**DAFTAR ISI**

**BAB 1. PENDAHULUAN**

* 1. Latar Belakang

Perkembangan teknologi robotika dan kecerdasan buatan (AI) saat ini membuka peluang besar dalam berbagai sektor kehidupan, khususnya pada bidang otomasi logistik dan mobilitas pendukung manusia. Dalam sektor logistik, salah satu permasalahan utama yang dihadapi adalah beban kerja fisik yang tinggi, khususnya pada proses pemindahan barang secara manual di gudang atau jalur distribusi. Aktivitas tersebut bukan hanya menyita waktu dan tenaga, tetapi juga menimbulkan risiko cedera otot, kelelahan kronis, serta menurunkan produktivitas tenaga kerja.

Tidak hanya terbatas pada sektor industri, aktivitas membawa barang juga menjadi tantangan dalam kehidupan sehari-hari. Contohnya, membawa belanjaan dari pasar, memindahkan barang saat kegiatan bertani atau berkebun, hingga membantu lansia atau penyandang disabilitas membawa barang pribadi mereka. Seringkali, tangan manusia tidak cukup untuk membawa barang dalam jumlah banyak atau dengan bobot berlebih, terlebih bila harus dilakukan dalam waktu lama atau di medan yang tidak rata.

Sayangnya, solusi yang tersedia saat ini masih bersifat pasif dan tidak adaptif. Tas dorong atau troli manual tetap mengharuskan pengguna mendorong atau menarik alatnya sendiri. Sementara beberapa robot otomatis yang dikembangkan secara komersial masih memiliki harga tinggi, bergantung pada infrastruktur tambahan (seperti RFID atau sensor eksternal), atau memiliki kemampuan deteksi yang terbatas.

Berangkat dari permasalahan tersebut, kami mengusulkan pengembangan CarryMate, sebuah sistem robot pengikut manusia (human-following robot) yang mampu secara otomatis mendeteksi dan mengikuti pengguna sambil membawa barang yang dibutuhkan. Dengan menggabungkan teknologi visi komputer (computer vision), kecerdasan buatan (AI), dan kontrol berbasis mikrokontroler, alat ini diharapkan menjadi solusi nyata yang praktis dan terjangkau, baik di ranah industri maupun kehidupan masyarakat umum.

* 1. Rumusan Masalah

1. Bagaimana merancang sistem robotik yang mampu mengikuti pergerakan manusia secara otomatis dan akurat di lingkungan dinamis?
2. Bagaimana mengintegrasikan teknologi gesture recognition dan object tracking agar robot dapat diaktifkan atau dinonaktifkan secara intuitif?
3. Bagaimana membuat sistem ini cukup ringan, responsif, dan hemat daya untuk penggunaan nyata?
   1. Solusi

Solusi yang kami tawarkan adalah pengembangan robot pengikut manusia bernama *CarryMate*, sebuah sistem robotik mobile berbasis visi komputer yang dapat membawa barang dan secara otonom mengikuti pergerakan pengguna. Robot ini dirancang untuk beroperasi tanpa interaksi manual atau kendali langsung, melainkan sepenuhnya mengandalkan kecerdasan visual dan isyarat tangan sebagai metode kontrolnya.

Secara teknis, *CarryMate* akan menggabungkan dua teknologi utama:

1. Pelacakan manusia secara real-time menggunakan algoritma YOLOv8 (You Only Look Once versi 8) yang memungkinkan sistem mengenali dan mengikuti objek manusia dengan presisi tinggi. Model YOLO memiliki keunggulan dalam hal kecepatan pemrosesan dan akurasi deteksi, bahkan dalam lingkungan kompleks.
2. Pengenalan gestur tangan berbasis MediaPipe, di mana pengguna dapat memberi perintah aktif/nonaktif menggunakan isyarat tangan sederhana seperti mengepalkan tangan (fist) atau membuka tangan (open palm), tanpa perlu menyentuh robot atau menggunakan alat tambahan.

Data visual dari kamera akan diproses langsung oleh sistem berbasis GPU melalui akselerasi CUDA, memungkinkan sistem bekerja dengan latensi rendah (real-time). Posisi target manusia akan ditransformasikan menjadi perintah arah (maju, kiri, kanan, diam) yang dikirimkan melalui komunikasi serial ke pengendali aktuator pada robot penggerak.

Robot ini diharapkan mampu beradaptasi dalam lingkungan dinamis seperti gudang, jalur rumah tangga, bahkan area outdoor seperti taman atau kebun. Pengguna cukup berjalan seperti biasa, dan robot akan otomatis mengikuti sambil membawa barang bawaan, baik dalam bentuk keranjang, kontainer, atau wadah modular lain.

