

Model Kendali Multi Kontroler untuk Robot Humanoid dengan 19 Derajat Kebebasan

Budi Rahmani dan Hugo Aprilianto

Prodi. Teknik Informatika, STMIK Banjarbaru

Jl. Jend. Ahmad Yani Km. 33 Loktabat Banjarbaru, Telp. 0511-4782881-3267714

e-mail: budirahmani@gmail.com, hugo.aprilianto@gmail.com

Abstrak

Pada paper ini akan disajikan hasil penelitian, berupa purwarupa robot humanoid pemain bola dengan 19 DOF. Robot yang dibangun dilengkapi dengan sistem kontrol CM-530, Arduino Nano dengan ATmega328, dan juga kamera CMUcam5. Fokus penelitian yang disajikan pada paper ini adalah bagaimana Arduino Nano difungsikan untuk membaca data dari CMUcam5, dan kemudian memberikan perintah kepada kontroler CM-530, baik untuk bergerak maju, berbelok ke kanan, dan berbelok ke kiri. Hasil penelitian menunjukkan bahwa model yang dibangun telah dapat mengkomunikasikan antara kamera CMUcam5, dengan Arduino Nano, dan juga CM-530 controller.

Kata kunci: robot humanoid, pemain bola, Arduino Nano, CMUcam5, Model kendali

1. Pendahuluan

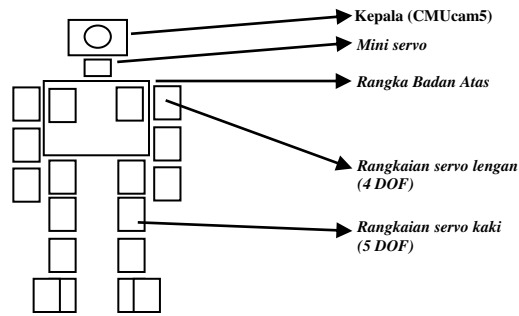
Robot humanoid, khususnya robot pemain bola dibangun dari serangkaian aktuator yang berupa motor servo [1] dan *bracket* [2] penyangga dan penyambung antar servo, dan menghubungkannya satu sama lain [3]. Hubungan tersebut menentukan jumlah derajat kebebasan pergerakan dari robot humanoid yang dibangun. Tidak ada batasan berapa minimal jumlah derajat kebebasan atau *Degree of Freedom* [4] dari sebuah robot humanoid, namun umumnya adalah sekitar 18 DOF [5].

Dalam pergerakannya masing-masing aktuator dikendalikan secara terintegrasi oleh sebuah kontroler, yang dalam penelitian ini menggunakan CM-530 dari Bioloid. Dengan CM-530 ini gerakan dari bagian-bagian robot, diantaranya adalah gerakan kaki (pinggul, paha, pergelangan kaki), gerakan lengan (bahu, dan lengan atas, lengan bawah), dan gerakan kepala [6]. Menggunakan CM-530 ini gerakan-gerakan dasar yang diperlukan bisa diprogram dan atau diatur sesuai keperluan. Kombinasi gerakan semisal untuk berjalan juga diatur dengan kontroler CM-53 ini. Hal ini dimaksudkan agar kestabilan robot dalam berdiri [7], ataupun dalam berjalan secara seimbang dan tidak terjatuh tanpa sebab, kecuali terjadi tubrukan dengan benda lain. Karenanya sangat penting memperhatikan bagaimana perhitungan gravitasi pada robot agar dapat dengan seimbang bergerak dari satu titik ke titik lainnya [8].

Kemudian sebuah robot biasanya dilengkapi dengan berbagai sensor, untuk robot humanoid ini sendiri ada beberapa sensor yang digunakan, diantaranya adalah sensor kamera dan *gyro sensor* [9]. Hal ini dikarenakan masukan utama pada robot humanoid adalah berupa informasi yang diperoleh dari camera (CMUcam5) [10]. Karena CMUcam5 ini tidak bisa terbaca secara langsung oleh kontroler CM-530 [11] sebagai pengendali aktuator (motor servo), maka dicari alternatif lainnya agar data yang diperoleh dari kamera ini dapat dibaca, diolah, dan kemudian dikomunikasikan ke CM-530 sebagai bagian dari proses pergerakan robot secara keseluruhan. Untuk itu pilihan jenis kontroler lainnya berdasarkan kompatibilitas dari CMUcam5 tersebut yaitu Arduino berbasis mikrokontroler Atmel, dan dalam hal ini karena pertimbangan ukuran dari *controller board* tersebut maka digunakanlah Arduino Nano dengan mikrokontroler ATmega328 [12] dengan ukuran yang relatif paling kecil dikelasnya (*Arduino board*) [13]. Penelitian ini menguji salah satunya adalah komunikasi serial [14] antara Arduino Nano ke CM-530 dimana Arduino Nano sebagai *master controller* dan CM-530 selaku *slave controller*.

