



**RANCANG BANGUN SISTEM *CONVEYOR* PENYORTIR BUAH KOPI
BERDASARKAN TINGKAT KEMATANGAN MENGGUNAKAN
SENSOR WARNA TCS34725 BERBASIS ESP32**

LAPORAN TUGAS AKHIR

Diajukan Sebagai Syarat Menyelesaikan Pendidikan Pada
Program Studi Sarjana Terapan Teknik Listrik Industri
Departemen Teknologi Industri Sekolah Vokasi
Universitas Diponegoro

Disusun oleh:

Andien A'immatul Sholehah

40040622650016

**PROGRAM STUDI S.Tr TEKNIK LISTRIK INDUSTRI
DEPARTEMEN TEKNOLOGI INDUSTRI
SEKOLAH VOKASI
UNIVERSITAS DIPONEGORO
SEMARANG**

2026

HALAMAN PERSETUJUAN TUGAS AKHIR

RANCANG BANGUN SISTEM *CONVEYOR* PENYORTIR BUAH KOPI
BERDASARKAN TINGKAT KEMATANGAN MENGGUNAKAN
SENSOR WARNA TCS34725 BERBASIS ESP32

Diajukan oleh : Andien A'immatul Sholehah
NIM : 40040622650016

TELAH DISUSUN DAN DITERIMA OLEH

Dosen Pembimbing,



Arkhan Sabari, S.T., M.Kom
NIP. 197710012001121002

Tanggal. 29 September 2026

Mengetahui,
Ketua Program Studi Sarjana Terapan Teknik Listrik Industri
Departemen Teknik Industri Sekolah Vokasi
Universitas Diponegoro



Arkhan Sulhary, S.T., M.Kom
NIP. 197710012001121002

Tanggal. 29 September 2026

HALAMAN PENGESAHAN TUGAS AKHIR

**RANCANG BANGUN SISTEM *CONVEYOR* PENYORTIR BUAH KOPI
BERDASARKAN TINGKAT KEMATANGAN MENGGUNAKAN
SENSOR WARNA TCS34725 BERBASIS ESP32**

Diajukan oleh : Andien A'immatul Sholehah
NIM : 40040622650016

Telah Dipertahankan di depan Dewan Penguji pada:

Hari: Selasa

Tanggal: 29 September 2026

Penguji 1



Fakhruddin Mangkusamito, S.T., M.T.
NIP. 198908202019031012

Penguji 2



Dista Yoel Tadeus, S.T., M.T.
NIP. 198812282015041002

Penguji 3



Arkhan Subari, S.T., M.Kom.
NIP. 197710012001121002

Mengetahui,

Ketua Program Studi Teknik Listrik
Industri Sekolah Vokasi Universitas
Diponegoro



Arkhan Subari, S.T., M.Kom.
NIP. 197710012001121002

SURAT PERNYATAAN KEASLIAN

Saya yang bertanda tangan di bawah ini:

Nama: Andien A'immatul Sholehah

NIM: 40040622650016

Program Studi: Teknik Listrik Industri

Judul Tugas Akhir : **Rancang Bangun Sistem *Conveyor* Penyortir Buah Kopi Berdasarkan Tingkat Kematangan Menggunakan Sensor Warna TCS34725 Berbasis ESP32**

Dengan ini menyatakan bahwa dalam Tugas Akhir ini tidak terdapat karya yang pernah diajukan untuk memperoleh derajat keahlian di suatu Perguruan Tinggi, dan sepanjang pengetahuan juga tidak terdapat karya atau pendapat yang pernah ditulis atau diterbitkan oleh orang lain, kecuali yang secara tertulis diacu dalam naskah ini dan disebutkan dalam daftar pustaka.

Apabila dikemudian hari terbukti plagiat dalam Tugas Akhir ini, maka saya bersedia menerima sanksi sesuai peraturan Mendiknas RI No. 17 Tahun 2010 dan peraturan perundang-undangan yang berlaku.

