

**RANCANG BANGUN SISTEM DETEKSI CACAT *COLOR DOT* PADA
KANTONG CETAK KOMPONEN ELEKTRONIK BERBASIS YOLOV5**

TUGAS AKHIR



Raja Partahi Hutasoit

2201010012

**PROGRAM STUDI TEKNIK ELEKTRO
JURUSAN TEKNIK ELEKTRO DAN INFORMATIKA
FAKULTAS TEKNIK DAN TEKNOLOGI KEMARITIMAN
UNIVERSITAS MARITIM RAJA ALI HAJI
TANJUNGPINANG**

2026

**RANCANG BANGUN SISTEM DETEKSI CACAT COLOR DOT PADA
KANTONG CETAK KOMPONEN ELEKTRONIK BERBASIS YOLOV5**

Tugas Akhir

Skema Skripsi

Tugas Akhir diajukan sebagai salah satu persyaratan memperoleh gelar Sarjana

Teknik pada Program Studi Teknik Elektro



Raja Partahi Hutasoit

2201010012

**PROGRAM STUDI TEKNIK ELEKTRO
JURUSAN TEKNIK ELEKTRO DAN INFORMATIKA
FAKULTAS TEKNIK DAN TEKNOLOGI KEMARITIMAN
UNIVERSITAS MARITIM RAJA ALI HAJI
TANJUNGPINANG
2026**

**PERNYATAAN MENGENAI TUGAS AKHIR DAN
SUMBER INFORMASI SERTA PELIMPAHAN HAK CIPTA**

Saya Mahasiswa yang betanda tangan dibawah ini:

Nama : Raja Partahi Hutasoit

NIM : 2201010012

Tempat/Tanggal Lahir : Batam/ 09 April 2003

Dengan ini saya menyatakan bahwa tugas akhir berjudul “Rancang Bangun Sistem Deteksi Cacat *Color Dot* Pada Kantong Cetak Komponen Elektronik Berbasis *Yolov5*” adalah benar karya saya dengan arahan dari komisi pembimbing dan belum diajukan dalam bentuk apa pun kepada perguruan tinggi mana pun. Sumber informasi yang berasal atau dikutip dari karya yang diterbitkan maupun tidak diterbitkan dari penulis lain telah disebutkan dalam teks dan dicantumkan dalam Daftar Pustaka di bagian akhir skripsi ini.

Apabila di kemudian hari terbukti pernyataan saya tidak benar dan melanggar peraturan yang berlaku dalam karya tulis dan hak intelektual, maka saya bersedia ijazah yang telah saya terima untuk ditarik kembali oleh Universitas Maritim Raja Ali Haji dan menerima sanksi lainnya sesuai dengan peraturan yang berlaku. Dengan ini saya melimpahkan hak cipta dari karya tulis saya kepada Universitas Maritim Raja Ali Haji.

Tanjungpinang, 11 Maret 2026



Raja Partahi Hutasoit
NIM 2201010012



© Hak Cipta Milik Universitas Maritim Raja Ali Haji, Tahun 2026

Hak Cipta Dilindungi Undang- Undang

Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan atau menyebutkan sumbernya. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik, atau tinjauan suatu masalah; dan pengutipan tersebut tidak merugikan kepentingan Universitas Maritim Raja Ali Haji.

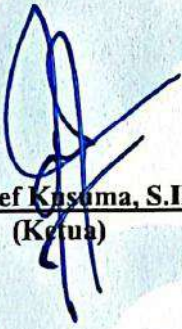
Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Universitas Maritim Raja Ali Haji.



HALAMAN PERSETUJUAN

Judul : Rancang Bangun Sistem Deteksi Cacat *Color Dot*
Pada Kantong Cetak Komponen Elektronik Berbasis
Yolov5
Nama : Raja Partahi Hutasoit
NIM : 2201010012
Program Studi : Teknik Elektro
Tanggal Persetujuan : 26 Februari 2026

Disetujui oleh,
Komisi Pembimbing


Hollanda Arief Kusuma, S.IK, M.Si.
(Ketua)


Tonny Suhendra, S.T., M.Cs.
(Anggota)

HALAMAN PENGESAHAN

Judul : Rancang Bangun Sistem Deteksi Cacat *Color Dot*
Pada Kantong Cetak Komponen Elektronik
Berbasis Yolov5

Nama : Raja Partahi Hutasoit

NIM : 2201010012

Telah berhasil dipertahankan di hadapan Komisi Penguji sebagai bagian persyaratan yang diperlukan dalam memperoleh gelar Sarjana Teknik pada Program Studi Teknik Elektro, Jurusan Teknik Elektro dan Informatika, Fakultas Teknik dan Teknologi Kemaritiman, Universitas Maritim Raja Ali Haji.

