Sistem Robot Pengantar Barang Menggunakan Kamera Sebagai Detektor Objek

M Raihan Afrinurrahman[1], Muhammad Hafiizhun Aliim[2], Sisdarmanto Adinandra[3], Elvira Sukma Wahyuni[4]
[1]Teknik Elektro, Fakultas Teknologi Industri, Universitas Islam Indonesia, Yogyakarta
[2]Teknik Elektro, Fakultas Teknologi Industri, Universitas Islam Indonesia, Yogyakarta
[3]Teknik Elektro, Fakultas Teknologi Industri, Universitas Islam Indonesia, Yogyakarta
[4]Teknik Elektro, Fakultas Teknologi Industri, Universitas Islam Indonesia, Yogyakarta

21524029@students.uii.ac.id
21524038@students.uii.ac.id
025240101@uii.ac.id
155231301@uii.ac.id

ABSTRAK

Penelitian ini membahas perancangan dan implementasi sistem robot pengantar barang berbasis deteksi objek menggunakan kamera dengan algoritma *YOLOv5*. Sistem dirancang untuk beroperasi secara otonom di lingkungan gudang UMKM dengan ruang terbatas, dilengkapi mekanisme *gripper* dan *forklift* untuk mengambil, mengangkat, serta mengantarkan barang berbentuk kotak. Dataset yang digunakan mencakup ±300 citra dalam berbagai jarak, posisi, dan kondisi pencahayaan. Hasil pengujian menunjukkan akurasi deteksi mencapai 96,67% pada kondisi pencahayaan rendah (*lowlight*) dan 83,33% pada pencahayaan tinggi (*highlight*). Robot mampu beroperasi selama 1 jam 15 menit dengan kapasitas angkat maksimum 1 kg dan performa optimal pada beban hingga 700 g. Implementasi sistem ini berpotensi meningkatkan efisiensi logistik UMKM dengan mengurangi ketergantungan pada tenaga kerja manual, mempercepat distribusi, dan meningkatkan akurasi penanganan barang.

Kata kunci: *YOLOv5* – Robot - UMKM

ABSTRACT

This study discusses the design and implementation of a delivery robot system based on object detection using a camera with the YOLOv5 algorithm. The system is designed to operate autonomously in a limited-space MSME warehouse environment, equipped with a gripper and forklift mechanism to pick, lift, and deliver box-shaped goods. The dataset used includes ±300 images at various distances, positions, and lighting conditions. The test results show that the detection accuracy reaches 96.67% in low-light conditions and 83.33% in high-light conditions. The robot is able to operate for 1 hour 15 minutes with a maximum lifting capacity of 1 kg and optimal performance at loads up to 700 g. The implementation of this system has the potential to increase the logistics efficiency of MSMEs by reducing reliance on manual labor, accelerating distribution, and improving the accuracy of goods handling.

Keywords*: YOLOv5 - Robot - UMKM*

1. PENDAHULUAN

Pada era Revolusi Industri 4.0, teknologi robotika dan visi komputer telah mengalami perkembangan pesat dan menjadi kunci transformasi di berbagai sektor industri. Perubahan ini tidak hanya dirasakan oleh perusahaan besar, tetapi juga mulai merambah usaha mikro, kecil, dan menengah (UMKM) yang menjadi

tulang punggung perekonomian Indonesia.

UMKM memiliki peran vital dalam menciptakan lapangan kerja, meningkatkan pendapatan masyarakat, dan memperkuat struktur ekonomi nasional. Namun, di tengah perkembangan teknologi yang pesat, UMKM menghadapi tantangan besar, terutama dalam mengelola proses operasional yang masih bergantung pada sistem manual.

Salah satu tantangan terbesar UMKM adalah efisiensi pada proses logistik dan pergudangan. Gudang sebagai pusat penyimpanan bahan baku, barang setengah jadi, dan barang jadi memiliki peran strategis dalam kelancaran alur produksi dan distribusi. Pada praktiknya, banyak UMKM masih mengandalkan metode tradisional dalam pengelolaan gudang, mulai dari penempatan barang, pencatatan stok, hingga pengambilan barang untuk distribusi. Proses manual ini rentan terhadap kesalahan penempatan, keterlambatan pengiriman, dan tidak jarang menimbulkan beban kerja berlebih bagi tenaga kerja. Kondisi ini menyebabkan biaya operasional meningkat dan produktivitas menurun.

