

## Pengembangan Sistem Gerak Robot Berkaki Enam

Mildes<sup>1</sup>, Calvin E. J. Mamahit<sup>2</sup>, dan Fransiskus R. Seke<sup>3</sup>

<sup>1,2,3</sup> Jurusan Pendidikan Teknik Elektro, Fakultas Teknik, Universitas Negeri Manado

\*Corresponding author, e-mail: mildessanggola5@gmail.com<sup>1</sup>

Received: January 5, 2022. Revised: March 1, 2022. Accepted: March 16, 2022

Available online: April 1, 2022. Published: April 1, 2022

**Abstract**– Engineering technology in robotics for the modern period is not new, especially in higher education, as evidenced by the yearly Indonesian robot challenges organized by the national accomplishment center. The participants in this event are students from all of Indonesia's higher education institutions. Individuals and groups of students are increasingly competing to do robotics research and development due to the rapid advancement of robotics technology. The research aims to create a six-legged robotic mobility system, also known as a hexapod. The research was carried out using the Addie model research method, which consists of five stages, namely, the analyze stage, which analyzes the needs of the development of the robotic motion system and the needs of tools and materials to be used. The design stage consists of designing the mechanical structure of the robot in terms of both hardware and robot software, the development stage consists of developing a six-legged robot's motion system to be more stable and efficient in moving, and the implementation stage is a test stage of the developed robot's motion system. The evaluation stage is the final stage of this development research; it is done to ensure that the robot's motion system is usable.

**Keywords:** Hexapod, motion system of a legged robot, robot development, tripod gait

**Abstrak**– Teknologi rekayasa di bidang robotika untuk era sekarang bukan lagi hal yang baru terutama di dunia pendidikan tinggi, ditandai dengan adanya kontes robot Indonesia yang rutin diadakan setiap tahunnya oleh pusat prestasi nasional. yang menjadi peserta pada ajang ini adalah kelompok mahasiswa dari semua instansi Pendidikan tinggi yang tersebar di seluruh Indonesia. Perkembangan teknologi robotika Sekarang ini semakin cepat sehingga memacu individu maupun kelompok mahasiswa untuk berlomba-lomba melakukan penelitian dan pengembangan di bidang robotik. Penelitian ini bertujuan untuk mengembangkan sistem gerak robot berkaki enam atau yang sering disebut hexapod. Penelitian dilakukan dengan menggunakan metode penelitian model addie yang terdiri dari lima tahapan yaitu tahapan analyze untuk menganalisis kebutuhan pengembangan sistem gerak robot dan analisis kebutuhan alat dan bahan yang akan digunakan. Tahapan design untuk merancang struktur mekanik dari robot baik dari segi hardware maupun dari segi software robot, tahapan development untuk mengembangkan sistem gerak robot berkaki enam agar lebih stabil dan lebih efisien dalam bergerak, tahap implementasi merupakan tahap uji coba sistem gerak robot yang telah dikembangkan, dan tahap evaluation merupakan tahap terakhir dari penelitian pengembangan ini pada tahap ini evaluasi dilakukan untuk memastikan sistem gerak robot layak digunakan.

**Kata Kunci:** sistem gerak robot, robot berkaki enam, pengembangan robot

Copyright (c) 2022. Mildes, Calvin E. J. Mamahit, and Fransiskus R. Seke.

### I. PENDAHULUAN

Kontes Robot Indonesia (KRI) merupakan ajang kompetisi rancang bangun serta rekayasa dalam bidang robotika. KRI diselenggarakan oleh Pusat Prestasi Nasional, Departemen Pendidikan dan Kebudayaan Republik Indonesia. Kontes Robot Indonesia ini bisa diiringi oleh oleh regu mahasiswa pada akademi besar yang tercatat di Departemen Pendidikan dan Kebudayaan Republik Indonesia serta Pangkalan Informasi Pembelajaran Besar (Puspresnas, 2020). Kontes Robot Indonesia pertama kali diselenggarakan sejak tahun 1993 dengan nama Indonesian Robot Contest (IRC) yang

diselenggarakan oleh Politeknik Elektronika Negeri Surabaya. Selanjutnya pada tahun 2003 Direktorat Jendral Pendidikan Tinggi Departemen Pendidikan dan Kebudayaan melalui direktorat penelitian dan pengabdian kepada masyarakat mulai mendanai Kontes Robot Indonesia. Supaya robot bisa membagikan nilai murah yang besar sehingga dia wajib didesain buat sesuatu tujuan tertentu (special purpose) (W. Budiharto, 2006). Mobile robot (robot mobil) merupakan konstruksi robot yang karakteristik khasnya merupakan robot yang memiliki aktuator berbentuk roda ataupun kaki buat menggerakkan totalitas tubuh robot, sehingga robot tersebut bisa melaksanakan perpindahan posisi dari satu titik ke titik yang lain (Darwison, 2011). Salah satunya ialah



robot hexapod (robot berkaki) ialah robot yang lumayan ramah lingkungan dalam perancangan serta pembuatannya, sebab butuh memikirkan sebagian aspek, antara lain penyeimbang serta kecepatan (S. Halim, 2007).