KOMISI PENGUJI

Ketua	: M. Hasbi Sidqi Alajuri, S.I.K., M.Si.	(.....)
Anggota I	: Bavitra, M.Si.	(.....)
Anggota II	: Nurul Hayaty, S.T., M.Cs.	(.....)
Anggota III	: Hollanda Arief Kusuma, S.I.K., M.Si.	(.....)
Anggota IV	: Tonny Suhendra, S.T., M.Cs.	(.....) 14-16

Mengetahui,

Ketua Jurusan Teknik Elektro dan Informatika

Hollanda Arief Kusuma, S.I.K., M.Si

NIP. 1989040112019031016

Tanggal Ujian: 11-03-2026

Tanggal Lulus: 09-04-2026

PRAKATA

Puji dan syukur penulis panjatkan ke hadirat Tuhan Yang Maha Esa atas segala berkat dan kasih karunia-Nya, sehingga laporan tugas akhir ini dapat diselesaikan dengan baik. Tugas akhir ini dilaksanakan pada bulan Desember 2025 hingga Maret 2026. Dengan judul “*Rancang Bangun Sistem Deteksi Cacat Color Dot pada Kantong Cetak Komponen Elektronik Berbasis YOLOv5*”.

Pada kesempatan ini, penulis menyampaikan ucapan terima kasih kepada:

