

RANCANG BANGUN ROBOT PENGANTAR BARANG PADA WAREHOUSE BERBASIS *RFID LOCALIZATION* DAN *OBSTACLE AVOIDANCE*

¹ Abd. Wahid Sholeh, ² Riza Alfita, ³ Achmad Fiqhi Ibadillah.

^{1,2,3} Teknik Elektro, Universitas Trunojoyo Madura, Bangkalan

¹ abd.wahid.sholeh@gmail.com, ² riza.alfita@trunojoyo.ac.id, ³ fiqhi.ibadillah@trunojoyo.ac.id.

Abstract— *The process of moving goods by employees from the production room to the warehouse sometimes there are errors that result in errors in data collection. The aims of this study are to improve efficiency and accuracy in moving goods. Mobile delivery robot is a tool created to help employees in delivering goods from the production place to the storage shelves of goods in the warehouse. PN532 RFID sensor used to find robot located and destination shelves with the Tan Invers trigonometric method. . The matrix value (x, y) taken from 2 parameters namely PN532 sensor and Barcode Scanner. The Barcode Scanner is to read the barcode on the item so that the destination matrix (x, y) obtained. The use of the MPU-6050 sensor is used to navigate direct the robot with parameter values from the results of the Tan inverse formula so that the robot runs after the RFID Tag place with rotation per 90 degrees. The results obtained are Mobile Robots run automatically, which can deliver goods to the place independently. The results of testing the Mobile Robot with the Tan Invers method, the level of accuracy of the tool in the test obtained 99.6725% and the results of Mobile Robot is running well.*

keyword— *Tan Invers, Trigonometric, RFID, MPU-6050, Barcode Scanner.*

Abstrak— *Proses pemindahan barang oleh karyawan dari ruang produksi menuju warehouse terkadang terdapat kesalahan yang berakibat kesalahan dalam mendata barang. Tujuan yang ingin dicapai dalam penelitian ini untuk meningkatkan efisiensi dan keakuratan dalam memindahkan barang. Mobile Robot pengantar barang merupakan alat yang diciptakan untuk membantu karyawan dalam mengantarkan barang dari lokasi produksi ke rak penyimpanan barang pada warehouse. Sensor RFID PN532 digunakan untuk menentukan lokasi robot serta rak tujuan dengan metode trigonometri Tan Invers. Nilai matriks (x,y) diambil dari 2 parameter yaitu dari sensor PN532 dan Barcode Scanner. Barcode Scanner tersebut untuk membaca kode barcode pada barang sehingga diperoleh nilai matriks(x,y) tujuan. Penggunaan sensor MPU-6050 digunakan untuk navigasi arah robot dengan nilai parameter dari hasil rumus Tan Invers tersebut sehingga robot berjalan mengikuti lokasi Tag RFID dengan rotasi per 90°. Hasil yang diperoleh adalah Mobile Robot yang dapat dijalankan otomatis, dimana dapat mengantar barang menuju lokasi dengan mandiri. Hasil pengujian terhadap Mobile Robot dengan metode Tan Invers besar tingkat akurasi alat pada ujicoba didapatkan hasil 99.6725% berhasil sehingga dapat dikatakan Mobile Robot ini berjalan dengan baik.*

Kata Kunci— *Mobile Robot, Tan Invers, PID, RFID, MPU-6050, Barcode Scanner.*

I. PENDAHULUAN

Penggunaan teknologi untuk pengelolaan barang inventori sudah merupakan kecenderungan yang tidak dapat dihindarkan untuk modernisasi pengelolaan produk dan barang[1]. Dunia industri saat ini terus mengalami pertumbuhan yang cepat, terutama pada industri di bidang manufaktur[2]. perkembangan teknologi IT khususnya dalam bidang robotika yang menuntut otomatisasi pada segala bidang sehingga dapat meringankan pekerjaan manusia. Pembuatan robot dengan kemampuan khusus ini sangat berguna untuk kebutuhan dalam dunia industri. Sehingga dibutuhkan suatu teknologi yang mampu berfikir dan pengambilan keputusan seperti manusia atau dapat disebut dengan kecerdasan buatan, gudang penyimpanan barang (warehouse) merupakan gedung untuk menyimpan barang-barang yang dikirim dari ruang produksi untuk disimpan sampai barang-barang tersebut dikirim. Barang tersebut akan disimpan berdasarkan dengan tipe dan rasa dari produk tersebut. Dalam kenyataannya dalam beberapa waktu, terkadang karyawan salah memindahkan barang dari ruang produksi ke ruang penyimpanan barang. Untuk membantu kinerja karyawan dalam memindahkan barang dari ruang produksi menuju ruang gudang penyimpanan atau warehouse, perlu adanya suatu alat (*Mobile Robot*) beroda yang dapat membawa barang (box) dengan dimensi 32 cm x 20 cm x 23 cm dengan akurat Sehingga karyawan tidak perlu memindahkan barang secara manual.