Saat ini robot sudah sangat beragam utamanya untuk jenis robot berkaki, pada penelitian ini dibuat sebuah robot berkaki enam atau yang sering disebut robot hexapod. Untuk melakukan pergerakan maka robot hexapod dikendalikan menggunakan mikrokontroler. Mikrokontroler Arduino ialah pengendali mikro singleboard yang bertabiat open-source, diturunkan dari wiring platform, dirancang buat mempermudah pemakaian elektronik dalam bermacam bidang. Fitur kerasnya mempunyai prosesor Atmel AVR serta fitur lunaknya mempunyai bahasa pemrograman yang dinamakan processing (A. Kadir, 2013), pada pembuatan robot ini berfokus pada pengembangan sistem penggerak robot utamanya pada bagian software dan hardwarenya, pengembangan ini diperlukan dikarenakan pada robot sebelumnya masih terdapat banyak sekali kekurangan pada robot utamanya pada sistem gerak robot, kekurangan tersebut di antaranya tipe motor servo yang digunakan sebagai penggerak robot, struktur rangka robot, suplay tegangan dan pemrograman pada robot.

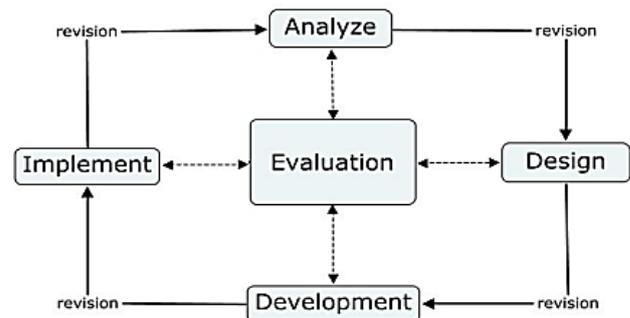
Beberapa penelitian yang relevan dengan pengembangan sistem gerak robot berkaki enam ini di antaranya, penelitian yang dilakukan oleh Ahmad Wahyu Tri Utama yang berjudul pengembangan system robot berkaki enam (hexapod) menggunakan metode behavior base control pada Kontes Robot Indonesia Pemadam Api (Utama, 2018). Penelitian yang dilakukan oleh Muhamad Fajar Ramadhan yang berjudul perancangan kontrol stabilitas hexapod robot menggunakan metode Neuro-Fuzzy (Ramadhan, 2017), dan penelitian yang dilakukan oleh Darwison dan Rian Wahyudi dengan judul “Kontrol Kecepatan Robot Hexapod Pemadam Api Menggunakan Metoda Logika Fuzzy” (Darwison, 2015).

Tujuan penelitian ini adalah untuk menganalisis pengembangan sistem gerak robot berkaki enam. Sistem gerak robot yang dibuat diharapkan dapat berjalan dengan baik baik itu dari segi software dan hardwarenya.

## II. METODE

Jenis penelitian ini adalah penelitian pengembangan, model ADDIE (Analysis-Design-Development-Implementation-Evaluation). Model ini dikembangkan oleh Molenda dan Reiser (2013). Model ini sering digunakan untuk menggambarkan pendekatan sistematis untuk pengembangan instruksional. Molenda menyatakan “I am satisfied at

this point to conclude that the ADDIE model is merely a colloquial term used to describe a systematic approach to instructional development, virtually synonymous with Instructional Systems Development (ISD)” (Molenda, 2013). Selain itu, Molenda juga mengatakan bahwa model ADDIE merupakan model pembelajaran yang bersifat umum dan sesuai digunakan untuk penelitian pengembangan. Ketika digunakan dalam pengembangan, proses ini dianggap berurutan tetapi juga interaktif (Molenda, 2013).



Gambar 1. Diagram blok alur penelitian

Berikut penjelasan dari tahap pengembangan ADDIE yang akan peneliti lakukan seperti pada Gambar 1.

### A. Analisis (Analisis)

Tahap analisis merupakan tahap dimana peneliti menganalisis perlunya pengembangan sistem gerak robot berkaki enam. Tahapan analisis yang dilakukan penulis mencakup:

1. Analisis kebutuhan pengembangan sistem gerak robot
2. Analisis ketersediaan sumber daya seperti software, pemrogram, infrastuktur, dan alat yang akan digunakan pada penelitian pengembangan ini
3. Kajian literatur (teori, penelitian lain, dan komponen sistem).

### B. Design (Perancangan)

Tahap kedua dari model ADDIE adalah tahap design atau perancangan. Tahap pertama yaitu perancangan perangkat keras robot, perancangan perangkat keras robot diantaranya adalah diagram blok sistem yang akan digunakan pada robot, skematik sistem dalam hal ini gambaran sambungan dari setiap komponen yang akan digunakan pada robot. Tahap kedua yaitu membuat diagram alir (flowchart), diagram proses yang menggambarkan urutan berjalannya program dari robot mulai aktif, sampai robot mulai bergerak.

### C. Development (Pengembangan)

Tahap pengembangan merupakan tahap realisasi produk. Pada tahap ini pengembangan sistem gerak robot dilakukan sesuai dengan rancangan untuk membuat sebuah robot berkaki enam. Langkah selanjutnya yaitu robot programming dengan menggunakan software Arduino IDE. Setelah robot dan program sistem gerak untuk robot telah selesai dibuat maka langkah selanjutnya yaitu memasukkan program ke dalam mikrokontroler untuk melakukan kalibrasi terhadap robot.

