

TRACKING BOLA PADA ROBOT HUMANOID MENGUNAKAN METODE GREEDY

M. Irwan Bustami

Program Studi Sistem Komputer, STIKOM Dinamika Bangsa, Jambi

Jl. Jendral Sudirman Thehok - Jambi

E-mail: irwan@stikom-db.ac.id

ABSTRAK

Robot diartikan sebagai sebuah sistem yang terdiri dari hardware dan software yang dapat melakukan tugas tertentu dari manusia yang butuh ketelitian dan beresiko tinggi. Dalam pencarian bola robot belum bisa menentukan jarak dengan bola dan mengambil keputusan dalam melakukan gerakan dengan cepat. Dalam pertandingan sepak bola, robot humanoid diharapkan dapat berjalan lebih cepat menuju bola, mengganti arah jalan, bangkit berdiri bila terjatuh dan dapat menendang bola ke gawang lawan. Dengan adanya sensor kamera robot dapat mendeteksi warna bola, gawang dan lapangan. Robot soccer akan bergerak mengenali warna dari bola, dan mencari di mana posisi bola dengan menggunakan sensor kamera. Proses dari CM-510 berfungsi sebagai pengontrolan dari input dan output. Output dari Ax-12 berfungsi sebagai penggerak dari robot. Metode greedy merupakan metode yang memecahkan masalah secara langkah per langkah. Dari setiap langkah yang dilakukan tersebut, terdapat berbagai macam solusi yang dapat kita peroleh untuk mencapai tujuan. Dalam penelitian ini membahas tentang tracking bola pada robot humanoid penelitian yang digunakan adalah metode penelitian eksperimen serta metode pengujian sistem yang digunakan adalah metode black box. Sebelumnya peneliti telah menetapkan bahwa percobaan dikatakan berhasil jika robot dapat mendekati bola dengan jarak dibawah 12 cm. Dari ketujuh percobaan, maka diperoleh persentase keberhasilan 86 %.

Kata Kunci : robot humanoid, warna bola, tracking, metode greedy.

ABSTRACT

Robot can be interpreted as a system that consist from hardware and software that can do some job from human which needed precision and having high risk. On the ball searching, the robot still can't determine the range with ball and do the fast footwork. On the soccer match the humanoid robot is hoped could walk faster toward the ball, switch the movement direction, standing automatically when fallen, and kick the ball toward its opponent goalpost. With the camera sensor the robot could detect the ball's color, goalpost and field. Soccer robot will move by identify color from the ball, and searching the ball position with the camera sensor. The processes from CM-510 function as the control from input and output .Output from Ax-12 function as the activator for the robot. Greedy method is a method which solving the problem step by step. From each of those step that had been done, we could find various kind of solution that could be use to solve the problem. In this thesis I examine for the ball tracking on the humanoid robot, the research method that being used are the experiment research method and the system testing method are the black box method. Previous researchers have established that the experiment is successful if the robot can approach the ball at a distance of less than 12 cm . Of the seven trials , the percentage of success of 86 % was obtained .

Keywords : robot humanoid, ball color, tracking, greedy method.

1. PENDAHULUAN

Robot yang sedang populer dalam beberapa dekade ini yaitu robot sepak bola. Karena pertandingan robot sepak bola sudah dikompetisikan baik dari dalam negeri maupun luar negeri. Dimana peserta yang mengikuti pertandingan ini setiap tahun semakin meningkat. Dan setiap tahunnya peraturan pada pertandingan memiliki tingkat kesulitan yang berbeda beda. Pada tahun 2013 rule KRSBI untuk warna pada gawang memiliki warna yang berbeda yaitu kuning dan biru muda, sedangkan pada tahun 2014 warna gawang menjadi sama yaitu warna kuning. Dengan demikian untuk menentukan arah hadap suatu tim robot tidak berdasarkan warna gawang tapi berdasarkan pemain lawan yang menggunakan warna seragam yang berbeda.

Untuk membuat sebuah robot yang dapat bermain sepak bola seperti layaknya seorang manusia bukanlah hal yang mudah. Robot harus dilengkapi dengan sensor dan kamera yang merupakan inputan bagi robot itu sendiri. Kamera merupakan salah satu perangkat yang penting dalam mendeteksi bola. Kamera yang dapat diterapkan dalam sistem robot *kidz soccer* memiliki kualitas yang tidak begitu bagus. Apalagi dengan adanya *noise* disekitar robot tersebut yang membuat robot sering kehilangan bola.

