

Mekanika Gerak Dan Pendayaan Pada Autonomous Delivery Robot

1st I Nyoman Ardika Triadi Mahardika
Fakultas Teknik Elektro
Universitas Telkom
Bandung, Indonesia
nyomanardika@student.telkomuniversity.ac.id

2nd Porman Pangaribuan M.T.
Fakultas Teknik Elektro
Universitas Telkom
Bandung, Indonesia
porman@telkomuniversity.ac.id

3rd Muhammad Azhar Ismail
Fakultas Teknik Elektro
Universitas Telkom
Bandung, Indonesia
muhammadazhar@telkomuniversity.ac.id

Abstrak - Seiringnya waktu berjalan, teknologi pun tetap berkembang pesat dan mengubah gaya hidup manusia. Yang awalnya dimulai dari menggunakan batu sebagai alat, hingga sekarang yang dimana kehidupan sehari-hari dapat di kontrol dan monitor melalui sebuah aplikasi di *smartphone* individu. Tentunya, dengan berkembangnya teknologi, pengiriman barang atau paket mengalami perubahan menjadi lebih inovatif dalam bentuk *e-commerce*. Topik ini bertujuan untuk merancang dan membangun Prototipe Robot Pengantar dengan fokus pada metode keamanan berbasis 4-digit PIN dan face-capture, yang dimana dengan adanya robot ini, maka dapat menggantikan posisi manusia dalam pengantaran barang di daerah yang tidak dapat dimasuki oleh individu asing. Penggunaan *Robot Delivery* ini masih terbatas di lingkungan yang tertutup, seperti pada kompleks perumahan yang tertutup, apartemen, hingga perkantoran untuk memastikan keamanan dari barang atau paket yang dikirim serta mengurangi beban terhadap satpam serta risiko akan terganggunya kerja mereka dalam menjaga tempat yang ditentukan. Dengan demikian, rancang bangun robot, atau prototipe dari robot ini diharapkan dapat memberikan solusi inovatif dalam proses pengantaran barang serta meningkatkan keamanan dari paket yang diantarkan.

Kata kunci - *Robot Delivery, e-commerce, smartphone*

I. PENDAHULUAN

Perkembangan teknologi robot setiap tahun terus mengalami peningkatan yang sangat pesat. Teknologi robot terus menerus dikembangkan dengan harapan bisa membantu dan menggantikan posisi manusia untuk pekerjaan yang sulit. Perkembangan teknologi khususnya robot sudah semakin pesat diterapkan di industri manufaktur yang ada di Indonesia seiring perjalanan memasuki era revolusi industri 4.0. Untuk penerapan kemajuan teknologi tersebut, belum sepenuhnya dapat diterapkan dan mengganti peran manusia, akan tetapi salah satu cabang dari kemajuan teknologi tersebut sudah mulai disentuh dan diterapkan di dalam kehidupan sehari-hari, cabang tersebut adalah otonomus (*autonomous*) pada robot.

Robot otonom (*autonomous robot*) adalah sebuah perangkat mekanis yang mampu bergerak bebas di lingkungan yang terdapat rintangan, dapat menjalankan berbagai jenis fungsi, mampu menyimpan program yang telah dibuat dan memperoleh informasi lingkungan melalui sensor yang dimiliki. Pada proses pengendalian *autonomous robot* dibutuhkan perencanaan jalur agar robot mampu mencapai tujuan yang dituju dengan jalur yang dilewati.

