

DAFTAR ISI

ABSTRAK	1
BAB I PENDAHULUAN.....	2
1.1. Latar Belakang.....	2
1.2. Rumusan masalah.....	3
1.3. Solusi	3
1.4. Manfaat Pengembangan	4
1.5. Kebaruan Ilmiah.....	5
1.6. Target Fungsional dan Justifikasi Ilmiah	6
1.7. Keluaran yang Ditargetkan.....	8
BAB II TINJAUAN PUSTAKA.....	10
2.1. Kendaraan Otonom (Self-Driving Car).....	10
2.2. Mikrokontroler ESP32.....	11
2.3. OpenCV dan Computer Vision	12
BAB III TAHAP PELAKSANAAN	14
3.1. Alur Kegiatan	14
3.2. Tahap 1: Perencanaan dan Perancangan Sistem.....	15
3.3. Tahap 2: Implementasi dan Integrasi Sistem.....	15
3.4. Tahap 3: Pengujian, Evaluasi, dan Dokumentasi	16
BAB IV BIAYA DAN JADWAL KEGIATAN	17
4.1. Anggaran Biaya.....	17
4.2. Jadwal Kegiatan.....	18
KESIMPULAN.....	19
DAFTAR PUSTAKA	20
LAMPIRAN.....	21

ABSTRAK

Perkembangan teknologi kendaraan otonom (self-driving car) semakin pesat dan berpotensi menjadi solusi transportasi masa depan. Namun, pemahaman terhadap sistem kerja kendaraan otonom masih terbatas di kalangan pelajar dan mahasiswa karena mahalnya perangkat dan kompleksitas sistem. Oleh karena itu, penelitian ini bertujuan untuk merancang dan membangun miniatur mobil self-driving berbasis mikrokontroler ESP32 dan pengolahan citra menggunakan OpenCV sebagai media pembelajaran dan eksplorasi teknologi kendaraan otonom. Sistem ini dirancang untuk mampu mengikuti jalur secara otomatis dengan memanfaatkan kamera sebagai input visual dan algoritma pemrosesan citra untuk mendeteksi garis jalur. Mikrokontroler ESP32 bertugas mengendalikan pergerakan mobil berdasarkan data hasil pemrosesan citra secara real-time. Metodologi yang digunakan meliputi perancangan perangkat keras (hardware), perancangan perangkat lunak (software), serta pengujian sistem dalam berbagai skenario jalur. Diharapkan proyek ini tidak hanya menjadi prototipe kendaraan otonom skala mini yang fungsional, tetapi juga menjadi sarana edukatif dalam bidang Internet of Things (IoT), Computer Vision, dan Artificial Intelligence. Keluaran yang diharapkan meliputi prototipe mobil self-driving skala mini, dokumentasi teknis, dan potensi pengembangan lebih lanjut sebagai media pembelajaran atau produk komersial edukatif.

BAB I

PENDAHULUAN

1.1. Latar Belakang

Self-driving car pada dasarnya merupakan implementasi kompleks dari sistem robotik bergerak (*mobile robotics*) yang mampu beroperasi di lingkungan dinamis. Kendaraan ini memanfaatkan sensor-sensor seperti kamera, radar, dan lidar untuk membangun pemahaman tentang lingkungan sekitar (persepsi), kemudian memproses data tersebut menggunakan algoritma pemrosesan citra dan AI untuk mengenali objek, menentukan posisi, serta membuat keputusan navigasi secara real-time.

Pada awal pengembangannya sistem self driving diambil dari fitur untuk pesawat terbang atau dikenal dengan autopilot. Lalu sistemnya mulai diterapkan pada kendaraan beroda empat yang kita kenal *self-driving car* atau beberapa ada yang bilang autonomous driving, dan kendaraan otonom.

Perkembangan teknologi yang pesat dalam bidang kecerdasan buatan (*Artificial Intelligence/AI*), sensor, dan komputasi telah mendorong munculnya inovasi-inovasi baru di sektor transportasi, salah satunya adalah kendaraan tanpa pengemudi atau *self-driving car*. Kendaraan ini dirancang untuk dapat mengemudi secara mandiri tanpa intervensi manusia, dengan memanfaatkan berbagai teknologi seperti *machine learning*, *computer vision*, radar, lidar, GPS, serta sistem navigasi cerdas.

Selain itu, kendaraan otonom juga mengandalkan sistem kontrol robotik untuk mengatur arah, kecepatan, serta manuver kendaraan secara presisi. Dalam hal ini, konsep *feedback control* dan *trajectory planning* menjadi sangat relevan. Dengan demikian, topik self-driving tidak hanya relevan secara teknologi, tetapi juga merupakan salah satu aplikasi nyata dari berbagai konsep robotika. Hal ini memberikan gambaran bagaimana teori robotika dapat diimplementasikan dalam skala besar untuk

menyelesaikan masalah dunia nyata, seperti keselamatan berkendara, efisiensi transportasi, dan pengurangan beban kerja manusia.

1.2. Rumusan masalah

Seiring dengan kemajuan pesat dalam bidang kecerdasan buatan, robotika, dan sistem tertanam (*embedded system*), teknologi *self-driving car* menjadi salah satu inovasi penting yang merevolusi sistem transportasi modern. Teknologi ini memanfaatkan sensor, pemrosesan citra digital, dan algoritma AI untuk mendeteksi lingkungan sekitar, membuat keputusan navigasi, serta mengontrol arah dan kecepatan kendaraan secara otomatis. Berdasarkan hal tersebut, rumusan masalah dalam penelitian ini adalah:

1. Bagaimana merancang prototipe kendaraan otonom skala mini yang mampu mengikuti jalur secara otomatis di lingkungan indoor?
2. Bagaimana pemanfaatan mikrokontroler ESP32 dan kamera dapat diintegrasikan dengan OpenCV untuk membangun sistem deteksi jalur secara real-time?
3. Apa saja tantangan teknis dalam pengolahan citra dan kontrol gerak kendaraan agar dapat bergerak stabil dan responsif mengikuti jalur yang ditentukan?