* 1. Manfaat Pengembangan

1. **Logistik & Industri:** Membantu pekerja gudang dalam membawa muatan berat, meningkatkan efisiensi kerja, dan mengurangi risiko cedera.
2. **Kehidupan Sehari-hari:** Membantu masyarakat membawa barang tanpa perlu tenaga berlebih, cocok untuk kegiatan seperti berbelanja, berkebun, atau keperluan rumah tangga.
3. **Disabilitas & Lansia:** Memberikan solusi mobilitas tambahan bagi individu dengan keterbatasan fisik.
   1. Kebaruan Ilmiah

Kebaruan ilmiah dari CarryMate terletak pada integrasi dua teknologi canggih secara langsung di sisi perangkat lunak (on-device AI inference), tanpa mengandalkan alat bantu eksternal seperti RFID, tag beacon, atau remote control fisik. Dalam pengembangan robot pengikut konvensional, sistem pelacakan sering kali mengandalkan pendekatan sensor jarak seperti ultrasonic, infrared, atau GPS. Metode tersebut memiliki berbagai keterbatasan seperti akurasi rendah dalam ruang tertutup, keterbatasan arah pandang (line of sight), serta sulit beroperasi di lingkungan ramai.

Pendekatan CarryMate memperkenalkan sistem pelacakan visual berbasis deep learning dengan YOLOv8, yang mampu mendeteksi manusia dalam satu frame secara cepat dan efisien. Sistem ini memanfaatkan akselerasi CUDA untuk menjalankan inferensi AI secara lokal, tanpa memerlukan server eksternal atau jaringan internet, sehingga sangat cocok untuk diterapkan di daerah dengan keterbatasan konektivitas.

Lebih lanjut, fitur pengenalan gestur melalui MediaPipe yang diintegrasikan langsung ke dalam sistem memberi pendekatan kontrol yang lebih alami, intuitif, dan bebas sentuhan. Hal ini membawa CarryMate satu langkah lebih dekat pada konsep interaksi manusia-komputer yang lebih manusiawi (natural human-robot interaction).

Kebaruan lain adalah sistem ini dirancang dengan pendekatan modular dan low-cost, sehingga mudah direproduksi dan dikembangkan lebih lanjut untuk berbagai skenario aplikasi, dari logistik berat hingga personal mobility support.

* 1. Target Fungsional dan Justifikasi Ilmiah

#### Target Fungsional

Pengembangan *CarryMate* sebagai robot pengikut manusia diarahkan untuk mencapai sejumlah target fungsional utama yang merepresentasikan kapabilitas sistem dalam konteks penggunaan nyata. Target fungsional ini disusun berdasarkan pendekatan kebutuhan pengguna (user needs) dan ketercapaian teknis (technical feasibility), yang meliputi:

1. Kemampuan Deteksi dan Pelacakan Manusia Secara Real-time

Sistem harus mampu mendeteksi keberadaan objek manusia dari citra kamera secara langsung menggunakan model *deep learning* (YOLOv8) dengan kecepatan minimal 15 FPS agar responsif dan adaptif dalam lingkungan yang dinamis.

1. Fitur Pengendalian dengan Gestur Tangan Sederhana

Pengguna dapat mengaktifkan atau menonaktifkan mode “mengikuti” melalui gestur tangan tanpa menyentuh perangkat, dengan akurasi pengenalan minimal 90% dalam kondisi pencahayaan normal. Hal ini memungkinkan interaksi yang aman dan efisien bahkan ketika tangan sedang membawa barang.

1. Transformasi Posisi Visual Menjadi Perintah Gerakan Robotik

Sistem mampu mentranslasikan posisi horizontal objek manusia ke dalam perintah arah seperti maju, belok kanan, belok kiri, dan berhenti, yang diteruskan melalui komunikasi serial ke sistem penggerak berbasis mikrokontroler.

1. Mobilitas Adaptif di Lingkungan Semi-Terstruktur

Robot dapat bergerak mengikuti jalur manusia dengan kemampuan menghindari rintangan statis atau bergerak, serta mempertahankan jarak aman agar tidak terlalu dekat atau terlalu jauh dari target.

1. Operasi Mandiri Tanpa Koneksi Internet

Seluruh sistem komputasi berjalan *on-device* menggunakan akselerasi GPU (CUDA) sehingga robot dapat digunakan secara mandiri tanpa bergantung pada server cloud, Wi-Fi, atau sinyal seluler.

1. Daya Angkut Modular

*CarryMate* akan dirancang agar dapat membawa beban setidaknya 5–10 kg, baik dalam bentuk wadah terbuka seperti keranjang maupun sistem tertutup seperti kotak tertutup, untuk menyesuaikan kebutuhan di gudang, rumah tangga, hingga lingkungan outdoor.