### D. Implementation (Implementasi)

Tahap keempat adalah implementasi. Setelah robot dan program sistem gerak untuk robot telah selesai dikembangkan maka langkah selanjutnya yaitu memasukkan program ke dalam mikrokontroler untuk menggerakkan robot.

### E. Evaluation (Evaluasi)

Pada tahapan evaluasi dilakukan uji coba sistem gerak robot untuk memastikan sistem gerak robot yang dikembangkan berjalan sesuai dengan rancangan, dan tidak terjadi error. Evaluasi juga dilakukan oleh ahli teknis di bidang robotika.

### F. Teknik Pengumpulan Data

Dalam penelitian ini teknik pengumpulan data yang digunakan untuk pengembangan sistem gerak robot berkaki enam ini adalah sebagai berikut:

1. Studi literatur kebutuhan pengembangan sistem gerak robot.
2. Analisis desain dan sistem gerak robot berkaki enam.
3. Untuk merancang desain bentuk kerangka robot dan sistem gerak robot yang akan digunakan.
4. Analisis ketersediaan sumber daya bahan dan alat yang akan digunakan pada pengembangan sistem gerak robot berkaki enam.
5. Pengujian hardware yang ada untuk mengetahui fungsi normal atau tidak.
6. Pemrograman atau pembuatan software untuk kinerja pada sistem yang dibuat.
7. Melakukan uji coba hardware dengan program yang telah dibuat untuk mengetahui kinerja dari sistem gerak robot berkaki enam.

## III. HASIL DAN PEMBAHASAN

### A. Analysis

Tahap analisis adalah tahap awal pengembangan sistem gerak robot berkaki enam, yang dilakukan Sebelum memulai perancangan dan pembuatan sistem ini, perlu adanya analisis terhadap kebutuhan apa saja yang harus terpenuhi agar sistem ini dapat dibuat sesuai dengan apa yang diharapkan.

Pada tahap awal peneliti melakukan analisis kebutuhan pengembangan dengan melakukan analisis pada robot sebelumnya yang diikutsertakan dalam Kontes Robot Pemadam Api Indonesia tahun 2020. Analisis dilakukan berdasarkan data-data yang didapat pada saat mengikuti kontes dimana robot belum mampu menyelesaikan misi yang ada pada sesi pertama dan sesi kedua kontes. Analisis kebutuhan pengembangan dilakukan dua tahap yaitu dengan menganalisis sistem penggerak atau sistem kontrol robot dan yang kedua yaitu menganalisis struktural dan mekanik robot.

Analisis yang pertama dilakukan yaitu analisis sistem kontrol dan penggerak robot. Robot dikontrol dengan menggunakan 16 channel pwm kontrol board yang terkoneksi dengan mikrokontroler ATmega2560. Pada robot pertama yang diikutsertakan pada KRI 2020 digunakan 12 motor servo MG996R dengan torsi maksimal 12 kg dengan operasi tegangan 4,8-7,2V servo ini ditempatkan sebanyak 2 buah pada masing-masing kaki robot yang berfungsi sebagai sendi penggerak robot. Pada analisis yang dilakukan pada sistem penggerak robot ini ditemukan kendala dimana jumlah torsi yang dihasilkan masing-masing kaki robot tidak beraturan yang diakibatkan oleh suplay tegangan yang tidak stabil masuk kedalam masing-masing motor penggerak. Torsi yang tidak beraturan ini mengakibatkan pergerakan kaki robot menjadi tidak stabil dan sering mengalami error dimana kaki robot bergerak tidak sesuai dengan apa yang diprogramkan pada koding.

Analisis juga dilakukan pada struktur mekanik dan rangka robot dimana ditemukan konstruksi robot yang tidak kokoh dikarenakan bahan pembuat rangka yang hanya terbuat dari akrilik tipis. Dan juga struktur pembentuk robot yang tidak presisi sehingga pada saat robot beroperasi. Gerakan robot menjadi tidak stabil dan mengakibatkan beban torsi yang dihasilkan setiap kaki menjadi tidak merata.

#### a. Hasil analisis kebutuhan alat dan bahan

Tahap analisis kebutuhan alat dan bahan bertujuan untuk menentukan kebutuhan, alat dan bahan yang akan digunakan nantinya dalam

pengembangan sistem gerak robot. Tahap ini terbagi atas dua yaitu analisis kebutuhan hardware robot dan analisis kebutuhan software robot.

b. Analisis kebutuhan hardware

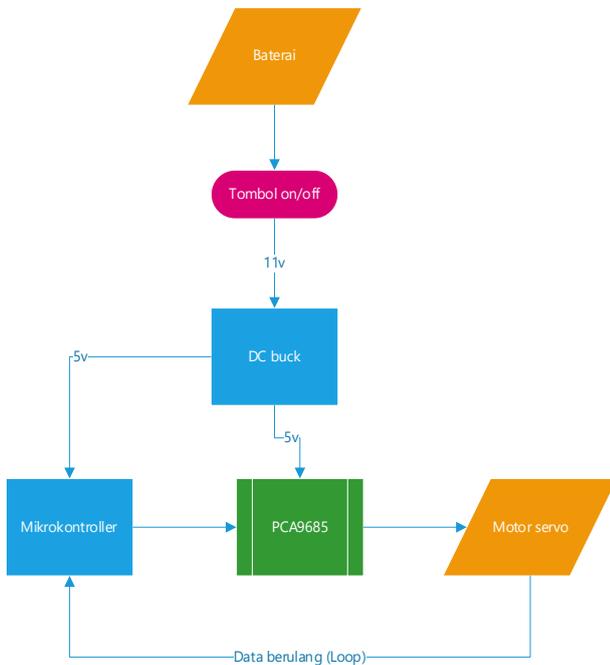
Pada tahap ini peneliti melakukan analisis terhadap segala komponen-komponen perangkat keras robot serta alat yang akan digunakan untuk merancang robot nantinya.

