

Rancangan Bangun Alat Deteksi Pestisida Untuk Memisahkan Tomat Organik dan Non-Organik Berbasis Mikrokontroler

Design of Pesticides Detector Microcontroller-Based to Separate Organic and Non-Organic Tomato

¹ A. Robbiansyah Noorfaza, ² M. Fajar Wicaksono

^{1,2} Program Studi Sistem Komputer, Fakultas Teknik dan Ilmu Komputer, Universitas Komputer Indonesia
Jl. Dipati Ukur No. 112 - 116, Bandung, Indonesia 40132

¹ noorfaza@email.unikom.ac.id, ² mfajarw@email.unikom.ac.id

ABSTRACT - Determination of organic quality of agricultural products based on SNI 6729: 2016 is hampered because of the abundant production of agricultural products, such as tomatoes which have abundant agricultural yields. The use of conveyor systems equipped with sensors such as chemical sensors is expected to help speed up the inspection process, determine the quality and quantity of agricultural products in large quantities. The sorting system with the conveyor is triggered by reading the TCS 3200 color sensor to the results of the chemical sensor readings, namely litmus paper which reads the condition of the sample in a wet state. Blue litmus paper does not react if tested against alkaline or neutral, but the acid will produce red. Tests carried out on tomato farm products using synthetic chemicals, it is known that synthetic chemicals are formulated at acidic pH levels. So the system will sort the sample if only identified changes in the litmus from blue to red.

Keywords: conveyor, litmus, organic, TCS3200

ABSTRAK - Penentuan kualitas organik hasil tani berdasarkan SNI 6729:2016 terhambat karena produksi hasil tani yang melimpah, seperti halnya tomat yang mempunyai hasil tani yang melimpah. Penggunaan sistem konveyor yang dilengkapi sensor seperti sensor kimia diharapkan dapat membantu mempercepat proses pemeriksaan, penentuan kualitas dan pensortiran hasil tani dalam jumlah banyak. Sistem pensortiran dengan konveyor tersebut dipicu oleh pembacaan sensor warna TCS 3200 terhadap hasil pembacaan sensor kimia, yakni kertas lakmus yang membaca kondisi sampel dalam keadaan basah. Kertas lakmus biru tidak bereaksi jika diuji terhadap basa atau netral, namun asam akan menghasilkan warna merah. Pengujian dilakukan pada hasil pertanian buah tomat yang menggunakan bahan kimia sintetis, diketahui bahan kimia sintetis tersebut diracik pada tingkat pH asam. Sehingga sistem akan mensortir sampel jika hanya teridentifikasi perubahan lakmus dari biru menjadi merah.

Kata kunci: konveyor, lakmus, organik, TCS3200

1. PENDAHULUAN

Tidak jarang penggunaan pestisida terhadap tanaman hortikultura seperti tomat. Materi-materi yang tersisa beberapa saat setelah aplikasi pestisida pada tanaman merupakan residu pestisida. Residu Pestisida yang terdapat pada permukaan disebut residu efektif. Jika residu pestisida dikonsumsi maka residu tersebut akan terakumulasi pada tubuh manusia dan jika terus terjadi akan membahayakan kesehatan [1,2].

Untuk menghindari hal itu maka konsumen bisa dengan mudah membeli dan mengonsumsi buah tomat organik. Istilah organik menurut SNI merupakan sebuah label dari Lembaga Sertifikasi Organik terakreditasi yang menyatakan bahwa suatu produk diproduksi dengan sistem pertanian organik [3].

Penelitian ini memanfaatkan kondisi asam pada penggunaan pestisida terhadap tanaman hortikultura. Pengidentifikasi sifat asam oleh lakmus akan memberikan perubahan warna yang akan dideteksi oleh sensor warna dan menjadi indikator sistem pensortiran [11].

2. METODE DAN BAHAN

Penelitian dilakukan secara kualitatif dengan melakukan pemeriksaan sifat asam dan basa pada bahan kimia sintetis yang digunakan pada pertanian tomat.

