

**IMPLEMENTASI SISTEM NAVIGASI AREA POSISI ROBOT  
DENGAN METODE *HAAR CASCADE CLASSIFIER OPENCV*  
PADA ROBOT SEPAKBOLA BERODA**

**SKRIPSI  
TEKNIK ELEKTRO KONSENTRASI TEKNIK ELEKTRONIKA**

Diajukan Untuk Memenuhi Persyaratan  
Memperoleh Gelar Sarjana Teknik



**HASDI SASANDI  
NIM. 135060300111022**

**UNIVERSITAS BRAWIJAYA  
FAKULTAS TEKNIK  
MALANG  
2017**



**LEMBAR PENGESAHAN**  
**IMPLEMENTASI SISTEM NAVIGASI AREA POSISI ROBOT**  
**DENGAN METODE *HAAR CASCADE CLASSIFIER OPENCV* PADA**  
**ROBOT SEPAKBOLA BERODA**

**SKRIPSI**

**TEKNIK ELEKTRO KONSENTRASI TEKNIK ELEKTRONIKA**

Ditujukan untuk memenuhi persyaratan  
memperoleh gelar Sarjana Teknik



**HASDI SASANDI**

**NIM. 135060300111022**

Skripsi ini telah direvisi dan disetujui oleh dosen pembimbing  
Pada tanggal 15 Agustus 2017

**Dosen Pembimbing I**

**Dr. Eng. Panca Mudjirahardjo, S.T., M.T.**  
**NIP. 19700329 200012 1 001**

**Dosen Pembimbing II**

**Adharul Muttaqin, S.T., M.T.**  
**NIP. 19760121 200501 1 001**

Mengetahui,

**Ketua Jurusan Teknik Elektro**



**M. Aziz Muslim, S.T., M.T., Ph.D**

**NIP. 19741203 200012 1 001**



**JUDUL SKRIPSI :**

**IMPLEMENTASI SISTEM NAVIGASI AREA POSISI ROBOT DENGAN METODE  
HAAR CASCADE CLASSIFIER OPENCV PADA ROBOT SEPAKBOLA BERODA**

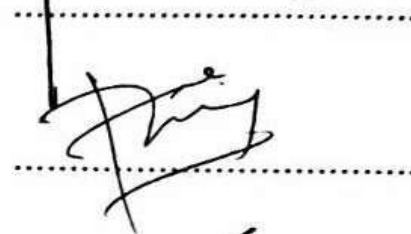
**Nama Mahasiswa : Hasdi Sasandi**  
**NIM : 135060300111022**  
**Program Studi : Teknik Elektro**  
**Konsentrasi : Teknik Elektronika**

**KOMISI PEMBIMBING :**

**Ketua : Dr.Eng. Panca Mudjirahardjo, S.T., M.T.**

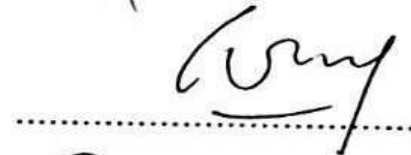


**Anggota : Adharul Muttaqin, S.T., M.T.**



**TIM DOSEN PENGUJI :**

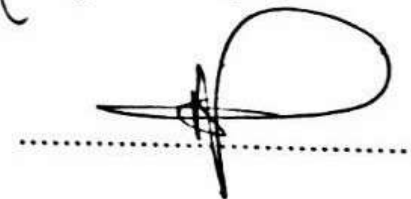
**Dosen Penguji 1: Dr. Ir. Ponco Siwindarto, M.Eng.Sc.**



**Dosen Penguji 2: Dr. Ir. Bambang Siswojo, M.T**



**Dosen Penguji 3: Eka Maulana, S.T., M.T., M.Eng**



**Tanggal Ujian : 14 Agustus 2017**

**SK Penguji : No. 1091/UN10.F07/SK/2017**



## **PERNYATAAN ORISINALITAS SKRIPSI**

Saya menyatakan dengan sebenar-benarnya bahwa sepanjang pengetahuan saya dan berdasarkan hasil penelusuran berbagai karya ilmiah, gagasan dan masalah ilmiah yang diteliti dan diulas di dalam Naskah Skripsi ini adalah asli dari pemikiran saya. Tidak terdapat karya ilmiah yang pernah diajukan oleh orang lain untuk memperoleh gelar akademik di suatu Perguruan Tinggi, dan tidak terdapat karya atau pendapat yang pernah ditulis atau diterbitkan oleh orang lain, kecuali yang secara tertulis dikutip dalam naskah ini dan disebutkan dalam sumber kutipan dan daftar pustaka.