Barcode Scanner merupakan sebuah alat yang berfungsi untuk mendeteksi atau membaca kode dalam bentuk *barcode*. Secara umum *barcode* digunakan sebagai UPC (*Universal Price Code*) atau untuk membaca harga pada barang secara otomatis, namun juga dipakai pada kode box barang dll [3]. *Barcode* memiliki simbol yakni *barcode linear* (1D), dan *barcode Matrix* (2D) yang dikenal dengan nama *QR-Code* [4]. Penentuan lokasi robot menggunakan sensor RFID/NFC Reader. RFID merupakan sistem yang dapat mentransmisikan dan menerima data menggunakan gelombang radio yang terdiri dari 2 bagian yaitu tag dan reader [5]. Protokol NFC mempunyai dua mode komunikasi yaitu mode komunikasi aktif dan mode komunikasi pasif[6].

Teknologi NFC lebih aman dibanding komunikasi lain seperti radio *frequency identification*, *infrared* dan *Bluetooth* karena NFC mempunyai jarak komunikasi yang pendek[7]. RFID/NFC *Reader* tersebut digunakan untuk membaca tag RFID pada lintasan. Metode fungsi trigonometri menghitung nilai koordinat kartesian menjadi koordinat polar. Untuk mendeteksi adanya penghalang atau objek di depan *mobile robot*, maka menggunakan sensor proximity. Sensor proximity adalah sensor yang berfungsi untuk mendeteksi ada atau tidaknya suatu objek[8]

Penelitian ini, merancang sistem *Mobile Robot* yang dapat memecahkan masalah dalam latar belakang di atas, sehingga menjadikannya rujukan apa saja yang harus diselesaikan pada sistem yang dibangun. Untuk menjawab pertanyaan pada latar belakang berikut : dapatkah robot menentukan arah navigasi robot? mampukah robot mendeteksi produk yang akan dibawa? Dan dapatkah mikrokontroler STM32F103C8T6 melakukan semua proses sehingga mikrokontroler dapat mengendalikan robot supaya dapat bekerja dengan sebagaimana mestinya.

II. METODE PENELITIAN

A. Trigonometri

Proses penyelesaian masalah pada penelitian ini manyadur fungsi trigonometri dan koordinat kartesian dari tag RFID untuk memastikan lokasi robot dan tujuan robot[9]. Terdapat 2 nilai parameter sebelum melakukan proses untuk menghasilkan besaran sudut koordinat tujuan, yaitu nilai matriks (x_1, y_1) posisi robot terkini yang di baca oleh sensor RFID/NFC dan (x_2, y_2) untuk tujuan barang. Nilai (x_2, y_2) dikurangi dengan (x_1, y_1) sehingga menghasilkan (x, y) . nilai (x, y) tersebut yang akan di proses dengan rumus

$$\tan^{-1} = (y/x) \times 180 / 3.14159265 \dots\dots\dots (1)$$

B. Perancangan Sistem

Tahapan-tahapan yang dilakukan dalam penelitian ini antara lain :

1. Analisa kebutuhan sistem
 Pada tahapan ini akan menjelaskan tahapan proses dalam pemindahan barang dari ruang produksi menuju gedung *warehouse*.
2. Peralatan penelitian
 Tahap ini akan menjelaskan identifikasi kebutuhan yang diperlukan untuk membangun sistem yang mengacu pada analisis sistem.
3. Rancangan sistem

Tahapan ini akan menjelaskan desain sistem, diagram blok *hardware*, dan *flowchart* alur sistem untuk menciptakan alat pengantar barang yang optimal.

4. Pengujian sistem

Tahap ini untuk mengetahui tingkat keberhasilan sistem yang dibangun dengan metode fungsi trigonometri dalam memindahkan barang pada lokasi tujuan barang.