1.3. Solusi

Kegiatan ini mengusulkan pengembangan dan implementasi sistem miniatur *self-driving car* berbasis mikrokontroler dan computer vision dengan lingkup proyek edukatif. Sistem akan difokuskan pada penerapan teknologi secara praktis dan terukur, khususnya pada skenario indoor menggunakan jalur simulasi.

1. Perancangan Prototipe Miniatur Mobil Self-Driving, Mengembangkan kendaraan otonom berskala mini menggunakan mikrokontroler ESP32 yang dilengkapi kamera, motor DC, sensor pendukung, serta rangkaian penggerak

(motor driver). Sistem akan mampu mengikuti jalur dengan warna atau pola tertentu.

2. Penerapan Computer Vision melalui OpenCV, Mengolah citra dari kamera secara real-time untuk mendeteksi jalur atau garis pandu menggunakan metode thresholding, edge detection, atau Hough Transform. Algoritma akan digunakan untuk mengarahkan pergerakan mobil secara otomatis.
3. Desain Sistem Kontrol dan Navigasi Sederhana, Membangun sistem kontrol berbasis feedback (misalnya, PID sederhana) untuk mengatur arah dan kecepatan kendaraan agar mampu bergerak stabil mengikuti jalur meskipun terdapat belokan atau percabangan.

1.4. Manfaat Pengembangan

Bagian Manfaat Pengembangan dalam proposal PKM bertujuan untuk menjelaskan secara rinci apa saja nilai positif, kontribusi, dan dampak dari kegiatan/proyek yang diusulkan. Baik untuk tim pelaksana, pihak akademik, masyarakat umum, maupun sektor yang lebih luas seperti industri dan teknologi. Secara garis besar, manfaat pengembangan dapat diklasifikasikan menjadi:

1. Manfaat secara akademis, yaitu meningkatkan pemahaman dan keterampilan mahasiswa dalam bidang embedded system (ESP32), computer vision (OpenCV), serta dasar-dasar robotika mobile yang melibatkan persepsi visual, kontrol gerak, dan pengambilan keputusan. Proyek ini juga menjadi media pembelajaran aplikatif untuk mendalami mata kuliah seperti Sistem Tertanam, Pemrograman Mikrokontroler, dan Pengolahan Citra Digital, serta mendorong penelitian lanjutan pada sistem kendaraan otonom dan teknologi AI terapan.
2. Manfaat secara teknis, yaitu menghasilkan prototipe miniatur kendaraan otonom yang mampu mendeteksi dan mengikuti jalur secara real-time menggunakan kamera dan mikrokontroler berdaya rendah. Hal ini membuktikan integrasi antara perangkat keras sederhana (ESP32) dengan

pustaka pengolahan citra (OpenCV), serta penerapan prinsip kontrol robotik dan trajectory planning dalam skala kecil. Prototipe ini juga dapat dijadikan dasar pengembangan sistem serupa pada platform komputasi yang lebih tinggi.

3. Manfaat secara sosial, yaitu memperkenalkan konsep kendaraan otonom kepada masyarakat melalui media yang mudah dipahami, seperti miniatur mobil self-driving. Proyek ini berpotensi digunakan dalam kegiatan edukatif seperti workshop, pameran, dan pelatihan teknologi, terutama untuk siswa sekolah menengah dan komunitas STEM (Science, Technology, Engineering, and Mathematics). Dengan demikian, dapat menumbuhkan minat generasi muda terhadap bidang robotika, AI, dan teknologi otonom.
4. Manfaat secara ekonomi, yaitu menghadirkan solusi prototipe low-cost yang mendemonstrasikan teknologi kendaraan otonom dalam bentuk sederhana namun fungsional. Hal ini membuka peluang untuk pengembangan produk riset atau edukasi berbasis kendaraan otonom skala kecil yang terjangkau, sekaligus mendorong inovasi dalam ekosistem teknologi lokal, terutama di bidang IoT, edge computing, dan visi komputer.

1.5. Kebaruan Ilmiah

Kebaruan Ilmiah dari Proyek ini terletak pada pengembangan miniatur mobil self-driving yang memanfaatkan Mikrokontroler ESP32 dan algoritma pemrosesan citra OpenCV untuk deteksi jalur secara otomatis. Meskipun penelitian dan pengembangan kendaraan otonom sudah banyak dilakukan di tingkat industri, penggunaan platform yang terjangkau dan mudah diakses seperti ESP32 membuka peluang baru untuk eksplorasi serta pembelajaran yang lebih inklusif, khususnya untuk pelajar dan mahasiswa.

Proyek ini juga menghadirkan integrasi konsep Internet of Things (IoT) dalam kendaraan otonom, dimana sistem dapat dikendalikan dan diawasi secara nirkabel melalui jaringan Wifi, sehingga pemantauan dan pengujian memungkinkan dilakukan

secara real-time. hal ini membuat prototipe tidak hanya menjadi alat bantu pembelajaran, namun juga sebagai platform eksperimen berbasis IoT yang aplikatif.

Inovasi Lainnya adalah Penerapan metode computer Vision Dalam Lingkungan Pendidikan, yang di mana algoritma visual seperti deteksi garis jalur diterapkan dalam lingkungan indoor yang lebih sederhana dan terkontrol. Pendekatan ini mendukung pemahaman praktis tentang robotika, kecerdasan buatan (AI), serta pemrosesan citra digital dengan biaya yang efisien dan kompleksitas yang disesuaikan, sehingga menjadikannya solusi ideal untuk pengembangan kompetensi di bidang teknologi cerdas secara bertahap.

1.6. Target Fungsional dan Justifikasi Ilmiah

Bagian berikut menjelaskan target utama proyek beserta justifikasi ilmiah yang mendasarinya, Setiap target dirancang untuk menghasilkan luaran yang tidak hanya aplikatif, tetapi juga mendukung proses pembelajaran dan pengembangan ilmu pengetahuan, khususnya di bidang robotika, computer vision, dan Internet of Things (IoT).