Apabila ternyata di dalam naskah Skripsi ini dapat dibuktikan terdapat unsur-unsur jiplakan, saya bersedia Skripsi dibatalkan, serta diproses sesuai dengan peraturan perundang-undangan yang berlaku (UU No. 20 Tahun 2003, pasal 25 ayat 2 dan pasal 70).

Malang, 15 Agustus 2017

**Mahasiswa,**

**Hasdi Sasandi**  
**NIM. 135060300111022**





*Untuk Ibu dan bapak,  
Teman hidup paling berjasa*



## RINGKASAN

**Hasdi Sasandi**, Jurusan Teknik Elektro, Fakultas Teknik Universitas Brawijaya, Juli 2017, *Implementasi Sistem Navigasi Area Posisi Robot dengan Metode Haar Cascade Classifier OpenCV pada Robot Sepakbola Beroda*, Dosen Pembimbing: Panca Mudjirahardjo dan Adharul Muttaqin.

Dalam kompetisi MiroSot FIRA, sebuah *mobile robot autonomous* yang cerdas tentu harus mampu mengenali keadaan lingkungan. Robot harus mampu mengenali arena yang menjadi lintasan robot. Selain itu robot harus mampu mengenali berbagai macam objek atau fitur yang ada pada arena. Salah satu metode yang digunakan untuk mengenali fitur yang ada pada arena tersebut adalah dengan menggunakan sensor kamera untuk mengenali berbagai macam fitur. Permasalahan utama yang selalu terjadi pada kontes di MiroSot FIRA adalah bagaimana mendefinisikan suatu robot dengan gangguan *noise* yang sedikit dan mampu bernavigasi sesuai area yang ditetapkan. Dalam makalah ini, kami mendesain dan mengevaluasi sebuah robot sepakbola beroda berbasis *Computer Vision* sederhana. Deteksi robot untuk bernavigasi dengan menggunakan metode *Haar Cascade*. Menggunakan kamera sebagai sensor, robot kami dapat membedakan objek yang menyerupai ciri dari objek robot. Hasil eksperimen robot bernavigasi pada saat ditentukan kecepatan linear pada nilai 0,7 m/s, menunjukkan hasil navigasi jarak terjauh mampu menempuh dengan rata-rata waktu 6,99 detik, sedangkan untuk jarak terdekat robot mampu bernavigasi dengan waktu tempuh rata-rata 1,877 detik.

*Kata Kunci* : Navigasi Robot, pengolahan citra digital, MiroSot FIRA, *Haar Cascade*



## **SUMMARY**

**Hasdi Sasandi**, Department of Electrical Engineering, Faculty of Engineering Brawijaya University, July 2017, Implementation Area Navigation Position System Robot using Haar Cascade Classifier OpenCV Method on Robot Soccer : Panca Mudjirahardjo and Adharul Muttaqin.

*in MiroSot FIRA competition, a smart mobile robot autonomous should knowing their environment condition. Robot should known their path beside of that robot should known another object or obstacle in arena. Some method that we used to classification object in arena is to use camera for classification many object. Common problem that always happened in MiroSot FIRA competition is how to classification object with less noise and robot can navigate due fixed area. in this paper we design and evaluate a simple Computer vision based robot soccer. Robot detection for navigate based on Haar Cascade method. The experimental result navigate robot when forward movement linear speed at 0,7 m/s, shown that the longest distance navigate robot can travel with average time 6,99 seconds while for the shortest distance navigate robot can travel with average time 1,877 seconds.*

**Keywords** : Robot Navigation, digital image processing, MiroSot FIRA, Haar Cascade



## PENGANTAR

Puji syukur Penulis panjatkan kepada Tuhan Yang Maha Esa karena berkat limpahan rahmat dan hidayat-Nya Penulis dapat menyelesaikan Laporan Skripsi yang berjudul ” Implementasi Sistem Navigasi Posisi Robot dengan Metode *Haar Cascade Classifier OpenCV* pada Robot Sepakbola Beroda”. Laporan ini dibuat dengan tujuan untuk memenuhi persyaratan memperoleh gelar Sarjana Teknik pada Jurusan Teknik Elektro Konsentrasi Teknik Elektronika Fakultas Teknik Universitas Brawijaya Malang.