Semarang, 29 September 2026

Yang Membuat Pernyataan



Andien A'immatul Sholehah

NIM. 40040622650016

HALAMAN PERSEMBAHAN

Dengan memanjatkan puji dan syukur ke hadirat Allah SWT atas segala rahmat, karunia, dan kasih sayang-Nya, sehingga penulis dapat menyelesaikan Tugas Akhir ini. Perjalanan dalam menyelesaikan Tugas Akhir bukanlah proses yang selalu mudah, sehingga pencapaian ini tidak terlepas dari doa, dukungan, ilmu, dan kebaikan berbagai pihak. Dengan penuh rasa syukur dan hormat, karya ini penulis persembahkan kepada::

1. Allah SWT, atas segala nikmat iman, kesehatan, kekuatan, kesabaran, dan kemudahan yang senantiasa menyertai setiap langkah penulis. Atas kehendak dan pertolongan-Nya, penulis mampu melewati berbagai proses hingga Tugas Akhir ini dapat diselesaikan.
2. Kedua orang tua tercinta, yang tidak pernah berhenti untuk selalu memberikan perhatian, doa, dan semangat dalam hidup penulis. Terima kasih atas kasih sayang serta kepercayaan yang diberikan tanpa mengenal lelah kepada setiap langkah penulis hingga mampu menyelesaikan pendidikan ini.
3. Bapak Arkhan Subari, S.T., M.Kom., selaku dosen pembimbing yang telah membimbing penulis sejak proses perancangan hingga penyelesaian Tugas Akhir ini. Terima kasih atas waktu, ilmu, arahan, serta motivasi yang diberikan.
4. Seluruh dosen Program Studi Teknik Listrik Industri Sekolah Vokasi Universitas Diponegoro, yang telah membagikan ilmu, pengalaman, pembelajaran, dan wawasan selama penulis menempuh pendidikan. Setiap ilmu yang diberikan menjadi bagian penting dalam perjalanan akademik dan bekal bagi penulis untuk melangkah ke tahap berikutnya.
5. Diri sendiri, yang telah bertahan dan terus melangkah meskipun dalam prosesnya tidak selalu berjalan sesuai harapan. Terima kasih karena telah memilih untuk tetap berusaha di tengah rasa lelah, keraguan, dan berbagai tantangan yang datang silih berganti. Terima kasih telah belajar untuk

bersabar terhadap proses, berani menghadapi kesulitan, dan tidak menyerah ketika sesuatu terasa begitu berat. Tugas Akhir ini menjadi salah satu bukti bahwa setiap usaha, sekecil apa pun, pada akhirnya memiliki arti. Semoga pencapaian ini menjadi pengingat bahwa diri ini mampu melewati lebih banyak hal dari yang pernah dibayangkan.

6. Teman-teman seperjuangan, khususnya keluarga besar Teknik Listrik Industri Angkatan 2022 Reg-A serta sahabat-sahabat terdekat yang telah menjadi bagian dari perjalanan selama masa perkuliahan, terima kasih atas kebersamaan, bantuan, dukungan, motivasi, tawa, dan berbagai cerita yang telah menemani penulis hingga sampai pada tahap ini. Berbagai kenangan yang tercipta akan menjadi bagian yang berharga dari perjalanan perkuliahan ini.

Pada akhirnya, Tugas Akhir ini bukan hanya menjadi bentuk penyelesaian dari sebuah kewajiban akademik, tetapi juga menjadi bukti dari proses belajar, perjuangan, dan perjalanan yang telah penulis lalui. Semoga karya ini dapat memberikan manfaat bagi perkembangan ilmu pengetahuan serta menjadi langkah awal untuk perjalanan yang lebih luas dan memberikan manfaat bagi masyarakat.

