

RANCANG BANGUN WAYPOINT GPS NAVIGATION MOBILE ROBOT DENGAN MENGGUNAKAN OMNI-DIRECTIONAL WHEEL DAN SENSOR ULTRASONIK SEBAGAI ALTERNATIF ROBOT PENGANGKUT BARANG

D. P. Wiliyanto, S. Supriyadi, A. Mukhtar

^{1,2,3}Jurusan Teknik Mesin, Fakultas TEKNIK, Universitas PGRI Semarang

Gedung Pusat, Kampus 1 Jl. Sidodadi Timur 24, Semarang

E-mail: danangpujiwiliyanto@gmail.com¹, slametsupriyadi@upgris.co.id²,
agusmukhtar@gmail.com³

Abstrak

Robot pemindah barang adalah robot yang dirakit untuk dapat memindahkan benda dari satu lokasi ke lokasi yang lain. Pada penelitian ini peneliti mengembangkan sebuah robot pemindah barang yang menggunakan dua koordinat Global Positioning System (GPS) sebagai navigasi dan smartphone sebagai antar muka pengguna dengan robot. Robot juga dilengkapi dengan sensor ultrasonik sebagai input pada robot agar robot dapat mengenali lingkungan sekitar, sehingga robot tidak menabrak benda yang ada disekitarnya. Komponen-komponen utama yang digunakan pada robot ini adalah mikrokontroler Arduino Mega 2560, GPS neo-7M, modul bluetooth HC-06, sensor SR-04 dan roda omni-directional. Penggunaan roda omni-directional pada robot ini bertujuan agar robot dapat dengan leluasa bergerak ke segala arah tanpa harus memutar arah hadap robot. Robot pemindah barang dirancang agar dapat mengkonversikan dua koordinat GPS menjadi nilai jarak dan arah. Selanjutnya jarak dan arah yang telah didapat di ubah menjadi nilai Pulse Wide Modulation (PWM) yang digunakan untuk menggerakkan motor penggerak robot. Untuk menghindari terjadinya tabrakan PWM yang didapat tadi diatur dengan input yang didapat dari sensor ultrasonik yang telah diolah menggunakan logika fuzzy.

Kata kunci: Robot, Arduino, Smartphone, Logika Fuzzy

I. PENDAHULUAN

Di dunia industri alat atau mesin pemindah barang adalah salah satu komponen vital yang sangat diperlukan dalam proses produksi. alat pemindah barang adalah alat untuk memindahkan barang atau objek dari suatu lokasi ke lokasi lain dalam rangka melanjutkan proses produksi ataupun pemindahan objek yang sudah selesai diproduksi. Proses pemindahan barang atau objek yang dilakukan sekarang ini bermacam-macam misalnya memindahkan barang atau objek secara manual, membuat ban berjalan, menggunakan forklift, dan lain-lain. Alat bantu pemindah barang seperti *forklift* yang menggunakan roda konvensional memerlukan ruang gerak yang luas. Proses pemindahan dengan forklift dan beberapa metode di atas juga belum tentu cocok untuk semua objek. Proses pemindahan barang atau objek juga masih membutuhkan tenaga manusia.

Penggunaan tenaga manusia mempunyai banyak kelemahan. Kemampuan fisik manusia terbatas sehingga tidak dapat bekerja secara terus-menerus. Agar dapat bekerja secara terus menerus tentu harus menggunakan banyak tenaga manusia, sehingga untuk menyelesaikan setiap proses produksi memerlukan waktu yang lama serta biaya untuk kegiatan proses produksi akan semakin meningkat. Menurut Asep

(2014) dalam (Angin, et al., 2018) hal tersebut sangatlah tidak efisien untuk diterapkan karena akan menghambat jalannya kegiatan proses produksi, sehingga target produksi yaitu peningkatan jumlah produksi dengan waktu yang sedikit tidak dapat tercapai.

