

PROTOTYPE PENYORTIR BARANG BERDASARKAN WARNA, BENTUK DAN TINGGI BERBASIS *PROGRAMMABLE LOGIC CONTROLLER (PLC)* DENGAN PENGGERAK SISTEM *PNEUMATIC*

Hermawati^{1*}, Euis W.¹, H. Witarsa¹, M. Verdian¹, D. Yuniarti¹, Caroline¹

¹Jurusan Teknik Elektro Universitas Sriwijaya

*E-mail : herma08@gmail.com

Abstrak—Makalah ini membahas tentang pemanfaatan PLC untuk mengendalikan peralatan penyortir barang berdasarkan warna, bentuk dan tinggi benda dengan penggerak sistem *pneumatic*. Penggunaan penyortir barang ini banyak dipergunakan pada industri tetapi biasanya hanya salah satu saja yang dipergunakan sehingga untuk merancang sistem penyortir barang yang melakukan penyortiran berdasarkan warna, bentuk dan tinggi memiliki permasalahan tersendiri. Sensor warna yang dipergunakan untuk membaca RGB adalah sensor TCS 230. Sensor ini memiliki jarak dan nilai cahaya optimal untuk memaksimalkan pembacaan nilai RGB, yaitu jarak 2 cm dari sensor warna ke benda objek dan nilai lux sekitar 250 untuk mendapatkan hasil optimal. Sedangkan untuk mengukur bentuk serta tinggi menggunakan sensor photoelectric. Dari hasil pengukuran didapatkan bahwa pemantulan sinar pada sensor *photoelectric* tidak terpengaruh pada bentuk media pemantulan. Pada pengujian sistem *pneumatic* didapatkan hasil rata-rata waktu tempuh *vacum pneumatic* selama beroperasi, antara lain ; 10,53 detik untuk barang berwarna biru, 14,28 detik untuk barang berwarna hijau, dan 17,04 detik untuk barang berwarna merah. Berdasarkan data yang diperoleh dapat disimpulkan bahwa *vacum pneumatic* baik digunakan untuk membantu para pekerja agar pekerjaan lebih praktis sehingga tidak membutuhkan waktu yang terlalu lama dalam memisahkan dan memindahkan barang.

Kata kunci: PLC Vacuum Pneumatic, Sensor TCS 230, Photoelectric, Penyortir barang

Abstract— *This paper discusses the use of the PLC to control the sorting machine based on color, shape and height of objects by using pneumatic system. Sorting machine has been used widely but typically it only sorts based on one category. Hence, to design a system which is able to sort the item based on color, shape and height is not an easy task. Color sensor TCS 230 is used to read the RGB. It has a distance and the optimal lighting which can maximize RGB values i.e. 2cm distance from the color sensor to the object and 250 lux to obtain optimal results. Then, photoelectric sensor is to measure the shape and height. The result shows that the reflection of light in photoelectric sensor is not affected by its media. In pneumatic systems, the testing result shows that the average time of pneumatic vacuum during operation is 10.53 sec for blue, 14.28 sec for green, and 17.04 sec for red object. Based on the obtained data, it can be concluded that pneumatic vacuum can assist workers and more practical so it does not take too long in separating and moving the objects.*

Keywords. PLC, Pneumatic Vacuum, TCS 230 Sensor, Photoelectric, Sorting Object

I. PENDAHULUAN

Di dalam dunia industri, khususnya dalam proses produksi, penghitungan jumlah produksi dan pemisahan barang pada konveyor masih dilakukan secara manual, sehingga membutuhkan waktu yang lama dan kurang akurat saat proses pemilihan barang tersebut. Akan tetapi jika proses produksi tersebut dilakukan secara otomatis akan dapat lebih menguntungkan bagi perusahaan yang bersangkutan maupun bagi pekerja itu sendiri.