ABSTRAK

Proses penyortiran buah kopi berdasarkan tingkat kematangan merupakan salah satu tahapan penting dalam menjaga kualitas hasil panen. Namun, proses penyortiran yang masih dilakukan secara manual membutuhkan waktu yang relatif lama dan berpotensi menimbulkan ketidakkonsistenan dalam menentukan tingkat kematangan buah. Oleh karena itu, diperlukan sistem penyortiran otomatis yang mampu mengidentifikasi tingkat kematangan, mengarahkan buah sesuai kategori, serta memberikan informasi hasil penyortiran secara *real-time*. Pada penelitian ini dirancang sistem *conveyor* penyortir buah kopi berdasarkan tingkat kematangan menggunakan sensor warna TCS34725 berbasis ESP32. Sensor TCS34725 digunakan untuk membaca karakteristik warna permukaan buah melalui nilai *Red*, *Green*, dan *Blue* (RGB). Data hasil pembacaan tersebut diolah oleh ESP32 untuk menentukan tingkat kematangan buah berdasarkan parameter RGB yang diperoleh dari proses penentuan parameter menggunakan 30 sampel pada masing-masing kategori, yaitu mentah, setengah matang, dan matang. Hasil klasifikasi digunakan untuk mengendalikan motor servo sebagai mekanisme pengarah buah menuju wadah sesuai kategori. Sistem juga dilengkapi sensor *load cell* yang terintegrasi dengan modul HX711 untuk mengukur berat buah pada masing-masing kategori hasil penyortiran. Data hasil klasifikasi ditampilkan melalui LCD sedangkan data hasil pengukuran berat dikirimkan ke *website* berbasis HTML melalui jaringan Wi-Fi. Berdasarkan pengujian terhadap 50 *sample* buah kopi, diperoleh tingkat keberhasilan klasifikasi sebesar 90,00%, dengan keberhasilan tertinggi pada kategori matang sebesar 95,83%, sedangkan kategori mentah memperoleh keberhasilan terendah sebesar 80,00%. Hasil pengujian juga menunjukkan bahwa karakteristik *sample*, seperti variasi warna permukaan, ukuran, dan kondisi fisik buah, dapat memengaruhi hasil pembacaan sensor dan klasifikasi. Pengujian *load cell* terhadap timbangan digital menghasilkan rata-rata *error* sebesar 9,76%, sedangkan kesesuaian data antara serial monitor dan *website* mencapai 100%. Hasil tersebut menunjukkan bahwa sistem telah mampu melakukan proses identifikasi, penyortiran, pengukuran berat, dan monitoring secara terintegrasi, meskipun kinerja klasifikasi masih dapat ditingkatkan melalui penyesuaian parameter dan penambahan variasi *sample* pengujian.

Kata Kunci: Buah kopi, tingkat kematangan, sensor warna TCS34725, ESP32, *load cell*, *website*, penyortiran.

ABSTRACT

The process of sorting coffee cherries based on ripeness is one of the important stages in maintaining the quality of the harvest. However, the sorting process, which is still done manually, takes a relatively long time and has the potential to create inconsistencies in determining the ripeness of the cherries. Therefore, an automatic sorting system is needed that can identify the level of ripeness, direct the cherries according to their category, and provide real-time sorting results. In this study, a conveyor sorting system for coffee cherries based on ripeness was designed using the TCS34725 color sensor based on ESP32. The TCS34725 sensor is used to read the color characteristics of the cherry surface through the Red, Green, and Blue (RGB) values. The data from these readings is processed by the ESP32 to determine the ripeness of the cherries based on RGB parameters obtained from the determination process using 30 samples in each category, namely unripe, half-ripe, and ripe. The classification results are used to control a servo motor as a mechanism for directing the cherries to containers according to their categories. The system is also equipped with a load cell sensor integrated with the HX711 module to measure the weight of the cherries in each category of the sorting results. The classification results are displayed through an LCD, while the weight measurement data is sent to an HTML-based website via Wi-Fi. Based on tests on 50 coffee cherry samples, a classification success rate of 90.00% was achieved, with the highest success in the ripe category at 95.83%, while the unripe category had the lowest success at 80.00%. The test results also showed that sample characteristics, such as surface color variation, size, and physical condition of the cherries, can affect the sensor readings and classification results. The load cell test against the digital scale produced an average error of 9.76%, while the data consistency between the serial monitor and the website reached 100%. These results indicate that the system has been able to perform identification, sorting, weight measurement, and monitoring processes in an integrated manner, although the classification performance can still be improved through parameter adjustments and the addition of sample variation in testing.

Keywords: Coffee cherries, ripeness, TCS34725 color sensor, ESP32, load cell, website, sorting.

