

ROBOT PENYORTIR BENDA BERDASARKAN WARNA MENGGUNAKAN SENSOR WARNA TCS3200

Yudhi Andrian¹

Dosen Program Studi Teknik Informatika, STMIK Potensi Utama
Jl. K.L. Yos Sudarso Km 6,5 No. 3A Medan, Telp (061) 6640525
yudhi@potensi-utama.ac.id

Abstract : Color Based Sortir Robot Using TCS3200 Color Sensor. A robot arm that can sort objects based on color has been designed. Color sensor that has been used is TCS3200 that can recognize RGB color of an object. Objects that will be sorted, it's moved by conveyor to the color objects reading room. When the infrared sensor hit the object, the conveyor will stop, so that the position of the object is exact below the color sensor then the color sensor reads the object color. DFRobot Adjustable Infrared Sensor Switch is used to determine whether the objects that have come out of the color reading room was ready to lifted by a robotic arm to be moved into the place. Robot arm consists of 4 pieces of servo, that each has a different function. A robot arm consists of gripper, elbow, shoulder, and site. From the research it can be concluded that the TCS3200 sensor can read RGB color of objects very well, a very small percentage of errors reading that's 0.04%, a very high of sensor accuracy that's reaches 99.96%.

Keywords: Color Sensor, Robot Arm, Microcontroller, AVR ATmega8535, TAOS™
TCS3200D, DT Sense Color

Abstrak : Robot Penyortir Benda berdasarkan warna menggunakan sensor warna TCS3200. Telah dirancang robot lengan yang dapat menyortir benda berdasarkan warnanya. Sensor warna yang digunakan adalah TCS3200 yang dapat mengenali warna RGB dari sebuah benda. Benda yang akan disortir dijalankan oleh konveyor menuju ruang baca warna benda. Ketika benda mengenai sensor infra merah maka konveyor akan berhenti, sehingga posisi benda berada tepat di bawah sensor warna kemudian dibaca warnanya oleh sensor warna. Switch Sensor DFRobot Adjustable Infrared digunakan untuk mengetahui apakah benda yang telah keluar dari ruang baca warna siap diangkat oleh lengan robot untuk dipindahkan ke tempatnya. Lengan robot terdiri dari 4 buah servo, yang masing – masing memiliki fungsi yang berbeda. Lengan robot terdiri dari penjepit, siku, bahu, dan tapak. Dari hasil penelitian dapat disimpulkan bahwa sensor TCS3200 dapat membaca warna RGB dari benda dengan sangat baik, persentase kesalahan pembacaan sangat kecil yaitu 0,04 %, tingkat ketelitian sensor sangat tinggi mencapai 99,96 %.

Kata Kunci : Sensor Warna, Robot Lengan, Mikrokontroler, AVR ATmega8535, TAOS™
TCS3200D, DT Sense Color.

Pendahuluan

Pada perkembangan teknologi khususnya dunia industri semakin pesat sekarang ini menuntut adanya perkembangan dalam hal peningkatan efisiensi produksi. Kebutuhan manusia terhadap peralatan yang cerdas dan dapat bekerja secara otomatis semakin meningkat, sehingga peralatan-peralatan otomatis ini mulai menggantikan peralatan manual. Selain sistem kerjanya yang detail, kecepatan, ketepatan, serta kuantitas menjadi suatu hal yang wajib dipenuhi dalam proses produksi.

Robot menjadi pilihan yang tepat untuk membantu peningkatan efisiensi produksi, dan membantu bidang-bidang lainnya. M Seelye, et al. (2011) merancang robot otomatis yang dilengkapi dengan sensor warna TCS3200 untuk memonitor pertumbuhan tanaman di laboratorium. Hasil percobaan menunjukkan bahwa TCS3200 adalah sensor warna murah yang sangat berguna, dengan kalibrasi lebih lanjut dapat memberikan pembacaan RGB yang akurat. TCS3200 dapat diintegrasikan dengan lengan robot, sehingga dapat memonitor dan mengendalikan pertumbuhan tanaman secara otomatis.[3][4]