Seiring dengan meningkatnya tuntutan pasar akan distribusi yang cepat, akurat, dan efisien, otomatisasi menjadi solusi yang semakin relevan. Robot otonom dengan kemampuan navigasi mandiri dan sistem deteksi objek berbasis kamera menawarkan peluang besar untuk meningkatkan efisiensi operasional gudang. Teknologi ini memungkinkan robot untuk mendeteksi, mengenali, mengambil, dan mengantarkan barang tanpa campur tangan manusia secara langsung. Dengan demikian, beban kerja manual dapat dikurangi, risiko kesalahan diminimalkan, dan waktu distribusi barang dapat dipercepat.

Berbagai penelitian telah menunjukkan bahwa keberhasilan sistem robot otonom sangat bergantung pada kemampuan deteksi objeknya. Metode tradisional seperti *Hough Circle* efektif untuk objek berbentuk sederhana, sedangkan *Canny Edge Detection* dapat membantu robot menavigasi jalur tertentu. Namun, keterbatasan metode ini dalam menghadapi lingkungan gudang yang dinamis membuatnya kurang optimal untuk UMKM yang membutuhkan fleksibilitas tinggi. Sebaliknya, *You Only Look Once* (YOLO), khususnya YOLOv5, menawarkan kecepatan dan akurasi tinggi dalam mendeteksi berbagai jenis objek secara real-time. Integrasi YOLOv5 dengan sistem navigasi robot membuka peluang baru bagi pengembangan robot pengantar barang yang dapat bekerja efektif di lingkungan UMKM.

Penelitian ini berfokus pada perancangan dan implementasi sistem robot pengantar barang menggunakan kamera sebagai detektor objek berbasis YOLOv5, dipadukan dengan sistem navigasi otomatis dan gripper yang dapat mengambil barang berbentuk kotak dengan ukuran dan berat tertentu. Robot dirancang agar dapat beroperasi di lingkungan gudang UMKM yang memiliki keterbatasan ruang, pencahayaan, dan anggaran, tetapi tetap membutuhkan kinerja yang optimal. Dengan memanfaatkan teknologi ini, UMKM diharapkan dapat mengurangi ketergantungan pada tenaga kerja manual, menekan biaya operasional, meningkatkan efisiensi pengelolaan logistik, serta mempersiapkan diri untuk bersaing di era digital yang semakin kompetitif.

A. Alur Kerja Robot

Robot ini dirancang untuk mengotomatisasi proses pengambilan dan pengantaran kotak bakpia di gudang dengan tujuan meningkatkan efisiensi operasional dan mempercepat proses distribusi. Sistem ini bekerja secara otonom dengan mendeteksi posisi kotak, menghitung jarak, dan melakukan pergerakan menuju lokasi objek hingga proses pengantaran selesai. Dengan adanya sistem ini, proses penanganan kotak di gudang dapat dilakukan secara lebih cepat, tepat, dan konsisten. Alur kerja sistem pengiriman kotak bakpia oleh robot ditunjukkan pada Gambar 1.

Gambar 1 Alur Kerja Sistem

Proses kerja sistem dimulai dengan mengaktifkan kamera sebagai sensor utama untuk menangkap citra lingkungan secara *real-time*. Citra yang diperoleh kemudian diproses menggunakan algoritma *You Only Look Once version 5* (YOLOv5) untuk melakukan deteksi objek target. Jika objek belum terdeteksi, sistem akan terus melakukan proses pengambilan citra dan pendeteksian secara berulang (*looping*) hingga objek ditemukan.

Apabila objek berhasil terdeteksi, sistem akan menghitung jarak antara robot dan objek menggunakan metode regresi linear dan non-linear. Perhitungan jarak ini dilakukan berdasarkan parameter kalibrasi kamera yang telah ditentukan.

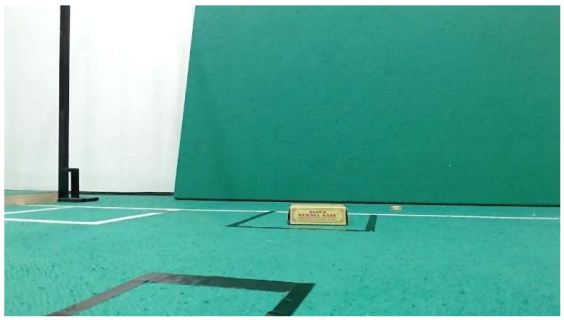
Selanjutnya, data jarak dan posisi objek dikonversi menjadi perintah gerakan robot yang dikirimkan ke aktuator melalui *Raspberry Pi* menggunakan *Twist Messages* pada platform *Robot Operating System 2* (ROS2). Berdasarkan perintah tersebut, robot akan bergerak menuju objek dengan jalur yang telah ditentukan oleh sistem navigasi.

