

Penggunaan Kamera Global untuk Menentukan Posisi Robot pada Lapangan

Pandu Surya Tantra, Muhammad Azhar Ismail, Dhiaul Ma'ruf, Ivan Falahul Alam, Maulana Falithurrahman, Muhammad Revo Khairullah, Achmad, Dzulfikar Ahmad Samhan, Helga Dendy Ardianika, Kamal Arief, Deksaraka Danier, Dwiki Febrianto, Reynald Sapoetra, Ilham Dwiki Ramadhan, Aulia Rayimas Tinkar, Fatma Cahyani, Rudy Dikairono

Institut Teknologi Sepuluh Nopember (ITS)

Jl. Arief Rahman Hakim, Surabaya 60111

rudydikairono@gmail.com

Abstrak – Penentuan posisi robot adalah salah satu masalah utama dalam pembuatan robot sepak bola. Apabila robot tidak mengetahui posisinya pada lapangan, maka koordinasi antar robot dan tindakan selanjutnya akan sulit ditentukan. Salah satu cara untuk mengetahui posisi robot adalah dengan menggunakan metode *odometry*. Komponen utama *odometry* adalah *rotary encoder* dan kompas. *Rotary encoder* digunakan untuk mengetahui seberapa jauh robot telah berpindah dari posisi awal, sedangkan kompas digunakan sebagai penunjuk ke arah manakah robot berpindah. Namun metode ini mudah terpengaruh slip sehingga menghasilkan nilai *error* terintegral yang membuat nilai *error* posisi semakin besar seiring dengan semakin jauhnya robot berpindah. Untuk itu diperlukan suatu metode yang dapat menentukan posisi robot dengan benar tanpa terpengaruh *odometry*. Cara paling mudah untuk mewujudkan metode tersebut adalah dengan menggunakan kamera global sebagai sensor luar. Perlu diketahui bahwa metode ini hanya dipergunakan untuk riset selama latihan dan tidak dipergunakan dalam pertandingan sesungguhnya.

Kata kunci: *error, omnidirectional, artificial neural network, global positioning*

I. PENDAHULUAN

Robot sepak bola beroda difungsikan untuk dapat bermain sepak bola dengan alat penggerak berupa roda. Robot dirancang dan dibuat dengan memiliki roda sebagai penggerak dan diprogram untuk dapat melakukan strategi penyerangan dan bertahan selayaknya permainan sepakbola. Oleh karena itu tentunya robot harus bisa melakukan beberapa gerakan sepakbola seperti: mencari bola, mengejar bola, mencari gawang lawan, menjaga gawang, merebut bola dari lawan, mengumpan bola ke kawan dan mencetak goal. Untuk memenuhi fungsinya, robot harus mampu mengetahui posisinya pada saat itu. Kamera global digunakan untuk mengetahui posisi robot sebenarnya yang tidak terpengaruh error.

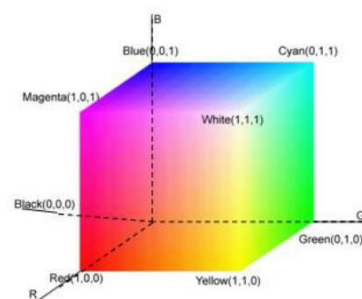
II. TEORI PENUNJANG

A. Pengolahan Citra Digital

Citra dapat didefinisikan sebagai fungsi $f(x, y)$, di mana x dan y adalah koordinat bidang Cartesius dan f adalah amplitudo pada setiap titik koordinat (x, y) atau dapat diartikan sebagai intensitas atau tingkat keabuan pada titik koordinat tersebut. Apabila sebuah citra memiliki nilai f pada keseluruhan bidang (x, y) dengan range yang terbatas dan bernilai diskrit, maka citra tersebut merupakan citra digital. Pemrosesan citra digital dapat didefinisikan sebagai pemrosesan citra dengan menggunakan komputer digital. Citra digital tersusun atas elemen dengan jumlah terbatas dan masing-masing elemen tersebut menempati koordinat tertentu dan memiliki amplitudo/nilai. Elemen-elemen tersebut kemudian disebut dengan elemen citra atau *pixel*.