Selain dengan sistem *barcode*, penyortiran benda juga dapat dilakukan dengan cara membedakan warna, bentuk dan tinggi benda. Warna merupakan salah satu cara untuk membedakan sesuatu benda tersebut pada saat ini terutama dengan adanya sensor warna seperti sensor TCS 230. Warna merupakan salah satu unsur yang dapat dideteksi secara otomatis menggunakan sensor warna dengan membedakan pembacaan RGBnya. Hal ini

disebabkan karena warna merupakan spektrum tertentu yang terdapat di dalam suatu cahaya sempurna (berwarna putih). Identitas suatu warna ditentukan oleh panjang gelombang cahaya tersebut. Warna tersebut dibedakan menjadi tiga yaitu warna primer, warna sekunder dan warna tersier[1]

Untuk mengatasi masalah tersebut, maka dibutuhkan suatu alat yang dapat membantu proses penyortiran benda sesuai dengan warna, bentuk dan tinggi benda tersebut. Dengan menerapkan karakteristik dari sensor warna dalam membaca nilai RGB warna dan sensor *photoelectric* sebagai sensor yang dapat membedakan tinggi benda, maka penulis mencoba menerapkan sensor warna dan sensor *photoelectric* ke dalam suatu sistem konveyor penyortir barang. Penelitian yang menggunakan sensor warna TCS 230 ini telah banyak dipergunakan diantaranya adalah untuk mengidentifikasi warna sampel kandungan

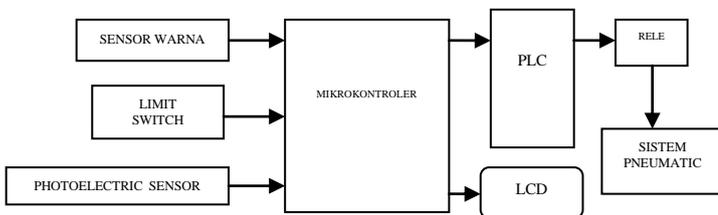
formalin pada ikan asin[2], untuk menentukan komposisi warna cat yang akan digunakan untuk mengecat mobil[3], cara mengukur regenerasi warna pada sensor warna dengan metode kecerdasan buatan[4].

Sebagai penggerak pada prototipe ini menggunakan sistem *pneumatic* dengan pengendalinya adalah sebuah *Programmable Logic Controller (PLC)* dimana telah banyak yang digunakan pada penelitian-penelitian diantaranya yaitu penggunaan PLC OMRON tipe ZEN-10CIAR-A-V1 untuk mengendalikan sebuah model sistem pengontrolan konveyor pemilihan dan pengisian produk berbentuk kotak[5], penggunaan PLC pada lengan robot untuk memindahkan barang dengan memakai sensor inframerah dan sensor posisi yang dipasang pada *conveyor*[6].

Berdasarkan hal tersebut maka pada penelitian ini akan dirancang sebuah prototipe alat penyortir barang berdasarkan warna, bentuk dan tinggi barang dengan penggeraknya adalah pneumatik dan dikendalikan menggunakan *Programmable Logic Controller (PLC)*.

II. METODE PENELITIAN

Sistem yang akan dirancang pada penelitian ini mengenai konveyor pemisah barang sesuai dengan warna, tinggi serta bentuk benda tersebut. Gambar 1 merupakan rancangan sistem secara keseluruhan.