Salah satu alternatif yang dapat diterapkan untuk mengatasi permasalahan ini adalah dengan penggunaan robot dalam dunia industri. Penggunaan robot dalam proses produksi dapat menekan waktu untuk setiap proses produksi dan dapat menghemat biaya yang dikeluarkan. Selain itu robot ini dapat menghasilkan output yang sama ketika mengerjakan suatu pekerjaan secara berulang ulang, tidak lelah, dapat diprogram ulang sehingga dapat difungsikan untuk beberapa tugas yang berbeda dan juga mengurangi resiko berbahaya pada manusia.

Penggunaan robot di dunia industri saat ini hanya terbatas pada perakitan dan manufaktur pada posisi tetap serta jangkauan jarak yang terbatas, seperti penggunaan lengan robot untuk kegiatan produksi. Menurut King (2001) dalam (Syam, Irham, & Erlangga, 2012) mengemukakan bahwa mobile robot memiliki potensi besar dalam membantu kehidupan manusia yang berlaku pada masyarakat di masa depan. Fungsinya tidak akan lagi dibatasi untuk menyelesaikan tugas dalam perakitan dan manufaktur pada posisi tetap. Sebagai upaya untuk menyelesaikan tugasnya sebagai mobile robot, maka mobile robot harus didesain dengan navigasi yang baik dan lancar untuk mengatasi perubahan medan dan lingkungan yang tak terduga.

Mobile Robot merupakan sebuah konstruksi robot yang memiliki penggerak berupa kaki, roda, ataupun kipas, sehingga dapat melakukan perpindahan dari titik satu ke titik yang lain. Teknologi mobile robot digunakan secara meluas sejak tahun 80-an (Pambudi, 2011). Mobile robot dapat diterapkan dalam beberapa aplikasi diantaranya: pemadam kebakaran, pengelompokan barang, pengikut objek, robot sepak bola dan robot pencari rute terpendek (Putra, Hidayat, & Kasoep, 2017).

Pada penelitian ini, peneliti akan mengembangkan sebuah mobile robot yang menggunakan sistem navigasi waypoint. Robot ini diharapkan dapat menggantikan tugas manusia dalam proses pemindahan di industri, sehingga kecelakaan kerja yang terjadi karena kelalaian manusia dapat berkurang.

II. METODOLOGI PENELITIAN

1. Metodologi Penelitian

Penelitian ini menggunakan metode penelitian dan pengembangan (Research & Development). Penelitian dan Pengembangan atau Research and Development (R&D) adalah suatu proses atau langkah-langkah untuk mengembangkan suatu produk baru, atau menyempurnakan produk yang telah ada, dan dapat dipertanggungjawabkan. Penelitian dan pengembangan memiliki beberapa tahapan pokok seperti penentuan masalah dan potensi, kajian teori, desain produk, validasi desain, revisi desain, dan uji coba produk.

Lokasi penelitian dan pengembangan ini dilaksanakan di Laboratorium Robotika Universitas PGRI Semarang Universitas PGRI Semarang yang beralamat di Jln. Lontar No.1, Karangtempel, Semarang Timur, Kota Semarang, Jawa Tengah 50232.

III. HASIL DAN PEMBAHASAN

Robot pengangkut barang dibuat berbentuk segi enam belas dengan diameter 550 mm dan tinggi 310 mm. Robot dilengkapi dengan 4 motor penggerak dan roda *omni-directional* di masing-masing motor penggerak. Robot ini menggunakan 8 sensor SR-04 yang di pasang pada sisi robot dengan jarak antar sensor sebesar 45 derajat.



Gambar 1. Robot Pengangkut Barang

Pengujian dan analisis dilakukan untuk mengetahui kinerja masing-masing komponen dan keseluruhan sistem robot, apakah komponen dan keseluruhan sistem robot telah sesuai dengan perancangan. Pengujian dilakukan per blok sistem kemudian secara keseluruhan dan dibagi ke dua bagian percobaan yaitu pengujian navigasi robot tanpa rintangan dan pengujian robot dengan rintangan. Pengujian dilakukan dengan memberikan koordinat target posisi pada robot dan melihat apakah robot dapat berjalan menuju koordinat posisi yang diinputkan. Pengujian navigasi robot dilakukan di gedung Balairung Universitas PGRI Semarang.