c. Analisis kebutuhan software

Pada tahap ini peneliti melakukan analisis terhadap kebutuhan software desain dan software pemrograman yang akan digunakan untuk membuat koding program pada robot.

B. Desain

1. Desain diagram blok sistem

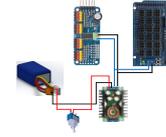


Gambar 2. Diagram blok sistem.

Diagram blok ini (Gambar 2) merupakan alur pengoperasian robot, dimulai dengan input tegangan dari baterai sebesar 11 volt DC yang dihubungkan dengan sakelar on/off untuk mengoperasikan dan mematikan robot, tegangan 11 volt tersebut kemudian dikonversi menjadi 5 volt DC oleh DC buck converter, tegangan 5 volt tersebut digunakan untuk mengoperasikan mikrokontroler dan driver servo, setelah itu mikrokontroler akan bekerja mengolah data program koding yang telah diinputkan untuk mengoperasikan driver motor yang digunakan untuk mengontrol multiple motor servo, perintah pengontrolan motor servo merupakan perintah loop dimana perintah tersebut akan dieksekusi berulang, dimana robot akan terus bergerak dengan program

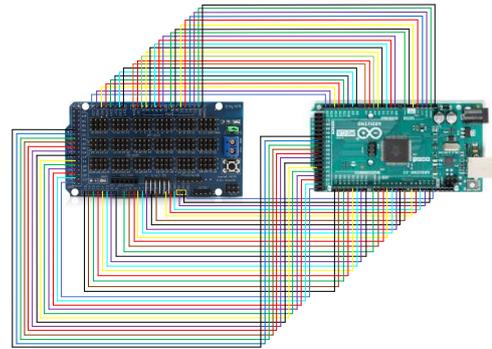
yang ada sampai tombol on/off diposisikan pada posisi off.

2. Skematik rangkaian suplay tenaga (Gambar 3)



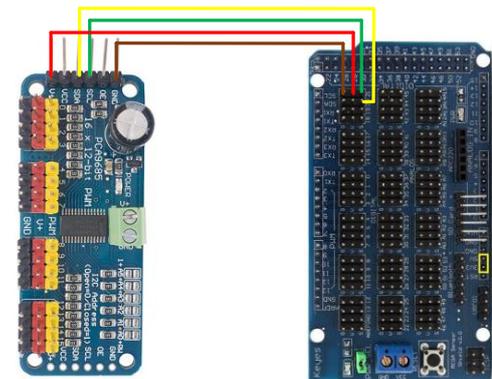
Gambar 3. Skematik rangkaian suplay tenaga

3. Skematik Arduino ke sensor shield Arduino (Gambar 4)



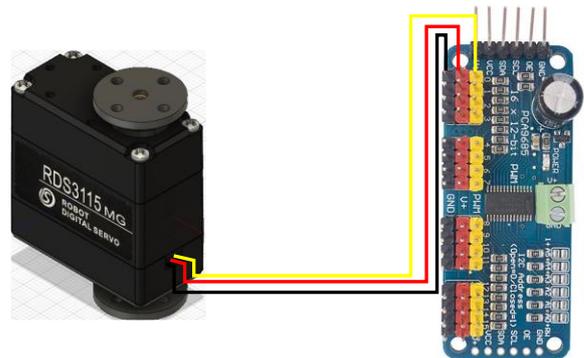
Gambar 4. Skematik sambungan Arduino ke sensor shield

4. Skematik sambungan PCA9685 ke sensor shield Arduino (Gambar 5)



Gambar 5. Skematik sambungan PCA9685 ke sensor shield

5. Skematik sambungan servo ke PCA9685 (Gambar 6)



Gambar 6. Skematik sambungan servo ke PCA9685

### C. Development

Langkah pertama yang dilakukan pada tahap pengembangan ini yaitu membuat sebuah robot berkaki enam sesuai dengan rancangan atau desain yang ada pada tahap sebelumnya.

#### 1. Struktur rangka robot

Desain kerangka robot hexapod terdiri atas tubuh yang kaku dengan enam kaki yang sesuai, masing-masing kaki memiliki behavior yang bebas (Wicaksono et al, 2008). Rangka robot pada penelitian ini terbuat dari bahan akrilik dengan teal 5 mm, yang dibuat berdasarkan desain yang telah ditentukan sebelumnya. Rangka robot (Gambar 7) terdiri dari dua bagian yaitu rangka bagian bawah dan

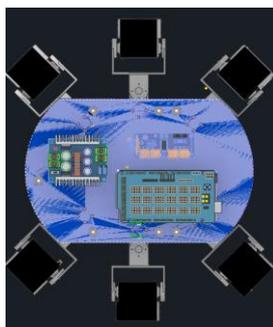


rangka bagian atas, kedua rangka tersebut dihubungkan dengan menggunakan motor servo tipe double head, seperti pada Gambar 7.