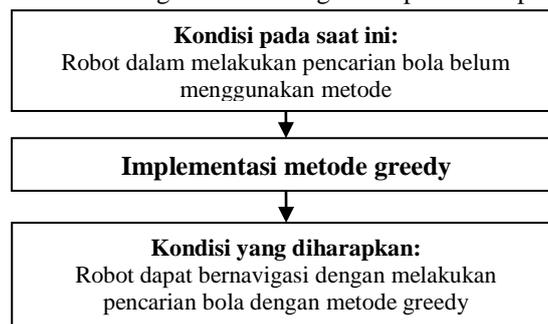
Selain itu gerakan robot juga menentukan kecepatan dalam mendekati bola. Kesalahan keputusan dalam melakukan gerakan akan menyebabkan waktu yang dibutuhkan robot untuk sampai ke bola menjadi tidak efisien. Karena dalam perlombaan robot sepak bola ini yang dibutuhkan adalah kecepatan dalam pengambilan bola dan menendang bola tersebut.

Selain kecepatan dalam pengambilan keputusan, mekanisme cara berjalan juga sangat penting pada robot. Disebabkan robot membutuhkan kestabilan dalam berjalan pada saat mengejar bola agar robot tersebut tidak mudah jatuh dan lebih cepat mengambil bola. Dengan permasalahan yang telah dipaparkan diatas, maka peneliti tertarik untuk melakukan penelitian yang berjudul “TRACKING BOLA PADA ROBOT HUMANOID MENGGUNAKAN METODE GREEDY”.

2. METODOLOGI PENELITIAN

2.1 Blok Diagram

Pada penelitian ini penulis menggambarkan sistem robot yang digunakan dalam melakukan tracking bola dalam bentuk suatu blok diagram. Blok diagram dapat dilihat pada gambar dibawah ini :



Gambar 1. Blok diagram

2.2 Metode Penelitian

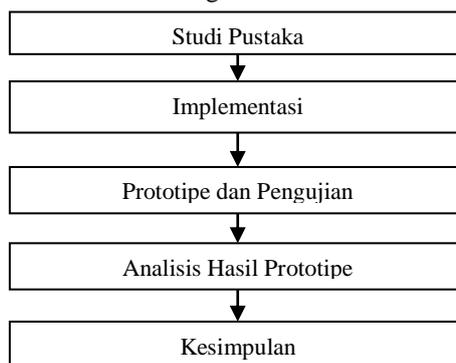
Dalam penelitian ini penulis menggunakan metode penelitian kualitatif. Selain menggunakan metode penelitian kualitatif, dalam penelitian ini juga menggunakan metode simulasi untuk menguji hasil dari implementasi yang telah dilakukan

2.3 Metode Pengumpulan Data

Metode pengumpulan data yang penulis gunakan dalam penelitian ini adalah studi pustaka. Dalam studi pustaka penulis mengumpulkan data dan informasi yang relevan dengan topik atau masalah yang akan diteliti. Data dan informasi tersebut penulis peroleh dari buku-buku ilmiah, karangan-karangan ilmiah, laporan penelitian, dan sumber-sumber tertulis lainnya baik cetak maupun elektronik, termasuk penelitian-penelitian terdahulu yang bersumber dari perpustakaan dan internet.

2.4 Langkah – Langkah Penelitian

Langkah-langkah penelitian ini adalah sebagai berikut :



Gambar 2. Langkah-langkah penelitian

Penjelasan dari langkah-langkah penelitian tersebut adalah sebagai berikut :