2. Metode Penelitian

Seperti disampaikan sebelumnya, maka fokus penelitian ini adalah membangun model kendali yang dalam hal ini digunakan dua buah kontroler yaitu: CM-530 dan Arduino Nano. Sedangkan sensor yang digunakan adalah *gyro sensor* dari Bioloid dan juga CMUcam5. Kemudian aktuator yang digunakan adalah jenis motor servo AX-12A sebanyak 18 buah, 1 buah motor servo mini, dan *bracket* standar dari Bioloid.



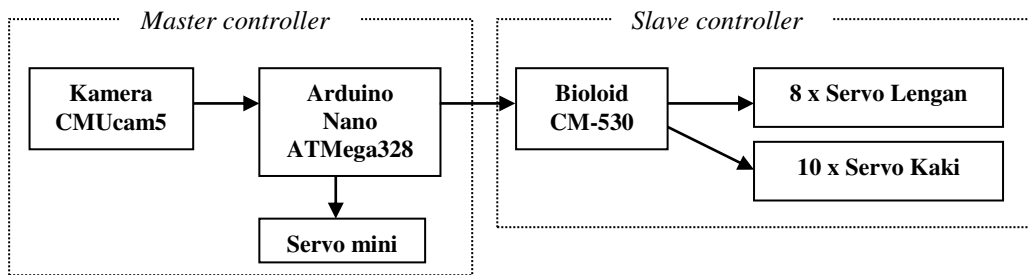
Gambar 1. Desain robot humanoid dengan 19 DOF

Pada gambar 1 ditunjukkan desain dari robot humanoid yang dibangun. Bagian-bagian yang dibangun adalah:

- Bagian kepala yang dalam hal ini menggunakan kamera CMUcam5 yang dirangkai dengan *bracket* dan servo mini
- Bagian lengan kanan dan kiri yang terdiri dari masing-masing 4 motor servo AX-12A, dan digabungkan dengan *bracket* yang membentuk bagian dada ataupun badan bagian atas.
- Bagian kaki yang dibentuk dari masing-masing 5 motor servo AX-12A yang terhubung dengan *bracket*.

2.1. Diagram blok sistem

Diagram blok dari keseluruhan sistem yang dibangun ditunjukkan pada gambar 2.

