

SKRIPSI

**PENGEMBANGAN SISTEM PENYORTIRAN
OTOMATIS UNTUK BUAH MENGGUNAKAN
PENGENDALI LENGAN ROBOT**



Oleh:

TIA MELINDA PUTRI

03051282126084

PROGRAM STUDI TEKNIK MESIN

JURUSAN TEKNIK MESIN

FAKULTAS TEKNIK

UNIVERSITAS SRIWIJAYA

2024

SKRIPSI

**PENGEMBANGAN SISTEM PENYORTIRAN
OTOMATIS UNTUK BUAH MENGGUNAKAN
PENGENDALI LENGAN ROBOT**

**Diajukan Sebagai Salah Satu Syarat Untuk Mendapatkan Gelar Sarjana
Teknik Mesin Pada Fakultas Teknik Universitas Sriwijaya**



OLEH

TIA MELINDA PUTRI

03051282126084

PROGRAM STUDI TEKNIK MESIN

JURUSAN TEKNIK MESIN

FAKULTAS TEKNIK

UNIVERSITAS SRIWIJAYA

2024

HALAMAN PENGESAHAN

**PENGEMBANGAN SISTEM PENYORTIRAN OTOMATIS
UNTUK BUAH MENGGUNAKAN PENGENDALI LENGAN
ROBOT**

SKRIPSI

Diajukan Untuk Melengkapi Salah Satu Syarat
Memperoleh Gelar Sarjana Teknik Mesin
Pada Fakultas Teknik Universitas Sriwijaya

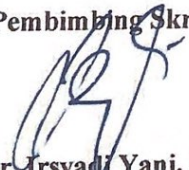
Oleh:

TIA MELINDA PUTRI
03051282126084

Palembang, 31 Desember 2024

Diperiksa dan disetujui oleh

Pembimbing Skripsi I


Ir. Irsyad Yani, S.T., M.Eng., Ph.D.
NIP. 197112251997021001

Pembimbing Skripsi II


Albar Teguh Rakoso, S.T., M.T.
NIP. 199204122002031009

Mengetahui,

Ketua Jurusan Teknik Mesin


Prof. Ir. Amir Arifin, S.T., M.Eng., Ph.D.
NIP. 197909272003121004

JURUSAN TEKNIK MESIN

Agenda No.

:137/TM/AK/2024

FAKULTAS TEKNIK

Diterima Tanggal

:14 Januari 2025

UNIVERSITAS SRIWIJAYA

Paraf



SKRIPSI

NAMA : TIA MELINDA PUTRI

NIM : 03051282126084

JURUSAN : TEKNIK MESIN

JUDUL SKRIPSI : PENGEMBANGAN SISTEM
PENYORTIRAN OTOMATIS UNTUK
BUAH MENGGUNAKAN PENGENDALI
LENGAN ROBOT

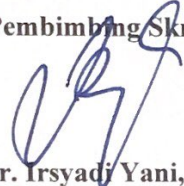
DIBUAT TANGGAL : 1 JULI 2024

SELESAI TANGGAL : 20 DESEMBER 2024

Palembang, 31 Desember 2024

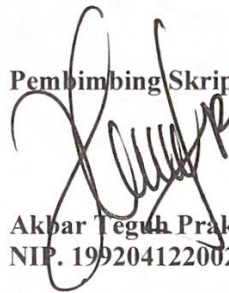
Diperiksa dan disetujui oleh

Pembimbing Skripsi I



Ir. Irsyad Yani, S.T., M.Eng., Ph.D.
NIP. 197112251997021001

Pembimbing Skripsi II



Akbar Teguh Prakoso, S.T., M.T.
NIP. 199204122002031009

Mengetahui,

Ketua Jurusan Teknik Mesin



Prof. Ir. Amir Arifin, S.T., M.Eng., Ph.D.
NIP. 197909272003121004

HALAMAN PERSETUJUAN

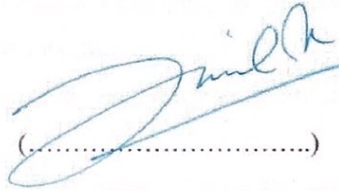
Karya tulis ilmiah berupa Skripsi ini dengan judul “Pengembangan Sistem Penyortiran Otomatis Untuk Buah Menggunakan Pengendali Lengan Robot” telah dipertahankan di hadapan Tim Penguji Karya Tulis Ilmiah Fakultas Teknik Program Studi Teknik Mesin Universitas Sriwijaya pada tanggal 31 Desember 2024.