Arko Djajadi, et al, (2010) memanfaatkan pengolahan citra untuk peningkatan kinerja sistem persortiran yang telah ada di laboratirium Modular Processing Station (MPS) yang menggunakan kombinasi sensor kapasitif, induktif dan optis untuk membedakan warna benda. Sistem menggunakan sebuah mekatronik robot (Mitsubishi Movemaster RV-M1) untuk pengelompokan warna dengan penerapan pengolahan citra, dengan melakukan serangkaian gerakan dengan mekanisme penempatan ambil-dan-taruh sesuai warna dan posisi dari benda kerja.[1]

Untuk pengelompokan benda berdasarkan warna, robot dilengkapi dengan sensor warna. Sersor warna yang murah dan dapat memberikan pembacaan warna RGB yang akurat adalah TCS3200.[4]. Sensor ini memiliki 2 jenis, yaitu TCS230 dan TCS3200. Kedua sensor tersebut memiliki cara kerja dan spesifikasi yang sama.[7][8].

Tri wiguno ro'uf (2008) menggunakan Sensor Warna Tcs 230 Untuk Mengukur Kadar Sukrosa Dalam Madu. Pada penelitiannya Tri wiguno menggunakan LED sebagai sumber cahaya, dimana cahaya dari LED setelah melewati sampel akan diterima oleh sensor warna TCS 230. Ada dua komponen utama

pembentuk IC ini, yaitu photodioda dan pengkonversi arus ke frekuensi. Hasil keluaran dari sensor warna TCS 230 diterima oleh MCU ATmega 8535 yang berfungsi sebagai pengolah data kemudian ditampilkan pada LCD berupa nilai dalam persen.[6].

Andhika rendy pratama dan Ratna adil (2010) mendesain mekanik alat bantu untuk identifikasi kualitas susu cair dan sari buah dengan sensor warna TCS 3200. Pada penelitiannya Andhika menggunakan sample produk yang masih asli belum diberi tambahan bahan pengawet.[5]

Pada penelitian ini, penulis akan merancang robot berbentuk lengan yang berfungsi untuk menyortir benda berdasarkan warnanya. Sebelum benda disortir, warna benda akan dibaca oleh sensor warna TCS2300, setelah dikenali warnanya, selanjutnya robot akan menyortir benda tersebut berdasarkan warnanya.

Perancangan Hardware

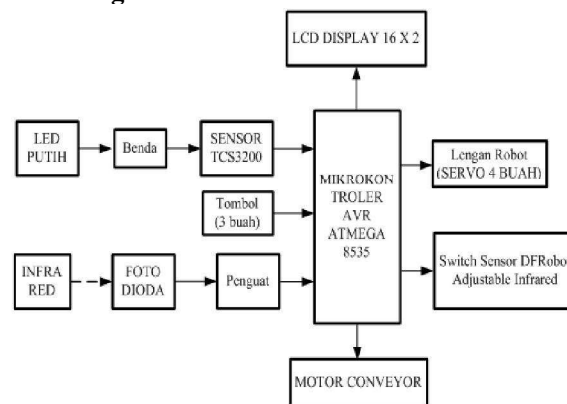


Diagram blok dari sistem robot yang dirancang adalah seperti yang diperlihatkan pada gambar 1.

Gambar 1. Diagram Blok Sistem

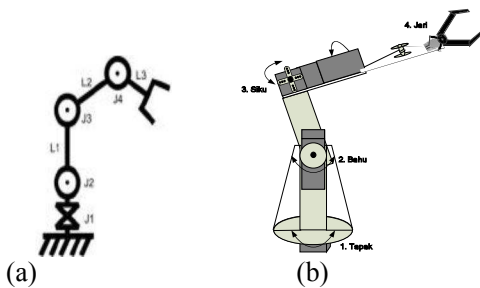
Sensor warna yang digunakan adalah sensor warna jenis DT Sense Color yang merupakan modul sensor warna berbasis sensor TAOS™ TCS3200D yang dapat mengenali warna RGB dari sebuah benda. Tombol berfungsi untuk mengkalibrasi sensor, menyimpan dan menghapus data yang disimpan pada EEPROM.

