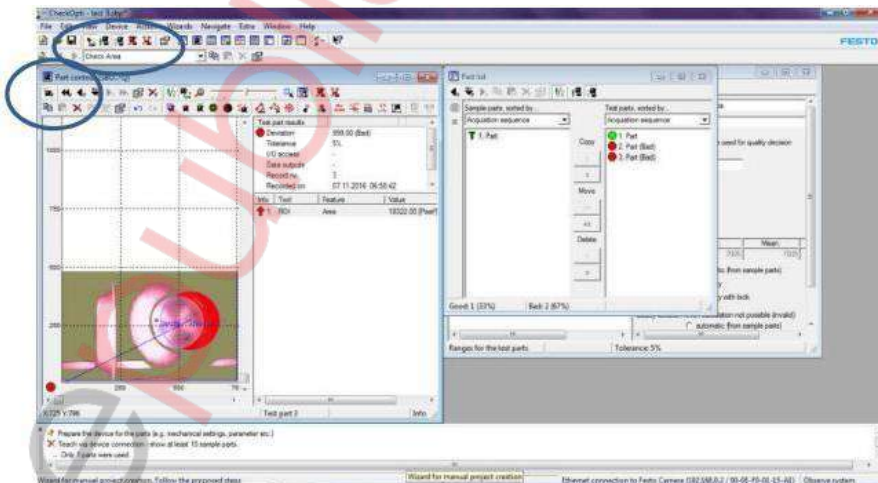
Gambar 9.18. Dialog box ROI Tools

14. Atur Teach Data Kamera misalnya Toleransi, keputusan saat benda tidak bisa terrecord baik (invalid), sehingga diluar kriteria tersebut, untuk benda kerja yang akan dideteksi dinyatakan tidak sesuai dengan kriteria dan harus dibuang (NG atau Reject), seperti terlihat pada gambar di bawah ini



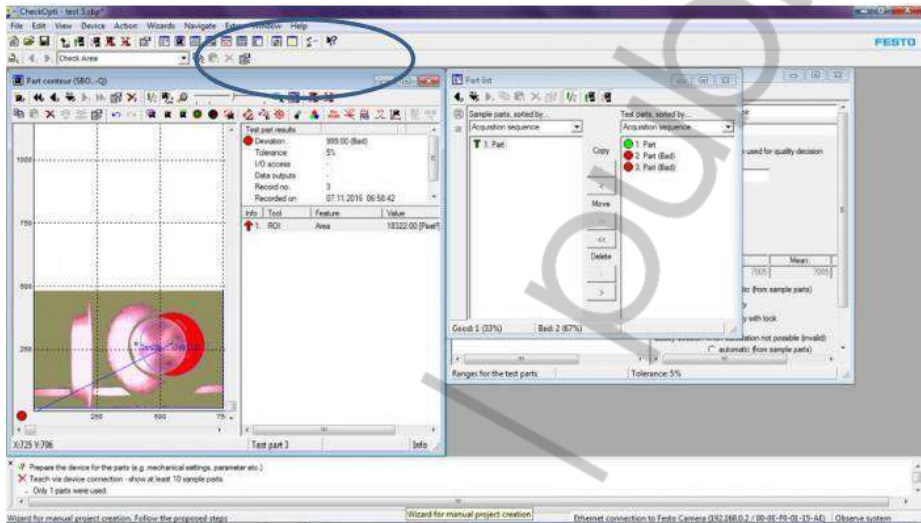
Gambar 9.19. Teach Data Kamera

15. Setelah sample, tools dan kriteria diatur, maka perlu dicoba dilakukan test untuk membuktikan apakah benda kerja yang diinginkan selalu diputuskan oleh kamera OKE (Warna hijau) demikian pula sebaliknya benda kerja yang tidak diinginkan NG atau Reject (Warna merah). Pilih “Reccord Test Part dan Send Trigger Signal pada kamera, sehingga hasilnya adalah seperti terlihat pada gambar di bawah ini



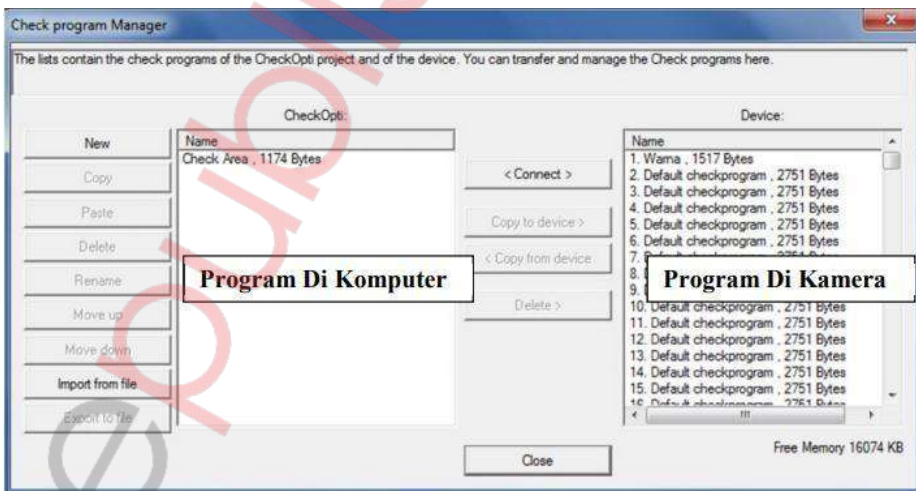
Gambar 9.20. Test Part

16. Setelah memutuskan bahwa hasilnya sesuai, maka Tools tersebut (program) harus ditransfer ke kamera, sehingga selanjutnya tanpa adanya komputer, kamera dapat memberikan keputusan sesuai dengan program yang ditanamkan. Untuk itu, pilih Tool bar “*Check program manager*” seperti pada gambar di bawah ini.



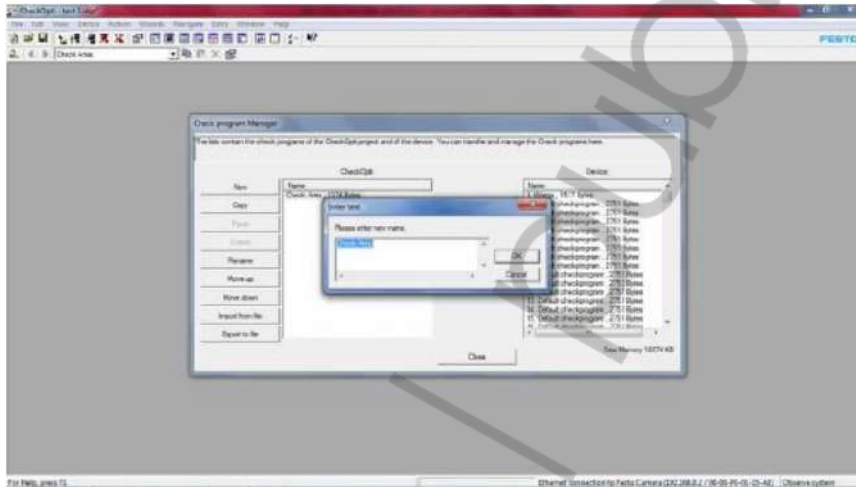
Gambar 9.21. Tool bar Check Program Manager

17. Berikut adalah dialog box Program Manager



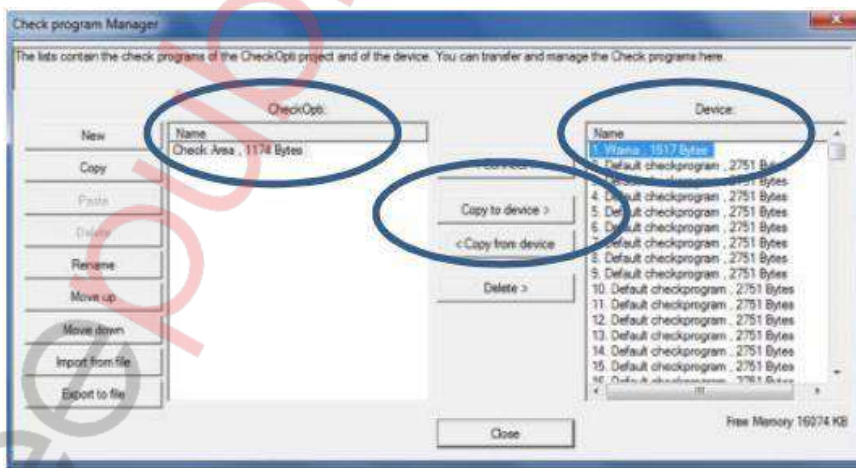
Gambar 9.22. Dialog Box Check Program Manager

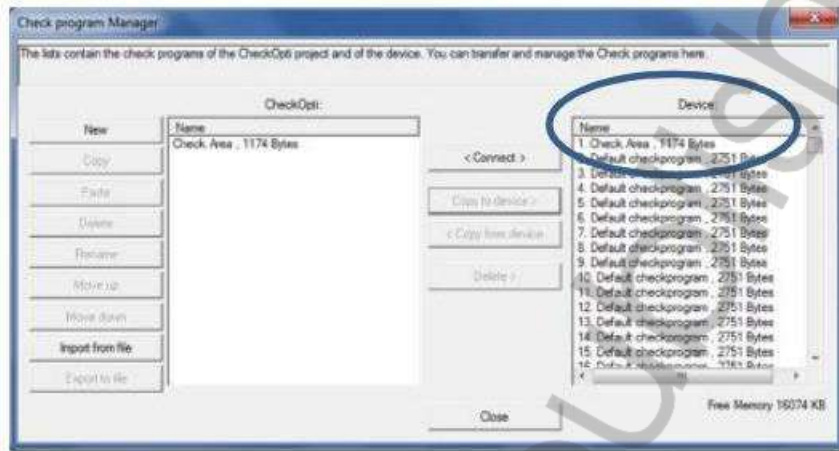
18. Untuk memudahkan dalam mencari program, maka sebaiknya nama program di kamera diganti sesuai dengan yang diinginkan programmer. Misal, saat ini akan diganti Check Program 1 menjadi Check Area. Maka pilih Rename dan ganti namanya menjadi seperti gambar di bawah ini



Gambar 9.23. Pengantian nama program

19. Selanjutnya Pilih program yang akan ditanamkan ke kamera dan pilih program di kamera yang akan diganti kemudian Klik “Copy to Device”, maka program (Tools dan Kriteria) yang telah dibuat akan tersimpan di kendali kamera.





Gambar 9.24. Menyimpan program ke kamera

20. Jalankan sistem anda dan jika masih belum sesuai, ulangi langkah anda lagi dengan memilih Tools dan Mengatur parameternya.

CATATAN PENTING:

1. *Pengaturan kamera untuk memperoleh gambar terbaik sangatlah penting, maka aturlah kamera sebaik-baiknya (Jarak, Fokus, Pencahayaan, Filter dsb)*
2. *Tergantung dari kasus untuk memutuskan apakah sebuah barang Oke atau NG yang dihadapi, maka penting untuk memahami Fungsi dari masing-masing Tools yang disediakan (ROI, C, Edge Finder, Circle Finder, Blob Finder, Pattern Matching, Single Measurement, Brightness Detection, Color Detection, Data matrix code reader, Barcode Reader).*

TUGAS PRAKTEK:

1. Dengan menggunakan modul praktik Industrial Machine Vision dan 3 jenis benda kerja yang disediakan, buatlah sebuah sistem sorting menggunakan kamera, sehingga benda warna hitam dinyatakan baik dan selain itu dinyatakan Tidak baik (NG).



2. Dengan menggunakan modul praktik Industrial Machine Vision dan 3 jenis benda kerja yang disediakan, buatlah sebuah sistem sorting menggunakan kamera, sehingga benda Merah dinyatakan baik dan selain itu dinyatakan Tidak baik (NG).



3. Dengan menggunakan modul praktik Industrial Machine Vision dan 3 jenis benda kerja yang disediakan, buatlah sebuah sistem sorting menggunakan kamera, sehingga benda warna Putih dengan bearing didalamnya terpasang dinyatakan baik dan selain itu dinyatakan Tidak baik (NG).



