

SINKRONISASI METODE *ODOMETRY* DENGAN *VISION DETECTION* PADA SISTEM *PASSING* ROBOT SEPAK BOLA BERODA

Nama : Dany Maulana
NIM : 180431100057
Program Studi : Teknik Elektro
Dosen Pembimbing : 1. Achmad Ubaidillah, S.T., M.T.
2. Achmad Fiqhi Ibadillah, S.T., M.Sc.

ABSTRAK

KRSBI (Kontes Robot Sepak Bola Beroda) merupakan salah satu divisi dalam KRI (Kontes Robot Indonesia) yang menggunakan robot *mobile* beroda dengan tujuan melakukan permainan sepak bola. *Passing* adalah salah satu strategi penting bagi robot untuk mendominasi bola selama pertandingan, dan dibutuhkan posisi dan deteksi yang akurat. Robot sepak bola menggunakan *mapping odometry* untuk menentukan posisi robot dalam vektor Kartesian (x, y), dan *vision detection* digunakan untuk mendeteksi objek. Penelitian ini bertujuan untuk menyinkronkan nilai yang diperoleh dari *vision detection* dan *mapping odometry* untuk melakukan strategi *passing*. Pengujian metode *mapping odometri*, menunjukkan bahwa nilai *error* tertinggi adalah 7° untuk sudut dan 28,87 cm untuk jarak. *error* ini dipengaruhi oleh faktor seperti slip antara *omniwheel* dan lapangan serta penurunan akurasi sensor *gyroscope* seiring waktu. Kalibrasi *hardware* kamera diperlukan untuk menyesuaikan level sensitivitas, koordinat dan sudut kamera. Pengujian akurasi *passing* tanpa *obstacle* didapatkan nilai 73,3%, sedangkan dengan *obstacle*, menurun menjadi 66,6% dikarenakan jarak manuver robot lebih panjang saat menghindari *obstacle*. Durasi *passing* menentukan tingkat kepresisian sudut *odometry* terhadap *vision detection* saat melakukan sinkronisasi sudut. Presisi dalam menangani bola adalah 14,8 cm tanpa *obstacle* dan 15,8 cm dengan *obstacle*.

Kata Kunci: Robot sepak bola beroda, *Passing*, *Odometry*, *Vision Detection*.

SYNCHRONIZATION OF ODOMETRY METHOD WITH VISION DETECTION IN WHEELED SOCCER ROBOT PASSING SYSTEM

Name : Dany Maulana
NIM : 180431100057
Studies Major : Teknik Elektro
Advisor Lecturer : 1. Achmad Ubaidillah, S.T., M.T.
2. Achmad Fiqhi Ibadillah, S.T., M.Sc.

ABSTRACT

The Wheel-Robot Soccer Contest (KRSBI) is one of the divisions in the Indonesian Robot Contest (KRI) that utilizes wheeled mobile robots with the aim of playing soccer. Passing is one of the crucial strategies for robots to dominate the ball during the game, and it requires accurate positioning and detection. Soccer robots use odometry mapping to determine the robot's position in Cartesian vectors (x, y), and vision detection is used to detect objects. This research aims to synchronize the values obtained from vision detection and odometry mapping for passing strategies. Testing the odometry mapping method showed that the highest error value is 7° for angles and 28.87 cm for distance. This error is influenced by factors such as slip between the omniwheels and the field, as well as a decrease in gyroscope sensor accuracy over time. Calibration of the camera hardware is required to adjust the sensitivity level, coordinates, and camera angles. Accuracy testing for passing without obstacles yielded a value of 73.3%, while with obstacles, it decreased to 66.6% due to the longer robot maneuver distance when avoiding obstacles. The duration of passing determines the level of accuracy of the odometry angle compared to vision detection when synchronizing angles. Precision in handling the ball is 14.8 cm without obstacles and 15.8 cm with obstacles.

Keywords: Wheeled soccer robot, Passing, Odometry, Vision Detection.