Gambar 7. Motor servo terpasang pada rangka robot

#### 2. Pemasangan komponen robot

Posisi dari setiap komponen robot dipasang sesuai dengan posisi yang telah ditentukan pada software design, hal tersebut dilakukan karena pada robot sebelumnya, semua komponen yang dipasang pada robot tidak memperhatikan keseimbangan berat pada masing-masing komponen yang ada. Maka dari itu pada penelitian ini penempatan komponen robot sebelumnya ditentukan terlebih dahulu menggunakan software seperti tampak pada Gambar 8.



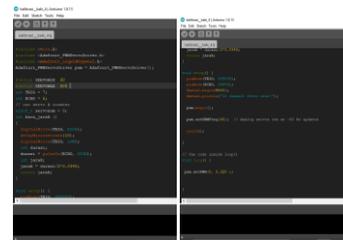
Gambar 8. Letak komponen robot

#### 3. Pembuatan koding program robot

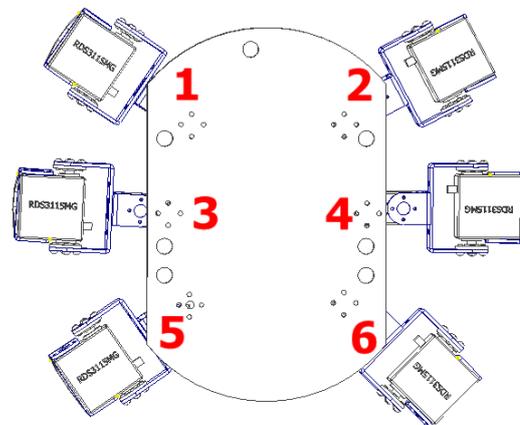
Setelah struktur mekanik dan semua komponen robot terpasang langkah selanjutnya yaitu membuat koding program untuk robot yang selanjutnya akan

dimasukkan ke dalam mikrokontroler robot. Langkah pertama dalam melakukan koding program yaitu dengan memasukkan library dari setiap komponen ke dalam software Arduino IDE, library tersebut di antaranya library sensor shield, library PCA968, dan library sambungan kabel dari Arduino ke driver motor.

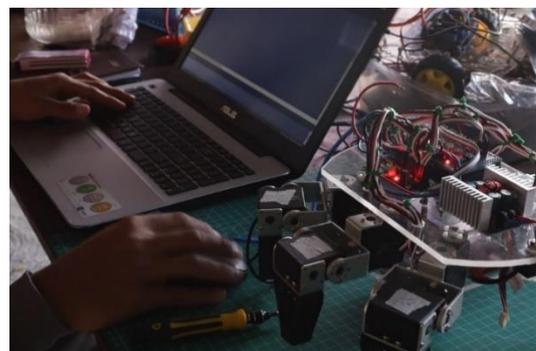
Setelah semua library selesai dimasukkan ke dalam software Arduino IDE, maka langkah selanjutnya yaitu membuat koding program untuk melakukan kalibrasi pada masing-masing kaki. Koding program untuk melakukan kalibrasi untuk setiap kaki robot dapat dilihat pada Gambar 9 dan Gambar 10.



Gambar 9. Koding program kalibrasi kaki robot



Gambar 10. Kalibrasi setiap kaki robot



Gambar 11. Proses upload koding program ke dalam robot

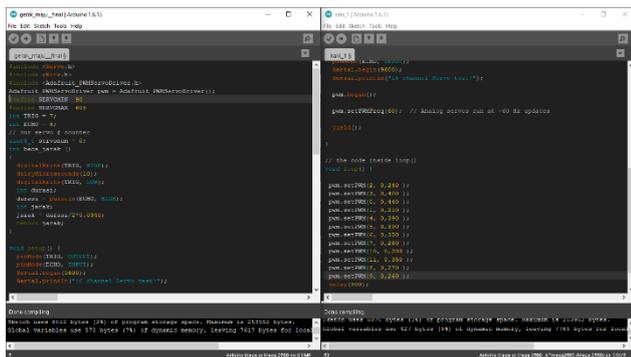
### D. Implementation

Tahap implementasi ini merupakan tahap dimana penggabungan struktur mekanik dan program

software robot. Pada tahap implementasi ini (lihat Gambar 11) terbagi menjadi beberapa bagian di antaranya, penentuan posisi awal robot, prinsip gerakan robot berkaki enam, dan cara robot bergerak.

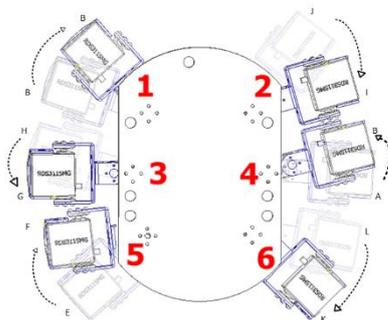
1. Posisi awal robot

Setelah struktur mekanik dan kalibrasi robot telah selesai maka tahap selanjutnya adalah membuat koding program berdasarkan data hasil kalibrasi kemudian memasukkan koding tersebut kedalam mikrokontroler yang akan digunakan nantinya untuk menggerakkan robot. Sebelum memasukkan koding program ke dalam mikrokontroler untuk menggerakkan setiap sendi yang ada, terlebih dahulu sendi coxa dan tibia pada kaki robot harus diposisikan pada posisi awal. Untuk memosisikan kaki robot pada posisi awal maka dimasukkan koding program sebagai berikut seperti pada Gambar 12.