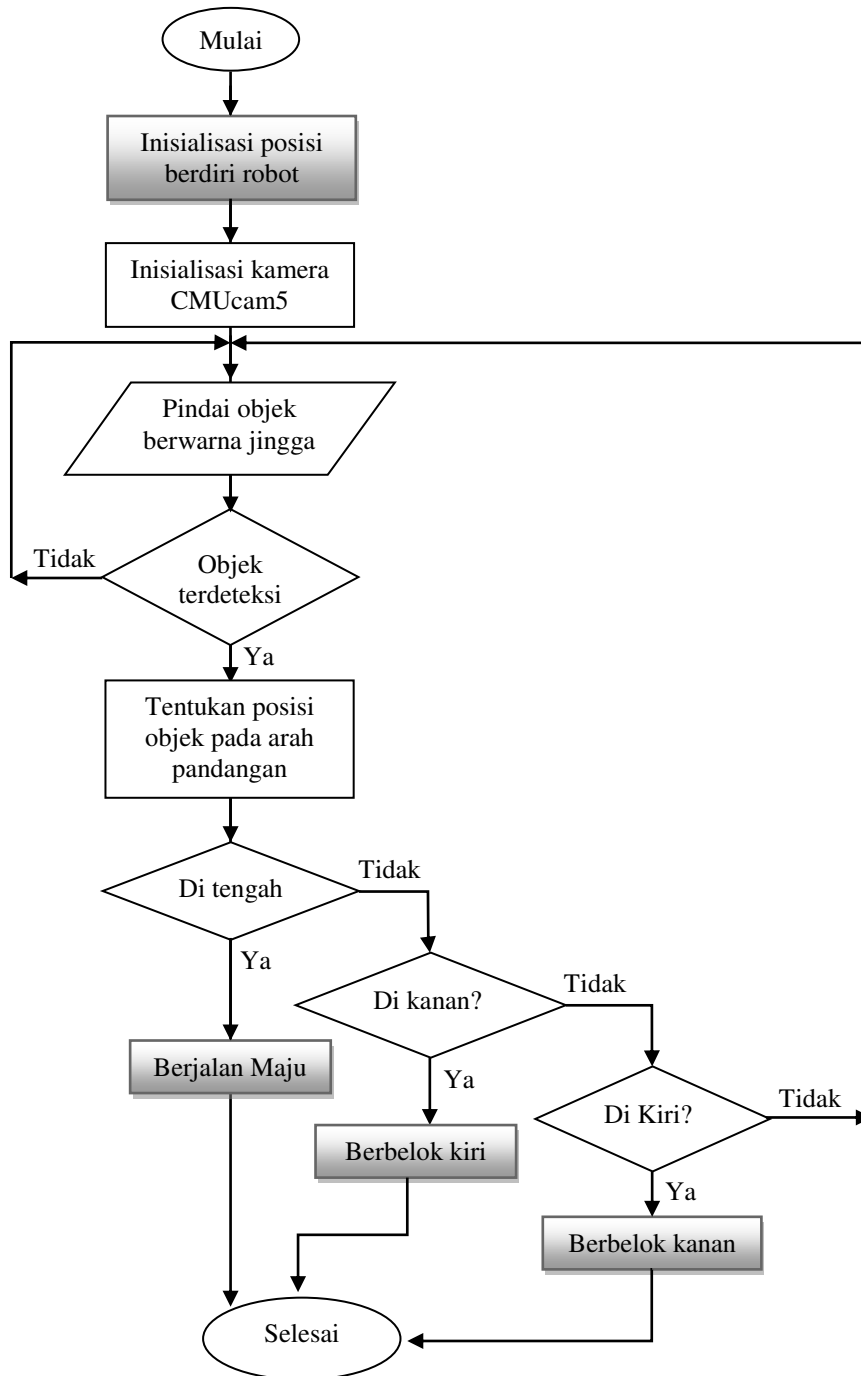


Gambar 2. Blok diagram sistem yang dibangun

Pada gambar 2 ditunjukkan bahwa sistem yang dibangun terdiri atas dua bagian diantaranya yaitu *master controller* dan *slave controller*. Pada *master controller* Arduino Nano terhubung secara serial ke CMUcam5 dan dalam hal ini Arduino menerima hanya data dan tidak memberikan perintah apa-apa ke CMUcam5. Kemudian Arduino Nano juga terhubung ke mini servo, dan dalam hal ini motor servo mini tersebut diperintah untuk menggerakkan secara vertikal kamera. Sedangkan *slave controller* dalam hal ini akan menunggu perintah dari *master controller* untuk sewaktu waktu menggerakkan 18 servo baik pada lengan maupun kaki untuk keperluan gerakan tertentu, baik berdiri tegak, berjalan maju, berbelok ke kanan, dan berbelok ke kiri.

2.2. Rancangan Penelitian

Langkah yang ditempuh pada penelitian ini yaitu: Perakitan badan robot menggunakan servo AX-12A dan juga *bracket* dari Bioloid, perakitan bagian kepala robot (CMUcam5 beserta motor servo mini dan juga *bracket*), serta pengujian bagian-bagian tersebut. Pengujian pada sistem yang dibangun meliputi a.l.: pengujian CMUcam5 dengan objek berwarna jingga, menguji komunikasi dan penerimaan data secara serial dari CMUcam5 ke Arduino Nano, pengujian gerakan robot, dan pengujian komunikasi perintah dari arduino ke CM-530. Berikutnya model sistem kontrol yang dibangun ditunjukkan dengan diagram alir pada gambar 3.