Setelah robot mencapai posisi objek, mekanisme pengambil (*gripper*) akan diaktifkan untuk mengangkat objek. Objek kemudian dibawa menuju lokasi tujuan dan diletakkan sesuai posisi yang telah ditentukan. Setelah proses penempatan objek selesai, robot akan kembali ke posisi awal untuk memulai siklus tugas berikutnya. Dengan demikian, seluruh tahapan proses mulai dari pendeteksian, pengambilan, pemindahan, hingga pengembalian robot ke posisi awal dapat berjalan secara otomatis.

B. Dataset

Tahap awal agar robot dapat mendeteksi objek yang dituju adalah dengan menngumpulkan dataset, dataset yang diambil berjumlah ± 300 dataset. Dataset ini mencakup dua kelas objek, yaitu kotak bakpia dan kardus. Proses pengumpulan dataset dilakukan menggunakan kamera *logitech c922 pro webcam* yang terintegrasi pada sistem robot. Variasi pengambilan dataset dilakukan pada berbagai jarak, posisi, dan variasi cahaya untuk memastikan model memiliki akurasi yang baik.

Pengambilan dataset dilakukan pada jarak 10 – 30 cm dan 100 – 200 cm. untuk melihat contoh dataset pada jarak 100 – 200 cm dapat dilihat pada gambar 2 dan gambar 3.



Gambar 2 Dataset jarak 100 - 200 cm

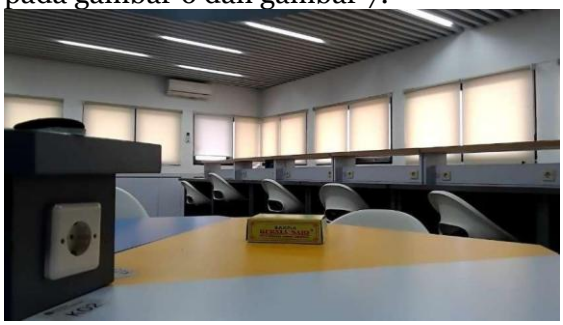
Gambar 3 Dataset jarak 10 - 30 cm

Pengambilan dataset juga dilakukan pada berbagai kondisi cahaya, yaitu pada kondisi *lowlight* dan *highlight*. Kondisi *lowlight* dapat dilihat pada gambar 4 dan gambar 5.

Gambar 4 Dataset kondisi *lowlight*

Gambar 5 Dataset kondisi *highlight*

Terakhir, pengambilan dataset dilakukan pada berbagai posisi, dari depan, belakang, atas, bawah, kanan, kiri, kanan atas, dan kiri atas. Contoh untuk dataset pada posisi depan dapat dilihat pada gambar 6 dan gambar 7.



Gambar 6 Dataset posisi depan

Gambar 7 Dataset posisi atas

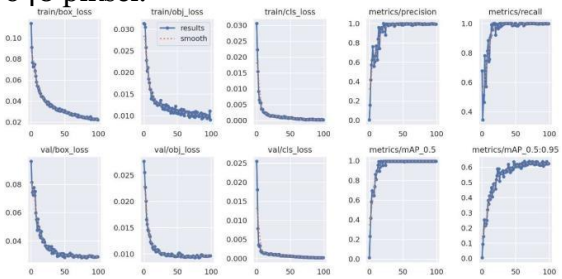
Setelah seluruh dataset diperoleh, dilakukan proses anotasi *bounding box* secara manual menggunakan aplikasi *Label Studio* untuk memberikan penandaan area objek pada citra secara presisi. Proses ini bertujuan untuk memastikan setiap objek yang akan dideteksi memiliki koordinat dan dimensi yang akurat, sehingga dapat meningkatkan kinerja model pada tahap pelatihan. Proses anotasi *bounding box* dapat dilihat pada gambar 8.

Gambar 8 Proses anotasi *bounding box*

C. Proses Training

Setelah melakukan anotasi *bounding box*, tahap selanjutnya adalah melakukan pelatihan (*train*) untuk memperoleh model dengan tingkat akurasi

yang baik. Proses pelatihan (*train*) dilakukan dengan jumlah *epoch* sebanyak 100 dan ukuran citra (*image size*) 640 × 640 piksel.