KATA PENGANTAR

Puji dan syukur penulis panjatkan ke hadirat Allah SWT atas segala rahmat, pertolongan, dan kehendak-Nya, penulis dapat menyelesaikan Tugas Akhir yang berjudul “RANCANG BANGUN SISTEM *CONVEYOR* PENYORTIR BUAH KOPI BERDASARKAN TINGKAT KEMATANGAN MENGGUNAKAN SENSOR WARNA TCS34725 BERBASIS ESP32.” Tugas Akhir ini disusun sebagai salah satu syarat untuk menyelesaikan pendidikan pada Program Studi Sarjana Terapan di Teknik Listrik Industri, Sekolah Vokasi, Universitas Diponegoro. Dalam proses perancangan, pembuatan, pengujian, hingga penyusunan laporan ini, penulis mengucapkan terima kasih kepada semua pihak yang telah membantu, yaitu kepada:

1. Allah SWT, atas segala rahmat-Nya, yang telah memberikan kelancaran dalam pelaksanaan dan kemudahan dalam proses penyusunan Tugas Akhir ini hingga selesai.
2. Kedua Orang Tua tercinta, yang senantiasa menjadi tempat penulis memperoleh doa dan semangat untuk terus menyelesaikan pendidikan. Terima kasih atas segala pengorbanan, perhatian, dan kepercayaan yang senantiasa diberikan kepada penulis selama perjalanan ini.
3. Prof Dr. Ir. Budiyo, M.Si., selaku Dekan Sekolah Vokasi Universitas Diponegoro yang telah memberikan kesempatan kepada penulis untuk menempuh dan menyelesaikan pendidikan di lingkungan Sekolah Vokasi Universitas Diponegoro.
4. Bapak Arkhan Subari, S.T., M.Kom., selaku Ketua Program Studi Teknik Listrik Industri Sekolah Vokasi Universitas Diponegoro sekaligus Dosen Pembimbing Tugas Akhir yang telah meluangkan waktu untuk memberikan bimbingan, masukan, serta persetujuan terhadap laporan Tugas Akhir ini.

5. Seluruh dosen dan *staff* Program Studi Sarjana Terapan Teknik Listrik Industri Sekolah Vokasi Universitas Diponegoro yang telah membagikan ilmu, pengalaman, pembelajaran, dan wawasan selama penulis menjalani masa perkuliahan.
6. Teman-teman terdekat penulis, Hanun Asrosofi, Putri Amanda Fitri Arta Nugroho, Dinar Salsabiela, Hanifah Kun Fadhillah, Anandya Subsepta Cahyani, Keyla Khairunisa Irawan, dan Anggi Pandaoni Pasaribu yang senantiasa telah hadir dalam berbagai situasi penulis selama proses penyusunan Tugas Akhir ini. Terima kasih telah membantu dan memberi arahan maupun dukungan yang diberikan kepada penulis ketika proses pengerjaan tidak berjalan sesuai dengan yang diharapkan.
7. Serta beberapa pihak yang telah banyak membantu dalam penyusunan Tugas Akhir ini yang tidak dapat penulis sebutkan satu persatu.

Penulis menyadari bahwa penyusunan Tugas Akhir ini masih memiliki kekurangan dan keterbatasan, baik dalam proses maupun hasil yang diperoleh. Oleh karena itu, penulis terbuka terhadap kritik dan saran yang bersifat membangun sebagai bahan evaluasi dan perbaikan di masa yang akan datang. Penulis berharap Tugas Akhir ini tidak hanya menjadi pemenuhan salah satu kewajiban akademik, tetapi juga dapat memberikan manfaat dan menjadi referensi bagi pembaca maupun pihak yang ingin mengembangkan penelitian dan penerapan teknologi serupa.

Semarang, 29 September 2026

Yang Membuat Pernyataan



Andien A'immatul Sholehah

NIM. 40040622650016

DAFTAR ISI

HALAMAN PERSETUJUAN TUGAS AKHIR.....	ii
HALAMAN PENGESAHAN TUGAS AKHIR.....	iii
SURAT PERNYATAAN KEASLIAN.....	iv
HALAMAN PERSEMBAHAN.....	v
ABSTRAK	vii
ABSTRACT	viii
KATA PENGANTAR.....	ix
DAFTAR ISI	xi
DAFTAR GAMBAR	xv
DAFTAR TABEL	xvii
BAB I PENDAHULUAN.....	1
1.1. Latar Belakang.....	1
1.2. Perumusan Masalah	3
1.3. Tujuan Tugas Akhir.....	4
1.4. Manfaat Tugas Akhir.....	4
1.5. Pembatasan Masalah	5
1.6. Sistematika Tugas Akhir	6
BAB II LANDASAN TEORI	9
2.1. Tinjauan Pustaka	9
2.2. Dasar Teori	10
2.2.1. Buah Kopi	10
2.2.2. Ruang Warna RGB.....	13
2.2.3. Sortasi Otomatis.....	15