III. HASIL DAN PEMBAHASAN

Hasil penelitian menunjukkan bahwa :

1. Analisis Kebutuhan Sistem

Sistem penentuan titik koordinat tujuan barang pada umumnya memiliki 3 tahapan proses yaitu proses pendeteksian sensor, proses perhitungan trigonometri, dan proses pergerakan menuju titik koordinat.

2. Peralatan Penelitian

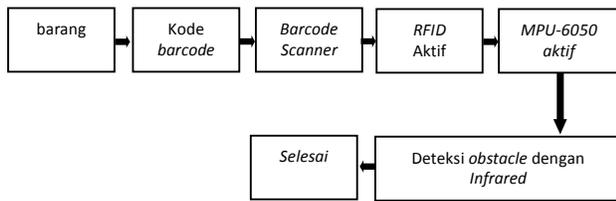
Berdasarkan analisis kebutuhan sistem pada penelitian ini diperlukan beberapa *hardware* untuk menunjang terbentuknya sistem yang diciptakan. *Hardware* yang digunakan ini sudah mencakup semuanya yakni untuk proses pendeteksian sensor, pengiriman data, serta dalam pengolahan data. Daftar *hardware* dalam penelitian ini ditunjukkan pada tabel 1 :

Tabel 1 daftar *hardware*

No	Hardware	Penggunaan
1	Laptop	Media untuk memproses keseluruhan sistem.
2	PN532	Sensor untuk mendeteksi Ntag213
3	Barcode Scanner	Sensor untuk mengidentifikasi kemasan produk
4	E18-D80NK	Sensor untuk pendeteksi halangan di hadapan robot.
5	MPU-6050	Sensor yang digunakan sebagai navigasi robot.
6	STM32F103C8T6	Alat untuk memproses sistem utama robot
7	Arduino Uno + USB Hostshield	Alat untuk mengirimkan hasil pembacaan <i>barcode</i> ke mikrokontroler sebagai <i>Master</i> .
8	IR Sensor optocoupler	Sensor untuk menghitung nilai PID pada pergerakan motor DC.

3. Rancang Bangun Sistem Keseluruhan

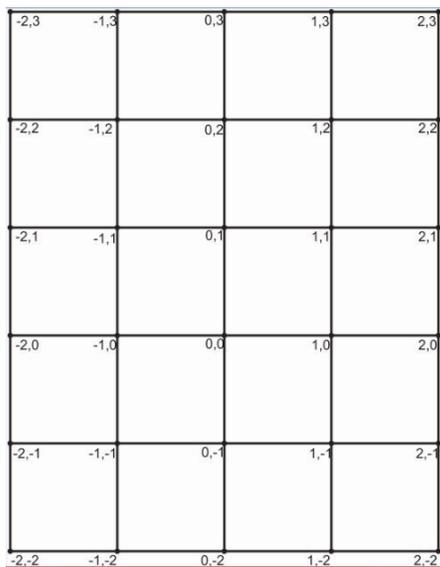
Berikut merupakan blok diagram dari perancangan sistem secara keseluruhan



Gambar 2. Diagram Blok Alur sistem

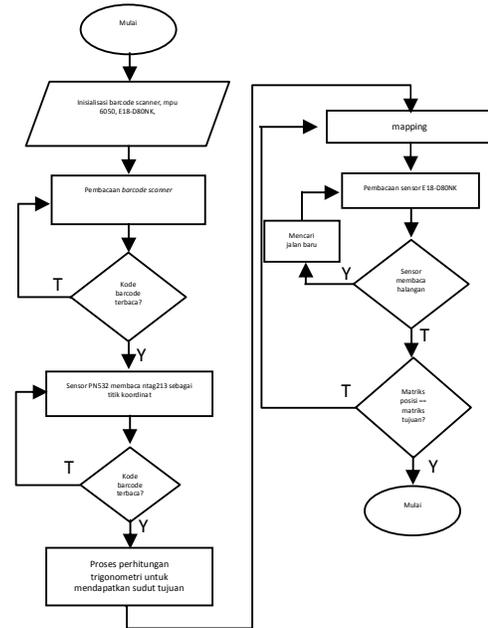
Gambar 2. diagram blok sistem menunjukkan bahwa dalam melakukan pengenalan barang menggunakan kode *barcode*. Setelah proses pemindaian kode *barcode*, didapatkan keluaran berupa koordinat posisi tujuan barang dengan format (x,y). Koordinat tersebut akan dikirim oleh Arduino sebagai *Slave 2* ke STM32 sebagai *master*. PN532 akan mendeteksi Tag NFC/RFID untuk mengetahui posisi robot berupa nilai nilai matriks. nilai tersebut akan dikirim oleh STM32F103C8T6 sebagai *Slave 1* ke STM32F103C8T6 sebagai *Master*. *Master* akan memproses data sensor dari *Barcode Scanner* dan PN532. Hasil dari proses tersebut berupa nilai koordinat polar dengan format sudut derajat. Motor akan aktif dan robot akan berjalan menuju posisi yang dituju dengan mendeteksi setiap Tag NFC/RFID. Setiap mendeteksi Tag NFC/RFID, proses akan terus di *update*. Jika telah sampai pada tujuan, maka robot akan otomatis berhenti.