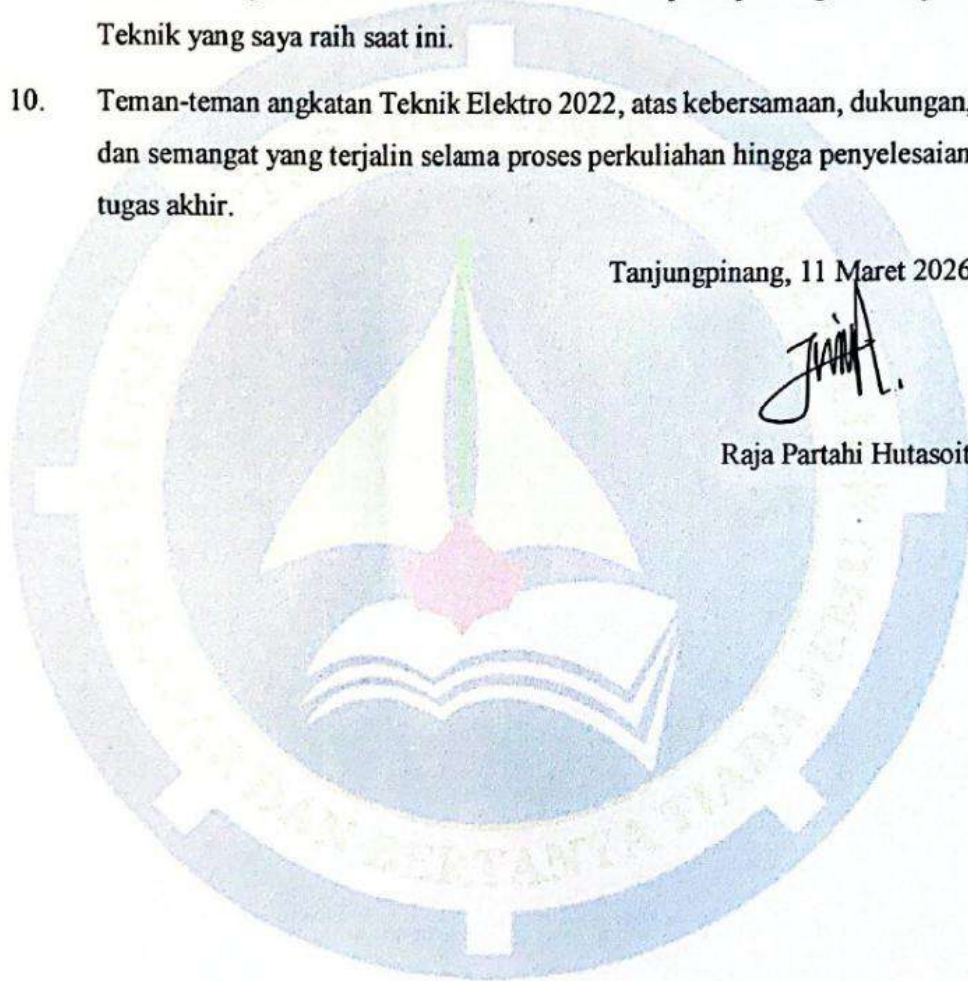
1. Tuhan Yang Maha Esa, atas rahmat, kesehatan, dan kelancaran yang diberikan selama proses penyusunan tugas akhir.
2. Alm. Ayah tercinta, Jesman Hutasoit, S.H. atas keteladanan, nilai kehidupan, serta semangat juang yang senantiasa menjadi motivasi bagi penulis dalam menyelesaikan tugas akhir ini.
3. Ibu tercinta, Leni br. Sihombing, atas doa yang tiada henti, kasih sayang, dukungan moral, serta perhatian yang selalu menguatkan penulis selama proses studi dan penyusunan tugas akhir.
4. Tabernakel Hutasoit, Ayub Hutasoit, Ersya Trisnawati, Bunga Aprilia, dan Ali Riaz Bhalli atas dukungan, nasihat, serta motivasi yang diberikan kepada penulis selama menempuh pendidikan.
5. Bapak Hollanda Arief Kusuma, S.IK., M.Si. dan Bapak Tonny Suhendra, S.T., M.Cs., selaku dosen pembimbing, atas bimbingan, arahan, serta saran yang diberikan selama proses penyusunan tugas akhir.
6. Ibu Husnul Khotimah, selaku *Manager Human Resource*, Bapak Achmad Arif Wachyudi, selaku *Head of Department (HOD)*, dan Bapak Parlin Hamonangan Siregar, selaku *Engineer Assistant*, atas dukungan dan kesempatan yang diberikan selama pelaksanaan penelitian.
7. Ibu Septia Refly, S.Pd., M.Si, selaku dosen Pembimbing Akademik, serta Bapak Ir. Sapta Nugraha, S.T., M.Eng, selaku pembina UKM Robotika UMRAH.

9. Kepada UKM Robotika UMRAH, atas kesempatan dan pengalaman berharga yang telah membentuk kompetensi teknis serta karakter profesional saya. Melalui berbagai proses baik Kepemimpinan, Management Waktu, dan Bertanggung Jawab hingga akhir periode, Perlombaan demi perlombaan dilewati hingga bisa meraih 4 podium di tahun 2025. Pengalaman tersebut menjadi bagian penting dalam perjalanan akademik saya dan turut berkontribusi dalam pencapaian gelar Sarjana Teknik yang saya raih saat ini.
10. Teman-teman angkatan Teknik Elektro 2022, atas kebersamaan, dukungan, dan semangat yang terjalin selama proses perkuliahan hingga penyelesaian tugas akhir.