A. Pengujian Sensor Ultrasonik SR-04



Gambar 2. Pengujian Sensor jarak SR-04

Pengujian dilakukan untuk mengetahui akurasi pembacaan dari sensor ultrasonik yang digunakan dalam membaca jarak dalam satuan *centimeter*. Pengujian sensor dilakukan dengan memberikan halangan pada masing-masing sensor dengan jarak 30 cm, 60 cm, dan 90 cm. Dari pengujian yang telah dilakukan didapat data pengujian seperti yang ditunjukkan pada tabel 1.

Tabel 1. Hasil Pengujian Sensor Ultrasonik SR-04

Nomor Sensor	Pengujian Ke-	Jarak		Error (cm)	error rata-rata (cm)
		Pembacaan Sensor (cm)	Penggaris (cm)		
Sensor 0	1	30	30	0	0
	2	60	60	0	
	3	90	90	0	
Sensor 1	1	30	30	0	0,67
	2	59	60	1	
	3	89	90	1	
Sensor 2	1	30	30	0	0,33
	2	60	60	0	
	3	89	90	1	
Sensor 3	1	29	30	1	0,67
	2	60	60	0	
	3	89	90	1	
Sensor 4	1	29	30	1	1
	2	59	60	1	
	3	89	90	1	
Sensor 5	1	30	30	0	0,33
	2	60	60	0	
	3	89	90	1	
Sensor 6	1	29	30	1	1
	2	59	60	1	
	3	89	90	1	
Sensor 7	1	30	30	0	0,33
	2	59	60	1	
	3	90	90	0	

Dari hasil pengujian pengukuran jarak yang dihasilkan oleh sensor ultrasonik berdasarkan tabel 1 didapatkan hasil kesalahan pembacaan sensor sebesar 0,33 cm sampai dengan 1 cm. Sehingga dengan demikian maka sensor SR-04 yang digunakan dapat melakukan pengukuran jarak antara posisi robot dengan objek penghalang yang terdapat disekitarnya dengan toleransi kesalahan kurang lebih sebesar 1 cm.

B. Pengujian Sensor Kompas HMC5883L

Pengujian ini bertujuan untuk mengetahui konsistensi pembacaan sensor Kompas HMC5883L. Pengujian dilakukan dengan membandingkan pembacaan sensor kompas HMC5883L pada robot dengan sensor kompas yang ada pada *smartphone*. Hasil pengujian sensor kompas HMC5883L dapat dilihat pada tabel 2.

Tabel 2. Hasil Pengujian Sensor Kompas

Arah Robot (Kompas <i>Smartphone</i>)	Sensor Kompas HMC5883L			<i>Error rata-rata</i>
	I	II	III	
Utara ($0^0/360^0$)	359,27	359,29	358,14	1,1
Timur (90^0)	90,11	89,61	89,62	0,3
Selatan (180^0)	180,13	179,12	179,96	0,3
Barat (270^0)	269,73	268,86	270,06	0,5

Hasil pengujian sensor HMC5883L pada robot menunjukkan bahwa kesalahan pembacaan sensor kompas yang ada pada robot adalah sebesar 0,3 sampai dengan 1,1 derajat.

C. Pengujian GPS Neo-7M

Pengujian ini bertujuan untuk mengetahui kinerja GPS Neo-7M dalam menerima data posisi dari satelit. Pengujian dilakukan dengan mengambil data lintang dan bujur pada satu titik lokasi yang sama dalam 5 menit dan di ambil data lintang serta bujur yang didapatkan oleh modul GPS Neo-7M setiap 1 menit.

Tabel 3. Hasil Pengujian GPS Neo-7M

Menit ke-	GPS Neo 7m	
	Lat	Long
1	-6.988297	110.435554
2	-6.988326	110.435585
3	-6.988321	110.435569
4	-6.988311	110.435630
5	-6.988311	110.435714

D. Pengujian Motor Penggerak

Pengujian ini bertujuan untuk mengetahui kemampuan gerak translasi dan rotasi robot. Gerak translasi adalah gerak robot pada sumbu x dan sumbu y, sedangkan gerak rotasi adalah gerak robot saat berputar dengan titik tengah sumbu roda sebagai porosnya.