#### Justifikasi Ilmiah:

Pengembangan *CarryMate* tidak hanya didasarkan pada kebutuhan praktis, namun juga berakar kuat pada prinsip dan kemajuan ilmiah terkini dalam bidang *computer vision*, *robotics*, dan *human-machine interaction*. Justifikasi ilmiah dari proyek ini mencakup beberapa aspek utama berikut:

1. Penggunaan Model YOLOv8 untuk Visual Tracking

YOLOv8 merupakan model deteksi objek mutakhir yang menggabungkan kecepatan dan akurasi tinggi dalam satu kerangka kerja ringan. Dengan menggunakan YOLOv8, sistem mampu mendeteksi keberadaan manusia dari video stream secara langsung (real-time). Dalam literatur terbaru, YOLOv8 terbukti memiliki performa superior dalam hal deteksi objek kecil maupun dalam kondisi pencahayaan variatif, menjadikannya ideal untuk sistem *human-following* seperti *CarryMate*.

1. MediaPipe untuk Gesture Recognition Natural dan Non-Kontak

Gestur tangan sebagai antarmuka interaksi non-verbal memberikan kenyamanan dan keamanan, terutama dalam situasi di mana pengguna tidak dapat menggunakan tangan mereka untuk menekan tombol atau memegang perangkat. MediaPipe menyediakan pipeline ringan untuk pelacakan 3D landmark tangan secara akurat bahkan pada perangkat dengan daya komputasi terbatas. Dengan demikian, metode ini efektif dan efisien untuk robot kontrol berbasis gestur.

1. Akselerasi CUDA untuk Efisiensi Komputasi Real-time

Komputasi berbasis CUDA memanfaatkan kekuatan GPU untuk mempercepat proses inferensi AI. Penggunaan CUDA memungkinkan YOLOv8 berjalan pada framerate tinggi tanpa lag yang mengganggu. Dalam konteks robot pengikut, kecepatan pemrosesan sangat krusial agar robot dapat bereaksi secara tepat waktu terhadap perubahan posisi pengguna di medan nyata.

1. Kontrol Robotik Berbasis Mikrokontroler Serial

Desain sistem menggabungkan pengolahan visual di sisi komputasi tinggi (GPU) dengan aktuasi mekanik berbasis mikrokontroler (misalnya Arduino atau ESP32) melalui jalur komunikasi serial. Pendekatan ini mencerminkan arsitektur sistem robot modern yang modular, scalable, dan mudah diintegrasikan ulang sesuai kebutuhan.

1. Pendekatan Interaksi Natural dalam Konteks Human-Robot Collaboration (HRC)

Dengan menggabungkan pelacakan manusia dan kontrol melalui gestur tangan, *CarryMate* memperkenalkan pendekatan interaksi yang natural dan intuitif antara manusia dan mesin. Ini sejalan dengan tren dalam penelitian Human-Robot Collaboration yang menekankan pentingnya interaksi multimodal dan adaptif dalam lingkungan kerja bersama manusia.

1. Fleksibilitas Penerapan di Berbagai Skenario

Justifikasi ilmiah proyek ini juga diperkuat oleh fleksibilitas penerapannya. Teknologi inti yang dikembangkan tidak terbatas untuk satu konteks (misalnya gudang), tetapi dapat diadaptasi untuk berbagai skenario seperti pertanian, rumah tangga, hingga bantuan mobilitas bagi individu dengan kebutuhan khusus.

* 1. Keluaran yang Ditargetkan

Sebagai hasil dari pelaksanaan proyek ini, tim pengembang menargetkan beberapa keluaran konkret yang mencerminkan keberhasilan teknis, dokumentasi, serta potensi keberlanjutan inovasi. Keluaran tersebut adalah:

* Prototipe fungsional tongkat SeeForMe yang dilengkapi sistem AI terintegrasi. Prototipe ini akan menunjukkan bagaimana sistem deteksi objek, pembacaan teks, dan penyampaian informasi suara dapat diimplementasikan secara nyata dalam satu alat bantu mobilitas.
* Video demonstrasi penggunaan tongkat oleh penyandang tunanetra dalam berbagai situasi mobilitas. Video ini akan memperlihatkan skenario penggunaan di lingkungan luar ruangan dan dalam ruangan, serta menggambarkan efektivitas sistem dalam membantu pengguna mengenali objek dan teks.
* Laporan teknis pengembangan sistem dan dokumentasi lengkap proses rancang bangun. Dokumen ini mencakup spesifikasi hardware dan software, alur kerja sistem, hasil pengujian, serta evaluasi kinerja. Laporan ini juga akan menjadi sumber referensi bagi penelitian lanjutan.
* Pengajuan Hak Kekayaan Intelektual (HKI) atas desain sistem dan perangkat lunak. Langkah ini bertujuan untuk melindungi hak cipta atas inovasi teknologi yang dikembangkan serta membuka peluang komersialisasi atau pengembangan lebih lanjut di masa depan.