Selanjutnya implementasi dilakukan dengan membangun sebuah konveyor pengangkut barang yang berbasis mikrokontroler serta menggabungkan penelitian kualitatif yang sudah dilakukan sebelumnya.

Sistem konveyor yang diimplementasikan terdiri atas sebuah miktokontroler Arduino Mega2560 yang mengontrol motor stepper, motor servo, sensor ultrasonik dan sensor warna TCS3200. Selain itu Konveyor ini dilengkapi sensor kimia, yakni kertas lakmus biru untuk mendeteksi keberadaan pestisida pada sampel tomat yang diuji.

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

A. Pengujian Secara Manual

Pada pengujian secara manual, dilakukan pemeriksaan sifat asam pada permukaan sampel buah tomat organik dan non-organik menggunakan kertas lakmus, dan aquadest. Pengujian ini bertujuan untuk mengetahui perbedaan sifat dari permukaan kedua sampel. Hasil pengujian tersebut dapat dilihat pada lampiran gambar 1. Selain itu hasil dari pengujian ini bisa diamati dengan melihat lampiran tabel 1.



Gambar 1 Hasil Pengujian Secara Manual

B. Pengujian Kinerja Sensor dan Aktuator

Pengujian ini bertujuan untuk menguji perangkat sensor dan aktuator pada sistem jika sistem diuji secara keseluruhan atau tidak. Selain itu pembuatan algoritma program untuk sistem dibuat berdasarkan pengujian ini. Hasil pengujian tersebut dapat dilihat pada lampiran tabel 2.

C. Pengujian Sistem dengan Sampel Tomat Organik

Pada lampiran gambar 2 dan gambar 3 hasil pengujian yang diamati melalui LCD dan kertas lakmus. Kertas lakmus hasil pengujian jika dibandingkan dengan hasil yang ditampilkan pada LCD hasil pengujian tampak sesuai. Tidak ditemukan perubahan warna pada lakmus biru yang digunakan menandakan bahwa sampel yang diuji pada sistem tidak teridentifikasi sifat asam atau penggunaan pestisida.



Gambar 2. Keluaran Hasil Pengujian C ke LCD



Gambar 3. Hasil Pengujian C terhadap Kertas Lakmus

Ada pula lampiran tabel 3 yang menunjukkan proses pengujian mengalami kesalahan dua kali pada sampel uji ke-8 dan ke-9. Permasalahan nyata yang terjadi adalah panjang jalur konveyor yang tidak memiliki panjang bernilai genap.

Jika mengukur panjang jalur konveyor, sabuk yang dipakai memiliki panjang 98.3 cm dengan jalur bagian atas memiliki panjang 45 cm. Untuk berpindah dari satu posisi ke posisi lainnya berjarak 17 cm. Dikarenakan panjang sabuk konveyor tidak habis dibagi 17, terkadang posisi tempat menaruh sampel tidak berhenti tepat ditempatnya yang menyebabkan ketika sampel dibawa konveyor sampel tersebut tidak akan tepat pula ketika berhenti di posisi lainnya. Untuk bisa menghasilkan rotasi dengan panjang 17 cm motor stepper harus melakukan 200×2.05 step. 200 adalah satu putaran penuh berjarak 8.3 cm, maka $8.3 \times 2.05 = 17.015$ cm.

D. Pengujian Sistem terhadap Sampel Tomat Non-organik

Melihat lampiran gambar 4 dan gambar 5, terjadi ketidaksesuaian hasil pengujian. Perubahan warna yang terjadi pada kertas lakmus biru ditemukan hampir $\frac{3}{4}$ bagian kertas yang digunakan. Namun sistem hanya mendeteksi satu saja keberadaan sampel yang teridentifikasi sifat asam atau diduga menggunakan pestisida.



