BAB 2
TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Studi Literatur

2.1.1 *Omnidirectional Camera*

Kontes robot sepak bola indonesia (KRSBI) adalah kontes robot humanoid dimana 2 tim robot diadu dengan cara bermain sepak bola. Robot diharapkan dapat mengenali bola, lawan dan gawang sendiri maupun gawang musuh. permasalahan yang mendasar pada KRSBI yaitu pada bagian *computer vision*, *computer vision* bertugas memberikan informasi dasar yang diperlukan robot untuk bergerak. Menggunakan *omnidirectional camera* memungkinkan robot untuk melihat pada segala arah pada saat yang sama tanpa menggerakkan robot dan tanpa menggerakkan kamera. Sehingga robot dapat dengan mudah mendapatkan citra bola, gawang, dan musuh tanpa menggerakkan kamera [2].

Menurut Ivan, Francois, dan Ivan, *omnidirectional camera* dari definisinya memberikan tampilan 360° dari pemandangan sekitarnya dan dengan demikian menjadikan *omnidirectional camera* sebagai alat yang penting dalam *vision* robot. Peningkatan *field of view* dapat diperoleh dengan menggunakan beberapa kamera panorama yang disinkronkan, kombinasi kamera dan cermin, atau kamera dengan lensa *wide-angle*. Jumlah informasi dalam gambar tunggal meningkatkan kemampuan robot dalam menafsirkan, bertindak, dan bereaksi dalam lingkungan. Contoh penggunaan *omnidirectional camera* sebagai sensor adalah *visual odometry*, navigasi, *structure-from-motion*, *visual servoing*, dan *tracking* objek bergerak [3].

Menurut Lukierski, Leutenegger, dan Davison, *omnidirectional camera* memungkinkan kamera untuk memberikan pandangan sekitar robot sekaligus. Dapat dipahami bahwa *field of view* seluas mungkin bermanfaat untuk lokalisasi. Kelebihan *omnidirectional camera* adalah cakupan kamera yang luas dan instan serta kemudahan integrasi kamera dengan robot; sedangkan kelemahannya adalah distorsi bentuk objek dan sulit untuk mengkalibrasi karakteristik proyeksi gambar [4].

2.1.2 Pengenalan Objek

Pengenalan objek merupakan suatu hal yang sangat mendasar dalam ilmu pemrosesan citra. Pengenalan objek memiliki peran yang sangat penting untuk diketahui terlebih dahulu sebelum diterapkan pada navigasi robot, khususnya robot yang menggunakan kamera. Tanpa pengenalan

objek, segala sesuatu yang ditangkap oleh kamera akan dianggap sebagai gambar tanpa perlu dihindari.

Menurut Emole, dalam pengenalan objek berbentuk bulat, beberapa metode yang dapat digunakan adalah *hough transforms* dan *template matching*. Metode *hough transforms* adalah metode ekstraksi yang digunakan pada analisa citra, *computer vision*, dan pemrosesan citra digital. Tujuan dari metode ini adalah untuk menemukan contoh objek yang tidak sempurna dalam bentuk kelas tertentu melalui prosedur pemungutan suara. Sedangkan *template matching* adalah metode yang menggunakan contoh gambar dari objek tersebut sebagai acuan. Metode *hough transforms* dapat mendeteksi bola sebagai lingkaran dengan tepat [5].

Menurut Rohmah dan Prianggodo, pengenalan objek membutuhkan aplikasi dari metode *hough transforms* dengan menambahkan *colour filtering* untuk ekstraksi ciri warna. *Colour filtering* ini bertujuan untuk memisahkan / segmentasi antara objek dengan *background*. Ruang warna HSV (*hue, saturation, value*) yang digunakan pada *colour filtering* lebih bagus dibandingkan dengan RGB. Ruang warna HSV menggunakkan penekanan variasi persepsi visual dalam satu piksel, sehingga pengenalan objek menghasilkan performa yang lebih baik. Dapat disimpulkan bahwa metode *hough transforms* dengan menggunakan *colour filtering* menghasilkan kinerja yang lebih baik daripada metode *hough transforms* tanpa menggunakan *colour filtering* [6].

Menurut Voigtländer, metode pengenalan objek berbentuk bola sangat membutuhkan pembacaan bola secara 3 dimensi, terutama untuk laga pada *robocup*. Hal tersebut dibutuhkan karena kebanyakan dari tim yang bermain pada *robocup* dapat menendang bola secara lambung. Pendekteksian bola 3 dimensi secara *real-time* menggunakan 2 kamera sebagai acuan data. Kamera pertama menggunakan *omnicamera* dan yang kedua menggunakan kamera perspektif. Metode ini juga dapat menentukan posisi bola secara 3 dimensi dan dapat memprediksi gerakan bola secara dinamik. Pembacaan bola dengan menggunakan 2 kamera ini memiliki kelebihan, yaitu dapat membaca bola lambung lebih baik dibandingkan dengan metode kamera tunggal [7].