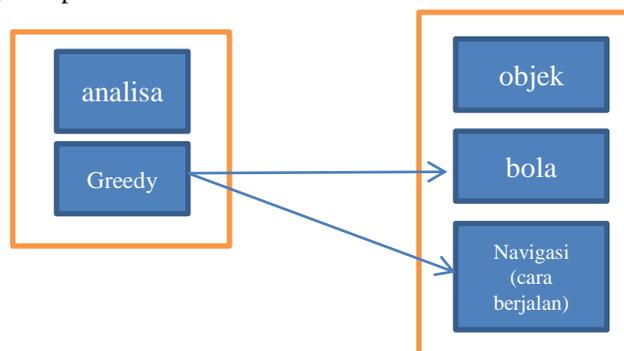
- a) Studi Pustaka
Penelitian ini dimulai dengan melakukan studi pustaka yang berkaitan dengan judul yang diambil. Pada studi pustaka ini penulis mempelajari tentang robot humanoid dan metode greedy yang bersumber dari buku-buku ilmiah, karangan-karangan ilmiah, laporan penelitian, dan sumber-sumber tertulis lainnya baik cetak maupun elektronik, termasuk penelitian-penelitian terdahulu yang bersumber dari perpustakaan dan internet.
- b) Implementasi
Setelah melakukan studi pustaka tentang robot humanoid dan metode greedy, langkah selanjutnya adalah mengimplementasikan hasil studi pustaka tersebut ke dalam proses perancangan robot humanoid untuk bermain sepakbola dengan menggunakan metode greedy.
- c) Prototipe dan Pengujian
Setelah implementasi dilakukan, langkah selanjutnya adalah prototipe dan pengujian. Pada langkah ini penulis melakukan prototipe dan pengujian tentang robot humanoid dan metode greedy. Prototipe dengan cara merancang robot humanoid untuk bermain bola kaki, sedangkan pengujian pada robot dalam melakukan pencarian bola dan melakukan gerakan dengan menggunakan metode greedy.
- d) Analisis Hasil Prototipe
Setelah prototipe dan pengujian dilakukan, maka selanjutnya dilakukan analisis hasil simulasi tersebut dengan cara membandingkan cara pencarian bola dengan tidak menggunakan metode dan menggunakan metode greedy.
- e) Kesimpulan
Setelah dilakukan analisis hasil prototipe, maka langkah selanjutnya adalah mengambil kesimpulan yang bertujuan untuk menjelaskan kesesuaian antara hasil prototipe dan pengujian dengan hasil yang ingin dicapai.

3. PEMBAHASAN

3.1 Pengelompokan dan Analisis

Dalam penelitian ini analisis yang dilakukan terhadap metode greedy. Algoritma greedy merupakan algoritma yang memecahkan masalah secara langkah per langkah. Dari setiap langkah yang dilakukan tersebut, terdapat berbagai macam solusi yang dapat kita peroleh untuk mencapai tujuan. Pada strategi algoritma greedy ini akan mengambil suatu keputusan yang terbaik dalam setiap langkah pemecahan masalah. Solusi terbaik yang telah diambil tersebut tidak dapat dirubah, dalam hal ini solusi tersebut merupakan solusi final. Prinsip algoritma greedy yaitu “take what you can get now”, yang berarti dalam algoritma ini akan mengambil pilihan yang terbaik yang dapat diperoleh pada saat itu tanpa memperhatikan konsekuensi ke depan. Hal tersebut dilakukan dengan harapan bahwa dengan memilih optimum lokal pada setiap langkah akan berakhir dengan optimum global

Pada metode greedy analisis dilakukan dengan menghitung waktu yang diperlukan dalam setiap pergerakan pada robot, menghitung derajat kemiringan pada gerakan robot dan menghitung jarak tempuh robot pada setiap gerakan. Dalam menghitung waktu yang diperlukan setiap pergerakan robot menggunakan satuan detik (*second*). Sedangkan dalam menghitung jarak tempuh robot pada setiap gerakan menggunakan satuan centimetre (cm). Dalam pengambilan data tersebut, analisis yang diterapkan dalam kasus ini adalah apakah metode greedy ini mampu membuat robot bernavigasi mencari bola dengan jalan yang tercepat.



Gambar 3. Alur pengelompokan objek

3.2 Temuan-Temuan Dan Interpretasi

Temuan yang di dapat dari penelitian ini tentang metode Greedy adalah, dalam prakteknya, metode Greedy ini digunakan untuk mencari jalan tercepat dalam bernavigasi menuju bola. Data-data yang dibutuhkan dalam proses analisa metode greedy menggunakan *bioloid GP humanoid robot*. Dengan spesifikasi robot yaitu tinggi robot 46,5 cm, lebar tapak kaki 56 cm^2 , ukuran lebar tubuh 19,3 cm.

3.3 Perancangan System

Kata robot berasal dari bahasa *Czech*, *robot*, yang bearti pekerja, mulai menjadi populer ketika seorang penulis berbangsa *Czech* (ceko), Karl Capek, membuat pertunjukan dari lakon komedi yang ditulisnya pada tahun 1921 yang berjudul RUR (*Rossum's Universal robot*). Bercerita tentang mesin yang menyerupai manusia, tapi mampu kerja terus menerus tanpa lelah. Gaung popularitas istilah robot ini kemudian memperoleh sambutan dengan di perkenalkannya robot jerman dalam film metropolis tahun 1926 yang sempat di pameran dalam new york world's fair 1939. Bercerita tentang robot berjalan mirip manusia beserta hewan peliharaannya.