Gambar 12. Koding posisi awal kaki robot

Setelah koding tersebut di-upload ke dalam mikrokontroler dan suplay tenaga robot dihidupkan maka, posisi kaki robot akan nampak seperti pada Gambar 13.

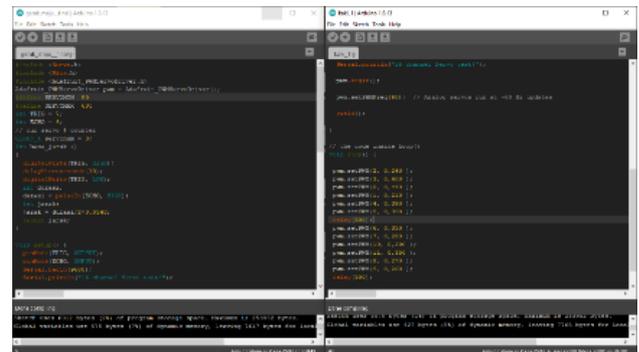


Gambar 13. Posisi awal robot

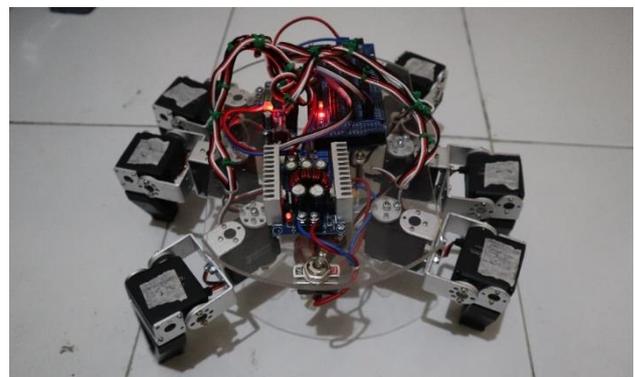
2. Prinsip gerakan robot berkaki enam

Prinsip Gerakan dari robot berkaki enam ini menggunakan prinsip tripot gait dimana untuk memindahkan badan robot pergerakan kaki robot dikelompokkan menjadi dua yaitu yang pertama kaki nomor 4, 1, dan 5 bergerak secara serentak dan yang kedua yaitu kaki nomor 3, 2, dan 6 dibuat bergerak bersamaan, kedua kelompok kaki ini digerakkan secara bergantian dengan delay waktu gerakan yang diatur dalam koding program, kaki robot digerakkan

secara bergantian agar keseimbangan robot tetap terjaga, disinilah letak fungsi dari prinsip tripot gait tadi dimana pada saat tiga kaki mulai bergerak maka ketiga kaki lainnya akan berfungsi sebagai tripot penyanggah badan robot. Prinsip gerakan tersebut dapat dilihat pada koding (Gambar 14) dan Gambar 15.



Gambar 14. Koding program gerakan tripot gait robot



Gambar 15. Gerakan tripot gait robot

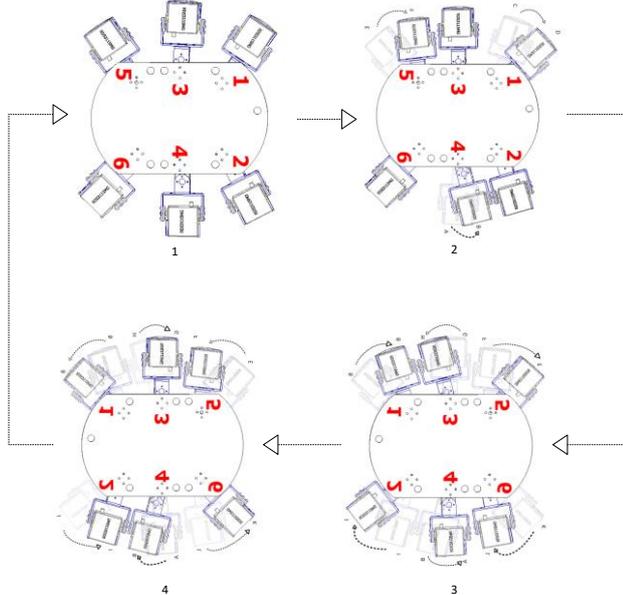
Berdasarkan gambar tersebut, pada saat yang bersamaan kaki nomor 4, 1, dan 5 akan mengangkat dan bergerak sesuai dengan arah panah yang ada pada gambar dan kaki 3, 2, dan 6 belum bergerak, kemudian sesuai dengan koding program yang ada dalam selang waktu 500 mikro detik maka kaki 3, 2, dan 6 akan mulai bergerak, bersamaan dengan rapatnya kaki 4, 1, dan 5 ke permukaan, dengan gerakan tersebut maka mekanik kaki-kaki robot akan saling menyangga satu sama lain.

3. Cara robot bergerak

Untuk menggerakkan robot digunakan kombinasi sinyal pulsa atau pwm yang didapat pada saat melakukan kalibrasi pada tahap pengembangan, kombinasi sinyal pulsa atau pwm itu kemudian diimplementasikan ke dalam sebuah koding program yang nantinya akan digunakan untuk menggerakkan robot.

