

## **Simulasi Sistem Scada Pada Modul *Computer Integrated Manufacture* (CIM) Menggunakan Protokol Komunikasi Profibus Dengan Fasilitas Klasifikasi Warna Berbasis Sensor TCS3200**

**A. Fahmi Aziz<sup>1</sup>, Isa Rachman<sup>2</sup>, Hendro Agus Widodo<sup>3</sup>**

<sup>1,2,3</sup>Program Studi Teknik Otomasi, Jurusan Teknik Kelistrikan Kapal  
Politeknik Perkapalan Negeri Surabaya  
Jalan Teknik Kimia, Kampus ITS Sukolilo, Surabaya 60111  
Email : fahmiaaziz25@student.ppns.ac.id

### **Abstrak**

Pada penelitian ini penulis mensimulasikan sistem SCADA menggunakan protokol komunikasi profibus pada modul *Computer Integrated Manufacture* dengan fasilitas klasifikasi warna berbasis sensor TCS3200 menggunakan aplikasi Factory I/O, TIA PORTAL, PLC SIM serta membuat modul pembelajaran *Computer Integrated Manufacture* bagi mahasiswa Politeknik Perkapalan Negeri Surabaya khususnya Teknik Otomasi. Terdapat 1 unit PLC sebagai master dan 6 unit modul I/O ET200M sebagai slave. Terdapat 7 proses sequence dimulai dari *Inlet Lifter*, *Supply Process*, *Fabrication*, *Inspection Process*, lalu proses klasifikasi oleh crane pada *Storage Process*, dan terakhir adalah *Outlet Lifter* yaitu proses pengembalian tempat benda kerja menuju tempat semula. Semua proses tersebut dapat dipantau dan dikendalikan melalui interface yang dibuat menggunakan SIMATIC winCC.

**Kata Kunci :** *Computer Integrated Manufacture*, Klasifikasi, Protokol Komunikasi Profibus, SCADA, Warna

### **1. PENDAHULUAN**

Modul *Computer Integrated Manufacture* (CIM) adalah salah satu modul pembelajaran yang terletak di Laboratorium Otomasi Robotika Politeknik Perkapalan Negeri Surabaya (PPNS). Modul ini merupakan suatu modul mekanik yang mensimulasikan sistem kerja dari kerja proses sebuah sistem. Pada modul ini terdapat beberapa proses kerja, yaitu : *Inlet Lifter*, *Supply Process*, *Fabrication Process*, *Assembly Process*, *Inspection Process*, *Storage Process*, dan yang terakhir adalah *Outlet Lifter*. Untuk menjalankan proses-proses tersebut modul ini telah dilengkapi oleh suatu pengendali yaitu *Programmable Logic Controller* (PLC) Siemens sebagai *Distributed Control System* (DCS) dan 6 buah modul I/O ET 200M sebagai slave yang menjadikan tingkat kompleksitas pada modul ini cukup tinggi. Oleh karena itu perlu dirancang sistem khusus agar dapat memantau dan mengendalikan modul ini secara efisien serta dapat mengintegrasikan beberapa perangkat pada modul ini dengan baik. Sistem ini disebut dengan SCADA. SCADA (*Supervisory Control And Data Acquisition*) adalah istilah yang digunakan untuk menggambarkan seperangkat standar kontrol industri yang telah berkembang selama beberapa dekade untuk meningkatkan kontrol