Sepak bola adalah suatu permainan yang dilakukan dengan cara menyepak bola kian kemari yang di perebutkan oleh para pemain dengan tujuan untuk memasukan bola ke gawang lawan dan mempertahankan gawang sendiri agar tidak kemasukan bola. Di dalam memainkan bola, setiap pemain di perbolehkan menggunakan seluruh anggota badan, kecuali tangan dan lengan. Hanya penjaga gawang yang di perbolehkan memainkan bola dengan seluruh anggota badan termasuk tangan.

Untuk melakukan perancangan sistem ini peneliti menerapkan metode greedy. Pada metode greedy dibagi menjadi 3 bagian perancangan yang pertama proses penyimpanan warna pada modul kamera. Modul kamera yang di gunakan yaitu havimo 2.0, dengan resolusi 160×120 pixel dengan 12 bit *color*. . Salah satu modul kamera yang cukup terkenal yaitu HaViMo 2.0 (Hamid Vision Module versi 2.0) dari *HaViSys*. HaViMo 2.0 merupakan modul kamera CMOS yang terintegrasi dengan chip processor untuk melakukan image processing berbasis warna seperti Region Growing dan Griding secara langsung sehingga pengguna bisa mendapatkan hasil pengolahan citra yang siap digunakan. HaViMo 2.0 memiliki format protokol yang sama dengan protokol dynamixel. Proses kalibrasi dan pemilihan warna yang akan dideteksi dilakukan terlebih dahulu melalui komputer dengan software HaViMoGUI.

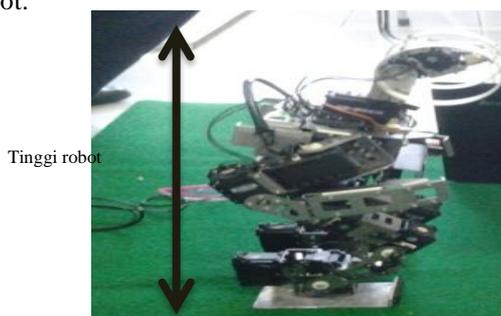
Yang kedua menentukan jarak antara posisi bola dengan robot menggunakan rumus trigonometri. Dalam ilmu matematika, teorema trigonometri sudah tidak asing lagi bagi kita. Hal ini banyak sekali diterapkan pada kehidupan sehari-hari. Dasar dari trigonometri adalah konsep kesebangunan segitiga siku-siku. Sisi-sisi yang bersesuaian pada dua bangun datar yang sebangun memiliki perbandingan yang sama. Pada geometri euclid, jika masing-masing sudut pada dua segitiga memiliki besar yang sama, maka kedua segitiga itu pasti sebangun. Hal ini adalah dasar untuk perbandingan trigonometri sudut lancip. Konsep ini lalu dikembangkan lagi untuk sudut-sudut non lancip (lebih dari 90 derajat dan kurang dari nol derajat).

Dan yang ketiga pengambilan keputusan robot untuk bernavigasi mencari bola. Dalam proses penyimpanan warna pada modul kamera dapat dilakukan dengan langkah-langkah sebagai berikut:

- Memasang modul kamera havimo 2.0 pada robot humanoid
- Menghubungkan havimo 2.0 dan komputer melalui cm-510 dengan usb dynamixel.
- Untuk mengambil gambar dari havimo 2.0 di gunakan software havimo GUI.
- Memilih warna bola dan menyimpan warna tersebut pada memori havimo.

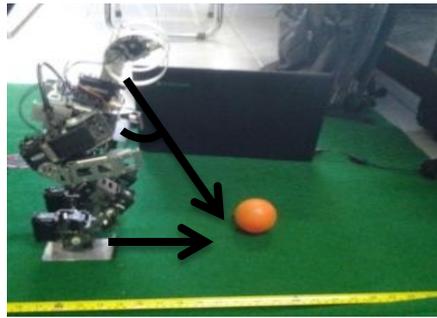
Selanjutnya adalah menentukan jarak antara posisi bola dengan robot menggunakan rumus trigonometri dilakukan langkah-langkah sebagai berikut :

- Memasukan program pan and tilt pada controller cm-510 sehingga havimo dapat mendeteksi bola bedasarkan warna bola dan cm-510 menggerakkan servo kepala sampai mengarah ke bola.
- Mengukur tinggi robot.