1. Prototipe Miniatur Mobil Self-Driving

Proyek ini bertujuan untuk menghasilkan prototipe kendaraan otonom skala mini yang mampu mengikuti jalur secara otomatis dengan memanfaatkan mikrokontroler ESP32 dan algoritma pemrosesan citra berbasis OpenCV. Kehadiran prototipe ini memberikan pengalaman praktis bagi siswa dan mahasiswa dalam memahami integrasi teknologi kendaraan otonom, yang mencakup robotika, AI, dan IoT.

2. Video Demonstrasi Kinerja Prototipe

Target dari kegiatan ini adalah menyediakan dokumentasi lengkap yang mencakup rancangan perangkat keras, perangkat lunak, diagram sistem, dan kode program. Dokumentasi ini berperan sebagai sumber referensi bagi peneliti

dan pelajar lainnya, serta memiliki potensi untuk digunakan sebagai bahan ajar di institusi pendidikan dalam bidang terkait.

3. Video Demonstrasi Kinerja Prototipe

Pengembangan video demonstrasi ditujukan untuk menunjukkan performa sistem dalam mengikuti jalur secara otomatis di lingkungan uji. Video ini akan menjadi media visual yang efektif untuk mempresentasikan hasil implementasi sistem, sekaligus mendukung proses pembelajaran dengan memberikan ilustrasi nyata terhadap penerapan teknologi kendaraan otonom.

4. Peningkatan Kompetensi Tim

Kegiatan ini diharapkan dapat meningkatkan keterampilan anggota tim dalam bidang robotika, Internet of Things (IoT), dan computer vision, sekaligus melatih kemampuan manajemen proyek dan komunikasi ilmiah. Dengan demikian, proyek ini tidak hanya menghasilkan luaran teknis, tetapi juga berkontribusi pada penguatan kapasitas sumber daya manusia yang siap bersaing di dunia industri dan riset.

Justifikasi ilmiah merupakan alasan atau dasar yang kuat serta logis mengapa kami ingin mengembangkan penelitian ini. Berikut merupakan beberapa alasan logis kami dalam membangun robot miniatur mobil self-driving ini :

1. Penerapan OpenCV dalam Deteksi Jalur Menggunakan Citra Digital

OpenCV merupakan pustaka pemrosesan citra yang banyak digunakan dalam penelitian kendaraan otonom. Deteksi garis menggunakan metode seperti Canny Edge Detection dan Hough Transform telah terbukti efektif untuk ekstraksi jalur visual.

2. ESP32 sebagai Otak Kendali Ringan namun Canggih

Mikrokontroler ESP32 memiliki prosesor dual-core, konektivitas nirkabel, serta dukungan pustaka pemrograman yang luas, menjadikannya pilihan tepat untuk aplikasi embedded real-time seperti mobil otonom skala mini.

3. Pendidikan dan Prototipe Kendaraan Otonom Berbiaya Rendah
Proyek ini membuka peluang eksplorasi teknologi self-driving secara ekonomis. Dibanding kendaraan otonom skala penuh yang mahal, prototipe miniatur memungkinkan pengujian dan pembelajaran dengan biaya terjangkau dan risiko minimal.
4. Kontribusi pada Pengembangan IoT dan Sistem Cerdas
Mobil ini menggabungkan elemen Internet of Things (IoT), computer vision, dan sistem kendali otomatis. Integrasi ini mendukung tren pengembangan teknologi kendaraan masa depan yang cerdas, efisien, dan adaptif terhadap lingkungan sekitar.
5. Keselarasan dengan Tren Industri Otomotif Modern
Penelitian ini relevan dengan arah perkembangan industri mobil otonom yang terus dikembangkan oleh perusahaan seperti Tesla, Waymo, dan Baidu. Membangun model miniatur memberi ruang untuk eksplorasi teknologi serupa dalam skala akademis.

1.7. Keluaran yang Ditargetkan

Keluaran dari kegiatan ini mencakup produk utama berupa prototipe miniatur mobil self-driving, serta beberapa luaran pendukung yang bertujuan untuk memastikan tercapainya tujuan program secara menyeluruh. Prototipe yang dikembangkan merupakan sebuah kendaraan otonom skala mini yang mampu mengikuti jalur secara otomatis menggunakan mikrokontroler ESP32 dan algoritma pengolahan citra berbasis OpenCV. Sistem ini dirancang khusus untuk digunakan dalam lingkungan indoor dengan skenario jalur yang telah ditentukan, sebagai simulasi dari sistem kendaraan tanpa pengemudi yang sesungguhnya.

Selain produk fisik, kegiatan ini juga menghasilkan dokumentasi teknis sistem yang lengkap, meliputi rancangan perangkat keras dan perangkat lunak, diagram rangkaian, kode program, alur kerja sistem, serta hasil pengujian. Dokumentasi ini

tidak hanya berfungsi sebagai arsip teknis, namun juga sebagai referensi untuk pengembangan lanjutan dan sumber pembelajaran di bidang terkait. Untuk mendukung aspek visualisasi hasil kerja, akan dibuat video demonstrasi yang menunjukkan secara langsung performa prototipe dalam mengikuti jalur, disertai penjelasan ringkas mengenai teknologi yang digunakan.

Sebagai bentuk diseminasi ilmiah, tim juga menargetkan untuk menghasilkan artikel ilmiah yang membahas secara mendalam proses perancangan, implementasi, serta evaluasi sistem. Artikel ini direncanakan untuk disubmit ke jurnal mahasiswa atau seminar ilmiah tingkat nasional guna memperluas jangkauan manfaat dari hasil penelitian. Di samping itu, kegiatan ini juga berkontribusi terhadap peningkatan kompetensi tim, terutama dalam bidang robotika, Internet of Things (IoT), computer vision, serta penguatan keterampilan kerja sama, manajemen proyek, dan komunikasi ilmiah. Seluruh keluaran tersebut direncanakan untuk diselesaikan sesuai jadwal pelaksanaan program dan akan dievaluasi secara berkala guna memastikan ketercapaian tujuan yang optimal.