**BAB 2. TINJAUAN PUSTAKA**

* 1. Robot Pengikut Manusia (Human-Following Robot)

Robot pengikut manusia merupakan salah satu implementasi dari *autonomous mobile robot* (AMR) yang dirancang untuk mengikuti pergerakan manusia secara mandiri menggunakan sensor dan algoritma pengolahan data visual atau spasial. Menurut Chen et al. (2017), robot pengikut manusia sangat berguna dalam aplikasi seperti logistik gudang, layanan publik, serta pendampingan lansia. Sistem ini umumnya bergantung pada kamera, sensor jarak (seperti LiDAR), atau modul visual tracking untuk mengenali dan mengikuti target. CarryMate mengambil pendekatan berbasis *vision-only*, tanpa memerlukan tambahan sensor mahal, sehingga lebih ekonomis dan mudah diimplementasikan.

* 1. Deteksi Objek Menggunakan YOLO (You Only Look Once)

YOLO merupakan algoritma deteksi objek berbasis deep learning yang populer karena kecepatan dan akurasinya. YOLOv8 sebagai generasi terbaru dari keluarga YOLO menampilkan peningkatan dalam arsitektur dan efisiensi inferensi. Menurut Ultralytics (2023), YOLOv8 memperkenalkan struktur modular dan performa tinggi bahkan untuk model kecil seperti yolov8n, yang cocok digunakan di sistem embedded dan real-time seperti CarryMate. Deteksi manusia melalui YOLO memungkinkan sistem untuk secara cepat mengidentifikasi posisi pengguna, yang kemudian digunakan sebagai referensi arah gerak.

* 1. Pelacakan dan Identifikasi Objek (Object Tracking)

Dalam konteks robot pengikut, pelacakan identitas objek sangat penting untuk membedakan manusia target dari objek lain di sekitar. Metode *object tracking* seperti Deep SORT, ByteTrack, dan pendekatan berbasis bounding box ID yang diimplementasikan dalam Ultralytics YOLO memungkinkan sistem mempertahankan fokus pada individu yang sama sepanjang pergerakan. Dengan pelacakan ID ini, CarryMate mampu menjaga konsistensi dalam mengikuti satu pengguna tertentu, bahkan ketika terdapat lebih dari satu orang dalam bidang pandang kamera.

* 1. Pengenalan Gestur Tangan dengan MediaPipe

MediaPipe merupakan framework buatan Google yang digunakan untuk pemrosesan sinyal berbasis AI secara real-time, termasuk dalam pelacakan pose dan gestur. Solusi MediaPipe Hands mampu mengenali posisi 21 titik kunci pada tangan dalam citra 2D maupun 3D. Berdasarkan penelitian oleh Zhang et al. (2021), pengenalan gestur menggunakan MediaPipe menunjukkan akurasi tinggi (>90%) dalam kondisi cahaya yang baik, serta memiliki latensi rendah yang ideal untuk sistem interaktif. Pada CarryMate, MediaPipe digunakan sebagai media interaksi tanpa sentuhan (contactless control), memungkinkan pengguna mengaktifkan atau menonaktifkan mode “follow” hanya dengan membuka atau mengepalkan tangan.

* 1. Penggunaan CUDA untuk Akselerasi Inferensi

CUDA (Compute Unified Device Architecture) adalah platform komputasi paralel yang dikembangkan oleh NVIDIA untuk mempercepat pengolahan data menggunakan GPU. Penggunaan CUDA memungkinkan model deep learning seperti YOLOv8 berjalan secara optimal di perangkat dengan GPU yang kompatibel. Dalam sistem CarryMate, akselerasi CUDA memungkinkan inferensi deteksi dan tracking manusia berjalan secara real-time dengan latensi rendah, sehingga robot dapat merespons pergerakan pengguna tanpa jeda yang mengganggu.

* 1. Komunikasi Serial dengan Mikrokontroler

Mikrokontroler seperti Arduino atau ESP32 digunakan dalam sistem *embedded robotics* untuk mengontrol motor dan aktuator. Komunikasi antara sistem visual (komputer atau Jetson) dengan mikrokontroler dilakukan melalui komunikasi serial. Menurut Axelson (2015), protokol serial seperti UART atau USB-Serial memiliki latensi rendah dan andal untuk komunikasi dua arah. Pada CarryMate, hasil pemrosesan visual (arah gerak: kiri, kanan, maju, diam) dikirim ke mikrokontroler melalui port serial untuk dikonversi menjadi gerakan mekanik robot.