Catatan: Buatlah laporan dalam bentuk MSWord setiap langkah dari awal sampai akhir (Untuk tugas 1) sedangkan tugas 2 dan 3 cukup melaporkan langkah pemilihan Tools yang digunakan.

“SELAMAT BELAJAR”

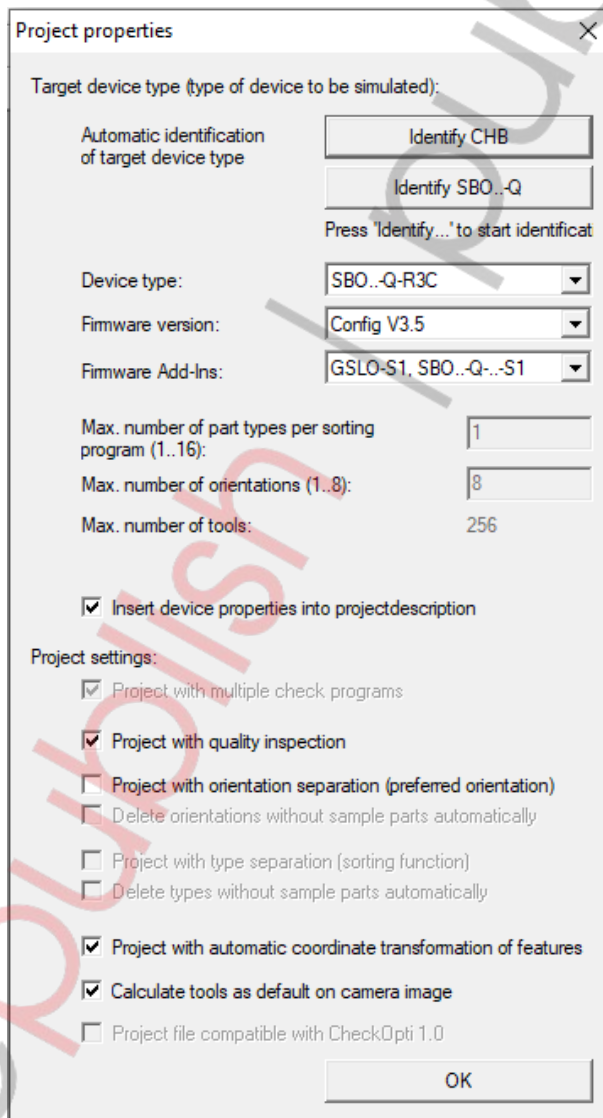
deepublish / publisher



BAGIAN IV

PEMBACAAN KODE MATRIX, KODE BATANG, DAN OCR DENGAN SENSOR CAMERA

Untuk dapat menggunakan kamera festo sebagai pembaca kodematrix , kode batang dan OCR maka kamera festo pertama harus di setting saat awal pada software cekcopti. Contohnya seperti dibawah ini.



Gambar 9.25. Menentukan Tipe kamera

Untuk langkah pertama dengan menentukan tipe kamera yaitu SBOI-Q-R3C-WB, lalu langkah kedua menentukan versi firmware yaitu **Config V3.5**. Langkah terakhir dengan memilih firmware add-ins yaitu **GSLO-S1 SBOI-Q-S1**. Maka software ceckopti akan otomatis menambah tools Add Datamatrix , Add Bar code reader dan Add text recognition pada menu toolbars atas.

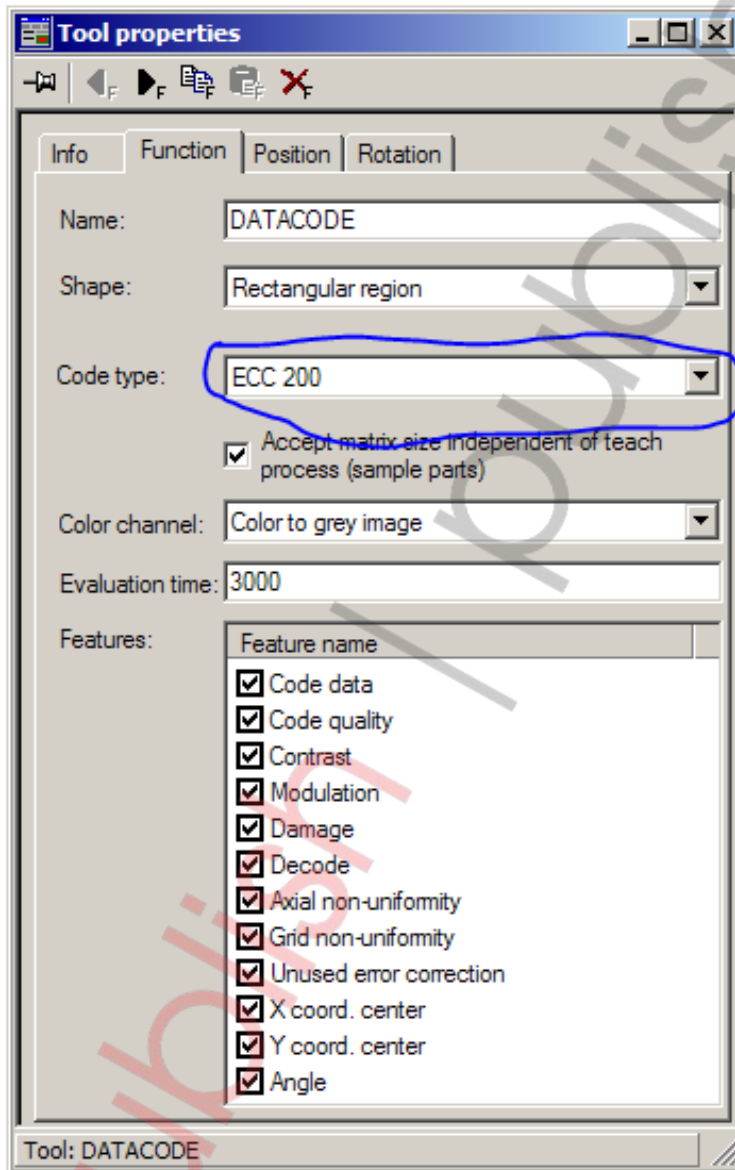
X.1 Datamatrix code reader/checker

Barcode linier (1D) telah digunakan secara komersial sejak tahun 1970-an dan merupakan simbologi yang paling umum digunakan untuk otomasi industri identifikasi. Semakin banyak produsen yang menggunakan simbol dua dimensi (2D), seperti Data Matrix, yang menawarkan fleksibilitas penempatan yang lebih besar dan peningkatan kapasitas data. Simbol yang dapat dibaca mesin umumnya termasuk dalam kategori linier barcode, simbol bertumpuk, simbol 2D, dan Pengenalan Karakter Optik (OCR) font. FestoCamera tipe **SBOI-Q-R3C-WB** menyediakan solusi membaca yang cepat dan andal untuk Standar Simbologi 1D dan 2D di sebelah kanan dan OCR. Produk Festo setiap barcode linier atau simbol 2D yang dicetak atau ditandai dengan cara apa pun, dan memverifikasinya dengan standar industri.

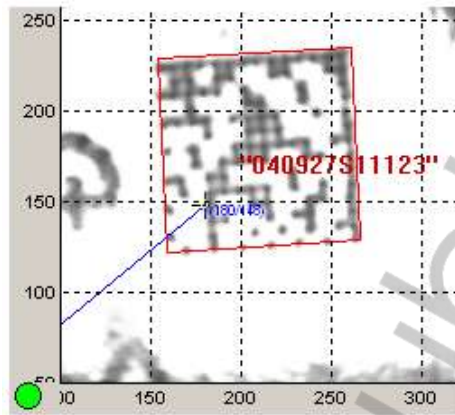


Gambar 9.26. 2D Symbologies

Kamera festo ini juga dapat dapat membaca kode datamatrix dan sekaligus memeriksa kualitasnya (keterbacaan). Ini memungkinkan, misalnya, nomor seri, tanggal kedaluwarsa, dll. untuk dibaca dan diperiksa. Pembaca/pemeriksa kode datamatrix bekerja secara eksklusif pada gambar skala abu-abu. Oleh karena itu, dalam kasus gambar berwarna, perlu untuk menentukan bagaimana gambar skala abu-abu dibuat dari data gambar berwarna.

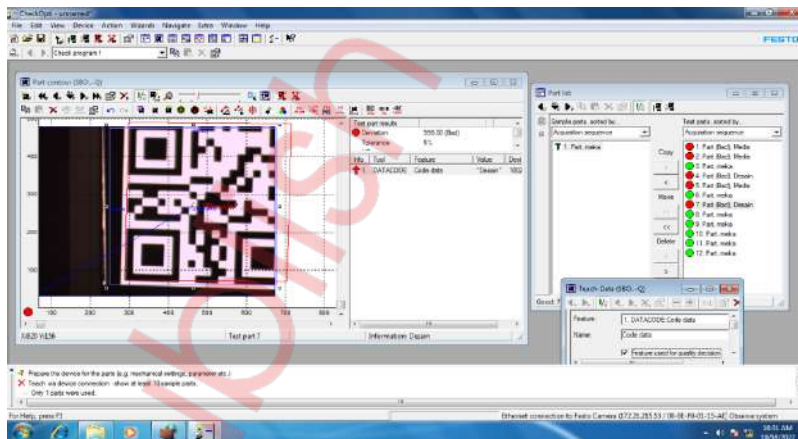


Gambar 9.27. Datamatrix code reader/checker tool



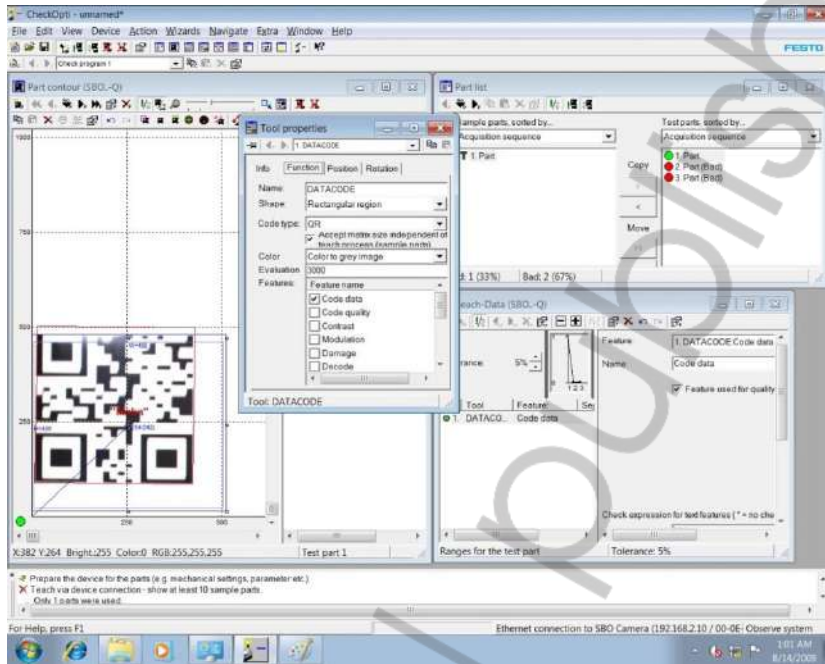
Gambar 9.28. Data yg terbaca Datamatrix code reader/checker tool

Menggunakan menu datamatrix ini memakan banyak memori pada Compact Vision System. Oleh karena itu, jumlah alat ini yang dapat digunakan per program pemeriksaan sangat terbatas. Jumlah maksimum alat ini tergantung pada pengaturannya.