Konveyer yang digunakan yaitu bidang datar yang digerakkan oleh motor agar benda yang akan disortir dapat berjalan menuju ruang baca warna benda. Ketika benda mengenai infra merah yang berada di dalam ruang baca sensor maka motor konveyer berhenti, sehingga posisi benda berada tepat di bawah sensor warna kemudian dibaca warnanya.

Liquid Cristal Display (LCD) digunakan untuk menampilkan data warna RGB yang merupakan hasil pembacaan sensor. Switch Sensor DFRobot Adjustable Infrared digunakan untuk mengetahui apakah benda yang telah keluar dari ruang baca warna siap untuk diangkat oleh lengan robot lalu dipindahkan ke tempatnya.

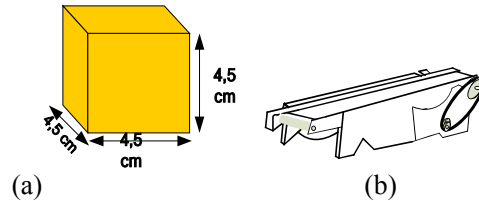
Mikrokontroler ATmega8535 digunakan sebagai pusat kontrol dan merupakan pengendali dari semua mekanik yang ada pada sistem.

Lengan robot terdiri dari 4 buah servo, yang masing – masing memiliki fungsi yang berbeda. Servo yang digunakan memiliki torsi yang kecil, sehingga hanya dapat mengambil benda yang ringan. Lengan robot terdiri dari Jari/penjepit, siku, bahu, dan tapak. Rancangan bentuk robot lengan dalam Free Body Diagram (FBD) dan konfigurasi robot secara keseluruhan tampak pada gambar 2.



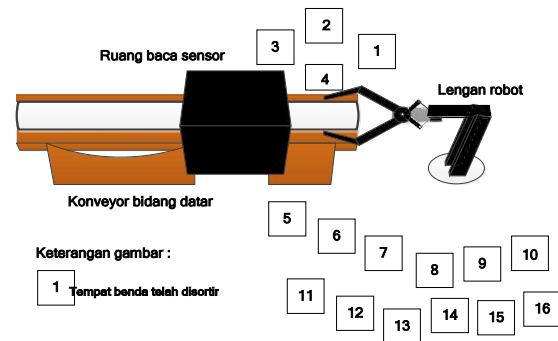
Gambar 2. (a) Rancangan bentuk robot lengan dalam Free Body Diagram (FBD). (b) Konfigurasi robot lengan

Benda yang digunakan berbentuk kubus dan dibuat dari bahan Styrofoam dengan ukuran 4,5 x 4,5 x 4,5 cm yang dilapisi kertas origami warna dan dibagi menjadi 16 jenis warna. Konveyer statis bidang datar dimanfaatkan sebagai tempat benda sebelum disortir. Setelah benda dibaca oleh sensor, maka benda akan dipindahkan ke tempat yang telah ditentukan sesuai warna benda tersebut. Gambar benda dan konveyer statis bidang datar ditunjukkan pada gambar 3.



Gambar 3. (a) Benda yang akan disortir (b) konveyer statis bidang datar

Denah pemasangan mekanik robot lengan, benda, konveyer, ruang pembaca warna benda, dan tempat benda yang disortir ditunjukkan pada gambar 4.

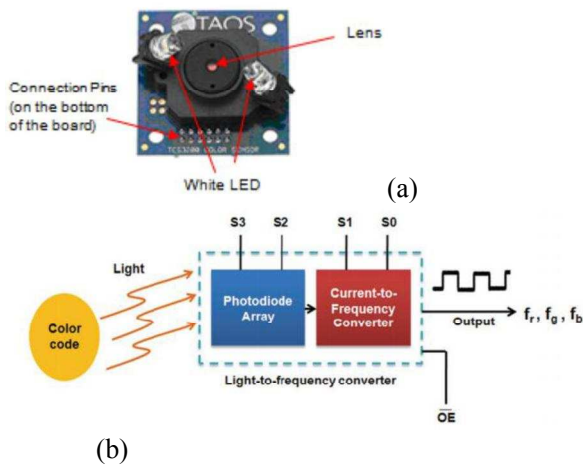


Gambar 4. Denah sistem (tampak atas)

Sensor Warna

Sensor warna yang digunakan adalah sensor warna jenis DT Sense Color yang merupakan modul sensor warna berbasis sensor TAOS™ TCS3200D yang dapat mengenali/mendeteksi warna RGB dari sebuah benda/obyek.