Dengan perkembangan *e-commerce*, cara orang berbelanja pun berubah. Semakin banyak orang membeli barang secara online yang memicu peningkatan jumlah pengiriman paket. Pengiriman paket tidak lagi terbatas pada barang-barang kecil atau ringan. Banyak pelanggan memesan barang-barang besar dan berat secara online seperti elektronik, perabotan, dan perlengkapan rumah tangga. Di Indonesia, pada umumnya pengantaran barang masih menggunakan manual contoh driver kurir itu mengantarkan barang langsung diterima atau *driver kurir* biasanya barang ditiptkan ke satpam. Metode seperti ini kurang sesuai untuk perumahan cluster tertutup. Selain itu, Metode ini juga rawan akan tindak kriminal, seperti pengantaran barang yang berbahaya ataupun pengantaran oleh oknum kurir palsu. Adapun hal lainnya, adalah terjadinya kekeliruan

Saat ini teknologi elektronika semakin berkembang pesat, khususnya teknologi yang berhubungan dengan pengontrol otomatis, sehingga manusia selalu mencari proses otomatisasi yang pengoperasiannya dapat digunakan dengan mudah. Salah satu teknologi elektronika otomatisasi yang berkembang saat ini adalah bidang robotika, yang dengan memanfaatkan perkembangan tersebut, pengantaran barang dapat diselesaikan dengan memanfaatkan sarana tersebut.

Pada saat ini sudah ada yang berhasil membuatnya pada bidang pengantaran makanan yang dapat dilihat pada perusahaan DoorDash, yang dimana perusahaan tersebut bekerja sama dengan Starship Technologies dan Marketplace kurir untuk melakukan tes berupa pengiriman makanan di Redwood City, California. Robot yang dibuat dapat memuat beban sekitaran 18 kg, dan memiliki fitur

seperti pendingin makanan, dengan kecepatan 4 mil per jam atau 6.4 km per jam.

II. KAJIAN TEORI

A. Brushed Motor DC

Brushed Motor DC secara luas digunakan dalam pengaplikasian yang membutuhkan kecepatan yang dapat disesuaikan, pengaturan kecepatan yang baik dan siklus maju-mundur-rm yang sering. Kecepatan Brushed Motor DC sebanding dengan tegangan yang diterapkan pada motor. Saat menggunakan kendali digital, sinyal *pulse-width modulated* (PWM) digunakan untuk menghasilkan tegangan rata-rata. Lilitan motor bertindak sebagai low filter pass, sehingga bentuk gelombang PWM yang cukup frekuensi akan menghasilkan arus yang stabil di motor berliku. Meskipun kecepatan sebanding dengan siklus PWM, dalam sistem di mana *speed control* yang tepat diperlukan, harus ada semacam mekanisme umpan balik. *Optical incremental encoders* banyak digunakan untuk mengukur posisi dalam sistem kontrol pada sampel frekuensi tetap.

B. Motor Servo

Servo motor adalah jenis motor listrik, yang porosnya dapat dikontrol dengan akurasi tinggi. Poros servomotor dapat berputar pada sudut yang diperlukan atau dengan kecepatan rotasi konstan. Gearbox pada servo motor digunakan untuk mengurangi kecepatan dan meningkatkan torsi pada output shaft. Potensiometer atau encoder digunakan untuk melacak sudut rotasi atau kecepatan dari shaft, sehingga menciptakan sistem kontrol loop tertutup dengan feedback.

C. Power Supply

Power supply adalah sumber tegangan DC yang digunakan untuk memberikan tegangan atau daya kepada berbagai rangkaian elektronika yang membutuhkan tegangan DC agar dapat beroperasi. Rangkaian pokok dari *power supply* tidak lain adalah suatu penyearah yakni suatu rangkaian yang mengubah sinyal bolak-balik (AC) menjadi sinyal searah (DC).

III. METODE

A. Pengujian Motor DC

Yang diuji dari komponen Motor DC adalah RPM dan Daya yang diserap oleh Motor DC. Pengujian ini dilakukan dengan menggunakan Tachometer sebagai alat pengukur RPM dan Multimeter sebagai pengukur arus dan daya. Metode yang digunakan untuk mengukur RPM adalah sebagai berikut:

$$RPM = \frac{\text{Jumlah Putaran}}{\text{Waktu(dalam menit)}}$$

B. Pengujian Kekuatan Servo

Pengujian servo dimulai dari terbuka dan tertutupnya pintu kontainer sesuai urutan dari prosedur keamanan kontainer. Prosedur tersebut dimulai dari sisi Pengirim, yang dimana servo akan membuka pintu kontainer secara otomatis ketika diberi daya, lalu penerima dapat memasukan paket atau barang ke sisi yang diinginkan lalu menentukan 4-digit pin yang ingin digunakan.