Gambar 9 Grafik hasil *train* 100 *epoch*

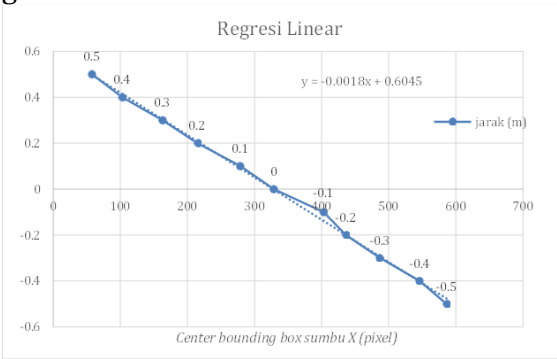
Hasil pelatihan model yolov5 ditunjukkan pada gambar 9, yang menggambarkan *tren loss function* dan metrik evaluasi selama 100 *epoch*. Nilai *box loss*, *objectness loss*, dan *classification loss* pada data pelatihan maupun validasi mengalami penurunan signifikan hingga mendekati konvergensi di bawah 0,01, yang menandakan kemampuan model dalam melakukan lokalisasi dan klasifikasi objek meningkat seiring bertambahnya *epoch*.

Pada metrik evaluasi, nilai *precision* dan *recall* menunjukkan peningkatan yang cepat dan stabil, masing-masing mendekati 1,0 pada *epoch* akhir, yang menandakan tingkat deteksi positif yang tinggi dan minimnya kesalahan deteksi. Nilai *mean Average Precision* (mAP) pada *IoU threshold* 0,5 mencapai mendekati 1,0, sedangkan mAP pada rentang IoU 0,5–0,95 mencapai ±0,65. Hasil ini menunjukkan bahwa model memiliki kinerja yang baik dalam mendeteksi objek dengan variasi ukuran, posisi, dan cahaya.

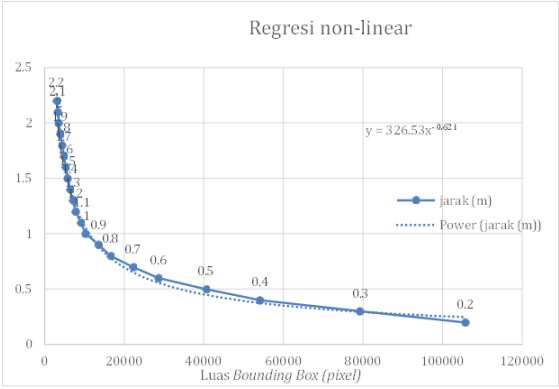
D. Perhitungan Jarak

Perhitungan jarak dilakukan agar robot dapat menuju objek yang dituju. Dilakukan pengukuran antara nilai pixel dengan nilai yang tertera pada penggaris di dunia nyata. Nilai piksel didapat dengan menggunakan rumus luas dari *bounding box* untuk mengetahui jarak objek dengan robot dan menggunakan rumus *center x bounding box (x_max – x_min) / 2* agar robot dapat berhenti ditengah – tengah objek.

Setelah itu dilakukan kalibrasi dan menentukan metode regresi yang cocok. Metode regresi yang digunakan yaitu regresi linear untuk *center x* dan regresi non – linear untuk jarak robot dengan objek. Hasil regresi linear dan regresi non – linear dapat dilihat pada gambar 10 dan gambar 11.



Gambar 10 Hasil Regresi linear



Gambar 11 Hasil Regresi Non - Linear

E. Desain *Gripper*

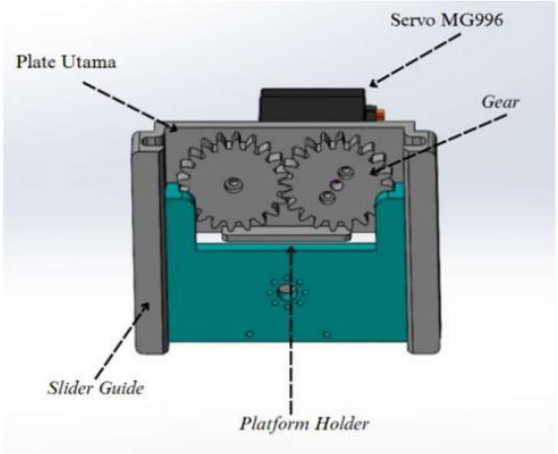
Proses perancangan sistem robot pengantar barang dilakukan dengan pendekatan desain terintegrasi yang mencakup pembuatan model 3D, analisis gerak, dan optimasi komponen. Desain dibuat menggunakan perangkat lunak *SolidWorks* untuk memastikan akurasi dimensi, kesesuaian antar komponen, serta memudahkan simulasi gerakan. Sistem robot dirancang untuk memiliki dua mekanisme utama: *Parallel gripper* sebagai aktuator ujung dan mekanisme *forklift* sebagai pengangkat vertikal.