Gambar 4. Keluaran Hasil D Pengujian ke LCD



Gambar 5. Hasil Pengujian D terhadap Kertas Lakmus

Merujuk pada lampiran tabel 4 ditunjukkan proses pengujian mengalami kesalahan dua kali pada sampel uji ke-4 dan ke-5. Permasalahan nyata yang terjadi adalah sampel mengalami perubahan posisi saat dibawa oleh konveyor. Itu menyebabkan kertas lakmus tidak mengenai bagian sampel yang sudah mengalami preparasi. Hal itu disebabkan delay step yang dikurangi untuk mendapatkan kecepatan putaran sabuk konveyor. Pengujian kali ini menggunakan delay 1000 μ s sehingga sampel akan diperiksa 1.5x lebih cepat. Sedangkan pengujian sebelumnya menggunakan delay 1500 μ s.

Pada pengujian kali ini dihindari posisi menaruh sampel tidak sesuai dengan posisi seharusnya dengan cara menggu saat yang tepat untuk menaruh sampel. Dengan demikian sampel berhenti pada posisi-posisi yang seharusnya.

E. Pengujian Sensor Ultrasonik

Tiga sensor ultrasonic yang digunakan berfungsi untuk mendeteksi keberadaan sampel pada tiga bagian yang terdapat pada sistem. Tiga bagian tersebut adalah bagian tempat menaruh sampel, bagian preparasi, dan bagian pemeriksa sampel. Sensor-sensor ultrasonik ini diuji dengan cara mengukur jarak objek dan membandingkannya dengan penggaris. Proses pengujian tersebut dapat dilihat pada gambar 6. Tujuan dari pengujian ini adalah apakah sensor dapat berfungsi sebagai mestinya atau tidak. Hasil pengujian dapat dilihat pada lampiran tabel 5. Dari hasil pengujian yang sudah didapat tidak ditemukan error pada sensor ultrasonik 1 dan 3. Error hanya terjadi pada sensor ultrasonik 2 dengan rata-rata error sebesar 3.5%.



Gambar 6. Hasil Pengujian Sensor Ultrasonik

F. Pengujian Sensor Warna TCS3200

Pengujian sensor ini dilakukan dengan cara menentukan karakteristik warna-warna dari kertas warna yang diuji dengan tiga mode filter yang berbeda. Proses pengujian sensor warna

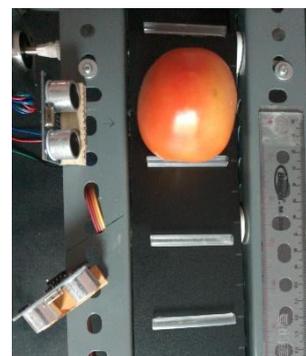
dapat dilihat pada gambar 7. Tujuan pengujian ini adalah untuk membedakan warna-warna dari frekuensi yang terbaca dari setiap mode filter, terutama pada perubahan warna pada lakmus biru. Hasil percobaan tersebut ditunjukkan pada lampiran tabel 6. Hasil pengujian tersebut didapat dengan melakukan percobaan diruangan tertutup dan gelap dengan jarak terdekat yakni 2 cm dari hadapan sensor, serta menggunakan skala output frekuensi 100% ($S0 = \text{HIGH}$ dan $S1 = \text{HIGH}$). Dari hasil pengujian menunjukkan bahwa untuk masing-masing warna yang diuji memiliki karakteristik warna yang berbeda-beda.



Gambar 7. Hasil Pengujian Sensor Warna TCS3200

G. Pengujian Motor Stepper1

Motor stepper 1 ini adalah motor stepper Nema 17 dengan driver motor A4988 yang terhubung langsung pada roller konveyor yang berdiameter 2.64 cm (pipa berdiameter 1 inch ditambah ketebalan sabuk konveyor). Sehingga satu putaran motor stepper akan menghasilkan putaran berjarak 8.29 cm berdasarkan perasmaan keliling lingkaran, yakni $K = 2\pi r$. Pengujian motor ini dilakukan dengan cara memindahkan barang pada konveyor dan mengukur jarak perpindahan tersebut lalu membandingkannya dengan perhitungan matematika. Hasil pengujian dapat dilihat pada lampiran tabel 7. Dengan percobaan yang telah dilakukan rata-rata error yang dimiliki adalah senilai 1.2%



Gambar 8. Hasil Pengujian Motor Stepper 1

H. Pengujian Motor Stepper 2

Motor stepper 2 adalah motor stepper yang digunakan untuk rangkain penggulung kertas lakmus. Motor ini adalah motor stepper 28BYJ-48 dengan driver motor ULN2003 yang terhubung

langsung pada penggulung kertas lakmus yang berdiameter 2.54 cm (pipa berdiameter 1 inch). Sehingga satu putaran motor stepper akan menghasilkan putaran berjarak 8 cm berdasarkan perasmaan keliling lingkaran, yakni $K = 2\pi r$.



