



Jurnal Politeknik Caltex Riau
<http://jurnal.pcr.ac.id>

Prototype Robot Transformer (Laba-laba Delapan Kaki Menjadi Silinder)

Roni Novison¹, Dianita Wardani², Antony³

¹Politeknik Caltex Riau, email: roni@pcr.ac.id

²Politeknik Caltex Riau, email: dianita@pcr.ac.id

³Politeknik Caltex Riau, email: antony15tm@mahasiswa.pcr.ac.id

Abstrak

Perkembangan teknologi dalam bidang robotika tumbuh semakin pesat hingga tahun 2017. Di Indonesia sendiri pembuatan robot dengan tujuan eksplorasi terus dikembangkan demi mencapai tujuan penelitian. Terbatasnya bentuk dan fungsi robot-robot berkaki yang sudah dibuat untuk melakukan eksplorasi ruang, maka penulis mengeluarkan ide untuk membuat sebuah bentuk robot yang dapat bergerak lebih maksimal untuk melakukan eksplorasi. Oleh karena itu dibuatlah robot laba-laba berkaki delapan yang dapat berubah bentuk menjadi silinder atau dapat disebut robot transformer dimana prototype robot tersebut dilengkapi fitur kamera wireless yang dapat terkoneksi dengan telepon seluler dengan penyangga kamera yang dapat mempertahankan posisi vertical kamera tersebut. Robot tersebut dibuat dengan ukuran panjang x lebar x tinggi adalah 55cm x 40cm x 35cm. Robot tersebut dapat bergerak pada mode laba-laba dengan kecepatan maksimum $\pm 3,51$ cm/s dan dapat menggelinding pada mode silinder dengan kecepatan maksimum $\pm 12,8$ cm/s. Saat melakukan proses transformasi dari laba-laba ke silinder, robot tersebut memerlukan waktu $\pm 3,8$ s dan sebaliknya waktu yang diperlukan untuk transformasi dari silinder ke laba-laba $\pm 11,6$ s.

Kata Kunci: Robot Transformer, Laba-Laba, Silinder, Remot Kontrol

Abstract

Technological developments in the field of robotics grew rapidly until the year 2017. In Indonesia itself, the creation of robots with exploration purposes continue to be developed in order to achieve research objectives. The limited shape and function of legged robots that have been made to explore space, the authors issued an idea to create a form of robot that can move more leverage for exploration. Therefore, an eight-legged spider robot that can be transformed into a cylinder or can be called a robot transformer. In the prototype robot is equipped with wireless camera feature that can be connected with a cell phone with a camera buffer that can maintain the vertical position of the camera. The robot is made with length x width x height is 55cm x 40cm x 35cm. The robot can move in spider mode with a maximum speed of ± 3.51 cm / s and can roll in cylinder mode with a maximum speed of ± 12.8 cm / s. When doing the transformation process from the spider to the cylinder, the robot takes ± 3.8 s and vice versa the time required for transformation from cylinder to spider $\pm 11,6$ s.

Keywords: Robot Transformer, Octapod, Cylinder, Remot Control

1. Pendahuluan

Perkembangan teknologi semakin berkembang pesat, banyak negara yang ada di dunia ini melakukan riset dalam hal perkembangan teknologi robot. Hal tersebut menunjukkan bahwa negara-negara berkembang tak mau kalah dengan negara-negara maju seperti Amerika Serikat, Jepang, Korea Selatan dan China yang terus melakukan inovasi-inovasi terbaru dalam hal perancangan dan penggunaan teknologi tinggi dalam robot-robot yang mereka ciptakan. Perkembangan teknologi di Indonesia pada tahun 2017 ini mulai mengalami perkembangan jika dibandingkan dekade lalu sekitar tahun 2000.

Berbagai jenis robot sudah dikembangkan di tanah air seperti robot lengan industri, robot yang digunakan dalam eksplorasi dan banyak lagi. Hal tersebut tentu tidak lepas dari minat masyarakat Indonesia yang tinggi dengan teknologi robot, sehingga dukungan mata kuliah pada perguruan tinggi terkhusus tentang robot merupakan hal penting demi kemajuan teknologi robot di tanah air. Selain sebagai sarana penelitian, robot juga dapat digunakan sebagai sarana hiburan yang mampu menarik perhatian masyarakat Indonesia agar tertarik dengan teknologi robot, sehingga kedepannya Negara Indonesia diharapkan mampu menghasilkan generasi muda yang handal dalam bidang robotika.