Parallel gripper dirancang dengan mekanisme linkage paralel yang memungkinkan kedua jari *gripper* bergerak sejajar saat membuka dan menutup. Material yang digunakan adalah aluminium dan *sheet metal* karena ringan, kuat, dan mudah diproduksi. Desain ini dipilih karena hanya memerlukan satu aktuator untuk menggerakkan dua jari *gripper* secara bersamaan, memberikan

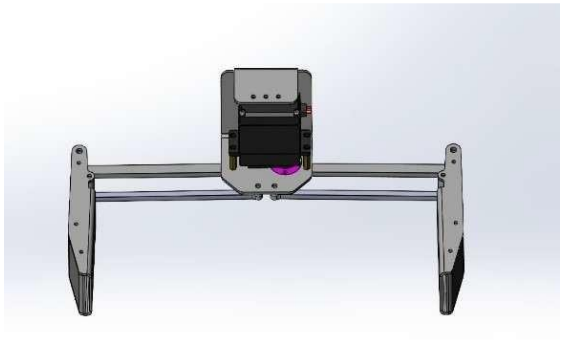
kestabilan saat mencengkeram objek. Komponen utama *gripper* meliputi *base plate* sebagai rangka utama, dudukan servo, servo motor sebagai aktuator, *linkage arm* sebagai penghubung gerak, dan jari *gripper* yang berinteraksi langsung dengan objek.

Mekanisme *forklift* berfungsi sebagai pengangkat barang secara vertikal. Sistem ini menggunakan kombinasi *gear train* dan *rail slider* yang digerakkan oleh servo motor. *Base plate* menjadi rangka utama untuk menopang seluruh sistem, sementara dua gear yang saling bertaut mengubah rotasi servo menjadi gerakan translasi pada platform pengangkat. *Rail slider* menjaga pergerakan vertikal tetap stabil tanpa miring selama proses pengangkatan. Servo motor digunakan dengan sudut rotasi maksimum 180°, yang terhubung langsung ke sistem gear untuk mengontrol ketinggian platform dengan presisi.

Dengan integrasi *Parallel gripper* dan mekanisme *forklift* ini, robot mampu mengambil barang, mengangkatnya ke posisi aman, dan mengantarkannya menuju lokasi tujuan dengan stabil dan efisien. Mekanisme *forklift* dan *parallel* gripper dapat dilihat pada gambar 12 dan gambar 13.



Gambar 12 Mekanisme *forklift*

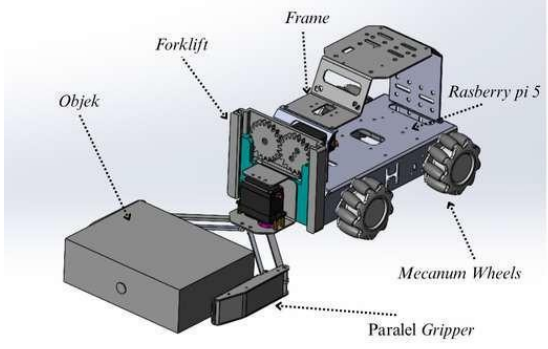


Gambar 13 *Parallel Gripper*

F. Desain Robot

Robot pengantar barang yang dirancang memiliki dimensi kompak menyesuaikan area kerja, dilengkapi dengan rangka (*frame*) berbahan logam sebagai penopang seluruh komponen. Sistem penggerak menggunakan roda mecanum yang memungkinkan sistem gerak holonomic, di mana robot memiliki kebebasan bergerak pada sumbu x, sumbu y, dan orientasi θ. Sistem ini memungkinkan robot bergerak maju, mundur, bergeser ke kiri / kanan, serta berputar secara bebas sehingga memudahkan manuver di area terbatas.