2.2 Tinjauan Teori

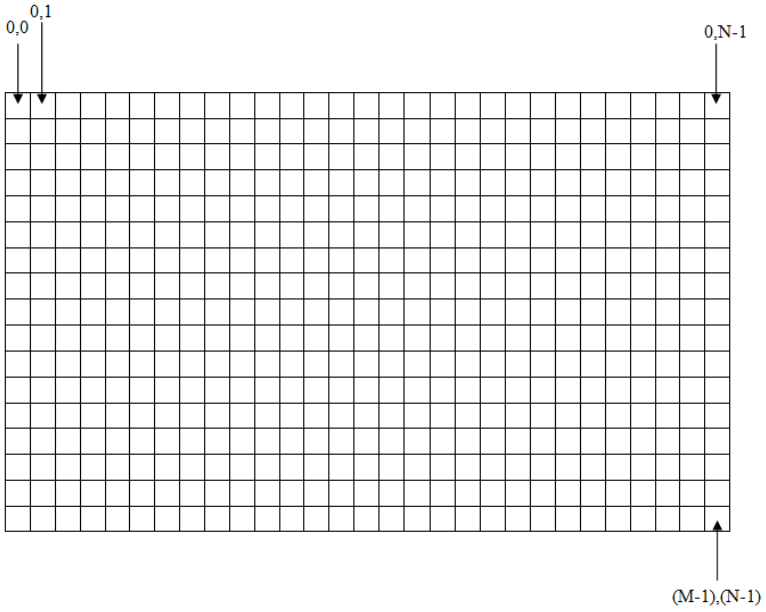
2.2.1 OpenCV

OpenCV *(Open-Source Computer Vision)* adalah *library open source computer vision* dan *machine learning*. *Computer vision* bertujuan untuk menentukan apa yang terjadi didepan kamera dan menggunakan pemahaman itu untuk mengendalikan komputer atau sistem robot. OpenCV

didesain untuk efisiensi komputasi dan fokus pada *real-time*. OpenCV dapat digunakan untuk penggunaan akademis dan komersial secara gratis. Penggunaan *library* openCV meliputi seni interaktif hingga sistem robotika tingkat lanjut [8].

2.2.2 Representasi Citra Digital

Menurut Kadir, kumpulan titik atau piksel digunakan untuk membentuk suatu citra digital. Representasi citra digital adalah suatu tahap yang digunakan untuk menampilkan kembali citra digital dengan cara mencacah gambar kedalam bentuk titik – titik atau piksel. Piksel digambarkan sebagai satu kotak. Masing – masing piksel memiliki koordinat posisi. Pada Gambar 2.1 menunjukkan sistem koordinat untuk menyatakan citra digital berukuran M × N, dimana M sebagai baris dan N sebagai kolom [9].



Gambar 2.1 Representasi Citra Digital

2.2.3 Jenis Citra

Secara umum citra yang digunakan dalam pemrosesan citra ada tiga jenis yaitu citra biner, citra berskala keabuan, dan citra berwarna.

2.2.3.1 Citra Biner

Salah satu cara merepresentasikan citra digital yaitu menggunakan citra biner, dimana setiap piksel didalam citra biner hanya dinyatakan dengan nilai 0 untuk mewakili warna hitam dan nilai 1 untuk mewakili warna putih. Citra jenis ini banyak dipakai dalam pemrosesan citra salah satunya digunakan untuk menentukan tepi bentuk suatu objek.

2.2.3.2 Citra Berskala Keabuan

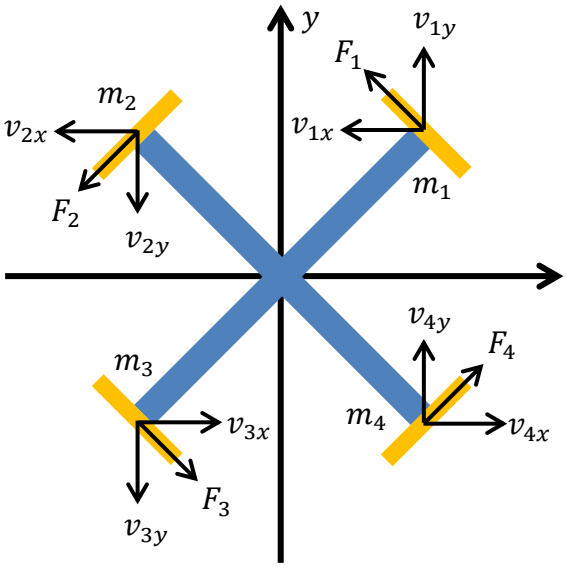
Citra berskala keabuan merupakan metode untuk merepresentasikan citra digital dengan menggunakan skala keabuan, dimana warna (intensitas) bernilai antara 0 (hitam) sampai dengan 255 (putih).

