

# PERANCANGAN DAN PENGEMBANGAN SISTEM DETEKSI RINTANGAN MENGGUNAKAN METODE *HAAR-LIKE FEATURE* PADA *BRAIN-CONTROLLED WHEELCHAIR*

Aristian Jovianto Yunus

NRP : 1322022

e-mail : [aristian\\_jovianto@yahoo.com](mailto:aristian_jovianto@yahoo.com)

## ABSTRAK

*Brain-controlled wheelchair* merupakan *assisting device* untuk penderita disabilitas yang dapat dikendalikan oleh gelombang otak manusia. Kenyamanan dan keamanan dari pengguna disabilitas merupakan fokus pengembangan *brain-controlled wheelchair*. Pada tugas akhir ini akan dirancang sistem deteksi rintangan menggunakan pengolahan citra untuk membedakan rintangan menjadi meja dan tangga turun.

Tugas akhir ini membahas perancangan dan implementasi pengolahan citra menggunakan metode *haar-like feature* untuk deteksi rintangan. Pengolahan citra dibagi menjadi 3 bagian, yaitu *preprocessing*, ekstraksi ciri, dan klasifikasi. Tahap *preprocessing* dimulai dengan pengubahan format warna citra menjadi *grayscale* dilanjutkan dengan pengurangan *noise* pada citra menggunakan *bilateral filter*. Hasil *preprocessing* akan dilanjutkan pada tahap ekstraksi ciri untuk menentukan tepi rintangan dengan menggunakan *canny edge*. Nilai ciri akan dikalkulasi dengan menggunakan metode *haar-like feature* untuk 2 klasifikasi rintangan: meja dan tangga turun.

Sistem deteksi rintangan pada *brain-controlled wheelchair* telah berhasil diimplementasikan menggunakan metode *haar-like feature*. Sistem mampu mendeteksi rintangan pada intensitas cahaya 58 LUX - 103 LUX, apabila nilai parameter *scalefactor* 1.1 dan *minneighbour* 7. Waktu pengolahan citra untuk mengenali rintangan adalah 9 ms - 11 ms.

**Kata Kunci:** *brain-controlled wheelchair, bilateral filter, canny edge, haar-like feature, scalefactor, minneighbour*

# **DESIGN AND DEVELOPMENT OF OBSTACLE DETECTION SYSTEM USING HAAR-LIKE FEATURE METHOD ON BRAIN-CONTROLLED WHEELCHAIR**

**Aristian Jovianto Yunus**

**NRP : 1322022**

**e-mail : [aristian\\_jovianto@yahoo.com](mailto:aristian_jovianto@yahoo.com)**

## **ABTRACT**

*Brain-controlled wheelchair is an assisting device for people with disabilities that can be controlled by human brain waves. The convenience and security of disability users are the focus of the brain-controlled wheelchair development. In this final project will be designed obstacle detection system using image processing to detect table and downstairs.*

*This final project discusses about design and implementation of image processing using haar-like feature method for obstacle detection. Image processing is divided into 3 parts, that is preprocessing, feature extraction, and classification. The preprocessing stage begins with conversion of image color format to grayscale and then filtering process using a bilateral filter. The preprocessing result will be proceed at the feature extraction stage to determine the edge of the obstacle using a canny edge. The feature value will be calculated using the haar-like feature method for 2 obstacle classification: the table and the downstairs.*

*The obstacle detection system on brain-controlled wheelchair has been successfully implemented using haar-like feature method. Obstacle detection system can recognize on range intensity of light 58 LUX – 103 LUX, if scalefactor value is 1,1 and minneighbour value is 7. Processing time for recognize obstacle is 9 ms – 11 ms.*

**Keywords:** *brain-controlled wheelchair, bilateral filter, canny edge, haar-like feature, scalefactor, minneighbour*

## DAFTAR ISI

LEMBAR PENGESAHAN

PERNYATAAN ORISINALITAS LAPORAN TUGAS AKHIR

PERNYATAAN PERSETUJUAN PUBLIKASI LAPORAN TUGAS AKHIR

KATA PENGANTAR

ABSTRAK .....	i
<i>ABSTRACT</i> .....	ii
DAFTAR ISI .....	iii
DAFTAR GAMBAR .....	vi
DAFTAR TABEL .....	viii
DAFTAR RUMUS .....	ix
DAFTAR LAMPIRAN .....	x
BAB I PENDAHULUAN .....	1
I.1 Latar Belakang .....	1
I.2 Perumusan Masalah .....	2
I.3 Tujuan .....	2
I.4 Pembatasan Masalah .....	3
I.5 Alat-Alat Yang Digunakan .....	3
I.6 Sistematika Penulisan .....	3
BAB II LANDASAN TEORI .....	5
II.1 <i>Brain-Controlled Wheelchair</i> <sup>[6][7]</sup> .....	5
II.2 <i>Electroencephalography</i> <sup>[8][9]</sup> .....	8
II.3 OpenCV <sup>[10][11]</sup> .....	9
II.3.1 Bilateral Filter <sup>[12]</sup> .....	10

