



Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumunkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta



PERANCANGAN *UNMANNED GROUND VEHICLE (UGV)* BERBASIS MIKROKONTROLER DENGAN SISTEM PENGGERAK *2 WHEEL DRIVE (2WD)* UNTUK *MONITORING AREA*

LAPORAN TUGAS AKHIR

Oleh:

Abyan Ananda Firell

NIM 2302311153

**POLITEKNIK
NEGERI
JAKARTA**

PROGRAM STUDI D3 TEKNIK MESIN

JURUSAN TEKNIK MESIN

POLITEKNIK NEGERI JAKARTA

2026



Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta



PERANCANGAN *UNMANNED GROUND VEHICLE (UGV)* BERBASIS MIKROKONTROLER DENGAN SISTEM PENGGERAK *2 WHEEL DRIVE (2WD)* UNTUK *MONITORING AREA*

LAPORAN TUGAS AKHIR

Laporan ini disusun sebagai salah satu syarat untuk menyelesaikan pendidikan
Diploma III Program Studi Teknik Mesin Jurusan Teknik Mesin

Oleh:

Abyan ananda Firell

NIM 2302311153

PROGRAM STUDI D3 TEKNIK MESIN

JURUSAN TEKNIK MESIN

POLITEKNIK NEGERI JAKARTA

2026

HALAMAN PERSETUJUAN

LAPORAN TUGAS AKHIR

PERANCANGAN *UNMANNED GROUND VEHICLE (UGV)* BERBASIS MIKROKONTROLER DENGAN SISTEM PENGGERAK *2 WHEEL DRIVE* (2WD) UNTUK *MONITORING AREA*

Oleh:

Abyan Ananda Firell

NIM. 2302311153

Program Studi D-III Teknik Mesin

Laporan Tugas Akhir telah disetujui oleh pembimbing

Pembimbing 1



Dr. Fuad Zainuri, S.T., M.Si.

NIP. 197602252000121002

Pembimbing 2



Andy Permana Rusdja, S.ST., M.T.

NIP. 199302222024061001

Kepala Program Studi

D-III Teknik Mesin



Nabila Yudisha, S.T., M.T.

NIP.199311302023212045

HALAMAN PENGESAHAN

LAPORAN TUGAS AKHIR

PERANCANGAN *UNMANNED GROUND VEHICLE (UGV)* BERBASIS MIKROKONTROLER DENGAN SISTEM PENGGERAK *2 WHEEL DRIVE* (2WD) UNTUK *MONITORING AREA*

Oleh:

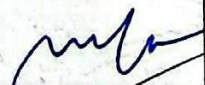
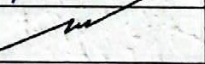
Abyan Ananda Firell

NIM. 2302311153

Program Studi D-III Teknik Mesin

Telah berhasil dipertahankan dalam sidang Tugas Akhir di hadapan Dewan Penguji pada tanggal 13 Juli 2026 dan diterima sebagai persyaratan untuk memperoleh gelar Diploma III pada Program Studi D-III Teknik Mesin Jurusan Teknik Mesin.

DEWAN PENGUJI

No	Nama	Posisi penguji	Tanda tangan	Tanggal
1	Andy Permana Rusdja, S.ST., M.T.	Moderator		13 Juli 2026
2	Dr. Dianta Mustofa Kamal, S.T., M.T.	Penguji I		13 Juli 2026
3	Ir. Rosidi, S.T., M.T.	Penguji II		13 Juli 2026

Depok, 2026

Disahkan Oleh :

Ketua Jurusan Teknik Mesin



Dr. Fuad Zainuri, S.T., M.Si.

NIP.197602252000121002

LEMBAR PERNYATAAN ORISINALITAS

Saya yang bertanda tangan di bawah ini :

Nama : Abyan Ananda Firell

NIM : 2302311153

Program Studi : D-III Teknik Mesi

Menyatakan bahwa yang dituliskan di dalam Laporan Tugas Akhir ini adalah hasil karya saya sendiri bukan jiplakan (plagiasi) karya orang lain baik Sebagian atau seluruhnya. Pendapat, gagasan, atau temuan orang lain yang terdapat di dalam Laporan Tugas Akhir telah saya kutip dan saya rujuk sesuai dengan etika ilmiah.

Demikian pernyataan ini saya buat dengan sebenar-benarnya.

Depok, Juli 2026



Abyan Ananda Firell

NIM. 2302311153



Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

KATA PENGANTAR

Puji serta syukur penulis panjatkan ke hadirat Tuhan Yang Maha Esa, yang telah melimpahkan rahmat dan karunia-Nya, sehingga penulis dapat menyelesaikan Tugas Akhir yang berjudul "*Perancangan Unmanned Ground Vehicle (UGV) Berbasis Mikrokontroler Dengan Sistem Penggerak 2 Wheel Drive (2WD) Untuk Monitoring Area*". Tugas Akhir ini disusun untuk memenuhi salah satu syarat dalam menyelesaikan studi Diploma III Program Studi D-III Teknik Mesin, Jurusan Teknik Mesin Politeknik Negeri Jakarta.

Penulisan skripsi ini tidak lepas dari bantuan dari berbagai pihak, oleh karena itu penulis ingin menyampaikan ucapan terimakasih yang tiada terhingga kepada:

1. Orang tua dan keluarga yang telah memberikan kesempatan serta doa untuk kelancaran bagi penulis sehingga dapat mengerjakan Tugas Akhir ini dengan baik.
2. Bapak Dr. Fuad Zainuri, S.T., M.Si., selaku kepala Jurusan Teknik Mesin Politeknik Negeri Jakarta, serta dosen pembimbing I yang telah memberikan bimbingan, arahan, dan masukan dalam penyelesaian Tugas Akhir ini.
3. Ibu Nabila Yudisha, S.T., M.T., selaku ketua program studi D-III Teknik mesin yang telah memberikan arahan dan memberikan jalan untuk saya dapat mengikuti Tugas Akhir ini.
4. Bapak Andy Permana Rusdja, S.S.T., M.T., selaku dosen pembimbing II yang telah memberikan bimbingan, arahan, dan masukan dalam penyelesaian Tugas Akhir ini.
5. Rekan-rekan yang telah membantu dan memberikan dukungan terhadap proses penyelesaian Tugas Akhir ini.

Dan semua pihak yang telah membantu dan mendukung selama penyusunan laporan Tugas Akhir ini. Penulis menyadari bahwa dalam penyusunan laporan ini masih

terdapat kekurangan. Oleh karena itu, penulis mengharapkan kritik dan saran yang membangun dari berbagai pihak guna perbaikan di masa yang akan datang.