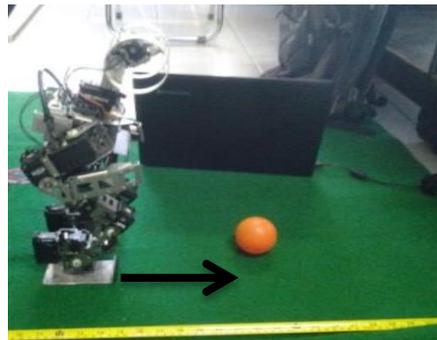
Gambar 4. Ukur tinggi robot.

c) Menghitung sudut arah kamera dengan garis vertical



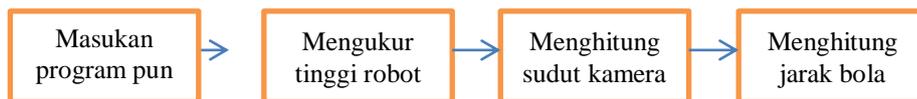
Gambar 5. Sudut arah kamera.

d) Menghitung jarak antara posisi robot dengan bola

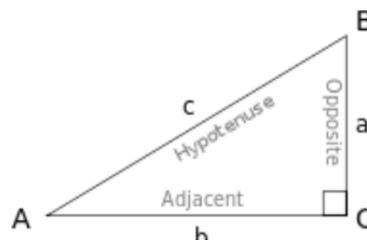


Gambar 6. Jarak robot dan bola.

Untuk lebih jelas alur menentukan jarak antara posisi bola dengan robot menggunakan rumus trigonometri dapat di lihat pada gambar berikut :



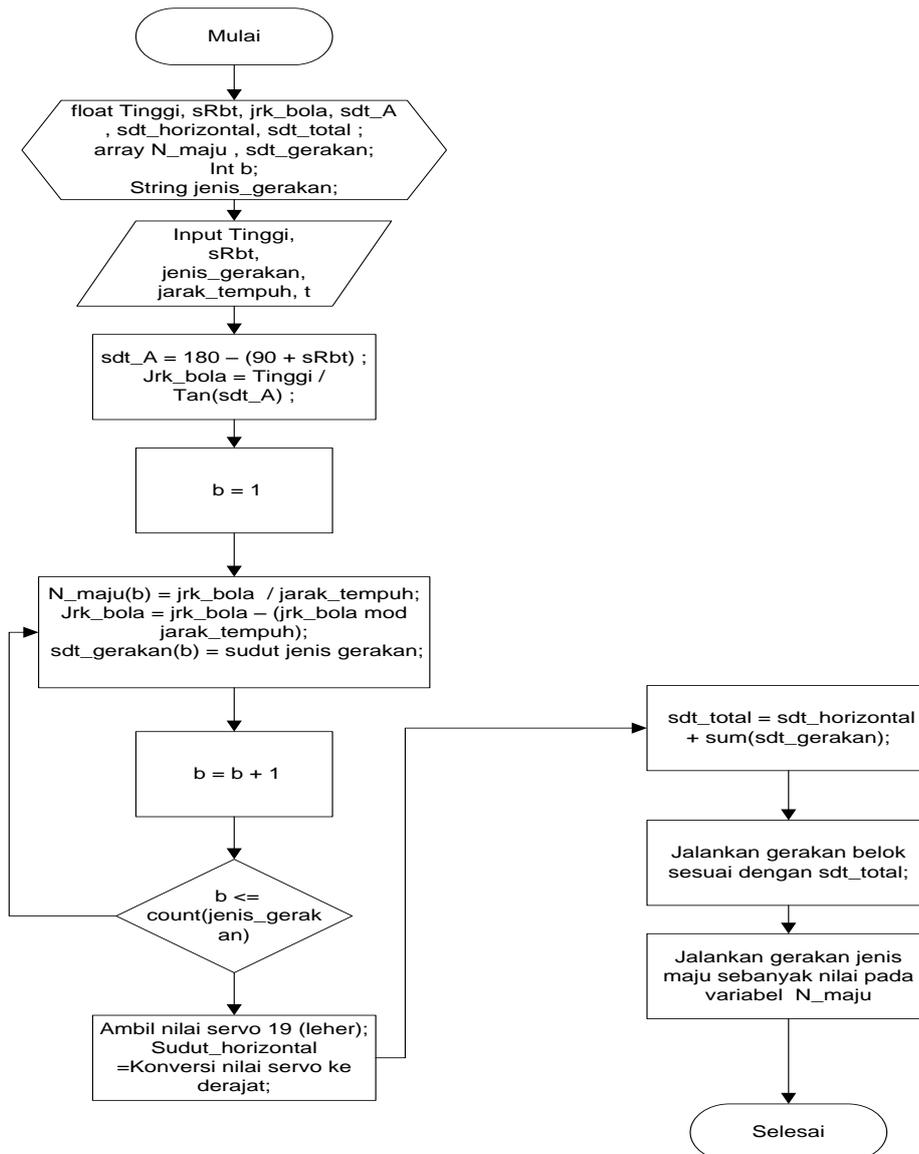
Gambar 7. Alur menentukan jarak antara posisi bola dengan robot menggunakan rumus