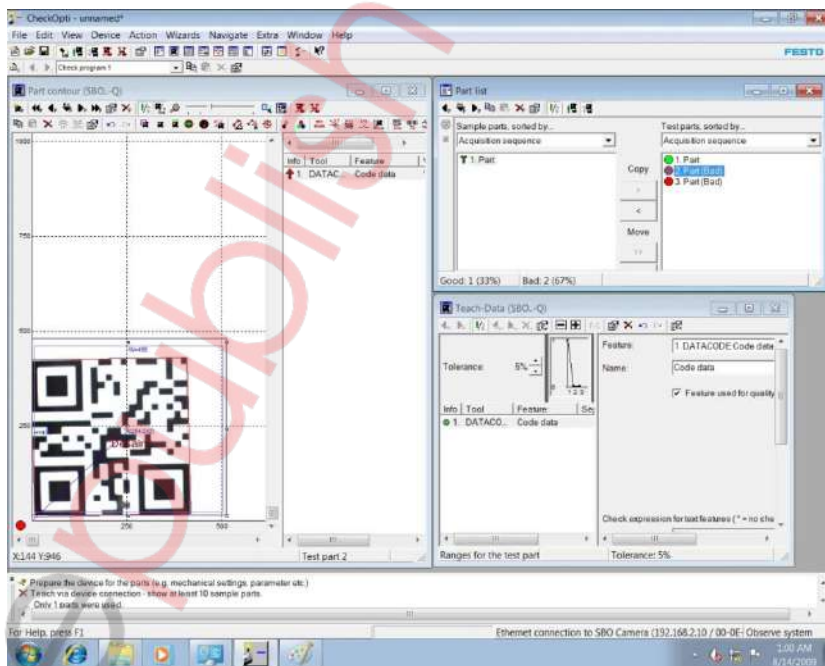


Gambar 9.29 . Data yg terbaca Datamatrix code reader/checker tool

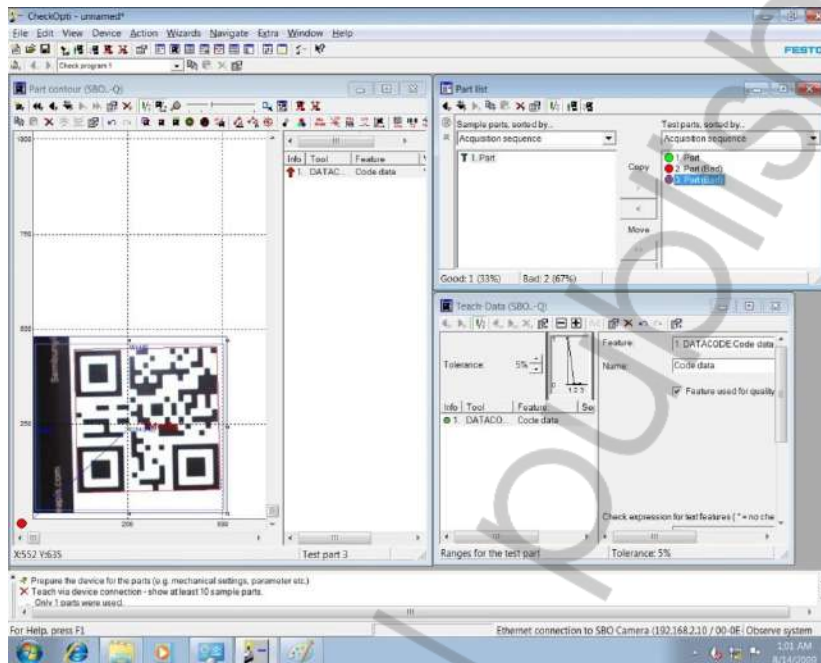
Sebagai contoh: Saat sensor kamera mendeteksi kode QR yang bertuliskan “MEKA” maka akan di acc dan sebagai sample kemudian jika kamera mendeteksi kode QR yang bertuliskan “Desain” dan “Medis” maka akan di reject karena tidak sesuai dengan sample nya yang di acc, saat ada kode QR yang di acc maka akan muncul indikator warna hijau dan semisal reject akan muncul warna merah.



Gambar 9.30. Sample kodematrix yang diloloskan/ Good part “MEKA”



Gambar 9.31. Sample Kode batang yang Bad/direject “Desain”

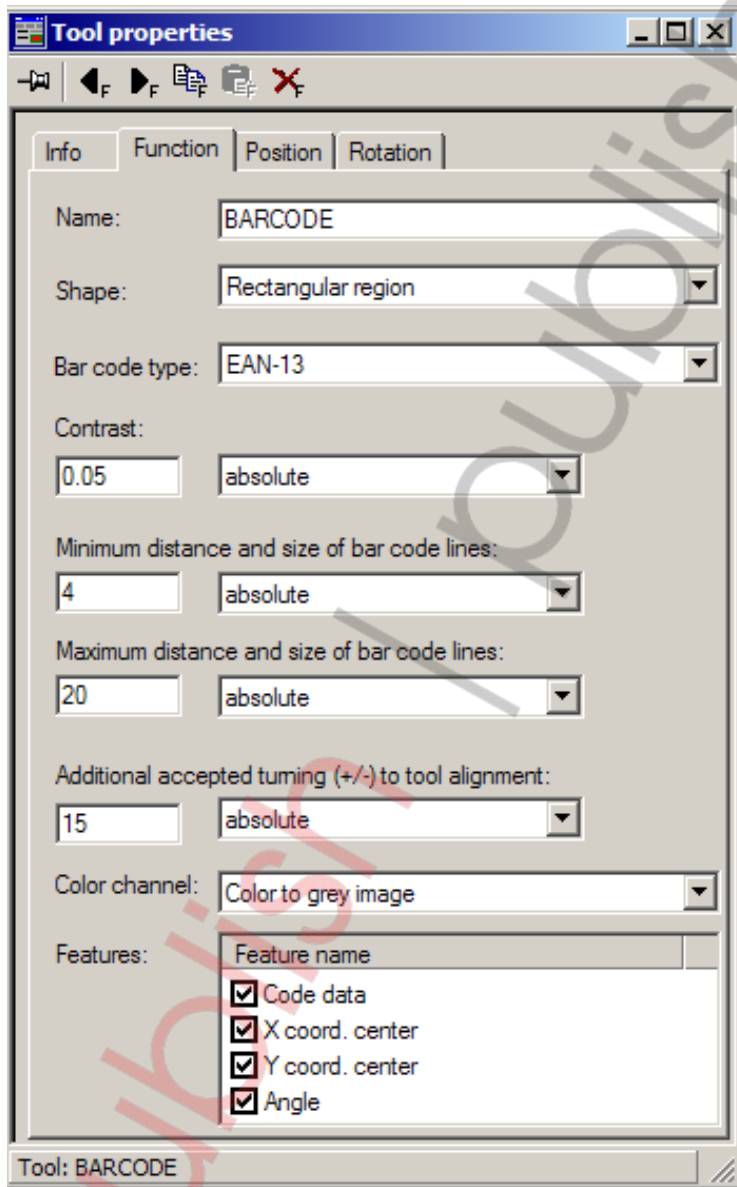


Gambar 9.32. Sample Kode batang yang Bad/direject “Medis”

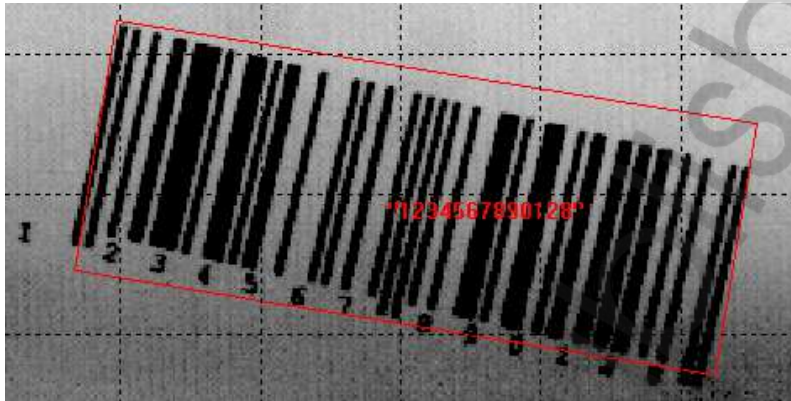
X.2 Barcode Reader

Suatu kode-kode huruf dan angka terdiri dari kombinasi garis atau bar dengan berbagai jarak disebut barcode. Hal itu sebagai salah satu cara untuk memasukkan data ke komputer. Kehadiran barcode adalah tentu sangat membantu dalam pekerjaan. Data deskriptif dari suatu barang hasil produksi tidak ada dalam barcode, namun terdapat enkripsi dari sejumlah digit angka. Jika Mesin menggunakan kamera melakukan scan, maka kode secara otomatis akan terbaca dan langsung terhubung ke data barang. Berisi data-data dari berbagai produk, antara lain nama vendor, harga, nama produk, dan data pendukung lain scanner barcode hasilnya. Mengenai hal ini komputer tidak secara langsung bisa membaca data dalam kode bar.

Oleh sebab itu, sebelumnya harus ada yang menangkap dan menerjemahkan kode ke format data supaya dapat terbaca komputer. Adapun alat yang bisa membaca dan mengirim ke komputer bernama Barcode Reader atau Scanner Barcode. Kamera juga dapat mengenali kode batang pada gambar kamera. Ini memungkinkan, misalnya, nomor seri, tanggal kedaluwarsa, dll. untuk dibaca.

