

DAFTAR ISI



SURAT PERNYATAAN KEASLIAN SKRIPSI	i
LEMBAR PERSETUJUAN	ii
LEMBAR PENGESAHAN	iii
LEMBAR PERSEMBAHAN	iv
ABSTRACT	v
ABSTRAK	vi
KATA PENGANTAR	vii
DAFTAR ISI	xiii
DAFTAR GAMBAR	xvi
DAFTAR TABEL	xix
1 PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Rumusan Masalah	2
1.3 Batasan Masalah	3
1.4 Tujuan Penelitian	3
1.5 Manfaat Penelitian	4
1.6 Sistematika Penulisan	4
2 TINJAUAN PUSTAKA	6
2.1 Definisi Robot	6
2.2 Robot Humanoid	8

2.3	Pengenalan Wajah Manusia	10
2.3.1	Sistem Pendeteksian Wajah	10
2.3.2	Metode <i>Local Binary Pattern</i> (LBP)	14
2.4	Pengenalan Warna	15
2.4.1	Warna	15
2.4.2	Citra	16
2.4.3	Model Warna	19
2.5	Pengenalan Pola Sinyal Suara Metode <i>Mel Frequency Cepstrum Coefficients</i> (MFCC)	20
2.5.1	<i>Preemphasis</i>	21
2.5.2	<i>Frame Blocking</i>	22
2.5.3	<i>Windowing</i>	22
2.5.4	<i>Fast Fourier Transform</i> (FFT)	23
2.5.5	<i>Mel-Frequency Wrapping</i>	23
2.5.6	<i>Cepstrum</i>	24
2.6	<i>Support Vector Machine</i> (SVM)	25
2.7	Arduino	30
2.8	Motor Servo	33
2.9	Modul DF Player	36
3	METODE PENELITIAN	39
3.1	Waktu dan Tempat Penelitian	39
3.2	Alat dan Bahan	39
3.3	Mekantronika Kepala Robot <i>Humanoid</i>	41
3.3.1	Desain Mekantronika Kepala Robot <i>Humanoid</i>	41
3.3.2	Realisai Mekantronika Kepala Robot <i>Humanoid</i>	43
3.4	Mekantronika Tangan Robot <i>Humanoid</i>	45
3.5	Realisasi Robot <i>Humanoid</i>	47
3.6	Desain Rangkaian Elektronik	49
3.6.1	Desain Rangkaian Elektronik Motor Servo Bagian Kepala	49
3.6.2	Desain Rangkain Motor Servo Bagian Tangan	50
3.6.3	Desain Rangkain Motor Penggerak (Dinamo)	51
3.6.4	Desain Rangkaian Elektronik Modul Mini DF Player	52
3.7	Diagram Alir Penelitian	54
3.7.1	Pengenalan Wajah Metode LBPH <i>Face Recognizer</i>	54
3.7.2	Pengenalan Warna Metode <i>Support Vector Machine</i> (SVM)	56

3.7.3	Pengenalan Sinyal Suara Metode <i>Support Vector Machine</i> (SVM)	58
4	HASIL DAN PEMBAHASAN	60
4.1	Sistem Pengenalan Ekspresi Wajah Manusia	60
4.1.1	Pengenalan Wajah Manusia	60
4.1.2	Pembuatan <i>Databse</i> Pengenalan Ekspresi Wajah Manusia	62
4.1.3	<i>Database</i> Motor Servo Untuk Mendeteksi Ekspresi Manusia	63
4.1.4	Pengujian Pengenalan Ekspresi Wajah Manusia	64
4.2	Sistem Pelacakan Wajah Manusia	66
4.3	Sistem Pengenalan Warna Metode <i>Support Vector Machine</i> (SVM)	68
4.3.1	Pengambilan <i>Database</i> Warna	69
4.3.2	Pengujian Pengenalan Warna	74
4.3.3	Implementasi Pengenalan Warna pada Robot <i>Humanoid</i>	84
4.4	Sistem Pengenalan Suara Metode <i>Support Vector Machine</i> (SVM)	88
4.4.1	Pengambilan <i>Database</i> Suara	89
4.4.2	Pengujian Pengenalan Suara	94
4.4.3	Impementasi Pengenalan Suara pada Robot <i>Humanoid</i>	97
5	PENUTUP	98
5.1	Kesimpulan	98
5.2	Saran	98
	DAFTAR PUSTAKA	99
	LAMPIRAN	106
A	Program Arduino	106
A.1	Program Berekspresi dan Berbicara	106
A.2	Program Pengenalan Ekspresi Wajah Manusia	112
A.3	Program Pelacakan Wajah <i>Face Tracking</i>	114
A.4	Program Robot <i>Humanoid</i> Kontrol <i>Bluetooth</i>	115
B	Program Python 3.8.5	119
B.1	Voice Recognition	119
B.1.1	Program Ekstraksi Ciri Metode MFCC	119
B.1.2	Program Menampilkan Grafik Metode MFCC	122
B.1.3	Program Pengenalan Pola Sinyal Suara Metode SVM	124