Dalam perkembangan pembuatan robot di tanah air, robot dengan tujuan mampu melakukan eksplorasi ruang merupakan jenis robot yang sedang dikembangkan untuk penelitian diluar jangkauan manusia. Berbagai bentuk robot untuk melakukan eksplorasi ruang seperti robot laba-laba empat kaki, enam kaki, delapan kaki, dan bentuk robot lainnya sering digunakan dalam tujuan eksplorasi ruang. Namun, robot berkaki tersebut memiliki kekurangan dimana saat robot tersebut melakukan eksplorasi pada bidang permukaan tanah yang cenderung rata/ datar, robot tersebut cenderung bergerak lambat, sehingga perlu sebuah ide untuk menciptakan robot laba-laba delapan kaki yang dapat menggelinding layaknya roda bebas saat berada pada permukaan tanah yang rata. Karena robot tersebut dapat berubah bentuk sesuai dengan lingkungan sekitarnya, robot ini disebut robot *transformer* dan *prototype* robot tersebut dilengkapi fitur kamera *wireless* yang dapat terkoneksi dengan telepon seluler dengan penyangga kamera yang dapat mempertahankan posisi vertikal kamera tersebut.

Robot *transformer* pada penelitian kali ini akan membahas robot yang dapat berubah bentuk dari laba-laba delapan kaki menjadi bentuk silinder. Untuk membuat robot tersebut, perlu perancangan bentuk kaki robot dimana kaki tersebut harus dapat bekerja dalam mode laba-laba delapan kaki maupun bentuk silinder. Dengan demikian diharapkan *prototype* robot tersebut mampu menjawab kebutuhan penelitian akan robot eksplorasi di tanah air.

2. Landasan Teori

2.1 Robot

Secara umum, robot dikenal dengan seperangkat alat mekanik yang bisa melakukan tugas fisik, baik dengan pengawasan dan kontrol manusia. Pengertian kata robot dalam bahasa Slavic, ada kata benda “**robot**” yang berarti “**kerja**”; “**robotnik**” berarti “**Pekerja**” Menurut pandangan beberapa ahli, definisi robot sendiri adalah:

- **Webster Dictionary:** Robot adalah alat atau perangkat otomatis yang melakukan fungsi dimana biasanya dianggap berasal dari manusia, atau beroperasi dengan apa yang tampaknya merupakan kecerdasan manusia.
- **Vladimir J. Lumelsky:** Robot adalah mesin otomatis atau semi otomatis yang mampu melakukan gerakan terarah dalam menanggapi lingkungannya tidak terstruktur.

2.2 Penelitian Terdahulu

Penelitian yang terkait dengan pembuatan robot *transformer* adalah jenis robot berkaki yang dikendalikan menggunakan remot control atau sering dikenal dengan robot semi *autonomous*. Salah satu jurnal yang membahas tentang pembuatan robot berkaki adalah jurnal dari “Jalu Rahmadi Mukti”. Jenis robot berkaki yang dibuat pada jurnal “Jalu Rahmadi Mukti” adalah robot berkaki enam dimana robot tersebut hanya dapat berfungsi sebagai robot keamanan yang bergerak layaknya laba-laba enam kaki dengan menggunakan remot TV. Membahas tentang robot berkaki / robot semi *autonomous* adalah robot yang pengendaliannya secara otonomi dan pengendalian jarak jauh dengan menggunakan *remote control*. Hal ini bertujuan robot dapat melewati lingkungan atau lintasan yang diinginkan oleh manusia dan sesuai dengan kemampuan robot tersebut. Sebagai contoh pada Gambar 1 terlihat robot *semi autonomous legged robot* atau dikenal dengan “*big dog*” buatan Amerika Serikat yang didesain untuk membantu pekerjaan tentara. Aktuator yang digunakan pada setiap robot berbeda-beda tergantung pada fungsi dan tujuan dari robot yang dibuat.