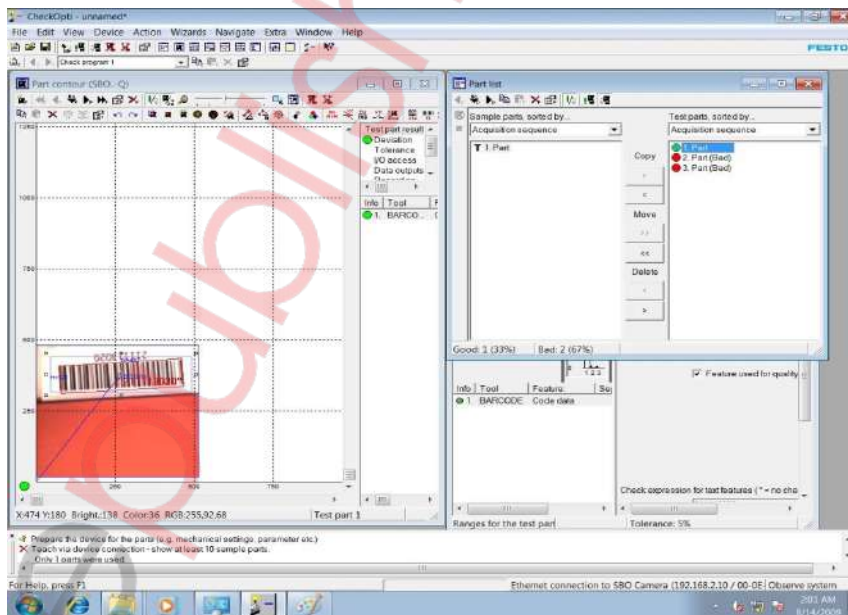


Gambar 9.33. Tool properties Barcode

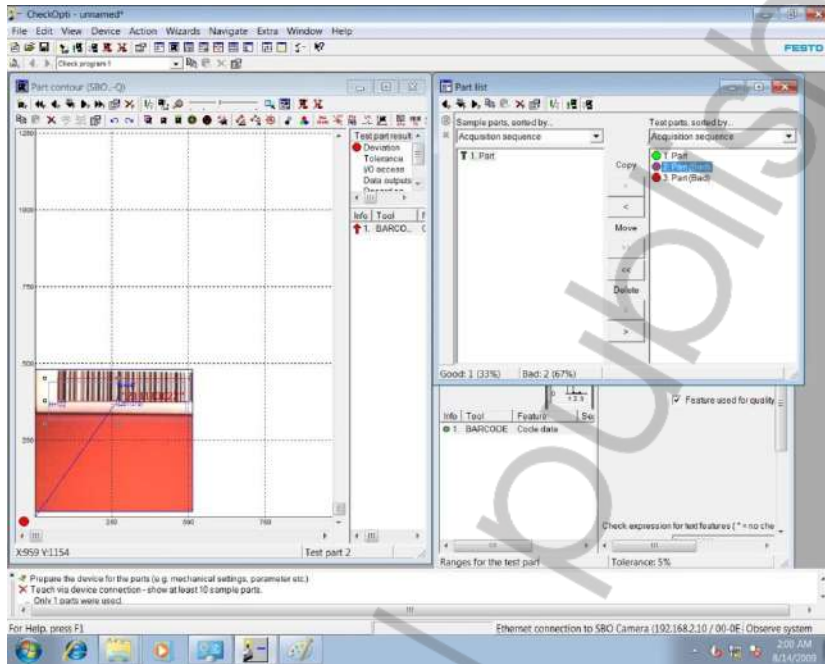


Gambar 9.34. Hasil baca Barcode

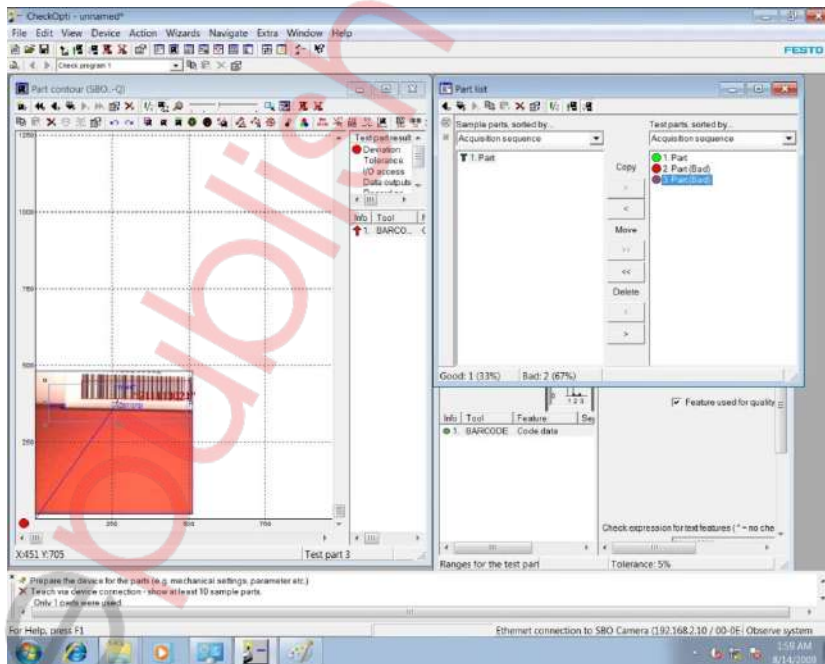
Sebagai contoh: Saat sensor kamera mendeteksi kode Barcode yang bertuliskan “211113020” maka akan di acc sample part atau good part dan sebagai sample kemudian jika kamera mendeteksi kode Barcode yang bertuliskan “211113022” dan “211113021” maka akan di reject karena tidak sesuai dengan sample nya yang di acc atau isinya , saat ada kode batang yang di acc maka akan muncul indikator warna hijau dan semisal reject akan muncul warna merah.



Gambar 9.35. Sample kode batang yang diloloskan/ Good part “211113020”



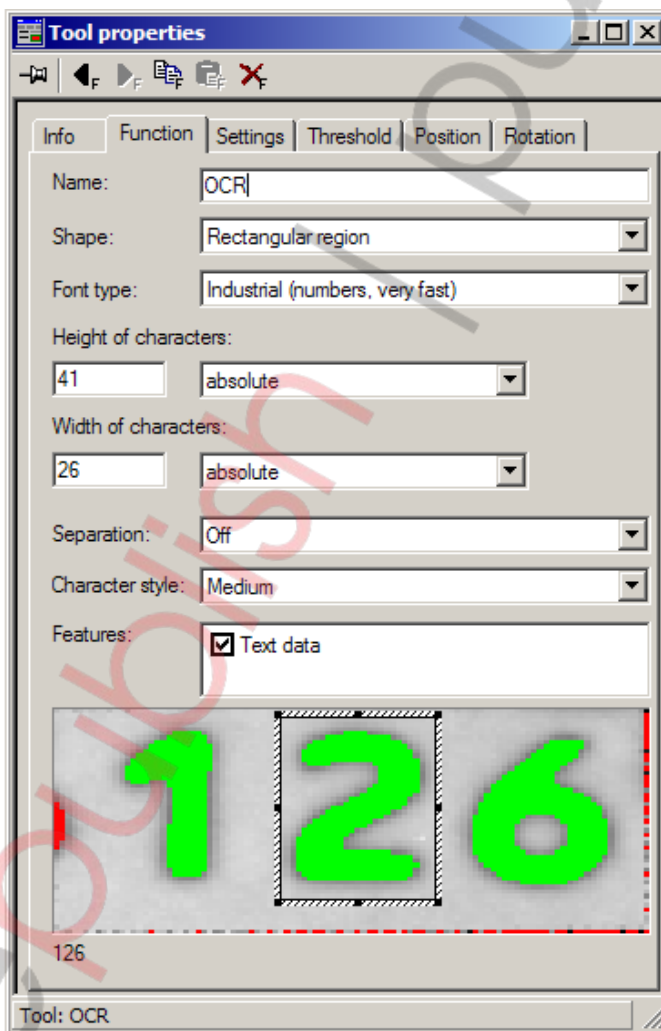
Gambar 9.36. Sample Kode batang yang Bad/direject “21113022”



Gambar 9.37. Sample kode batang yang Bad/direject “21113021”

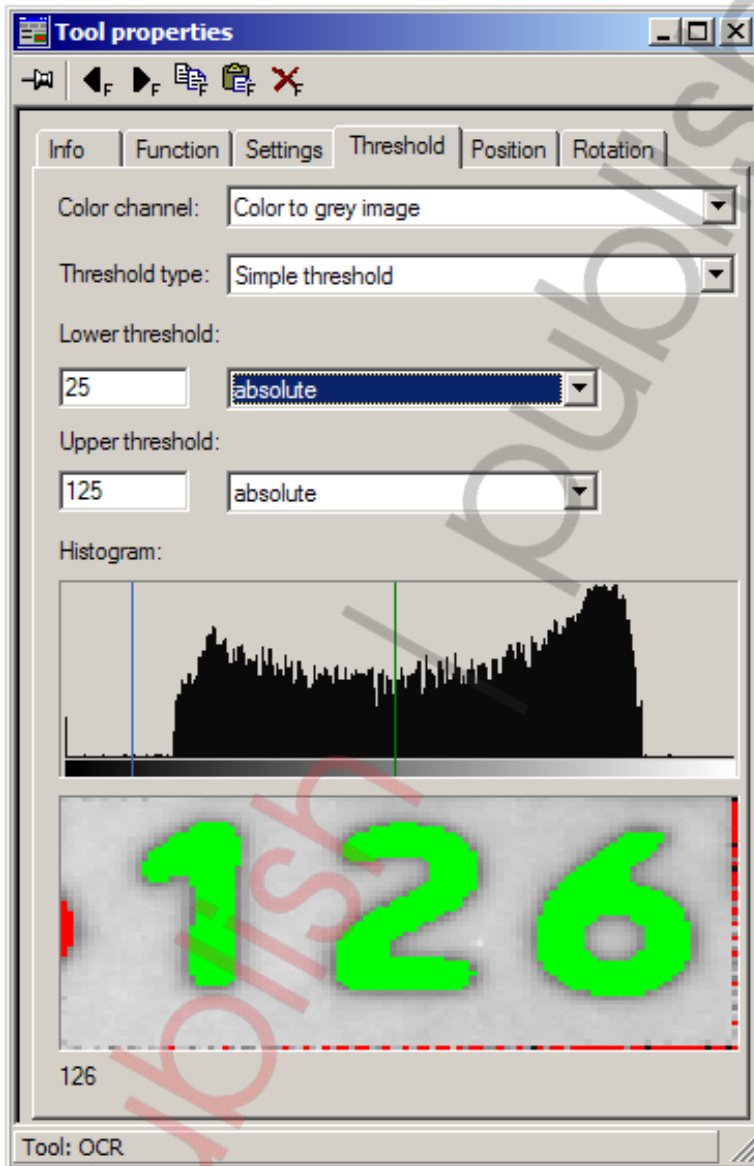
X.3 OCR (Optical Character Recognition)

Optical Character Recognition (OCR) adalah identifikasi teks yang digoreskan, dicap, dicetak atau dicetak sebelumnya. Ini dapat dilakukan dalam semua bahasa, font, ukuran, dan gaya. Verifikasi Karakter Optik (OCV) adalah otentikasi bahwa string karakter yang diidentifikasi cocok dengan nilai yang diharapkan yang disimpan di kontroler, database, atau server FTP. Kamera tersebut dapat mengenali teks, huruf atau angka pada gambar kamera. Ini memungkinkan, misalnya, nomor seri, tanggal kedaluwarsa, dll. untuk dibaca dan diperiksa.

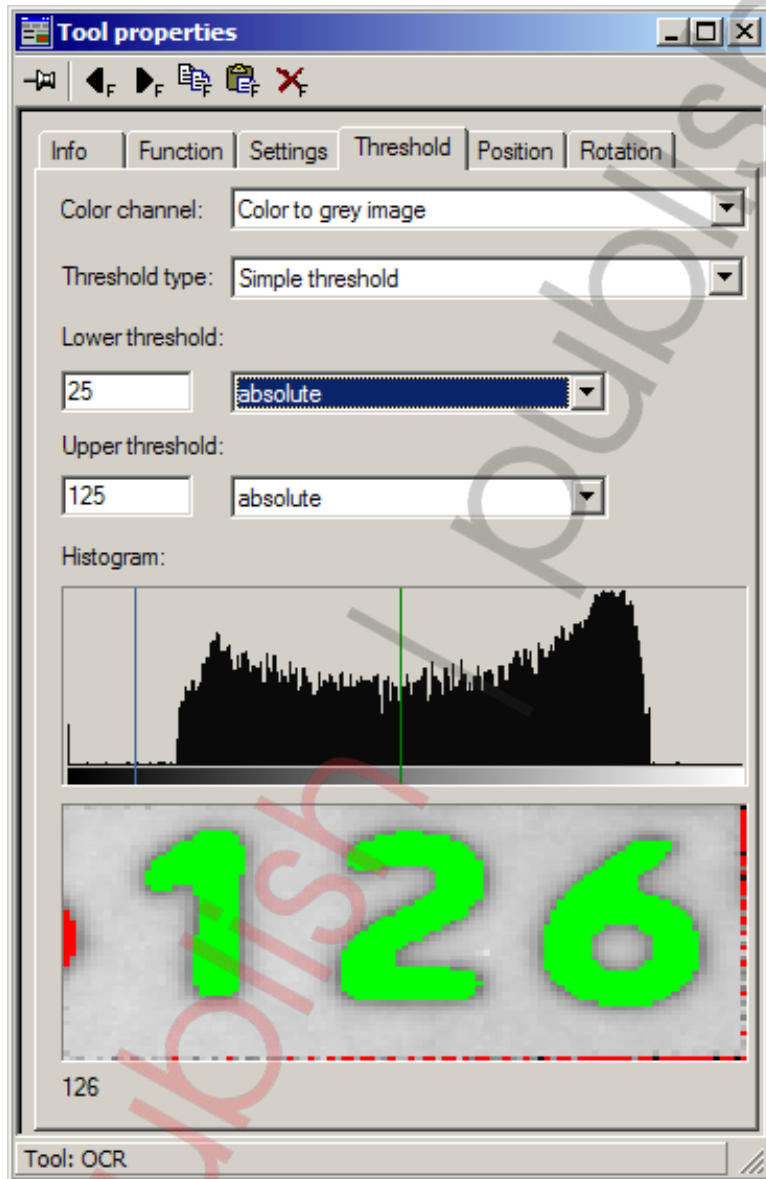


Gambar 9.38. Tool properties for Text recognition (OCR)