* 1. Implementasi dalam Konteks Gudang dan Kehidupan Sehari-hari

Robot pengikut telah mulai diterapkan dalam industri seperti logistik, e-commerce, dan kesehatan. Di gudang Amazon, sistem robot otonom digunakan untuk mengangkut barang dari rak ke stasiun sortir. Sementara itu, robot-robot rumah tangga seperti *Gita Robot* (Piaggio) mulai dikembangkan untuk membawa barang belanjaan atau kebutuhan pribadi. Namun, banyak dari solusi tersebut memiliki harga mahal, menggunakan sensor kompleks, dan tidak fleksibel. CarryMate bertujuan menawarkan solusi *low-cost* berbasis vision dengan potensi yang dapat diterapkan dalam gudang kecil, toko, rumah tangga, hingga membantu difabel membawa barang pribadi.

**BAB 3. TAHAP PELAKSANAAN**

Pelaksanaan program CarryMate akan dibagi ke dalam tiga tahap utama yang saling berkaitan dan berurutan, dimulai dari tahap perancangan dan persiapan sistem, implementasi perangkat keras dan lunak, hingga pengujian serta evaluasi akhir. Setiap tahap akan dilaksanakan dengan pendekatan terstruktur dan berbasis milestone agar mempermudah pemantauan perkembangan dan pencapaian target.

* 1. Alur Kegiatan

Berikut adalah alur kegiatan secara garis besar dari awal hingga akhir program:

1. Tahap 1: Perancangan Sistem dan Persiapan Komponen

Fokus pada desain sistem dan pengadaan perangkat keras.

1. Tahap 2: Implementasi dan Integrasi Sistem

Meliputi pembuatan robot, pemrograman software, serta pengujian awal.

1. Tahap 3: Pengujian Lapangan dan Evaluasi

Dilakukan uji coba dalam lingkungan nyata serta perbaikan berbasis feedback.

Setiap tahap dirancang untuk selesai dalam waktu ±1 bulan, sehingga seluruh kegiatan dapat diselesaikan dalam rentang waktu 3 bulan (12 minggu).

* 1. Tahap 1

Tahap awal difokuskan pada perencanaan teknis dan penyusunan arsitektur sistem secara menyeluruh, mencakup aspek hardware dan software. Aktivitas utama meliputi:

* Merancang kerangka mekanik robot pengikut barang.
* Mendesain jalur komunikasi antara modul pengolahan visual (laptop/Jetson) dan mikrokontroler (ESP32/Arduino).
* Mengidentifikasi kebutuhan teknis:
  + GPU dengan dukungan CUDA.
  + Kamera webcam/USB.
  + Aktuator dan driver motor.
  + Modul power supply (baterai Li-Ion dan konversi tegangan).
* Melakukan pemesanan dan perakitan awal komponen.
* Instalasi dan pengujian awal pustaka software seperti Ultralytics YOLOv8 dan MediaPipe di perangkat pengolahan visual.

Target capaian:

* Desain sistem selesai.
* Komponen utama tersedia dan dapat digunakan.
* Lingkungan pengembangan software siap.
  1. Tahap 2

Tahap ini mencakup proses perakitan fisik robot dan penggabungan antara sistem hardware dengan software. Beberapa aktivitas utama yang akan dilakukan:

* Perakitan rangka robot dan pemasangan motor DC atau motor servo.
* Pemrograman mikrokontroler untuk menerima perintah arah dari serial port dan mengontrol gerakan motor.
* Integrasi YOLOv8 untuk deteksi dan pelacakan manusia secara real-time.
* Integrasi MediaPipe untuk mengenali gesture tangan sebagai kontrol mode follow.
* Implementasi komunikasi serial antar perangkat (Python ↔ mikrokontroler).
* Uji coba awal untuk memastikan sistem berjalan sesuai harapan.

Target capaian:

* Robot dapat bergerak sesuai perintah (maju, kiri, kanan, berhenti).
* Deteksi gesture tangan bekerja dan dapat mengubah mode robot.
* Sistem visual tracking dan gesture dapat dikendalikan secara bersamaan.
  1. Tahap 3

Tahap akhir bertujuan melakukan validasi fungsionalitas CarryMate dalam skenario penggunaan nyata serta melakukan perbaikan akhir berdasarkan hasil pengujian. Aktivitas utama:

* Pengujian robot di skenario indoor:
  + Mengikuti pengguna di koridor kampus.
  + Mengangkut barang dalam ruang kelas/laboratorium.
* Pengujian di lingkungan semi-outdoor (misal lobi kampus atau gudang logistik kampus).
* Evaluasi respons sistem terhadap gesture dan performa tracking pada berbagai kondisi cahaya.
* Dokumentasi hasil pengujian dan analisis kelebihan/kekurangan.
* Penyusunan laporan akhir dan pembuatan video demonstrasi produk.

Target capaian:

* CarryMate dapat beroperasi secara mandiri mengikuti pengguna.
* Respons gesture tangan akurat.
* Sistem dinyatakan siap untuk dipamerkan/didemonstrasikan.

