

DOKUMEN CD-1



**RANCANG BANGUN MINIATUR
AUTONOMOUS UNMANNED GROUND VEHICLE (AUGV)
BERBASIS RASPBERRY-PI**

Oleh :

Deni Ali Marwan Gajah / 1104202065

Fauziah Iriani / 1104204032

Muhammad Fakhrul Kemal / 1104201154

Nazhifa Azhara / 1104202151

Noviana Herdanti / 1104201135

**PRODI S1 TEKNIK FISIKA
FAKULTAS TEKNIK ELEKTRO
UNIVERSITAS TELKOM
BANDUNG**

2023

Lembar Pengesahan Dokumen CD-1

Judul Capstone Design : Rancang Bangun Miniatur *Autonomous Unmanned Ground Vehicle* (AUGV) Berbasis Raspberry-Pi

Jenis Dokumen : Usulan Gagasan dan Pemilihan Topik

Nomor Dokumen : FTE-CD-1

Nomor Revisi : 7

Tanggal Pengesahan : 29/12/2023

Fakultas : Fakultas Teknik Elektro

Program Studi : S-1 Teknik Fisika

Jumlah Halaman : 11

Data Pemeriksaan dan Persetujuan			
Ditulis Oleh	Nama : Deni Ali Marwan Gajah	Jabatan : Mahasiswa	
	NIM : 1104202065	Tanda Tangan	
	Nama : Fauziah Iriani	Jabatan : Mahasiswa	
	NIM : 1104204032	Tanda Tangan	
	Nama : Muhammad Fakhru Kemal	Jabatan : Mahasiswa	
	NIM : 1104201154	Tanda Tangan	
	Nama : Nazhifa Azhara	Jabatan : Mahasiswa	
	NIM : 1104202151	Tanda Tangan	
	Nama : Noviana Herdanti	Jabatan : Mahasiswa	
	NIM : 1104201135	Tanda Tangan	
Disetujui Oleh	Nama : Linahtadiya Andiani S.Si., M.Si.	Jabatan : Pembimbing 1	
	Tanggal : 29 Desember 2023	Tanda Tangan	
	Nama : Dr. Casmika Saputra, S.Si., M.Si.	Jabatan : Pembimbing 2	
	Tanggal : 29 Desember 2023	Tanda Tangan	

Timeline Revisi Dokumen CD-1

Versi, Tanggal	Revisi	Perbaikan yang dilakukan	Halaman Revisi
1, 16 Oktober 2023	Latar belakang diperjelas masalahnya akar	Pengerucutan terhadap masalah yang ingin diselesaikan, yaitu hanya meliputi internal kampus	1,2
2, 1 November 2023	Penawaran solusi dan solusi alternatif	Pengajuan dua solusi untuk menjawab masalah secara umum.	5
	Penulisan laporan ke dalam format CD terbaru	Mengganti laporan CD kedalam format CD terbaru	<i>all</i>
3, 15 Januari 2024	Solusi yang ditawarkan	Kaitan masalah dan solusi yang ditawarkan, dan menambah beberapa poin batasan masalah	1-5
4, 16 Juli 2024	Latar belakang	Mempertegas latar belakang yang diangkat, menambah poin batasan masalah	<i>all</i>
5, 26 Juli 2024	Rumusan masalah dan tujuan	Menambahkan sub-bab rumusan masalah dan tujuan	3
5 Agustus 2024	Judul dan perubahan kata	Mengubah judul dan semua kata “prototipe” menjadi “miniatur”	Cover, lembar pengesahan, 1, 2, 3, 4, 6

1.1 Latar Belakang Masalah

Artificial intelligence atau yang lebih dikenal sebagai AI merupakan penanda era revolusi industri 4.0 yang penerapannya hampir ada pada seluruh aspek kehidupan, salah satunya adalah industri otomotif. Teknologi kendaraan pintar ini semakin populer semenjak perusahaan Google memperkenalkan mobil *self-driving car* di tahun 2011. Sejak saat itu, perusahaan otomotif lain, seperti Tesla, Uber, maupun Volvo ikut berkontribusi dalam pengembangan teknologi di sektor transportasi. *Analytics Insight, Institute of Electrical and Electronics Engineers* (IEEE) memperkirakan bahwa pada akhir tahun 2040, mobil otonom ini akan mengambil alih 75 persen mobil konvensional saat ini[1].