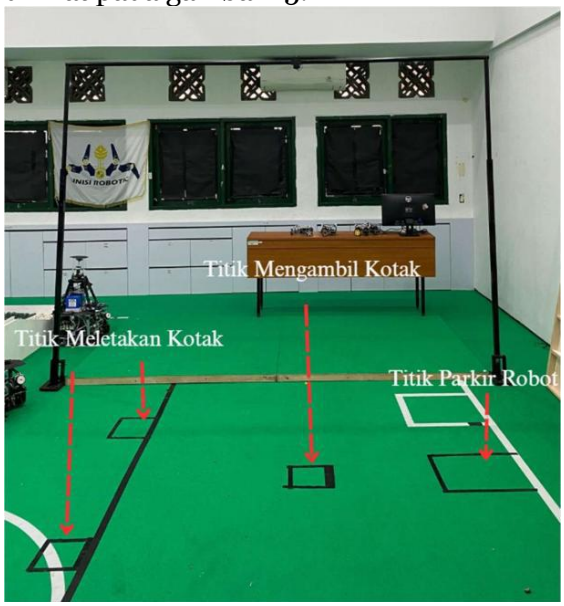
Pada bagian aktuator, robot dilengkapi dengan mekanisme *forklift* dan *parallel gripper* yang digunakan untuk mengangkat dan menjepit objek secara stabil. *Raspberry Pi 5* digunakan sebagai pusat kendali untuk mengintegrasikan sistem penggerak, sensor, dan aktuator. Desain ini dirancang untuk memaksimalkan efisiensi proses pengambilan dan pengantaran barang. Desain lengkap robot ditunjukkan pada Gambar 14.



Gambar 14 Desain Robot

2. METODE PELAKSANAAN

Tahap awal pengujian dilakukan dengan penandaan titik lokasi yang terdiri dari lokasi awal robot, lokasi pengambilan objek, dan lokasi peletakkan objek. Pengujian performa mencakup akurasi jarak deteksi pada rentang 1 – 2 meter yang mencapai 80%, durasi operasi baterai yang mampu bertahan selama 1 jam, dan kapasitan beban maksimum yang dapat diangkut robot maksimal sebesar 1 kilogram. Penandaan titik lokasi dapat dilihat pada gambar 15.



Gambar 15 Ruang Pengujian Robot

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

Hasil pengukuran dan analisis terhadap kinerja robot meliputi akurasi deteksi objek, ketahanan baterai, dan kapasitas beban yang dapat diangkut robot. Analisis dilakukan untuk menilai kesesuaian kinerja sistem dengan tujuan perancangan dan mengidentifikasi potensi perbaikan pada sistem robot.

A. Akurasi Deteksi Objek

Pengukuran deteksi objek dilakukan pada jarak 1 meter, 1.5 meter, dan 2 meter dengan dua kondisi yang berbeda, yaitu kondisi lowlight dan kondisi highlight. Hasil dari pengukuran lowlight dan highlight dapat dilihat pada tabel 1 dan tabel 2.

Tabel 1 Hasil pengujian kondisi *highlight*

No	Jarak (m)	Total Uji	Deteksi Benar	Deteksi Salah	Akurasi
1	1	30	27	3	90%
2	1.5	30	25	5	83.3%
3	2	30	25	5	83.3%

Tabel 2 Hasil pengujian kondisi *lowlight*

No	Jarak (m)	Total Uji	Deteksi Benar	Deteksi Salah	Akurasi
1	1	30	29	1	96.67 %
2	1.5	30	27	3	90%
3	2	30	27	5	83.3%

Akurasi = (Deteksi benar / Total uji) x 100% (1)

Berdasarkan hasil pengujian pada dua kondisi berbeda, yaitu *lowlight* dan *highlight* terlihat perbedaan yang signifikan. Pengujian *lowlight* memiliki nilai akurasi yang lebih tinggi dibandingkan dengan pengujian *highlight*. Hal ini disebabkan, kamera yang digunakan yaitu *logitech c922 webcam pro* memiliki fitur *auto exposure*. Pada kondisi *lowlight* fitur *auto exposure* sangat membantu agar sistem dapat mendeteksi objek dengan baik. Namun, ketika kondisi *highlight* fitur *auto exposure* tidak mampu melakukan penyesuaian untuk mengurangi intensitas cahaya berlebih (*over exposure*). Hal ini menyebabkan gambar yang ditangkap kamera menjadi terlalu terang, membuat kehilangan detail penting dari objek yang dideteksi. Akibatnya, model deteksi objek mengalami kesulitan dalam mengenali objek secara akurat, sehingga menurunkan performa sistem.