Gambar TAOS™ TCS3200D dan diagram proses sensor ditunjukkan pada gambar 5. [2][4]



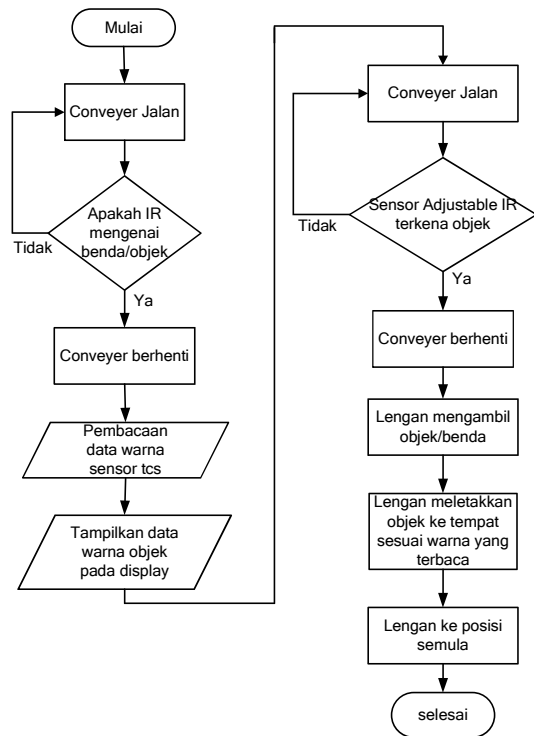
Gambar 5. (a) Parallax TCS3200 colour sensor
(b) Diagram proses sensor

DT-SENSE Color Sensor memiliki spesifikasi sebagai berikut:[2][7]

- Mampu mengukur komponen warna RGB dari sebuah objek berwarna.
- Berbasis sensor TAOS TCS3200D.
- Tersedia 2 LED putih untuk membantu pembacaan data warna pada obyek.
- Pin *Input/Output* kompatibel dengan level tegangan TTL dan CMOS.
- Dilengkapi dengan antarmuka UART TTL dan I2C.
- Konfigurasi komunikasi serial adalah : *baudrate* 9600 bps, 8 *data bit*, 1 *stop bit*, tanpa *parity*, dan tanpa *flow control*.
- Sumber catu daya menggunakan tegangan 4,8 - 5,4 VDC.
- Antarmuka I²C mendukung *bit rate* data hingga 50 kHz.

Perancangan Software

Program utama dari sistem ini adalah pengenalan warna benda dan peletakan benda sesuai dengan tempat yang telah ditentukan. Proses ini ditunjukkan oleh diagram alir pada gambar 6.