C. Pengukuran Daya Tahan Baterai

Komponen baterai diuji daya tahannya, berapa lama baterai dapat bertahan setelah dihubungkan dengan komponen-komponen lain. Pengujian dilakukan dengan menghubungkan seluruh komponen seperti Raspberry Pi, Pixhawk, motor DC, dan lain-lain ke baterai lalu setiap komponen tersebut diukur arusnya menggunakan multimeter. Setelah setiap arus dari komponen didapatkan, daya tahan baterai dapat dihitung secara matematis seperti berikut:

$$\text{Daya tahan} = \frac{\text{Kapasitas baterai}}{\text{Total Konsumsi arus}}$$

Baterai memiliki kapasitas sebesar 6000 mAh, yang akan dibagi oleh total konsumsi arus dari seluruh komponen-komponen pada robot.

IV. HASIL DAN PEMBAHASAN

A. Hasil Pengujian Motor



GAMBAR 1
Pengujian Motor DC

Throttle	RPM	Arus (Ampere)	Daya (Watt)
30%	420	0.42	2.82
50%	708	0.73	4.404
75%	1068	1.142	6.852
100%	1428	1.468	8.808

1. Hasil Pengujian Servo Container



GAMBAR 2
Pengujian Servo

No	Beban yang tersangkut (gr/kg)	Derajat Servo (180°)	Deskripsi
1	300 gr	V	Servo dapat berputar dengan membawa beban sebesar 300 gr tanpa adanya masalah ataupun hambatan
2	500 gr	V	Servo dapat berputar dengan membawa beban sebesar 500 gr tanpa adanya masalah ataupun hambatan
3	1000 gr	~	Servo dapat berputar dengan membawa beban sebesar 1000 gr atau 1 kg, akan tetapi mengalami sedikit hambatan pada perputaran servo
4	1500 gr	~	Servo dapat berputar dengan membawa beban sebesar 1500 gr atau 1.5 kg, akan tetapi mengalami sedikit hambatan pada perputaran servo serta tidak dapat menahan beban ketika sudah terangkat
5	2000 gr	X	Servo tidak dapat membawa beban sebesar 2000 gr atau 2.5 kg; beban pun tidak bergerak

Proses pengujian aktuator dilakukan melalui percobaan yang dimana servo dikaitkan dengan beban yang memiliki massa yang berbeda-beda, dan apakah servo bekerja sesuai dengan kode yang sebelumnya telah ditentukan. Apabila prosedur pengiriman benar, maka pintu servo akan terbuka hingga 70° hingga 75° yang dihasilkan oleh baling-baling servo berputar sejauh 180°.

Derajat Sudut Servo	Derajat Sudut Pintu
0°	0°
45°	10°
90°	47°
135°	62°

180°	82°
------	-----

Dikarenakan pintu container dibuka menggunakan lengan yang terpasang antara motor servo sebagai engsel dan engsel lain yang terpasang pada pintu, maka sudut yang dihasilkan pun akan berbeda antara servo dan pintu. Proses pengujian ini dilakukan menggunakan busur derajat yang digunakan pada sudut dalam servo dan pintu. Dengan terbukanya motor servo yang memiliki batas maksimum sudut yang dapat dikeluarkan adalah 180°, maka sudut maksimal yang dapat pintu kerahkan mencapai 82°.