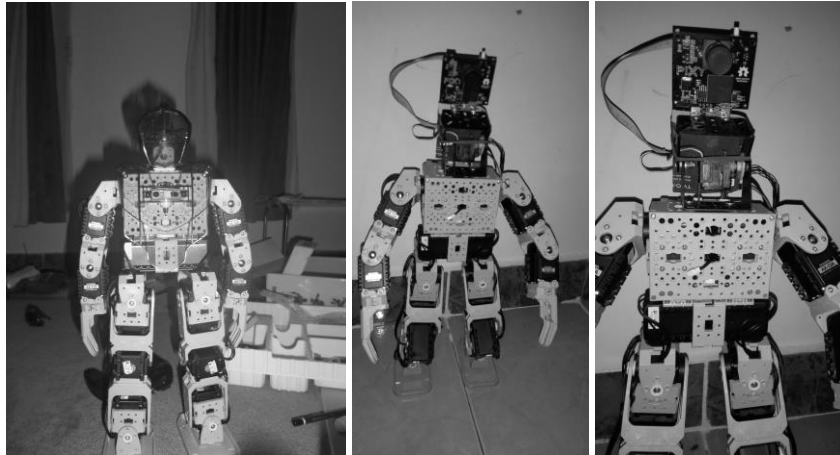
Gambar 3. Diagram alir model kontrol yang dibangun

Pada gambar 3 ditunjukkan langkah demi langkah bagaimana sistem kontrol yang dirancang secara keseluruhan bekerja. Pada bagian dari diagram alir yang diberikan blok warna abu-abu merupakan perintah kontrol yang diberikan oleh CM-530, dan sisanya adalah merupakan perintah yang diberikan oleh Arduino Nano.

3. Hasil dan Pembahasan

Berdasarkan hasil rancangan yang sudah dibuat maka hasil percobaan yang dilakukan diantaranya adalah:

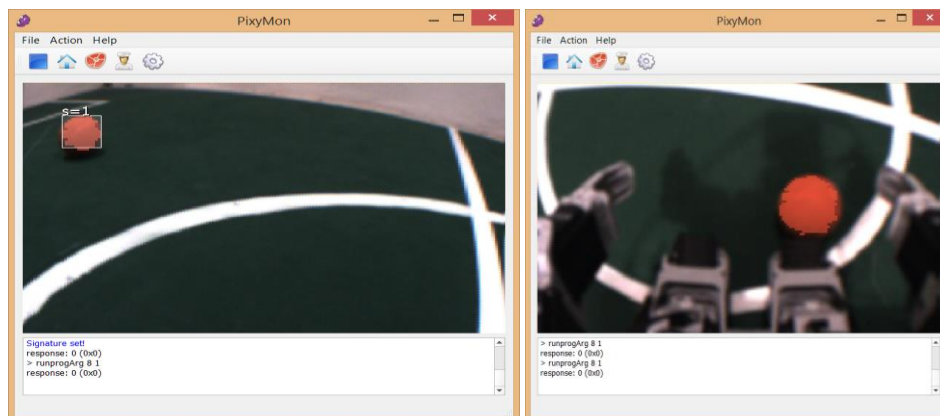
-
- a. Perakitan badan robot menggunakan servo AX-12A dan juga *bracket* dari Bioloid
Pada proses perakitan yang dilakukan mengacu pada standar yang diberikan oleh Bioloid, dan tipe perakitan yang dilakukan adalah mengikuti standar tipe A. Berikut gambar robot humanoid yang sudah dirakit dapat dilihat pada gambar 4.



Gambar 4. Hasil perakitan robot humanoid dengan kamera CMUcam5

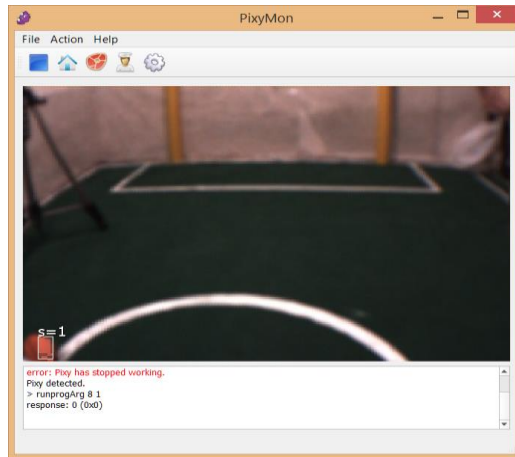
- b. Perakitan bagian kepala robot (CMUcam5 beserta motor servo mini dan juga *bracket*).
Pada proses ini, bagian kepala dari robot humanoid yang sudah dirakit kemudian diganti dengan menggunakan kamera CMUcam5 dan dirangkai dengan *bracket* dan juga motor servo mini.
- c. Pengujian pada sistem yang dibangun meliputi a.l.:
- 1) Pengujian CMUcam5 dengan objek berwarna jingga.