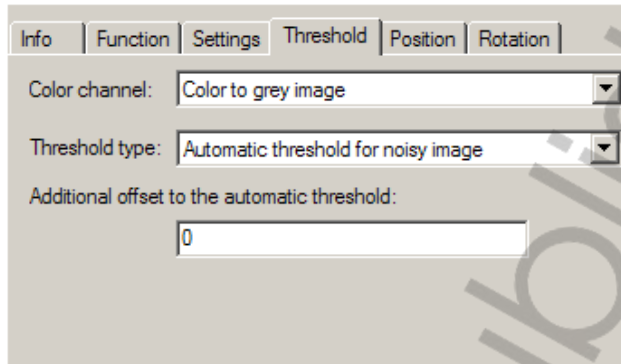
Jenis font termasuk tipografi yang berbeda, font dan jenis pencetakan yang digunakan dalam aplikasi tertentu. Varian dengan set karakter yang berbeda dan/atau kecepatan pengenalan (atau kualitas) yang berbeda disediakan untuk setiap jenis font. Tinggi karakter/Lebar karakter: Kedua parameter ini dapat digunakan untuk mengatur ukuran huruf (dalam piksel) yang akan dikenali. Parameter memberikan pengaruh yang signifikan pada tingkat pengenalan (sedikit penyimpangan dalam ukuran akan diterima oleh alat). Parameter tinggi dan lebar juga dapat diatur di area tampilan (bagian bawah tab) menggunakan mouse. Pemisahan: Parameter ini mendefinisikan bagaimana dua karakter berurutan dipisahkan untuk fungsi pengenalan. Mati Tidak ada pemisahan khusus yang digunakan Lebar tetap Saat memisahkan karakter, alat ini mengasumsikan bahwa semua karakter memiliki lebar yang sama (jenis font tidak proporsional). Parameter "Lebar karakter" menentukan lebar karakter (dalam piksel). Lebar variabel Saat memisahkan karakter, alat ini mengasumsikan bahwa semua karakter memiliki lebar yang berbeda (jenis font proporsional). Contoh: 'i' lebih sempit daripada 'O'. Gaya karakter: Parameter ini dapat digunakan untuk menentukan bobot font karakter yang akan dikenali. Spesifikasi mengacu pada ketebalan garis font dibandingkan dengan ukurannya. Sangat tipis Tipis Sedang Berani Fitur: Teks yang dikenali sebagai fitur teks. Area tampilan: Gambar yang diproses oleh alat ditampilkan di sini. Tinggi dan lebar font dapat diatur di sini menggunakan mouse. Teks yang dikenali oleh alat ditampilkan di bawah area tampilan



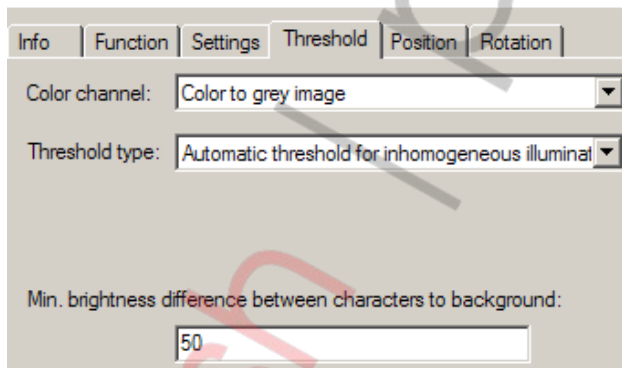
Gambar 9.39. "Tool properties" window – "Threshold" tab for Text recognition (OCR)



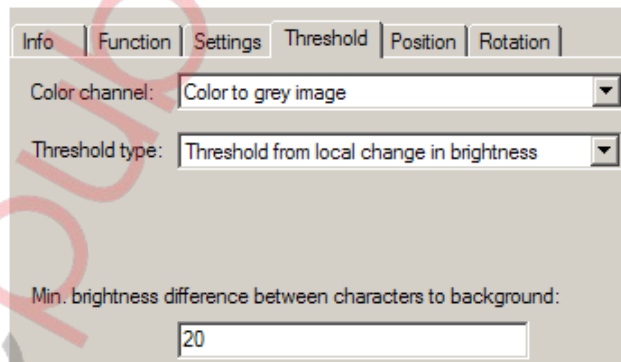
Gambar 9.40. "Tool properties" window – "Threshold" tab, threshold type = Simple threshold



Gambar 9.41. "Threshold" tab, threshold type = Automatic threshold for noisy image

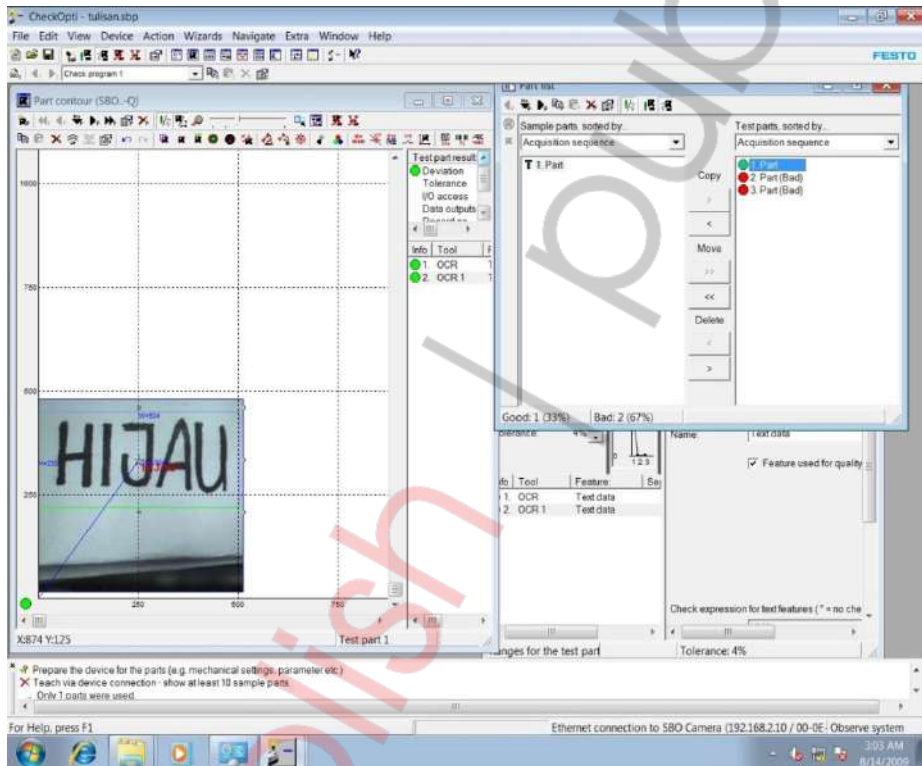


Gambar 9.42 . "Threshold" tab, threshold type = Automatic threshold for inhomogeneous illumination

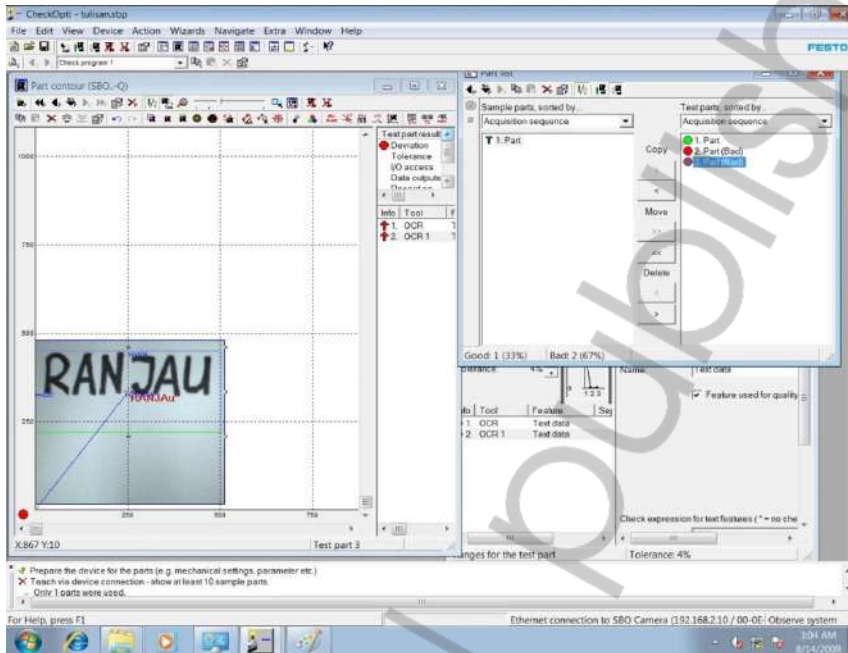


Gambar 9.43. "Threshold" tab, threshold type = Threshold from local change in brightness

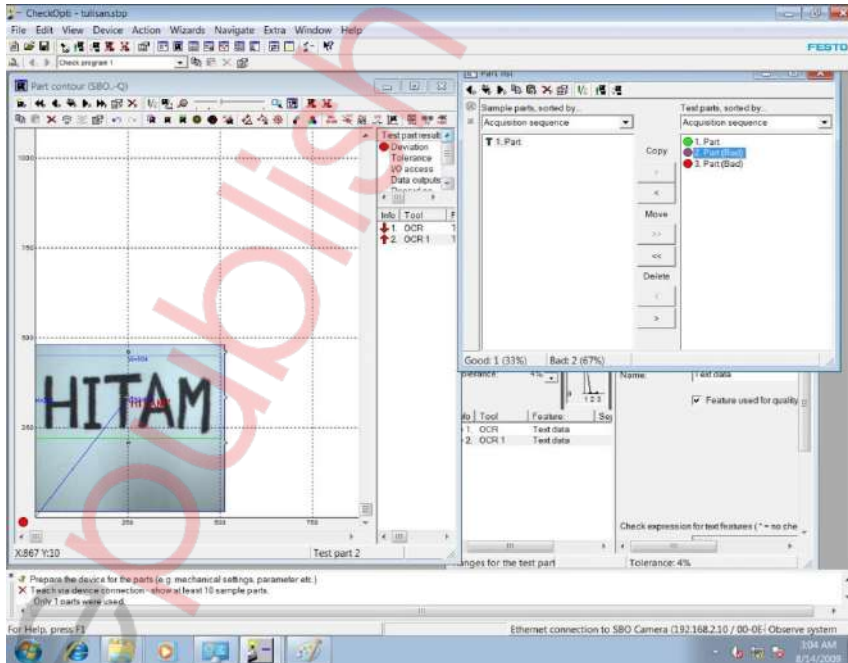
Sebagai contoh: Saat sensor kamera mendeteksi kode OCR yang bertuliskan “HIJAU” maka akan di acc dan sebagai sample kemudian jika kamera mendeteksi kode Barcode yang bertuliskan “HITAM” dan “RANJAU” maka akan di reject karena tidak sesuai dengan sample nya yang di acc, saat ada kode OCR yang di acc maka akan muncul indikator warna hijau dan semisal reject akan muncul warna merah.



Gambar 9.44. Sample Kata yang diloloskan/ Good part “HIJAU”



Gambar 9.45. Sample Kata yang Bad/direject “RANJAU”



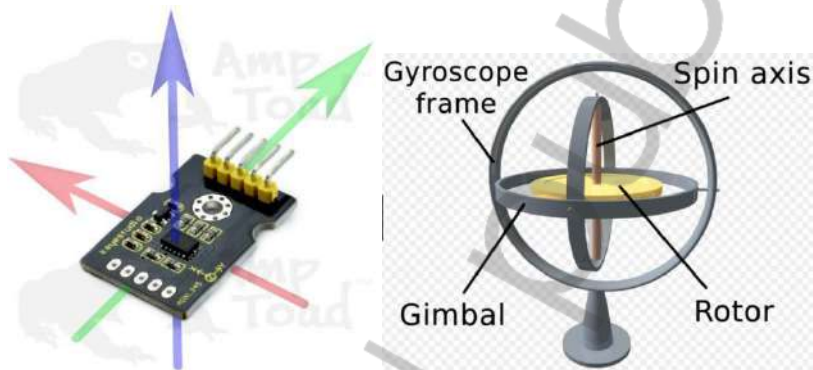
Gambar 9.46. Sample Kata yang Bad/direject “HITAM”

deepublish / publisher



BAB X

SENSOR ACCELEROMETER DAN GYROMETER

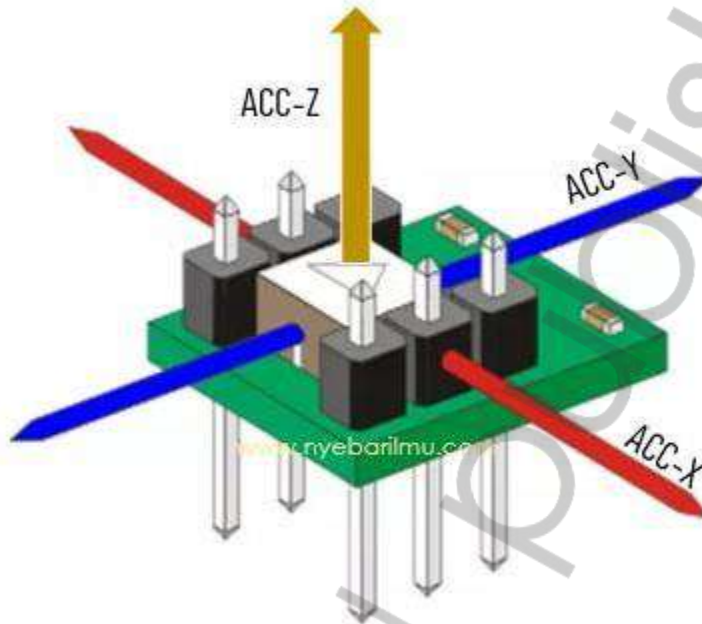


Gambar 10.1. Accelerometer dan gyro

Accelerometer adalah sebuah sensor yang berfungsi untuk mengukur percepatan, mendeteksi dan mengukur getaran, ataupun untuk mengukur percepatan akibat gravitasi bumi. Sesuai namanya accelerometer atau akselerasi ini mengukur percepatan bahwa perangkat mengalami perubahan yang relatif sesuai dengan tiga sumbu XYZ atau kanan, kiri, atas, bawah, dan datar. Sistem atau suatu aplikasi menggunakan data ini untuk mengetahui apakah smartphone dalam orientasi berdiri (portrait) atau memanjang (landscape).