DAFTAR ISI

Halaman Judul.....	i
Halaman Pengesahan.....	ii
Halaman Pernyataan Orisinalitas Judul.....	iii
Motto	iv
Kata Pengantar	v
Abstrak	vi
<i>Abstract</i>	vii
Daftar Isi.....	viii
Daftar Gambar.....	xii
Daftar Tabel.....	xi
Daftar Lampiran	xiii
 BAB I PENDAHULUAN	 1
1.1. Latar Belakang	1
1.2. Rumusan Masalah	3
1.3. Tujuan Penelitian.....	3
1.3.1. Tujuan.....	3
1.3.2. Manfaat.....	3
1.4. Batasan Masalah.....	4
1.5. Metodologi Penelitian	4
1.6. Sistematika Penulisan.....	5
1.7. Jadwal Pelaksanaan Penelitian	5
BAB II TEORI PENUNJANG	7
2.1. Penelitian Terdahulu	7
2.2. Dasar Teori.....	9
2.2.1. Ruang Warna HSV	9
2.2.2. <i>Color Segmentation</i>	11
2.2.3. <i>Noise Filtering</i> (Gaussian Blur)	13
2.2.4. LUT (<i>Look Up Table</i>)	14
2.2.5. <i>Scanlines</i>	15
2.2.6. MPU6050 (<i>Accelerometer & Gyroscope Sensor</i>)	17
2.2.7. <i>Roda Omni Directional</i>	19

2.2.8. <i>Rotary Encoder</i>	21
2.2.9. <i>Odometry</i>	23
2.2.10. <i>Trigonometry</i>	24
2.2.11. <i>PID Controller</i>	25
2.2.12. Mikrokontroler STM32F407VGT	26
BAB III PERANCANGAN SISTEM	27
3.1. Perancangan Perangkat	27
3.1.1. Perancangan Sistem <i>Mapping</i>	27
3.1.2. Penentuan Arah <i>Passing</i> dengan <i>Mapping</i>	28
3.1.3. Proyeksi <i>Mapping Odometry</i> dengan Lapangan	28
3.1.4. Algoritma Sistem <i>Vision Detection</i>	29
3.1.5. Proyeksi Kamera dengan Arah Robot	29
3.1.6. Algoritma Penentuan Arah <i>Passing</i>	30
3.1.7. Rancangan Skematik Elektronika	31
3.2. Analisis Kebutuhan	32
3.2.1. Kebutuhan Alat dan Objek Penelitian	32
3.2.2. Kebutuhan <i>Software</i>	33
BAB IV HASIL PENGUJIAN DAN ANALISIS	33
4.1. Pengujian <i>Mapping</i> dengan <i>Odometry</i>	33
4.2. Pengujian <i>Vision Robot</i>	40
4.2.1. Akuisisi <i>Vision</i>	40
4.2.2. Kalibrasi HSV	42
4.2.3. <i>Scanlines</i>	43
4.2.4. Penempatan (<i>Positioning</i>) Kamera	44
4.3. Pengujian Sistem <i>Passing</i>	46
4.3.1. <i>Passing</i> Tanpa Menggunakan <i>Obstacle</i>	46
4.3.2. <i>Passing</i> Menggunakan <i>Obstacle</i>	50
BAB V PENUTUP	59
5.1. Kesimpulan	59
5.2. Saran	60
Daftar Pustaka	61
Lampiran	63
Daftar Riwayat Hidup	128