Palembang, 31 Desember 2024

Tim Penguji Karya tulis ilmiah berupa Skripsi:

Ketua :

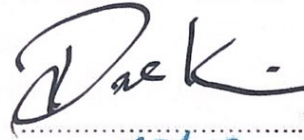
1. Dr. H. Ismail Thamrin S.T., M.T.
NIP. 197209021997021001




(.....)

Anggota :

2. Zulkarnain, S.T., M.Sc., Ph.D.
NIP. 198105102005011005
3. Ir. Barlin, S.T, M.Eng, Ph.D.
NIP. 198106302006041001



(.....)




(.....)

Mengetahui,
Ketua Program Studi Teknik Mesin



Prof. Ir. Amir Arifin, S.T., M.Eng., Ph.D.
NIP. 197909272003121004

Diperiksa dan disetujui oleh
Pembimbing Skripsi



Ir. Irsyad Yani, S.T., M.Eng., Ph.D.
NIP. 197112251997021001

KATA PENGANTAR

Puji dan syukur atas rahmat Allah SWT, atas dengan rahmat dan karunia-Nya sehingga penulis dapat menyelesaikan skripsi dengan baik yang berjudul “Pengembangan Sistem Penyortiran Otomatis Untuk Buah Menggunakan Pengendali Lengan Robot”

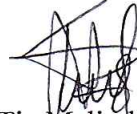
Skripsi ini merupakan salah satu syarat untuk memperoleh gelar Sarjana Teknik pada Jurusan Teknik Mesin Fakultas Teknik Universitas Sriwijaya. Dalam penyusunan skripsi ini tentunya penulis tidak bekerja sendirian. Oleh karena itu, dalam kesempatan ini penulis ingin mengucapkan banyak terima kasih pada pihak terkait antara lain:

1. Kedua orang tua, Bapak Rusli dan Ibu Susila Yanti yang telah memberikan dukungan dan doa selama penyusunan skripsi ini.
2. Saudara saya, Juan Winata, S.T. yang telah memberikan masukan dalam penulisan skripsi ini.
3. Bapak Prof. Amir Arifin, S.T., M.Eng., Ph.D. selaku Ketua Jurusan Teknik Mesin Fakultas Teknik Universitas Sriwijaya
4. Bapak Ir. Barlin, S.T, M.Eng, Ph.D. selaku Sekretaris Jurusan Teknik Mesin Fakultas Teknik Universitas Sriwijaya
5. Bapak Ir. Irsyadi Yani, S.T., M.Eng., Ph.D. dan Bapak Akbar Teguh Prakoso, S.T., M.T.selaku Dosen Pembimbing Skripsi yang telah berkenan memberi tambahan ilmu dan solusi pada penulisan skripsi ini.
6. Prof. Nai-Shang Liou dan Lu atas bimbingan, dukungan dan ilmu yang telah diberikan selama proses penelitian ini.
7. Seluruh Dosen di Jurusan Teknik Mesin Fakultas Teknik Universitas Sriwijaya, yang telah memberikan ilmu yang bermanfaat kepada penulis selama masa perkuliahan.
8. Saudari Valencya Febriyanty Cadine selaku rekan seperjuangan dalam penelitian dan penulisan skripsi ini.

9. Sahabat saya, Alfazri, Melvina, Reihan, Putri dan semua anggota Basecamp yang telah memberikan dukungan secara emosional untuk menyelesaikan penulisan skripsi ini.
10. Seluruh teman-teman Teknik Mesin Universitas Sriwijaya

Penulis berharap semoga skripsi ini dapat bermanfaat dalam hal pembelajaran khususnya bagi Jurusan Teknik Mesin Fakultas Teknik Universitas Sriwijaya.