a. Citra dengan Ruang Warna RGB

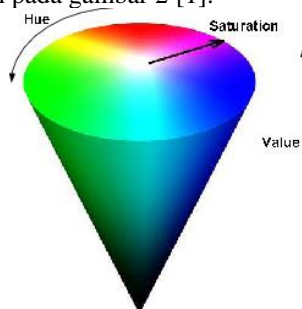
Secara umum mata manusia dapat membedakan warna merah, hijau, dan biru (*Red, Green, Blue*) sehingga warna tertentu dapat dipandang sebagai kombinasi dari ketiga warna tersebut. Ruang warna RGB biasa digunakan pada sistem grafik komputer dan kamera digital. Ruang warna ini dimodelkan dalam bentuk kubus tiga dimensi dengan pusat warna merah, hijau, dan biru berada pada ujung sumbu R, G, dan B seperti pada gambar 1.



Gambar 1. Model Ruang Warna RGB

b. Citra dengan Ruang Warna HSV

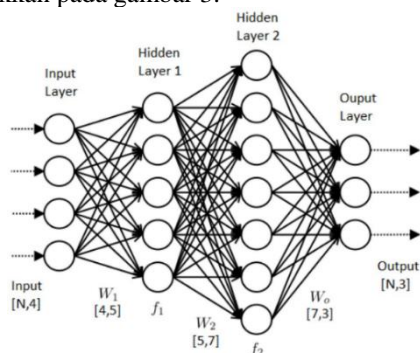
HSV merupakan ruang warna yang merepresentasikan warna seperti yang dilihat oleh mata manusia. HSV kependekan dari *Hue*, *Saturation*, dan *Value* merupakan besaran warna yang biasa digunakan dalam pengolahan citra digital. Ruang warna HSV dimodelkan dengan kerucut terbalik, pusat warna hitam berada pada dasar kerucut dan pusat warna putih berada pada pusat tutup kerucut dikelilingi oleh campuran komposisi warna merah, hijau, dan biru seperti ditunjukkan pada gambar 2 [1].



Gambar 2. Model Ruang Warna HSV

B. Jaringan Syaraf Tiruan (Artificial Neural Network)

Machine learning merupakan istilah yang dipakai dalam bidang keteknikan komputer di mana komputer dapat melakukan suatu tugas tanpa benar-benar diprogram. Dengan menggunakan sampel data dan algoritma tertentu, komputer akan dibuat seolah-olah belajar dari sampel data yang diberikan. Kualitas dan jumlah sampel data yang diberikan sangat mempengaruhi tingkat akurasi *machine learning*. Semakin benar dan semakin banyak jumlah sampel data yang diberikan maka tingkat akurasi dari *machine learning* akan semakin tinggi, dan juga berlaku sebaliknya. Salah satu metode *machine learning* yang populer dan paling banyak digunakan saat ini adalah jaringan syaraf tiruan (*artificial neural network*). Jaringan syaraf tiruan terdiri dari sejumlah *node* yang tersusun berlapis-lapis (*layers*) dan saling terhubung satu sama lain. Masing-masing *node* memiliki koefisien pembobotan yang disebut *weight*. Dan masing-masing *layer* memiliki nilai konstanta yang disebut *bias*. Struktur umum jaringan syaraf tiruan ditunjukkan pada gambar 3.