proses yang kompleks (Holmes dkk, 2013). SCADA terdiri dari 4 komponen utama, yaitu *Field Device*, RTU (*Remote Telemetry Units*), MTU (*Master Terminal Unit*), dan Jaringan Komunikasi. MTU bertugas sebagai penghimpun semua data yang dikirim oleh RTU, sedangkan RTU bertugas sebagai pengumpul data dari *Field Device* juga sebagai pengirim perintah langsung kepada *Field Device*. Pada Tugas Akhir ini komunikasi antara MTU dan RTU menggunakan protokol komunikasi profibus. Tersedianya modul ini di Laboratorium Otomasi Robotika PPNS seharusnya menjadi kesempatan untuk mahasiswa PPNS khususnya mahasiswa Teknik Otomasi untuk mempelajari PLC dan simulasi sistem di industri. Akan tetapi pada pelaksanaannya, modul ini sangat jarang bahkan tidak pernah digunakan dalam proses belajar mengajar. Salah satu penyebabnya adalah tidak adanya panduan penggunaan dan penjelasan tentang modul ini sehingga menjadi kesulitan bagi dosen dan mahasiswa untuk penggunaan modul ini. Oleh sebab itu perlu dibuat modul simulator untuk mendukung memaksimalkan penggunaan modul *Computer Integrated Manufacture* ini. Dari permasalahan yang ada maka penulis ingin membuat suatu sistem SCADA yang dapat memantau dan mengendalikan modul *Computer Integrated*

*Manufacture* secara efisien, penulis juga ingin membuat modul pembelajaran tentang modul simulasi *Computer Integrated Manufacture* agar bisa menjadi rujukan pembelajaran bagi mahasiswa dan dosen PPNS khususnya Teknik Otomasi

## 2. METODE

### 2.1 Alur Penelitian

Alur penelitian yang dimulai dari identifikasi masalah mengenai perlengkapan atau alat yang digunakan kemudian dilanjutkan dengan studi literatur. Setelah itu dilakukan analisa kebutuhan dan sistem mengenai alat dan perlengkapan yang digunakan, kemudian dilanjut dengan desain dan perencanaan alat. Setelah itu dilakukan pembuatan virtual mekanik, kemudian pembuatan program ladder PLC lalu dilanjut dengan pembuatan HMI dengan menggunakan WinCC. Setelah itu dilakukan integrasi seluruh software serta pengujian sistem, apabila sistem belum memenuhi target maka proses kembali menuju desain dan perencanaan alat untuk melakukan evaluasi, namun jika hasil pengujian telah sesuai target maka dilakukan proses selanjutnya yaitu analisa hasil dan pembahasan kemudian pembuatan laporan tugas akhir.

### 2.2 Tahapan Identifikasi Awal

Tahap identifikasi awal merupakan langkah awal dalam pelaksanaan penelitian, sehingga dapat dilakukan identifikasi permasalahan serta tujuan yang akan dicapai,

### 2.3 Analisa Kebutuhan Sistem

Setelah studi literatur tahap selanjutnya melakukan analisa kebutuhan dan analisa sistem yang mana pada tahap ini membuat daftar dan mencari informasi peralatan, kemudian merancang sistem yang akan digunakan dalam pengerjaan Tugas Akhir ini. Kebutuhan teknologi yang dibutuhkan diantaranya :

1. Aplikasi TIA Portal v13
2. PLC Simulator
3. WinCC
4. Aplikasi Factory I/O
5. Arduino IDE
6. Arduino Nano
7. Sensor Warna TCS3200
8. Modul Relay 3 Chanel

### 2.4 Perancangan Desain Hardware

Perancangan hardware untuk sensor TCS3200 untuk memperoleh data digital yang akan dijadikan rujukan proses klasifikasi warna *Storage Process*. Data dari sensor TCS3200

akan diolah oleh arduino terlebih dahulu. Kemudian data tersebut akan digunakan untuk memberi aksi pada relay. Relay berfungsi untuk menghasilkan 3 data digital kombinasi yang nantinya diserupakan dengan data hasil pembacaan sensor vision pada proses simulasi virtual mekanik.

### 2.5 Perancangan Desain Virtual Mekanik



Gambar 2.1 Desain Virtual Mekanik

### 2.6 Perancangan Kerja Sistem

Proses kerja dimulai dari input selektor untuk mengaktifkan sistem agar panel dalam keadaan aktif dan dapat dijalankan, kemudian tombol start yang akan diikuti oleh proses *Inlet Lifter*, *Supply Process*, *Fabrication Process*, *Assembly Process*, *Inspection Process*, *Storage Process*, dan terakhir *Outlet Lifter* kemudian proses berhenti atau selesai.