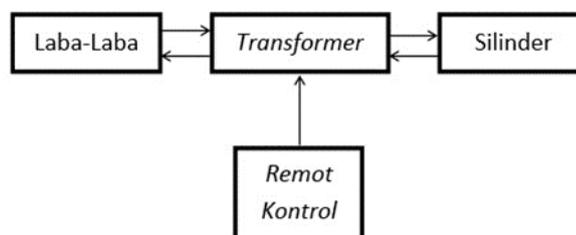


Gambar 1. Semi autonomous octapod robot

3. Metodologi Penelitian

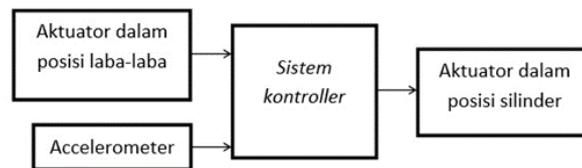
3.1 Perancangan Sistem

Dalam perancangan suatu sistem dibutuhkan suatu *block diagram* yang dapat menjelaskan kerja sistem secara keseluruhan agar sistem yang dibuat dapat berfungsi sesuai dengan yang diinginkan. Untuk mendapatkan rincian dari kinerja sistem, maka dibuatlah sub-blok diagram yang akan menjelaskan detail dari robot. Sistem kerja dari robot *transformer* laba-laba delapan Kaki menjadi silinder tersebut dimulai dari sebuah bentuk robot laba-laba dimana dengan menggunakan perintah remot control, robot tersebut dapat langsung berubah menjadi bentuk silinder atau dari silinder menjadi laba-laba. Berikut Gambar 2 blok diagram dari Robot *Transformer* Laba-Laba Delapan Kaki menjadi Silinder.



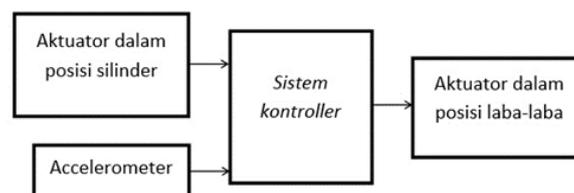
Gambar 2. Blok diagramsistem robot *transformer*

Pada saat robot dalam mode laba-laba dan menerima signal dari remot kontrol untuk bertransformasi menjadi silinder, maka sensor *accelerometer* akan mendeteksi posisi dari laba-laba sehingga actuator/ kaki robot dapat bergerak menuju posisi akhir dalam bentuk mode silinder. Blok diagram dari transformasi laba-laba menjadi silinder dapat dilihat pada Gambar 3.



Gambar 3. Blok diagram sistem kerja transformasi laba-laba menjadi silinder

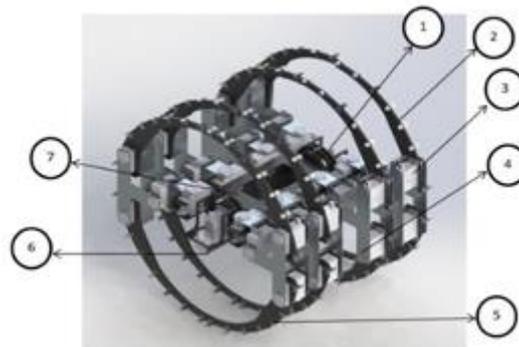
Pada saat robot dalam mode silinder dan menerima signal dari remot kontrol untuk bertransformasi menjadi laba-laba, maka sensor *accelerometer* akan mendeteksi posisi dari silinder sehingga actuator dapat bergerak menuju posisi akhir dalam bentuk mode laba-laba. Blok diagram dari transformasi silinder menjadi laba-laba dapat dilihat pada Gambar 4.



Gambar 4. Blok diagram sistem kerja transformasi silinder menjadi laba-laba

3.2 Perancangan mekanik

Perancangan desain pada Robot *Transformer* Laba-Laba Delapan Kaki menjadi Silinder dalam proyek akhir ini dapat dilihat pada Gambar 5

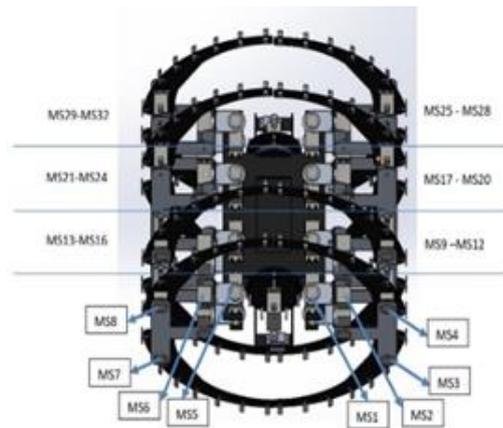


Gambar 5. Design dari Robot *Transformer* mode Silinder

Keterangan :