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

2.1. Kendaraan Otonom (Self-Driving Car)

Kendaraan otonom, atau yang sering disebut sebagai self-driving car, adalah kendaraan yang mampu mengemudi tanpa intervensi manusia dengan menggunakan berbagai sensor, aktuator, sistem pemrosesan data, serta algoritma kecerdasan buatan. Teknologi ini dirancang untuk mengenali lingkungan sekitarnya, mengambil keputusan, serta mengendalikan arah dan kecepatan kendaraan secara otomatis.

Konsep kendaraan otonom mulai berkembang sejak awal abad ke-21 dengan kemajuan pesat dalam bidang robotika, computer vision, dan machine learning. Sistem ini umumnya terdiri dari beberapa komponen penting seperti kamera, sensor ultrasonik, sensor lidar, radar, serta unit pemrosesan utama (central processing unit). Data dari sensor tersebut diproses secara real-time untuk mendeteksi jalur, rintangan, rambu lalu lintas, dan objek lain di sekitar kendaraan.

Menurut klasifikasi SAE (Society of Automotive Engineers), terdapat enam level otomasi kendaraan mulai dari Level 0 (tanpa otomasi) hingga Level 5 (otomasi penuh tanpa kemudi manusia sama sekali). Kendaraan otonom level tinggi seperti Level 4 dan 5 masih dalam tahap pengembangan intensif oleh perusahaan besar seperti Tesla, Waymo, dan NVIDIA.

Pada skala pendidikan dan pengembangan prototipe, teknologi kendaraan otonom dapat direduksi menjadi sistem sederhana yang hanya memanfaatkan sensor dasar dan pengolahan citra untuk mendeteksi garis jalur. Hal ini dapat dilakukan dengan bantuan komponen yang lebih terjangkau seperti mikrokontroler ESP32 dan kamera kecil yang diproses menggunakan OpenCV, sehingga cocok untuk pembelajaran maupun penelitian awal mengenai sistem self-driving.

2.2. Mikrokontroler ESP32

ESP32 adalah mikrokontroler yang dikembangkan oleh Espressif Systems, terkenal karena memiliki performa tinggi dan fitur konektivitas nirkabel yang lengkap. Mikrokontroler ini merupakan penerus dari ESP8266 dan dilengkapi dengan dual-core processor Xtensa LX6, kecepatan hingga 240 MHz, serta RAM sebesar 520 KB. Fitur-fitur ini menjadikan ESP32 sangat cocok untuk aplikasi Internet of Things (IoT), sistem embedded, dan kendali robotik.

Salah satu keunggulan utama ESP32 adalah kemampuannya untuk terhubung ke jaringan Wi-Fi dan Bluetooth, sehingga memudahkan integrasi dengan perangkat lain maupun sistem monitoring jarak jauh. Selain itu, ESP32 juga memiliki banyak pin GPIO (General Purpose Input/Output) yang mendukung berbagai protokol komunikasi seperti I2C, SPI, UART, dan PWM, yang sangat berguna dalam sistem robotik dan kendali motor.

Dalam konteks kendaraan otonom skala mini, ESP32 berperan sebagai unit pengendali utama (main controller) yang menerima data dari hasil pemrosesan citra (yang dilakukan oleh laptop atau sistem terpisah), kemudian mengontrol pergerakan mobil berdasarkan perintah yang diterima. Perannya sangat penting dalam menerjemahkan hasil analisis visual menjadi aksi nyata, seperti membelok ke kiri atau kanan, serta maju dan mundur.

Penggunaan ESP32 juga didukung oleh ekosistem pengembangan yang luas, termasuk dukungan dari Arduino IDE, MicroPython, dan PlatformIO, yang membuat proses pengembangan program menjadi lebih fleksibel dan ramah bagi pengembang pemula hingga menengah. Dengan konsumsi daya yang efisien dan harga yang relatif murah, ESP32 menjadi pilihan ideal untuk proyek-proyek edukatif dan prototipe kendaraan otonom berbasis IoT dan computer vision.

2.3. OpenCV dan Computer Vision

Computer Vision merupakan cabang dari kecerdasan buatan (Artificial Intelligence/AI) yang memungkinkan komputer untuk "melihat", memahami, dan menginterpretasikan informasi visual dari dunia nyata dalam bentuk gambar atau video. Teknologi ini menjadi kunci dalam pengembangan berbagai sistem cerdas, termasuk kendaraan otonom, pengenalan wajah, pemantauan keamanan, dan augmented reality.

Salah satu pustaka (library) paling populer yang digunakan dalam pengembangan computer vision adalah OpenCV (Open Source Computer Vision Library). OpenCV bersifat open-source dan mendukung berbagai bahasa pemrograman seperti Python, C++, dan Java, serta kompatibel dengan sistem operasi Windows, Linux, dan macOS. Library ini menyediakan berbagai fungsi untuk pemrosesan citra digital, seperti filtering, deteksi tepi, transformasi warna, deteksi objek, serta pelacakan gerakan.

Dalam konteks kendaraan otonom skala mini, OpenCV digunakan untuk mendeteksi garis jalur yang akan diikuti oleh mobil. Proses ini biasanya dilakukan melalui beberapa tahapan, seperti:

- Konversi warna citra dari RGB ke grayscale atau HSV,
- Penerapan filter Gaussian untuk mengurangi noise,
- Deteksi tepi menggunakan metode seperti Canny edge detection,
- Deteksi garis menggunakan algoritma Hough Transform atau pengolahan kontur.