### 2.7 Alur Pembacaan Warna Sensor TCS3200

Pada prinsipnya cara kerja sensor TCS3200 adalah mengubah warna cahaya menjadi nilai frekuensi yang berupa gelombang kotak atau pulsa dengan modulasi 50% dimana nilai keluaran tersebut berbanding lurus dengan nilai warna. Alur pembacaan sensor pertama adalah menyaring tiap-tiap warna dasar pada objek yang terbaca oleh photodiode dengan mengikuti aturan metode pensaklaran dengan menggunakan bantuan arduino untuk melakukan urutan metode pensaklaran tersebut. Kemudian setelah itu terdapat langkah mengubah nilai arus menjadi frekuensi gelombang kotak atau pulsa dengan melakukan pengaturan metode pensaklaran mengikuti aturan dan dapat dilakukan dengan menggunakan bantuan arduino untuk melakukan pengaturan tersebut. Nilai keluaran frekuensi atau pulsa dari sensor dapat terbaca menjadi sebuah nilai RGB atau bit (0-255) dengan cara memasukan keluaran sensor pada masukan digital mikrokontroller. Dengan menggunakan sintaks `pulseIn()` pada program dilakukan simulasi percobaan pembacaan data frekuensi atau pulsa pada sebuah pulse generator yang kemudian nilai tertampil pada sebuah LCD. Sintaks ini berfungsi untuk membaca nilai frekuensi atau pulsa pada

masukan pin digital arduino, nilai frekuensi atau pulsa sebelumnya akan berubah menjadi sebuah nilai RGB atau bit (0-255).

**2.8 Perancangan Sistem Komunikasi Master, Slave dan WinCC**

Perancangan sistem komunikasi pada aplikasi TIA PORTAL v13. Protokol komunikasi yang digunakan adalah profibus untuk komunikasi master dan slave antara PLC dengan tipe CPU 315-2 PN/DP dengan Modul Distributed I/O ET 200M dengan tipe IM 153-1 ataupun antara sistem dengan HMI WinCC RT Adv yang telah terpasang tambahan modul komunikasi profibus tipe CP 5512\_1.

**2.9 Perancangan Sistem Komunikasi Simulasi**

Alur komunikasi sistem saat proses simulasi. Pertama program ladder akan diolah atau disimulasikan oleh PLC SIM. Kemudian PLC SIM inilah yang menjadi media penghubung antara ketiga elemen yaitu program ladder, HMI WinCC, dan Factory I/O sehingga baik HMI atau perangkat virtual mekanik dapat mengendalikan atau memantau alamat I/O yang terdapat pada program ladder sesuai alamat yang telah disesuaikan antar aplikasi.

**2.10 Desain HMI WinCC**



Gambar 2.2 Desain Halaman Login



Gambar 2.3 Desain Halaman Utama

Dalam perancangan ini dilakukan pembuatan program dan desain tampilan semenarik dan sejelas mungkin agar lebih mempermudah pemahaman dalam melakukan pemantauan dan pengendalian sistem pada tugas akhir ini. Pada gambar 2.2 menunjukkan tampilan pada jendela login dan pada gambar 2.3 menunjukkan tampilan jendela utama.

**2.11 Desain PLC**

Dalam perancangan dan pembuatan program ini bertujuan untuk proses pengendalian dari sistem dalam tugas akhir ini. Sehingga dapat terjadi komunikasi antara program ladder dan virtual mekanik, serta dapat mengintegrasikan I/O pada virtual mekanik yang dapat

dikendalikan secara otomatis. Pengalamanan I/O *Inlet Lifter*, I/O *Supply Process*, I/O *Fabrication Process*, I/O *Assembly Process*, I/O *Inspcetion Process*, I/O *Storage Process* dan I/O *Outlet Lifter* dapat dilihat di lampiran.