Jenis Sensor Accelerometer :

- ADXL335
- ADXL377
- MMA7260Q
- MMA8452Q
- MPU6050 (gabungan accelerometer dan gyro)



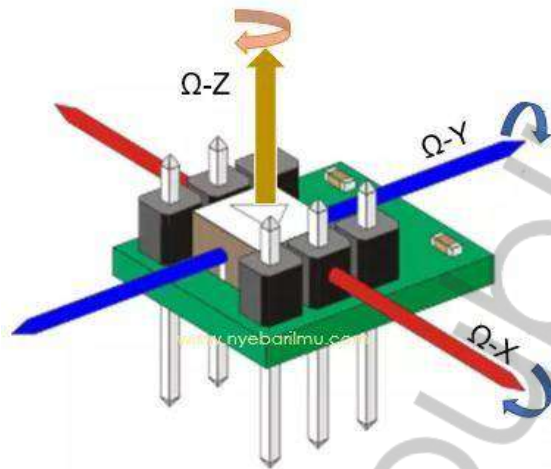
Gambar 10.2. Accelerometer

Pengukuran dynamic merupakan pengukuran percepatan pada objek benda yang bergerak, sedangkan **pengukuran static** merupakan pengukuran percepatan objek terhadap gravitasi bumi. Untuk hal ini accelerometer lebih sering digunakan untuk mengukur sudut kemiringan (tilt) dan secara dasarnya **prinsip kerja** dari accelerometer yaitu menggunakan prinsip percepatan (acceleration).



Gambar 10.3. Gyro

Gyroscope adalah sensor yang digunakan untuk mendeteksi **rotasi** atau **perputaran** suatu perangkat berdasarkan gerakan. Mekanismenya adalah sebuah roda berputar dengan piringan di dalamnya yang tetap stabil. Giroskop sering digunakan pada robot atau heli dan alat-alat canggih lainnya. Alat ini dapat memberikan informasi orientasi tapi dengan lebih presisi pada **handphone** sampai perputaran 360 derajat. Berkat sensor khusus ini, fitur kamera Android Photo Sphere dapat mengatakan berapa banyak perangkat telah diputar dan ke arah mana. Alat ini juga digunakan oleh aplikasi seperti Google Sky Map. Gyro telah digunakan untuk ruang navigasi, kontrol rudal, pelatihan kapal selam, dan pelatihan penerbangan. Penggunaan pada **game** contohnya adalah sebuah game pertempuran, sebelum ini bila kita **ingin** melihat situasi sekeliling, kita akan menyapu layar search terus menerus untuk berputar, dengan gyro sensor ini kita cukup berputar sesuai gravitasi seperti benar-benar melihat sekeliling. Atau bila melihat sebuah obyek 3D kita cukup berputar untuk melihat setiap sudut obyek tersebut.

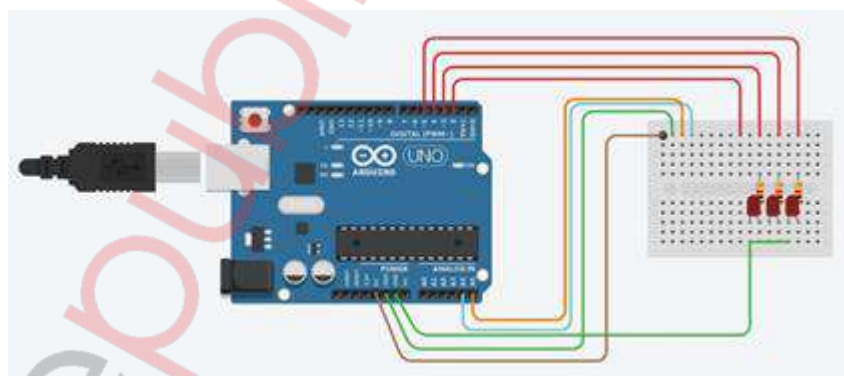


Gambar 10.4. Accelerometer

Percobaan pembacaan data output dari sensor MPU6050

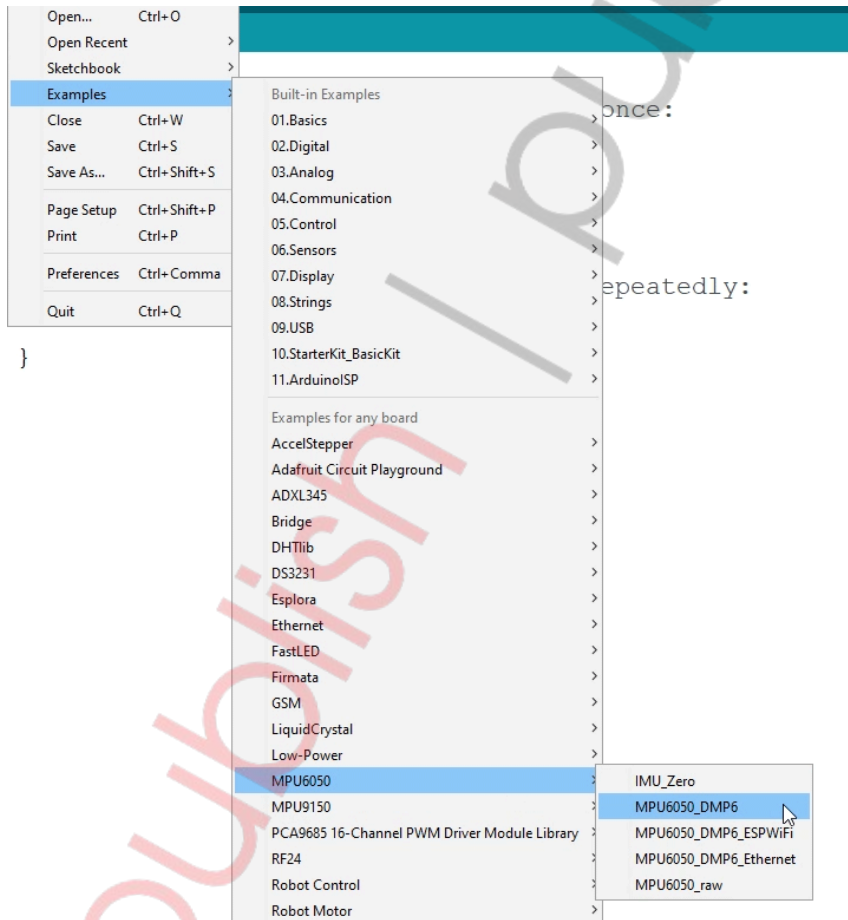
Praktek 1 :

Buatlah rangkaian menggunakan Sensor MPU 6050 dengan output 3 buah lampu LED menggunakan kontroler arduino uno pada project board, untuk mengetahui indikator percepatan sumbu X, percepatan sumbu Y, percepatan sumbu Z. Jadi saat di gerakan dengan sumbu X menyala led warna merah, saat di gerakan dengan sumbu Y menyala led warna hijau, saat di gerakan dengan sumbu Z menyala led warna kuning.



Langkah pengkabelan:

- Hubungkan 5V [IMU MPU-6050] ke VCC [ARDUINO]
- Hubungkan SDA [IMU MPU-6050] ke Analog IN (A4) [ARDUINO]
- Hubungkan SCL [IMU MPU-6050] ke Analog IN (A5) [ARDUINO]
- Hubungkan GND [IMU MPU-6050] ke GND [ARDUINO]
- Hubungkan INTPIN [IMU MPU-6050] ke Pin 2 (Digital PWM pin) [ARDUINO]



Code program :

```
// I2C device class (I2Cdev) demonstration Arduino sketch for MPU6050 class
// I2Cdev and MPU6050 must be installed as libraries, or else the .cpp/.h files
```

```

// for both classes must be in the include path of your project
#include "I2Cdev.h"
#include "MPU6050.h"

// Arduino Wire library is required if I2Cdev I2CDEV_ARDUINO_WIRE
// implementation
// is used in I2Cdev.h
#if I2CDEV_IMPLEMENTATION == I2CDEV_ARDUINO_WIRE
    #include "Wire.h"
#endif

// class default I2C address is 0x68
// specific I2C addresses may be passed as a parameter here
// AD0 low = 0x68 (default for InvenSense evaluation board)
// AD0 high = 0x69
MPU6050 accelgyro;
//MPU6050 accelgyro(0x69); // <-- use for AD0 high
//MPU6050 accelgyro(0x68, &Wire1); // <-- use for AD0 low, but 2nd Wire
// (TWI/I2C) object

int16_t ax, ay, az;
int16_t gx, gy, gz;

// uncomment "OUTPUT_READABLE_ACCELGYRO" if you want to see a
// tab-separated
// list of the accel X/Y/Z and then gyro X/Y/Z values in decimal. Easy to read,
// not so easy to parse, and slow(er) over UART.
#define OUTPUT_READABLE_ACCELGYRO

// uncomment "OUTPUT_BINARY_ACCELGYRO" to send all 6 axes of
// data as 16-bit
// binary, one right after the other. This is very fast (as fast as possible
// without compression or data loss), and easy to parse, but impossible to read
// for a human.
// #define OUTPUT_BINARY_ACCELGYRO

#define LED_PIN 13

```

```

bool blinkState = false;

void setup() {
  // join I2C bus (I2Cdev library doesn't do this automatically)
  #if I2CDEV_IMPLEMENTATION == I2CDEV_ARDUINO_WIRE
    Wire.begin();
  #elif I2CDEV_IMPLEMENTATION == I2CDEV_BUILTIN_FASTWIRE
    Fastwire::setup(400, true);
  #endif

  // initialize serial communication
  // (38400 chosen because it works as well at 8MHz as it does at 16MHz,
  but
  // it's really up to you depending on your project)
  Serial.begin(38400);

  // initialize device
  Serial.println("Initializing I2C devices...");
  accelgyro.initialize();

  // verify connection
  Serial.println("Testing device connections...");
  Serial.println(accelgyro.testConnection() ? "MPU6050 connection
successful" : "MPU6050 connection failed");

  // use the code below to change accel/gyro offset values
  /*
  Serial.println("Updating internal sensor offsets...");
  // -76 -2359 1688 0 0 0
  Serial.print(accelgyro.getXAccelOffset()); Serial.print("\t"); // -76
  Serial.print(accelgyro.getYAccelOffset()); Serial.print("\t"); // -2359
  Serial.print(accelgyro.getZAccelOffset()); Serial.print("\t"); // 1688
  Serial.print(accelgyro.getXGyroOffset()); Serial.print("\t"); // 0
  Serial.print(accelgyro.getYGyroOffset()); Serial.print("\t"); // 0
  Serial.print(accelgyro.getZGyroOffset()); Serial.print("\t"); // 0
  Serial.print("\n");
  accelgyro.setXGyroOffset(220);
  accelgyro.setYGyroOffset(76);