Tabel 4. Hasil Pengujian Motor Penggerak

Pengujian Ke-	Translasi				Rotasi	
	x (+)	x (-)	y (+)	y (-)	(+)	(-)
1	OK	OK	OK	OK	OK	OK
2	OK	OK	OK	OK	OK	OK
3	OK	OK	OK	OK	OK	OK

E. Pengujian Gerak Robot tanpa Halangan

Pada pengujian ini robot akan diberikan satu titik koordinat lintang dan bujur sebagai target tempat yang harus dicapai. Kemudian koordinat tersebut akan diterjemahkan oleh robot menjadi jarak dan arah yang akan ditempuh oleh robot. Selanjutnya jarak dan arah dari lokasi yang dituju tersebut diubah menjadi sinyal PWM yang akan menggerakkan motor agar robot dapat bergerak menuju lokasi yang diinginkan.

Tabel 5. Hasil Pengujian Gerak Robot tanpa Halangan

No	Koordinat Awal	Koordinat Tujuan	Arah Tujuan	Jarak (m)	Bearing	PWM	
						x	y
1	-6.988614, 110.435402	-6.988373, 110.435433	Utara	26,9	7.276°	0,99	0,13
2	-6.988614, 110.435402	-6.988672, 110.435668	Timur	30,1	102.39°	0,21	-0,97
3	-6.988614, 110.435402	-6.988871, 110.435379	Selatan	28,5	185.076°	-0,99	-0,08
4	-6.988614, 110.435402	-6.988588, 110.435075	Barat	36,2	274.58°	0,09	0,99

F. Pengujian Gerak Robot dengan halangan

Pada pengujian ini langkah yang diambil sama dengan pengujian robot sebelumnya, namun pada jalan yang akan dilalui robot diletakkan halangan berbentuk kubus dengan ukuran panjang dan lebar 20 cm dan tinggi 40 cm. Selanjutnya akan dilihat bagaimana respon robot terhadap halangan yang ada.

Tabel 6. Hasil Pengujian Gerak Robot tanpa halangan

No	Koordinat Awal	Koordinat Tujuan	Arah Tujuan	Posisi Halangan	Jarak (m)	Bearing	PWM	
							x	y
1	-6.988614, 110.435402	-6.988373, 110.435433	Utara	Sensor 0	26,9	7.276°	0	-1
2	-6.988614, 110.435402	-6.988672, 110.435668	Timur	Sensor 6	30,1	102.39°	-1	0
3	-6.988614, 110.435402	-6.988871, 110.435379	Selatan	Sensor 4	28,5	185.076°	0	1
4	-6.988614, 110.435402	-6.988588, 110.435075	Barat	Sensor 2	36,2	274.58°	1	0

IV. KESIMPULAN

Kesimpulan dari penelitian yang telah dilakukan adalah sebagai berikut:

1. Sensor SR-04 yang digunakan pada robot dapat mengukur jarak dengan ketelitian kurang lebih sebesar 1 cm.
2. Robot pengangkut barang dengan navigasi GPS dapat menentukan jarak dan arah yang akan dituju melalui koordinat dari lokasi tujuan. Kemudian nilai dari arah dan jarak tersebut dikonversikan menjadi nilai *pulse wide modulation* (PWM) yang selanjutnya diteruskan ke motor penggerak sehingga robot dapat bergerak ke lokasi yang dituju.

3. Robot pengangkut barang dapat mengubah nilai *pulse wide modulation* (PWM) ketika sensor jarak SR-04 yang terpasang pada robot mendeteksi halangan sehingga robot dapat menghindari tabrakan dengan halangan yang diberikan.