**3. HASIL DAN PEMBAHASAN**

**3.1 Pengujian Sensor TCS3200**

Pengujian Sensor dilakukan dengan membaca nilai RGB pada objek benda kerja. Sensor TCS3200 akan digunakan untuk mendeteksi warna dimana pada Tugas Akhir ini Untuk bisa membandingkan apakah nilai RGB yang dideteksi oleh Sensor TCS3200 sesuai dengan gambar aslinya, maka diperlukan pendeteksian nilai RGB dengan software edit photo (CorelDraw, Photoshop, atau yang lain). Dengan cara memasukkan nilai RGB yang dideteksi oleh Sensor kedalam software, apakah warna yang dihasilkan sama atau tidak. Berikut hasil perbandingan hasil deteksi nilai RGB pada Camera dengan hasil deteksi nilai RGB pada Software Paint.

Tabel 2.1 Hasil Pengujian Objek Benda Warna Hitam

Pengujian	PembacaanSensor	Jarak (cm)
1	16	0
2	16	1
3	14	2
4	13	3
5	13	4
6	12	5
7	12	6

Tabel 2.2 Hasil Pengujian Objek Benda Warna Putih

Pengujian	PembacaanSensor	Jarak (cm)
1	255	0
2	113	1
3	52	2
4	27	3
5	19	4
6	18	5
7	18	6

Tabel 2.3 Hasil Pengujian Objek Benda Warna Perak

Pengujian	PembacaanSensor	Jarak (cm)
1	192	0
2	99	1
3	70	2
4	45	3
5	30	4
6	21	5
7	14	6

Dari hasil pengujian, terlihat pada pengujian objek benda warna hitam, putih, dan perak bahwa jarak mempengaruhi pembacaan nilai RGB pada sensor TCS3200.

**3.2 Pengujian Klasifikasi Warna Sensor TCS3200**

Pengujian dilakukan dengan mendeteksi benda warna benda kerja kemudian mengaktifkan urutan channel relay berdasarkan nilai klasifikasi warna. Posisi sensor 5 cm di atas benda kerja dengan keadaan miring 45 derajat terhadap benda kerja. Nilai setpoint untuk skala pembacaan warna telah ditentukan dengan melakukan uji coba terlebih dahulu yang kemudian didapat nilai skala warna RGB untuk hitam 12, perak 14, dan putih 18 sehingga didapat pola :

- Hitam = Nilai pembacaan RGB  $\leq 12$  untuk pengaktifan Channel Relay 1 dan 3 dengan data digital 101
- Perak =  $12 < \text{Nilai pembacaan RGB} < 18$  untuk pengaktifan Channel Relay 3 dengan keluaran data digital 001
- Putih = Nilai pembacaan RGB  $\geq 18$  untuk pengaktifan Channel Relay 2 dengan keluaran data digital 010

Tabel 2.4 Hasil Pengujian Klasifikasi Warna Sensor TCS3200

Warna Benda	Setpoint	Nilai Pembacaan RGB Sensor	Data Digital Seharusnya	Data Digital Relay
Hitam	$X \leq 12$	12	101	101
Putih	$X \geq 18$	18	010	010
Perak	$12 < X < 18$	15	001	001
Putih	$X \geq 18$	19	010	010
Perak	$12 < X < 18$	16	001	001
Hitam	$X \leq 12$	12	101	101

Dari hasil pengujian pada Tabel 2.4, setelah melakukan 6 kali percobaan didapat tingkat keberhasilan sebagai berikut :

$$\frac{\text{Jumlah Keberhasilan}}{\text{Jumlah Uji Sistem}} \times 100\% = \text{Tingkat Keberhasilan}$$

$$\frac{6}{6} \times 100\% = 100\%$$

### 3.3 Pengujian Klasifikasi Warna Vision Sensor

Pengujian dilakukan dengan mendeteksi benda warna benda kerja dan membandingkan keluaran digital sensor vision dengan data digital relay hasil dari pembacaan sensor TCS3200. Warna benda kerja diserupakan dengan warna benda nyata, dimana warna hitam direpresentasikan oleh Green Product Lid, putih dipresentasikan oleh Blue Product Lid, dan perak direpresentasikan oleh Green Raw Material.