II.3.2 Thresholding <sup>[13][14]</sup> .....	12
II.3.3 Canny Edge Detection <sup>[15][16][17]</sup> .....	17
II.3.4 Haar-Like Feature <sup>[5][18]</sup> .....	21
II.3.4.1 Integral Image <sup>[19]</sup> .....	22
II.3.4.1 AdaBoost <sup>[20]</sup> .....	24
II.3.4.1 Cascade Classifier by AdaBoost <sup>[5]</sup> .....	24
II.4 Raspberry pi 2 B+ <sup>[21][22][23]</sup> .....	25
II.5 Modul Raspicam <sup>[24][25]</sup> .....	28
<b>BAB III PERANCANGAN SISTEM</b> .....	<b>30</b>
III.1 Perancangan dan Realisasi <i>Brain-controlled Wheelchair</i> .....	30
III.1.1 Elektronika <i>Brain-Controlled Wheelchair</i> .....	30
III.1.2 Sistem Kontrol <i>Brain-Controlled Wheelchair</i> .....	33
III.2 Perancangan dan Realisasi Pengolah Citra Digital .....	34
III.3 <i>Learning Process</i> .....	39
III.4 Perancangan Algoritma <i>Brain-Controlled Wheelchair</i> .....	43
III.4.1 Perancangan Algoritma Pengolah Sinyal Otak <sup>[26]</sup> .....	43
III.4.2 Perancangan Algoritma Raspberry Pi .....	45
III.4.3 Perancangan Algoritma Arduino Mega .....	51
<b>BAB IV DATA PENGAMATAN DAN ANALISIS</b> .....	<b>54</b>
IV.1 Pengujian Intensitas Cahaya .....	54
IV.1.1 Pengujian Objek Meja .....	54
IV.1.2 Pengujian Objek Tangga Turun .....	57
IV.2 Pengujian Jarak Deteksi .....	59
IV.2.1 Pengujian Objek Meja .....	59
IV.2.2 Pengujian Objek Tangga Turun .....	61
IV.3 Sensor Kamera .....	63

IV.4 Pengujian Deteksi Objek.....	65
BAB V SIMPULAN DAN SARAN.....	70
V.1 Simpulan .....	70
V.2 Saran.....	71
DAFTAR REFERENSI .....	72
LAMPIRAN A <i>SYNTAX PROGRAM</i> .....	A-1



## DAFTAR GAMBAR

Gambar II.1 Diagram Elektronika <i>Brain-Controlled Wheelchair</i> <sup>[6]</sup> .....	5
Gambar II.2 Mitsar-EEG <i>system</i> dan <i>elektrocap</i> .....	6
Gambar II.3 <i>Brain-Controlled Wheelchair</i> (2015) .....	7
Gambar II.4 <i>Brain-Controlled Wheelchair</i> (2017) .....	8
Gambar II.5 Aktivitas Potensial Listrik Sel Saraf <sup>[9]</sup> .....	9
Gambar II.6 Gambar Asli dan Hasil <i>Thresholding</i> .....	13
Gambar II.7 Proses Dasar <i>Thresholding</i> <sup>[14]</sup> .....	13
Gambar II.8 Tipe <i>Thresholding Binary</i> <sup>[14]</sup> .....	14
Gambar II.9 Tipe <i>Thresholding Binary, Inverted</i> <sup>[14]</sup> .....	14
Gambar II.10 Tipe <i>Thresholding Truncate</i> <sup>[14]</sup> .....	15
Gambar II.11 Tipe <i>Thresholding to Zero</i> <sup>[14]</sup> .....	16
Gambar II.12 Tipe <i>Thresholding to Zero, Inverted</i> <sup>[14]</sup> .....	16
Gambar II.13 Blok Proses <i>Canny Edge</i> <sup>[16]</sup> .....	17
Gambar II.14 Gambar Asli dan Hasil <i>Gaussian Filter</i> <sup>[17]</sup> .....	18
Gambar II.15 Analisa <i>Non-Maximum Suppression</i> <sup>[17]</sup> .....	19
Gambar II.16 Proses Kalkulasi <i>Hysteresis Thresholding</i> <sup>[17]</sup> .....	20
Gambar II.17 Gambar Asli dan Hasil <i>Canny Edge</i> .....	21
Gambar II.18 Variasi <i>Haar Feature</i> <sup>[18]</sup> .....	22
Gambar II.19 <i>Integral Image</i> Daerah Persegi <sup>[19]</sup> .....	23
Gambar II.20 Struktur <i>Cascade Classifier by AdaBoost</i> <sup>[5]</sup> .....	25
Gambar II.21 Raspberry Pi B+ <sup>[22]</sup> .....	26
Gambar II.22 Konfigurasi Pin I/O Raspberry Pi B+ <sup>[23]</sup> .....	27
Gambar II.23 Tamplian Win32DiskImager <sup>[23]</sup> .....	27
Gambar II.24 Modul Kamera Raspberry Pi <sup>[24]</sup> .....	28
Gambar III.1 Diagram Elektronika <i>Brain-Controlled Wheelchair</i> .....	31
Gambar III.2 Konfigurasi Komunikasi Arduino Mega dan Raspberry Pi .....	32
Gambar III.3 Diagram Blok Sistem <i>Brain-Controlled Wheelchair</i> .....	33
Gambar III.4 Tahapan <i>Image Processing</i> .....	34
Gambar III.5 Citra Masukan .....	35