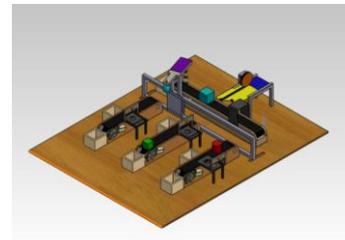


Gambar 1. Rancangan diagram sistem secara keseluruhan

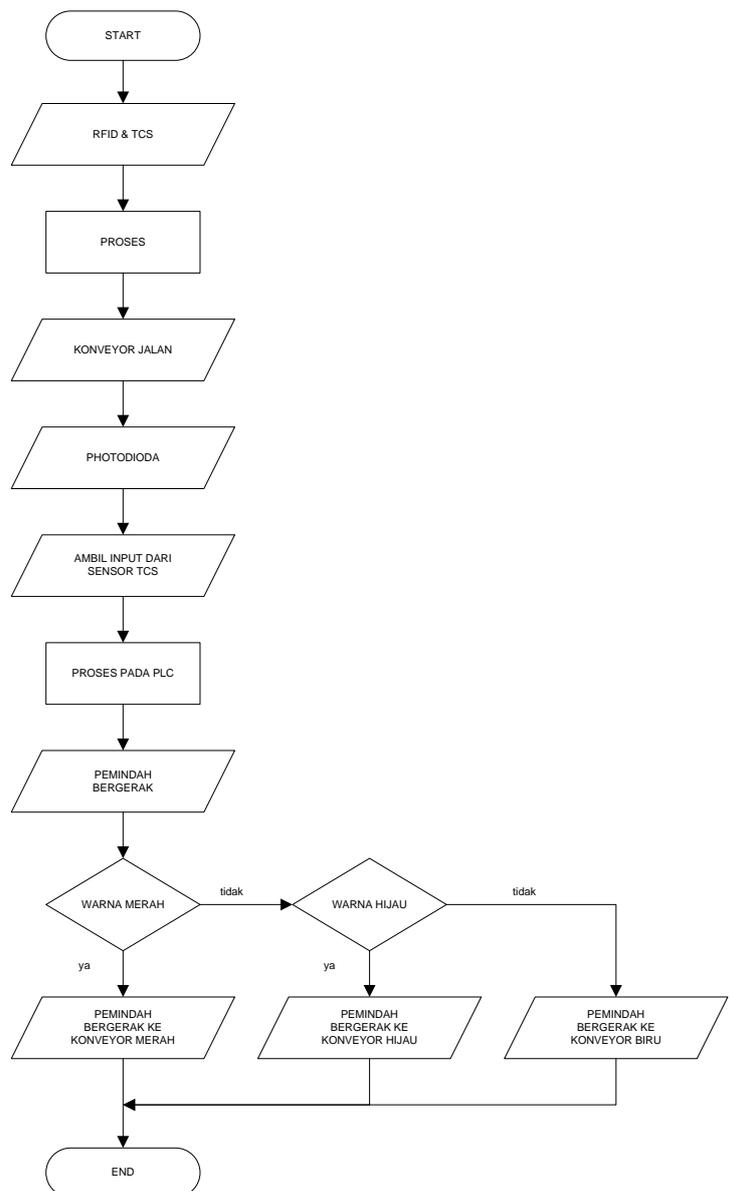
Alat ini terdiri dari perangkat keras (*hardware*) dan perangkat lunak (*software*). Pada perangkat keras, digunakan empat konveyor yang terdiri dari satu konveyor utama dan 3 konveyor pemisah. Dimana terdapat sebuah sensor warna TCS 230 pada konveyor utama serta sebuah pendorong yang dirancang untuk membedakan bentuk benda yaitu persegi dan tabung. 3 buah *photoelectric sensor* diletakan pada masing-masing konveyor pemisah yang berfungsi untuk membedakan tinggi benda. Di antara konveyor utama dan konveyor pemisah terdapat *slider*, yang dimana pada *slider* tersebut terdapat sebuah pneumatik dan *pneumatic vacuum* yang digunakan untuk memindahkan objek benda dari konveyor utama ke konveyor pemisah dengan cara di hisap.