Gambar 8. segitiga siku-siku

Dengan kasus diatas rumus yang di gunakan adalah : -

Dalam alur proses penyimpanan warna pada modul kamera, warna di simpan pada modul kamera havimo 2.0. selanjutnya akan di lakukan proses penentuan jarak antara posisi bola dengan robot menggunakan rumus trigonometri. Dan yang terakhir robot mengambil keputusan untuk bernavigasi mencari bola dengan cepat. Untuk lebih jelasnya, berikut gambar algoritma greedy yang digunakan dalam keputusan dalam mencari bola.



Gambar 9. Flowchart algoritma greedy

3.4 Prototype Model Robot

Dalam merancang prototype model robot peneliti menggunakan servo yang berfungsi sebagai aktuator atau penggerak pada robot, peneliti juga menggunakan CM-510 sebagai sistem kontrol, modul kamera yang di gunakan adalah havimo 2.0 dan sensor gyroscope berfungsi untuk mengetahui keadaan robot (jatuh/berdiri).

Motor servo yang digunakan pada robot ini adalah motor servo jenis AX-12. AX-12 merupakan salah satu jenis motor servo yang presisi. AX-12 memiliki susunan roda gigi dan circuit kontroler yang terdapat dalam 1 paket. Circuit kontroler ini berfungsi sebagai otak dari tiap servo yaitu berfungsi untuk umpan balik untuk memperbaiki putaran motor, selain itu kontroler ini berguna untuk komunikasi dengan CM-510. Dengan circuit control dari tiap servo ini, dapat diketahui variabel-variabel yang terdapat pada servo tersebut. Mulai dari besar sudut putar, kecepatan putar, besar torsi sampai suhu pada motor servo. Selain itu control circuit pada AX-12 berfungsi sebagai pengaman motor yang digunakan dan juga berfungsi sebagai komunikasi antar servo dengan master kontrol yaitu CM-510. Sedangkan gearing pada servo berfungsi untuk mereduksi putaran motor. Prinsip gearing pada motor servo ini adalah memperlambat putaran dan meningkatkan torsi putar.



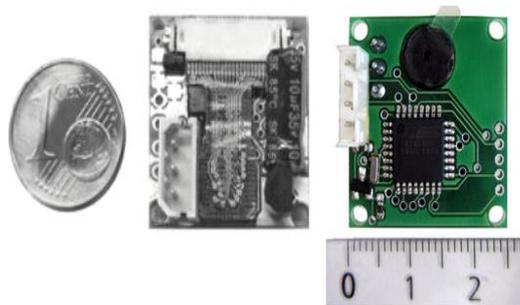
Gambar 10. Servo AX-12.

CM-510 merupakan sebuah kontroler yang terintegrasi oleh pabrik CM-510 merupakan sebuah kontroler yang terintegrasi diproduksi oleh pabrik robotis korea. Kontroler ini menggunakan CPU berupa Atmega 2561 dengan besar clock 16 MHz. Fungsi utama dari CM-510 adalah untuk mengatur dan mensinkronkan komunikasi antar motor servo yang digunakan pada robot vision.



Gambar 11. CM5-10.

Modul kamera pengelolah citra belakangan ini semakin populer digunakan pada aplikasi robotika. Modul kamera tersebut biasa di gunakan pada robot sepakbola *humanoid*, robot penjejak warna kontes robot cerdas, dan aplikasi lain yang memerlukan pengolahan citra warna. Salah satu modul kamera yang cukup terkenal yaitu HaViMo 2.0 (Hamid Vision Module versi 2.0) dari *HaViSys*. HaViMo 2.0 merupakan modul kamera CMOS yang terintegrasi dengan chip processor untuk melakukan image processing berbasis warna seperti Region Growing dan Griding secara langsung sehingga pengguna bisa mendapatkan hasil pengolahan citra yang siap digunakan. HaViMo 2.0 memiliki format protokol yang sama dengan protokol dynamixel. Proses kalibrasi dan pemilihan warna yang akan dideteksi dilakukan terlebih dahulu melalui komputer dengan software HaViMoGUI.