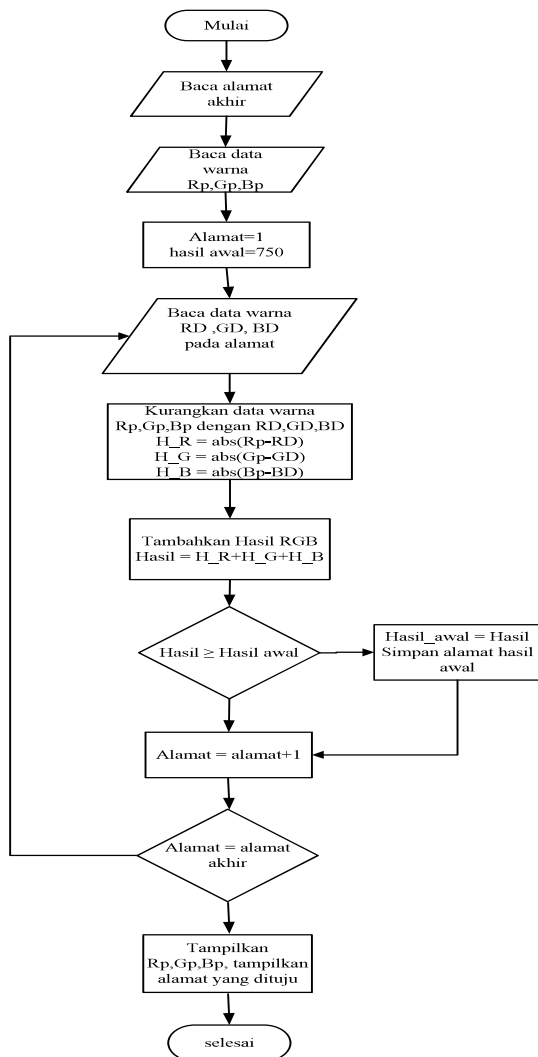


Gambar 6. Diagram alir program utama

Mula-mula lengan berada pada posisi normal, lalu konveyor jalan. Ketika benda mengenai Infra merah yang berada di dalam ruang pembaca warna maka konveyor berhenti, sehingga posisi benda tepat di bawah sensor warna. Sensor warna akan membaca warna benda yang berada tepat di bawahnya. Proses pembacaan warna akan lebih lanjut dijelaskan pada diagram alir gambar 7. Setelah pembacaan warna dilakukan maka data warna ditampilkan pada LCD, selanjutnya motor konveyor akan kembali berjalan membawa benda. Ketika benda mengenai *Switch Sensor DFRobot Adjustable Infrared* maka motor konveyor akan berhenti dan lengan akan menjepit benda pada *gripper* robot lalu meletakkan benda sesuai tempat yang telah ditentukan. Lengan robot kembali ke posisi normal, selanjutnya motor konveyor kembali berjalan untuk melakukan proses pembacaan warna benda berikutnya.

Proses pengkalibrasian dilakukan dengan meletakkan benda warna putih di bawah lensa DT-SENSE Color Sensor, selanjutnya dilakukan proses pengkalibrasian disebut dengan *white balance*. Lalu letakkan benda warna hitam di bawah lensa DT-SENSE Color Sensor, selanjutnya dilakukan proses pengkalibrasian disebut dengan *Black balance*. Proses pengkalibrasian ini dilakukan sebagai

referensi warna putih dan warna hitam pada DT-SENSE *Color Sensor*. Selanjutnya dilakukan pembacaan warna benda yang lainnya sebagai referensi warna benda yang akan disortir. Proses perbandingan data warna benda referensi dengan data warna benda yang akan disortir ditunjukkan pada gambar 7.



Gambar 7. Diagram Alir proses perbandingan data warna benda referensi dengan data warna benda yang akan disortir

Sistem membaca data warna benda RGB (Rp, Gp, Bp) yang akan disortir. Sistem membandingkan nilai RGB dari benda yang akan disortir dengan nilai RGB referensi (RD, GD,BD) yang berada pada *database* di EEPROM, dengan cara mengurangkan masing – masing nilai RGBnya. Nilai RGB referensi yang memiliki selisih paling kecil dengan nilai RGB warna benda yang akan disortir dianggap

sebagai warna benda hasil akan ditampilkan pada LCD.

Hasil Dan Analisa

Dalam penelitian ini pengujian warna pertama sekali dilakukan pada proses pengkalibrasian sensor warna yang digunakan pada semua jenis warna benda untuk disimpan dalam *database* di EEPROM mikrokontroler sebagai refrensi data warna RGB benda. Data yang diperoleh dapat dilihat pada tabel 1.

Tabel 1. Data Warna RGB Referensi

No.	Red	Green	Blue	Tampil di LCD
1	0	0	0	Warna Hitam
2	14	92	23	Warna Hijau
3	2	13	45	Warna Biru
4	169	25	77	Warna Hot Pink
5	246	105	5	Warna Merah Orange
6	88	98	2	Warna Kuning
7	31	8	7	Warna Saddle Brown
8	16	52	110	Warna Royal Blue
9	30	85	36	Warna Forest Green
10	30	18	41	Warna Nila
11	113	151	51	Warna Hijau Lime
12	92	33	91	Warna Ungu
13	127	16	59	Warna MerahMuda
14	159	19	24	Warna MerahTua
15	106	109	122	Warna Abu-abu
16	109	83	6	Warna Emas Rod

Setelah proses kalibrasi warna benda selesai, maka akan dilakukan pembacaan mode normal. Mode normal dilakukan bertujuan untuk mendapatkan data pembacaan yang benar pada sensor dan sekaligus ralat yang ditimbulkan oleh sensor setelah proses pengkalibrasian sensor selesai. Proses pembacaan warna benda yang ditampilkan oleh LCD dapat dilihat pada tabel 2.