Gambar 9. Hasil Pengujian Motor Stepper 2

Pengujian motor ini dilakukan dengan cara menggulung tali pengukur panjang lalu mengukur seberapa panjang tali tersebut tertarik. Setelah itu hasil percobaan dibandingkan dengan perhitungan matematika. Berikut hasil pengujian ada pada lampiran tabel 8. Dari hasil percobaan ini motor stepper mampu bekerja sebagai mestinya dengan rata-rata error yang dimiliki senilai 1.8%.

I. Pengujian Motor Servo

Ada tiga motor servo yang digunakan dengan dua produk yang berbeda, yakni MG996R dan SG90. Kedua motor servo itu adalah motor servo yang mampu bergerak dari 0° samai 180° berdasarkan spesifikasi yang dimilikinya. Masing-masing dari ketiga motor servo itu digunakan untuk botol semprot, pendorong sampel, dan sekat pensortir sampel. Pengujian motor servo ini dilakukan dengan menggerakkan servo sesuai dengan sudut istimewa dan membandingkan pergerakannya pada busur derajat.



Gambar 10. Hasil Pengujian Motor servo

Sebelum diuji perlu dilakukan kalibrasi dengan cara menentukan sudut 0° dan 180° pada motor servo yang tepat. Setelah itu menghitungnya menggunakan persamaan perbandingan. Untuk medapatkan perubahan sudut sebesar 180° motor servo perlu deprogram sebesar 163° sehingga demikian sudut lainnya bisa dicari dengan cara $x^\circ = (163^\circ/180^\circ) \times n^\circ$. Dimana x adalah sudut yang dicari dan n adalah sudut yang diinginkan. Pada lampiran tabel 9 menunjukkan hasil pengujian stersebut dengan rata-rata persentase error 0.3%, 0.4% dan 0.1%.

4. KESIMPULAN DAN SARAN

A. Kesimpulan

Meski hasil reaksi terhadap kertas lakmus oleh sampel tomat organik dan tomat non-organik berbeda, itu belum cukup efektif untuk menjadi indikator pensortiran sampel tomat organik dan non-organik yang diterapkan pada alat ini.

B. Saran

Adapun saran dari penulis untuk menjadikan peneliti ini jadi lebih baik lagi diantaranya:

1. Desain sabuk konveyor dibuat dengan panjang yang nilanya habis dibagi tiap jarak antap posisi agar pengontrolan lebih mudah dan saat menaruh sampel akan lebih tepat pada pposisinya.
2. Desain tempat menaruh sampel harus diperkuat dan disesuaikan dengan bentuk sampel agar mampu membawa sampel dengan baik.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] Marsun, I. Fitriani. *Analisis Residu Pestisida Pada Tomat Buah dan Tomat Sayur pada Pasar Swalayan di Kota Makassar, Gowa*. Skripsi. Makassar: Fakultas Ilmu Kesehatan, Universitas Islam Negeri Alauddin Makassar. 2014
- [2] Yusnani, Anwar Daud, Anwar. *Identifikasi Residu Pestisida Golongan Organofosfat Pada Sayuran Kentang Di Swalayan Lottemart Dan Pasar Terong Kota Makassar Tahun 2013*. Makassar: Balai Teknik Kesehatan Lingkungan dan Pengendalian Penyakit dan Bagian Kesehatan Lingkungan, Fakultas Kesehatan Masyarakat, UNHAS. 2013.
- [3] SNI 6729:2016. *Sistem Pertanian Organik*. Jakarta: Badan Standardisasi Nasional. 2016.
- [4] ARDUINO MEGA 2560 REV3 [online]. Available: <https://store.arduino.cc/usa/arduino-mega-2560-rev3>. [accessed Feb. 2018]
- [5] ATmega2560-Arduino Pin Mapping [online]. Available: <https://www.arduino.cc/en/Hacking/PinMapping2560>. [accessed Feb. 2018]
- [6] Santoso, H., 2016, *Paduan Praktis Arduino Untuk Pemula, Ebook*, Trenggalek.
- [7] Putra, Palensyah Pratama. *Aplikasi Sensor Warna Tcs230 Pada Sistem Kendali Robot Line Follower*. Palembang: Program Studi Teknik Komputer, Politeknik Negeri Sriwijaya. 2016