1. Kamera belakang
2. Kaki ¼ lingkaran bagian atas
3. Motor servo
4. Kaki pengontrol ketinggian posisi robot
5. Kaki ¼ lingkaran bagian bawah
6. Kamera depan
7. Sasis / *body* utama dari robot

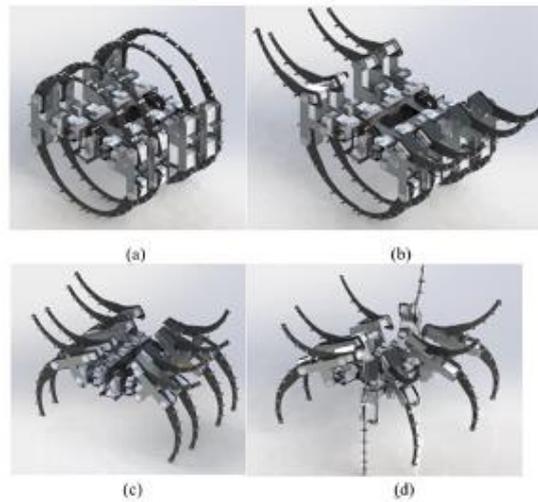
Pada Gambar 6 perancangan mekanik Robot *Transformer* Laba-Laba Delapan Kaki menjadi Silinder memiliki ukuran diameter pada posisi silinder 37cm dan panjang robot 33cm. Struktur bahan utama dari robot transformer tersebut menggunakan aluminium dengan tebal 1mm untuk kakinya dan akrilik dengan tebal 3mm untuk sasis dari robot tersebut. Gambar 6 merupakan penomoran motor servo pada kaki robot.



Gambar 6. Sistem penomoran motor servo pada kaki robot *transformer*

3.3 Proses Transformasi

Pada *design* dan perencanaan sistem gerak transformasi dari robot dapat dilihat pada Gambar 7 yang merupakan *step* atau langkah proses transformasi robot yang terdiri dari empat proses. Saat proses transformasi dari silinder menuju laba-laba, maka step posisi berurut dari a-b-c-d. Sedangkan proses transformasi dari laba-laba menuju silinder, maka step posisi berurut dari d-c-b-a.



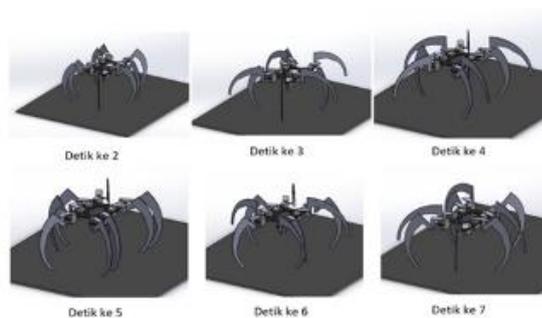
Gambar 7. Step posisi a (a), step posisi b (b), step posisi c (c), dan step posisi d (d)

3.4 Motion Analisis Pergerakan Maju Mode Laba-Laba

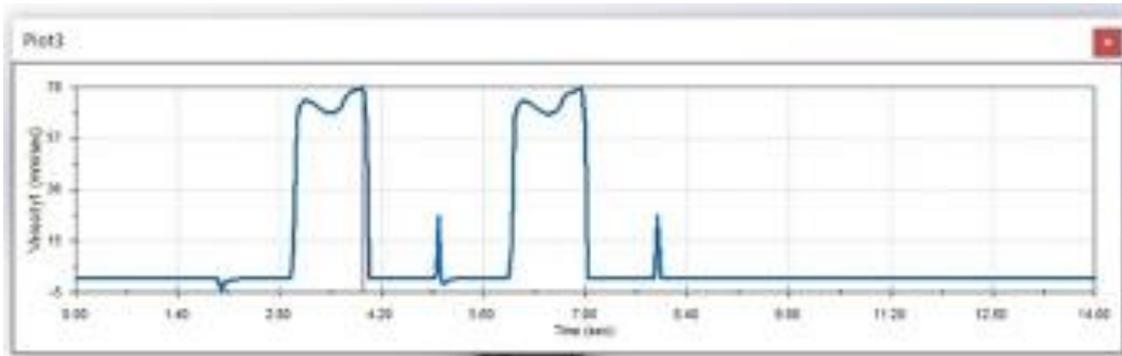
Pada penelitian ini diperlukan motion analisis pergerakan gerak maju robot pada mode laba-laba guna mendapatkan nilai kecepatan robot saat bergerak maju dengan menggunakan aplikasi solidworks. Dengan menggunakan motion analisis, nilai sudut servo pada setiap kaki robot yang berfungsi dalam pergerakan maju dapat dilihat pada Tabel 1.