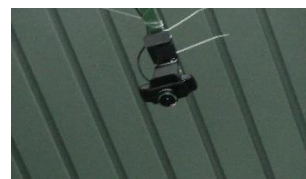


Gambar 3. Struktur Umum Jaringan Syaraf Tiruan

Nilai *weight* dan *bias* digunakan jaringan syaraf tiruan untuk menghitung keluaran dari masukan yang diberikan. Keluaran *layer* pertama digunakan sebagai masukan *layer* kedua, begitu juga keluaran *layer* kedua digunakan sebagai masukan *layer* ketiga, dan seterusnya. Sebelumnya, sebuah fungsi aktivasi diaplikasikan pada masing-masing *layer* untuk mengukur seberapa aktif *node* pada *layer* tersebut. Jaringan syaraf tiruan perlu dilatih agar nilai *weight* dan *bias* nya beradaptasi sehingga dapat memberikan nilai keluaran yang sesuai untuk masukan yang diberikan. Terdapat dua metode pelatihan jaringan syaraf tiruan, yaitu *supervised learning* dan *unsupervised learning* [2]. Metode pelatihan yang umum dilakukan adalah *supervised learning*

C. Kamera Global

Kamera Global yang digunakan adalah kamera Logitech C922 dengan lensa *Fish eye* yang terpasang diatas lapangan dengan tinggi kurang lebih 4.5 meter dari lapangan. Pada ketinggian tersebut, kamera mampu menangkap citra lapangan secara keseluruhan.keuntungan ini lah yang kita gunakan untuk mengetahui posisi robot pada lapangan yang sebenarnya.

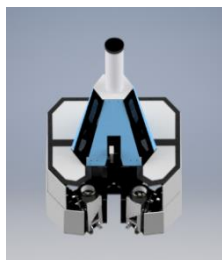


Gambar 4. Kamera Global

III. METODE

A. Perencanaan Mekanik

Mekanik robot didesain menggunakan bahan dasar alumunium padat untuk bodinya dan akrilik untuk beberapa bagian lain semisal penyangga sensor dan alat elektronik lainnya. Desain dari robot ditunjukkan pada Gambar. Dibagian atas diberikan silinder tabung akrilik sebagai pelindung kamera dan kamera omnidireksional ditempatkan didalamnya. Kamera omnidireksional ini didesain sedemikian rupa sehingga kamera ini menghadap keatas, dan pada bagian atas kamera merupakan cermin cembung yang berfungsi agar jangkauan kamera lebih luas serta mengurangi titik buta terutama di daerah bagian dekat robot. Robot ini didesain mengerucut juga merupakan bagian dari strategi untuk membantu kamera omnidireksional menjalankan fungsinya dengan lebih baik dan efektif. Dengan metode ini, performa maksimum dari kamera yang dimiliki robot dapat mencakup hampir keseluruhan bagian lapangan.



Gambar 5. Design 3D Robot

B. Perencanaan Metode Pengambilan Data

Kelemahan terbesar dalam penggunaan kamera global dengan *Fish eye* seperti ini adalah tidak linear nya hasil pembacaan data yang didapat. Hal ini sangat berpotensi meningkatkan *error* pada data yang telah diambil. Ketidaklinearan ini disebabkan hasil pengambilan citra menggunakan *Fish eye* akan menyebabkan lapangan terlihat melengkung seperti pada gambar 6.



Gambar 6. Pengambilan citra lapangan

Sehingga data koordinat yang telah diambil menggunakan kamera global tidak dapat merepresentasikan koordinat robot yang sebenarnya. Untuk itulah diperlukan *ANN* untuk mendapatkan koordinat robot sebenarnya.

Pengambilan data dilakukan dengan cara membandingkan tiap-tiap koordinat robot pada titik uji dengan koordinat yang terbaca oleh kamera. Titik uji diambil setiap 50 cm pada lebar lapangan, dan 100 cm pada panjang lapangan. Sehingga didapat 117 titik uji.