Tanjungpinang, 11 Maret 2026



Raja Partahi Hutasoit



DAFTAR ISI

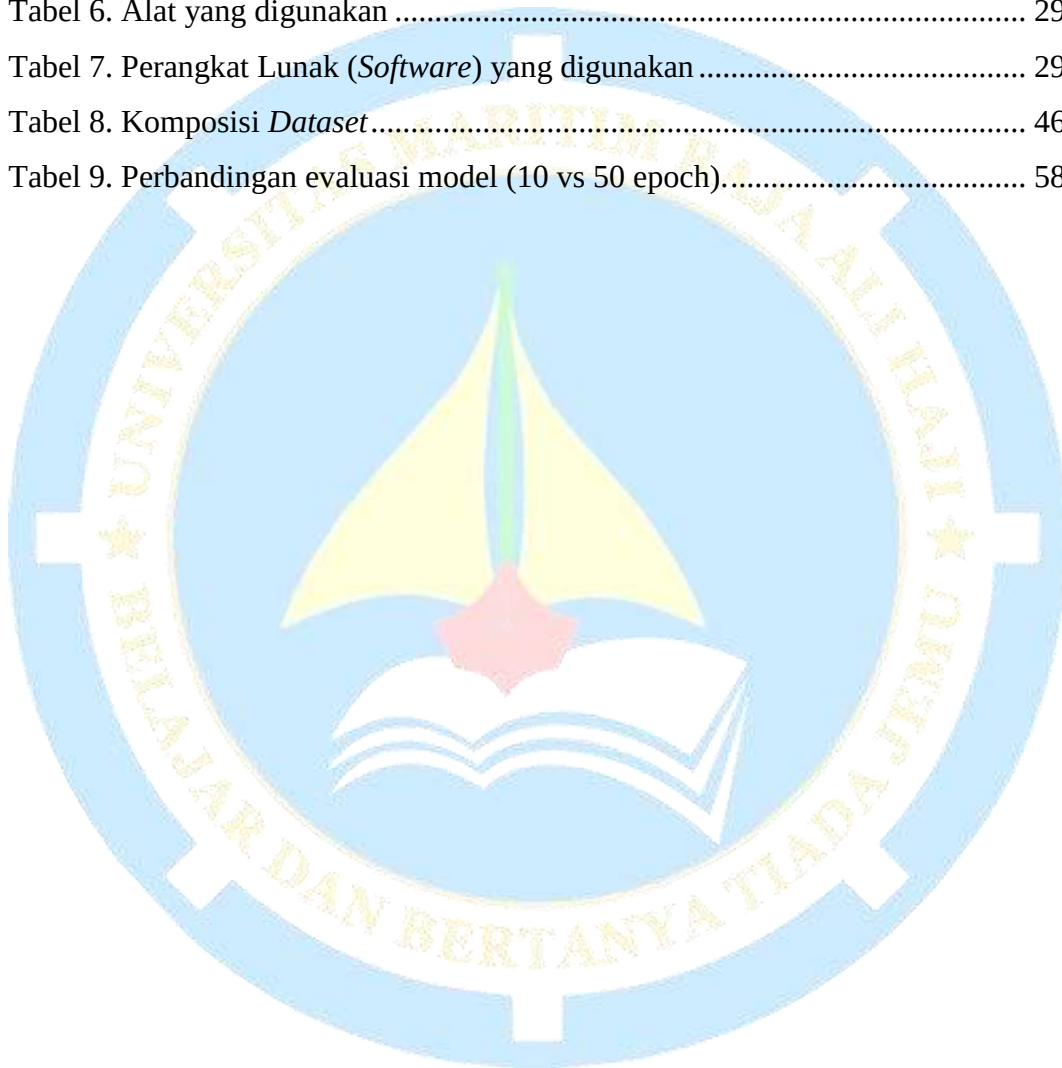
HALAMAN PERSETUJUAN.....	iv
HALAMAN PENGESAHAN.....	v
ABSTRAK	vi
ABSTRACT	vii
PRAKATA.....	viii
DAFTAR ISI.....	x
DAFTAR TABEL.....	xiii
DAFTAR GAMBAR	xiv
DAFTAR LAMPIRAN.....	xvi
BAB I PENDAHULUAN	1
A. Latar Belakang	1
B. Perumusan Masalah	3
C. Batasan Penelitian	3
D. Tujuan Penelitian	4
E. Manfaat Penelitian	4
BAB II KAJIAN LITERATUR	6
A. Tinjauan Pustaka	6
B. Landasan Teori.....	8
1. Color Dot	8
2. <i>Region of Interest</i> (ROI)	8
3. Analisis Warna Pada Citra Digital	9
4. Convolutional Neural Network.....	12
5. <i>Overfitting</i> dan <i>Underfitting</i>	13
6. You Only Look Once (YOLO) v5.....	15