Jika terdapat halangan atau halauan di hadapan robot, maka robot akan mundur dan mencari jalan jalur baru. Berikut gambar 3 menunjukkan penempatan posisi titik koordinat Ntag213.



Gambar 3. Titik koordinat Ntag213

Untuk alur jalannya sistem secara keseluruhan dapat dilihat melalui *flowchart* yang terdapat pada gambar 4 dan 5.



Gambar 4 *Flowchart* sistem

4. Rancangan Pengujian Sistem

Dalam pengujian sistem ini terdapat 3 tahapan pengujian. Berikut tabel pengujian sistem dapat dilihat di tabel 2.

Tabel 2. Pengujian sistem

No	Pengujian	Nilai Parameter Keberhasilan
1	Pengujian otentikasi data sensor PN532 dan <i>Barcode Scanner</i> .	Hasil pembacaan sensor sesuai dengan program yang diinginkan.
2	Pengujian jarak pembacaan sensor PN532, <i>Barcode Scanner</i> , dan E18-D80NK.	Didapatkan jarak jangkauan maksimum dari pembacaan sensor yang berhasil di deteksi
3	Pengujian mapping robot	Tingkat keberhasilan. Robot mencapai titik koordinat tujuan.

a. Pengujian otentikasi data sensor

1) *Pengujian otentikasi PN532*

Otentifikasi kode matriks dilakukan dengan memberikan kata kunci pada unique identifier NFC dengan kode yang digunakan berupa nilai matrik X,Y. . setiap ID tag NFC akan dirubah dalam bentuk kode matriks X,Y yang digunakan untuk menentukan lokasi terkini robot serta sebagai lokasi tujuan barang.

Tabel 3. Hasil otentikasi PN532

No.	Kode Tag	Kode Matrik		Keterangan
		X	Y	
1	2688303170	-2	-2	Berhasil
2	1614561346	-1	-2	Berhasil
3	540819522	0	-2	Berhasil
4	268582978	1	-2	Berhasil
5	3489808450	2	-2	Berhasil
6	3762192450	-2	-1	Berhasil
7	2688450626	-1	-1	Berhasil
8	1614708802	0	-1	Berhasil
9	1346125890	1	-1	Berhasil
10	1077657690	2	-1	Berhasil
11	272384066	-2	0	Berhasil
12	3493609538	-1	0	Berhasil
13	2419867714	0	0	Berhasil
14	272384090	1	0	Berhasil
15	1346109530	2	0	Berhasil
16	268599362	-2	1	Berhasil
17	3489824834	-1	1	Berhasil
18	2416083010	0	1	Berhasil
19	3493560410	1	1	Berhasil
20	1346142298	2	1	Berhasil
21	1077248186	-2	2	Berhasil
22	3506362	-1	2	Berhasil
23	1612890314	0	2	Berhasil
24	2150990010	1	2	Berhasil
25	808812730	2	2	Berhasil
26	3761602746	-2	3	Berhasil
27	2687860922	-1	3	Berhasil
28	1614119098	0	3	Berhasil
29	540377274	1	3	Berhasil
30	3224731834	2	3	Berhasil

Berdasarkan hasil pembacaan sensor NFC PN532 pada tabel 3 menunjukkan bahwa Sensor RFID/NFC dapat bekerja dengan baik. Tingkat keberhasilan 100%