Depok, 24 Juni 2026



Abyan Ananda Firell



Hak Cipta milik Politeknik Negeri Jakarta

Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta





Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

DAFTAR ISI

HALAMAN PERSETUJUAN.....	iii
HALAMAN PENGESAHAN.....	iv
LEMBAR PERNYATAAN ORISINALITAS.....	v
KATA PENGANTAR.....	vi
DAFTAR ISI.....	viii
DAFTAR GAMBAR.....	xi
DAFTAR TABEL.....	xii
BAB 1.....	1
1.1 Latar Belakang.....	1
1.2 Rumusan Masalah.....	2
1.3 Tujuan Penelitian.....	3
1.4 Manfaat.....	3
1.4.1 Bagi Penulis.....	3
1.4.2 Bagi Institusi.....	4
1.4.3 Bagi Masyarakat.....	4
1.5 Sistematika Penulisan.....	4
1.5.1 BAB I PENDAHULUAN.....	4
1.5.2 BAB II TINJAUAN PUSTAKA.....	5
1.5.3 BAB III METODOLOGI Pengerjaan.....	5
1.5.4 BAB IV PEMBAHASAN.....	5
1.5.5 BAB V PENUTUP.....	6
BAB II.....	7
2.1 <i>Unmanned Ground Vehicle (UGV)</i>	7



© Hak Cipta milik Politeknik Negeri Jakarta

Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

2.2	Sistem Penggerak 2 <i>Wheel Drive</i> (2WD).....	8
2.3	Kinematika Differential Drive	9
2.3.1	Kinematika Maju (<i>Forward Kinematics</i>).....	9
2.3.2	Kinematika Balik (<i>Inverse Kinematics</i>)	10
2.4	Mikrokontroler Arduino ESP32	10
2.5	Motor Driver L298N	12
2.6	Motor DC Gearbox	13
2.7	Modul Kamera FPV (<i>First Person View</i>).....	14
2.8	Baterai Li-ion (Lithium ion).....	15
2.9	Roda Karet <i>Off-Road</i> (<i>Drive Wheel</i>).....	16
2.10	Roda Bebas (<i>Caster Wheel</i>)	16
BAB III		17
3.1	Diagram Alir.....	17
3.2	Penjelasan Langkah Kerja.....	18
BAB IV		24
4.1	Spesifikasi Teknis UGV	24
4.2	Perhitungan Teknis.....	24
4.2.1	Analisis Beban dan Distribusi Massa.....	24
4.2.2	Perhitungan Torsi Motor	25
4.2.3	Perhitungan Kecepatan.....	27
4.2.4	Analisis Kebutuhan Daya.....	27
4.3	Pemodelan Kinematika	29
4.3.1	Sistem Koordinat dan Parameter.....	29
4.3.2	Kinematika Maju (<i>Forward Kinematics</i>).....	29



Hak Cipta milik Politeknik Negeri Jakarta

Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

4.3.3	Kinematika Balik (<i>Inverse Kinematics</i>)	30
4.3.4	Mode Pergerakan	30
4.4	Perancangan Struktur Mekanik	30
4.4.1	Kriteria dan Metode Seleksi Desain	30
4.4.2	Konsep Desain Rancangan Alternatif 1	32
4.4.3	Konsep Desain Rancangan Alternatif 2	33
4.4.4	Pemilihan Desain	34
4.4.5	Material Sasis	35
4.4.6	Dimensi Sasis	36
4.5	Perancangan Sistem Kendali	36
4.5.1	Konfigurasi Pin ESP32 ke L298N	36
4.5.2	Koneksi ESP32-CAM ke ESP32 Utama	37
4.5.3	Simulasi Pengendalian Motor	37
4.6	Estimasi Biaya Pembuatan	38
BAB V		40
5.1	Kesimpulan	40
5.2	Saran	40
DAFTAR PUSTAKA		42
LAMPIRAN		44



Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2. 1 Unmanned Ground Vehicle (UGV).....	7
Gambar 2. 2 2 Wheel Drive UGV.....	8
Gambar 2. 3 Differential-Drive Kinematics.....	9
Gambar 2. 4 Mikrokontroler ESP32	10
Gambar 2. 5 Motor Driver L298N	12
Gambar 2. 6 Motor DC Gearbox.....	13
Gambar 2. 7 Kamera FPV	14
Gambar 2. 8 Lithium Polymer Battery.....	15
Gambar 2. 9 Roda Karet.....	16
Gambar 2. 10 Caster Wheel	16
Gambar 3. 1 Diagram Alir.....	17
Gambar 4. 1 Konsep rancangan desain alternatif 1.....	33
Gambar 4. 2 Konsep rancangan desain alternatif 2.....	34
Gambar 4. 3 Antarmuka Simulasi	38

**POLITEKNIK
NEGERI
JAKARTA**



Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumunkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

DAFTAR TABEL

Tabel 4. 1 Spesifikasi Teknis UGV 2WD	24
Tabel 4. 2 Estimasi Massa Komponen	25
Tabel 4. 3 Mode Pergerakan Differential Steering.....	30
Tabel 4. 4 Tabel Kriteria Pemilihan Desain	31
Tabel 4. 5 Tabel Keputusan Desain	35
Tabel 4. 6 Dimensi Sasis	36
Tabel 4. 7 Konfigurasi Pin ESP32 - L298N.....	36
Tabel 4. 8 Konfigurasi Pin ESP32-CAM - ESP32 Utama	37
Tabel 4. 9 Estimasi Biaya Pembuatan	38

**POLITEKNIK
NEGERI
JAKARTA**

Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

BAB 1 PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Perkembangan teknologi otomasi di berbagai sektor industri mendorong kebutuhan akan solusi yang efisien, aman, dan terjangkau. Salah satu tantangan operasional yang sering dihadapi oleh industri lokal maupun Usaha Mikro, Kecil, dan Menengah (UMKM) adalah melakukan inspeksi dan monitoring visual pada area yang berbahaya atau sulit dijangkau secara langsung oleh manusia, seperti lorong sempit, jalur pipa tertutup, atau fasilitas dengan risiko paparan bahan kimia. Untuk mengatasi kendala tersebut dan menekan risiko kecelakaan kerja, pemanfaatan kendaraan tanpa awak atau Unmanned Ground Vehicle (UGV) menjadi solusi yang sangat relevan. Menurut Siegwart et al.[1], UGV merupakan kendaraan otonom atau teleoperasi yang mampu beroperasi di lingkungan darat tanpa awak manusia di dalamnya, dan telah banyak digunakan untuk aplikasi inspeksi, pencarian dan penyelamatan, serta eksplorasi di area berbahaya [1].

Saat ini, sebagian besar UGV yang tersedia di pasaran komersial dirancang untuk skala industri besar dengan dimensi yang masif, sistem mekanik yang rumit, dan harga yang sangat tinggi. Hal ini membuat teknologi tersebut kurang dapat diakses oleh UMKM atau instansi lokal yang membutuhkan alat inspeksi dengan anggaran terbatas. Selain itu, dimensi UGV komersial yang besar seringkali tidak fleksibel saat harus bermanuver di area operasional yang sempit. Penelitian Moritz et al. [2] menunjukkan bahwa pengembangan UGV dengan sistem penggerak diferensial (*differential drive*) dapat menjadi solusi efektif untuk aplikasi di ruang terbatas karena kemampuannya dalam melakukan manuver presisi dengan radius putar yang sangat kecil. Sistem *differential drive* juga dikenal sebagai salah satu struktur paling sederhana dan paling banyak digunakan dalam aplikasi robotika bergerak [3]. Oleh karena itu, diperlukan sebuah terobosan berupa rancang bangun UGV prototipe yang ekonomis,

Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

berdimensi ringkas, namun tetap memiliki performa mekanik yang tangguh dan terukur [4].