Proses pemisahan barang terjadi dalam tiga proses yaitu sesuai warna, bentuk dan ukurannya. Pada konveyor utama barang akan di pilah sesuai warna dan bentuknya, untuk benda berbentuk tabung akan di hisap dan di pindahkan ke konveyor pemisah, jika benda berbentuk persegi akan dibuang ke tempat pembuangan konveyor utama. Untuk benda berbentuk tabung yang telah dipindahkan pada konveyor pemisah akan di lakukan pemilahan lagi. Barang yang memiliki ukuran 6 cm akan di pisah menggunakan *photoelectric sensor* dan pendorong, dan sisanya akan masuk ke kotak pembuangan

pada konveyor pemisah. Warna yang di baca oleh sensor warna pada konveyor utama akan diolah sebagai masukan untuk proses yang berlangsung di mikrokontroler AVR ATmega32, dan hasil pembacaan sensor warna akan menjadi input pada PLC yang di gunakan untuk menggerakkan motor dc pada *slider*. Proses kerja prototipe konveyor penyortir barang ini dapat dilihat pada diagram alir pada gambar 3. Berikut gambar perancangan alat *conveyor* penyortir barang :



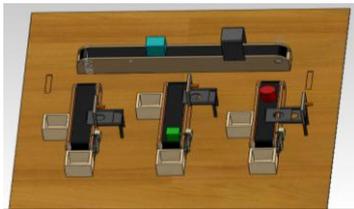
Gambar 2. Prototipe Conveyor Penyortir Barang



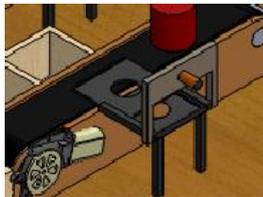
Gambar 3. Prototipe Conveyor Penyortir Barang

A. Perancangan perangkat keras

Alat ini merupakan sebuah prototipe dari suatu sistem pemisah barang, yang memiliki satu konveyor utama dan 3 konveyor pemisah, Keempat konveyor menggunakan motor DC dengan *worm gear* sebagai penggerak, hal ini dikarenakan *worm gear* memiliki torsi yang cukup kuat untuk menggerakkan belt konveyor. *Base* bawah dari alat ini memiliki ukuran 200 x 100 cm sedangkan untuk konveyornya sendiri memiliki panjang 60 cm dan lebar 10 cm dengan ketinggian konveyor 15 cm. pada setiap konveyor pemisah terdapat pendorong yang digunakan untuk memisahkan barang dengan tinggi dari barang tersebut. Barang yang akan di pilih pada konveyor ini adalah barang yang memiliki ukuran 7cm sedangkan untuk barang yang memiliki tinggi 5 dan 6 cm akan di buang ke tempat pembuangan yang terdapat di ujung konveyor pemisah. Pendorongnya sendiri menggunakan pendorong. Gambar 4 dan 5 merupakan bentuk konveyor dan pendorong.



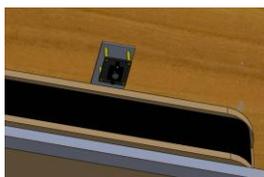
Gambar 4. Rancangan Konveyor



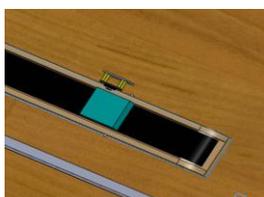
Gambar 5. Rancangan Pendorong

B. Sensor Warna TCS 230

Penentuan posisi sensor warna TCS 3200 pada konveyor sangat berpengaruh terhadap pembacaan nilai RGB sensor warna, pada alat ini sensor warna diletakan pada konveyor utama dan diletakan di samping konveyor, hal ini dilakukan agar pembacaan sensor warna tidak terpengaruh oleh jarak pembacaan yang berubah-ubah, karena objek benda memiliki ukuran tinggi yang berbeda-beda.