2) *Pengujian otentikasi Barcode Scanner*

Otentikasi *Barcode Scanner* dilakukan dengan mengenalkan kode *barcode* sebagai titik koordinat kartesius (x,y). sehingga kode *barcode* yang tidak terdaftar tidak akan terdeteksi sebagai titik koordinat. Berikut merupakan tabel hasil pengujian *Barcode Scanner*

Tabel 4. Hasil dari *Barcode Scanner*

No.	Kode <i>barcode</i>	Kode matriks		Keterangan
		X	Y	
1	08992020010010	1	2	Berhasil
2	08992020020026	0	3	Berhasil
3	08992020030032	1	-2	Berhasil
4	08992020040048	-1	-2	Berhasil
5	08992020050054	-1	2	Berhasil

b. Pengujian jarak pembacaan

Pengujian jarak pembacaan ini dilakukan 3 macam pengujian yakni sensor PN532, *Barcode Scanner*, dan sensor E18D80NK. Pengujian tersebut dilakukan untuk mengetahui jarak ideal pembacaan sensor.

1) Pengujian jarak Pembacaan PN532

Pengujian jarak jangkauan pembacaan sensor RFID/NFC PN532 dilakukan untuk mengetahui maksimal jarak pembacaan sensor tersebut yang hasil pengujian ini digunakan untuk mendesain jarak penempatan Sensor dengan lintasan. Jarak antara Sensor dengan Ntag213 maksimal pembacaan 8 cm[10]. Pengujian divariasikan hingga memperoleh jarak maksimum pembacaan sensor. berikut hasil pembacaan sensor dengan variasi jarak dijelaskan pada tabel 5.

Tabel 5. Pembacaan sensor PN532 dengan jarak

No.	Kode Tag NFC	Jarak	Keterangan
1	2419867714	1 cm	Terbaca
		2 cm	Terbaca
		3 cm	Terbaca
		4 cm	Tidak Terbaca
		5 cm	Tidak Terbaca
		6 cm	Tidak Terbaca
		7 cm	Tidak Terbaca
		8 cm	Tidak Terbaca

Berdasarkan hasil pembacaan sensor RFID/NFC PN532 dengan variasi jarak, dari 8x pengujian, didapatkan hasil bahwa sensor RFID/NFC PN532 dapat membaca Ntag213 dengan jarak maksimum 3cm. Pembacaan lebih cepat dan akurat antara jarak 1- 3cm. sehingga penempatan sensor pada robot akan ditempatkan dibawah *body* robot dengan jarak 2cm dengan lintasan.

2) Pengujian jarak pembacaan *Barcode Scanner*

Pengujian jarak jangkauan pembacaan sensor *Barcode Scanner* dilakukan untuk mendesain jarak penempatan Sensor dengan produk. Variasi jarak jangkau dibatasi sejauh 5 cm. berikut hasil pembacaan sensor dengan variasi jarak dijelaskan pada tabel 6.

Tabel 6. Hasil pembacaan *Barcode Scanner*

No	Kode <i>Barcode</i>	Jarak (cm)	Keterangan
1	08992020010010	1 cm	Tidak Terbaca
		2 cm	Tidak Terbaca
		3 cm	Tidak Terbaca
		4 cm	Terbaca
		5 cm	Terbaca

Berdasarkan hasil pembacaan sensor *Barcode Scanner* tersebut, didapatkan hasil bahwa *Barcode Scanner* dapat membaca kode *barcode* diatas jarak 4cm.

3) Pengujian jarak pembacaan E18-D80NK

Pengujian jarak jangkauan pembacaan sensor E18-D80NK dilakukan untuk mengatur jarak pembacaan terhadap penghalang. Jarak pembacaan diberi batas maksimal 20 Cm. berikut hasil pembacaan sensor dengan variasi jarak dijelaskan pada tabel 7.