Sistem penggerak mekanis 2-Wheel Drive (2WD) yang dipadukan dengan penyeimbang caster wheel dipilih karena menawarkan keunggulan mobilitas tinggi melalui mekanisme differential steering. Desain kinematika ini memungkinkan UGV berputar tepat di titik porosnya (zero turning radius), sehingga sangat ideal untuk beroperasi di ruang sempit dengan dimensi yang telah dioptimalkan. Konfigurasi *differential drive* ini telah banyak diadopsi dalam robotika bergerak karena kesederhanaan strukturnya dan kemudahan implementasi kontrolnya [5]. Penelitian tentang kinematika *differential drive* menunjukkan bahwa model kinematik yang efisien dapat diimplementasikan pada mikrokontroler embedded dengan beban komputasi yang rendah [6], [7]. Konfigurasi differential drive dikenal mampu meningkatkan kemampuan manuver kendaraan darat otonom, menyederhanakan sistem kendali, dan mengoptimalkan efisiensinya. Penggunaan transmisi daya langsung dari poros motor DC gearbox ke roda juga menyederhanakan kompleksitas manufaktur mekanik dan mengurangi bobot total kendaraan.

Penelitian ini difokuskan pada tahap desain dan perancangan UGV 2WD, mencakup perhitungan teknis, pemodelan kinematika, pemilihan komponen, serta perancangan struktur mekanik dan sistem kendali. Pendekatan desain berbasis perhitungan kinematika dan analisis beban ini sejalan dengan metodologi yang umum digunakan dalam perancangan robot bergerak otonom [1], [8]. Penelitian tentang UGV *differential drive* juga menekankan pentingnya pemodelan kinematik yang akurat untuk mendukung navigasi dan kontrol yang stabil [9]. Tahap manufaktur fisik tidak dicakup dalam lingkup penelitian ini.

1.2 Rumusan Masalah

Berdasarkan latar belakang yang telah diuraikan, rumusan masalah dalam penelitian ini adalah:

Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

1. Bagaimana merancang struktur mekanik UGV 2WD yang ringkas, stabil, dan mampu bermanuver di area sempit?
2. Bagaimana menentukan spesifikasi komponen penggerak (motor DC, roda, dan sistem transmisi) yang sesuai dengan kebutuhan beban dan medan operasi?
3. Bagaimana merancang sistem kendali differential steering berbasis mikrokontroler ESP32 untuk mengatur pergerakan UGV?
4. Bagaimana memodelkan kinematika gerak UGV 2WD untuk keperluan navigasi dan kendali?

1.3 Tujuan Penelitian

1. Mendesain dan merancang UGV 2WD dengan asumsi awal dimensi (25 x 20 x 15 cm) beserta seluruh komponen mekaniknya.
2. Melakukan perhitungan teknis meliputi analisis torsi motor, distribusi beban, dan stabilitas kendaraan.
3. Merancang sistem kendali gerak berbasis mikrokontroler ESP32 dengan konfigurasi differential steering.
4. Memodelkan kinematika maju dan kinematika balik (forward dan inverse kinematics) UGV 2WD.
5. Menyusun spesifikasi komponen elektronik dan mekanik yang diperlukan.

1.4 Manfaat

1.4.1 Bagi Penulis

Penulis memperoleh pengalaman praktis dan mendalam dalam merancang dan mengintegrasikan sistem mekanik dengan kontrol elektronik melalui desain Unmanned Ground Vehicle (UGV) 2WD ini. Penulis dapat meningkatkan pemahaman dan keterampilan dalam aplikasi ilmu mekanika teknik, elemen mesin, dan pemrograman mikrokontroler melalui proyek ini. Penulis juga dapat mempelajari cara analisis

Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian , penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

tegangan, perhitungan torsi motor, dan memilih material serta komponen elektronik yang hemat biaya.

1.4.2 Bagi Institusi

Hasil rancang bangun UGV 2WD ini diharapkan dapat menjadi inspirasi bagi mahasiswa, terutama untuk mengembangkan inovasi teknologi otomasi dan robotika terapan. Selain itu, tujuan dari tugas akhir ini adalah untuk meningkatkan literatur dan bahan bacaan yang ada di perpustakaan kampus. Untuk selanjutnya, rencana ini dapat berfungsi sebagai acuan dasar untuk penelitian dan pengembangan lebih lanjut tentang teknologi robotika serupa di lingkungan akademik.

1.4.3 Bagi Masyarakat

Di sektor masyarakat dan industri, UGV ini memberikan alternatif solusi teknologi monitoring yang aman bagi pekerja untuk menekan angka kecelakaan kerja, terutama saat keharusan melakukan inspeksi visual di area yang berbahaya, beracun, atau terlalu sempit. Alat ini menyediakan referensi purwarupa drone darat yang jauh lebih terjangkau (*cost-effective*) dan mudah perawatannya, sehingga teknologi otomasi ini dapat dijangkau dan diimplementasikan oleh Usaha Mikro, Kecil, dan Menengah (UMKM) maupun instansi lokal

1.5 Sistematika Penulisan

Sistematika penulisan laporan Tugas Akhir ini disusun untuk memberikan gambaran umum mengenai alur dan isi dari setiap bab yang akan dibahas. Adapun sistematika penulisannya adalah sebagai berikut

1.5.1 BAB I PENDAHULUAN

Bab ini merupakan bagian awal yang menjelaskan secara umum mengenai keseluruhan penelitian yang dilakukan. Pendahuluan mencakup latar belakang yang menguraikan alasan dan urgensi pengembangan UGV untuk monitoring area, rumusan masalah yang mengidentifikasi tantangan utama dalam perancangan, tujuan penulisan yang memaparkan sasaran yang ingin dicapai, manfaat penulisan bagi penulis, institusi,

Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

dan masyarakat, serta sistematika penulisan yang memberikan panduan alur pembahasan laporan.

1.5.2 BAB II TINJAUAN PUSTAKA

Bab ini membahas landasan teori yang menjadi dasar dalam perancangan UGV. Tinjauan pustaka mencakup pengertian dan klasifikasi Unmanned Ground Vehicle (UGV), prinsip kerja sistem penggerak 2 Wheel Drive (2WD) dengan mekanisme differential steering, serta pemodelan kinematika gerak robot. Selain itu, dibahas pula spesifikasi dan fungsi komponen elektronik yang digunakan, seperti mikrokontroler ESP32, motor driver L298N, motor DC gearbox, modul kamera FPV, dan baterai LiPo, serta proses perancangan struktur mekanik menggunakan perangkat lunak CAD.

1.5.3 BAB III METODOLOGI Pengerjaan

Bab ini menjelaskan tahapan metodologi yang digunakan dalam proses perancangan UGV. Metodologi mencakup diagram alir perancangan yang menggambarkan alur kerja secara sistematis, mulai dari identifikasi masalah, studi literatur, perumusan spesifikasi, hingga evaluasi desain. Selanjutnya, diuraikan langkah-langkah perancangan yang meliputi perhitungan teknis (analisis torsi motor, distribusi beban, dan kebutuhan daya), pemilihan material dan komponen, serta perancangan sistem kendali berbasis ESP32.