Palembang, 31 Desember 2024



Tia Melinda Putri
NIM 03051282126084

HALAMAN PERNYATAAN PERSETUJUAN PUBLIKASI

Yang bertanda tangan di bawah ini:

Nama : Tia Melinda Putri

NIM : 03051282126084

Judul : Pengembangan Sistem Penyortiran Otomatis Untuk Buah
Menggunakan Pengendali Lengan Robot

Memberikan izin kepada Pembimbing dan Universitas Sriwijaya untuk mempublikasikan hasil penelitian saya untuk kepentingan akademik apabila dalam waktu 1 (satu) tahun tidak mempublikasikan karya penelitian saya. Dalam kasus ini saya setuju untuk menempatkan Pembimbing sebagai penulis korespondensi (*corresponding author*).

Demikian pernyataan saya buat dalam keadaan sadar dan tanpa ada paksaan dari pihak manapun.

Palembang, 31 Desember 2024



Tia Melinda Putri
NIM. 03051282126084

HALAMAN PERNYATAAN INTEGRITAS

Yang bertanda tangan di bawah ini:

Nama : Tia Melinda Putri

NIM : 03051282126084

Judul : Pengembangan Sistem Penyortiran Otomatis Untuk Buah
Menggunakan Pengendali Lengan Robot

Menyatakan bahwa skripsi saya merupakan hasil karya saya sendiri didampingi tim pembimbing dan bukan hasil penjiplakan/plagiat. Apabila ditemukan unsur penjiplakan/plagiat dalam skripsi ini, maka saya bersedia menerima sanksi akademik dari Universitas Sriwijaya sesuai dengan aturan yang berlaku.

Demikian pernyataan saya buat dalam keadaan sadar dan tanpa ada paksaan dari pihak manapun.



Palembang, 31 Desember 2024



Tia Melinda Putri
NIM. 03051282126084

RINGKASAN

PENGEMBANGAN SISTEM PENYORTIRAN OTOMATIS UNTUK BUAH MENGGUNAKAN PENGENDALI LENGAN ROBOT

Karya tulis ilmiah berupa skripsi, 31 Desember 2024

Tia Melinda Putri, dibimbing oleh Ir. Irsyadi Yani, S.T., M.Eng., Ph.D., xxviii + 62 Halaman, 4 Tabel, 29 Gambar, 10 Lampiran

Penelitian ini dilatarbelakangi oleh kebutuhan akan sistem otomatisasi dalam industri agrikultur, khususnya untuk proses penyortiran buah-buahan seperti achacha. Secara tradisional, penyortiran buah dilakukan secara manual, yang rentan terhadap kesalahan dan memakan waktu. Dengan perkembangan teknologi visi komputer dan *machine learning*, proses ini dapat diotomatisasi untuk meningkatkan efisiensi dan akurasi. Penelitian ini bertujuan untuk mengembangkan sistem penyortiran otomatis menggunakan lengan robot Epson SCARA T3-B yang terintegrasi dengan model deteksi objek berbasis YOLOv8. Sistem ini menggabungkan teknologi pengolahan citra, algoritma *deep learning*, dan kontrol robotik untuk mendeteksi dan menyortir buah berdasarkan karakteristik tertentu seperti ukuran dan tingkat kematangan.

Proses penelitian dimulai dari pengambilan citra menggunakan kamera Basler, yang kemudian diolah menjadi dataset melalui platform Roboflow. Dataset ini dilatih menggunakan YOLOv8 di Google Colab untuk menghasilkan model deteksi yang akurat. Data keluaran model berupa koordinat dan klasifikasi objek diteruskan ke lengan robot melalui antarmuka kontrol berbasis LabVIEW, yang memungkinkan robot mengeksekusi tugas penyortiran secara otomatis. Sistem ini dirancang untuk beroperasi secara efisien dengan memanfaatkan integrasi perangkat keras dan perangkat lunak, termasuk Python untuk pengolahan data dan komunikasi antar komponen.