Tabel 1. Nilai sudut servo saat robot berjalan maju

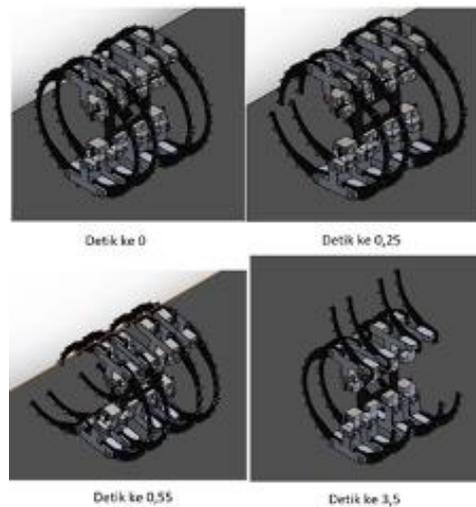
Waktu (s)	2	3	4	5	6	7
MS1	60°	60°	20°	20°	20°	60°
MS2	45°	45°	45°	45°	90°	90°
MS5	20°	20°	-20°	-20°	-20°	20°
MS6	45°	90°	90°	45°	45°	45°
MS9	-20°	-20°	20°	-20°	-20°	20°
MS10	45°	90°	90°	45°	45°	45°
MS13	20°	20°	-20°	-20°	-20°	20°
MS14	45°	45°	45°	45°	90°	90°
MS17	-20°	-20°	20°	-20°	-20°	20°
MS18	45°	45°	45°	45°	90°	90°
MS21	20°	20°	-20°	-20°	-20°	20°
MS22	45°	90°	90°	45°	45°	45°
MS25	60°	60°	20°	20°	20°	60°
MS29	20°	20°	-20°	-20°	-20°	20°
MS30	45°	45°	45°	45°	90°	90°

**Gambar 8.** Proses pergerakan robot berjalan maju mode laba-laba

Dari Gambar 8, proses robot tersebut bergerak maju terdapat pada detik ke tiga menuju detik ke empat dan detik ke lima menuju detik ke enam. Dari proses pergerakan robot tersebut didapatkan grafik kecepatan robot terhadap satuan waktu dalam satu kali siklus gerak. Berdasarkan Gambar 9 kecepatan gerak maju robot meningkat dan bernilai pada saat detik ke 2,8 menuju 4,2 dan 5,0 menuju 7 detik..



Gambar 9. Grafik kecepatan bergerak maju terhadap satuan waktu

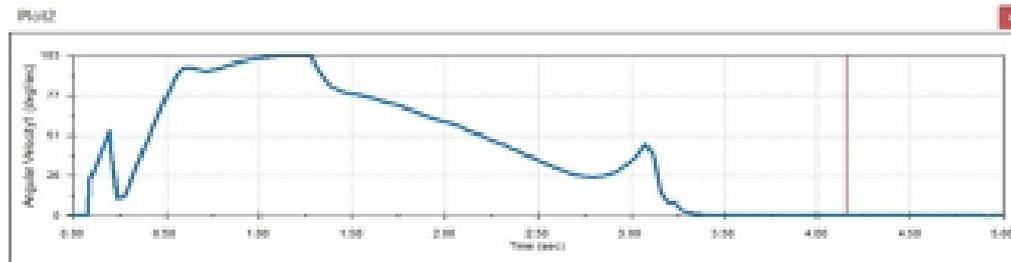


Gambar 10. Proses pergerakan robot maju mode silinder

Berdasarkan Tabel 2 nilai sudut kepak 60°, 75°, dan 90° diuji untuk menggerakkan kepakan kaki pada mode silinder untuk melihat keberhasilan simulasi *design* dalam melakukan gerakan menggeling. Dari ketiga nilai yang diuji, hanya saat sudut 90° yang dapat menggerakkan robot untuk menggeling di mode silinder. Dari Gambar 11, proses robot tersebut bergerak maju dimulai pada detik ke 0,25 dan meningkat sangat cepat pada detik ke 0,55. Kecepatan putar robot meningkat secara konstan pada detik ke 0,55 menuju 1,5. Setelah mencapai detik 1,5, nilai kecepatan putar robot menurun hingga detik ke 3,5. Grafik kecepatan putar robot terhadap satuan waktu dalam setengah kali siklus gerak menggunakan aplikasi solidworks dapat dilihat pada Gambar 11.

