

SKRIPSI
SISTEM KENDALI POSISI *AUTONOMUS UNMANNED GROUND*
***VEHICLE* BERODA TANK BERBASIS PID**



Disusun untuk Memenuhi Syarat Mendapatkan Gelar Sarjana Teknik
Jurusan Teknik Elektro Fakultas Teknik
Universitas Sriwijaya

Oleh :
ABDURRAHMAN AFIF IBRAHIM
03041381621088

JURUSAN TEKNIK ELEKTRO
FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS SRIWIJAYA
2020

LEMBAR PENGESAHAN
SISTEM KENDALI POSISI *AUTONOMUS UNMANNED GROUND*
VEHICLE BERODA TANK BERBASIS PID



SKRIPSI

Disusun untuk Memenuhi Syarat Mendapatkan Gelar Sarjana Teknik pada

Jurusan Teknik Elektro Fakultas Teknik

Universitas Sriwijaya

Oleh :

ABDURRAHMAN AFIF IBRAHIM

03041381621088

Mengetahui,
Ketua Jurusan Teknik Elektro

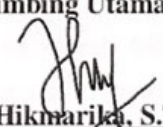


Muhammad Abu Bakar Sidik, S.T., M.Eng., Ph.D.
NIP : 197108141999031005



Indralaya, Juni 2020

Menyetujui,
Pembimbing Utama



Hera Hikmarika, S.T., M.Eng.
NIP : 197812072002122002

HALAMAN PERNYATAAN INTEGRITAS

Yang bertanda tangan di bawah ini :

Nama : Abdurrahman Afif Ibrahim
NIM : 03041381621088
Fakultas : Teknik
Jurusan/Prodi : Teknik Elektro
Universitas : Universitas Sriwijaya

Hasil Pengecekan *Software iThenticate/Turnitin* :

Menyatakan bahwa tugas akhir saya yang berjudul “Sistem Kendali Posisi *Autonomus Unmanned Ground Vehicle* Beroda Tank Berbasis PID” merupakan hasil karya sendiri dan benar keasliannya. Apabila ternyata dikemudian hari ditemukan unsur penjiplakan/plagiat dalam karya ilmiah ini, maka saya bersedia menerima sanksi akademik dari Universitas Sriwijaya sesuai dengan ketentuan yang berlaku.

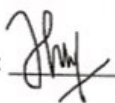
Demikian pernyataan ini saya buat dengan sebenarnya dan tanpa paksaan.

Indralaya, 2 Juni 2020



Abdurrahman Afif Ibrahim
NIM. 03041381621088

Saya sebagai Pembimbing dengan ini menyatakan bahwa saya telah membaca dan menyetujui skripsi ini dan dalam pandangan saya ruang lingkup dan kualitas skripsi ini mencukupi sebagai skripsi mahasiswa sarjana strata satu (S1).

Tanda Tangan :  _____

Pembimbing Utama : Hera Hikmarika, S.T., M-Eng

Tanggal : 13 / 07 / 2020

KATA PENGANTAR

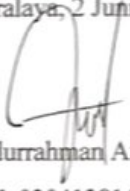
Puji dan syukur penulis ucapkan kepada Allah ﷻ serta shalawat dan salam kepada Nabi Muhammad ﷺ, keluarga dan para sahabat. Berkat rahmat dan ridho Allah ﷻ, penulis dapat membuat skripsi ini yang berjudul “Sistem Kendali Posisi *Autonomus Unmanned Ground Vehicle* Beroda Tank Berbasis PID”.