Tabel 7. Pembacaan sensor PN532 dengan jarak

No.	Jarak (cm)	Keterangan
1	5 cm	Terbaca
2	10 cm	Terbaca
3	15 cm	Terbaca
4	20 cm	Terbaca
5	25 cm	Tidak Terbaca
6	30 cm	Tidak Terbaca

Berdasarkan hasil pengujian diatas, didapatkan hasil bahwa dengan jarak pembacaan 20 cm sensor E18-D80NK dapat membaca objek didepan dengan tegak lurus. Ini sesuai dengan pengaturan limit pembacaan sensor.

c. Algoritma *localization* dan *mapping*

Pengujian pergerakan robot menuju titik tujuan dilakukan pada kondisi lantai datar dan tidak bergelombang. Hal ini untuk menghindari *noise* pada saat navigasi robot. Posisi robot diletakkan pada koordinat matrik 0,0. Hal tersebut dimaksudkan agar pergerakan sesuai dengan sudut istimewa. Nilai matriks hasil pembacaan sensor RFID/NFC PN532 sebagai (X_1, Y_1) sedangkan hasil pembacaan *sensor Barcode Scanner* sebagai (X_2, Y_2) . selanjutnya masuk ke tahap proses penghitungan dengan fungsi Tan invers. Dimana nilai X dan Y didapatkan dari hasil pengurangan $(X_2, Y_2) - (X_1, Y_1)$. Selengkapnya akan di jelaskan pada rumus berikut.

$$\text{Arctan} (Y / X) \times 180 / 3.14159265 \dots\dots\dots(2)$$

Keterangan :

$$X = X_{\text{tujuan}} - X_{\text{posisi}}$$

$$Y = Y_{\text{tujuan}} - Y_{\text{posisi}}$$

Mencari besaran sudut.

Posisi *Mobile Robot* $X_1, Y_1 = 0,0$

Posisi tujuan $X_2, Y_2 = 1,2$

$$X, Y = X_2, Y_2 - X_1, Y_1$$

$$X = 1 - 0$$

$$Y = 2 - 0$$

$$X, Y = 1, 2$$

$$X > 0, Y > 0 = \{S = Z\}$$

$$Z = \text{Arctan} (Y / X) * 180 / 3.14159265.$$

$$Z = \text{arctan} (2/1) * 180 / 3.14159265.$$

$$Z = \text{arctan} (2) * 180 / 3.14159265.$$

$$Z = 1.10714871779 * 180 / 3.14159265.$$

$$Z = 199.286769203 / 3.14159265.$$

$$Z = 63.4349488954$$

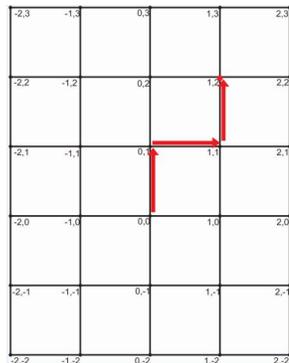
$$Z = 63^\circ$$

Dari rumus tersebut didapatkan besaran sudut dalam bentuk derajat sebesar 63.4349° . Nilai sudut akan di proses pada klasifikasi pergerakan robot. Klasifikasi tersebut nantinya menghasilkan *output* berupa keputusan pergerakan robot sesuai dengan besaran nilai pada sudut istimewa. Berikut klasifikasi pergerakan robot.

- 1) $S > 270$ dan jika $(360 - S) < 45$, maka Sudut = 0, jika tidak maka Sudut = 270
- 2) $S > 180$ dan jika $(270 - S) < 45$, maka Sudut = 270, jika tidak maka Sudut = 180

- 3) $S > 90$ dan jika $(180 - S) < 45$, maka Sudut = 180, jika tidak maka Sudut = 90
- 4) $S > 0$ dan jika $(90 - S) < 45$, maka Sudut = 90, jika tidak maka Sudut = 0

Gambar 6 dibawah ini menjelaskan pergerakan robot menuju titik tujuan.



Gambar 6. Pergerakan robot

Dari gambar 6 diatas dapat dijelaskan bahwa pergerakan robot berotasi 90° ke kanan atau ke kiri. Hal ini dikarenakan tujuan robot berada pada Kuadran 1 dimana antara sudut 0° sampai 90°. Sehingga ketika proses fungsi Tan Invers menghasilkan nilai sudut diatas 45°, maka robot akan bergerak lurus atau bergerak 90° sesuai sudut istimewa. Dan ketika sampai pada titik koordinat 0,1 maka besaran sudut akan terupdate. Dikarenakan besaran sudut sama dengan 45° maka robot akan bergerak 90° kekanan atau menuju sudut 0°. Hal tersebut sesuai dengan klasifikasi yang telah dijelaskan diatas. Ketika titik koordinat dari posisi robot sama dengan titik koordinat dari kemasan pruk, maka robot akan berhenti dan proses selesai.