1.5.4 BAB IV PEMBAHASAN

Bab ini merupakan inti dari laporan yang menyajikan hasil desain dan perancangan UGV 2WD secara terperinci. Pembahasan mencakup spesifikasi teknis UGV, hasil perhitungan torsi motor, kinematika maju dan balik, serta kebutuhan daya. Selain itu, dijelaskan desain struktur mekanik meliputi konfigurasi sasis, tata letak komponen, dan material yang digunakan. Bab ini juga memuat perancangan sistem kendali yang mencakup konfigurasi pin ESP32 ke L298N, implementasi PWM untuk kontrol kecepatan, serta logika differential steering. Rancangan Anggaran Biaya (RAB) dan jadwal kegiatan juga disajikan pada bab ini.



Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

1.5.5 BAB V PENUTUP

Bab ini merupakan bagian akhir yang menyajikan kesimpulan dari seluruh proses desain dan perancangan yang telah dilakukan, serta saran untuk pengembangan lebih lanjut, baik dari segi sistem navigasi otonom, optimasi desain, maupun integrasi sensor tambahan.



Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

BAB V

KESIMPULAN DAN SARAN

5.1 Kesimpulan

Berdasarkan hasil desain dan perancangan UGV 2WD untuk monitoring area, serta mengacu pada empat rumusan masalah, diperoleh kesimpulan sebagai berikut.

Struktur mekanik UGV 2WD dirancang dengan dimensi $200 \times 239 \times 93$ mm menggunakan sasis akrilik 3 mm dan konfigurasi 2 roda penggerak belakang serta 1 caster wheel depan. Mekanisme differential steering memungkinkan manuver zero turning radius, dengan Alternatif 1 terpilih melalui matriks keputusan karena unggul dalam stabilitas dan kekakuan struktural.

Spesifikasi komponen penggerak ditentukan melalui perhitungan torsi, menghasilkan motor DC Gearbox JGA25-370 (rasio 1:30, torsi output 0,3–0,5 Nm) dan roda berdiameter 85 mm. Motor tersebut mampu menggerakkan beban 2,8 kg pada medan datar (torsi 0.292 Nm) maupun tanjakan 15° (torsi 0.866 Nm), dengan baterai Li-ion 3,7V yang menyuplai arus puncak 2,34 A.

Sistem kendali differential steering berbasis ESP32 dan driver L298N dirancang dengan memanfaatkan sinyal PWM 5 kHz untuk kontrol kecepatan motor independen serta modul Wi-Fi/Bluetooth bawaan. Implementasi logika differential steering menghasilkan mode pergerakan lurus, belok, dan putar di tempat.

Pemodelan kinematika dirumuskan dengan track width $L = 0,16$ m melalui persamaan balik $V_L = V_x - 0,08 \times \omega_z$ dan $V_L = V_x + 0,08 \times \omega_z$, serta kinematika maju, yang menjadi fondasi matematis untuk navigasi dan pengembangan sistem otonom selanjutnya.

5.2 Saran

Untuk pengembangan lebih lanjut, disarankan agar penelitian selanjutnya melakukan simulasi dinamika dan kinematika menggunakan perangkat lunak seperti MATLAB/Simulink atau Gazebo sebelum implementasi fisik, kemudian dilanjutkan



Hak Cipta milik Politeknik Negeri Jakarta

Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

dengan pembuatan prototipe dan pengujian aktual di lapangan guna memvalidasi kinerja sistem secara menyeluruh.

Selain itu, implementasi kontroler PID pada masing-masing motor direkomendasikan untuk meningkatkan presisi gerakan, serta penambahan sensor jarak (ultrasonik) dan IMU guna mendukung navigasi otonom seperti penghindaran hambatan dan penelusuran jalur. Optimasi desain sasis melalui analisis elemen hingga (FEA) dengan material alternatif seperti aluminium juga perlu dipertimbangkan, begitu pula integrasi sensor tambahan seperti GPS, LIDAR, atau visi komputer untuk memperluas kemampuan UGV dalam pemetaan area, pengenalan objek, dan inspeksi otomatis.



Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

DAFTAR PUSTAKA

- [1] R. Siegwart, I. R. Nourbakhsh, and D. Scaramuzza, *Introduction to Autonomous Mobile Robots*. Cambridge, MA, USA: MIT Press, 2011.
- [2] J. Moritz, M. Musa, and U. Wejinya, “Design and Modeling of a Two-wheeled Differential Drive Robot,” *Int. J. Control Autom. Syst.*, vol. 22, no. 7, pp. 2273–2282, 2024.
- [3] “Dynamic and Kinematic Models for Differential Drive Robots,” *Mendeley*.
- [4] “ESP32 with L298N Motor Driver,” Random Nerd Tutorials. [Online]. Available: <https://RandomNerdTutorials.com/>
- [5] “Two-wheeled Differential Drive Kinematics,” IDSIA Robotics, 2024.
- [6] T. G. Alves, W. F. Lages, and R. V. B. Henriques, “Kinematics and Autoregressive Model Analysis of a Differential Drive Mobile Robot,” *IEEE Xplore*, 2022.
- [7] “Quaternion-Based Kinematic Modeling and Control for Differential Drive Mobile Robots,” *IEEE SoutheastCon 2024*, 2024.
- [8] S. Lu, Y. Jiang, L. Zhang, and X. Xu, “Adaptive Differential Steering Strategy for Distributed Driving Unmanned Ground Vehicle with Variable Configurations,” *ISA Trans.*, 2024.
- [9] “Hierarchical Navigation for Differential-Drive Robots,” *IEEE Xplore*, 2025.
- [10] “Passive and Skid Steer Mobility,” Robotics Institute, Carnegie Mellon University, 2025.
- [11] “ESP32 LEDC PWM Configuration,” Espressif Systems, 2024. [Online]. Available: <https://docs.espressif.com/projects/esp-idf/en/latest/esp32/api-reference/peripherals/ledc.html>
- [12] “Apa itu L298N motor driver?,” Empat Pilar, 2024. [Online]. Available: <https://www.empatpilar.com/apa-itu-l298n-motor-driver/>
- [13] “Passive and Skid Steer Mobility,” Robotics Institute, Carnegie Mellon University, 2025.
- [14] “Two-wheeled Differential Drive Kinematics,” IDSIA Robotics, 2024.
- [15] S. Lu, Y. Jiang, L. Zhang, and X. Xu, “Adaptive Differential Steering Strategy for Distributed Driving Unmanned Ground Vehicle with Variable Configurations,” *ISA Trans.*, 2024.



Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

- [16] “ESP32 with L298N Motor Driver,” Random Nerd Tutorials. [Online]. Available: <https://RandomNerdTutorials.com/>
- [17] “Dynamic and Kinematic Models for Differential Drive Robots,” *Mendeley*.
- [18] “Design and Autonomous Navigation of 4WD UGV,” *IEEE Xplore*, 2024.
- [19] T.-V. Vu, T.-Q. Nguyen, A.-M. T. Duc, P.-U. Le Nguyen, and C.-K. Trinh, “Implementation and Control System Development of a Differential Drive Wheeled Mobile Robot,” *Advances in Electrical and Electronic Engineering*, vol. 23, no. 4, p. 291, 2025.
- [20] “Wirelessly Teleoperated Differential Wheeled Chassis on ESP32-WROOM-32,” *IEEE Xplore*, 2023.
- [21] X. Wu, “Steering-angle computation for the multibody modelling of differential-driving mobile robots with a caster,” *OA Journal*.
- [22] “Robotics Learning Modules based on IoT and ESP32,” *Publikasi Polije*, 2025.
- [23] “ISOCAL-DDMR - Isostatic Calibration Platform for Differential Drive Mobile Robots,” *IEEE Xplore*, 2025.
- [24] “ROS2-Based Hybrid Aerial-Ground Robot for Inspection,” *IEEE Xplore*, 2025.