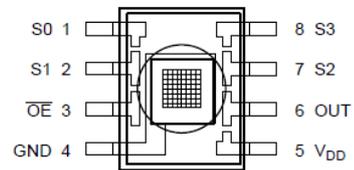


Gambar 6. Penempatan sensor warna

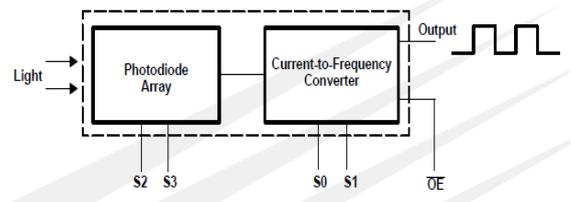


Gambar 7. Penempatan sensor warna terhadap objek benda

Sensor warna TCS230 adalah rangkaian *photodiode* yang disusun secara matrik array 8x8 dengan 16 buah konfigurasi *photodiode* yang berfungsi sebagai filter warna merah, 16 *photodiode* sebagai filter warna biru dan 16 photo dioda lagi tanpa filter warna. Sensor warna TCS230 merupakan sensor yang dikemas dalam *chip* DIP 8 pin dengan bagian muka transparan sebagai tempat menerima intensitas cahaya yang berwarna. Konstruksi sensor warna TCS230 dapat dilihat pada gambar 8 berikut:



Gambar 8. Konstruksi sensor warna TCS230 [7]



Gambar 9. Diagram blok fungsional sensor warna TCS 230 [7]

Pada sensor warna TCS230 terdapat selektor S2 dan S3 yang berfungsi untuk memilih kelompok konfigurasi *photodiode* yang akan digunakan atau dipakai. Kombinasi fungsi S2 dan S3 dalam pemilihan kelompok *photodiode* adalah sebagai berikut :

TABEL 1

KONFIGURASI PIN-PIN S2 DAN S3 [7]		
S2	S3	Photodiode type
L	L	Red
L	H	Blue
H	L	Clear (no filter)
H	H	Green

Photodiode akan mengeluarkan arus yang besarnya sebanding dengan kadar warna dasar cahaya yang menyimpannya. Arus ini kemudian dikonversikan menjadi sinyal kotak atau pulsa digital dengan frekuensi sebanding dengan besarnya arus. Frekuensi *output* ini bisa diskala dengan mengatur kaki selektor S0 dan S1. Penskalaan Output bisa dilihat pada tabel 2.

TABEL 2

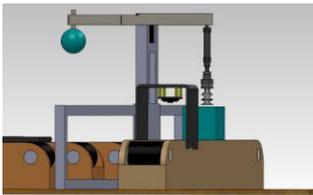
KONFIGURASI PIN-PIN S0 DAN S1 [7]		
S2	S3	Output Frequency Scaling (f ₀)
L	L	Power down
L	H	2 %
H	L	20 %
H	H	100 %

Dengan demikian, program yang diperlukan untuk mendapatkan komposisi RGB adalah program penghitung frekuensi.yang selanjutnya nilai frekuensi akan diubah

menjadi nilai RGB dengan membandingkan *clear filter* dengan RGB *filter*.

C. Vacuum Pneumatic dan Cylinder Pneumatic

Pneumatic yang digunakan pada sistem prototipe *konveyor* penyortir barang digunakan sebanyak 3 buah antara lain; *vacum pneumatic* dan *cylinder pneumatic* sebanyak 2 buah. *Vacum pneumatic* digunakan untuk menyortir barang berdasarkan jenisnya, dengan cara menghisap barang. Selain itu *cylinder pneumatic* digunakan dapat menerima *logic* keluaran dari *relay*. Pada saat *input* PLC memberikan tegangan terhadap *cylinder pneumatic*, maka udara bertekanan yang masuk akan disalurkan mengisi *solenoid pneumatic*. Sehingga piston akan bergerak maju dan udara bertekanan tersebut terus mendorong piston dan akan berhenti di batas dorong piston.