Pembuatan skripsi ini sebagai salah satu syarat untuk memperoleh gelar Sarjana Teknik pada Jurusan Teknik Elektro Fakultas Teknik Universitas Sriwijaya. Dalam kesempatan ini penulis mengucapkan terima kasih kepada :

1. Bapak Muhammad Abu Bakar Sidik, S.T., M.Eng., Ph.D. selaku Ketua Jurusan Teknik Elektro dan Ibu Dr. Herlina, S.T., M.T. selaku Sekretaris Jurusan Teknik Elektro.
2. Ibu Hera Hikmarika, S.T., M.Eng. selaku dosen serta pembimbing tugas akhir ini.
3. Bapak Dr. Bhakti Yudho Suprpto, S.T., M.T. selaku dosen pencetus dan pengembang ide pada tugas akhir ini.
4. Dosen pembimbing akademik, Ibu Caroline S.T., M.T. yang telah membimbing penulis selama masa perkuliahan dan memberi saran serta masukan dalam pengambilan mata kuliah.
5. Bapak Ir. Zaenal Husin, M.Sc. dan Ibu Dr. Eng. Suci Dwijayanti, S.T., M.S. yang juga merupakan dosen Teknik Kendali dan Kompter yang selalu mengajar dan mendukung selama perkuliahan.
6. Segenap Dosen Jurusan Teknik Elektro Fakultas Teknik Universitas Sriwijaya yang telah memberikan ilmu selama perkuliahan.
7. Ayah, Ibu, saudara dan keluarga yang selalu memberikan doa dan dukungan selama masa studi.
8. Teman – teman Klub Robotika UNSRI yang selalu membantu, menyemangati dan mengisi hari-hari menjadi sangat menyenangkan.
9. Dan pihak-pihak yang sangat membantu dalam penulisan skripsi tugas akhir ini yang tidak dapat Penulis sebutkan satu persatu.

Penulis menyadari adanya kekurangan dalam penulisan usulan skripsi ini. Semoga skripsi ini dapat memberikan manfaat dan wawasan yang lebih luas kepada pembaca. Oleh karena itu, kritik, dan saran yang membangun sangat penulis harapkan agar dapat menjadi evaluasi yang baik dan berguna untuk perbaikan ke depannya.

Indralaya, 2 Juni 2020



Abdurrahman Afif Ibrahim

NIM. 03041381621088

**PERNYATAAN PERSETUJUAN PUBLIKASI TUGAS AKHIR UNTUK
KEPENTINGAN AKADEMIS**

Sebagai civitas akademik Universitas Sriwijaya, saya yang bertanda tangan di bawah ini:

Nama : Abdurrahman Afif Ibrahim

NIM : 03041381621088

Jurusan/Prodi : Teknik Elektro

Fakultas : Teknik

Jenis Karya : Skripsi

Demi pengembangan ilmu pengetahuan, menyetujui untuk memberikan kepada Universitas Sriwijaya **Hak Bebas Royalti Noneksklusif (*Non-exclusive Royalty-Free Right*)** atas karya ilmiah saya yang berjudul:

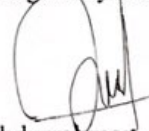
**Sistem Kendali Posisi *Autonomus Unmanned Ground Vehicle* Beroda Tank
Berbasis PID**

beserta perangkat yang ada (jika diperlukan). Dengan Hak Bebas Royalti Noneksklusif ini Universitas Sriwijaya berhak menyimpan, mengalih media /formatkan, mengelola dalam bentuk pangkalan data (*database*), merawat, dan mempublikasikan tulisan saya tanpa meminta izin dari saya selama tetap mencantumkan nama saya sebagai penulis/pencipta dan sebagai pemilik Hak Cipta. Demikian pernyataan ini saya buat dengan sebenarnya.

Dibuat di Indralaya

Pada tanggal : 2 Juni 2020

Yang menyatakan,



Abdurrahman Afif Ibrahim

NIM. 03041381621088

ABSTRAK

Sistem Kendali Posisi *Autonomus Unmanned Ground Vehicle* Beroda Tank Berbasis PID

(Abdurrahman Afif Ibrahim, 03041381621088, 2020, 70 halaman)