- [8] Wicaksono, Mochammad Fajar, Hidayat. 2017. *Mudah Belajar Mikrokontroler Arduino*. Bandung: Penerbit Informatika.
- [9] Pitowarno, Endra. 2006. *ROBORIKA: Desain, Kontrol, dan Kecerdasan Buatan*. Yogyakarta: Penerbit ANDI
- [10] Sutresna, Nana. 2006. *Kimia SMU*. Bandung: Grafindo
- [11] *Teknik Penyemprotan Pestisida, Pusat Penelitian dan Pengembangan Hortikultura, Badan Penelitian dan Pengembangan Pertanian, Kementerian Pertanian*
- [12] Allen D. Owings, Dale K. Pollet, Clayton A. Hollier, Reed J. Lense, Robert C. Trawick. *pH Stability of Commonly Used Pesticides*. Amerika: Louisiana State University. 2001.
- [13] Kurniawan, Aditya, Iswadi. *Komposisi Pestisida Untuk Menangkis Hama Tanaman Tomat* [online]. Available: <http://www.jitunews.com/read/28442/komposisi-pestisida-untuk-menangkis-hama-tanaman-tomat>. [accessed Feb. 2018]
- [14] Toko Pertanian Online Indonesia. *Bion M 1/48 WP Mankozeb 48% Asibensolar S Metil* [online]. Available: <http://www.purotani.com/2017/09/bion-m-148-wp-mankozeb-48-asibensolar-s.html>. [accessed Feb. 2018]
- [15] Sampul Pertanian. *AGRIMEC 18EC Bahan Aktif ABAMEKTIN* [online]. Available: <http://www.sampulpertanian.com/2017/03/agrimec-18ec-bahan-aktif-abamektin.html>. [accessed Feb. 2018]

LAMPIRAN GAMBAR



Gambar 11. Foto Alat Tampak Depan



Gambar 12. Foto Alat Tampak Belakang



Gambar 13. Foto Alat Tampak Atas

LAMPIRAN TABEL

Tabel 1 Hasil Pengujian Secara Manual

No.	Jenis	Reaksi terhadap lakmus biru	Perubahan warna	Keterangan
1	Sampel organik	Tidak bereaksi	-	Tidak terdeteksi adanya sifat asam
2		Tidak bereaksi	-	Tidak terdeteksi adanya sifat asam
3		Tidak bereaksi	-	Tidak terdeteksi adanya sifat asam
4		Tidak bereaksi	-	Tidak terdeteksi adanya sifat asam
5		Tidak bereaksi	-	Tidak terdeteksi adanya sifat asam
6	Sampel non-organik	Berubah warna	Merah	Terdeteksi adanya sifat asam
7		Berubah warna	Merah	Terdeteksi adanya sifat asam
8		Berubah warna	Merah	Terdeteksi adanya sifat asam
9		Berubah warna	Merah	Terdeteksi adanya sifat asam
10		Berubah warna	Merah	Terdeteksi adanya sifat asam