Gambar 10. Lengan Vacuum Pneumatic

D. Alamat Input dan output pada PLC

Input pada sistem prototipe *conveyor* penyortir barang ini menggunakan modul *digital input* tipe 0750-0430 yang terdapat pada PLC WAGO 750-842. Modul tersebut terdiri dari 8 *digital input* pada setiap rak modul. Dalam hal ini *input* yang digunakan sebanyak 4 *digital input* untuk sensor *limit switch* dan 3 *digital input* untuk sensor warna didapat dari keluaran mikrokontroler yang merupakan masukan PLC. Alamat untuk *digital input* tersebut dapat dilihat pada tabel 3 berikut ini :

TABEL 3
ALAMAT DIGITAL INPUT PADA PLC

NAME	ADDRESS	TYPE
Limit Switch 0	%IX0.0	BOOL
Limit Switch 1	%IX0.1	BOOL
Limit Switch 2	%IX0.2	BOOL
Limit Switch 3	%IX0.3	BOOL
Limit Switch 4	%IX0.4	BOOL
Warna Merah	%IX0.5	BOOL
Warna Hijau	%IX0.6	BOOL
Warna Biru	%IX0.7	BOOL
Push Button	%IX0.8	BOOL

Sedangkan *output* pada menggunakan modul *digital output* tipe 0750-0504 yang terdiri dari 4 *digital output* pada setiap rak modul. Dalam sistem prototipe *conveyor* penyortir barang ini membutuhkan 7 *digital output* antara lain : *vacum pneumatic* (2 *digital output*), *cylinder pneumatic* sebanyak 2 buah (4 *digital output*), motor DC 5 volt (2 *digital output*), dan motor DC 9 volt (2 *digital output*). Berdasarkan banyaknya *digital output* yang diperlukan dan keterbatasan jumlah *digital output* pada setiap rak modul, maka dari itu prototipe membutuhkan 2 rak modul *digital output*. Tegangan keluaran PLC WAGO 750-842 sebesar 24 Volt tidak sesuai dengan tegangan

yang dibutuhkan, maka dari itu keluaran dari PLC dihubungkan ke *relay* agar tegangan keluaran sesuai dengan tegangan yang dibutuhkan oleh *vacum pneumatic*, *cylinder pneumatic* dan motor DC. Alamat *digital output* tersebut dapat dilihat pada tabel 4 berikut ini :

TABEL 4
ALAMAT DIGITAL OUTPUT PADA PLC

NAME	ADDRESS	TYPE
Vacum pneumatic	%QX0.0	BOOL
Cylinder Pneumatic	%QX0.1	BOOL
Cylinder Pneumatic	%QX0.2	BOOL
Motor DC 5 Volt	%QX0.3	BOOL
Motor DC 5 Volt	%QX0.4	BOOL
Motor DC 9 Volt	%QX0.6	BOOL
Motor DC 9 Volt	%QX0.7	BOOL

III. HASIL DAN PEMBAHASAN

Setelah dirancang maka akan dilakukan pengujian pada prototipe *konveyor* penyortir barang ini untuk melihat unjuk kerjanya. Adapun pengujian yang dilakukan adalah sebagai berikut :

A. Pengujian data hasil output pada TCS 230

Pengujian data hasil output sensor warna jenis TCS 230 adalah dengan melakukan pengujian pada sensor warna, yaitu dengan menggunakan alat ukur multimeter dan osiloskop.

Untuk mengetahui besar tegangan dan frekuensi output sensor dengan filter ataupun tanpa filter. Dengan memperbandingkan warna hasil pengukuran dengan sample warna akan didapatkan tingkat ketelitian alat.

TABEL 5
PERBANDINGAN NILAI FREKUENSI ANTAR FILTER DENGAN OBJEK MERAH

Warna objek	Filter	Time	Frekuensi
Merah	Filter merah	50 us	34,28 Khz
	Tanpa filter	50 us	21,13 Khz
	Filter Hijau	50 us	9,41 Khz
	Filter biru	50 us	10,00 Khz

Nilai frekuensi yang paling mendekati nilai frekuensi tanpa filter adalah filter merah pada objek berwarna merah sehingga filter merah paling dominan di objek berwarna merah.