2.2.4. <i>Belt Conveyor</i>	17
2.2.5. Motor Servo MG996R	19
2.2.6. Motor <i>Stepper</i> Nema17	22
2.2.7. Sensor Warna TCS34725	25
2.2.8. Sensor <i>Load Cell</i>	28
2.2.9. IC HX711 <i>Module</i> Sensor	31
2.2.10. Mikrokontroler ESP32	32
2.2.11. <i>Power Supply</i> (PSU) AC-DC 12V 10A.....	35
2.2.12. <i>Driver</i> Motor <i>Stepper</i> A4988	39
2.2.13. LCD (<i>Liquid Crystal Display</i>) I2C	40
2.2.14. <i>Push Button Switch</i>	42
2.2.15. <i>Emergency Stop Button</i>	43
2.2.16. <i>Web Server</i>	44
BAB III PERANCANGAN TUGAS AKHIR	46
3.1. Perancangan Perangkat Keras (<i>Hardware</i>)	46
3.1.1. <i>Wiring</i> Diagram.....	50
3.1.2. Diagram Blok.....	51
3.2. Perancangan Perangkat Lunak (<i>Software</i>)	53
3.2.1. Penentuan Parameter Klasifikasi Sensor Warna	54
3.2.2. Diagram Alir (<i>Flowchart</i>)	58
3.3. Prinsip Kerja Sistem.....	60
BAB IV PEMBUATAN ALAT	63
4.1. Pembuatan <i>prototype</i>	63
4.2. Peralatan dan Bahan Sistem.....	64
4.3. Perancangan dan Pembuatan PCB	66

4.4. Implementasi Perangkat Keras (<i>Hardware</i>).....	68
4.4.1. Implementasi Rangka dan Sistem <i>Conveyor</i>	68
4.4.2. Implementasi Sistem Penyortiran.....	70
4.4.3. Implementasi Sistem Pengukuran dan Pengolahan Data <i>Load Cell</i>	72
4.4.4. Implementasi Sistem Kontrol.....	72
4.5. Implementasi Perangkat Lunak (<i>Software</i>).....	79
4.5.1. Implementasi Algoritma Pembacaan Data Sensor	79
4.5.2. Implementasi Algoritma Klasifikasi Tingkat Kematangan.....	82
4.5.3. Implementasi Algoritma Penyortiran	83
4.6. Implementasi Antarmuka Monitoring.....	84
4.6.1. <i>Website</i> HTML	84
4.7. Implementasi Keseluruhan Sistem.....	86
BA V PENGUJIAN DAN ANALISA ALAT	88
5.1. Pengujian dan Analisa Sistem	88
5.1.1. Pengujian dan Analisa Sensor Warna TCS34725.....	88
5.1.2. Analisa Klasifikasi Tingkat Kematangan.....	92
5.1.3. Kalibrasi Sensor Warna TCS34725.....	96
5.1.4. Pengujian dan Analisa Sistem Penyortiran.....	98
5.1.5. Pengujian dan Analisa Sensor <i>Load Cell</i>	100
5.1.6. Kalibrasi Sensor <i>Load Cell</i>	102
5.1.7. Pengujian dan Analisa Monitoring <i>Website</i>	105
5.1.8. Analisa Keseluruhan Sistem.....	108
BAB VI KESIMPULAN DAN SARAN	111
6.1. Kesimpulan	111
6.2. Saran.....	113