7. Sistem Kendali Tertanam (<i>Embedded System</i>).....	19
C. Komponen.....	20
1. Kamera ELP <i>Global Shutter</i>	20
2. Mini PC GMKTEC.....	22
4. Module Relay 4 Chanel dan Relay My2n Omron	25
5. <i>Tower Light</i>	26
BAB III METODE PENELITIAN.....	27
A. Waktu dan Tempat Penelitian.....	27
B. Bahan dan Alat.....	27
C. Prosedur Pelaksanaan Penelitian.....	30
D. Perancangan Sistem	32
E. Perancangan Model.....	34
F. Perancangan Perangkat	38
G. Perancangan GUI dengan PyQt	40
H. Tahapan Pengujian dan Analisis Data	41
BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN	45
A. Hasil Akuisisi Data dan Data Uji.....	45
1. Variasi Dataset.....	45
2. Pembagian Dataset.....	45
B. Hasil Perancangan Model	46
1. <i>Import Library</i>	47
2. Konfigurasi Dataset dan Parameter Training.....	47
3. Hasil Anotasi dan Pembuatan <i>Bounding Box</i>	49
C. Hasil Pelatihan Model YOLOv5.....	50
1. Analisis <i>Train Box Loss</i>	50
2. Analisis <i>Train Object Loss</i>	52

3.	<i>Analisis Train Precision</i>	53
4.	<i>Analisis mAP@0.5 dan mAP@0.5:0.95</i>	54
5.	<i>Pertimbangan Durasi Pelatihan Model</i>	56
6.	<i>Pemilihan Model Akhir</i>	57
7.	<i>Uji Testing</i>	59
D.	<i>Hasil Rancangan GUI</i>	61
1.	<i>Hasil GUI</i>	61
2.	<i>Hasil Penentuan Region of Interest (ROI)</i>	62
3.	<i>Hasil Analisis Warna Berbasis HSV</i>	63
4.	<i>Hasil Validasi Titik Warna Berdasarkan Karakteristik Bentuk</i>	65
5.	<i>Hasil Penentuan Kondisi Color Dot (PASS / REJECT)</i>	66
6.	<i>Hasil Deteksi Sistem Inspeksi Visual</i>	66
E.	<i>Hasil Perancangan Perangkat</i>	67
1.	<i>Hasil Desain Mekanikal</i>	67
2.	<i>Hasil Desain Elektrikal</i>	68
3.	<i>Hasil Desain Firmware</i>	69
F.	<i>Hasil Uji Keseluruhan Sistem</i>	70
G.	<i>Hasil Uji Lapang</i>	71
H.	<i>PEMBAHASAN</i>	75
BAB V SIMPULAN DAN SARAN		78
A.	<i>Simpulan</i>	78
B.	<i>Saran</i>	79
DAFTAR PUSTAKA		80
LAMPIRAN		86

DAFTAR TABEL

Tabel 1. <i>Performance Metrics Comparasion</i>	19
Tabel 2. Spesifikasi Kamera <i>ELP Global Shutter</i>	21
Tabel 3. Spesifikasi Mini PC GMKTEC NucBoxK7 Plus	23
Tabel 4. Spesifikasi ESP32 Dev Module	24
Tabel 5. Bahan yang digunakan	28
Tabel 6. Alat yang digunakan	29
Tabel 7. Perangkat Lunak (<i>Software</i>) yang digunakan	29
Tabel 8. Komposisi <i>Dataset</i>	46
Tabel 9. Perbandingan evaluasi model (10 vs 50 epoch).....	58