Indonesia adalah negara yang beriklim tropis dengan luas daratan 189,1 juta ha, sebagian besar lahan di Indonesia termasuk lahan sub optimal yang di bagi menjadi empat tipologi yaitu lahan kering masam, lahan kering iklim kering, lahan rawa dan lahan gambut. Oleh sebab itu wilayah tersebut sangat sulit dijangkau, implementasi robotika merupakan suatu hal yang menjanjikan dalam penjelajahan pada wilayah tersebut. Teknologi yang dapat digunakan untuk pemetaan atau penjelajahan adalah unmanned ground vehicle (UGV). UGV adalah sebuah kendaraan yang dijalankan untuk tujuan tertentu tanpa dikendarai oleh manusia. Autonomus UGV bergerak berdasarkan area atau jalur yang telah ditentukan, namun pengendaliannya menjadi permasalahan tersendiri sehingga membutuhkan pengendalian yang optimal. Sistem yang dapat membantu untuk mengatasi kesulitan tersebut ialah sistem autonomus dan juga kontrol posisi pada UGV. Pengendalian UGV ini dirancang dengan sistem PID dimana dengan metode *trial and error* mendapatkan nilai $K_p = 20$ dan $K_d = 0.002$. Kecepatan gerak UGV pada penelitian ini bergantung dengan nilai *error* yang didapat dari sensor GPS yang dihitung dengan menggunakan rumus *haversine*. UGV mendapatkan perintah untuk berhenti pada posisi posisi yang ditentukan dalam 3 buah jalur, jalur persegi, jalur angka 8 dan jalur lurus. UGV berhasil berhenti pada posisi posisi yang sudah ditentukan dengan perbedaan jarak dengan titik asli sebesar +/- 1.7 meter.

Kata kunci: Unmanned Ground Vehicle, Control Position, PID

ABSTRACT

MULTI-ROBOT AND FIRE DETECTION SYSTEM USING IMAGE PROCESSING BASED ON YOLO ALGORITHM

(Abdurrahman Afif Ibrahim, 03041381621088, 2020, 70 halaman)

Indonesia is a tropical country with a land area of 189.1 million ha, most of the land in Indonesia includes sub-optimal land which is divided into four typologies namely acid dry land, dry climate dry land, swamp land and peatlands. Therefore the region is very difficult to reach, the implementation of robotics is a promising thing in exploring the region. The technology that can be used for mapping or exploration is an unmanned ground vehicle (UGV). UGV is a vehicle that is run for a specific purpose without being driven by humans. Autonomous UGV moves based on a predetermined area or pathway, but its control becomes a separate problem that requires optimal control. Systems that can help to overcome these difficulties are autonomous systems and also position control on the UGV. UGV control is designed with the PID system where the trial and error method gets a value of $K_p = 20$ and $K_d = 0.002$. UGV velocity in this study depends on the error value obtained from the GPS sensor which is calculated using the haversine formula. UGV gets an order to stop in positions determined in 3 lanes, square lanes, lane numbers 8 and straight lanes. UGV successfully stops at predetermined positions with a difference in distance from the original point of + - 1.7 meters.

Keyword: Unmanned Ground Vehicle, Control Position, PID

DAFTAR ISI

DAFTAR ISI.....	i
DAFTAR GAMBAR.....	iii
DAFTAR TABEL.....	iv

BAB I PENDAHULUAN

1.1. Latar Belakang.....	1
1.2. Perumusan Masalah.....	2
1.3. Tujuan Penelitian.....	3
1.4. Pembatasan Masalah.....	3
1.5. Keaslian Penelitian.....	3

BAB II TINJAUAN PUSTAKA

2.1. <i>State of The Art</i>	5
2.2. <i>Unmanned Ground Vehicle(UGV)</i>	8
2.3. <i>Tracked Vehicle</i> (Kendaraan beroda Tank).....	8
2.4. <i>Hardware</i> (Perangkat Keras).....	9
2.4.1 Mikrokontroler.....	9
2.4.2 Sensor.....	10
2.4.2.1 <i>Global Positioning System(GPS)</i>	10
2.4.2.2 Kompas Digital.....	12
2.4.2.3 Sensor Ultrasonik.....	13
2.4.3 DC Motor.....	15
2.4.4 <i>Liquid Crystal Display(LCD)</i>	15
2.5. Perangkat Lunak (<i>Software</i>).....	16
2.5.1 Arduino IDE.....	16
2.6. Sistem Kontrol UGV.....	17
2.6.1 Kontrol <i>Proporsional</i>	18
2.6.2 Kontrol <i>Integral</i>	18
2.6.3 Kontrol <i>Derivatif</i>	19
2.7. Persamaan <i>Haversine</i>	19