Hasil dari pemrosesan ini akan berupa koordinat atau posisi garis jalur, yang kemudian diterjemahkan menjadi perintah arah bagi sistem kendali mobil. Misalnya,

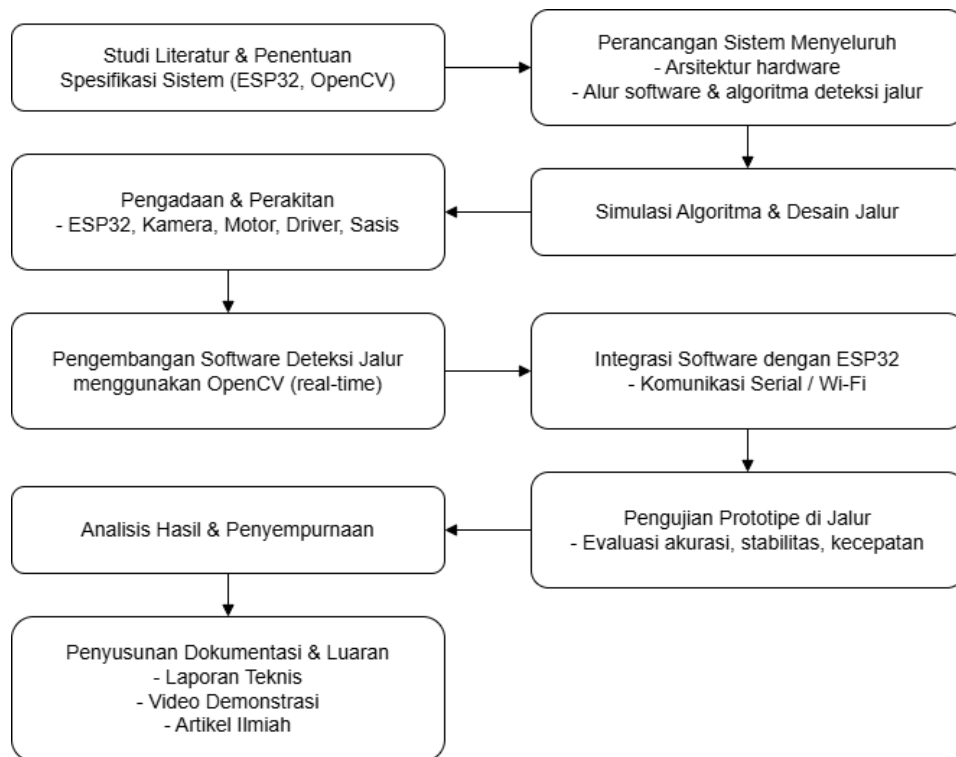
jika garis berada di sisi kiri dari kamera, maka mobil akan diperintahkan untuk berbelok ke kiri, dan sebaliknya.

Dengan memanfaatkan OpenCV, pengembangan sistem visual pada mobil otonom skala mini menjadi lebih terjangkau dan fleksibel, tanpa memerlukan sensor khusus seperti lidar atau kamera 3D. Selain itu, OpenCV juga memungkinkan pengujian dan simulasi algoritma secara cepat sebelum diimplementasikan ke sistem fisik.

BAB III

TAHAP PELAKSANAAN

3.1. Alur Kegiatan



Gambar 1. Diagram Alir Kegiatan

Kegiatan diawali dengan studi literatur mengenai konsep kendaraan otonom, pengolahan citra menggunakan OpenCV, dan karakteristik mikrokontroler ESP32 untuk menentukan spesifikasi sistem yang akan dibangun. Selanjutnya dilakukan perancangan sistem, meliputi desain arsitektur perangkat keras, alur kerja perangkat lunak, serta rancangan algoritma deteksi jalur. Setelah rancangan selesai, tim akan mengadakan dan merakit komponen seperti ESP32, motor DC, kamera, dan motor driver. Tahap berikutnya adalah implementasi perangkat lunak dan integrasi sistem, di

mana dilakukan pengembangan program deteksi jalur menggunakan OpenCV dan integrasinya dengan ESP32 sebagai pengendali pergerakan mobil. Setelah sistem terintegrasi, prototipe akan diuji coba pada beberapa skenario jalur untuk mengevaluasi performa dan stabilitasnya. Hasil uji coba akan dianalisis untuk melakukan penyempurnaan sistem jika diperlukan. Kegiatan diakhiri dengan penyusunan dokumentasi teknis, pembuatan video demonstrasi, penulisan artikel ilmiah, dan penyusunan laporan akhir kegiatan sebagai bentuk luaran yang ditargetkan.

3.2. Tahap 1: Perencanaan dan Perancangan Sistem

Tahap awal ini diawali dengan kegiatan studi literatur terkait konsep dasar kendaraan otonom, pengolahan citra menggunakan OpenCV, serta penggunaan mikrokontroler ESP32 dalam sistem kendali robotik. Hasil dari studi ini menjadi dasar dalam menentukan kebutuhan sistem, baik dari sisi perangkat keras maupun perangkat lunak. Selanjutnya, dilakukan perancangan sistem secara menyeluruh, yang mencakup desain arsitektur perangkat keras, pemetaan koneksi antar komponen, serta desain alur kerja perangkat lunak dan algoritma deteksi jalur. Tahap ini juga mencakup simulasi awal algoritma serta perencanaan jalur lintasan yang akan digunakan untuk pengujian.

3.3. Tahap 2: Implementasi dan Integrasi Sistem

Setelah tahap perancangan selesai, kegiatan dilanjutkan dengan pengadaan komponen dan perakitan prototipe kendaraan. Komponen utama seperti mikrokontroler ESP32, kamera, motor DC, motor driver, serta sasis mobil akan dirakit dan diuji konektivitasnya. Selanjutnya, dilakukan pengembangan perangkat lunak berbasis OpenCV untuk mendeteksi garis jalur secara real-time dari input kamera. Sistem pengolahan citra ini kemudian akan diintegrasikan dengan unit pengendali gerak berbasis ESP32 melalui komunikasi serial atau Wi-Fi. Dalam proses integrasi, akan dilakukan pengujian terhadap respon kendaraan terhadap deteksi jalur, serta penyesuaian parameter sistem untuk memastikan gerakan kendaraan sesuai dengan arah jalur.