Tabel 2. Input sudut kepak

No	Sudut Kepak (°)	Berhasil / Tidak
1	60	Tidak Berhasil
2	75	Tidak Berhasil
3	90	Berhasil



Gambar 11. Grafik kecepatan putar terhadap satuan waktu

4. Pengujian dan Analisis

Untuk mengetahui hasil rancangan robot *transformer* yang sesuai dengan yang diharapkan atau tidak, maka diambil data-data untuk membuktikannya. Dari robot yang telah dibuat dilakukan pengujian-pengujian untuk mengetahui kinerja dari pergerakan robot *transformer*. Berikut adalah beberapa data yang perlu diambil pada robot *transformer*:

4.1 Pengujian Pergerakan Maju Robot pada Model Laba-Laba

Saat robot *transformer* pada mode laba-laba, robot tersebut dapat melakukan gerak maju, mundur, belok ke kiri maupun kanan. Adapun nilai sudut yang digunakan untuk menggerakkan kaki robot didapat dari perencanaan pergerakan robot di mode laba-laba dengan menggunakan *software solidworks* dengan fitur *motion analysis*. Data yang diambil adalah efisiensi dari gerak lurus robot tersebut pada mode laba-laba, konsumsi arus robot tersebut pada mode laba-laba, dan kecepatan maksimal robot tersebut untuk bergerak maju. Data uji coba dapat dilihat pada Tabel 3.

Tabel 3 Data Berjalan Maju Mode Laba-Laba

No	Jarak (cm)	Perbedaan Sudut	Waktu Tempuh (s)	Konsumsi Arus
1	100	1° ke kiri	20	8A
2	100	2° ke kiri	22	
3	100	1° ke kanan	21	
4	100	2° ke kiri	20	
5	100	2° ke kiri	21	
6	200	3° ke kiri	48	
7	200	7° ke kiri	40	
8	200	3° ke kanan	47	
9	200	4° ke kiri	45	
10	200	5° ke kiri	43	
11	300	6° ke kiri	70	
12	300	7° ke kiri	69	
13	300	5° ke kiri	74	
14	300	1° ke kanan	75	
15	300	4° ke kiri	74	

Berdasarkan data percobaan pergerakan robot dalam mode laba-laba, konsumsi arus yang diperlukan robot pada mode tersebut rata-rata 8 A. Hasil pengambilan data menunjukkan sampel pengambilan data kecepatan robot bergerak maju di mode laba-laba. Adapun kecepatan rata-rata dari robot tersebut:

- a. Dalam jarak 100 cm

$$\begin{aligned} \text{Kecepatan} &= \frac{\text{Jarak}}{\text{Rata" waktu}} \\ \text{Kecepatan} &= \frac{100 \text{ cm}}{20 \text{ s} + 22\text{s} + 21\text{s} + 20\text{s} + 21\text{s}} \\ \text{Kecepatan} &= 1,92 \frac{\text{cm}}{\text{s}} \end{aligned}$$

- b. Dalam jarak 200 cm

$$\begin{aligned} \text{Kecepatan} &= \frac{\text{Jarak}}{\text{Rata" waktu}} \\ \text{Kecepatan} &= \frac{200 \text{ cm}}{48 \text{ s} + 40\text{s} + 47\text{s} + 45\text{s} + 43\text{s}} \\ \text{Kecepatan} &= 4,48 \frac{\text{cm}}{\text{s}} \end{aligned}$$

- c. Dalam jarak 300 cm

$$\begin{aligned} \text{Kecepatan} &= \frac{\text{Jarak}}{\text{Rata" waktu}} \\ \text{Kecepatan} &= \frac{300 \text{ cm}}{70 \text{ s} + 69\text{s} + 74\text{s} + 75\text{s} + 74\text{s}} \\ \text{Kecepatan} &= 4,14 \frac{\text{cm}}{\text{s}} \end{aligned}$$