BAB III METODE PENELITIAN

3.1. Studi Literatur	21
3.2. Perancangan Sistem.....	22
3.2.1 Perancangan Pemrograman	24
3.2.2 Perancangan <i>Hardware</i>	24
3.2.2.1 Desain <i>Unmanned Ground Vehicle</i>	24
3.2.2.2 <i>Arduino Mega 2560</i>	25
3.2.2.3 <i>GPS Ublox Neo M8N</i>	26
3.2.2.4 Kompas Digital HMC5883L	27
3.2.2.5 Sensor Ultrasonik PING	27
3.2.2.6 <i>Driver Motor IBT-2 BTS 7960</i>	28
3.3. Sistem Kendali UGV	28
3.4. Pengujian Sistem	28

BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN

4.1. Perancangan Alat.....	29
4.2. Penentuan Jarak Posisi(<i>waypoint</i>).....	30
4.3. Perhitungan Mendapatkan Nilai Error pada Kompas Digital	32
4.3.1 Pengujian Pencarian Nilai Konstanta Proposional.....	32
4.3.2 Pengujian Pencarian Nilai Konstanta Derivatif	35
4.3.3 Pengujian Nilai Output PWM Motor Kompas Digital.....	37
4.4. Perhitungan Mendapatkan Nilai Error pada sensor GPS	40
4.4.1 Pengujian Nilai Output PWM Motor pada sensor GPS	40
4.5. Penyimpanan Data menggunakan Serial Print dengan menggunakan aplikasi CoolTermWin.....	42
4.6. Pengujian Sistem	43
4.6.1 Pengujian Sistem Terhadap Jalur Persegi.....	43
4.6.2 Pengujian Sistem Terhadap Jalur Angka 8.....	48
4.6.3 Pengujian Sistem Terhadap Jalur Lurus	52
4.6.4 Pengujian Sistem Terhadap <i>Obstacle</i>	57

BAB V KESIMPULAN DAN SARAN

5.1. Kesimpulan..... 60
5.2. Saran..... 60

DAFTAR PUSTAKA

LAMPIRAN

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1	Grafik Pengukuran Kecepatan UGV	7
Gambar 2.2	Model UGV beroda tank	8
Gambar 2.3	Contoh Mikrokontroler.....	10
Gambar 2.4	Konfigurasi orbit Satelit	11
Gambar 2.5	Kalimat NMEA GPS pada Terminal	12
Gambar 2.6	Sistem kerja sensor Ultrasonik	13
Gambar 2.7	Motor DC Sederhana.....	15
Gambar 2.8	Tampilan IDE Arduino dengan sebuah <i>sketch</i>	17
Gambar 2.9	Kontrol Robot Loop Terbuka	18
Gambar 2.10	Kontrol Robot Loop Tertutup	18
Gambar 3.1	<i>Flowchart</i> Langkah Penelitian	20
Gambar 3.2	<i>Flowchart</i> Kontrol Posisi UGV	23
Gambar 3.3	<i>Diagram blok sistem PID</i>	24
Gambar 3.4	<i>Desain Unmanned Ground Vehicle</i>	24
Gambar 3.5	<i>Arduino Mega2560</i>	26
Gambar 3.6	<i>GPS Ublox Neo M8N</i>	26
Gambar 3.7	Kompas Digital HMC5883L	27
Gambar 4.1	UGV Beroda Tank	29
Gambar 4.2	<i>Waypoint</i> Jalur Persegi (a) titik <i>waypoint</i> (b) <i>waypoint</i> pada google maps.....	30
Gambar 4.3	<i>Waypoint</i> jalur angka 8 (a) titik <i>waypoint</i> (b) titik <i>waypoint</i>	31
Gambar 4.4	<i>Waypoint</i> Jalur Lurus (a) titik <i>waypoint</i> (b) titik <i>waypoint</i> pada google map	31
Gambar 4.5	Grafik Perbandingan <i>Error</i> Terhadap PWM $K_p = 10$	33
Gambar 4.6	Grafik Perbandingan <i>Error</i> Terhadap PWM $K_p = 15$	33
Gambar 4.7	Grafik Perbandingan <i>Error</i> Terhadap PWM $K_p = 20$	34
Gambar 4.8	Grafik Perbandingan nilai K_p dengan metode trial and error ..	34
Gambar 4.9	Grafik Perbandingan <i>Error</i> Terhadap PWM $K_d = 0$	35
Gambar 4.10	Grafik Perbandingan <i>Error</i> Terhadap PWM $K_d = 0.001$	36
Gambar 4.11	Grafik Perbandingan <i>Error</i> Terhadap PWM $K_d = 0.002$	36