2. Hasil Pengujian Servo Steering

Sudut Motor Servo (Derajat)		Sudut Arm Steer (Derajat)		Sudut Perputaran Roda (Derajat)		Stat us Steer Kes elur uha n
Sud ut Sen tral 90°	Sud ut Kes elur uha n	Sud ut Sen tral 90°	Sud ut Kes elur uha n	De nga n Sud ut Sen tral 90 Der ajat	Sud ut Kes elur uha n	
5	10	5	10	2	4	Ber puta r
10	20	10	20	4	8	Ber puta r
15	30	15	30	6	12	Ber puta r
20	40	20	40	8	16	Ber puta r
25	50	25	50	10	20	Ber puta r
30	60	30	60	12	24	Ber puta r
35	70	35	70	14	28	Ber puta r
40	80	40	80	16	32	Ber puta r
45	90	45	90	18	36	Ber

						puta r
50	100	0	100	20	40	Ber puta r
55	110	55	110	-	-	Tida k Ber puta r

Walaupun servo memiliki spesifikasi untuk berputar 180 derajat, namun karena keterbatasan dari arm steer, maka servo pada robot ini hanya dapat berputar sampai 100 derajat saja, begitu pula dengan arm steer yang terpasang pada servo dan karena servo berperan hanya sebagai katrol, perputaran yang bisa roda dapatkan lebih kecil, maksimal 40 derajat. Dengan menggunakan 90 derajat sebagai sudut sentral, maka sudut maksimal yang dapat diperoleh oleh servo adalah -50 derajat sampai 50 derajat, kemudian oleh arm steer adalah -50 sampai 50 derajat, dan oleh roda adalah -20 sampai 20 derajat.

3. Hasil Pengujian Daya Tahan Baterai

No	Komponen-komponen	Arus (mA)
1	Raspberry Pi: <ul style="list-style-type: none"> • USB Camera • Motor Servo • Keypad 	16
2	Pixhawk: <ul style="list-style-type: none"> • Telemetry • Modul GPS 	19
3	Motor DC	Throttle 50% : 420 Throttle 100% : 1468

Throttle (%)	Jumlah arus (mAH)
0	35
50	455
100	1503

Dapat disimpulkan bahwa semakin tinggi *throttle* dari motor DC, maka semakin banyak arus yang dikonsumsi dari baterai. Sedangkan semakin rendah *throttle* dari motor DC, maka semakin sedikit arus yang dikonsumsi dari baterai. Daya tahan baterai dapat dihitung dengan membagi kapasitas baterai dengan total konsumsi arus.

Jumlah arus (mAH)	Daya Tahan (jam)
35	~171 jam 24 menit
455	~13 jam 11 menit
1503	~4 jam

V. IMPLEMENTASI SISTEM

Motor servo diuji dengan memastikan bahwa tutup dari container terbuka dengan maksimal. Pengujian ini dilakukan pada saat penerima barang hendak mengambil barang dan memasukkan 4-digit pin dengan benar. Selain itu, Pengujian ini juga berlaku saat pengirim barang belum meluncurkan robot, saat pengirim barang hendak memasukkan barang yang akan dikirim kedalam container.

Kemudian, Pengujian Motor DC dilakukan untuk memastikan bahwa Motor DC kuat untuk mengirimkan barang kepada penerima. Pengujian ini dilakukan untuk menentukan berapa RPM yang diperlukan untuk mengirimkan robot dari pengirim ke penerima barang.

Kemudian, Pengujian servo steering melibatkan derajat dari sudut-sudut yang ada pada steer. Hal ini mengacu pada kemampuan robot pada saat robot berbelok.

Selanjutnya, Pengujian baterai dilakukan untuk mengukur daya yang disalurkan oleh baterai ke semua komponen yang ada, agar robot tidak mengalami delay pada saat sedang berjalan. Pengujian daya juga diperlukan agar dapat diketahui bahwa robot dapat berjalan dengan optimal.

VI. KESIMPULAN

Autonomous Delivery Robot digunakan sebagai pengantar barang yang dapat diluncurkan untuk mengirimkan barang dari pos ke penerima barang. Robot ini digunakan sebagai pengganti manusia karena ada beberapa tempat dengan keamanan ketat seperti perumahan dengan sekuritas tingkat tinggi yang tidak dapat dimasuki oleh pengantar barang dari suatu perusahaan.