Tabel 2. Pembacaan Warna Benda pada Mode Normal

No.	Red	Green	Blue	Tampil di LCD
1	0	0	1	Warna Hitam
2	14	99	24	Warna Hijau
3	2	14	45	Warna Biru
4	123	26	79	Warna Hot Pink
5	245	106	3	Warna Merah Orange
6	89	99	2	Warna Kuning
7	30	8	6	Warna Saddle Brown
8	16	51	111	Warna Royal Blue
9	25	80	35	Warna Forest Green
10	29	16	39	Warna Nila

11	113	153	56	Warna Hijau Lime
12	90	30	87	Warna Ungu
13	125	16	58	Warna MerahMuda
14	157	19	21	Warna MerahTua
15	106	108	121	Warna Abu-abu
16	109	83	6	Warna Emas Rod

Untuk mengetahui tingkat ketelitian dari alat yang dirancang, maka dilakukan perbandingan antara hasil kalibrasi warna dengan hasil mode normal yang dibaca sensor. Untuk mendapatkan persentase kesalahan maka digunakan persamaan :

$$\%Kesalahan = \left| \frac{(Hasil_kalibrasi - Hasil_Mode_Normal)}{Hasil_kalibrasi} \right| \times 100\%$$

.....(1)

Berdasarkan persamaan (1), maka hasil kesalahan pada pembacaan warna benda pada sensor dapat dilihat pada tabel 3.

Tabel 3. Persentase kesalahan data warna kalibrasi dengan pembacaan normal

N o.	Hasil Kalibrasi			Mode Normal			% Kesalahan (%)		B
	R	G	B	R	G	B	R	G	
1	0	0	0	0	0	1	0,00	0,00	0,0
2	14	92	23	14	99	24	0,00	0,08	0,0
3	2	13	45	2	14	45	0,00	0,08	0,0
4	9	25	77	3	26	79	0,27	0,04	0,0
5	24	10	5	24	10	6	0,00	0,01	0,0
6	88	98	2	89	99	2	0,01	0,01	0,0
7	31	8	7	30	8	6	0,03	0,00	0,1
8	16	52	11	16	51	11	0,00	0,02	0,0
9	30	85	36	25	80	35	0,17	0,06	0,0
10	30	18	41	29	16	39	0,03	0,11	0,0
11	11	15	51	11	15	3	0,00	0,01	0,1
12	92	33	91	90	30	87	0,02	0,09	0,0
13	7	16	59	5	16	58	0,02	0,00	0,0
14	15	19	24	15	7	19	0,01	0,00	0,1
15	10	10	12	10	10	12	0,02	0,01	0,0
16	8	9	2	6	8	1	0,00	0,00	0,0
	10	83	6	10	83	6	0,00	0,00	0,0
									0,0
							0,04	0,03	0,04
									0,06
									0,04

Dari tabel 3, dapat dilihat persentase kesalahan data warna kalibrasi dengan pembacaan normal, sangat kecil yaitu nilai

persentase kesalahan maksimal hanya 0,40 %, sedangkan nilai persentase kesalahan rata – rata total sebesar 0,04 %. Ini menunjukkan bahwa tingkat ketelitian sensor TCS3200 sangat tinggi mencapai 100 – 0,04 % = 99,96 %.

Selanjutnya dilakukan pengujian waktu penyortiran benda. Tabel 4 merupakan waktu yang dibutuhkan untuk mengambil dan meletakkan tiap-tiap benda yang diberikan. Pengukuran ini dilakukan dengan menggunakan stopwatch.