```

```

accelgyro.setZGyroOffset(-85);
Serial.print(accelgyro.getXAccelOffset()); Serial.print("\t"); // -76
Serial.print(accelgyro.getYAccelOffset()); Serial.print("\t"); // -2359
Serial.print(accelgyro.getZAccelOffset()); Serial.print("\t"); // 1688
Serial.print(accelgyro.getXGyroOffset()); Serial.print("\t"); // 0
Serial.print(accelgyro.getYGyroOffset()); Serial.print("\t"); // 0
Serial.print(accelgyro.getZGyroOffset()); Serial.print("\t"); // 0
Serial.print("\n");
*/

// configure Arduino LED pin for output
pinMode(3, OUTPUT); //blue
pinMode(4, OUTPUT); //green
pinMode(5, OUTPUT); //red
pinMode(LED_PIN, OUTPUT);
}

void loop() {
  // read raw accel/gyro measurements from device
  accelgyro.getMotion6(&ax, &ay, &az, &gx, &gy, &gz);

  // these methods (and a few others) are also available
  //accelgyro.getAcceleration(&ax, &ay, &az);
  //accelgyro.getRotation(&gx, &gy, &gz);

#ifdef OUTPUT_READABLE_ACCELGYRO
  // display tab-separated accel/gyro x/y/z values
  Serial.print("a/g: ");
  Serial.print("x: "); Serial.print(ax);
  Serial.print(" y: "); Serial.print(ay);
  Serial.print(" z: "); Serial.print(az);
  Serial.print(" / ");
  Serial.print(" x: "); Serial.print(gx);
  Serial.print(" y: "); Serial.print(gy);
  Serial.print(" z: "); Serial.println(gz);
#endif
}

```

```

#ifdef OUTPUT_BINARY_ACCELYRO
    Serial.write((uint8_t)(ax >> 8)); Serial.write((uint8_t)(ax & 0xFF));
    Serial.write((uint8_t)(ay >> 8)); Serial.write((uint8_t)(ay & 0xFF));
    Serial.write((uint8_t)(az >> 8)); Serial.write((uint8_t)(az & 0xFF));
    Serial.write((uint8_t)(gx >> 8)); Serial.write((uint8_t)(gx & 0xFF));
    Serial.write((uint8_t)(gy >> 8)); Serial.write((uint8_t)(gy & 0xFF));
    Serial.write((uint8_t)(gz >> 8)); Serial.write((uint8_t)(gz & 0xFF));
#endif

```

```

//accelerometer
if (ax > 1700)
{
    digitalWrite(3, HIGH);
    digitalWrite(4, LOW);
    digitalWrite(5, LOW);
    delay(1000);
}
else {
    digitalWrite(3, LOW);
    digitalWrite(4, LOW);
    digitalWrite(5, LOW);
}

```

```

(ay > 500);
{ //fine
    digitalWrite(3, LOW);
    digitalWrite(4, HIGH);
    digitalWrite(5, LOW);
    delay(1000);
}

```

```

{
    digitalWrite(3, LOW);
    digitalWrite(4, LOW);
    digitalWrite(5, LOW);
}

```

```

if (az > 18000);

```

```
{ //fine
digitalWrite(3, LOW);
digitalWrite(4, LOW);
digitalWrite(5, HIGH);
delay(1000);
}
```

```
{
digitalWrite(3, LOW);
digitalWrite(4, LOW);
digitalWrite(5, LOW);
}
```

```
//gyro
```

```
if (ax > 100)
```

```
{
digitalWrite(3, HIGH);
digitalWrite(4, LOW);
digitalWrite(5, LOW);
delay(1000);
}
```

```
else {
```

```
digitalWrite(3, LOW);
digitalWrite(4, LOW);
digitalWrite(5, LOW);
}
```

```
(ay > 100);
```

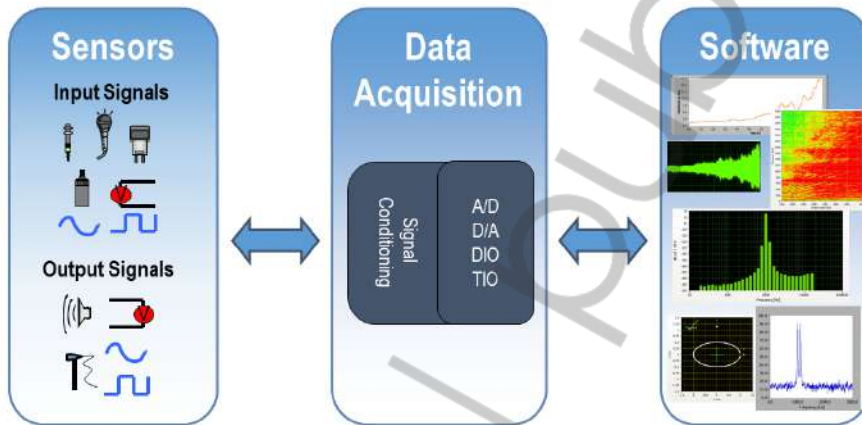
```
{ //fine
digitalWrite(3, LOW);
digitalWrite(4, HIGH);
digitalWrite(5, LOW);
delay(1000);
}
```

```
{
digitalWrite(3, LOW);
digitalWrite(4, LOW);
digitalWrite(5, LOW);
}
```

```
}  
  
if (az > 100);  
{ //fine  
digitalWrite(3, LOW);  
digitalWrite(4, LOW);  
digitalWrite(5, HIGH);  
delay(1000);  
}  
  
{  
digitalWrite(3, LOW);  
digitalWrite(4, LOW);  
digitalWrite(5, LOW);  
}  
  
// blink LED to indicate activity  
blinkState = !blinkState;  
digitalWrite(LED_PIN, blinkState);  
delay(1000);  
}
```

BAB XI

AKUISISI DATA SENSOR



Gambar 11.1 Penerapan pada sistem sensor pergeseran tanah

Akuisisi data sensor adalah suatu proses untuk mengambil, mengumpulkan dan menyiapkan data sensor, hingga memprosesnya untuk menghasilkan data yang dikehendaki. Ada dua cara dalam mode akuisisi yaitu

1. Sinkron

Akuisisi sinkron adalah jenis akuisisi dimana kedua belah pihak, pengirim atau penerima berada pada waktu yang sinkron contoh dalam komputer.

2. Asinkron

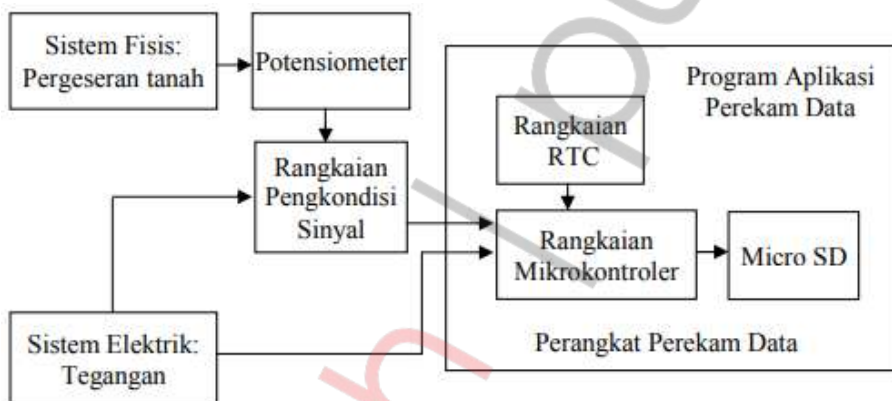
Akuisisi asinkron merupakan akuisisi data dimana kedua belah pihak baik pengirim maupun penerima tidak perlu berada pada waktu yang sinkron. Seperti contoh prosesor kecepataannya lebih cepat dibanding dengan kecepatan mengetik seorang manusia.

Berdasarkan arah pengirimannya akuisisi data dibedakan menjadi tiga

1. Simplex: data dikirimkan hanya dalam satu arah saja. Data dari A (pengirim) dapat dikirimkan ke B (penerima), tetapi B tidak bisa mengirim data ke A. Seperti komunikasi pemancar TV dengan pesawat TV.

2. Half duplex: data dikirimkan dalam dua arah tetapi secara bersamaan. Pada saat A mengirim, data B hanya menerima saja demikian juga sebaliknya. Contoh komunikasi menggunakan handy talkie masing-masing perangkat yang digunakan untuk bisa bekerja secara bersamaan tetapi dilakukan secara bergantian
3. Full duplex: data dikirimkan dalam dua arah secara bersamaan. Pada saat bersamaan antara A dan B dapat saling mengirim dan menerima data. Contoh yang seperti pesawat telepon yang dapat melakukan komunikasi dua arah secara bersamaan.

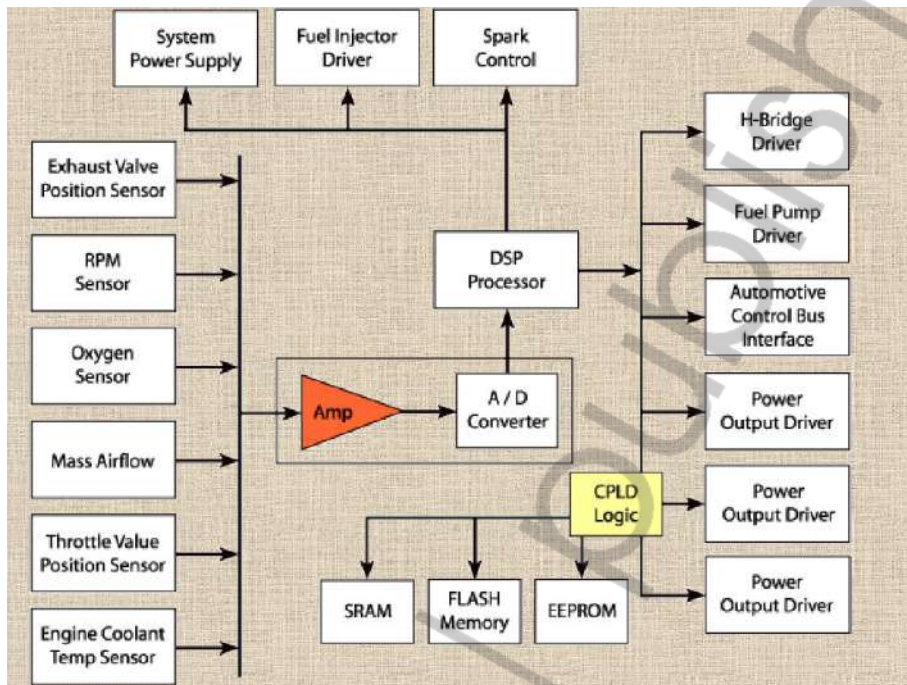
Contoh ;



Gambar 11.2 Penerapan pada sistem sensor pergeseran tanah

Multiplexer merupakan sebuah alat yang terdiri dari beberapa *switch* analog yang mempunyai output terhubung secara bersama membentuk sebuah output tunggal dan inputnya menentukan banyaknya input multiplexer itu.