Bersumber pada koding tersebut hingga pergerakan robot bisa dilihat pada Gambar 16. Dari gambar di atas dapat dilihat bagaimana proses robot mulai bergerak dari posisi 1 ke posisi 2 kemudian

bergerak ke posisi 3 setelah itu bergerak ke posisi 4, dengan pola gerakan sama dengan yang terlihat pada gambar di atas. pola gerakan ini akan terus berulang sampai robot dimatikan karena koding program robot dibuat dalam satu loop dimana perintah program yang telah selesai dieksekusi akan diulang dari awal begitu pun seterusnya.

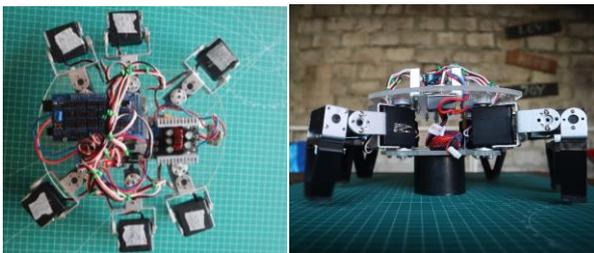


Gambar 16. Proses robot bergerak

Dari Gambar 16 dapat dilihat bagaimana proses robot mulai bergerak dari posisi 1 ke posisi 2 kemudian bergerak ke posisi 3 setelah itu bergerak ke posisi 4, dengan pola gerakan sama dengan yang terlihat pada gambar di atas. Pola gerakan ini akan terus berulang sampai robot dimatikan karena koding program robot dibuat dalam satu loop dimana perintah program yang telah selesai dieksekusi akan diulang dari awal begitu pun seterusnya.

### E. Evaluation

Tahap yang terakhir dari penelitian pengembangan ini yaitu tahap evaluasi, evaluasi dilakukan dengan cara uji coba keandalan sistem gerak robot yang telah dikembangkan, uji coba dilakukan pada sistem gerak robot di beberapa medan yang berbeda.



Gambar 17. Uji coba gerak robot

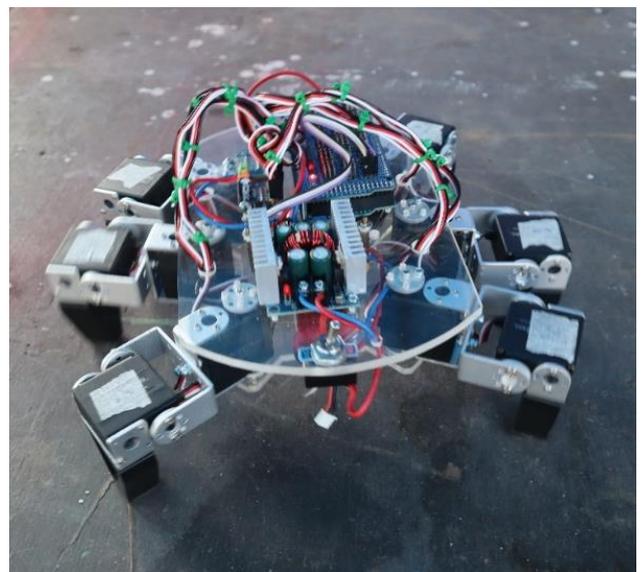
### 1. Uji coba gerak robot

Pengujian yang pertama yaitu menguji sistem gerak robot dengan kaki tidak menyentuh permukaan apapun, pengujian ini dilakukan untuk mengetahui ada atau tidaknya kaki yang bergerak tidak sesuai dengan koding program yang dimasukkan ke dalam sistem kontrol robot (lihat Gambar 17).

Pada saat pengujian pertama input tegangan yang digunakan yaitu nilai tengah dari input range tegangan yang direkomendasikan di datasheet pca9685, range tegangan yang direkomendasikan yaitu 2,5-5,5 volt dc (Earl, 2019). Oleh karena itu percobaan pertama menggunakan input tegangan 4volt dc, namun pada percobaan ini kaki robot bergerak tidak sesuai dengan koding program yang dimasukkan ke dalam mikrokontroler, penyebabnya adalah regulator tegangan pada driver servo terbakar hal tersebut dikarenakan input tegangan pada driver tidak mampu untuk menggerakkan 12 motor servo secara bersamaan. Setelah mengganti driver servo dengan yang baru tegangan yang diinputkan pada driver merupakan tegangan maksimal yang direkomendasikan pada datasheet yaitu 5,5 volt dc. Dengan menggunakan tegangan maksimal ini maka driver sudah mampu menggerakkan 12 motor servo dengan baik dan gerak kaki robot sudah sesuai dengan koding program yang diinputkan.

### 2. Uji coba pada medan yang rata

Uji coba ini dilakukan pada permukaan multipleks yang rata seperti pada Gambar 18.