Gambar 4.12	Grafik Perbandingan nilai Kd dengan metode trial and error ..	37
Gambar 4.13	Grafik perbandingan nilai error kompas digital terhadap output PWM pada data uji waypoint jalur lurus	39
Gambar 4.14	Grafik perbandingan nilai error kompas digital terhadap ouput PWM.....	42
Gambar 4.15	Tampilan aplikasi <i>CoolTermWin</i>	42
Gambar 4.16	Cara mengubah dan menyimpan data pada <i>CoolTermWin</i>	43
Gambar 4.17	Hasil Pengujian Data persegi.....	44
Gambar 4.18	Hasil pengujian data jalur persegi pada google maps	45
Gambar 4.19	Hasil Pengujian Jalur Angka 8	48
Gambar 4.20	Hasil pengujian jalur angka 8 pada google maps	49
Gambar 4.21	Hasil Pengujian Jalur Lurus.....	52
Gambar 4.22	Hasil pengujian data jalur lurus.....	53
Gambar 4.23	Hasil pengujian <i>Obstacle</i> (a) hasil pengujian <i>obstacle</i> dengan triplek (b) hasil pengujian obstacle dengan batu	57
Gambar 4.24	Hasil pengujian pada google maps (a) hasil pengujian <i>obstacle</i> dengan triplek (b) hasil pengujian obstacle dengan batu.....	58

DAFTAR TABEL

Tabel 2.1	Hasil Implementasi kontrol Autopilot pada UGV	6
Tabel 2.2	Format kalimat RMC.....	12
Tabel 4.1	Hasil Pembacaan kompas digital dan output speed motor	38
Tabel 4.2	Hasil sensor GPS dan output speed motor	40
Tabel 4.3	<i>Waypoint Jalur Persegi</i>	44
Tabel 4.4	Hasil Pengujian Jarak Data Persegi	46
Tabel 4.5	<i>Waypoint Jalur Angka 8</i>	48
Tabel 4.6	Hasil Pengujian Jarak Angka 8	50
Tabel 4.7	<i>Waypoint Jalur lurus</i>	52
Tabel 4.8	Hasil Pengujian Jarak Data Lurus	54
Tabel 4.9	<i>Waypoint pengujian obstacle</i>	57

DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran I	Hasil Pengujian Data Jalur Persegi
Lampiran II	Hasil Pengujian Data Angka 8
Lampiran III	Hasil Pengujian Jalur Lurus
Lampiran IV	Hasil Pengujian Obstacle Triplek
Lampiran IV	Hasil Pengujian Obstacle Batu
Lampiran IV	Lampiran Program

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Indonesia adalah negara yang beriklim tropis dengan luas daratan 189,1 juta ha, sebagian besar lahan di Indonesia termasuk lahan sub optimal yang di bagi menjadi empat tipologi yaitu lahan kering masam, lahan kering iklim kering, lahan rawa dan lahan gambut[1]. Oleh sebab itu wilayah tersebut sangat sulit dijangkau, implementasi robotika merupakan suatu hal yang menjanjikan dalam penjelajahan pada wilayah tersebut. Dalam hal pemetaan dan penjelajahan banyak hal yang harus dipertimbangkan dimulai dari akses yang sulit dijangkau, medan yang tak menentu dan segi ekonomis. Teknologi yang dapat digunakan untuk pemetaan atau penjelajahan adalah *unmanned ground vehicle* (UGV). UGV adalah sebuah kendaraan yang dijalankan untuk tujuan tertentu tanpa dikendarai oleh manusia.