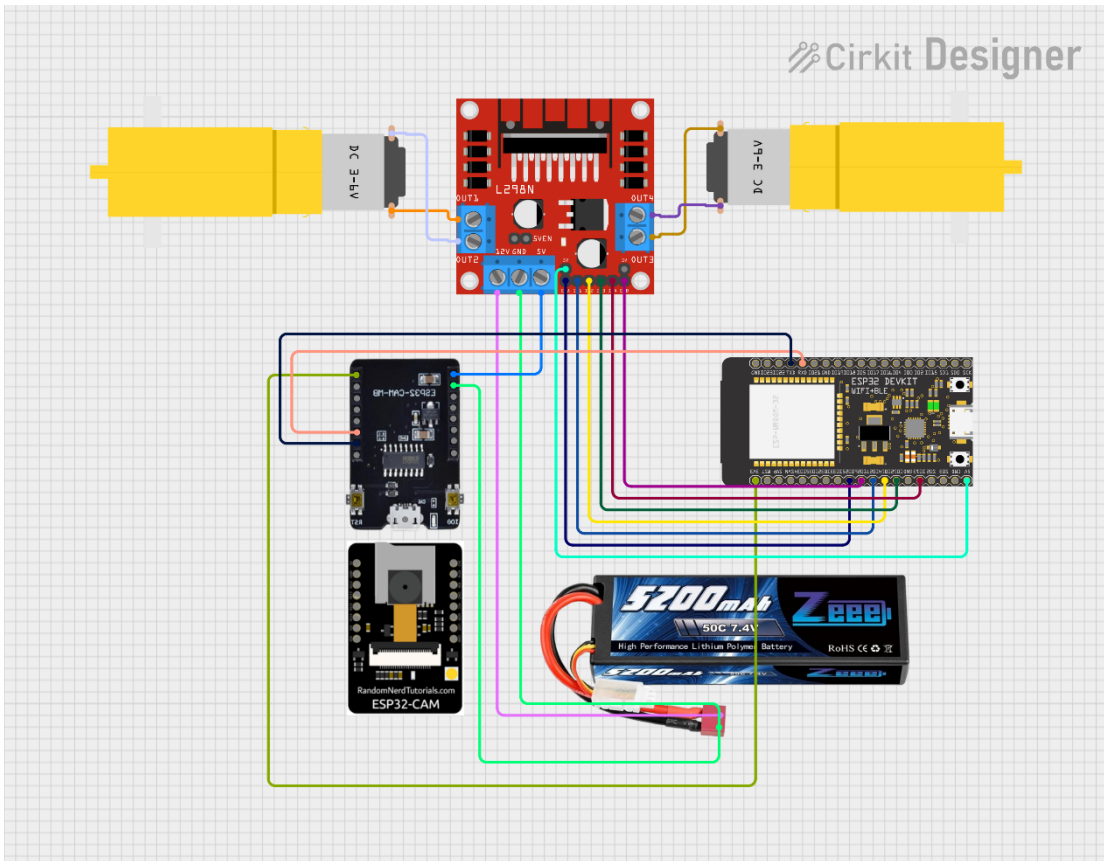
**POLITEKNIK
NEGERI
JAKARTA**

Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumunkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

LAMPIRAN

Lampiran 1. Desain Komponen Kelistrikan UGV 2WD



Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

Lampiran 2. Kode Program ESP32

```

1  /*
2  * ESP32-S3 controlling a 2WD drone using differential drive.
3  * The L298N motor driver is used to control two DC motors.
4  * PWM is used for speed control of both motors.
5  * Serial commands are used to control the drone:
6  * 'F' - Forward, 'B' - Backward, 'L' - Left, 'R' - Right, 'S' - Stop.
7  * 'P' - Pivot (rotate with 0 radius).
8  */
9
10 #define ENA 10 // PWM pin for left motor
11 #define ENB 11 // PWM pin for right motor
12 #define IN1 12 // Direction pin for left motor
13 #define IN2 13 // Direction pin for left motor
14 #define IN3 14 // Direction pin for right motor
15 #define IN4 15 // Direction pin for right motor
16
17 void setup() {
18   Serial.begin(115200);
19   pinMode(ENA, OUTPUT);
20   pinMode(ENB, OUTPUT);
21   pinMode(IN1, OUTPUT);
22   pinMode(IN2, OUTPUT);
23   pinMode(IN3, OUTPUT);
24   pinMode(IN4, OUTPUT);
25
26   // Initialize all motors to off
27   digitalWrite(ENA, LOW);
28   digitalWrite(ENB, LOW);
29
30   digitalWrite(IN1, LOW);
31   digitalWrite(IN2, LOW);
32   digitalWrite(IN3, LOW);
33   digitalWrite(IN4, LOW);
34
35   Serial.println("Drone ready. Use Serial commands to control.");
36 }
37
38 void loop() {
39   if (Serial.available()) {
40     char c = Serial.read();
41     switch(c) {
42       case 'F': case 'f':
43         Serial.println("Forward");
44         analogWrite(ENA, 255); // Full speed
45         analogWrite(ENB, 255); // Full speed
46         digitalWrite(IN1, HIGH); digitalWrite(IN2, LOW);
47         digitalWrite(IN3, HIGH); digitalWrite(IN4, LOW);
48         break;
49       case 'B': case 'b':
50         Serial.println("Backward");
51         analogWrite(ENA, 255); // Full speed
52         analogWrite(ENB, 255); // Full speed
53         digitalWrite(IN1, LOW); digitalWrite(IN2, HIGH);
54         digitalWrite(IN3, LOW); digitalWrite(IN4, HIGH);
55         break;

```

Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian , penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

```

55 case 'L': case 'l':
56   Serial.println("Left");
57   analogWrite(ENA, 128); // Half speed
58   analogWrite(ENB, 255); // Full speed
59   digitalWrite(IN1, HIGH); digitalWrite(IN2, LOW);
60   digitalWrite(IN3, HIGH); digitalWrite(IN4, LOW);
61   break;
62 case 'R': case 'r':
63   Serial.println("Right");
64   analogWrite(ENA, 255); // Full speed
65   analogWrite(ENB, 128); // Half speed
66   digitalWrite(IN1, HIGH); digitalWrite(IN2, LOW);
67   digitalWrite(IN3, HIGH); digitalWrite(IN4, LOW);
68   break;
69 case 'P': case 'p':
70   Serial.println("Pivot");
71   analogWrite(ENA, 255); // Full speed
72   analogWrite(ENB, 255); // Full speed
73   digitalWrite(IN1, HIGH); digitalWrite(IN2, LOW);
74   digitalWrite(IN3, LOW); digitalWrite(IN4, HIGH);
75   break;
76
77 case 'S': case 's':
78   Serial.println("Stop");
79   digitalWrite(ENA, LOW);
80   digitalWrite(ENB, LOW);
81   digitalWrite(IN1, LOW); digitalWrite(IN2, LOW);
82   digitalWrite(IN3, LOW); digitalWrite(IN4, LOW);
83   break;
84 default:
85   Serial.println("Unknown command");
86 }
87