Hasil yang diharapkan dari penelitian ini adalah sistem penyortiran buah otomatis yang mampu bekerja dengan akurasi tinggi, kecepatan yang optimal, dan fleksibilitas dalam menangani berbagai ukuran dan tingkat kematangan buah. Sistem ini diharapkan dapat menjadi solusi inovatif bagi industri agrikultur modern, meningkatkan produktivitas dan mengurangi ketergantungan pada tenaga kerja manual. Selain itu, penelitian ini juga diharapkan memberikan kontribusi pada pengembangan teknologi otomatisasi berbasis visi komputer dan *machine learning* dalam bidang agrikultur.

Kata kunci : Sistem sortir otomatis, lengan robot, Labview, YOLO
Kepustakaan : 20

SUMMARY

DEVELOPMENT OF AUTOMATIC SORTING SYSTEM FOR FRUITS USING ROBOT ARM CONTROLLER

Scientific Writing in the form of a Undergraduate Thesis, December 31st 2024

Tia Melinda Putri, Supervised by Ir. Irsyadi Yani, S.T, M.Eng, Ph.D., xxviii + 62
Pages, 4 Tables, 29 Figures, 10 Apendices

This research is motivated by the need for automation systems in the agricultural industry, especially for the sorting process of small fruits such as achacha. Traditionally, fruit sorting is done manually, which is error-prone and time-consuming. With the development of computer vision and machine learning technologies, this process can be automated to improve efficiency and accuracy. This research aims to develop an automated sorting system using an Epson SCARA T3-B robot arm integrated with a YOLOv8-based object detection model. The system combines image processing technology, deep learning algorithms, and robotic control to detect and sort fruits based on certain characteristics such as size and ripeness level.

The research process begins with image capture using a Basler camera, which is then processed into a dataset through the Roboflow platform. This dataset is trained using YOLOv8 on Google Colab to produce an accurate detection model. The model output data in the form of coordinates and object classification is passed to the robot arm through a LabVIEW-based control interface, allowing the robot to execute the sorting task automatically. The system is designed to operate efficiently by utilizing hardware and software integration, including Python for data processing and communication between components.

The expected result of this research is an automated fruit sorting system capable of working with high accuracy, optimal speed, and flexibility in handling various fruit sizes and ripeness levels. This system is expected to be an innovative

solution for the modern agricultural industry, increasing productivity and reducing dependence on manual labor. In addition, this research is also expected to contribute to the development of automation technology based on computer vision and machine learning in agriculture.

Keywords : Automatic sorting system, robot arm, Labview, YOLO

Literature : 20

DAFTAR ISI

HALAMAN PENGESAHAN.....	v
SKRIPSI.....	vii
HALAMAN PERSETUJUAN.....	ix
KATA PENGANTAR	xi
HALAMAN PERNYATAAN PERSETUJUAN PUBLIKASI.....	xiii
HALAMAN PERNYATAAN INTEGRITAS.....	xv
RINGKASAN	xvii
SUMMARY	xix
DAFTAR ISI.....	xxi
DAFTAR GAMBAR	xxiii
DAFTAR TABEL.....	xxv
DAFTAR LAMPIRAN.....	xxvii
BAB 1 PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang.....	1
1.2 Rumusan Masalah.....	2
1.3 Ruang Lingkup Penelitian	3
1.4 Tujuan Penelitian	3
1.5 Manfaat Penelitian	4
BAB 2 TINJAUAN PUSTAKA	5
2.1 Visi Komputer.....	5
2.1.1. YOLO (You Only Look Once).....	5
2.2 Machine Learning	6
2.2.1 Deep Learning.....	7
2.3 Robotika.....	8
2.3.1. Lengan Robot.....	9
2.3.2. Air Pressure Gripper	12
2.4 Kamera.....	14
2.5 Konveyor	15
2.6 Software Pendukung.....	15
2.6.1. Roboflow	15