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1. Model Ruang Warna HSV	9
Gambar 2.2. Flowchart Perbedaan Metode Threshold [9]	13
Gambar 2.3. Citra Asli (a), Citra Grayscale (b), Citra dengan Fixed Threshold (c)	13
Gambar 2.4. Citra Asli (a) dan Citra dengan Gaussian Blur (b)	14
Gambar 2.5. Horizontal Scanlines (a), Vertical Scanlines (b)	16
Gambar 2.6. Modul Sensor MPU6050	17
Gambar 2.7. Struktur MEMS Sensor Akselerometer [13]	17
Gambar 2.8. Struktur MEMS Sensor Girooskop dan Efek Coriolis [13]	18
Gambar 2.9. Perubahan Arah Sumbu X, Roll (a), Perubahan Arah Sumbu Y, Pitch (b)	18
Gambar 2.10. Roda Omni Directional	20
Gambar 2.11. Vektor Kinematika Roda Omni-Directional	20
Gambar 2.12. Kinematika Tiga Roda Omni-Directional	21
Gambar 2.13. Perbedaan Gelombang Encoder	22
Gambar 2.14. Prinsip Kerja Magnetic Rotary Encoder	22
Gambar 2.15. Prinsip Kerja Optical Rotary Encoder	23
Gambar 2.16. Grafik Koordinat dengan Trigonometri	24
Gambar 2.17. Segitiga Sembarang	25
Gambar 2.18. Board STM32F407VGT	26
Gambar 3.1. Proses Mapping Robot Sepak Bola	27
Gambar 3.2. Desain Penempatan Rotary Encoder Sumbu	27
Gambar 3.3. Diagram Alur Penentuan Arah Passing dengan Mapping	28
Gambar 3.4. Proyeksi Lapangan Robot Sepak Bola Beroda dalam Diagram Cartesian	28
Gambar 3.5. Diagram Alur Sistem Vision Detection	29
Gambar 3.6. Proyeksi Vision Robot Sepak Bola Beroda dalam Diagram Cartesian	30
Gambar 3.7. Flowchart Penentuan Arah Passing Robot Sepak Bola Beroda	31
Gambar 4.1. Arah Peletakan Rotary Encoder	33
Gambar 4.2. Titik Pusat Lapangan Robot Sepak Bola Beroda	34
Gambar 4.3. Data odometry Pengujian ke-1 pada LCD (a) Data Awal dan (b) Data Akhir	35
Gambar 4.4. Data odometry Pengujian ke-2 pada LCD (a) Data Awal dan (b) Data Akhir	36
Gambar 4.5. Data odometry Pengujian ke-3 pada LCD (a) Data Awal dan (b) Data Akhir	38
Gambar 4.6. Citra Hasil Proyeksi Vision Robot	41

Gambar 4.7. Citra Gaussian Blur pada Vision Robot	41
Gambar 4.8. Kalibrasi HSV Omni-Camera	42
Gambar 4.9. Kalibrasi HSV Front-Camera	43
Gambar 4.10. Radial Scanlines pada Vision Robot	43
Gambar 4.11. Horizontal Scanlines pada Vision Robot.....	44
Gambar 4.12. Positioning Koordinat Y Omni-Camera.....	44
Gambar 4.13. Positioning Koordinat X Omni-Camera.....	45
Gambar 4.14. Positioning Koordinat X Front-Camera	45
Gambar 4.15. Positioning Koordinat Y Front-Camera	46

DAFTAR TABEL

Tabel 1.1. Jadwal Kegiatan Penelitian	6
Tabel 2.1. LUT untuk Klasifikasi Warna	15
Tabel 2.2. MPU6050 Modul Pinout	19
Tabel 4.1. Pengujian Odometry ke-1	35
Tabel 4.2. Pengujian Odometry ke-2	36
Tabel 4.3. Pengujian Odometry ke-3	38
Tabel 4.4. Hasil Perhitungan Metode Odometry.....	39
Tabel 4.5. Pengujian Mapping Odometry	40
Tabel 4.6. LUT Omni-Camera	42
Tabel 4.7. LUT Front-Camera.....	42
Tabel 4.8. Hasil Uji Vision Detection Sistem Passing Tanpa Obstacle	47
Tabel 4.9. Pengujian Arah bola pada Passing Tanpa Obstacle	48
Tabel 4.10. Pengujian Akuisisi Kamera dan Mapping Passing dengan Obstacle.....	50
Tabel 4.11. Pengujian Arah bola pada Passing Menggunakan Obstacle	52

DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran 1. Program Pergerakan STM32 Master	63
Lampiran 2. Program Pergerakan STM32 Slave	112
Lampiran 3. Dokumentasi Foto Robot Sepak Bola Beroda	127
Lampiran 4. Link Program dan Desain Elektronika di GitHub	127