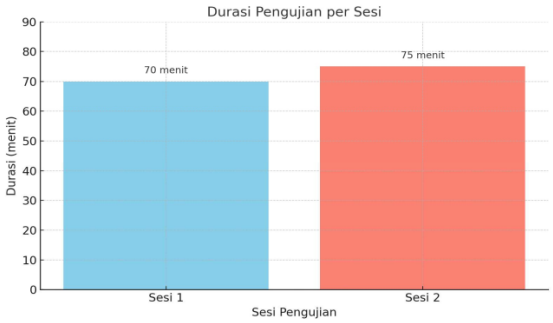
B. Hasil Ketahanan Baterai

Pengukuran ketahanan baterai ini dilakukan untuk mengetahui seberapa lama robot pengantar barang dapat beroperasi secara optimal dalam satu kali siklus pengisian daya baterai penuh Robot pengantar barang pada sistem ini menggunakan baterai LiPo (*Lithium Polymer*) dengan spesifikasi 7.4V 2200mAh 10C sebagai sumber daya utama. Pengujian dilakukan dengan menjalankan robot secara terus-menerus

tanpa henti dalam mode operasional normal, yaitu bergerak dan melakukan simulasi pengantaran barang secara berulang-ulang pada lintasan yang telah ditentukan. Hasil pengukuran dapat dilihat pada tabel 3 dan gambar 16

Tabel 3 Hasil pengukuran baterai

No	Waktu Mulai	Waktu Akhir	Total
1	14.05	15.15	1 Jam 10 menit
2	16.00	17.15	1 Jam 15 menit



Gambar 16 Grafik hasil pengujian baterai

Berdasarkan hasil pengujian yang dilakukan, robot mampu beroperasi selama 1 jam 15 menit sejak kondisi baterai terisi penuh hingga daya benar-benar habis dan robot tidak lagi dapat beroperasi.

C. Hasil Pengukuran Mengangkat Beban

Pengukuran beban yang dapat di angkat robot dilakukan pada beban 100g, 300g, 700g, dan 1000g. Hasil dari pengukuran dapat dilihat pada tabel 4 dan tabel 5.

Tabel 4 Hasil pengukuran mengangkat beban

No	Beban (g)	Status	No	Beban (g)	Status
1		Berhasil	1		Berhasil
2		Berhasil	2		Berhasil
3		Berhasil	3		Berhasil
4		Berhasil	4		Gagal
5		Berhasil	5		Gagal
6	100	Gagal	6	300	Berhasil
7		Berhasil	7		Berhasil
8		Berhasil	8		Berhasil
9		Gagal	9		Berhasil
10		Berhasil	10		Berhasil
No	Beban (g)	Status	No	Beban (g)	Status
1		Berhasil	1		Gagal
2		Berhasil	2		Berhasil
3		Berhasil	3		Berhasil
4		Berhasil	4		Gagal
5		Berhasil	5		Gagal
6	700	Berhasil	6	1000	Berhasil
7		Gagal	7		Berhasil
8		Berhasil	8		Berhasil
9		Berhasil	9		Gagal
10		Berhasil	10		Berhasil

Tabel 5 Akurasi hasil percobaan

Beban (g)	Akurasi Deteksi Objek	Akurasi Mengangkat Objek	Akurasi Meletakkan Objek	Akurasi Kembali Posisi Awal
100	100%	100%	90%	80%
300	80%	80%	80%	70%
700	90%	90%	60%	60%
1000	80%	80%	50%	50%

Hasil pengujian menunjukkan bahwa robot mampu mengangkat beban hingga 1 kg, yang menandai batas kemampuan

sistem dalam kondisi saat ini. Performa optimal dicapai pada beban hingga 700 g dengan tingkat keberhasilan stabil sekitar 80%, sedangkan pada beban maksimum 1 kg tingkat keberhasilan 70%. Hasil ini membuktikan bahwa robot tidak hanya andal dalam menangani beban ringan hingga menengah, tetapi juga memiliki potensi untuk menangani beban maksimum dengan optimasi lebih lanjut pada sistem mekanik dan *gripper*.