Dalam penyusunan Laporan ini tidak sedikit hambatan yang penulis hadapi, namun penulis menyadari bahwa kelancaran dalam penyusunan Laporan ini berkat bantuan, dorongan, dan bimbingan dari berbagai pihak baik secara langsung maupun tidak langsung, untuk itu penulis menyampaikan terima kasih yang sebesar-besarnya kepada:

1. Kedua orang tua tercinta, Hassan dan Diah Andayani yang selalu memberi kasih sayang dan memberi doa restunya sehingga penulis dapat menuntut ilmu sampai jenjang sarjana. Kakak yang selalu menjadi penyemangat hidup, Dissa Fahmi N. dan Dinisa Hasdiyanti. Keluarga yang selalu menjadi tujuan pulang.
2. Yang terhormat Bapak M. Aziz Muslim, S.T., M.T., Ph.D. selaku Ketua Jurusan Teknik Elektro Universitas Brawijaya
3. Yang terhormat Ibu Nurrusa'adah, S.T., M.T. selaku Ketua Kelompok Dosen Konsentrasi Elektronika Jurusan Teknik Elektro Universitas Brawijaya.
4. Yang terhormat Bapak Dr. Eng. Panca Mudjirahardjo, S.T., M.T. selaku dosen pembimbing 1 yang selalu memberikan bimbingan, arahan, dan motivasi dalam penyusunan Skripsi ini.
5. Yang terhormat Bapak Adharul Muttaqin, S.T., M.T. selaku dosen pembimbing 2 yang selalu memberikan dukungan, semangat, dan solusi dalam penyusunan Skripsi ini.
6. Teman-teman Tim Robot angkatan 2013 Doni, Oky, Chandra, Surya, Alec, Ekki, Achnafian, Hemi, Andy, Dicka, Arfai, Itsna, Hasyim, Yuda, Hanif,

Sintha, Ulya, Ain dan Hesti atas dukungan dan bantuan yang selalu mewarnai hari-hari selama masa di kampus.

7. Adik-adik Tim KRSBI, Esa, Muis, Leonard, Gerdy, Syamsul, Rif'al, Nola, dan Yola atas dukungan moral pada saat penyusunan skripsi ini.
8. Teman-teman TEUB tercinta terutama teman-teman Paket B Konsentrasi Teknik Elektronika yang selalu memberikan semangat, dorongan dan bantuan pikiran.
9. Seluruh teman-teman SPECTRUM '13, atas dukungan moral dan semangatnya.
10. Semua pihak yang berperan langsung maupun tidak langsung dalam penyusunan skripsi ini.

Penulis berharap semoga laporan ini dapat memberikan manfaat dan dapat dijadikan referensi di masa yang akan datang. Penulis sadar bahwa laporan ini masih banyak kekurangan dan jauh dari sempurna, oleh karena itu kritik dan saran yang membangun penulis harapkan demi kesempurnaan laporan ini.