Tabel 4. Waktu yang dibutuhkan lengan untuk memindahkan benda

Warna No.	Troli berjalan (detik)	Pengambilan (detik)	Peletakan (detik)	Kembali ke posisi awal (detik)	Total (detik)
1	12,6	2,3	3,1	2,8	20,8
2	12,5	2,3	2,4	2,1	19,3
3	12,6	2,4	4,3	2,1	21,4
4	12,6	2,2	3,6	2,2	20,6
5	12,6	2,2	3,3	2,4	20,5
6	12,6	2,3	3,3	2,7	20,9
7	12,6	2,1	3,6	2,8	21,1
8	12,5	2,1	3,1	3	20,7
9	12,6	2,2	3,5	2,7	21
10	12,6	2,3	3,3	2,8	21
11	12,6	2,1	3,4	3,1	21,2
12	12,6	2,1	3,5	2,8	21
13	12,6	2,2	3,1	3	20,9
14	12,5	2,3	3	3,2	21
15	12,6	2,2	3,2	3,1	21,1
16	12,6	2,3	3,1	3,1	21,1
Rata 2	12,6	2,2	3,3	2,7	20,9

Pada tabel 4 dapat dilihat bahwa waktu rata – rata yang diperlukan oleh robot untuk mengambil benda adalah 2,2 detik, untuk meletakkan benda adalah 3,3 detik, dan untuk kembali ke posisi awal adalah 2,7 detik, sehingga total waktu yang diperlukan oleh robot dari mulai mengambil benda, meletakkan benda, dan kembali ke posisi awal adalah 2,2 + 3,3 + 2,7 = 8,3 detik.

Kesimpulan

Berdasarkan percobaan yang dilakukan dan hasil yang didapat, maka dapat diperoleh kesimpulan sebagai berikut :

1. Sensor TCS3200 dapat membaca warna RGB dari benda dengan sangat baik.
2. Persentase kesalahan perbandingan warna RGB benda dengan warna RGB referensi sangat kecil yaitu rata – rata 0,04 %.

3. Pada penelitian ini, tingkat ketelitian sensor TCS3200 sangat tinggi mencapai 99,96 %.
4. Pada penelitian ini, proses pergerakan robot dari mulai mengambil benda, meletakkan benda, dan kembali ke posisi awal masih lambat yaitu 8,3 detik.

DAFTAR PUSTAKA

- A Djajadi, F Laoda, R Rusyadi, T Prajogo, *A model vision of sorting system application using robotic manipulator*, TELKOMNIKA Vol. 8 No. 2 Agustus 2010
- F Yucel, O Oral, N Caglayan, M Tecimen, *Design and Implementation of a Personal Computer Authorization System using Color Detection*, 2011 - socsc.ktu.lt <http://socsc.ktu.lt/index.php/elt/article/download/758/969>
- GS Gupta, M Seelye, J Seelye, D Bailey, *Autonomous Anthropomorphic Robotic System with Low-Cost Colour Sensors to Monitor Plant Growth in a Laboratory*, 2011 - cdn.intechweb.org <http://cdn.intechweb.org/pdfs/27407.pdf>
- M Seelye, GS Gupta, D Bailey, *Low Cost Colour Sensors for Monitoring Plant Growth in a Laboratory*, (I2MTC), 2011 IEEE, 2011 - ieeexplore.ieee.org http://sprg.massey.ac.nz/pdfs/2011_IMT_C_.pdf
- Pratama, Andhika Rendy dan Adil, Ratna, *Desain Mekanik Alat Bantu Untuk Identifikasi Kualitas Susu Cair dan Sari Buah dengan Sensor Warna TCS 3200*, 2010 http://repo.eepis-its.edu/274/1/7107030035_m.pdf
- Wiguno Ro'uf, Tri, *Aplikasi Sensor Warna Tcs 230 Untuk Mengukur Kadar Sukrosa Dalam Madu*. Other thesis, University of Muhammadiyah Malang, 2008. http://eprints.umm.ac.id/7015/1/APLIKA_SI_SENSOR_WARNA_TCS_230.pdf
http://www.parallax.com/Portals/0/Downloads/docs/prod/acc/TCS3200_doc.pdf
<http://pdf1.alldatasheet.com/datasheet-pdf/view/202765/TAOS/TCS230/+Q03JJJVRvxybUGVNvt+/datasheet.pdf>