Tabel 2.5 Hasil Pengujian Klasifikasi Warna Vision Sensor

Warna Benda Simulasi	Data Digital Relay	Data Digital Sensor Vision
Green Product Lid	101	101
Blue Product Lid	010	010
Green Raw Material	001	001
Green Product Lid	101	101
Blue Product Lid	010	010
Green Raw Material	001	001

Dari hasil pengujian pada Tabel 4.5, setelah melakukan 6 kali percobaan didapat tingkat keberhasilan sebagai berikut :

$$\frac{\text{Jumlah Keberhasilan}}{\text{Jumlah Uji Sistem}} \times 100\% = \text{Tingkat Keberhasilan}$$

$$\frac{6}{6} \times 100\% = 100\%$$

### 3.4 Pengujian Komunikasi PLC SIM dan Factory I/O

Pengujian dilakukan dengan cara mengaktifkan output pada Aplikasi Factory I/O melalui PLC SIM. Pengujian dilakukan sebanyak tiga kali dengan menghidupkan lampu indikator sebagai berikut :

1. Pengujian 1, mengaktifkan indikator lampu merah

Hasil penunjukan kondisi alamat pada tabel IO PLC SIM menunjukkan hasil yang sama dengan kondisi alamat Factory I/O dimana indikator merah *Inlet Lifter* (Q4.2) aktif.

2. Pengujian 2, mengaktifkan indikator lampu hijau

Hasil penunjukan kondisi alamat pada tabel IO PLC SIM menunjukkan hasil yang sama dengan kondisi alamat Factory I/O dimana indikator hijau *Inlet Lifter* (Q4.1) aktif.

3. Pengujian 3, mengaktifkan indikator hijau dan kuning

Hasil penunjukan kondisi alamat pada tabel IO PLC SIM menunjukkan hasil yang sama dengan kondisi alamat Factory I/O dimana indikator hijau (Q4.0) dan kuning (Q4.1) *Inlet Lifter* aktif

Tabel 2.6 Hasil Pengujian Komunikasi PLC SIM dan Factory I/O

Pengujian	Alamat Aktif pada PLC SIM	Alamat Aktif pada Factory I/O
1	Q4.2	Stack Light 1 (Red)
2	Q4.1	Stack Light 1 (Green)
3	Q4.0 dan Q4.1	Stack Light 1 (Yellow) dan Stack Light 1 (Green)

Dari hasil pengujian pada tabel 2.6 terlihat hasil menunjukkan alamat yang aktif

sesuai dengan mengacu pada pengalamatan.

### 3.5 Pengujian Komunikasi PLC Master Slave Pada Aplikasi Factory I/O

Pengujian dilakukan dengan cara mengaktifkan indikator pada slave 1, slave 2, slave 3, slave 4, slave 5, slave 6 melalui masukan selektor yang terdapat pada panel master yang terletak pada proses Inlet Lifter.

Tabel 3.1 Hasil Pengujian Komunikasi PLC Master Slave

Pengujian	Selektor Master (I0.7)	Alamat Aktif pada PLC SIM	Alamat Aktif pada Factory I/O
1	Aktif	Q0.2 (Slave 1)	Stack Light 2(Red)
2		Q2.2 (Slave 2)	Stack Light 3(Red)
3		Q6.2 (Slave 3)	Stack Light 4(Red)
4		Q8.2 (Slave 4)	Stack Light 5(Red)
5		Q10.2 (Slave 5)	Stack Light 6(Red)
6		Q12.2 (Slave 6)	Stack Light 7(Red)

Dari hasil pengujian pada Tabel 3.1 terlihat alamat yang aktif pada PLC SIM sesuai dengan alamat pada Factory I/O.

### 3.6 Pengujian Komunikasi PLC SIM dan WinCC

Pengujian dilakukan dengan cara mengaktifkan output pada PLC SIM melalui input tombol selektor yang terdapat pada jendela WinCC. Pengujian dilakukan sebanyak 7 kali dengan menyalakan indikator pada setiap proses kerja.