UGV tersebut digunakan untuk peperangan[2], pemetaan[3], penjelajahan pada daerah bekas tambang[4] dan untuk pemantauan bencana[5]. Medan yang sulit ditebak dan susah dijangkau tersebut menyebabkan pengendalian dan monitoring menjadi sulit. Untuk itu diperlukan UGV yang mampu menjelajah wilayah yang sulit dijangkau tersebut. *Autonomus* UGV bergerak berdasarkan area atau jalur yang telah ditentukan, namun pengendaliannya menjadi permasalahan tersendiri sehingga membutuhkan pengendalian yang optimal. Sistem yang dapat membantu untuk mengatasi kesulitan tersebut ialah sistem *autonomus* dan juga kontrol posisi pada UGV.

Pengendalian UGV secara *autonomus* telah diteliti oleh beberapa peneliti, penelitian tersebut diantaranya meneliti tentang sensor yang digunakan seperti sensor *Global Positioning System* (GPS) dan Kompas digital[6], LIDAR[7]. Penggunaan sensor LIDAR memiliki hasil yang paling baik dibandingkan dengan GPS dan kompas digital, namun dari segi ekonomi LIDAR memiliki harga yang sangat mahal dibandingkan dengan GPS dan kompas digital. Beberapa peneliti juga

telah melakukan penelitian UGV berdasarkan pengendalinya seperti menggunakan PID[8], *Fuzzy*[9] dan *Neural Network*[10]. Diantara beberapa pengendali tersebut pengendalian PID merupakan pengendalian yang paling cocok untuk digunakan pada penelitian ini dikarenakan kemudahan dan kecocokan dengan UGV yang akan diteliti. Sistem roda pada UGV juga sudah banyak di teliti, macam macam roda seperti roda tank[11], rover[12] dan terrain[13]. Jenis roda yang paling tepat untuk digunakan pada wilayah tersebut adalah roda tank. Peneliti juga meneliti jenis pengendali pada UGV seperti kecepatan[14], posisi[15] dan pergerakan[10].

Dari beberapa penelitian yang ada pada paragraph sebelumnya dapat dikatakan pergerakan yang dilakukan oleh *unmanned ground vehicle* sudah cukup baik. Dalam melakukan pengawasan dan pengamatan, sistem secara *autonomus* memiliki keunggulan yang paling besar dikarenakan kemudahan yang didapat. Penggunaan roda tank sangat membantu dalam hal penjelajahan pada daerah daerah yang sulit dijelajah dari manusia, roda tank mampu beradaptasi pada medan yang sulit dijangkaunya. Pada penelitian ini UGV yang dirancang menggunakan roda *track* dan juga sensor GPS dan kompas digital yang di PID kan agar mendapat posisi yang diinginkan dan memiliki akurasi yang tinggi.

Dari kelemahan yang sudah ditemukan dari setiap penelitian yang diatas, maka penulis akan mengambil topik penelitian yang membahas tentang sistem kendali posisi secara *autonomus* untuk UGV beroda tank berbasis PID[11].

1.2 Perumusan Masalah

Pada latar belakang dijelaskan bahwa permukaan tanah yang ada di Indonesia memiliki banyak tipe seperti tanah berpasir, tanah gambut, tanah kering dan lainnya. Kesulitan yang didapat pada lokasi yang memiliki medan yang tidak mudah dilewati oleh manusia bisa dilakukan dengan penggunaan roda track pada UGV, sistem pengendalian yang dilakukanpun harus memiliki akurasi yang tinggi dan juga pengendalian UGV tersebut akan sulit dikendalikan dengan cara manual.

1.3 Tujuan Penulisan

Penelitian ini bertujuan untuk :

1. Mengimplementasikan metode PID untuk UGV yang beroda *track*.
2. Menguji metode PID pada kendali posisi secara *autonomus*.
3. Mengimplementasikan penggunaan Kompas Digital dan GPS untuk sistem kendali Posisi.