**BAB 4. BIAYA DAN JADWAL KEGIATAN**

4.1 Anggaran Biaya

Tabel 4.1 Format Rekapitulasi Rencana Anggaran Biaya

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| No | Jenis Pengeluaran | Sumber Dana | Biaya (Rp) |
| 1 | Bahan habis pakai (ATK, kabel jumper, breadboard, sensor, motor, dll) | Belmawa |  |
| Perguruan Tinggi | 6.000.000 |
| Instansi Lain (jika ada) |  |
| 2 | Sewa dan jasa (jasa print 3D chassis robot & servis CNC) | Belmawa | 1.200.000 |
| Perguruan Tinggi |  |
| Instansi Lain (jika ada) |  |
| 3 | Transportasi lokal (pengujian lapangan dan mobilisasi alat di kampus) | Belmawa |  |
| Perguruan Tinggi | 1.500.000 |
| Instansi Lain (jika ada) |  |
| 4 | Lain-lain (komunikasi, akses daring, pembuatan video demonstrasi) | Belmawa |  |
| Perguruan Tinggi | 1.300.000 |
| Instansi Lain (jika ada) |  |
| **Jumlah** | | |  |
| **Rekap Sumber Dana** | | Belmawa | 1.200.000 |
| Perguruan Tinggi | 8.800.000 |
| Instansi Lain (jika ada) |  |
| **Jumlah** | 10.000.000 |

4.2 Jadwal Kegiatan

Tabel 4.2 Jadwal Kegiatan

|  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| No | Jenis Kegiatan | Bulan | | | | Person Penanggung Jawab |
| 1 | 2 | 3 | 4 |
| 1 | Perancangan sistem dan persiapan komponen | ✓ |  |  |  |  |
| 2 | Pengadaan dan perakitan komponen robot | ✓ | ✓ |  |  |  |
| 3 | Pemrograman YOLOv8 dan MediaPipe + integrasi robot |  | ✓ | ✓ |  |  |
| 4 | Pengujian lapangan dan evaluasi |  |  | ✓ | ✓ |  |

|  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| 5 | Dokumentasi, laporan akhir dan pembuatan video |  |  | ✓ | ✓ |  |

**DAFTAR PUSTAKA**

Daftar pustaka ditulis dengan tipe huruf menggunakan Times New Roman ukuran 12 cetak normal. Teks menggunakan jarak baris 1,15 spasi dan perataan teks menggunakan rata kiri dan kanan dengan ketentuan baris kedua dan setelahnya menjorok ke dalam. Daftar Pustaka berisi informasi tentang sumber pustaka yang telah dirujuk dalam tubuh tulisan. Setiap pustaka yang dirujuk dalam naskah harus ada dalam daftar Pustaka, dan sebaliknya. Format perujukan pustaka mengikuti Harvard style (nama belakang, tahun dan diurutkan berdasar abjad). GUNAKAN PERANGKAT LUNAK REFERENSI, JANGAN MANUAL!

Albrecht, N. J., Albrecht, P. dan Cohen, M. (2012) “Mindfully Teaching in the Classroom: a Literature Review,” *Australian Journal of Teacher Education*, 37(12). doi: 10.14221/ajte.2012v37n12.2.

Atmaja, P. W., Sugiarto dan Mandyartha, E. P. (2020) “Difficulty Curve-Based Procedural Generation of Scrolling Shooter Enemy Formations,” *Journal of Physics: Conference Series*, 1569. doi: 10.1088/1742-6596/1569/2/022049.

**LAMPIRAN**

Lampiran 1. Biodata Ketua dan Anggota serta Dosen Pembimbing

Lampiran 2. Justifikasi Anggaran Kegiatan

Lampiran 3. Susunan Tim Pengusul dan Pembagian Tugas

Lampiran 4. Surat Pernyataan Ketua Tim Pengusul

Lampiran 5. Gambaran Teknologi yang akan Dikembangkan

**LAMPIRAN 1. BIODATA KETUA, ANGGOTA, DAN DOSEN PENDAMPING**

Lampiran 1.1. Biodata Ketua

1. Identitas Diri

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| 1 | Nama Lengkap | Bagas Felicia Rakhim |
| 2 | Jenis Kelamin | Laki-laki |
| 3 | Program Studi | Informatika |
| 4 | NIM | 22081010051 |
| 5 | Tempat dan Tanggal Lahir |  |
| 6 | Alamat E-mail |  |
| 7 | Nomor Telepon/HP |  |

1. Kegiatan Kemahasiswaan yang Sedang/Pernah Diikuti

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| No | Jenis Kegiatan | Status dalam Kegiatan | Waktu dan Tempat |
| 1 |  |  |  |
| 2 |  |  |  |
| 3 |  |  |  |

1. Penghargaan yang Pernah Diterima

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| No | Jenis Penghargaan | Pihak Pemberi Penghargaan | Tahun |
| 1 |  |  |  |
| 2 |  |  |  |

Semua data yang saya isikan dan tercantum dalam biodata ini adalah benar dan dapat dipertanggungjawabkan secara hukum. Apabila di kemudian hari ternyata dijumpai ketidaksesuaian dengan kenyataan, saya sanggup menerima sanksi.