- d. Rata-rata kecepatan robot

$$\begin{aligned} \text{Rata - rata} &= \frac{V 1 + V 2 + V 3}{3} \\ \text{Rata - rata} &= \frac{1,92 \frac{\text{cm}}{\text{s}} + 4,48 \frac{\text{cm}}{\text{s}} + 4,14 \frac{\text{cm}}{\text{s}}}{3} \end{aligned}$$



Gambar 12. Urutan Langkah Kaki Robot Saat Berjalan Maju Mode Laba-Laba

$$\text{Rata - rata} = 3,51 \frac{\text{cm}}{\text{s}}$$

Berdasarkan data percobaan pada Tabel 3 didapatkan bahwa kecepatan robot rata-rata pada saat start mendekati 1,92 cm/s. Hal tersebut dapat dilihat pada rata-rata kecepatan gerak saat robot

berada pada jarak 100 Cm. Saat robot mulai bergerak ke jarak 200 cm, kecepatan robot sedikit meningkat dengan rata-rata 4,48 cm/s. Saat robot diuji terus berjalan hingga 300 cm. Kecepatan robot mendekati 4,14 cm/s. yang menyebabkan kecepatan robot dititik awal pada jarak 100 cm lebih lambat, dikarenakan pada saat proses memulai pergerakan maju, robot cenderung akan meluruskan arah gerak majunya menggunakan Sensor MPU 6050. Rata-rata kecepatan robot 3,51 cm/s cenderung lebih kecil dari kecepatan robot saat perencanaan pergerakan menggunakan software *solidworks* dimana secara *software* diharapkan kecepatan robot = 7,8 cm/s.

Saat robot *transformer* pada mode silinder, robot tersebut dapat melakukan gerak maju, mundur, belok kekiri maupun kanan. Adapun nilai sudut yang digunakan untuk menggerakkan kaki robot didapat dari perencanaan pergerakan robot di mode silinder dengan menggunakan *software solidworks* dengan fitur *motion analisis*. Data yang diambil adalah efisiensi dari gerak lurus robot tersebut pada mode silinder, konsumsi arus robot tersebut pada mode silinder, dan kecepatan maximal robot tersebut untuk bergerak maju. Data uji coba dapat dilihat pada Tabel 4.

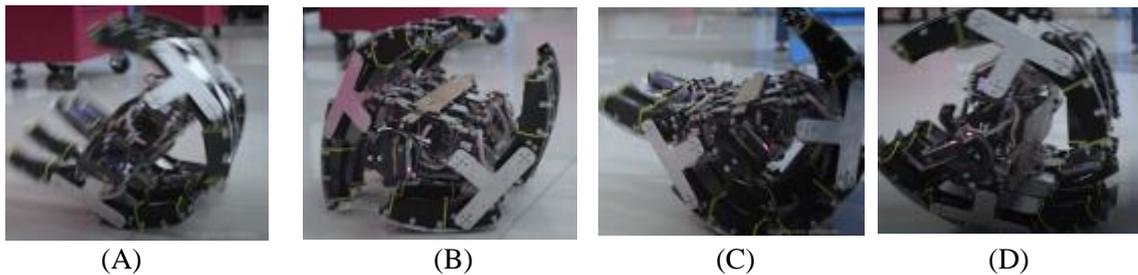
Tabel 4. Data Berjalan Maju Mode Silinder

No	Jarak (cm)	Perbedaan Sudut	Waktu Tempuh (s)	Konsumsi Arus
1	100	21° kekanan	8	8A
2	100	11° kekanan	9	
3	100	13° kekanan	8	
4	100	14° kekanan	9	
5	100	20° kekanan	10	
6	200	7° kekanan	13	
7	200	10° kekiri	10	
8	200	8° kekanan	15	
9	200	16° kekanan	17	
10	200	10° kekiri	22	
11	300	23° kekanan	21	
12	300	24° kekanan	23	
13	300	23° kekanan	23	
14	300	22° kekanan	22	
15	300	25° kekanan	21	