Malang, Agustus 2017

Penulis



## DAFTAR ISI

Halaman

<b>PENGANTAR .....</b>	<b>i</b>
<b>DAFTAR ISI.....</b>	<b>iii</b>
<b>DAFTAR TABEL .....</b>	<b>vii</b>
<b>DAFTAR GAMBAR.....</b>	<b>ix</b>
<b>DAFTAR LAMPIRAN .....</b>	<b>xi</b>
<b>BAB I.....</b>	<b>1</b>
1.1. Latar Belakang .....	1
1.2. Rumusan Masalah .....	2
1.3. Batasan Masalah.....	2
1.4. Tujuan .....	2
1.5. Manfaat Penelitian .....	2
<b>BAB II .....</b>	<b>5</b>
2.1 Micro-Robot Soccer Tournament (MiroSot) .....	5
2.2 <i>Mobile Robot</i> dengan Sistem Diferensial.....	7
2.3 Deteksi Ciri Robot dengan <i>Haar Cascade Classifier OpenCV</i> .....	8
2.3.1 Penskalaan Citra.....	8
2.3.2 Citra <i>Grayscale</i> .....	9
2.3.3 Pengenalan <i>Object Viola-Jones</i> .....	10
2.3.4 Menentukan Parameter <i>Haar Cascade Classifier OpenCV</i> .....	12
2.3.4.1 <i>False Alarm Rate</i> .....	12
2.3.4.2 <i>Minimal Hit Rate</i> .....	13
2.3.4.3 Besar <i>Pixel</i> Objek.....	13
2.3.4.4 Jumlah <i>Cascade Stage</i> .....	13
2.3.4.5 Jumlah Sampel Positif dan Negatif .....	13
2.4 OpenCV .....	14
2.5 Metode Komunikasi <i>User Datagram Protocol (UDP)</i> .....	14
2.6 Motor DC <i>Brushed</i> .....	15
2.7 Logitech WebCam Camera C525 .....	17

2.8 Wemos ESP8266 .....	17
<b>BAB III .....</b>	<b>21</b>
3.1 Spesifikasi Alat.....	21
3.2 Perancangan dan Pembuatan Alat .....	22
3.2.1 Perancangan dan Pembuatan Perangkat Keras ( <i>Hardware</i> ).....	24
3.2.1.1 Perancangan Mekanika Robot.....	24
3.2.1.2 Perancangan Letak Kamera pada Lapangan.....	25
3.2.2 Perancangan dan Pembuatan Perangkat Lunak ( <i>Software</i> ) .....	25
3.2.2.1 Perancangan Deteksi Robot pada Plot Area .....	25
3.2.2.2 Diagram Alir Sistem Utama Mobile Robot.....	27
3.2.2.3 Perancangan Proses Pengiriman Data WiFi ke Robot .....	28
3.2.2.4 <i>Training Sample</i> Ciri Robot .....	29
3.3 Pengujian Alat .....	33
3.3.1 Pengujian Arah Gerak Motor .....	33
3.3.2 Pengujian Transmisi Data UDP.....	33
3.3.3 Pengujian Deteksi Robot Terhadap Kecepatan Gerak Robot.....	34
3.3.4 Pengujian Deteksi Robot Terhadap Gangguan Objek Lain .....	35
3.3.5 Pengujian <i>Frame per Seconds</i> (FPS) Pada Sistem Keseluruhan.....	35
3.3.6 Pengujian Sistem Keseluruhan .....	36
<b>BAB IV .....</b>	<b>39</b>
4.1 Pengujian Pengendali Motor .....	39
4.1.1 Pengujian Arah Gerak Motor .....	39
4.2 Pengujian Komunikasi Wireless.....	40
4.2.1 Pengujian Transmisi Data UDP.....	40
4.3 Pengujian Deteksi Robot .....	42
4.3.1 Pengujian Deteksi Robot terhadap Kecepatan Gerak Robot.....	42
4.3.2 Pengujian deteksi robot terhadap gangguan objek lain .....	44
4.3.3 Pengujian FPS pada sistem.....	46
4.4 Pengujian Keseluruhan Sistem .....	47
<b>BAB V .....</b>	<b>49</b>
5.1 Kesimpulan.....	49

5.2 Saran.....	49
<b>DAFTAR PUSTAKA.....</b>	<b>51</b>
<b>LAMPIRAN.....</b>	<b>53</b>



## DAFTAR TABEL

No.	Judul	Halaman
Tabel 2.1	Dimensi Lapangan KRSBI.....	6
Tabel 3.1	Parameter Training Ciri Robot.....	30
Tabel 4.1	Hasil Pengujian Arah Gerak Motor .....	39
Tabel 4.2	Hasil pengujian jarak transmisi 100 data UDP .....	42
Tabel 4.3	Pengujian Kecepatan Linear Robot.....	43
Tabel 4.4	Pengujian Deteksi Robot terhadap Kecepatan Linear Robot.....	43
Tabel 4.5	Hasil pengujian FPS pada sistem .....	46
Tabel 4.6	Hasil Pengujian Performasi Navigasi Area Posisi Robot .....	48