Tabel 3.2 Hasil Pengujian Komunikasi PLC SIM dan WinCC

Pengujian	Indikator Aktif pada WinCC	Alamat Aktif pada PLC SIM
1	Indikator Merah Inlet Lifter	Q4.2
2	Indikator Merah Supply Process	Q0.2
3	Indikator Merah Fabrication Process	Q2.2
4	Indikator Merah Assembly Process	Q6.2
5	Indikator Merah Inspection Process	Q8.2
6	Indikator Merah Storage Process	Q10.2
7	Indikator Merah Outlet Lifter	Q12.2

Dari hasil pengujian pada Tabel 3.2 terlihat indikator aktif pada Wincc sesuai dengan alamat aktif pada PLC SIM.

### 3.7 Pengujian Komunikasi Factory I/O dan WinCC

Pengujian dilakukan untuk mengetahui apakah Interface WinCC yang telah dibuat mampu melakukan perintah untuk mengendalikan output pada Aplikasi Factory I/O dan mampu melakukan pemantauan data dari Aplikasi Factory I/O. Pengujian dilakukan sebanyak 7 kali dengan menyalakan indikator setiap proses kerja.

Tabel 3.3 Hasil Pengujian Komunikasi Factory I/O dan WinCC

Pengujian	Indikator Aktif pada WinCC	Alamat Aktif pada Factory I/O
1	Inkator Merah Inlet Lifter	Stack Light 1 (Red)
2	Inkator Merah Supply Process	Stack Light 2 (Red)
3	Inkator Merah FabricationProcess	Stack Light 3 (Red)
4	Inkator Merah Assembly Process	Stack Light 4 (Red)
5	Inkator Merah Inspection Process	Stack Light 5 (Red)
6	Inkator Merah Storage Process	Stack Light 6 (Red)
7	Inkator Merah Outlet Lifter	Stack Light 7 (Red)

Dari hasil pengujian pada Tabel 3.3 terlihat alamat aktif pada indikator WinCC menunjukkan hasil yang sesuai dengan alamat aktif pada Factory I/O mengacu pada alamat Factory I/O dan pengalamatan pada PLC.

### 3.8 Hasil Pengujian Interface

Pada tahap hasil pengujian interface ini dilakukan beberapa pengujian untuk mengetahui apakah sistem telah mampu berjalan sesuai dengan alur yang ditentukan seperti berikut :

#### 3.8.1 Pengujian Halaman Login

Pada gambar dibawah merupakan tampilan awal dari interface yang telah dibuat menggunakan WinCC. Pada jendela ini pengguna atau admin harus memasukkan user dan password dengan benar pada jendela pop-up yang otomatis muncul ketika tombol masuk diklik agar bisa masuk pada jendela utama. Jika data yang dimasukkan salah maka sistem tidak akan membuka jendela utama dan tetap berada pada jendela Login.



#### 3.8.2 Pengujian Halaman Utama

Pada gambar dibawah merupakan tampilan utama dari interface yang telah dibuat menggunakan WinCC. Pada jendela ini terdapat tombol selektor pada setiap proses

yang berfungsi untuk mengaktifkan panel pada setiap prosesnya. Selain itu juga terdapat tombol start, stop, dan reset pada setiap prosesnya. Tombol start berfungsi untuk menjalankan proses, tombol stop berfungsi untuk menghentikan proses, dan tombol reset berfungsi untuk mengatur ulang sistem setelah mengalami proses penghentian dari tombol stop agar dapat dijalankan kembali oleh tombol start.



### 3.9 Pengujian Sistem

Pengujian keseluruhan sistem dilakukan untuk mengetahui keberhasilan seluruh sistem yang telah dibuat, mulai dari Inlet lifter, SupplyProcess, Fabrication Process, Assembly Process, Inspection Process, Storage Process, dan Outlet Lifter. Pengujian dilakukan sebanyak 15 kali.