Berikut hasil pengujian dengan 5 tempat atau tujuan yang berbeda.

Tabel 8. Hasil pengujian pergerakan robot

No	Sudut (°) pada program	Besaran Sudut (robot)	Keakuratan
1	0°	90°	100%
2	90°	90°	100%
3	180°	90°	99.4%
4	270°	181°	99.25%

$$\text{Rata - rata \%} = (\text{Keakuratan1} + \text{Keakuratan2} + \text{Keakuratan3} + \text{Keakuratan4}) / n$$

$$\text{Rata - rata \%} = (100 + 100 + 99.4 + 99.25) / 4$$

$$\text{Rata - rata \%} = 398.69 / 4$$

Rata - rata % = 99.6725%

IV. KESIMPULAN

Berdasarkan pembahasan diatas maka dapat disimpulkan bahwa akurasi pergerakan robot menuju titik tujuan menggunakan algoritma fungsi Tan Invers mendapatkan tingkat keberhasilan sebesar 99.6725%

V. DAFTAR PUSTAKA

- [1] E. Ripmiatin and R. Aliviani, "Sistem Otomasi Perpustakaan dengan Barcode SLTPI Al Azhar 8, Kemang Pratama," *J. Al-AZHAR Indones. SERI SAINS DAN Teknol.*, vol. 1, no. 3, p. 134, 2012, doi: 10.36722/sst.v1i3.51.
- [2] M. B. Firdaus *et al.*, "RANCANG BANGUN PRINTER 3D BERBASIS MIKROKONTROLLER DAN," *SinarFe7*, pp. 51–58, 2019.
- [3] F. Wahyutama, F. Samopa, and H. Suryotrisongko, "Penggunaan Teknologi Augmented Reality Berbasis Barcode sebagai Sarana Penyampaian Informasi Spesifikasi dan Harga Barang yang Interaktif Berbasis Android, Studi Kasus pada Toko Elektronik ABC Surabaya," *J. Tek. ITS*, vol. 2, no. 3, pp. A481–A486, 2013, [Online]. Available: <http://www.ejurnal.its.ac.id/index.php/teknik/article/view/5225/1545>.
- [4] P. R. Kolhe, R. M. Dharaskar, M. H. Tharkar, S. Joshi, S. Desai, and B. Dapoli, "Information technology tool in library barcode & radiofrequency identification (RFID)," *Int. J. Innov. Sci. Tech.*, vol. 3, no. 1, pp. 81–86, 2016, [Online]. Available: http://ijiset.com/vol3/v3s1/IJISSET_V3_I1_11.pdf.
- [5] R. D. Sasono, M. D. Atmadja, and R. Saptano, "Perancangan Sistem Informasikehadiran Pegawai Menggunakan Kartu Tanda Penduduk (Ktp) (Studi Kasus Kantor Kecamatan Ngajum)," *J. JARTEL*, vol. 10, pp. 58–65, 2020.
- [6] D. Ichwana and W. Syahputra, "Sistem Pembayaran Parkir Menggunakan NEAR FIELD COMMUNICATION Berbasis ANDROID dan Teknologi INTERNET OF THINGS," *J. Nas. Teknol. dan Sist. Inf.*, vol. 3, no. 1, pp. 153–164, 2017, doi: 10.25077/teknosi.v3i1.2017.153-164.
- [7] A. Radhakrishnan, "OPEN ACCESS NFC based parking payment system," *J. Eng. Res. Appl.*, vol. 5, no. 6, pp. 56–59, 2015, [Online]. Available: www.ijera.com.
- [8] K. Umam and R. Alfita, "Rancang Bangun Robot Pembersih Kaca Otomatis Berbasis Mikrokontroler ARM STM32 Dengan Sensor Proximity," *Indones. J. Eng. Technol.*, vol. 2, no. 1, pp. 24–29, 2019, [Online]. Available: <https://journal.unesa.ac.id/index.php/inajet>.
- [9] S. Park and S. Hashimoto, "Autonomous navigation

system for mobile robot using randomly distributed passive RFID tags,” *IEICE Trans. Fundam. Electron. Commun. Comput. Sci.*, vol. E93-A, no. 4, pp. 711–719,

2010, doi: 10.1587/transfun.E93.A.711.
[10] N. Field and C. Nfc, “PN532 / C1,” no. September, 2012.