DAFTAR GAMBAR

Gambar 1. Ilustrasi <i>Color dot</i> pada Komponen Elektronik	8
Gambar 2. Geometri Tabung Ruang Warna HSV	10
Gambar 3. Objek bunga dengan Citra Asli (a) dan Hasil Segmentasi (b)	10
Gambar 4. Komponen CNN.....	12
Gambar 5. <i>Underfitting</i> dan <i>Overfitting</i> di ML.....	13
Gambar 6. Bounding Box YOLO	15
Gambar 7. Proses Deteksi Pada YOLO.	17
Gambar 8. Arsitektur YOLOv5.....	18
Gambar 9. Kamera ELP Global Shutter.....	21
Gambar 10. Mini PC NuckBox K7 Plus	22
Gambar 11. ESP32 Dev Module.....	24
Gambar 12. Module Relay 4 Channel.....	25
Gambar 13. Relay My2n Omron.....	25
Gambar 14. <i>Tower Light</i>	26
Gambar 15. Lokasi Penelitian	27
Gambar 16. Prosedur Pelaksanaan Penelitian.....	31
Gambar 17. Perancangan Sistem.....	32
Gambar 18. Perancangan Model	34
Gambar 19. Ilustrasi Pengambilan Citra Kantong Cetak.....	35
Gambar 20. Ilustrasi Bounding Box	36
Gambar 21. Proses Augmentasi	36
Gambar 22. Training Dataset pada Mini PC GMKTEC	37
Gambar 23. Desain Rancangan Tata Letak Perangkat.....	39
Gambar 24. Ilustrasi Rancangan Tampilan GUI Mesin <i>Moding</i>	41
Gambar 25. Diagram yang mewakili <i>Inersection Over Union</i> (IoU)	42
Gambar 26. Variasi kondisi <i>color dot</i> pada citra <i>dataset</i> kantong cetak	45
Gambar 27. <i>Import Library</i>	47
Gambar 28. Konfigurasi <i>Dataset</i>	47
Gambar 29. Parameter <i>Training</i>	47
Gambar 30. Pemuatan <i>Dataset</i>	48
Gambar 31. Pelatihan dan Pembaruan Model.....	48

Gambar 32. GUI Anotasi <i>Bounding Box</i> Dataset.....	49
Gambar 33. Perbandingan <i>box loss</i> model YOLOv5 pada 10 dan 50 <i>epoch</i>	51
Gambar 34. Perbandingan <i>object loss</i> model YOLOv5 pada 10 dan 50 <i>epoch</i>	52
Gambar 35. Perbandingan <i>precision</i> model YOLOv5 pada 10 dan 50 <i>epoch</i>	53
Gambar 36. Perbandingan <i>mAP@0.5</i> model YOLOv5 pada 10 dan 50 <i>epoch</i>	55
Gambar 37. Perbandingan <i>mAP@0.95</i> model YOLOv5 pada 10 dan 50 <i>epoch</i> . ..	56
Gambar 38. Grafik <i>box loss</i> pelatihan dan validasi yang menunjukkan konvergensi model.....	59
Gambar 39. Grafik <i>objek loss</i> pelatihan dan validasi yang menunjukkan konvergensi model.	59
Gambar 40. Diagram Alur Sistem Inspeksi Visual.	61
Gambar 41. Tampilan Antarmuka Utama <i>Graphical User Interface</i> (GUI) Sistem Inspeksi Visual.....	62
Gambar 42. Hasil Pembagian Wilayah ROI	63
Gambar 43. Hasil Segmentasi Warna Berbasis HSV.....	64
Gambar 44. Validasi Kontur	65
Gambar 45. Visualisasi Keputusan GUI.....	66
Gambar 46. Tampilan Hasil Deteksi Objek dan Klasifikasi <i>PASS/REJECT</i> pada GUI.....	67
Gambar 47. Rancangan Mekanik Sistem Inspeksi Visual Dengan Kamera Dan Pencahayaan.....	68
Gambar 48. Rancangan Sistem Elektrikal Inspeksi Visual.....	69
Gambar 49. Diagram Alir (<i>Flowchart</i>) Firmware Mikrokontroler ESP32 Pada Sistem Inspeksi Visual.	70
Gambar 50. Indikator Hasil Inspeksi Pada Kondisi A) <i>REJECT</i> Dan B) <i>PASS</i> . .	71
Gambar 51. Perbandingan Hasil Inspeksi Operator QC Dan Berbasis AI.....	72
Gambar 52. Perbandingan FPS Dan Total Waktu Respon Selama Uji Lapangan	72
Gambar 53. Hasil Keseluruhan Uji Lapang	74

DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran 1. Kode Program Sistem Inspeksi.....	86
Lampiran 2. Kode Program GUI.....	87
Lampiran 3. Kode Program Firmware ESP32 Pada Arduino IDE.....	88
Lampiran 4. Hasil Data Uji dan Data Lapang.....	89