4. KESIMPULAN

Penelitian ini berhasil merancang dan mengimplementasikan sistem robot pengantar barang berbasis deteksi objek menggunakan kamera dengan algoritma YOLOv5. Sistem robot mampu beroperasi secara otonom dalam lingkungan gudang UMKM dengan ruang terbatas, mendeteksi objek, menghitung jarak, serta mengangkat dan mengantarkan barang menggunakan mekanisme *gripper* dan *forklift*.

Hasil pengujian menunjukkan bahwa sistem mampu mencapai akurasi deteksi hingga 96,67% pada kondisi *lowlight* dan 83,33% pada kondisi *highlight*, dengan ketahanan baterai mencapai 1 jam 15 menit dalam mode operasional penuh. Kapasitas maksimum beban yang dapat diangkat mencapai 1 kg, dengan performa optimal pada beban hingga 700 g.

Implementasi sistem ini menunjukkan potensi besar dalam meningkatkan efisiensi logistik di UMKM dengan mengurangi ketergantungan pada tenaga kerja manual, mempercepat proses distribusi, serta meningkatkan akurasi penanganan barang. Pengembangan lebih lanjut diperlukan pada aspek adaptasi terhadap kondisi pencahayaan ekstrem dan peningkatan daya dukung mekanik sistem.

DAFTAR PUSTAKA

Ahsan Maulana, M., Soleh, M., Raya Puspitek, J., Tangerang Selatan, K., & Banten, P. (2024). *Sistem Pendeteksi Physical Distance Pada Antrian Menggunakan Metode Yolo (You Only Look Once) V3 (Physical Distancing Detection System in Queue Using Yolo Method (You Only Look Once) V3)*.

Anandita Basyuni, R., Sugandi, D. B., Elektro, J. T., Batam, N., & Batam, P. N. (2022). QUEUE DISTANCING BASED ON IMAGE PROCESSING. *Seminar Nasional Terapan Riset Inovatif (SENTRINOV)* [illegible] *ISAS Publishing Series: Engineering and Science*, *8*(1).

Ashar, M. H., & Suarna, D. (2022). KLIK: Kajian Ilmiah Informatika dan Komputer Implementasi Algoritma YOLOv5 dalam Mendeteksi Penggunaan Masker Pada Kantor Biro Umum Gubernur Sulawesi Barat. Media Online, 3(3), 298–302. Retrieved from https://djournals.com/klik

jocher, glenn. (2022, November 22). Ultralytics YOLOv5. Retrieved 17 May 2025, from https://github.com/ultralytics/yolov5

Jurnal, H., Purba, D. G., Siahaan, R. C. Y., Wani, A., Paramitha Purba, S., Siadari, F. A., & Damanik, T. H. (2024). JURNAL EKONOMI BISNIS DAN KEWIRAUSAHAAN PERTUMBUHAN DAN PERKEMBANGAN UMKM SHANAYA TEA. JEBER, 1(3).

Meidyan, M. A., & Yustanti, W. (2024). IMPLEMENTASI METODE YOU ONLY LOOK ONCE (YOLOv5) DALAM DETEKSI PELANGGARAN HELM.

Mohanty, T., Pattanaik, P., Dash, S., Tripathy, H. P., & Holderbaum, W. (2025). Smart robotic system guided with YOLOv5 based machine learning framework for

efficient herbicide usage in rice (Oryza sativa L.) under precision agriculture. Computers and Electronics in Agriculture, 231. doi:10.1016/j.compag.2025.110032

Rifqi, M., Syafirly, R., Rangga, R., Firmansyah, W., Nurdiansyah, A., Adienia, A., ... Wirawan, M. (2024). Implementation of YOLOv5 Algorithm for Classification and Detection of Car Types Using Deep Learning.

Sood, S., Singh Sodhi, J., & Maheshwari, P. (2022). Multiple Waypoint Navigation in Unknown Indoor Environments.

Yolanda, C., Hasanah, U., Dhien, N., & Pembangunan, S. E. (2023). PERAN USAHA MIKRO, KECIL DAN MENENGAH (UMKM) DALAM PENGEMBANGAN EKONOMI INDONESIA.

Zahra Firdausya, L., Perwira Ompusunggu, D., & kunci, K. (2023). USAHA MIKRO KECIL DAN MENENGAH (UMKM) DI ERA DIGITAL ABAD 21 MICRO, SMALL AND MEDIUM ENTERPRISES (MSME) THE DIGITAL AGE OF THE 21 ST CENTURY. TALIJAGAD, 2023(3), 14–18.