AI pada sektor industri berperan untuk menciptakan sistem yang dapat melakukan tugas-tugas yang biasanya membutuhkan kecerdasan manusia. Sistem yang dibentuk bekerja berdasarkan algoritma yang dapat belajar dari data dan membuat keputusan yang adaptif, serta menggunakan sensor untuk menavigasi dan membuat keputusan di jalan. Maka dapat dikatakan bahwa proses pengembangan sistem automasi pada kendaraan adalah sistem yang kompleks dan membutuhkan waktu lama untuk *research and development*. Perusahaan Tesla misalnya, sejak mulai memperkenalkan sistem *autopilot* di tahun 2014, Tesla membutuhkan tujuh sampai sepuluh tahun kedepan untuk kemudian kembali melanjutkan tahap pengembangan, peluncuran, peningkatan teknologi, pengujian, hingga peluncuran untuk teknologi mobil otonom ke level automasi yang lebih tinggi[2]. Bahkan waktu yang dibutuhkan untuk teknologi tersebut bisa benar-benar diizinkan beroperasi masih memerlukan waktu lagi.

Oleh karena itu, mahasiswa sebagai *agent of change* dapat melakukan perannya untuk berinovasi dalam dunia teknologi yang terus berkembang ini[3]. Sehingga, pengembangan teknologi automasi kendaraan melalui sebuah model sederhana *autonomous unmanned ground vehicle* (AUGV) merupakan langkah awal dalam pengembangan teknologi automasi kendaraan dalam lingkup terdekat, yaitu wilayah kampus. Sama kegunaannya seperti mobil konvensional, miniatur model sederhana yang dirancang bertujuan untuk menguji konsep dan teknologi, seperti *lane detector*, *global positioning system* (GPS), *deep learning*, serta pendeteksian jarak.

AUGV juga akan menggunakan Raspberry Pi, sebagai mikrokomputer utama untuk mobilnya. Raspberry Pi memiliki kemampuan komputasi yang cukup untuk menjalankan algoritma kontrol dasar dan pemrosesan data dari berbagai sensor[4]. Selain itu, Raspberry Pi mendukung berbagai bahasa pemrograman dan pustaka *software*, memudahkan pengembangan dan integrasi sistem. Secara keseluruhan, teknologi yang ada pada miniatur model AUGV akan menentukan lingkungan dan lokasi serta mengenali rute yang sudah dibuat di tengah hambatan

obstacle dengan harapan dapat meningkatkan efisiensi terhadap waktu, mempermudah mobilitas, dan mengurangi penggunaan bahan bakar fosil. Sehingga perancangan alat yang dilakukan dapat digunakan sebagai modal pembelajaran pendidik dan terdidik dalam memahami konsep-konsep dasar robotika, sistem kontrol, dan kecerdasan buatan (*artificial intelligence*).

1.2 Analisis Masalah

Penulisan laporan CD ini dikaji sesuai dengan beberapa aspek, yaitu aspek teknis, aspek pendidikan, dan aspek berkelanjutan.

1.2.1 Aspek Teknis

Sebagai bagian dari civitas akademik kampus, mahasiswa telah merasakan bagaimana teknologi telah berkembang pada sektor transportasi saat ini. Secara teknis, kendaraan kini sudah mulai diinovasikan menjadi *driveless vehicle* yang menggunakan sensor-sensor, seperti sensor jarak (LiDAR), *global positioning system* (GPS), pembacaan citra melalui kamera, maupun sensor kecepatan agar kendaraan dapat beroperasi tanpa manusia[5]. Rancangan sistem yang akan dibuat dan dikaji adalah sebuah miniatur model AUGV berskala kecil yang dapat bergerak menghindari objek dan tingkah lakunya dapat dipantau oleh *user* selayaknya kendaraan konvensional.

1.2.2 Aspek Pendidikan

Jika dilihat dari aspek pendidikan, pengerjaan *capstone design* ini berkaitan dengan *artificial intelligence* (AI) yang saat ini sudah menjadi bagian dalam hidup manusia. Masyarakat yang tidak pandai akan teknologi cenderung tidak menyadari bahwa keseharian mereka sudah sangat dipengaruhi oleh AI. Contoh sederhananya adalah penggunaan AI pada algoritma sosial media untuk menyaring konten, mendeteksi spam, dan menyediakan preferensi berdasarkan minat masing-masing penggunanya. Oleh karena itu, melalui perancangan miniatur *autonomous ground vehicle* (AUGV), masyarakat termasuk mahasiswa dapat menggunakan proyek CD ini sebagai wahana pembelajaran tentang pemrograman, teknik, dan robotika yang akan berguna di masa mendatang.