3.4. Tahap 3: Pengujian, Evaluasi, dan Dokumentasi

Tahap terakhir difokuskan pada pengujian fungsional prototipe secara menyeluruh pada lintasan yang telah dirancang. Pengujian dilakukan untuk mengevaluasi keakuratan deteksi jalur, kestabilan pergerakan kendaraan, serta kecepatan respon sistem terhadap perubahan arah. Hasil pengujian akan dianalisis untuk mengidentifikasi potensi perbaikan, dan dilakukan penyempurnaan bila diperlukan. Setelah sistem dinyatakan berfungsi dengan baik, tim akan menyusun dokumentasi teknis yang meliputi laporan kegiatan, penjelasan sistem, diagram, serta kode program. Selain itu, akan dibuat video demonstrasi kinerja sistem dan artikel ilmiah yang merangkum proses serta hasil kegiatan. Seluruh luaran akan disiapkan untuk memenuhi persyaratan pelaporan PKM.

BAB IV

BIAYA DAN JADWAL KEGIATAN

4.1. Anggaran Biaya

Tabel 1. Anggaran Biaya

No	Jenis Pengeluaran	Sumber Dana	Biaya (Rp)
1	Mekanik Hardware (ESP32, Motor DC dg gearbox (2), Roda dg lapisan karet (2), Motor Servo, Casis, Kabel Sensor Ultrasonik, IMU, modul tambahan cadangan)	Belmawa	4.000.000
2	Sewa dan jasa (Jasa pembuatan akrilik pada body robot, Sewa laboratorium fakultas),	Belmawa	2.500.000
		Perguruan Tinggi	
3	Transportasi lokal maksimal 30% dari jumlah dana yang diusulkan	Belmawa	500.000
		Perguruan Tinggi	
		Instansi Lain (jika ada)	
4	Lain-lain (contoh: biaya komunikasi, biaya bayar akses publikasi, biaya adsense media sosial, dan lain-lain) maksimum 15% dari jumlah dana yang diusulkan	Belmawa	100.000
		Perguruan Tinggi	
		Instansi Lain (jika ada)	
Jumlah			
Rekap Sumber Dana		Belmawa	

	Perguruan Tinggi	
	Instansi Lain (jika ada)	
	Jumlah	

4.2. Jadwal Kegiatan

Tabel 2. Jadwal Kegiatan

No	Jenis Kegiatan	Bulan				Person Penanggung Jawab
		1	2	3	4	
1	Mencari dataset jalur untuk line detection	v				Dr. BASUKI RAHMAT, S.Si.,M.T.
2	Membangun model machine learning OpenCV	v	v			Dr. BASUKI RAHMAT, S.Si.,M.T.
3	Melatih model machine learning		v			Dr. BASUKI RAHMAT, S.Si.,M.T.
4	Evaluasi model machine learning		v	v		Dr. BASUKI RAHMAT, S.Si.,M.T.
5	Menerapkan model ke robot BNU V2				v	Dr. BASUKI RAHMAT, S.Si.,M.T.

KESIMPULAN

Proyek ini bertujuan untuk merancang dan mengembangkan prototipe mobil otonom menggunakan mikrokontroler ESP32 dan pengolahan citra berbasis OpenCV. Melalui tahap perencanaan dan perancangan sistem, implementasi perangkat keras dan lunak, serta pengujian, diharapkan dapat tercipta sebuah sistem yang dapat mengikuti jalur secara otomatis dengan tingkat akurasi yang tinggi. Hasil dari kegiatan ini tidak hanya akan menghasilkan prototipe yang dapat berfungsi sesuai dengan harapan, tetapi juga dokumentasi teknis dan artikel ilmiah yang dapat dijadikan referensi bagi pengembangan sistem kendaraan otonom lebih lanjut.

Dengan menggunakan teknologi ESP32 yang efisien serta algoritma pemrosesan citra yang handal, proyek ini memberikan kontribusi pada bidang robotika, terutama dalam pengembangan kendaraan otonom yang dapat diterapkan di berbagai sektor, seperti transportasi atau sistem otomatisasi lainnya. Kami juga berharap hasil dari proyek ini dapat memperkaya pengetahuan dan pengalaman tim, serta memberikan dampak positif dalam bidang pendidikan dan penelitian, sekaligus memotivasi pengembangan inovasi-inovasi teknologi serupa di masa depan.

DAFTAR PUSTAKA

Karuppusamy, S., & Kandasamy, S. (2021). *Hands-On Edge Analytics with Azure IoT: Design and implement intelligent edge analytics solutions using Azure IoT and AI*. Packt Publishing.

Ahmad, A., & Khan, S. (2019). *ESP32 Programming for the Internet of Things: The ultimate guide to building IoT projects with ESP32*. Independently published.

Bradski, G., & Kaehler, A. (2008). *Learning OpenCV: Computer Vision with the OpenCV Library*. O'Reilly Media.

Singh, D., & Yadav, V. (2020). “Lane Detection System for Self-Driving Cars Using OpenCV”. *International Journal of Computer Applications*, 176(14), 10-14.

Zhao, Z., Sun, P., & Zhang, Y. (2020). “Self-Driving Car Based on Deep Learning and OpenCV”. *Procedia Computer Science*, 174, 582–587.

Noor, M. S., & Alshammari, R. (2022). *Practical ESP32 Projects*. Apress.

Thakur, A. (2019). *Mastering OpenCV 4 with Python*. Packt Publishing.

Junaedi, E. (2021). “Pengembangan Mobil Cerdas Mini Berbasis Mikrokontroler dan Visi Komputer”. *Jurnal Teknologi dan Sistem Komputer*, 9(2), 89-96.

Ristek-BRIN. (2022). *Panduan Program Kreativitas Mahasiswa (PKM) Edisi Terbaru*. Direktorat Belmawa, Kemdikbud.

Zhang, W., & Xu, B. (2018). “Vision-Based Autonomous Driving Using End-to-End Learning”. *IEEE Transactions on Intelligent Vehicles*, 3(1), 1–12.