TABEL 6
PERBANDINGAN NILAI FREKUENSI ANTAR FILTER DENGAN OBJEK HIJAU

Warna objek	Filter	Time	Frekuensi
Hijau	Filter merah	50 us	11,17 Khz
	Tanpa filter	50 us	20,73 Khz
	Filter Hijau	50 us	19,15 Khz
	Filter biru	50 us	8,783 Khz

Nilai frekuensi yang paling mendekati nilai frekuensi tanpa filter adalah filter hijau pada objek berwarna hijau sehingga filter hijau paling dominan di objek berwarna hijau.

TABEL 7

PERBANDINGAN NILAI FREKUENSI ANTAR FILTER DENGAN OBJEK BIRU

Warna objek	Filter	Time	Frekuensi
Biru	Filter merah	50 us	11,35 Khz
	Tanpa filter	50 us	20,50 Khz
	Filter Hijau	50 us	10,49 Khz
	Filter biru	50 us	18,61 Khz

B. Pengujian jarak pembacaan sensor warna

Berikut merupakan gambar pembacaan sensor warna dengan jarak dan objek yang berbeda-beda :

TABEL 8

PENGUJIAN PEMBACAAN NILAI RGB UNTUK OBJEK BERWARNA MERAH

Jarak (cm)	Pengukuran I			Pengukuran II			Rata-rata		
	R	G	B	R	G	B	R	G	B
1	64	0	10	66	0	12	65	0	5
1,5	186	21	43	186	25	45	186	23	44
2	255	3	20	255	5	22	255	8	21
2,5	255	70	42	241	68	42	248	69	42
3	191	25	55	200	25	55	196	25	55

TABEL 9

PENGUJIAN PEMBACAAN NILAI RGB UNTUK OBJEK BERWARNA HIJAU

Jarak (cm)	Pengukuran I			Pengukuran II			Rata-rata		
	R	G	B	R	G	B	R	G	B
1	10	55	7	12	55	7	11	55	7
1,5	29	126	30	29	126	30	29	126	30
2	55	255	46	57	255	46	56	255	46
2,5	156	255	160	154	255	162	155	255	161
3	110	178	109	110	176	109	110	177	109

TABEL 10

PENGUJIAN PEMBACAAN NILAI RGB UNTUK OBJEK BERWARNA BIRU

Jarak (cm)	Pengukuran I			Pengukuran II			Rata-rata		
	R	G	B	R	G	B	R	G	B
1	10	25	40	12	25	42	11	25	41
1,5	40	77	110	42	77	110	41	77	110
2	33	50	255	33	52	255	33	51	255
2,5	40	89	245	40	89	245	40	89	245
3	39	77	109	41	77	109	40	77	109

Dari data diatas, telah dilakukan pengujian pembacaan nilai RGB dengan jarak pembacaan yang berbeda-beda, pengujian dilakukan dengan jarak 1 cm , 1,5 cm , 2 cm , 2,5 cm dan 3 cm.maka dapat dijelaskan :

1. Pembacaan nilai RGB untuk objek berwarna merah dengan jarak pembacaan 2 cm yaitu 255, 8, 21, pembacaan tersebut paling mendekati dengan nilai RGB warna merah yaitu 255,0,0.
2. Pembacaan nilai RGB untuk objek berwarna hijau dengan jarak pembacaan 2 cm yaitu 56, 255, 46, pembacaan tersebut paling mendekati dengan nilai RGB warna merah yaitu 0,255,0.
3. Pembacaan nilai RGB untuk objek berwarna biru dengan jarak pembacaan 2 cm yaitu 33, 51, 255, pembacaan tersebut paling mendekati dengan nilai RGB warna merah yaitu 0,0,255.

Dari data diatas maka dapat dilihat bahwa jarak terbaik dari pembacaan sensor warna TCS 230 adalah 2cm.

C. Pengukuran waktu lamanya proses pemindahan barang

Berikut data yang dihasilkan dari pengukuran lama waktu proses pada sistem conveyor penyortir barang.