VI. REFERENSI

- [1] Abidin, H. Z. (2007). Penentuan Posisi dengan GPS dan Aplikasinya. Jakarta: PT Pradnya Paramita.
- [2] Angin, D. P., Siagian, H., Adam, M., Suryanto, E. D., Nababan, M., & Simanungkalit, S. R. (2018). Perancangan Robot Lengan Pemindah Barang Berdasarkan Jarak. Seminar Nasional Inovasi Teknologi dan Ilmu Komputer (pp. 84-87). Medan: Universitas Prima Indonesia.
- [3] Berman, J. (2013, May 24). GPS Guided Autonomous Rover . Johannesburg, Gauteng, South Africa.
- [4] Budiharto, W. (2010). Robotika Teori dan Implementasi. Yogyakarta: C.V ANDI OFFSET.
- [5] Hanafi. (2015). Aplikasi Pemantauan Keberadaan Lokasi dan Kecepatan Pada Kendaraan dengan Menggunakan Teknologi Mobile Data dan GPS dengan Digitalisasi Peta. Jurnal Teknologi, 143-150.
- [6] Inc., H. I. (2010). United States of Amerika Patent No. 4,441,072.
- [7] Irfan, M. (2016). Desain dan Implementasi Kendali Kecepatan Motor pada Robot dengan Empat Roda Omni Menggunakan Metode Logika Fuzzy. e-Proceeding of Engineering (pp. 1344-1351). Bandung: Universitas Telkom.
- [8] Nugroho, S., Suratman, F. Y., & Nugraha, R. (2016). Sistem Navigasi Gerak Roboat Berdasarkan GPS Menggunakan Metode Waypoint. e-Proceeding of Engineering (pp. 1453-1461). Bandung: Universitas Telkom.
- [9] Oliveira, H. P., Sousa, A. J., Moreira, P., & Costa, P. J. (2008). Dynamical Models for Omni-directional Robots with 3 and 4 Wheels. International Conference on Informatics in Control (pp. 189-196). Porto: researchgate.
- [10] Pambudi, W. S. (2011). Rancang Bangun 3 Wheels Omni-Directional Mobile Robot Menggunakan Sensor Position Device (PSD) Serta Sensor Vision dengan Metode Kendali Fuzzy Logic Controller (FLC) Untuk Menghindari Halangan. Batam: Seminar Nasional Teknologi Informasi & Komunikasi Terapan 2011.
- [11] Pitowarno, E. (2006). Robotika Desain, Kontrol dan Kecerdasan Buatan. Yogyakarta: C.V ANDI OFFSET.
- [12] Putra, R. L., Hidayat, A., & Kasoep, W. (2017). Rancang Bangun Mobile Robot Micromouse Untuk Pencarian Rute Terpendek Menggunakan Algoritma Flood Fill. Journal of Information Technology and Computer Engineering (JITCE), -.
- [13] Rahardi, R., Triyanto, D., & Suhardi. (2018). Perancangan Sistem Keamanan Sepeda Motor dengan Sensor Fingerprint, SMS Gateway, dan GPS Tracker Berbasis Arduino dengan Interface Website. Jurnal Coding, 118-127.
- [14] Rahman K, D. A., Rivai, M., & Dikairono, R. (2016). Sistem Navigasi Pada Balon Udara Menggunakan GPS dan Kontrol Logika Fuzzy. Jurnal Teknik ITS, A173-A178.
- [15] Ridha, N. (2017). Proses Penelitian, Masalah, Variabel, dan Paradigma Penelitian. Jurnal Hikmah, 62-70.
- [16] Rivai, M. (2018). Autonomus Surface Vehicle sebagai Alat Pemantau Lingkungan Menggunakan Metode Navigasi Waypoint. Jurnal Teknik ITS, A76-A81.
- [17] Saputra, F. R., & Rivai, M. (2018). Autonomus Surface Vehicle sebagai Alat Pemantau Lingkungan Menggunakan Metode Navigasi Waypoint. Jurnal Teknik ITS, 76-81.

- [18] Sari, Y. P. (2017). Rancang Bangun Aplikasi Penjualan dan Persediaan Obat Pada Apotek Merben. Jurnal Sistem Informasi dan Komputerisasi Akuntansi (JSK), 81-88.
- [19] Syam, R., Irham, & Erlangga, W. (2012). Rancang Bangun Omni Wheels Robot dengan Roda Penggerak Independent. Jurnal Mekanikal, 213-220.