```

NEGERI
JAKARTA

Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengemukakan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

Lampiran 3. Kode Program ESP32-CAM

```

1  /*
2  * ESP32-CAM Video Streaming Web Server
3  * Used for UGV 2WD - Area Monitoring
4  *
5  * This code is based on the CameraWebServer example from the ESP32 library.
6  * Source: Random Nerd Tutorials / ESP32 Library Examples
7  */
8
9  #include "esp_camera.h"
10 #include <WiFi.h>
11 #include <WebServer.h>
12 #include <esp_timer.h>
13
14 // ===== WiFi CONFIGURATION =====
15 // Replace with your Wi-Fi SSID and Password
16 const char* ssid = "UGV_2WD"; // Wi-Fi Name
17 const char* password = "12345678"; // Wi-Fi Password
18
19 // ===== CAMERA CONFIGURATION =====
20 // Select the camera model used (AI-Thinker ESP32-CAM)
21 #define CAMERA_MODEL_AI_THINKER // Uncomment for AI-Thinker ESP32-CAM
22
23 #include "camera_pins.h"
24
25 // ===== RESOLUTION CONFIGURATION =====
26 // Resolution options:
27 // FRAMESIZE_QQVGA, FRAMESIZE_QVGA, FRAMESIZE_VGA,
28 // FRAMESIZE_SVGA, FRAMESIZE_XGA, FRAMESIZE_SXGA
29
30 // FRAMESIZE_SVGA, FRAMESIZE_XGA, FRAMESIZE_SXGA
31 #define FRAME_SIZE FRAMESIZE_VGA // 640x480 pixels
32
33 // ===== INITIALIZE WEB SERVER =====
34 WebServer server(80);
35
36 // ===== CAMERA SETUP FUNCTION =====
37 void setupCamera() {
38     camera_config_t config;
39     config.ledc_channel = LEDC_CHANNEL_0;
40     config.ledc_timer = LEDC_TIMER_0;
41     config.pin_d0 = Y2_GPIO_NUM;
42     config.pin_d1 = Y3_GPIO_NUM;
43     config.pin_d2 = Y4_GPIO_NUM;
44     config.pin_d3 = Y5_GPIO_NUM;
45     config.pin_d4 = Y6_GPIO_NUM;
46     config.pin_d5 = Y7_GPIO_NUM;
47     config.pin_d6 = Y8_GPIO_NUM;
48     config.pin_d7 = Y9_GPIO_NUM;
49     config.pin_xclk = XCLK_GPIO_NUM;
50     config.pin_pclk = PCLK_GPIO_NUM;
51     config.pin_vsync = VSYNC_GPIO_NUM;
52     config.pin_href = HREF_GPIO_NUM;
53     config.pin_sscb_sda = SIOD_GPIO_NUM;
54     config.pin_sscb_scl = SIOC_GPIO_NUM;
55     config.pin_pwdn = PWDN_GPIO_NUM;
56     config.pin_reset = RESET_GPIO_NUM;

```



© Hak Cipta milik Politeknik Negeri Jakarta

Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengemukakan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

```
55 config.xclk_freq_hz = 20000000;
56 config.pixel_format = PIXFORMAT_JPEG;
57 config.frame_size = FRAME_SIZE;
58 config.jpeg_quality = 12; // 0-63, lower is better quality
59 config.fb_count = 1; // Frame buffer count
60
61 // Initialize camera
62 esp_err_t err = esp_camera_init(&config);
63 if (err != ESP_OK) {
64     Serial.printf("Camera init failed: 0x%x", err);
65     return;
66 }
67 Serial.println("Camera initialized!");
68 }
69
70 // ===== STREAM HANDLER FUNCTION =====
71 void handleStream() {
72     WiFiClient client = server.client();
73     String response = "HTTP/1.1 200 OK\r\n";
74     response += "Content-Type: multipart/x-mixed-replace; boundary=--frame\r\n\r\n";
75     server.setContent(response);
76
77     while (client.connected()) {
78         camera_fb_t * fb = esp_camera_fb_get();
79         if (!fb) {
80             Serial.println("Failed to capture frame");
81             continue;
82         }
83
84         // Send frame as MJPEG
85         String header = "--frame\r\n";
86         header += "Content-Type: image/jpeg\r\n";
87         header += "Content-Length: " + String(fb->len) + "\r\n\r\n";
88         client.write(header.c_str(), header.length());
89         client.write(fb->buf, fb->len);
90         client.write("\r\n", 2);
91
92         esp_camera_fb_return(fb);
93     }
94 }
95
96 // ===== CAPTURE HANDLER FUNCTION =====
97 void handleCapture() {
98     camera_fb_t * fb = esp_camera_fb_get();
99     if (!fb) {
100         server.send(500, "text/plain", "Failed to capture image");
101         return;
102     }
103
104     server.send(200, "image/jpeg", fb->buf, fb->len);
105     esp_camera_fb_return(fb);
106 }
```

JAKARTA



© Hak Cipta milik Politeknik Negeri Jakarta

Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian , penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

```
106 }
107
108 // ===== INDEX HANDLER FUNCTION (Web Page) =====
109 void handleIndex() {
110   String html = R"rawliteral(
111     <!DOCTYPE html>
112     <html>
113     <head>
114       <meta charset="UTF-8">
115       <meta name="viewport" content="width=device-width, initial-scale=1">
116       <title>UGV 2WD - Monitoring</title>
117       <style>
118         body { font-family: Arial; text-align: center; margin-top: 50px;
119               background: #1a1a2e; color: white; }
120         h1 { color: #00d4ff; }
121         img { max-width: 100%; height: auto; border: 3px solid #00d4ff;
122               border-radius: 10px; }
123         .container { max-width: 800px; margin: auto; padding: 20px; }
124         .button {
125           display: inline-block; padding: 10px 20px; margin: 10px;
126           background: #00d4ff; color: #1a1a2e; text-decoration: none;
127           border-radius: 5px; font-weight: bold;
128         }
129         .button:hover { background: #00b8d4; }
130         .info { margin-top: 20px; color: #aaa; font-size: 14px; }
131       </style>
132     </head>
133     <body>
134       <div class="container">
135         <h1>🚗 UGV 2WD - Monitoring Area</h1>
136         <h3>Live Streaming</h3>
137         
138         <br><br>
139         <a href="/capture" class="button" target="_blank">📷 Capture Photo</a>
140         <a href="/stream" class="button">📺 Live Stream</a>
141         <p class="info">UGV 2WD - Design and Development | Politeknik Negeri
142           Jakarta</p>
143       </div>
144     </body>
145   </html>
146   )rawliteral";
147   server.send(200, "text/html", html);
148 }
149
150 // ===== SETUP FUNCTION =====
151 void setup() {
152   Serial.begin(115200);
153   Serial.println("\n\n=== UGV 2WD - ESP32-CAM Monitoring ===");
154
155   // Setup camera
156   setupCamera();
157 }
```