2.6.2.	Google Colab	16
2.6.3.	Spyder	16
2.6.4.	Labview	17
2.7	Pengaplikasian	18
2.8	Buah Achacha	19
BAB 3 METODOLOGI PENELITIAN.....		23
3.1	Diagram Alir	23
3.2	Studi Literatur	24
3.3	Tempat dan Waktu Penelitian.....	24
3.4	Alat dan Bahan.....	25
3.5	Metode Penelitian	26
3.5.1	Pengambilan gambar.....	26
3.5.2	Prapemrosesan Dataset	27
3.5.3	Pelatihan model YOLO	29
3.5.4	Pemrograman	29
3.5.5	Pengiriman Data Deteksi ke Labview	30
3.5.6	Kontrol lengan robot.....	30
3.6	Hasil yang Diharapkan.....	30
BAB 4 HASIL DAN PEMBAHASAN.....		31
4.1	Pengambilan Citra Gambar.....	31
4.1.1	Persiapan Peralatan	31
4.1.2	Variasi Gambar	32
4.2	Anotasi Dataset	33
4.3	Pelatihan Model	33
4.4	Hasil Pengujian	35
4.5	Integrasi Lengan Robot.....	41
4.6	Proses Sortir	43
BAB 5 KESIMPULAN DAN SARAN.....		45
5.1	Kesimpulan	45
5.2	Saran	45
DAFTAR PUSTAKA		47
LAMPIRAN.....		51

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2. 1 EPSON T3.....	11
Gambar 2. 2 Isometri Lengan Robot.....	11
Gambar 2. 3 Air Pressure Gripper.....	13
Gambar 2. 4 Kamera Basler acA1920-155um.....	14
Gambar 2. 5 Konveyor Roller.....	15
Gambar 2. 6 Proses Sortir Buah.....	18
Gambar 2. 7 Buah Achacha.....	19
Gambar 2. 8 Ukuran dan Tingkat Kematangan Buah Achacha.....	19
Gambar 3.1 Diagram Alir Penelitian.....	23
Gambar 4. 1 Posisi Kamera terhadap Konveyor untuk Akuisisi Citra.....	32
Gambar 4. 2 (a,b,c) Perbedaan jumlah dan tingkat kematangan.....	32
Gambar 4. 3 Proses Anotasi Objek.....	33
Gambar 4. 4 Instalasi Paket Ultralytics.....	34
Gambar 4. 5 Instalasi Paket Roboflow.....	34
Gambar 4. 6 Mengunduh Dataset dari Roboflow.....	34
Gambar 4. 7 Perintah untuk Pelatihan Model YOLO.....	34
Gambar 4. 8 Confusion Matrix.....	35
Gambar 4. 9 Grafik F1.....	37
Gambar 4. 10 Grafik Prediksi Kelas.....	38
Gambar 4. 11 Grafik Presisi-Recall.....	38
Gambar 4. 12 Grafik Recall-Keyakinan.....	39
Gambar 4. 13 Grafik Hasil Pengujian.....	40
Gambar 4. 14 Koordinat Lengan Robot.....	41
Gambar 4. 15 Front Panel Labview.....	41
Gambar 4. 16 Block Diagram Kamera.....	42
Gambar 4. 17 Block Diagram Lengan Robot.....	42
Gambar 4. 18 Tempat Awal Buah Achacha.....	43
Gambar 4. 19 Tampak Sistem Sortir.....	44
Gambar 4. 20 Tempat Buah dengan Label Buruk.....	44

DAFTAR TABEL

Tabel 2. 1 Perbandingan keunggulan dan kelemahan model <i>deep learning</i>	8
Tabel 2. 2 Spesifikasi Buah Achacha.....	20
Tabel 2. 3 Perbandingan Yolo menggunakan metode lain	21
Tabel 3. 1 Jadwal Penelitian.....	25

DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran 1. <i>Train Dataset</i>	51
Lampiran 2. <i>Valid Dataset</i>	52
Lampiran 3. Hasil dalam Tabel	53
Lampiran 4. Hasil Dalam Tabel	54
Lampiran 5. Form Formulir Konsultasi Tugas Akhir	55
Lampiran 6. Cek Similaritas (Turnitin).....	56
Lampiran 7. Surat Keterangan Pengecekan Similarity	58
Lampiran 8. Surat Pernyataan Bebas Plagiarisme	59
Lampiran 9. Respon Perbaikan Sidang Sarjana	60
Lampiran 10. Form Pengecekan Format Skripsi	62

BAB 1

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Perkembangan zaman yang pesat telah mendorong inovasi teknologi yang tak terbendung, terutama pada bidang industri pertanian. Salah satu tantangan utama dalam industri pertanian adalah optimalisasi proses pasca panen, termasuk penyortiran buah-buahan. Achacha (*Garcinia humilis*) adalah buah tropis yang berasal dari Amazon, Bolivia, namun kini telah diperluas pembudidayaannya ke sejumlah negara tropis. Buah achacha, sebagai salah satu komoditas buah-buahan tropis yang memiliki potensi pasar yang besar, membutuhkan penanganan pasca panen yang tepat untuk menjaga kualitasnya. Dari sudut pandang pelanggan, tahap kematangan merupakan indikator penting dari kualitas buah achacha. Penyortiran buah achacha secara manual menjadi kendala karena bentuk buah yang tidak seragam dan ukurannya yang relatif kecil. Penyortiran manual memerlukan waktu yang lama, melibatkan banyak tenaga kerja, dan rawan terjadi kesalahan manusia, sehingga mengakibatkan kualitas produk menjadi tidak stabil. Hal ini menunjukkan bahwa otomatisasi dalam proses penyortiran buah sangat diperlukan untuk mengatasi permasalahan tersebut.

Teknologi visi komputer dan pembelajaran mesin memiliki potensi besar untuk mengubah sektor pertanian dengan menyediakan solusi yang lebih tepat dan efisien untuk tugas-tugas seperti penyortiran buah. Inovasi utama dalam penelitian ini terletak pada integrasi beberapa teknologi terkini. Pertama, penggunaan model deteksi objek YOLOv8 yang dikenal dengan kecepatan dan akurasi dalam mendeteksi objek real-time. Kedua, pemanfaatan platform Roboflow untuk mempermudah proses labeling data dan meningkatkan kualitas dataset. Ketiga, penggunaan Google Colab sebagai lingkungan pengembangan yang fleksibel dan efisien untuk melatih model. Terakhir, integrasi dengan

Spyder dan LabVIEW memungkinkan pengembangan sistem yang terstruktur dan mudah dipelihara, serta memungkinkan kontrol yang presisi terhadap lengan robot. Selain itu, perkembangan teknologi robotika juga memberikan kontribusi yang signifikan dalam otomatisasi proses pertanian. Robotika memiliki kemampuan untuk mengotomatisasi berbagai tugas dalam sektor pertanian, seperti pemanenan, penyortiran, dan pengemasan”. Lengan robot yang dilengkapi dengan sensor dan aktuator dapat melakukan tugas-tugas yang kompleks seperti mengambil, memindahkan, dan menempatkan objek dengan presisi.

Penelitian sebelumnya telah menunjukkan keberhasilan dalam menerapkan sistem penyortiran otomatis untuk berbagai jenis buah-buahan. (Pham dkk., 2023) berhasil mengotomatisasi proses penyortiran buah menggunakan otomasi robot dan Mask R-CNN dengan tingkat keberhasilan 97%. Namun, masih terdapat beberapa tantangan dalam pengembangan sistem penyortiran otomatis, terutama untuk buah-buahan dengan bentuk yang tidak teratur seperti achacha.

Berdasarkan permasalahan dan potensi solusi yang telah dijelaskan di atas, penelitian yang berjudul “Pengembangan Sistem Penyortiran Otomatis Untuk Buah Menggunakan Pengendali Lengan Robot“ ini bertujuan untuk mengembangkan sistem penyortiran otomatis buah achacha menggunakan algoritma YoloV8 untuk deteksi objek, Google Colab untuk pelatihan model dan platform LabVIEW untuk mengontrol gerakan lengan robot. Diharapkan sistem ini dapat meningkatkan efisiensi dan kualitas proses penyortiran buah achacha, serta memberikan kontribusi bagi pengembangan teknologi pertanian di Indonesia.