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

A. Identitas Diri

1	Nama Lengkap	Bima Satria Putra
2	Jenis Kelamin	Laki-laki
3	Program Studi	Informatika
4	NIM	22081010152
5	Tempat dan Tanggal Lahir	Blitar, 30 Juni 2003
6	Alamat E-mail	22081010152@student.upnjatim.ac.id
7	Nomor Telepon/HP	089523819662

B. Kegiatan Kemahasiswaan yang Sedang/Pernah Diikuti

N	Jenis Kegiatan	Status dalam Kegiatan	Waktu dan Tempat
1	Building Character Day 2023	Anggota divisi konsumsi & kesehatan	Surabaya, 3 September - 1 Oktober 2023
2			
3			

C. Penghargaan yang Pernah Diterima

N	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.

Surabaya, 23 Mei 2025
Ketua Tim



(Bima Satria Putra)

Lampiran 1.2. Biodata Anggota

A. Identitas Diri

1	Nama Lengkap	Velian Prapatoni
2	Jenis Kelamin	Laki-laki
3	Program Studi	Informatika
4	NIM	22081010053
5	Tempat dan Tanggal Lahir	Situbondo, 31 Maret 2004
6	Alamat E-mail	22081010053@student.upnjatim.ac.id
7	Nomor Telepon/HP	081358745846

B. Kegiatan Kemahasiswaan yang Sedang/Pernah Diikuti

N	Jenis Kegiatan	Status dalam Kegiatan	Waktu dan Tempat
1			
2			
3			

C. Penghargaan yang Pernah Diterima

N	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.

Surabaya, 23 Mei 2025
Anggota Tim



Velian Prapatoni

D. Identitas Diri

1	Nama Lengkap	Cynthia Dwi Rahmadewi
2	Jenis Kelamin	Perempuan
3	Program Studi	Informatika
4	NIM	22081010222
5	Tempat dan Tanggal Lahir	Surabaya, 22 Maret 2004
6	Alamat E-mail	22081010222@student.upnjatim.ac.id
7	Nomor Telepon/HP	085785092165

E. Kegiatan Kemahasiswaan yang Sedang/Pernah Diikuti

N	Jenis Kegiatan	Status dalam Kegiatan	Waktu dan Tempat
1			
2			
3			

F. Penghargaan yang Pernah Diterima

N	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.

Surabaya, 23 Mei 2025
Anggota Tim



(Cynthia Dwi Rahmadewi)

G. Identitas Diri

1	Nama Lengkap	Fatan Izzatur Rahman
2	Jenis Kelamin	Laki-laki
3	Program Studi	Informatika
4	NIM	22081010145
5	Tempat dan Tanggal Lahir	Surabaya, 16 Maret 2004
6	Alamat E-mail	22081010145@student.upnjatim.ac.id
7	Nomor Telepon/HP	082230346995

H. Kegiatan Kemahasiswaan yang Sedang/Pernah Diikuti

N	Jenis Kegiatan	Status dalam Kegiatan	Waktu dan Tempat
1			
2			
3			

I. Penghargaan yang Pernah Diterima

N	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.

Surabaya, 23 Mei 2025
Anggota Tim



Fatan Izzatur Rahman

J. Identitas Diri

1	Nama Lengkap	Ersa Valerian Saputra
2	Jenis Kelamin	Laki-laki
3	Program Studi	Informatika
4	NIM	22081010110
5	Tempat dan Tanggal Lahir	Surabaya, 01 September 2003
6	Alamat E-mail	22081010110@student.upnjatim.ac.id
7	Nomor Telepon/HP	085856178861

K. Kegiatan Kemahasiswaan yang Sedang/Pernah Diikuti

N	Jenis Kegiatan	Status dalam Kegiatan	Waktu dan Tempat
1			
2			
3			

L. Penghargaan yang Pernah Diterima

N	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.

Surabaya, 23 Mei 2025

Anggota Tim



Ersa Valerian Saputra

Lampiran 1.3. Biodata Dosen Pendamping

A. Identitas Diri

1	Nama Lengkap (dengan gelar)	Dr. Basuki Rahmat, S.Si, MT
2	Jenis Kelamin	Laki - laki
3	Program Studi	Informatika
4	NIP/NIDN	196907232021211002
5	Tempat dan Tanggal Lahir	Jember, 23 Juli 1969
6	Alamat E-mail	basukirahmat.if@upnjatim.ac.id
7	Nomor Telepon/HP	081357938303

B. Riwayat Pendidikan

No.	Jenjang	Bidang Ilmu	Institusi	Tahun Lulus
1	Sarjana (S1)	Fisika-Instrumentasi	Institut Teknologi Sepuluh Nopember (ITS) - Surabaya	1995
2	Magister (S2)	Instrumentasi dan Kontrol	Institut Teknologi Bandung (ITB)	2000
3	Doktor (S3)	Teknik Elektro - Jaringan Cerdas Multimedia	Institut Teknologi Sepuluh Nopember (ITS) - Surabaya	2018

C. Rekam Jejak Tri Dharma PT

Pendidikan/Pengajaran

N	Nama Mata Kuliah	Wajib/Pilihan	SKS
1	MACHINE LEARNING	Pilihan	3
2	MIKROKONTROLLER	Pilihan	3
3	PEMROGRAMAN ROBOTIKA	Pilihan	3
4	KECERDASAN BUATAN	Wajib	3
5	ANALISA CITRA & VISI KOMPUTER	Pilihan	3

Penelitian

N	Judul Penelitian	Penyandang Dana	Tahun
1	Pemrograman Robot Cerdas dengan Arduino (Riset Peningkatan Mutu Pembelajaran)	MANDIRI	2019

2	Pemrograman Deep Learning dengan Python (Dilengkapi dengan Contoh-Contoh Penerapan di Berbagai Bidang) (Riset Peningkatan Mutu Pembelajaran)	MANDIRI	2020
3	Pembuatan Cloud Internet of Things (IoT) Sebagai Broker Aplikasi Sistem Kendali Berbasis Internet	DRPM-DIKTI	2021