JAKARTA



© Hak Cipta milik Politeknik Negeri Jakarta

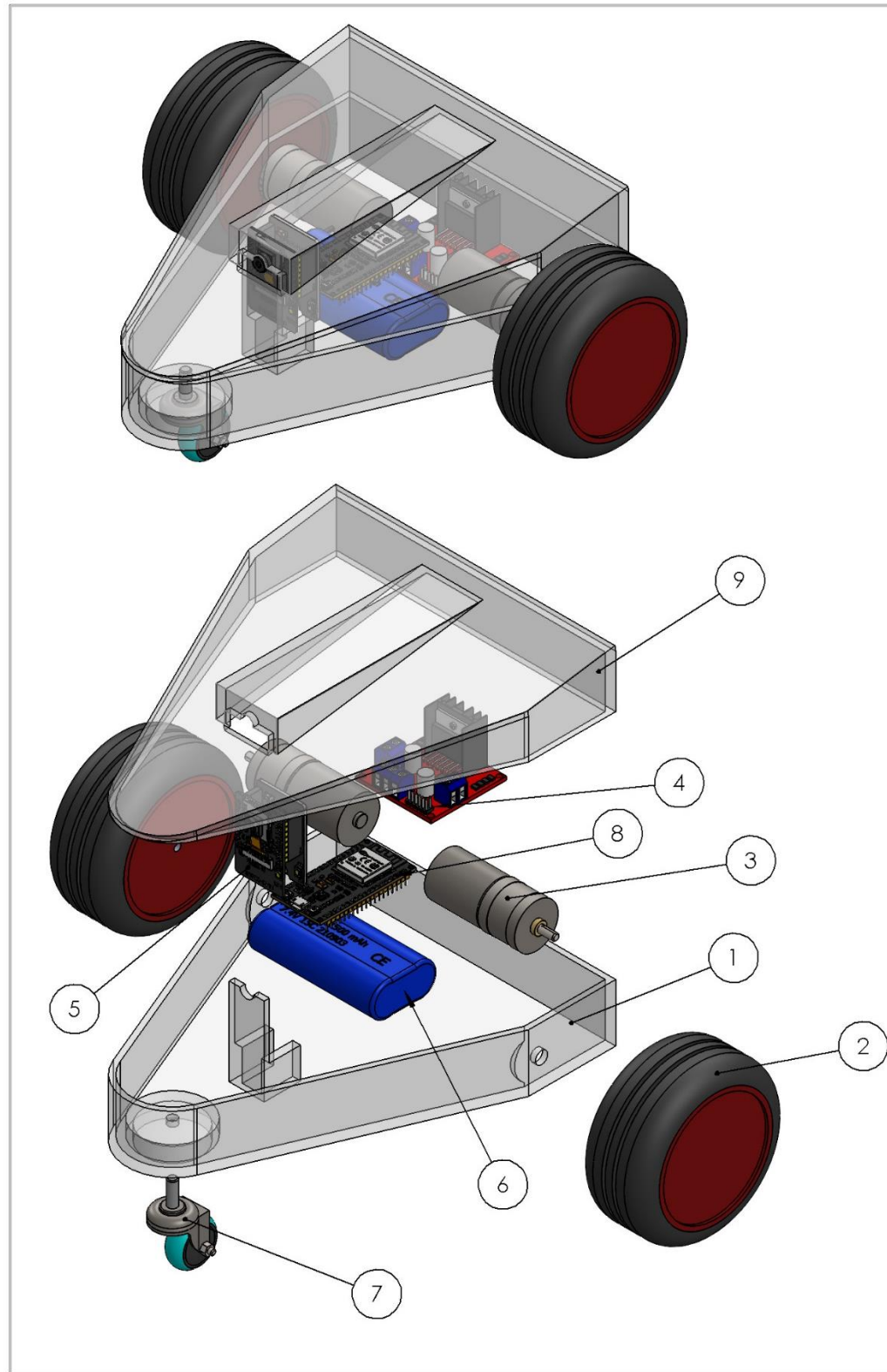
Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

```
158 // Connect to Wi-Fi
159 WiFi.begin(ssid, password);
160 Serial.print("Connecting to Wi-Fi");
161 while (WiFi.status() != WL_CONNECTED) {
162     delay(500);
163     Serial.print(".");
164 }
165 Serial.println("\nWi-Fi Connected!");
166 Serial.print("IP Address: ");
167 Serial.println(WiFi.localIP());
168
169 // Setup web server routes
170 server.on("/", handleIndex);
171 server.on("/stream", handleStream);
172 server.on("/capture", handleCapture);
173
174 server.begin();
175 Serial.println("Web server started!");
176 Serial.println("Access via browser: http://" + WiFi.localIP().toString());
177 }
178
179 // ===== LOOP FUNCTION =====
180 void loop() {
181     server.handleClient();
182     delay(1); // Allow time for other processes
183 }
```



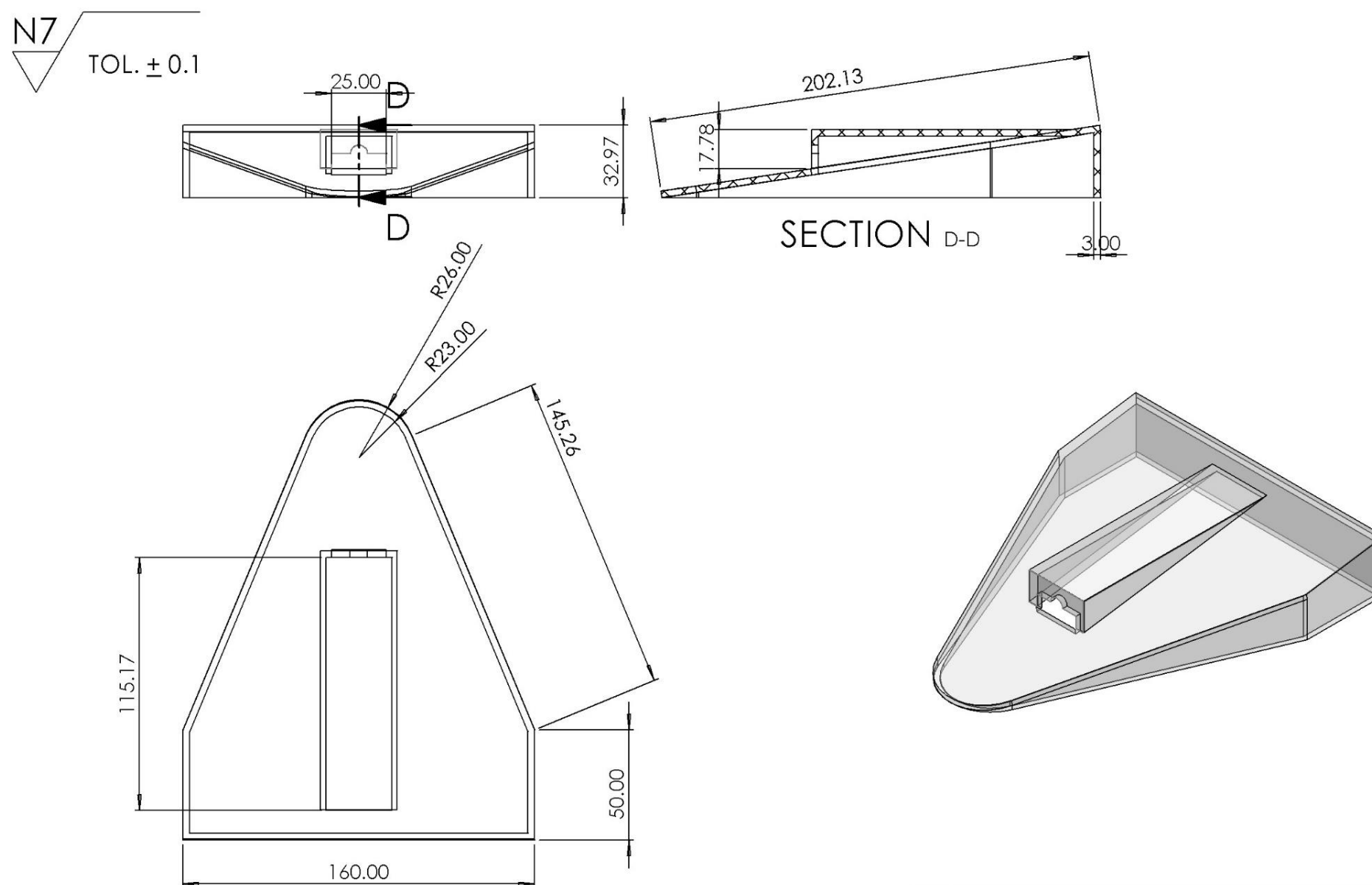
- Hak Cipta :**
1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
 2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta



1	Sasis Bagian Atas	9	Akrilik		
1	Mikrokontroler	8			ESP32
1	Caster Wheel	7			1.5 Inch
1	Baterai Li-ion 3.7V	6			
1	Modul Kamera FPV	5			ESP32-CAM
1	Motor Driver	4			L298N
2	Motor DC Gearbox	3			JGA25-370
2	Roda Karet Robot	2			Diameter 85mm
1	Sasis Bagian Bawah	1	Akrilik		
Jumlah	Nama Bagian	No. Bag	Bahan	Ukuran	Keterangan
III	II	I	Perubahan :		
			Unmanned Ground Vehicle		
			Skala	Digambar	23023 11153
			1 : 2	Diperiksa	Abyan
			POLITEKNIK NEGERI JAKARTA		NO : 01/MPRN-6A/26
					A3

Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

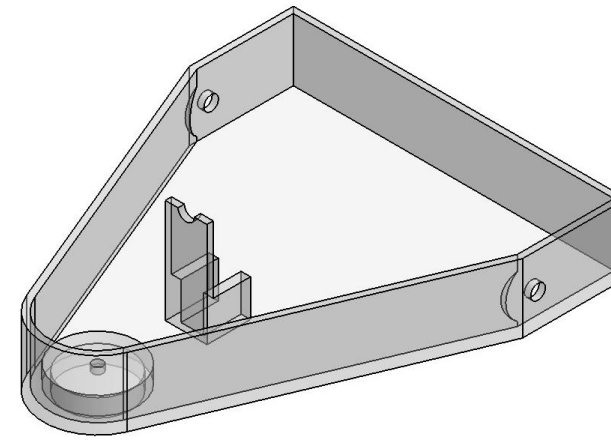
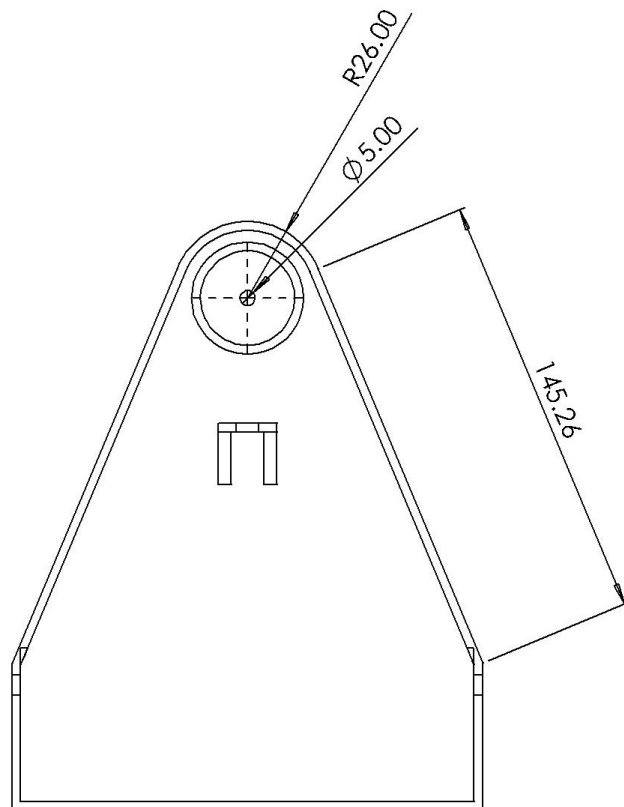
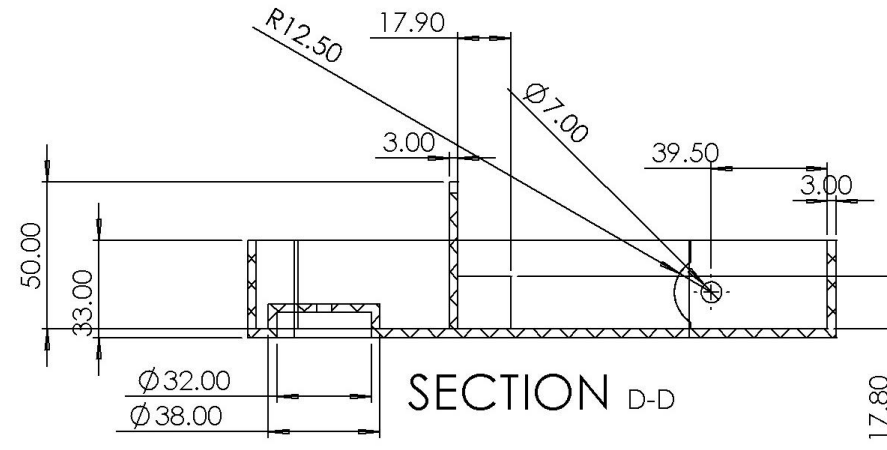
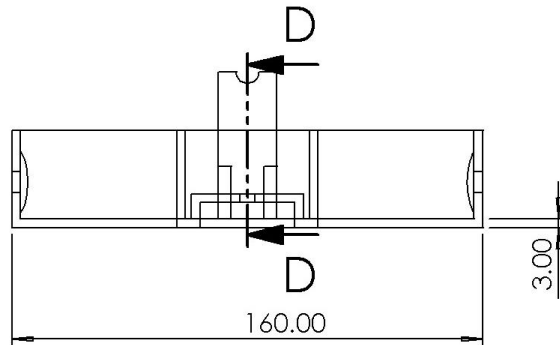


Jumlah	Nama Bagian	No.Bag	Bahan	Ukuran	Keterangan
III II I	Perubahan :				
	Sasis Bagian Atas			Skala 1 : 2	Digambar 23023 11153 Diperiksa Abyan
	POLITEKNIK NEGERI JAKARTA			NO : 02/MPRN-6A/26	A3

Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

N7
TOL. ± 0.1



Jumlah	Nama Bagian	No.Bag	Bahan	Ukuran	Keterangan
III	II	I	Perubahan :		
			Sasis Bagian Bawah		
			Skala	Digambar	23023 11153
			1 : 2	Diperiksa	Abyan
			POLITEKNIK NEGERI JAKARTA		NO : 03/MPRN-6A/26
					A3