C. Perencanaan Software Learning dan Software Pengolahan Data Kamera Global

Pengambilan data posisi pada kamera global dilakukan melalui beberapa tahap sebagai berikut :

1. Mengubah ruang warna citra lapangan menjadi ruang warna HSV
2. Memberi nilai ambang HSV untuk segmentasi lapangan
3. Memotong dan menormalisasi citra lapangan
4. Memberi nilai ambang HSV untuk segmentasi robot
5. Mendapatkan koordinat pixel robot pada lapangan

Jaringan syaraf tiruan yang digunakan menggunakan 117 data kalibrasi yang telah diambil saat pengambilan data. Dengan 2 input dan 2 output Proses pelatihan jaringan syaraf tiruan dilakukan dengan memanfaatkan GPU *NVIDIA GeForce 840M*.

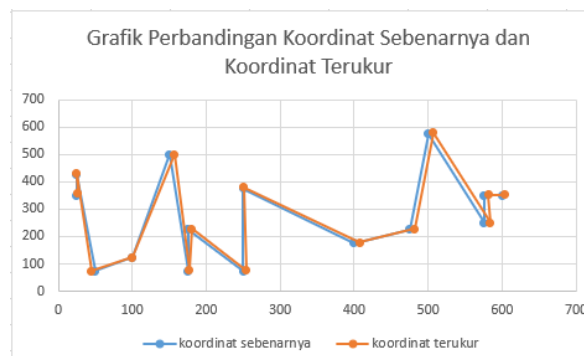
IV. HASIL DAN DISKUSI

A. Pengujian Posisi Global

Pengujian dilakukan dengan memosisikan robot pada titik-titik di lapangan dan dibandingkan dengan keluaran *ANN* pada kamera global

Tabel 1. Hasil Pengujian Posisi Global

Koordinat (cm)		Koordinat Terukur (cm)		Error (cm)		Error Koordinat (cm)
X	y	x	y	x	y	
25	350	26	357	-0.62	-7.14	7.17
25	425	25	430	-0.28	-4.77	4.77
50	75	45	75	4.73	0.49	4.76
100	125	100	125	0.14	0.18	0.23
150	500	157	500	-6.52	0.47	6.54
175	75	177	78	-2.45	-2.73	3.67
175	225	180	229	-5.38	-4.38	6.94
250	75	254	76	-4.50	-0.87	4.58
250	375	251	380	-1.21	-5.21	5.35
400	175	407	178	-6.89	-2.70	7.40
475	225	482	228	-7.13	-2.99	7.73
500	575	507	580	-6.71	-5.24	8.51
575	250	584	250	-9.04	-0.04	9.04
575	350	581	354	-6.08	-4.24	7.41
600	350	603	352	-2.84	-1.75	3.33
RMSE (cm)				5.11	3.59	6.25



Gambar 7. Grafik Perbandingan Koordinat Sebenarnya dan Koordinat Terukur

Tabel diatas menggambarkan perbandingan posisi sebenarnya dengan posisi pada pixel yang diambil. Dengan menggunakan *ANN* kita bisa mendapatkan nilai perbandingan 2 dimensi x dan y pada tiap bagian lapangan, tidak hanya pada titik uji saja dengan tingkat keberhasilan yang tinggi.

V. KESIMPULAN

Metode penggunaan kamera global untuk mengetahui posisi robot secara real ini dapat diterapkan dengan baik untuk mengetahui error posisi yang terjadi akibat adanya *integral error* pada sensor dalam robot seperti *odometry* atau sensor-sensor lain. Sistem penentuan posisi global mampu memberikan data

posisi dengan rata-rata *error* sebesar 6,25cm. Namun sistem ini sering kali gagal mendeteksi robot jika robot berada di pinggir lapangan. Hal ini dikarenakan kepala robot yang keluar dari jangkauan segmentasi lapangan.

VI. DAFTAR PUSTAKA

- [1] R. C. Gonzalez dan R. E. Woods, *Digital image processing*, 3. ed., internat. ed. Upper Saddle River, NJ: Pearson, 2010.
- [2] T. Munakata, *Fundamentals of the new artificial intelligence: neural, evolutionary, fuzzy and more*, 2. ed. London: Springer, 2008.