1.2.3 Aspek Keberlanjutan (*Sustainability*)

Perancangan miniatur AUGV masih dapat dikembangkan lebih lanjut. Hal tersebut karena pengembangan AUGV membutuhkan proses *research and development* yang lama melihat dari kompleksitas teknologi serta tinjauan keselamatan dan keandalan pengoperasian

kendaraan. Acuan aspek sustainabilitas AUGV mengacu pada *Sustainable Development Goals* (SDGs) yang dirancang oleh organisasi *World Nation* berdasarkan permasalahan-permasalahan dunia dari berbagai aspek dengan mewujudkan 17 pilar tujuan[6]. Maka aspek keberlanjutan dapat ditinjau pada 2 dari 17 pilar tujuan SDGs. Pertama pada poin 9 yaitu Industri, Inovasi, dan Infrastruktur, dimana proses pengembangan selanjutnya dapat berpengaruh terhadap wujud *smart city* di Indonesia. Serta mengacu pada poin 11 Kota dan Pemukiman yang Berkelanjutan, yang dalam perannya AUGV dapat dikembangkan menjadi kendaraan dengan sumber penggerak listrik yang dapat mengurangi ketergantungan pada bahan bakar fosil.

1.3 Rumusan Masalah

Adapun beberapa rumusan masalah penting terkait proyek *capstone design* adalah sebagai berikut.

- a. Apakah AUGV mampu bergerak secara otomatis pada jalur dan rintangan yang diberikan?
- b. Apakah sistem pendeteksi objek yang dibangun pada miniatur AUGV dapat secara efektif mendeteksi objek-objek yang berada di jalurnya?
- c. Apakah sistem *tracking* AUGV yang dibangun mampu melacak posisi AUGV secara akurat?

1.3 Tujuan

Tujuan utama dari *capstone design* rancang bangun miniatur model mobil otonom ini adalah untuk mencapai beberapa hal penting, yaitu:

- a. mengembangkan sistem mobil otonom berskala kecil yang mampu bergerak dan beroperasi secara mandiri tanpa memerlukan intervensi manusia.
- b. membangun sistem pendeteksi objek pada mobil otonom yang dapat mengidentifikasi dan mengenali berbagai objek di sekitarnya.
- c. membangun sistem *tracking* untuk *autonomous unmanned ground vehicles* (AUGV), yang memungkinkan pelacakan posisi kendaraan.

Melalui pencapaian tujuan-tujuan ini, diharapkan proyek ini dapat memberikan kontribusi terhadap pengembangan teknologi kendaraan otonom dalam bentuk miniatur model yang lebih cerdas dan adaptif.

1.4 Batasan Masalah

Pengembangan teknologi dalam sektor transportasi sebagai masalah yang dikaji pada *capstone design* (CD) ini memiliki beberapa batasan masalah dalam ruang lingkup CD meliputi:

- a. Sumber daya penggerak miniatur menggunakan baterai yang spesifikasinya mengikuti *donkey car* sehingga tidak dapat digunakan dalam jangka waktu yang lama
- b. *Mini scale* miniatur ini direncanakan untuk diaplikasikan pada kendaraan dengan kondisi lingkungan seperti kampus Telkom University.
- c. Pengujian dilakukan menggunakan denah yang dirancang sesuai dengan rute Telkom University, dikarenakan *behavior* yang terlalu luas jika menggunakan rute yang sebenarnya.
- d. Rintangan yang diberikan dalam keadaan tidak bergerak
- e. Pengujian GPS dilakukan pada jalan yang sebenarnya dan tidak digerakkan secara otomatis karena algoritma mobil yang dibuat tidak relevan jika diaplikasikan pada jalan sebenarnya.
- f. Memungkinkan terjadinya pergantian baterai pada saat uji GPS, karena maksimum spesifikasi yang tertera tidak memungkinkan mobil untuk berjalan dalam waktu yang lama.