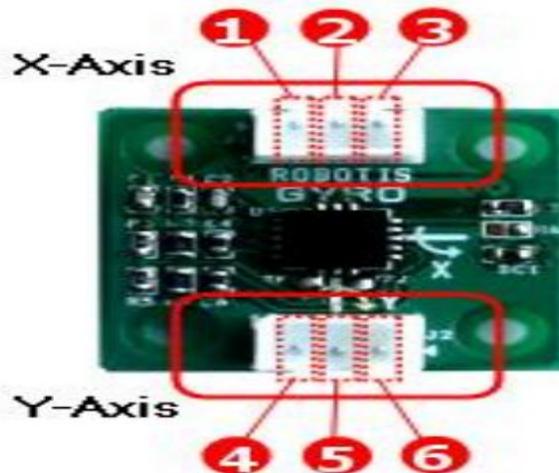


Gambar 12. Havimo 2.0

Sensor gyro adalah sensor yang mendeteksi perubahan kemiringan/kestabilan dari suatu objek yang bergerak. Sensor gyro dapat digunakan pada robot atau kendaraan seperti kendaraan segway dan dapat digunakan pada objek seperti helikopter untuk keperluan autopilot. Sensor gyro dapat berguna untuk sensor posisi, perpindahan dan sensor sudut. Sistem balancing robot dibutuhkan sensor gyro untuk

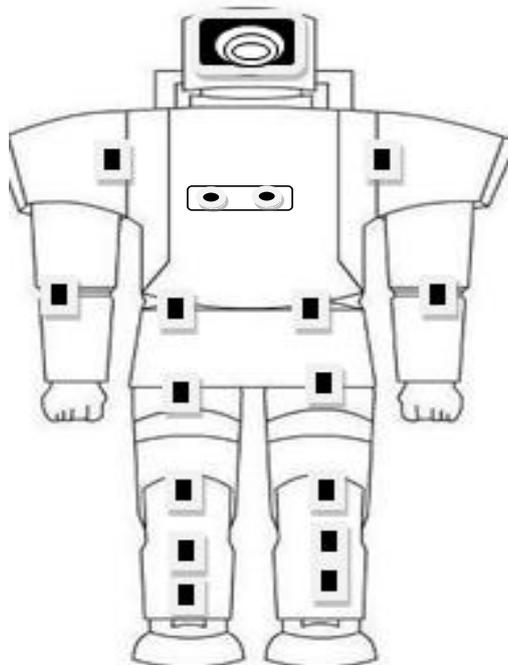
mendeteksi kemiringan/kestabilan robot pada saat robot sedang bergerak. Ketidak stabilan tersebut berupa pergerakan robot humanoid ketika berjalan, berlari, berbelok, menendang bola dan lain sebagainya.

Penggunaan Giroskop (Gyro) pada robot diharapkan mampu membantu mendeteksi ketidak seimbangan pada robot dan memanfaatkannya agar robot dapat stabil atau seimbang. Robot humanoid soccer ini menggunakan sensor gyro produksi dari robotis



Gambar 13. Konfigurasi pin sensor gyro.

Berikut gambar perancangan prototype model robot.



Gambar 14. prototype model robot

3.5 Hasil Penelitian

1. Hasil perhitungan trigonometri
Dalam melakukan 7 kali percobaan akan diperoleh hasil perhitungan trigonometri sebagai berikut :

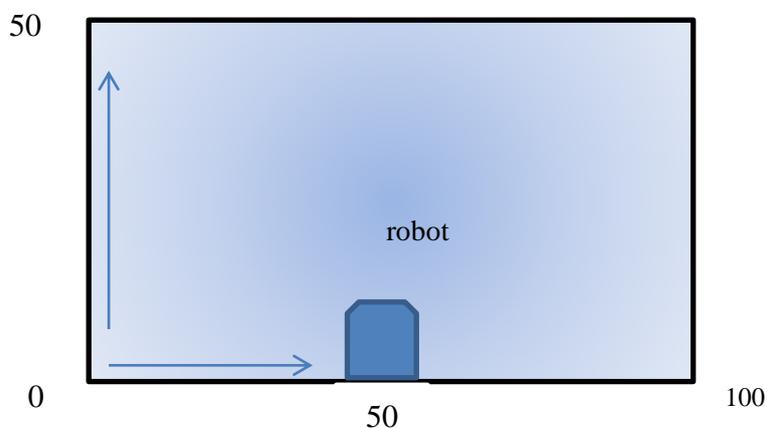
Tabel 1.
Perhitungan Trigonometri

Percobaan	Jarak real (cm)	Jarak Berdasarkan Perhitungan (cm)
1	42	44.52
2	38	39.38
3	40	39.38
4	23	18.43
5	35.5	33.52
6	65	79.34
7	18	11.38

Dari hasil perhitungan tabel diatas dapat disimpulkan bahwa, jarak hasil dengan perhitungan trigonometri hampir mendekati jarak real. Pada jarak lebih dari 42 cm maka jarak perhitungan melebihi jarak real, sedangkan pada jarak dibawah 42 cm jarak perhitungan dibawah dari jarak real. Hal ini dipengaruhi oleh pembacaan sensor kamera, karena sensor kamera sangat berpengaruh terhadap intensitas cahaya.