Tabel 2 Tabel Hasil Pengujian Sensor dan Aktuator

No	Posisi sampel			Steppe r 1	Kinerja sensor dan aktuator (berurutan)					Jumlah sampel	Keterangan Kinerja Sensor dan Aktuator
	Ping 1	Ping 2	Ping 3		Serv o 1	Serv o 2	TCS 3200	Steppe r 2	Servo 3		
1	>6 cm	> 10 cm	>8 cm	Tidak	Tidak	Tidak	Tidak	Tidak	Tidak	0	Bekerja dengan semestinya
2	>6 cm	> 10 cm	<=8 cm	Ya	Tidak	Ya	Ya	Ya	Ya	1	Bekerja dengan semestinya
3	>6 cm	<= 10 cm	>8 cm	Ya	Ya	Tidak	Tidak	Tidak	Tidak	1	Bekerja dengan semestinya
4	>6 cm	<= 10 cm	<=8 cm	Ya	Ya	Ya	Ya	Ya	Ya	2	Bekerja dengan semestinya
5	<=6 cm	> 10 cm	>8 cm	Ya	Tidak	Tidak	Tidak	Tidak	Tidak	1	Bekerja dengan semestinya
6	<=6 cm	> 10 cm	<=8 cm	Ya	Tidak	Ya	Ya	Ya	Ya	2	Bekerja dengan semestinya
7	<=6 cm	<= 10 cm	>8 cm	Ya	Ya	Tidak	Tidak	Tidak	Tidak	2	Bekerja dengan semestinya
8	<=6 cm	<= 10 cm	<=8 cm	Ya	Ya	Ya	Ya	Ya	Ya	3	Bekerja dengan semestinya

Tabel 3 Tabel Hasil Pengujian Sampel Organik

No. Sampel	Kinerja sensor	Kinerja aktuator	Keluaran LCD	Tingkat keberhasilan	Keterangan
1	Bekerja	Bekerja	Organik :1 Non-organik: 0	Berhasil	Sistem bekerja dengan semestinya
2	Bekerja	Bekerja	Organik :2 Non-organik: 0	Berhasil	Sistem bekerja dengan semestinya
3	Bekerja	Bekerja	Organik :3 Non-organik: 0	Berhasil	Sistem bekerja dengan semestinya
4	Bekerja	Bekerja	Organik :4 Non-organik: 0	Berhasil	Sistem bekerja dengan semestinya
5	Bekerja	Bekerja	Organik :5 Non-organik: 0	Berhasil	Sistem bekerja dengan semestinya
6	Bekerja	Bekerja	Organik :6 Non-organik: 0	Berhasil	Sistem bekerja dengan semestinya
7	Bekerja	Bekerja	Organik :7 Non-organik: 0	Berhasil	Sistem bekerja dengan semestinya
8	Bekerja	Bekerja	Organik :8 Non-organik: 0	Tidak berhasil	Sampel tidak berhenti ditempat yang seharusnya
9	Bekerja	Bekerja	Organik :9 Non-organik: 0	Tidak berhasil	Sampel terlalu kecil
10	Bekerja	Bekerja	Organik :10 Non-organik: 0	Berhasil	Sistem bekerja dengan semestinya

Tabel 4 Tabel Hasil Pengujian Sampel Non-organik

No. Sampel	Kinerja sensor	Kinerja aktuator	Keluaran LCD	Tingkat keberhasilan	Keterangan
1	Bekerja	Bekerja	Organik :1 Non-organik: 0	Berhasil	Sistem bekerja dengan semestinya
2	Bekerja	Bekerja	Organik :2 Non-organik: 0	Berhasil	Sistem bekerja dengan semestinya
3	Bekerja	Bekerja	Organik :2 Non-organik: 1	Berhasil	Sistem bekerja dengan semestinya
4	Bekerja	Bekerja	Organik :3 Non-organik: 1	Tidak berhasil	Sampel berubap posisi ketika dibawa konveyor