1.4 Pembatasan Masalah

Agar pembahasan menjadi terarah maka penulis membatasi masalah pada :

1. Menggunakan *Unmanned Ground Vehicle* beroda Track
2. Menggunakan Bahasa Pemrograman Arduino
3. Sensor yang digunakan untuk sistem kendali posisi ialah Sensor *Ultrasonic*, GPS dan kompas digital
4. Mikrokontroler yang digunakan adalah Arduino.

1.5 Keaslian Penelitian

Ada beberapa peneliti yang melakukan penelitian tentang kendali posisi secara autonomus beroda track ataupun lainnya. Penelitian yang dilakukan oleh Muhammad Ikhsan Anshori, Iwan Setiawan dan Wahyudi yang berfokus kepada sistem autopilot dengan menggunakan GPS sebagai sensor posisi, data posisi lintang dan bujur yang didapatkan dibandingkan dengan lintasan ditempat penelitian dilakukan, namun data posisi yang di dapat masih memiliki pergeseran simpang sebesar 3,56 meter sampai 4,45 meter. Pada penelitiannya mereka hanya memiliki patokan kepada sensor GPS sebagai sistem autopilot, mereka mengatakan bahwa akurasi yang didapatkan masih belum maksimal, dikarenakan tidak adanya pengendali seperti PID, fuzzy, NN ataupun yang lainnya[6].

Penelitian yang selanjutnya dilakukan oleh Widagdo Purbowaskito. Penelitian yang membahas tentang sistem kendali PID yang digunakan untuk mengendalikan kecepatan motor yang digunakan, metode yang digunakan peneliti adalah metode *trial and error*. Hasil pengendalian kecepatan motor tersebut menghasilkan kecepatan yang konstan pada jalur lintasan lurus. Penelitian tersebut juga membuktikan bahwa input nilai RPM pada programming lebih baik dibandingkan input nilai PWM[8].

Selanjutnya penelitian yang berjudul “*Path following control for tracked vehicles based on Slip-Compensating Odometry*” dilakukan oleh Daisuke Endo, Yoshito Okada, Keiji Nagatani dan Kazuya Yoshida. Peneliti menggunakan metode SCOG (Slip Compensated Odometry with Gyro-sensor). Penelitian tersebut mengusulkan metode yang memiliki akurasi yang tinggi dengan menggunakan sensor yang simple seperti encoder dan gyro sensor, encoder yang berfungsi untuk mendeteksi kecepatan pada body ugv dan gyro sensor berguna untuk menghitung kecepatan sudut ugv tersebut. Namun pada penelitian tersebut masih menggunakan metode path following dan juga hasil yang didapat dari penggunaan kedua sensor tersebut masih memiliki slip yang cukup besar[16].

Penelitian milik Chen, Jiajia Zhao, Pan Liang, Huawei dan Mei, Tao, yang membahas tentang *motion planning* memakai algoritma *neural network*, algoritma tersebut digunakan agar UGV yang digunakan bisa berjalan di lingkungan yang kompleks, lingkungan pedesaan dan zona mengemudi yang kompleks. Hasil penelitian mereka menunjukkan kesesuaian pendekatan untuk *autonomous vehicle* pada jalur lurus ataupun jalur yang memiliki kemungkinan untuk terjadinya tabrakan, UGV tersebut bereaksi dengan baik pada rintangan yang ada dan belokan 90 derajat[10].