2. Pengujian metode greedy

Pengujian greedy akan dilakukan pada area seluas 5m², dengan panjang 100cm x 50 cm. dapat dilihat pada gambar 15.



Gambar 15. Area pengujian metode greedy

Sebelumnya peneliti telah menetapkan bahwa pengujian dikatakan berhasil jika robot dapat mendekati bola dengan jarak dibawah 12 cm.

Tabel 2.
Pengujian Metode Greedy

Pengujian	Posisi Robot	Posisi Bola	Jarak Robot dengan Bola(cm)	Keterangan
1	50;0	50;50	5.5	berhasil
2	50;0	30;40	5.6	berhasil
3	50;0	70;40	8	Berhasil
4	50;0	40;30	6	Berhasil
5	50;0	80;30	10	berhasil
6	50;0	0;50	64	gagal
7	50;0	60;25	12	berhasil

Dari ketujuh pengujian diatas persentase keberhasilan yaitu 86 % . Maka metode greedy dinyatakan berhasil di terapkan untuk pencarian bola pada robot sepak bola.

3.6 Implikasi Penelitian

Dari penelitian yang dibuat, tentunya akan ada implikasi yang timbul, diantaranya dapat kita lihat dari dua aspek, yaitu aspek sistem dan aspek penelitian lanjut. Pada aspek sistem, implikasi penelitian yang dibuat dapat dilihat dari beberapa bidang, diantaranya bidang kategori strategik, taktis maupun teknik operasional. Sedangkan implikasi dari aspek penelitian lanjutan, dapat dilihat dari ruang lingkup pengembangan metode yang digunakan atau dari peningkatan infrastruktur dari hasil penelitian yang telah dibuat.

3.7 Rencana Implementasi

Dalam rencana implementasinya, hasil penelitian ini diharapkan nantinya dapat digunakan dalam pertandingan pada Kontes Robot Sepak Bola Indonesia (KRSBI). Sehingga mempersingkat waktu robot dalam bernavigasi mencari bola dengan digunakannya hasil penelitian ini.

4. PENUTUP

4.1 Kesimpulan

Pada penelitian tracking bola pada robot humanoid menggunakan metode greedy dapat di ambil kesimpulan Dengan adanya metode greedy robot dapat lebih cepat bernavigasi mencari bola dan mengambil keputusan untuk menentukan arah gerakan dan menendang bola.

4.2 Saran

Penulis menyadari masih terdapat kekurangan – kekurangan dalam penelitian ini. Oleh karena itu, dibutuhkan pengembangan lebih lanjut agar menjadi lebih baik. Adapun saran yang diberikan untuk penyempurnaan dari penelitian ini adalah perancangan robot hanya dengan havimo 2.0 sebagai kameranya hanya mendeteksi warna saja, tetapi untuk pengembangan bisa menggunakan webcam sebagai kameranya

DAFTAR PUSTAKA

- [1] Fatta Al Hanif. *Analisis Dan Perancangan Sistem Informasi Untuk Keunggulan Bersaing Perusahaan Dan Organisasi Modern*. Yogyakarta : andi. 2007.
- [2] Muhajir. *Pendidikan Jasmani, Olahraga, dan Kesehatan*. Yudistira. 2007.
- [3] Muliady, Zainal Abidin, Christian Hadinata, Mario Kusuma. *Robot Humanoid Pemain Bola Soccer Humanoid Robot*”, Universitas Kristen Maranatha, 2012.
- [4] Nurwanto, 2013. “Algoritma Greedy pada Robot Penjaga Gawang”. Makalah IF2211 Strategi Algoritma – Sem. I Tahun 2013/2014.
- [5] Robotis. *ROBOTIS e-Manual v1.18.00*, <http://support.robotis.com.2010>. (Diakses 10 februari 2014)
- [6] Robosavvy. *HaViMo 2.0 - Vision Processing Module for Bioloid, Robobuilder and MCUs with UART at TTL Level*”. http://robosavvy.com/store/product_info.php/products_id/639. (Diakses 10 maret 2014)
- [7] Tony. *Analisis Dan Perancangan Teknologi Pada Robot Sepak Bola*” ,Volume 3:1,2010.
- [8] Winarno dan Arifianto Deni, “*bikin robot itu gampang*”. Surabaya : PT Kawan Pustaka.2011.