No. Sampel	Kinerja sensor	Kinerja aktuator	Keluaran LCD	Tingkat keberhasilan	Keterangan
5	Bekerja	Bekerja	Organik :4 Non-organik: 1	Tidak berhasil	Sampel berubap posisi ketika dibawa konveyor
6	Bekerja	Bekerja	Organik :5 Non-organik: 1	Berhasil	Sistem bekerja dengan semestinya
7	Bekerja	Bekerja	Organik :6 Non-organik: 1	Berhasil	Sistem bekerja dengan semestinya
8	Bekerja	Bekerja	Organik :7 Non-organik: 1	Berhasil	Sistem bekerja dengan semestinya
9	Bekerja	Bekerja	Organik :8 Non-organik: 1	Berhasil	Sistem bekerja dengan semestinya
10	Bekerja	Bekerja	Organik :9 Non-organik: 1	Berhasil	Sistem bekerja dengan semestinya

Tabel 5 Tabel Hasil Pengujian Sensor Ultrasonik

No.	Jarak Objek	Hasil baca Sensor 1	Hasil baca Sensor 2	Hasil baca Sensor 3	%error sensor 1	%error sensor 2	%error sensor 3
1	2 cm	2 cm	2 cm	2 cm	0.00%	0.00%	0.00%
2	4 cm	4 cm	4 cm	4 cm	0.00%	0.00%	0.00%
3	6 cm	6 cm	6 cm	6 cm	0.00%	0.00%	0.00%
4	8 cm	8 cm	7 cm	8 cm	0.00%	12.50%	0.00%
5	10 cm	10 cm	10 cm	10 cm	0.00%	0.00%	0.00%
6	15 cm	15 cm	14 cm	15 cm	0.00%	6.70%	0.00%
7	20 cm	20 cm	19 cm	20 cm	0.00%	5.00%	0.00%

Tabel 6 Tabel Hasil Pengujian Sensor Warna TCS3200

No.	Warna Uji	Mode Filter Merah	Mode Filter Hijau	Mode Filter Biru
1	Merah	6 kHz	11 kHz	9 kHz
2	Jingga	4 kHz	9 kHz	8 kHz
3	Kuning	3 kHz	7 kHz	7 kHz
4	Hijau	9 kHz	8 kHz	9 kHz
5	Biru	9 kHz	7 kHz	5 kHz
6	Pink	4 kHz	8 kHz	6 kHz
7	Ungu	8 kHz	10 kHz	7 kHz
8	Lakmus Merah	5 kHz	7 kHz	6 kHz
9	Lakmus Biru	6 kHz	7 kHz	5 kHz

Tabel 7 Tabel Hasil Pengujian Motor Stepper 1

No.	Jumlah rotasi	Hasil perhitungan $K = 2\pi r$	Hasil rotasi	%error
1	0.5	4.1448 cm	4.3 cm	3.7%
2	1	8.2896 cm	8.4 cm	1.3%
3	2	16.5792 cm	16.7 cm	0.7%
4	3	24.8688 cm	24.8 cm	0.3%
5	3.5	29.0136 cm	29 cm	0.0%

Tabel 8 Tabel Hasil Pengujian Motor Stepper 2

No.	Jumlah rotasi	Hasil Perhitungan $K = 2\pi r$	Hasil rotasi	%error
1	0.25	1.9939 cm	2 cm	0.3%
2	0.5	3.9878 cm	4 cm	0.3%
3	0.75	5.9817 cm	6.1 cm	2.0%
4	1	7.9756 cm	8.2 cm	2.8%
5	2	15.9512 cm	16.5 cm	3.4%

Tabel 9 Tabel Hasil Pengujian Motor Servo

No.	Sudut Busur	Sudut yang dihasilkan Motor Servo 1	Sudut yang dihasilkan Motor Servo 2	Sudut yang dihasilkan Motor Servo 3	%error motor servo 1	%error motor servo 2	%error motor servo 3
1	0°	0°	0°	0°	0.0%	0.0%	0.0%
2	30°	30°	30°	30°	0.0%	0.0%	0.0%
3	45°	45°	45°	45°	0.0%	0.0%	0.0%
4	60°	61°	60°	60°	0.0%	0.0%	0.0%
5	90°	91°	90°	90°	1.1%	0.0%	0.0%
6	135°	136°	135°	136°	0.7%	0.0%	0.7%
7	180°	181°	175°	180°	0.5%	2.8%	0.0%