1.2 Rumusan Masalah

Rumusan masalah pada penelitian ini adalah:

1. Bagaimana cara mengembangkan sistem sortir otomatis menggunakan Google Colab yang diintegrasikan dengan Spyder?
2. Bagaimana cara mengintegrasikan model YoloV8 yang telah dilatih dengan sistem kontrol lengan robot menggunakan LabVIEW?

1.3 Ruang Lingkup Penelitian

Ruang lingkup penelitian ini adalah:

1. Buah achacha dan buah dengan dimensi ukuran 3 x 4 cm
2. Roboflow digunakan sebagai alat untuk memberikan label dan membuat dataset yang dibutuhkan dengan hasil format YoloV8
3. Roller konveyor pada penelitian ini bersifat statis (kecepatan 0 m/s atau diam)
4. Kamera Basler digunakan sebagai perangkat untuk memperoleh citra dengan kualitas yang baik
5. Pelatihan model akan dilakukan pada Google Colab
6. Pemrograman dan analisis titik koordinat buah akan dilakukan menggunakan Spyder
7. Integrasi antara Spyder dan LabVIEW akan dilakukan untuk mengontrol lengan robot secara otomatis berdasarkan hasil deteksi YoloV8

1.4 Tujuan Penelitian

Tujuan penelitian ini adalah:

1. Mengembangkan sistem penyortiran otomatis untuk buah menggunakan YoloV8 untuk mendeteksi dan mengklasifikasikan buah secara akurat dan efisien.
2. Menghasilkan sistem yang mampu bekerja secara kontinu dengan tingkat presisi dan efisiensi tinggi dalam proses penyortiran buah.
3. Mengintegrasikan YoloV8, Google Colab, Spyder dan LabVIEW untuk mengontrol lengan robot dalam proses penyortiran buah secara *real-time*.

1.5 Manfaat Penelitian

Manfaat dari penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Memberikan informasi tentang pengembangan teknologi *machine learning* dan *deep learning*, khususnya dalam penerapan YoloV8 pada sistem otomasi industri.
2. Dapat digunakan untuk meningkatkan efisiensi dan kualitas hasil produksi, mengurangi kesalahan dalam proses penyortiran, serta menghemat biaya operasional.
3. Sebagai sumber referensi bagi peneliti selanjutnya dalam bidang *machine learning*, otomasi industri, dan aplikasi kontrol robotik

DAFTAR PUSTAKA

- Adhi Wijaya, T., & Prayudi, Y. (2010). *IMPLEMENTASI VISI KOMPUTER DAN SEGMENTASI CITRA*. 2010(Snati), 1–5.
- Alexandrova, S., Tatlock, Z., & Cakmak, M. (2015). RoboFlow: A flow-based visual programming language for mobile manipulation tasks. *Proceedings - IEEE International Conference on Robotics and Automation, 2015-June*(June), 5537–5544. <https://doi.org/10.1109/ICRA.2015.7139973>
- Barbosa, W., Chagas, E. A., Martins, L., Pio, R., Tucci, M. L. S. A., & Artioli, F. A. (2008). Seeds germination and seedlings early development of achachairu. *Revista Brasileira de Fruticultura*, 30(1), 263–266. <https://doi.org/10.1590/S0100-29452008000100049>
- Edan, Y., Pasternak, H., Shmulevich, I., Rachmani, D., Guedalia, D., Grinberg, S., & Fallik, E. (1997). Colour and Firmness Classification of Fresh Market Tomatoes. *Journal of Food Science*, 62.
- Fadnavis, S. (2014). Image Interpolation Techniques in Digital Image Processing: An Overview. *Journal of Engineering Research and Applications Wwww.Ijera.Com*, 4(March), 70–73. www.ijera.com
- Faris, O., Tawk, C., & Hussain, I. (2024). SoPCAS Finger: A Three-Dimensional Printed Soft Finger with Pneumatic Chambers for Simultaneous Actuation, Sensing, and Controlled Grasping. *Robotics Reports*, 2(1), 32–42. <https://doi.org/10.1089/rorep.2023.0019>
- Girshick, R. (2015). Fast R-CNN. *Proceedings of the IEEE International Conference on Computer Vision, 2015 Inter*, 1440–1448. <https://doi.org/10.1109/ICCV.2015.169>
- Heaton, J. (2018). Ian Goodfellow, Yoshua Bengio, and Aaron Courville: Deep learning. *Genetic Programming and Evolvable Machines*, 19(1–2), 305–