## DAFTAR GAMBAR

No.	Judul	Halaman
	Gambar 2.1 Ukuran lapangan KRSBI.....	6
	Gambar 2.2 Sistem keseluruhan.....	7
	Gambar 2.3 Mobile robot Tipe Differential Drive dan Koordinat Referensi. ....	8
	Gambar 2.4 Penskalaan Data Citra .....	9
	Gambar 2.5 Grayscale Citra.....	10
	Gambar 2.6 Macam Fitur Haar .....	11
	Gambar 2.7 Macam Fitur Haar .....	12
	Gambar 2.8. Diagram alir UDP.....	15
	Gambar 2.9. Ilustrasi Motor DC Brushed .....	16
	Gambar 2.10 Logitech Webcam C525 .....	17
	Gambar 2.11 Diagram blok ESP8266.....	19
	Gambar 3.1 ilustrasi Kompetisi.....	21
	Gambar 3.2 Diagram Blok Sistem Keseluruhan Mobile Robot.....	23
	Gambar 3.3 Design Mobile Robot .....	24
	Gambar 3.4 Desain Pemasangan Lapangan .....	25
	Gambar 3.5 Proses Pengenalan Haar Cascade Classifier.....	26
	Gambar 3.6 Flowchart Pendeteksian Robot dan Area .....	26
	Gambar 3.7 Diagram Alir Sistem Utama Mobile Robot .....	28
	Gambar 3.8 Diagram Alir Proses Pengiriman Data WiFi.....	29
	Gambar 3.9 Flowchart pengenalan Haar Cascade Classifier .....	30
	Gambar 3.10 225 data gambar positif dari 1800 gambar.....	31
	Gambar 3.11 225 data gambar negative dari 3500 gambar .....	32
	Gambar 3.12 Tampilan scalling dan merubah kedalam grayscale.....	32
	Gambar 3.13 Tampilan Proses Haar Feature pada Objek .....	33
	Gambar 3.14 Diagram blok pengujian gerak motor.....	33
	Gambar 3.15 Diagram blok pengujian transmisi data UDP.....	34
	Gambar 3.16 Diagram blok pengujian deteksi terhadap kecepatan robot .....	35
	Gambar 3.17 Diagram blok pengujian deteksi robot terhadap gangguan lain.....	35
	Gambar 3.18 Diagram blok pengujian FPS .....	36
	Gambar 3.19 Diagram blok pengujian keseluruhan.....	37

Gambar 4.1 Hasil pengujian data UDP di server.....	41
Gambar 4.2 Hasil pengujian data UDP di client .....	41
Gambar 4.3 Pengujian deteksi robot saat diberi gangguan objek A.....	45
Gambar 4.4 Pengujian deteksi robot saat diberi gangguan objek B.....	45
Gambar 4.5 Pengujian deteksi robot saat diberi gangguan objek C.....	45
Gambar 4.6 Pengujian deteksi robot saat diberi gangguan objek D.....	46



## DAFTAR LAMPIRAN

No.	Judul	Halaman
Lampiran 1.	Dokumentasi Arena Lapangan .....	53
Lampiran 2.	Foto Alat .....	54
Lampiran 3.	Tabel Pengujian Keseluruhan Sistem Navigasi Terdekat.....	55
Lampiran 4.	Tabel Pengujian Keseluruhan Sistem Navigasi Terjauh .....	56
Lampiran 5.	Listing Program pada Kamera .....	57
Lampiran 6.	Listing Program pada Komunikasi Data WiFi Client .....	67
Lampiran 7.	Listing Program pada Komunikasi Data WiFi Server.....	73
Lampiran 8.	Datasheet L298N .....	77
Lampiran 9.	Datasheet Logitech C525.....	80
Lampiran 10.	Datasheet Wemos D1 .....	81