DAFTAR PUSTAKA

- [1] M. Sarwani, “Karakteristik Dan Potensi Lahan Sub Optimal Untuk Pengembangan Pertanian Di Indonesia,” vol. 7, no. 1, 2013.
- [2] A. Rg, “Unmanned Ground Vehicle (UGV) - Defense Bot,” *2018 2nd Int. Conf. Inven. Syst. Control*, no. Icisc, pp. 1201–1205, 2018.
- [3] B. Yoon, J. Na, S. Jung, and J. Kim, “Navigation of Unmanned Ground Vehicle (UGV) by using Dead Reckoning (DR) and global mapping optimization,” pp. 595–598, 2008.
- [4] E. Engineering and T. N. Academy, “Mine Detecting GPS-Based Unmanned Ground Vehicle,” pp. 303–306, 2009.
- [5] D. Teknik, F. Teknik, and U. G. Mada, “PERANCANGAN KENDARAAN TANPA AWAK (UNMANNED GROUND VEHICLE) UNTUK MISI PEMANTAUAN BENCANA Naufal Arif Prasetyo dan Herianto,” no. Snttm Xv, pp. 5–6, 2016.
- [6] M. I. Anshori, I. Setiawan, and Wahyudi, “Desain Kontrol Autopilot Pada Ugv (Unmanned Ground Vehicle) Berbasis Gps (Global Positioning System),” pp. 1–8, 2012.
- [7] M. Pierzchała, P. Giguère, and R. Astrup, “Mapping forests using an unmanned ground vehicle with 3D LiDAR and graph-SLAM,” *Comput. Electron. Agric.*, vol. 145, no. March, pp. 217–225, 2018.
- [8] W. Purbowaskito and C.-H. Hsu, “Sistem Kendali PID untuk Pengendalian Kecepatan Motor Penggerak Unmanned Ground Vehicle untuk Aplikasi Industri Pertanian,” *J. Infotel*, vol. 9, no. 4, p. 376, 2017.
- [9] A. Triwiyatno and B. Setiyono, “Sistem Autopilot Pada Unmanned Ground Vehicle (Ugv) Menggunakan Kendali Logika Fuzzy.”
- [10] J. Chen, P. Zhao, H. Liang, and T. Mei, “Motion Planning for Autonomous

- Vehicle Based on Radial Basis Function Neural Network in Unstructured Environment,” *Sensors*, vol. 14, no. 9, pp. 17548–17566, 2014.
- [11] M. Norberg, “Design and Implementation of an Design and Implementation of an Intuitive Control Method for Tracked UGVs Martin Norberg,” 2011.
- [12] M. Z. H. Noor, S. A. S. M. Zain, and L. Mazalan, “Design and development of remote-operated multi-direction Unmanned Ground Vehicle (UGV),” *Proc. - 2013 IEEE 3rd Int. Conf. Syst. Eng. Technol. ICSET 2013*, pp. 188–192, 2013.
- [13] T. H. Tran, M. T. Nguyen, N. M. Kwok, Q. P. Ha, and G. Fang, “Sliding mode-PID approach for robust low-level control of a UGV,” *2006 IEEE Int. Conf. Autom. Sci. Eng. CASE*, pp. 672–677, 2006.
- [14] X. I. N. Xu and H. He, “Neural-network-based learning control,” *Mach. Learn.*, no. November, pp. 4–5, 2002.
- [15] M. M. Kurdi, A. K. Dadykin, I. Elzein, and I. S. Ahmad, “Proposed system of artificial Neural Network for positioning and navigation of UAV-UGV,” *2018 Electr. Electron. Comput. Sci. Biomed. Eng. Meet. EBBT 2018*, pp. 1–6, 2018.
- [16] D. Endo, Y. Okada, K. Nagatani, and K. Yoshida, “Path following control for tracked vehicles based on slip-compensating odometry,” *IEEE Int. Conf. Intell. Robot. Syst.*, no. December 2007, pp. 2871–2876, 2007.
- [17] “No Title,” 2015. [Online]. Available: <https://www.elangsakti.com/2015/05/sensor-ultrasonik.html>. [Accessed: 10-Jan-2020].
- [18] B. O. Napitupulu, J. T. Elektro, F. Teknik, and U. Sriwijaya, “Anan kendaraan bermotor,” 2018.
- [19] A. S. Taufik, “Sistem Navigasi Waypoint pada Autonomous Mobile

Robot,” *J. Mhs. TEUB*, vol. 1, no. 1, pp. 1–6, 2013.

- [20] V. N. Febrianto, “Aplikasi Kontrol PID untuk Pengaturan Putaran Motor DC pada Alat Pengepres Adonan Roti (Screw Conveyor),” *Jur. Tek. Elektro Fak. Tek. Univ. Brawijaya*, pp. 1–6, 2014.