Demikian biodata ini saya buat dengan sebenarnya untuk memenuhi salah satu persyaratan dalam pengajuan PKM-KC.

Kota, tanggal-bulan-tahun

Ketua Tim

(tanda tangan asli/basah)

(Nama Lengkap)

Lampiran 1.2. Biodata Anggota

1. Identitas Diri

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| 1 | Nama Lengkap | Muhammad Afrian Nur Setiawansyah |
| 2 | Jenis Kelamin | Laki-laki |
| 3 | Program Studi | Informatika |
| 4 | NIM | 22081010182 |
| 5 | Tempat dan Tanggal Lahir |  |
| 6 | Alamat E-mail |  |
| 7 | Nomor Telepon/HP |  |

1. Kegiatan Kemahasiswaan yang Sedang/Pernah Diikuti

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| No | Jenis Kegiatan | Status dalam Kegiatan | Waktu dan Tempat |
| 1 |  |  |  |
| 2 |  |  |  |
| 3 |  |  |  |

1. Penghargaan yang Pernah Diterima

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| No | Jenis Penghargaan | Pihak Pemberi Penghargaan | Tahun |
| 1 |  |  |  |
| 2 |  |  |  |

Semua data yang saya isikan dan tercantum dalam biodata ini adalah benar dan dapat dipertanggungjawabkan secara hukum. Apabila di kemudian hari ternyata dijumpai ketidaksesuaian dengan kenyataan, saya sanggup menerima sanksi.

Demikian biodata ini saya buat dengan sebenarnya untuk memenuhi salah satu persyaratan dalam pengajuan PKM-KC.

Kota, tanggal-bulan-tahun

Anggota Tim

(tanda tangan asli/basah)

(Nama Lengkap)

Lampiran 1.3. Biodata Anggota

1. Identitas Diri

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| 1 | Nama Lengkap | Bayu Setya Aji |
| 2 | Jenis Kelamin | Laki-laki |
| 3 | Program Studi | Informatika |
| 4 | NIM | 22081010294 |
| 5 | Tempat dan Tanggal Lahir |  |
| 6 | Alamat E-mail |  |
| 7 | Nomor Telepon/HP |  |

1. Kegiatan Kemahasiswaan yang Sedang/Pernah Diikuti

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| No | Jenis Kegiatan | Status dalam Kegiatan | Waktu dan Tempat |
| 1 |  |  |  |
| 2 |  |  |  |
| 3 |  |  |  |

1. Penghargaan yang Pernah Diterima

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| No | Jenis Penghargaan | Pihak Pemberi Penghargaan | Tahun |
| 1 |  |  |  |
| 2 |  |  |  |

Semua data yang saya isikan dan tercantum dalam biodata ini adalah benar dan dapat dipertanggungjawabkan secara hukum. Apabila di kemudian hari ternyata dijumpai ketidaksesuaian dengan kenyataan, saya sanggup menerima sanksi.

Demikian biodata ini saya buat dengan sebenarnya untuk memenuhi salah satu persyaratan dalam pengajuan PKM-KC.

Kota, tanggal-bulan-tahun

Anggota Tim

(tanda tangan asli/basah)

(Nama Lengkap)

Lampiran 1.4. Biodata Dosen Pendamping

1. Identitas Diri

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| 1 | Nama Lengkap (dengan gelar) |  |
| 2 | Jenis Kelamin | L/P |
| 3 | Program Studi |  |
| 4 | NIP/NIDN |  |
| 5 | Tempat dan Tanggal Lahir |  |
| 6 | Alamat E-mail |  |
| 7 | Nomor Telepon/HP |  |

1. Riwayat Pendidikan

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| No. | Jenjang | Bidang Ilmu | Institusi | Tahun Lulus |
| 1 | Sarjana (S1) |  |  |  |
| 2 | Magister (S2) |  |  |  |
| 3 | Doktor (S3) |  |  |  |

1. Rekam Jejak Tri Dharma PT

Pendidikan/Pengajaran

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| No | Nama Mata Kuliah | Wajib/Pilihan | SKS |
| 1 |  |  |  |
| 2 |  |  |  |

Penelitian

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| No | Judul Penelitian | Penyandang Dana | Tahun |
| 1 |  |  |  |
| 2 |  |  |  |

Pengabdian kepada Masyarakat

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| No | Judul Pengabdian kepada Masyarakat | Penyandang Dana | Tahun |
| 1 |  |  |  |
| 2 |  |  |  |

Semua data yang saya isikan dan tercantum dalam biodata ini adalah benar dan dapat dipertanggungjawabkan secara hukum. Apabila di kemudian hari ternyata dijumpai ketidaksesuaian dengan kenyataan, saya sanggup menerima sanksi.