DAFTAR PUSTAKA.....	115
LAMPIRAN.....	xviii

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1 <i>Coffee Cherries</i>	10
Gambar 2.2 Warna RGB	13
Gambar 2.3 Mesin Sortasi	15
Gambar 2.4 Elemen Sistem <i>Belt Conveyor</i>	17
Gambar 2.5 Sabuk Strip Baja dan Tekstil.....	18
Gambar 2.6 Motor Servo MG996R.....	19
Gambar 2.7 Jenis Motor Servo	19
Gambar 2.8 Pemberian Pulsa Motor Servo [7].....	20
Gambar 2.9 <i>Stepper</i> Motor Nema17.....	22
Gambar 2.10 TCS34725 <i>Color Sensor</i>	25
Gambar 2.11 Pin Sensor TCS34725	27
Gambar 2.12 Sensor <i>Load Cell</i>	28
Gambar 2.13 IC HX711 <i>Module Sensor</i>	31
Gambar 2.14 Mikrokontroler ESP32.....	32
Gambar 2.15 <i>Power Supply</i> AC-DC 12V 10A	35
Gambar 2.16 A4988 <i>Stepper Motor Driver</i>	39
Gambar 2.17 LCD (<i>Liquid Crystal Display</i>) I2C	40
Gambar 2.18 <i>Push Button Switch</i>	42
Gambar 2.19 <i>Emergency Stop Button</i>	43
Gambar 2.20 <i>Web Server</i>	44
Gambar 2.21 <i>Input Data on HTML Form</i> ESP32	45
Gambar 3.1 Tampak Kiri	47
Gambar 3.2 Tampak Kanan	47
Gambar 3.3 <i>Wiring Diagram</i> Sistem.....	50
Gambar 3.4 Diagram Blok Sistem.....	51
Gambar 3.5 Diagram Alir (<i>Flowchart</i>).....	58
Gambar 4.1 <i>Layout Design</i> PCB pada EasyEDA.....	66
Gambar 4.2 Realisasi <i>Layout Design</i> PCB EasyEDA pada papan PCB.....	67

Gambar 4.3 Rangka Sistem <i>Drive Pulley Belt Conveyor</i>	69
Gambar 4.4 Algoritma Pengendalian Servo dan Nilai <i>Step Conveyor</i>	71
Gambar 4.5 Penempatan ESP32	73
Gambar 4.6 Penempatan Pengamatan Sensor	74
Gambar 4.7 Sistem <i>Load Cell</i>	76
Gambar 4.8 Konfigurasi Pin <i>Driver A4988</i> dan Motor Servo pada ESP32	77
Gambar 4.9 Implementasi Program Pembacaan Data Sensor TCS34725	80
Gambar 4.10 Tampilan <i>Website</i> Monitoring	85
Gambar 5.1 Diameter <i>Sample</i> Buah Kopi	88
Gambar 5.2 Waktu Stabilisasi Program	96
Gambar 5.3 Inisialisasi dan Pemilihan Kategori Kalibrasi TCS34725	97
Gambar 5.4 Proses Kalibrasi Multi-Point <i>Load Cell</i>	103
Gambar 5.5 Kalibrasi Berat Referensi	104

DAFTAR TABEL

Tabel 2.1 Nilai Rata-Rata RGB Berdasarkan Tingkat Kematangan Buah Kopi ...	12
Tabel 2.2 Rentang Nilai <i>Minimum</i> dan <i>Maximum</i> RGB Berdasarkan Tingkat Kematangan Buah Kopi	14
Tabel 2.3 Spesifikasi Motor Servo MG996R	21
Tabel 2.4 Spesifikasi Motor <i>Stepper</i> Nema17	24
Tabel 2.5 Spesifikasi Sensor Warna TCS34725	26
Tabel 2.6 Konfigurasi Pin Sensor Warna TCS34725.....	27
Tabel 2.7 Spesifikasi Sensor <i>Load Cell</i>	29
Tabel 2.8 HX711 <i>Specifications</i>	31
Tabel 2.9 Spesifikasi ESP32.....	33
Tabel 2.10 Spesifikasi Adaptor PSU AC-DC 12V 5A.....	37
Tabel 2.11 <i>Pinout</i> Adaptor PSU AC-DC 12V 10A.....	38
Tabel 2.12 A4988 <i>Specifications</i>	40
Tabel 4.1 Bahan Penelitian.....	64
Tabel 4.2 Peralatan Penelitian.....	65
Tabel 5.1 Hasil Pembacaan Sensor TCS34725.....	89
Tabel 5.2 Nilai Rata-Rata RGB <i>Sample</i> Berhasil.....	93
Tabel 5.3 Persentase Keberhasilan Klasifikasi Sistem	95
Tabel 5.4 Parameter Pergerakan <i>Conveyor</i> pada Proses Penyortiran.....	99
Tabel 5.5 Hasil Perbandingan Pengujian.....	100
Tabel 5.6 Hasil Pengujian Monitoring <i>Website</i>	106