Berdasarkan data percobaan pergerakan robot dalam mode silinder, konsumsi arus yang diperlukan robot pada mode tersebut rata-rata 16 A. Hasil pengambilan data menunjukkan sampel pengambilan data kecepatan robot bergerak maju di mode silinder. Adapun kecepatan dari robot untuk jarak 100 cm adalah 11,34 cm/s, untuk jarak 200 cm adalah 13,33 cm/s, untuk jarak 300cm adalah 13,76 cm/s sehingga didapat kecepatan rata-rata robot adalah 12,8 cm/s. Berdasarkan data percobaan pada Tabel 4 didapatkan bahwa kecepatan robot rata-rata pada saat start mendekati 11.34 Cm/s. Hal tersebut dapat dilihat pada rata-rata kecepatan gerak saat robot berada pada jarak 100 cm. Saat robot mulai bergerak ke jarak 200 cm, kecepatan robot sedikit meningkat dengan rata-rata 13,33 cm/s. Saat robot diuji terus berjalan hingga 300 cm. Kecepatan robot mendekati 13,76 cm/s. yang menyebabkan kecepatan robot dititik awal pada jarak 100 cm lebih lambat,

dikarenakan pada saat proses memulai pergerakan maju, robot akan cenderung mencoba memutar balik kakinya sehingga akan ada *delay* di awal. Jika membandingkan data hasil pergerakan robot dengan perencanaan pergerakan menggunakan *software solidworks* di mode silinder.

Dari 15 sampel percobaan gerak maju di mode silinder, dapat dilihat bahwa gerakan robot cenderung menuju kearah kanan. Pada gerakan maju di mode silinder, robot tidak diberi *feedback* sensor *accelerometer* MPU6050 hal ini disebabkan saat robot tersebut bergerak menggelinding, posisi sensor tersebut juga ikut menggelinding sehingga tidak memungkinkan untuk membaca pergerakan kemiringan robot saat bergerak maju. Hal yang menyebabkan cenderung miringnya gerakan maju robot kea rah kanan, karena terdapat stand kamera robot yang cenderung menjadi beban diarah kanan robot.



Gambar 13. Urutan Langkah Kaki Robot Saat Menggelinding Maju Mode Silinder

5. Kesimpulan dan Saran

Setelah semua proses pada perancangan, pembuatan, dan pengambilan data pada robot transformer, maka dapat disimpulkan :

1. Kecepatan gerak maju robot saat dalam mode laba-laba dalam pengujian jarak 100cm = 1,92 cm/s, pengujian jarak 200 cm = 4,48 Cm/s, dan dalam pengujian jarak 300 cm = 4,14 cm/s. Kecepatan rata-rata robot bergerak di mode laba-laba = 3,51 cm/s.
2. Arah gerak maju robot di mode laba-laba cenderung miring kearah kiri minimal 1° .
3. Kecepatan gerak maju robot saat dalam mode silinder dalam pengujian jarak 100 cm = 11,34 cm/s, pengujian jarak 200 cm = 13,33 cm/s, dan dalam pengujian jarak 300 cm = 13,76 cm/s. Kecepatan rata-rata robot bergerak di mode silinder = 12,8 cm/s.
4. Waktu yang dibutuhkan untuk melakukan proses transformasi robot dari laba-laba ke silinder rata-rata 3,796 s.
5. Waktu yang dibutuhkan untuk melakukan proses transformasi robot dari silinder ke laba-laba rata-rata 11,6s.
6. Daya yang digunakan pada mode silinder saat berjalan maju dua kali daya yang digunakan pada mode laba-laba berjalan maju
7. Kecepatan gerak robot pada mode silinder hamper tiga kali kecepatan robot pada mode laba-laba. Proses transformasi dari laba-laba ke silinder lebih cepat dari pada proses transformasi dari silinder ke laba-laba dikarenakan proses eksekusi gerakan yang lebih simple dapat dilakukan pada mode pergerakan laba-laba ke silinder.

Penulis menyadari bahwa masih banyak kekurangan-kekurangan yang terdapat pada robot transformer ini. Oleh karena itu, untuk penyempurnaan robot transformer ini penulis menyarankan :

1. Motor Servo yang digunakan pada pembuatan robot transformer menggunakan torsi motor servo yang lebih besar.
2. Jenis motor servo yang digunakan lebih baik menggunakan yang pergerakannya presisi.
3. Batre yang digunakan lebih baik menggunakan kapasitas batre yang lebih besar.

Daftar Pustaka

- [1] Sanjaya, Mada. 2016. *Panduan Praktis Membuat Robot Cerdas*. Yogyakarta: ANDI OFFSET.
- [2] Andrianto, Heri. 2016. *Arduino Belajar Cepat Pemograman*. Bandung: Informatika Bandung.
- [3] Kadir, Abdul. 2012. *Panduan Praktis Mempelajari Aplikasi Mikrokontroler dan Pemogramannya menggunakan Arduino*. Penerbit Andi Yogyakarta.