2.2.3.3 Citra Berwarna

Citra berwarna atau disebut citra RGB merupakan suatu cara untuk merepresentasikan citra digital dengan menggunakan kombinasi dari komponen R (merah), G (hijau), dan B (biru). Setiap komponen warna menggunakan nilai antara 0 sampai 255. Sehingga warna yang dapat ditampilkan mencapai 255 × 255 × 255 atau 16.581.375 warna. Setiap komponen warna memiliki intensitas tersendiri yaitu berkisar nilai 0 hingga 255.

2.2.4 Roda *Omnidirectional*

Roda *omnidirectional* memungkinkan robot untuk bergerak kesegala arah tanpa harus memutar. Gambar 2.2 merupakan desain peletakan roda yang akan digunakan untuk mencari persamaan matematis robot [10].



Gambar 2.2 Model Kinematika Robot

Persamaan matematis robot beroda berdasarkan Gambar 2.2 adalah :

$$\begin{bmatrix} V_1 \\ V_2 \\ V_3 \\ V_4 \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} -sin\ \alpha & cos\ \alpha & 1 \\ -sin\ \alpha & -cos\ \alpha & 1 \\ sin\ \alpha & -cos\ \alpha & 1 \\ sin\ \alpha & cos\ \alpha & 1 \end{bmatrix} \begin{bmatrix} vx \\ vy \\ L\omega \end{bmatrix} \quad (2.1)$$

$$V_1 = (-sin(\alpha_1) \times V_x) + \left(cos(\alpha_1) \times V_y\right) + (L \times \omega)$$

$$V_2 = (-sin(\alpha_2) \times V_x) + \left(-cos(\alpha_2) \times V_y\right) + (L \times \omega)$$

$$V_3 = (sin(\alpha_3) \times V_x) + \left(-cos(\alpha_3) \times V_y\right) + (L \times \omega) \quad (2.2)$$

$$V_4 = (sin(\alpha_4) \times V_x) + \left(cos(\alpha_4) \times V_y\right) + (L \times \omega)$$

Keterangan :

$\alpha = 45°$	: jarak antar roda
$L = 13\ cm$	: panjang jari-jari robot
ω	: percepatan sudut
V_x	: nilai koordinat pembacaan kamera pada sumbu x (px)
V_y	: nilai koordinat pembacaan kamera pada sumbu y (px)
$V_1; V_2; V_3; V_4$	: motor nomor $1; 2; 3; 4$

Contoh kasus :



Gambar 2.3 Ilustrasi Pengambilan Citra Pergerakan

Pada Gambar 2.3 jarak objek dengan robot yaitu $60cm$. Koordinat yang didapat yaitu $cx = -38$ dan $cy = -82$. Dari data koordinat cx dan cy kemudian dimasukkan kedalam rumus matematis roda yang telah dikalkulasi seperti pada rumus 2.3.

$$M_1 = \left((-0{,}7) \times cx\right) + (0{,}7 \times cy)$$

$$M_2 = \left((-0{,}7) \times cx\right) + (-0{,}7 \times cy) \quad (2.3)$$

$$M_3 = (0{,}7 \times cx) + ((-0{,}7) \times cy)$$
$$M_4 = (0{,}7 \times cx) + (0{,}7 \times cy)$$

Keterangan :

cx : nilai pembacaan kamera pada sumbu x setelah dikalibrasi (piksel)

cy : nilai pembacaan kamera pada sumbu y setelah dikalibrasi (piksel)

$M_1; M_2; M_3; M_4$: motor nomor $1; 2; 3; 4$

Maka didapat nilai M_1 sebesar $-30{,}8$, M_2 sebesar 84, M_3 sebesar $30{,}8$, M_4 sebesar -84. Sebelum dikirimkan ke arduino, nilai tersebut bernilai *double* kemudian diubah ke nilai *integer* sehingga nilai yang dikirimkan ke arduino hanya $-30\ 84\ 30 - 84$ (pemisah antar nilai motor berupa spasi) nilai inilah yang disebut dengan nilai arah dan kecepatan.