Gambar III.6 Citra <i>Grayscale</i> .....	36
Gambar III.7 Perbandingan Gambar Asli dan Hasil <i>Bilateral Filter</i> .....	36
Gambar III.8 Keluaran <i>Canny Edge Detection</i> .....	37
Gambar III.9 ROI Objek Deteksi .....	38
Gambar III.10 Koordinat Citra.....	39
Gambar III.11 Sampel Citra Positif .....	40
Gambar III.12 Sampel Citra Negatif.....	40
Gambar III.13 <i>Mark and Crop</i> pada Sampel Citra Positif.....	41
Gambar III.14 <i>Training Image Haar-Like Feature</i> .....	41
Gambar III.15 Proses Cascade Dengan <i>Haartraining.bat</i> .....	42
Gambar III.16 Diagram Alir Klasifikasi Sinyal EEG <sup>[26]</sup> .....	44
Gambar III.17 Diagram Alir Kontrol Raspberry Pi .....	46
Gambar III.18 <i>Image Processing</i> .....	48
Gambar III.19 <i>Haar-Like Feature</i> .....	49
Gambar III.20 Diagram Alir Kontrol Arduino MEGA.....	52
Gambar IV.1 Grafik Koordinat Deteksi Objek.....	63
Gambar IV.2 Pengujian Deteksi Objek Pada Parameter <i>Scalefactor</i> 3,5 dan <i>MinNeighbour</i> 5 .....	66
Gambar IV.3 Pengujian Deteksi Objek Pada Parameter <i>Scalefactor</i> 2,2 dan <i>MinNeighbour</i> 5 .....	67
Gambar IV.4 Pengujian Deteksi Objek Pada Parameter <i>Scalefactor</i> 1,1 dan <i>MinNeighbour</i> 7 .....	68
Gambar IV.5 Pengujian Deteksi Objek Pada Parameter <i>Scalefactor</i> 1,1 dan <i>MinNeighbour</i> 7 .....	69

## DAFTAR TABEL

Tabel IV.1 Data Pengamatan Intensitas Cahaya Pada Objek Meja .....	55
Tabel IV.2 Data Pengamatan Intensitas Cahaya Pada Objek Tangga Turun.....	57
Tabel IV.3 Data Pengamatan Jarak Pada Objek Meja .....	60
Tabel IV.4 Data Pengamatan Jarak Pada Objek Tangga Turun.....	62
Tabel IV.5 Pengujian Koordinat Objek Dengan Kamera .....	63





## DAFTAR RUMUS

Persamaan II-1 Domain <i>Low Pass Filter</i> .....	10
Persamaan II-2 Konstanta Normalisasi $k_d(x)$ .....	11
Persamaan II-3 <i>Range Filter</i> .....	11
Persamaan II.4 Konstanta Normalisasi $K_r(x)$ .....	11
Persamaan II-5 Konvolusi Nilai <i>Geometric</i> dan <i>Photometry</i> .....	11
Persamaan II-6 Bobot <i>Bilateral Filter</i> .....	11
Persamaan II-7 Pengaruh Nilai <i>Photometry</i> .....	11
Persamaan II-8 Pengaruh Nilai <i>Geometric</i> .....	11
Persamaan II.9 Nilai Keluaran <i>Bilateral Filter</i> .....	12
Persamaan II-10 Persamaan <i>Thresholding Binary</i> .....	13
Persamaan II-11 Persamaan <i>Thresholding Binary, Inverted</i> .....	14
Persamaan II-12 Persamaan <i>Truncate</i> .....	15
Persamaan II.13 Persamaan <i>Thresholding to Zero</i> .....	15
Persamaan II-14 Persamaan <i>Thresholding to Zero, Inverted</i> .....	16
Persamaan II-15 Persamaan Magnituda Tepi .....	18
Persamaan II-16 Persamaan Arah Tepi .....	18
Persamaan II.17 Perasamaan <i>Gray Level</i> pada Fitur Haar .....	22
Persamaan II.18 <i>Integral Image</i> .....	23

## DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran A *Syntax Program* ..... A-1