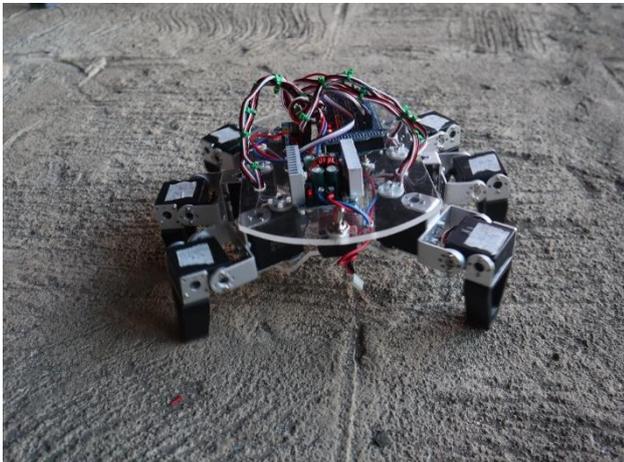
Gambar 18. Uji coba robot pada permukaan rata

Pada pengujian ini robot dapat bergerak dengan sangat baik sesuai dengan koding program yang diinputkan ke dalam mikrokontroler.

Pergerakan dari setiap kaki robot sangat stabil dan tidak mengalami error meskipun bergerak dalam waktu yang cukup lama.

### 3. Uji coba robot pada medan tidak rata

Uji coba ini dilakukan pada permukaan beton yang tidak rata dan memiliki permukaan kasar seperti pada Gambar 19.



Gambar 19. Uji coba robot pada medan tidak rata

Pada pengujian ini robot dapat bergerak dengan baik, sesuai dengan input koding program yang dimasukkan ke dalam mikrokontroler.

### 4. Validasi ahli teknis bidang robotika.

Validasi dilakukan oleh ahli teknis di bidang robotika. Validasi ini bertujuan untuk mengetahui keberhasilan pengembangan sistem gerak robot berkaki enam dari robot sebelumnya validasi dilakukan dengan cara membawa robot lama dan robot yang telah dikembangkan kepada para ahli dibidang robotika kemudian berdasarkan hasil pengamatan para ahli dari kedua robot tersebut akan dijadikan acuan untuk mengisi lembar validasi yang ada. Validasi teknis dilakukan oleh 2 dosen di Universitas Negeri Manado.

## IV. KESIMPULAN

Dengan menggunakan bahan akrilik yang lebih tebal dari robot sebelumnya dapat membuat struktur rangka dan mekanik dari robot menjadi lebih kokoh dibandingkan dengan robot sebelumnya. Dengan menggunakan motor servo tipe double head dapat mengurangi besar torsi yang diperlukan robot untuk bergerak sehingga kemungkinan terjadi error pada motor penggerak akibat torsi yang tidak stabil sangat sedikit. Pada pengujian robot ditemukan bahwa suplay tegangan yang stabil akan sangat mempengaruhi gerak dari setiap motor penggerak

robot. Sistem gerak robot mengalami peningkatan baik dari segi hardware maupun softwarena

Perlu diperhatikan suplay tegangan dari robot harus selalu stabil agar mengurangi resiko terjadinya error pada sistem kontrol robot. Proses pembuatan rangka harus benar-benar presisi baik dari segi ukuran, dan penempatan posisi dari masing-masing kaki hal ini dikarenakan posisi kaki yang tergeser beberapa milimeter saja dari posisi yang seharusnya dapat mempengaruhi pergerakan robot nantinya, akan lebih baik jika pemotongan dan penempatan posisi kaki dilakukan dengan menggunakan mesin CNC ataupun dengan menggunakan printer tiga dimensi.

## REFERENSI

- Molenda, Michael. 2013. In Search of the Elusive ADDIE Model. *Performance Improvement* 42 (5): 34–37.
- Ramadhan, Muhammad Fajar. 2017. Perancangan Kontrol Stabilitas Hexapod Robot Menggunakan Metode Neuro-Fuzzy. Institut Teknologi Sepuluh Nopember.
- Pusat prestasi nasional. 2020. Petunjuk Pelaksanaan Kontes Robot Indonesia. Jakarta. Kemendikbud.
- Utama, Ahmad Wahyu Tri. 2018. Pengembangan Sistem Robot Berkaki Enam (Hexapod) Menggunakan Metode Behavior Based Control Pada Kontes Robot Indonesia Pemadam Api Berkaki. Jember.
- Hendi Wicaksono, Prihastono, Khairul Anam. 2008. Perancangan system navigasi otonom pada behavior based hexapod robot. *Jurnal Teknik Elektro*. 8(2):70-78
- Budiharto, Widodo. 2006. Belajar Sendiri Membuat Robot Cerdas. PT Elex Media Komputindo. Jakarta.
- Darwison, M. Ilhamdi Rusydi dan Imil Hamda Imran. 2011. Perancangan dan Pembuatan sistem Kontrol Kecepatan Servomotor Continuous Parallax dengan PID. *Teknika* No.35 Vol.1 thn.XVIII, Universitas Andalas Padang.
- Halim, Sandy. 2007. Merancang Mobile Robot Pembawa Objek Menggunakan OOPic-R. PT Elex Media Komputindo. Jakarta.
- Kadir, Abdul. 2013. Panduan Praktis Mempelajari Aplikasi Mikrokontroler dan Pemrogramannya Menggunakan Arduino. Andi.
- Darwison, R. Wahyudi. 2015. Kontrol Kecepatan Robot Hexapod Pemadam Api Menggunakan Metoda Logika Fuzzy. *JNTE* No.2, Vol.4, 2015, Universitas Andalas Padang.