307. <https://doi.org/10.1007/s10710-017-9314-z>

Ikeda, M., de Melo, A. M., Costa, B. P., Pazzini, I. A. E., & Ribani, R. H. (2022). Bibliometric review of achachairu (*Garcinia humilis*): a promising agent for health and future food applications. *Brazilian Journal of Food Technology*, 25, 1–13. <https://doi.org/10.1590/1981-6723.06022>

Janick, J., & E. Paull, R. (2009). The Encyclopedia of Fruit & Nuts. *Reference Reviews*, 23(4), 34–35. <https://doi.org/10.1108/09504120910958502>

Mahendran, R., Gc, J., & Alagusundaram, K. (2015). Application of Computer Vision Technique on Sorting and Grading of Fruits and Vegetables. *Journal of Food Processing & Technology*, s1(January 2012). <https://doi.org/10.4172/2157-7110.s1-001>

Makulavičius, M., Petkevičius, S., Rožėnė, J., Dzedzickis, A., & Bučinskas, V. (2023). Industrial Robots in Mechanical Machining: Perspectives and Limitations. In *Robotics* (Vol. 12, Issue 6). <https://doi.org/10.3390/robotics12060160>

Nguyen, N. M. T., & Liou, N. S. (2022). Ripeness Evaluation of Achacha Fruit Using Hyperspectral Image Data. *Agriculture (Switzerland)*, 12(12). <https://doi.org/10.3390/agriculture12122145>

Redmon, J., Divvala, S., Girshick, R., & Farhadi, A. (2016). You only look once: Unified, real-time object detection. *Proceedings of the IEEE Computer Society Conference on Computer Vision and Pattern Recognition, 2016-Decem*, 779–788. <https://doi.org/10.1109/CVPR.2016.91>

Renfrew, A. (2004). Book Review: Introduction to Robotics: Mechanics and Control. *The International Journal of Electrical Engineering & Education*, 41(4), 388–388. <https://doi.org/10.7227/ijeec.41.4.11>

Szeliski, R. (2018). Computer Vision: Algorithms and Applications, 2nd Edition. *Springer*, Cap. 1. <https://www.wiley.com/en-in/Machine+Vision+Algorithms+and+Applications%2C+2nd+Edition-p-9783527413652>

- Tawk, C., Gao, Y., Mutlu, R., & Alici, G. (2019). Fully 3D printed monolithic soft gripper with high conformal grasping capability. *IEEE/ASME International Conference on Advanced Intelligent Mechatronics, AIM, 2019-July*, 1139–1144. <https://doi.org/10.1109/AIM.2019.8868668>
- Ting, K. C. (1998). Robots in the food industry. *Robotics for Bioproduction Systems*, 275–286.
- Xiao, F., Wang, H., Xu, Y., & Zhang, R. (2023). Fruit Detection and Recognition Based on Deep Learning for Automatic Harvesting: An Overview and Review. *Agronomy*, 13(6). <https://doi.org/10.3390/agronomy13061625>
- Zheng, Z., Wang, P., Liu, W., Li, J., Ye, R., & Ren, D. (2020). Distance-IoU loss: Faster and better learning for bounding box regression. *AAAI 2020 - 34th AAAI Conference on Artificial Intelligence*, 2, 12993–13000. <https://doi.org/10.1609/aaai.v34i07.6999>