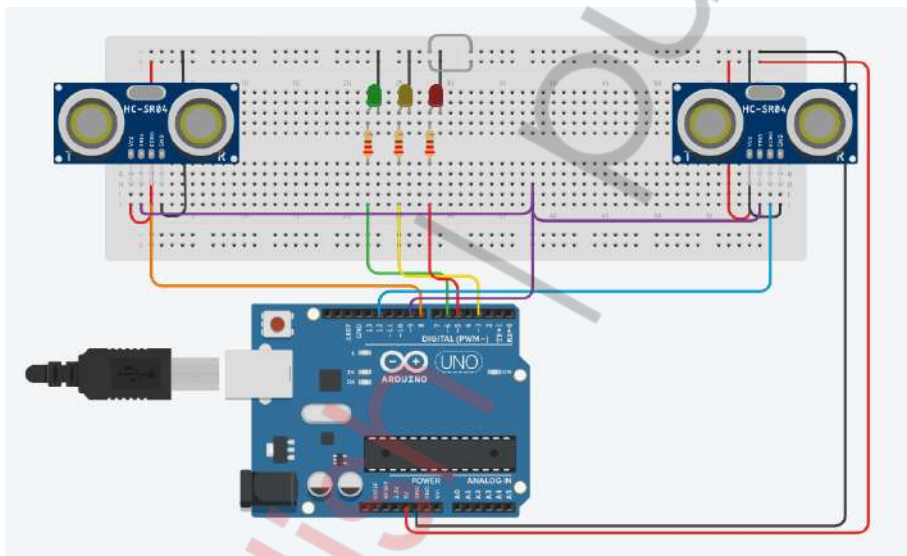
Multiplexer dikendalikan oleh CPU. Multiplexer memilih transduser tepat yang diperlukan dengan melaksanakan kode dalam program instruksi. Input diberi buffer, untuk mengurangi *loading effects* transduser pada *common bus*. *Selector switch* digambarkan sebagai *switch* mekanis untuk jelasnya, tapi pada kebanyakan sistem menggunakan gerbang analog (*analog gate*). Gerbang analog, jika terpilih, akan meneruskan sinyal itu pada *common bus*. *Single-chip analog multiplexer* yang tersedia dapat meminimumkan *circuit effects* terhadap tanggapan frekuensi dan *settling time*.



Gambar 11.3 Penerapan pada sistem sensor mobil

Praktek 1 :

Buatlah rangkaian Akuisisi data sistem sensor parkir dengan menggunakan Sensor Ultrasonik HC-SR04 dengan output 3 buah lampu led menggunakan kontroler arduino uno pada project board, untuk mengetahui indikator jarak sensor dengan benda kurang dari 25 cm, jarak benda 25 cm sampai 40 cm, jarak benda diatas 40 cm. Jadi saat sensor terhalang benda dengan jarak kurang dari 25 cm akan menyala led warna merah, saat sensor terhalang benda dengan jarak antara 25 cm sampai 40 cm akan menyala led warna kuning, saat sensor terhalang benda dengan jarak lebih dari dari 40 cm menyala led warna hijau.? Berilah kesimpulan dengan penjelasan tertulis.



Code program :

```
//IO sensor 1
#define echoPin 11 //Echo Pin
#define trigPin 12 //Trigger Pin
//IO Sensor 2
#define echoPin2 9 //Echo Pin
#define trigPin2 10 //Trigger Pin

int maximumRange = 25; //kebutuhan akan maksimal range
int minimumRange = 00; //kebutuhan akan minimal range
long duration, distance; //waktu untuk kalkulasi jarak
```

```

int maximumRange2 = 35;
int minimumRange2 = 00;
long duration2, distance2;

void setup() {

pinMode(3, OUTPUT);
pinMode(5, OUTPUT);
pinMode(6, OUTPUT);

Serial.begin (9600); //inisialisasi komunikasi serial
//deklarasi pin
pinMode(trigPin, OUTPUT);
pinMode(echoPin, INPUT);

pinMode(trigPin2, OUTPUT);
pinMode(echoPin2, INPUT);
}

void loop() {
digitalWrite(trigPin, LOW);delayMicroseconds(2);
digitalWrite(trigPin, HIGH);delayMicroseconds(10);
digitalWrite(trigPin, LOW);
duration = pulseIn(echoPin, HIGH);

digitalWrite(trigPin2, LOW);delayMicroseconds(2);
digitalWrite(trigPin2, HIGH);delayMicroseconds(10);
digitalWrite(trigPin2, LOW);
duration2 = pulseIn(echoPin2, HIGH);

//perhitungan untuk dijadikan jarak
distance = duration/58.2;
distance2 = duration2/58.2;

//ultraaonic
if (distance < 25 || distance2 < 25) //Led Merah
{

```

```
digitalWrite(3, LOW);  
digitalWrite(6, LOW);  
digitalWrite(5, HIGH);  
}
```

```
if ( distance >25 && distance < 40 || distance2 >25 && distance2 < 40 )  
//Led Kuning
```

```
{  
digitalWrite(5, LOW);  
digitalWrite(3, HIGH);  
digitalWrite(6, LOW);  
}
```

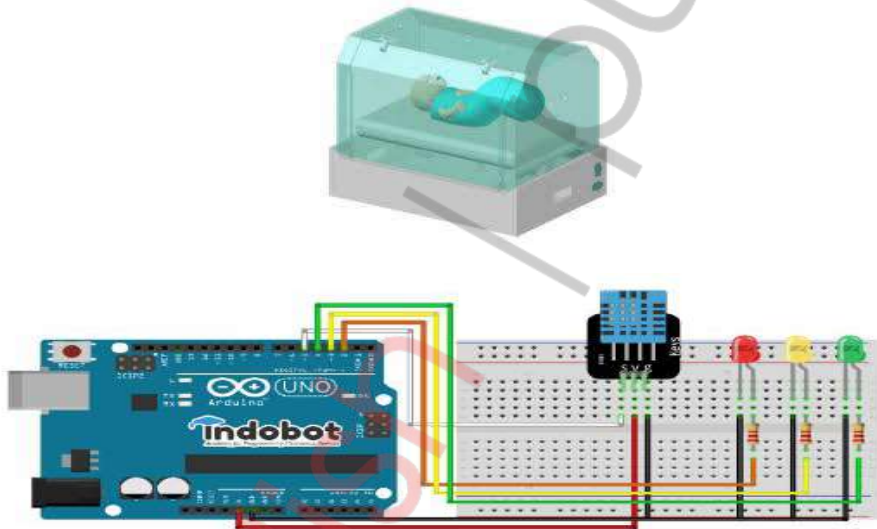
```
if ( distance > 40 || distance2 > 40 ) //Led Hijau
```

```
{  
digitalWrite(6, HIGH);  
digitalWrite(3, LOW);  
digitalWrite(5, LOW);  
}
```

```
Serial.print("S1: ");  
Serial.print(distance);Serial.print(" cm ");  
Serial.print(" || ");  
Serial.print("S2: ");  
Serial.print(distance2);Serial.println(" cm");  
delay(500);  
}
```

Praktek 2 :

Buatlah rangkaian Akuisisi data sistem inkubator dengan menggunakan Sensor DHT-11 dengan output 3 buah lampu led menggunakan kontroler arduino uno pada project board, untuk mengetahui suhu dan kelembaban di dalam ruangan inkubator. Jadi saat sensor suhu terbaca kurang dari 30⁰ dan kelembaban lebih dari 70% maka akan menyalakan led warna merah, saat suhu antara 30⁰ sampai 35⁰ dan kelembaban lebih dari 60% sampai 70% akan menyalakan led warna kuning, saat sensor suhu terbaca lebih dari 35⁰ dan kelembaban kurang dari 60% maka akan menyalakan led warna hijau? Berilah kesimpulan dengan penjelasan tertulis.



Code program :

```
#include "DHT.h" //library sensor yang telah diimportkan
#define DHTPIN 2 //Pin apa yang digunakan
#define DHTTYPE DHT11 // DHT 11

DHT dht(DHTPIN, DHTTYPE);

void setup() {
  Serial.begin(9600); //baud komunikasi serial
  Serial.println("Pengujian DHT11!"); //penulisan di serial monitor
  dht.begin(); //prosedur memulai pembacaan module sensor
  pinMode(8, OUTPUT);
```

```

pinMode(9, OUTPUT);
pinMode(10, OUTPUT);
}

void loop() {
  delay(2000); //menunggu beberapa detik untuk pembacaan

  //pembacaan sensor membutuhkan waktu 250ms

  //Pembacaan untuk data kelembaban
  float kelembapan = dht.readHumidity();
  //Pembacaan dalam format celcius (c)
  float celcius_1 = dht.readTemperature();
  //pembacaan dalam format Fahrenheit
  float fahrenheit_1 = dht.readTemperature(true);

  //mengecek pembacaan apakah terjadi kegagalan atau tidak
  if (isnan(kelembapan) || isnan(celcius_1) || isnan(fahrenheit_1)) {
    Serial.println("Pembacaan data dari module sensor gagal!");
    return;
  }

  float htoc = dht.computeHeatIndex(fahrenheit_1, kelembapan);
  //Prosedur pembacaan data indeks panas dalam bentuk fahrenheit
  float htoc = dht.computeHeatIndex(celcius_1, kelembapan, false);
  //Prosedur pembacaan data indeks panas dalam bentuk celcius

  if ( kelembapan > 70 && celcius_1 < 30 ) {
    digitalWrite(8, HIGH);
    digitalWrite(9, LOW);
    digitalWrite(10, LOW);
  }
  if ( kelembapan > 60 && kelembapan <= 70 && celcius_1 > 29 &&
    celcius_1 <= 35 ) {
    digitalWrite(8, LOW);
    digitalWrite(9, HIGH);
    digitalWrite(10, LOW);
  }
}

```

```
if (kelembapan <= 60 && celcius_1 > 35) {
    digitalWrite(8, LOW);
    digitalWrite(9, LOW);
    digitalWrite(10, HIGH);
}

//pembacaan nilai pembacaan data kelembaban
Serial.print("Kelembaban: ");
Serial.print(kelembapan);
Serial.print(" %\t");

//pembacaan nilai pembacaan data suhu
Serial.print("Suhu : ");
Serial.print(celcius_1); //format derajat celcius
Serial.print("°"); //simbol derajat
Serial.print("C / ");
Serial.print(fahrenheit_1); //format derajat fahrenheit
Serial.print("°");
Serial.print("F\t");

Serial.print("Indeks Panas: ");
Serial.print(htof);
Serial.print("°");
Serial.print("F / ");
Serial.print(htoc);
Serial.print("°");
Serial.println("C ");
}
```


Daftar Pustaka

- Charles D. Spencer (1990). *Digital Design for Computer Data Acquisition*. Cambridge University Press. ISBN 978-0-521-37199-5.
- Francesco Fornetti (2013). *Instrumentation Control, Data Acquisition and Processing with MATLAB*. Explore RF Ltd. ISBN 978-0957663503.
- Henry Hopper, "A Dozen Ways to Measure Fluid Level and How They Work," December 1, 2018, *Sensors Magazine*, retrieved August 29, 2018.
- Hibbeler, R.C (2016). *Engineering Mechanics: Dynamics Fourteenth Edition*. Hoboken, New Jersey: Pearson Prentice Hall. pp. 627–629.
- Houdas, Y; Ring, E.F.J. (2013). *Human body temperature : its measurement and regulation*. New York: Springer US. p. 39. ISBN 9781489903457.
- Mayer, Sven; Le, Huy Viet; Henze, Niels (2017). "Estimating the Finger Orientation on Capacitive Touchscreens Using Convolutional Neural Networks" (PDF). *Proceedings of the International Conference on Interactive Tabletops & Surfaces*.
- Military Handbook: Encoders - Shaft Angle To Digital (PDF)*. United States Department of Defense. 1991-09-30. MIL-HDBK-231A.
- Range, Shannon K'doah; Mullins, Jennifer. "Brief History of Gyroscopes". Archived from the original on 10 July 2015
- Steger, Carsten; Markus Ulrich; Christian Wiedemann (2018). *Machine Vision Algorithms and Applications* (2nd ed.). Weinheim: Wiley-VCH. p. 1. ISBN 978-3-527-41365-2. Retrieved 2018-01-30.
- V. Gonzalez (2012). *Data Acquisition in Particle Physics Experiments*. *InTech*. ISBN 978-953-51-0713-2.
- Viecelli, Claudio; Graf, David; Aguayo, David; Hafen, Ernst; Fuchslin, Rudolf M. (15 July 2020). "Using smartphone accelerometer data to obtain scientific mechanical-biological descriptors of resistance exercise training". *PLOS ONE*. ISSN 1932-6203.

Winncy Y. Du, *Resistive, Capacitive, Inductive, and Magnetic Sensor Technologies*, CRC Press, 2014 ISBN 1439812446, Chapter 4 *Inductive Sensor*.