Dari hasil pengujian, didapat 14 percobaan berhasil dengan berhasilnya Storage Process dalam meletakkan benda sesuai warna dan Outlet Lifter dalam mengembalikan alas benda kerja, 1 kali kegagalan dikarenakan posisi alas benda kerja yang tidak lurus sehingga menyebabkan tidak maksimalnya pembacaan vision sensor dalam pembacaan warna sehingga terjadi kegagalan dalam proses klasifikasi warna.

Dari hasil percobaan tingkat keberhasilan adalah sebagai berikut :

$$\frac{\text{Jumlah Keberhasilan}}{\text{Jumlah Uji Sistem}} \times 100\% = \text{Tingkat Keberhasilan}$$

Maka didapat didapat hasil

$$\frac{14}{15} \times 100\% = 93,33\%$$

## 4. PENUTUP

### 4.1 Kesimpulan

Berdasarkan percobaan yang telah dilakukan, dapat disimpulkan sebagai berikut :

1. Berdasarkan percobaan sistem didapat sistem SCADA dengan HMI WinCC dan simulasi virtual mekanik menggunakan aplikasi Factory I/O didapat tingkat keberhasilan sistem yaitu 93,33 %
2. Komunikasi antara master dan slave pada simulasi dapat berjalan dengan baik dengan respon waktu yang cepat dengan waktu kurang dari 1 detik

3. Berdasarkan hasil percobaan klasifikasi warna menggunakan sensor TCS3200 didapat hasil percobaan yang baik dengan tingkat keberhasilan 100%
4. Berdasarkan hasil percobaan klasifikasi warna menggunakan sensor vision pada simulasi didapat hasil percobaan yang baik dengan tingkat keberhasilan 100%

## 5. DAFTAR PUSTAKA

- Amani, R.Z., Maulana, R. & Syaury, D. 201 7. Sistem Pendeteksi Dehidrasi Berdasarkan Warna dan Kadar Amonia pada Urin Berbasis Sensor TCS3200 Dan MQ1 35 dengan Metode Naive Bayes. Pengembangan Teknologi Informasi dan Ilmu Komputer, 1 (5): 436–444. Tersedia di <http://j-ptiik.ub.ac.id>.
- Djuandi, F. 201 1 . Pengenalan Arduino. E-book. www. tobuku, 1 –24. Tersedia di <http://www.tobuku.com/docs/Arduino-Pengenalan.pdf>.
- Fathurrahman 201 8. PERANCANGAN SIMULASI PENGISIAN KEMASAN MINUMAN MENGGUNAKAN FACTORY I / O YANG DIKENDALIKAN OLEH PLC.
- Kalpakjian, S. & Schmid, S. 2006. Manufacturing, Engineering and Technology. New Jersey: Pearson Educations, Inc.
- Kurnia, E. 201 9. IMPLEMENTASI SISTEM STANDALONE SCADA PADA STORAGE PROCESS MENGGUNAKAN PROTOKOL KOMUNIKASI PROFIBUS DAN FASILITAS COLOUR TRESHOLDING.
- Özçelik, İ. 201 4. Designing and Modeling a Hybrid PROFIBUS Network using Discrete Event Simulation Technique Paper ID : 1 55 Designing and Modeling a Hybrid PROFIBUS Network using Discrete Event Simulation Technique Hüseyin Ekiz. (January 2005).
- Ratnawati, D. & Vivianti 201 8. Alat Pendeteksi Warna Menggunakan Sensor Warna Tcs3200 Dan Arduino Nano. Prosiding Seminar Nasional Vokasi Indonesia, 1 (November): 1 67–1 70.
- Saputra, A.H. 201 9. IMPLEMENTASI SISTEM SCADA MULTIPLE SLAVE PADA PROSES INLET , SUPPLY , DAN FABRICATION MENGGUNAKAN PROTOKOL KOMUNIKASI MODBUS RTU.
- Wikipedia 2020a. Warna. 1 4 Mei 2020. Tersedia di <https://id.wikipedia.org/wiki/Warna>.  
Wikipedia 2020b.
- WinCC. 1 5 Januari 2020. Tersedia di <https://en.wikipedia.org/wiki/WinCC>