TABEL 11

DATA HASIL PENGUKURAN WAKTU PROSES PENYORTIRAN BARANG

Warna Barang	Lama Pengukuran (detik)	
	1	2
Biru	10.07	10.40
Hijau	13.22	14.27
Merah	16.83	16.50

Berdasarkan data hasil pengukuran waktu proses penyortiran barang, dilakukan dalam 3 kali perhitungan. Dimana pada perhitungan dimulai pada saat objek disortir oleh *vacum pneumatic* dan dihentikan saat benda diletakkan ke conveyor gudang penyimpanan. Pada pengukuran pertama didapatkan selama 10,07 detik untuk benda berwarna biru, 13,22 detik untuk benda berwarna hijau dan 16,83 untuk benda berwarna merah. Data hasil pengukuran yang terhitung dapat dicari rata-rata waktu tempuh *vacum pneumatic* dalam mensortir benda.

D. Pengukuran waktu lamanya proses vacum pneumatic

TABEL 12

DATA HASIL PENGUKURAN WAKTU PROSES PENYORTIRAN BARANG

Berat Beban (gr)	Tekanan yang diberikan	Lama Pengujian (detik)
0 gr (tanpa beban)	1 Bar	37.50
5 gr	1 Bar	34.49
7 gr	1 Bar	30.36
10 gr	1 Bar	22.57
350 gr	1 Bar	5.60

IV. KESIMPULAN

1. Dari hasil pengujian jarak pembacaan sensor warna tcs 230 didapatkan jarak 2 cm merupakan jarak optimal pembacaan sensor warna dengan objek benda.
2. Nilai cahaya juga berpengaruh terhadap hasil pembacaan sensor warna tcs 230, dari pengujian

- yang dilakukan dengan jarak pengukuran 2cm didapatkan nilai cahaya sebesar 250 lux merupakan cahaya optimal pembacaan sensor warna tcs 230.
3. Proses kerja prototipe konveyor penyortir barang dengan memanfaatkan *vacum pneumatic* sebagai alat bantu dalam mensortir dan memindahkan barang dengan waktu yang dibutuhkan selama proses kerja didapatkan rata-rata waktu tempuh selama proses beroperasi 10,53 detik untuk barang berwarna biru, 14,28 detik untuk barang berwarna hijau, dan 17,04 detik untuk barang berwarna merah, sangat membantu para pekerja agar pekerjaan lebih praktis sehingga tidak membutuhkan waktu yang terlalu lama.
 4. PLC WAGO layak digunakan sebagai pengendali yang baik pada proses prototipe *conveyor* penyortir barang, mempunyai keluaran yang stabil sebesar 24 Volt untuk setiap beban yang dikendalikan.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] E. Nugroho, "Pengenalan teori warna," *Yogyakarta: Andi*, 2008.
- [2] H. Singgih, "Uji Kandungan Formalin," *ELTEK*, vol. 11 No. 1, April 2013 2013.
- [3] B. Priyadi, "Aplikasi sensor warna jenis Tcs 230 sebagai penentu komposisi cat mobil," *ELTEK*, vol. 10 No 02, April 2012 2012.
- [4] Ö. G. Saracoglu and H. Altural, "Color regeneration from reflective color sensor using an artificial intelligent technique," *Sensors*, vol. 10, pp. 8363-8374, 2010.
- [5] A. T. E. Nasrullah, K. Ramdhani, "Perancangan Lengan Robot Pemindah Benda Berdasarkan Warna Menggunakan PLC Wago 750-842," *Ilmiah Elite Elektro*, vol. 3 No. 1, 2012.
- [6] B. Y. Suprpto, "Perancangan Lengan Robot Pemindah Benda Berdasarkan Warna Menggunakan PLC Wago 750-842," *Majalah Ilmiah Sriwijaya*, vol. 17, pp. 551-556, 2010.
- [7] *Data sheet TCS 230*. Available: <http://www.datasheet.com/tcs230.pdf>(2014, 12 Mei)