Demikian biodata ini saya buat dengan sebenarnya untuk memenuhi salah satu persyaratan dalam pengajuan PKM-KC.

Kota, tanggal-bulan-tahun

Dosen Pendamping

(tanda tangan asli/basah)

(Nama Lengkap)

**LAMPIRAN 2. JUSTIFIKASI ANGGARAN KEGIATAN**

|  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| No. | Jenis Pengeluaran | Volume | Harga Satuan (Rp) | Nilai (Rp) | |
| 1 | Belanja Bahan (maks. 60%) |  |  |  | |
|  | CONTOH : |  |  |  | |
|  | Kabel/engsel/mur/baut dan sejenisnya |  |  |  | |
|  | Bahan Kimia Lab/Bahan Logam/kayu dan sejenisnya |  |  |  | |
|  | Bibit Tanaman/Simplisia/Pupuk |  |  |  | |
|  | Alat Ukir/Alat Lukis |  |  |  | |
|  | Suku Cadang/Microcontroller/ Sensor/Kit |  |  |  | |
| SUB TOTAL (Rp) | | | | |  |
| 2 | Belanja Sewa (maks. 15%) |  |  |  | |
|  | CONTOH: |  |  |  | |
|  | Sewa gedung/Alat |  |  |  | |
|  | Sewa server/ Hosting/ Domain/SSL/Akses Jurnal |  |  |  | |
|  | Sewa lab (termasuk penggunaan alat lab) |  |  |  | |
| SUB TOTAL (Rp) | | | | |  |
| 3 | Perjalanan (maks. 30 %) |  |  |  | |
|  | Kegiatan penyiapan bahan |  |  |  | |
|  | Kegiatan pendampingan |  |  |  | |
|  | Kegiatan lainnya sesuai program PKM-KC |  |  |  | |
| SUB TOTAL (Rp) | | | | |  |
| 4 | Lain-lain (maks. 15 %) |  |  |  | |
|  | Jasa bengkel/Uji Coba |  |  |  | |
|  | Percetakan produk |  |  |  | |
|  | ATK lainnya |  |  |  | |
|  | Adsense akun media sosial |  |  |  | |
|  | Lainnya sesuai program PKM-KC |  |  |  | |
| SUB TOTAL (Rp) | | | | |  |
| GRAND TOTAL (Rp) | | | | |  |
| (GRAND TOTAL Terbilang -----------------------) | | | | | |

**LAMPIRAN 3. SUSUNAN TIM PENGUSUL DAN PEMBAGIAN TUGAS**

|  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| No | Nama/NIM | Program Studi | Bidang Ilmu | Alokasi Waktu (jam/minggu) | Uraian Tugas |
| 1 |  |  |  |  |  |
| 2 |  |  |  |  |  |
| 3 |  |  |  |  |  |

**LAMPIRAN 4. SURAT PERNYATAAN KETUA PELAKSANA**

(di halaman selanjutnya)

SURAT PERNYATAAN KETUA TIM PENGUSUL



Yang bertanda tangan di bawah ini:

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| Nama Ketua Tim | : |  |
| NIM | : |  |
| Program Studi | : |  |
| Nama Dosen Pendamping | : |  |
| Perguruan Tinggi | : |  |

Dengan ini menyatakan bahwa proposal PKM-KC saya dengan judul ............................................................................................................ yang diusulkan untuk tahun anggaran .............. adalah:

1. Asli karya kami dan belum pernah dibiayai oleh lembaga atau sumber dana lain, dan tidak dibuat dengan menggunakan kecerdasan buatan/artificial intelligence (AI).
2. Kami berkomitmen untuk menjalankan kegiatan PKM secara sungguh-sungguh hingga selesai.

Bilamana di kemudian hari ditemukan ketidaksesuaian dengan pernyataan ini, maka saya bersedia dituntut dan diproses sesuai dengan ketentuan yang berlaku dan mengembalikan seluruh biaya yang sudah diterima ke kas negara.

Demikian pernyataan ini dibuat dengan sesungguhnya dan dengan sebenar-benarnya.

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
|  |  | Kota, Tanggal-Bulan-Tahun  Yang menyatakan,  (Materai Rp. 10.000  Tanda tangan asli/basah)  (Nama Lengkap)  NIM. |
|  |  |  |

**LAMPIRAN 5. GAMBARAN TEKNOLOGI YANG AKAN DIKEMBANGKAN**