Pada pengujian motor DC, tergantung seberapa besar *throttle* yang digunakan, maka perputaran dalam RPM dan Daya yang dibutuhkan oleh motor berbeda. Dengan menggunakan *throttle* maksimum 100%, maka arus yang diperlukan mencapai 1,468 ampere sehingga daya yang dibutuhkan oleh motor dc mencapai 8.808 watt.

Pada pengujian motor servo pintu container, torsi dari servo sendiri mampu mengangkat beban hingga 500 gram dengan mudah, dan 1500 gram dengan usaha yang sedikit lebih besar. Pada berat 2 kilogram, motor servo tidak dapat mengangkat lagi pintu container, yang menjadikan batas dari beban yang dapat diangkat oleh servo adalah 1500 gram / 1,5 kilogram. Selain itu, perbandingan sudut derajat antara pintu container dan motor servo pun terbilang cukup besar dikarenakan digunakannya lengan antar motor servo dan pintu container. Saat servo menggunakan sudut maksimal yang dapat dikerahkan yaitu 180°, sudut maksimal yang dapat diperoleh oleh pintu hanya 82°.

Pada pengukuran servo steering, parameter yang diperlukan adalah pengukuran sudut perputarsn

servo, arm steer, dan roda. Robot ini hanya dapat berputar sampai 100 derajat saja, begitu pula dengan arm steer yang terpasang pada servo dan karena servo berperan hanya sebagai katrol, perputaran yang bisa roda dapatkan lebih kecil, maksimal 40 derajat. Dengan menggunakan 90 derajat sebagai sudut sentral, maka sudut maksimal yang dapat diperoleh oleh servo adalah -50 derajat sampai 50 derajat, kemudian oleh arm steer adalah -50 sampai 50 derajat, dan oleh roda adalah -20 sampai 20 derajat.

Pada pengukuran dan uji baterai, total arus yang dibutuhkan oleh robot tanpa menggerakkan Motor DC untuk bergerak adalah 35 mA. Sedangkan arus yang dibutuhkan saat robot bergerak tergantung pengaturan throttle yang digunakan saat pengiriman. Pada throttle 50%, arus yang diperlukan oleh motor mencapai 420 mA, sedangkan saat throttle yang digunakan 100%, arus yang dibutuhkan oleh motor mencapai 1428 mA. Jika ditambahkan dengan arus yang digunakan untuk komponen lain, maka pada saat throttle 50%, arus yang dibutuhkan mencapai 455 mA, sedangkan saat throttle 100%, arus yang dibutuhkan mencapai 1503 mA. Maka dari itu, daya tahan baterai dapat digunakan hingga kurang lebih 171 jam 24 menit saat robot diam, 13 jam 11 menit saat throttle mencapai 50%, dan 4 jam saat throttle mencapai 100%.

REFERENSI

- [1] R. A. Budiman, "Perkembangan teknologi robot setiap tahun terus mengalami peningkatan yang sangat pesat Teknologi robot terus," p.p 1-1, 2022.
- [2] Universitas Teknokrat Indonesia, "Dosen dan Mahasiswa Universitas Teknokrat Indonesia Kembangkan Robot Pengantar Makanan." Mar. 7.
- [3] H. O. Pakaya, "Robot otonom (autonomous robot) adalah sebuah perangkat mekanis yang mampu bergerak bebas di lingkungan yang terdapat rintangan, dapat menjalankan berbagai jenis fungsi," pp. 1-1, 2021.
- [4] S. Suyatmo, C. I. Cahyadi, S. Syafriwel, R. Khair, and I. Idris, "Rancang Bangun Prototype Robot Pengantar Barang Cargo Berbasis Arduino Mega Dengan IOT," *Jurnal Sistem Komputer dan Informatika (JSON)*, vol. 1, no. 3, p. 215, May 2020
- [5] E. I. Amalia, "Amerika Serikat Antar Makanan Pakai Robot," Jan. 19, 2017.
- [6] Tim AlibabaNews, "Mengubah Industri E-Commerce dengan Robot Pengiriman Last-Mile Otomatis," Sept. 9, 2021.