Proses pengujian menunjukkan bahwa CMUcam5 dapat dilatihkan dengan objek bola tenis berwarna jingga dengan latar belakang warna hijau tua (lapangan). Proses *color signature* dilakukan dengan menghubungkan CMUcam5 ke Laptop melalui port USB, dan kemudian menggunakan aplikasi PixyMon objek bola tenis jingga tersebut dilatihkan. Pada bagian ini kamera sudah mampu melakukan *tracking* terhadap objek tersebut. Tampilan hasil *tracking* dapat dilihat pada gambar 5.

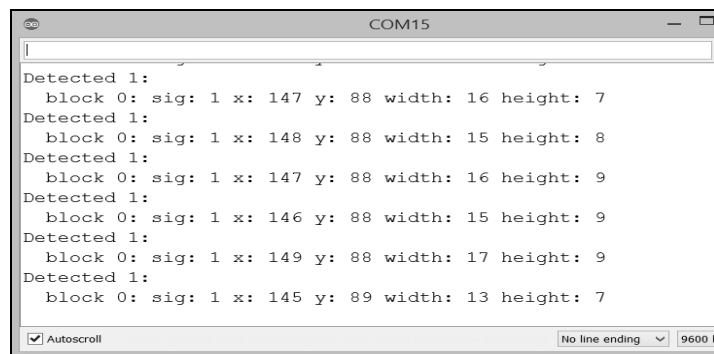


Gambar 5. Hasil *signaturing* warna jingga pada CMUcam5

- 2) Pengujian komunikasi dan penerimaan data secara serial dari CMUcam5 ke Arduino Nano.
Proses ini juga sudah mampu membaca data yang diberikan oleh CMUcam5 ke Arduino nano. Hal ini dapat dipantau dengan cara mengakses secara serial (COM) pada Arduino Nano untuk melihat data mengenai objek bola tenis jingga yang ditrack oleh kamera, sudah terkomunikasikan ke Arduino Nano.



Gambar 6. Hasil *tracking* warna jingga pada CMUcam5



Gambar 7. Hasil pembacaan data hasil deteksi objek berwarna jingga pada Arduino Nano

Pada gambar 6 dan gambar 7 dapat dilihat hasil *trackig* objek berwarna jingga oleh CMUcam5 dan kemudian data tersebut dikirim dan dibaca oleh Arduino Nano, hasil pembacaannya dapat dilihat pada gambar 7. Hasil tersebut antara lain berupa data posisi objek pada bidang pandang dengan koordinat X dan Y, serta ukuran objek yang terdeteksi dan atau di-*racking* yaitu berupa ukuran lebar dan tinggi objek.

3) Pengujian gerakan robot

Pada pengujian ini, dengan menggunakan aplikasi bawaan kontroler CM-530, telah dapat diprogram gerakan dan posisi dasar yang diperlukan antara lain: berdiri tegak, berjalan maju, berbelok ke kanan, dan berbelok ke kiri.

4) Pengujian komunikasi perintah dari Arduino Nano ke CM-530

Hasil penelitian menunjukkan bahwa perintah yang diberikan ke CM-530 dari Arduino Nano selaku *master controller* sudah dapat diterima dengan baik, dan sesuai dengan gerakan yang diperintahkan. Baudrate komunikasi serial pada kasus ini adalah sebesar 1900 kbps. Tabel hasil pengujian komunikasi dapat dilihat pada tabel 1.

Tabel 1. Hasil Pengujian Komunikasi Antara Arduini Nano dan CM-530

No	Perintah	Kode di Arduino	Reaksi robot	Keterangan
1	Berjalan Maju	<pre>void moveRobotForward() { Serial.write(moveFoward_ptr, 3); delay(210); Serial.write(moveFoward_ptr+3, 3); }</pre>	Robot berjalan satu langkah ke depan	Komunikasi OK
2	Berbelok Kanan	<pre>void moveRobotRight() { Serial.write(moveRight_ptr,</pre>	Robot berbelok ke kanan	Komunikasi OK