1.5 Analisis Solusi yang Ada

Society of Automotive Engineers (SAE) mendefinisikan enam tingkat otomatisasi mengemudi, mulai dari 0 (tanpa otomatisasi mengemudi) hingga 5 (otomatisasi mengemudi penuh). Enam tingkat otomasi tersebut adalah *no driving automation*, *driver assistance*, *partial driving automation*, *conditional driving automation*, *high driving automation*, dan *full driving automation*. Berdasarkan SAE, solusi yang ada saat ini merujuk pada level 0, yaitu *no driving automation*. Pada level ini, manusia bertanggung jawab penuh atas semua aspek mengemudi, termasuk mengendalikan setir, pedal, dan sistem lainnya. Kendaraan hanya memberikan peringatan atau saran kepada pengemudi, tetapi tidak mengambil alih kontrol. Seperti yang diketahui, pengoperasian kendaraan di lingkungan Telkom University hingga saat ini masih dilakukan oleh driver. Untuk dapat memahami solusi yang ada dan mencari solusi alternatif, maka solusi dapat ditinjau berdasarkan *strength*, *weakness*, dan *limitation*. Tabel 1.1 menunjukkan *strength*, *weakness*, dan *limitation* dari solusi yang ada saat ini.

Tabel 0.1 Tinjauan Solusi yang Sudah Ada Berdasarkan Strength, Weakness, Limitation

Parameter	<i>No Driving Automation</i>
<i>Strength</i>	<ol style="list-style-type: none"> 1. Pengemudi memiliki kontrol penuh atas kendaraan dan dapat menyesuaikan dengan kondisi lalu lintas, cuaca, atau situasi darurat yang tidak dapat diprediksi oleh komputer. 2. memiliki biaya awal dan perawatan yang rendah 3. Tidak ada risiko pelanggaran privasi yang terkait dengan pengumpulan data oleh sistem otomatis.
<i>Weakness</i>	<ol style="list-style-type: none"> 1. Pengemudi harus selalu waspada dan fokus pada mengemudi, yang dapat menyebabkan kelelahan, stres, atau kesalahan manusia. 2. Pengemudi harus bertanggung jawab atas segala kerusakan, kecelakaan, atau pelanggaran yang terjadi akibat mengemudi, yang dapat menimbulkan biaya, denda, atau sanksi lainnya. 3. Pengemudi harus mematuhi aturan dan hukum lalu lintas, yang dapat membatasi kecepatan, kenyamanan, atau efisiensi perjalanan
<i>Limitation</i>	<ol style="list-style-type: none"> 1. Kendaraan tidak dapat mengemudi secara mandiri tanpa pengemudi, sehingga tidak dapat digunakan oleh orang-orang yang tidak memiliki lisensi, memiliki keterbatasan fisik, atau berada di bawah pengaruh alkohol atau obat-obatan. 2. Kendaraan tidak dapat beradaptasi dengan perubahan teknologi, infrastruktur, atau standar yang berkembang di bidang kendaraan otonom, sehingga dapat tertinggal dari kompetitor atau pasar. 3. Kendaraan tidak dapat memanfaatkan potensi manfaat dari kendaraan otonom, seperti penghematan bahan bakar, pengurangan emisi, peningkatan keselamatan, atau peningkatan produktivitas.

1.6 Kebutuhan yang Harus Dipenuhi

AUGV adalah kendaraan yang dirancang dengan mengintegrasikan beberapa sensor agar dapat berjalan seperti kendaraan konvensional. Pertama, agar memastikan kendaraan dapat berjalan aman, sensor jarak dan kamera dibutuhkan untuk mendeteksi objek sehingga kendaraan dapat menghindari tanpa *manuver* dari manusia. Selanjutnya, dibutuhkan *global positioning system* (GPS) sebagai pemantau posisi *tracking* kendaraan. Sistem pemantauan sensor GPS pada AUGV dibuat secara *real-time* agar posisi kendaraan dapat dipantau lebih akurat serta sebagai *safety tools* jika sewaktu dioperasikan kendaraan hilang. Kemudian untuk mengumpulkan data dari berbagai sensor, diperlukan Raspberry-Pi sebagai mikromputer atau pemrosesor utama.

AUGV dapat bergerak sesuai rute yang diharapkan dengan menggunakan denah yang jelas dan rinci sesuai dengan spesifikasi yang sudah ditentukan sebelumnya. Alat dan bahan yang diperlukan untuk mendukung proses pembuatan denah meliputi kardus, pita hitam sebagai batas jalan, triplek, serta beberapa *obstacle*. Berbagai *obstacle* ditempatkan sepanjang jalur dengan posisi yang berbeda untuk mensimulasikan kondisi nyata dan menguji kendaraan dalam mengenali dan menghindari rintangan.