Pengabdian kepada Masyarakat

N	Judul Pengabdian kepada Masyarakat	Penyandang Dana	Tahun
1	Perancangan dan Pembuatan Mesin Penetas Telur Berbasis Neuro-Fuzzy (Pengabdian Masyarakat Program Penerapan IPTEK)	DIKTI	2004
2	Sistem Prediksi dan Pendeteksian Serta Peringatan Dini Bencana Banjir Berbasis Neuro-Fuzzy Secara Online dan Real Time pada Daerah Rawan banjir Kab. Lamongan Jatim (Pengabdian Masyarakat Program Penerapan IPTEK).	DIKTI	2009
3	Pembuatan Layanan Integrated Mobile Online Multi Store System (IMOMS) Untuk Anggota Koperasi INTAKO Tanggulangin Sidoarjo Jawa Timur (Pengabdian Masyarakat Program IPTEK Bagi Masyarakat).	DIKTI	2010

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.

Surabaya, 23 Mei 2025

Dosen Pendamping



Dr. Basuki Rahmat, S. Si., MT

LAMPIRAN 2. JUSTIFIKASI ANGGARAN KEGIATAN

No.	Jenis Pengeluaran	Volume	Harga Satuan (Rp)	Nilai (Rp)
1	Belanja Bahan (maks. 60%)			
	ESP32-cam	1	480.500	480.500
	Motor DC dengan gearbox	2	11.000	11.000
	Roda Karet Besar	2	27.700	55.400
	Casis Akrilik	1	150.000	150.000
	Sensor Ultrasonik HC-SR04	1	12.000	12.000
SUB TOTAL (Rp)				
2	Belanja Sewa (maks. 15%)			
	Sewa gedung/Alat		-	
	Sewa server/ Hosting/ Domain/SSL/Akses Jurnal		-	
	Sewa laboratorium (termasuk penggunaan alat lab)		2.000.000	2.000.000
SUB TOTAL (Rp)				
3	Perjalanan (maks. 30 %)			
	Kegiatan penyiapan bahan		30.000	30.000
	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		-	
SUB TOTAL (Rp)				
GRAND TOTAL (Rp)				Rp2.749.900
(GRAND TOTAL Terbilang Dua juta tujuh ratus empat puluh sembilan ribu sembilan ratus rupiah)				

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 : Bima Satria Putra
NIM : 22081010152
Program Studi : Informatika
Nama Dosen Pendamping :
Perguruan Tinggi : UPN Veteran Jawa Timur

Dengan ini menyatakan bahwa proposal PKM-KC saya dengan judul Rancang Bangun Miniatur Mobil Self-Driving Berbasis ESP32 dan OpenCV untuk Deteksi Jalur Otomatis yang diusulkan untuk tahun anggaran 2025 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,

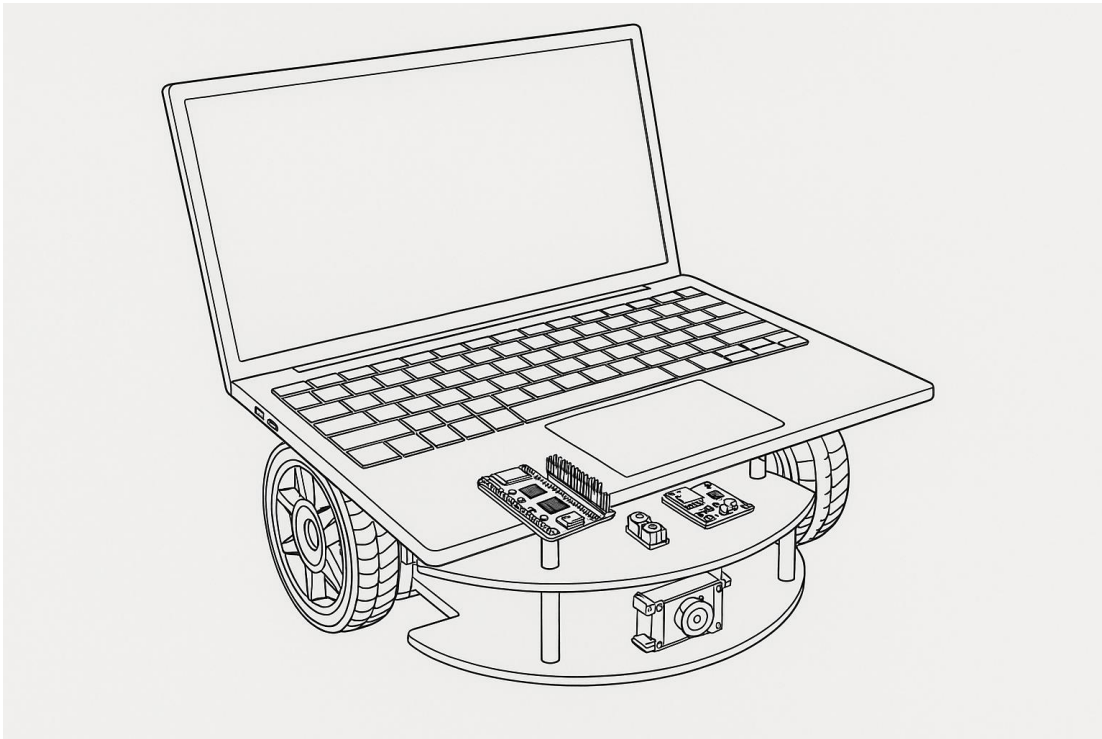
(Materai Rp. 10.000

Tanda tangan asli/basah)

(Nama Lengkap)

NIM.

LAMPIRAN 5. GAMBARAN TEKNOLOGI YANG AKAN DIKEMBANGKAN



Gambar 2. Ilustrasi Robot

Robot self-driving ini merupakan robot beroda yang di design untuk mengenali suatu jalur (line detector).