		<pre> 3); delay(210); Serial.write(moveRight_ptr+3, 3); } void moveRobotLeft() { Serial.write(moveLeft_ptr, 3); delay(210); Serial.write(moveLeft_ptr+3, 3); } </pre>	Robot berbelok ke kiri	Komunikasi OK
--	--	---	------------------------	---------------

4. Simpulan

Berdasarkan percobaan yang dilakukan didapati bahwa pada dasarnya CM-530 dapat diperintah dari mikrokontroler lain, yang dalam hal ini dimungkinkan dengan masih disediakannya jalur komunikasi serial. Namun pada percobaan yang dilakukan proses komunikasi yang dilakukan adalah komunikasi satu arah, pengirim (Tx) berada pada Arduino Nano dan penerima (Rx) pada sisi kontroler CM-530. Perintah melalui komunikasi serial dari Arduino Nano ke CM-530 yang dilakukan antara lain: perintah untuk maju, berbelok kanan, dan berbelok ke kiri, yang disesuaikan dengan *motion* standar dari *bioloid* sudah berhasil menggerakkan robot sesuai perintah yang diberikan.

Penelitian berikutnya yang dapat dilakukan adalah untuk bagaimana memperhitungkan jumlah langkah yang harus diperintahkan ke robot berdasarkan masukan data yang diperoleh dari CMUcam5, jika diinginkan bahwa robot senantiasa mendekati objek (dalam hal ini bola tenis berwarna jingga) dan atau mencoba melakukan tendangan terhadap bola tersebut, karena hal tersebut belum dilakukan pada penelitian ini.

Daftar Pustaka

- [1] K. Kim, Y. S. Cha, J. M. Park, J. Y. Lee, and B. J. You, "Providing services using network-based humanoids in a home environment," *IEEE Trans. Consum. Electron.*, vol. 57, no. 4, pp. 1628–1636, 2011.
- [2] K. O. Shaizan Jusoh, "The Mechanical and Circuit Design of Robot Soccer : A Study," no. June, pp. 119–124, 2011.
- [3] S. H. M. Kasaei, M. Kasaei, and S. A. Kasaei, "Design and implementation of a fully autonomous humanoid soccer robot," *Ind. Robot An Int. J.*, vol. 39, no. 1, pp. 17–26, 2012.
- [4] J. Jessup, S. N. Givigi, and A. Beaulieu, "Robust and Efficient Multirobot 3-D Mapping Merging With Octree-Based Occupancy Grids," pp. 1–10, 2015.
- [5] J. Zhang, W. Liu, X. Yang, and Z. W. Luo, "Research and implementation of humanoid robot soccer platform based on global vision with distributed intelligence," *2011 Int. Conf. Comput. Sci. Serv. Syst. CSSS 2011 - Proc.*, vol. 2, pp. 2436–2439, 2011.
- [6] N. Jouandeau and V. Hugel, "Optimization of Parametrised Kicking Motion for Humanoid Soccer," pp. 241–246, 2014.
- [7] S. Nadarajah and K. Sundaraj, "A survey on team strategies in robot soccer: Team strategies and role description," *Artif. Intell. Rev.*, vol. 40, no. 3, pp. 271–304, 2013.
- [8] M. N. Sudin, "Humanoid Localisation in a Robot Soccer Competition Using a Single Camera," pp. 7–9, 2014.
- [9] M. Nishiyama, "Applying Conversion Matrix to Robots for Imitating Motion Using Genetic Algorithms," 2014.
- [10] B. Rahmani, A. Harjoko, T. K. Priyambodo, and H. Aprilianto, "Research of Smart Real-time Robot Navigation System," in *The 7th SEAMS-UGM Conference 2015*, 2015, pp. 1–8.
- [11] C.N. Thai and M. Paulishen, "Using Robotis Bioloid System for instructional Robotics'," *Proc. IEEE Southeastcon, Nashville, USA*, pp. 17–20, 2011.
- [12] W. Li, X. Yue, and W. Li, "Integration of Hardware and Software Designs for Object Grasping and Transportation by A Mobile Robot With Navigation Guidance via a Unique and Elegant Design of Bearing Alignment Mechanism," *IEEE/ASME Trans. Mechatronics*, vol. 4435, no. c, pp. 1–1, 2015.
- [13] M. McRoberts, "Beginning Arduino," p. 424, 2013.
- [14] L. Mingliang and W. Xinqiang, "The Design of Intelligent Robot Based on Embedded System," *Omni*, pp. 23–28, 2011.