B.2	Color Recognition	128
B.2.1	Program Pembuatan Database Warna Berdasarkan RGB	128
B.2.2	Program Pengenalan Pola Warna Metode SVM	129
B.3	Face Recognition	131
B.3.1	Program Pembuatan <i>Database</i> Pengenalan Wajah dan Ekspresi Manusia	131
B.3.2	Program LBPH <i>Recognizer</i>	131
B.3.3	Program Pengenalan Ekspresi Wajah Manusia	132
B.3.4	Program Pelacakan Wajah Manusia	133
C	Color Recognition	134
C.1	Database Pengenalan Warna	134
C.1.1	Database Warna Merah, Merah Muda, Hijau Tua dan Hijau Muda	134
C.1.2	Database Warna Biru Tua, Biru Muda, Jingga dan Kuning	138
C.1.3	Database Warna Hitam dan Putih	142
C.2	Data Pengujian Kertas Origami	146
C.2.1	Kertas Origami Warna Merah	146
C.2.2	Kertas Origami Warna Merah Muda	146
C.2.3	Kertas Origami Warna Hijau Tua	147
C.2.4	Kertas Origami Warna Hijau Muda	147
C.2.5	Kertas Origami Warna Biru Tua	148
C.2.6	Kertas Origami Warna Biru Muda	148
C.2.7	Kertas Origami Warna Jingga	149
C.2.8	Kertas Origami Warna Kuning	149
C.2.9	Kertas Origami Warna Hitam	150
C.2.10	Kertas Origami Warna Putih	150
C.3	Data Pengujian Plastik Berwarna	151
C.3.1	Plastik Warna Merah	151
C.3.2	Plastik Warna Merah Muda	151
C.3.3	Plastik Warna Hijau Tua	152
C.3.4	Plastik Warna Hijau Muda	152
C.3.5	Plastik Warna Biru Tua	153
C.3.6	Plastik Warna Biru Muda	153
C.3.7	Plastik Warna Jingga	154
C.3.8	Plastik Warna Kuning	154

C.3.9	Plastik Warna Hitam	155
C.3.10	Plastik Warna Putih	155
D	Voice Recognition	156
D.1	Database Pengenalan Suara	156
D.1.1	Kata "Salam"	156
D.1.2	Kata "Hi!"	156
D.1.3	Kata "Hallo!"	157
D.1.4	Kata "Kenalan"	157
D.1.5	Kata "Pagi"	157
D.1.6	Kata "Siang"	158
D.1.7	Kata "Sore"	158
D.1.8	Kata "Malam"	158
D.2	Data Hasil Pengujian	159
D.2.1	Data Hasil Pengujian Skenario 1	159
D.2.2	Data Hasil Pengujian Skenario 2	160
D.2.3	Data Hasil Pengujian Skenario 3	162
D.2.4	Data Hasil Pengujian Skenario 4	165
E	RIWAYAT HIDUP	169

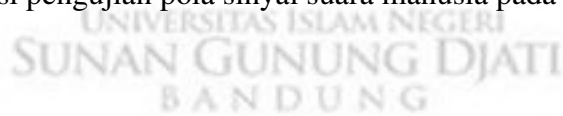


DAFTAR GAMBAR

2.1	Robot <i>humanoid</i> ASIMO (Sakagami et al., 2002).	6
2.2	Contoh Robot Sosial (a) Robot <i>Humanoid</i> Lumen (Syarif & Prihantanto, 2016), (b) Robot Hubo Einstein (Park et al., 2005), dan (c) Robot Sosial Anty (Budiharto, 2006).	8
2.3	Jenis <i>Haar rectangular feature</i> (Viola et al., 2001) (a) tepi (<i>edge</i>), (b) garis (<i>line</i>), dan (c) empat bujur sangkar (<i>four rectangle</i>).	11
2.4	(a) Proses integrasi, dan (b) blok persegi dibagi menjadi beberapa segmen (Viola et al., 2001).	12
2.5	Ilustrasi <i>classifier</i> untuk mendeteksi wajah manusia (Viola et al., 2001).	13
2.6	<i>Local Binary Pattern</i> (LBP) (Anggraeni, 2017).	14
2.7	Representasi biner (Guslianto et al., 2019).	17
2.8	Citra biner (Guslianto et al., 2019).	18
2.9	Gradasi warna citra <i>grayscale</i> (Guslianto et al., 2019).	18
2.10	Pemodelan RGB (Guslianto et al., 2019).	20
2.11	Blok diagram pemroses MFCC (Setiawan et al., 2012).	21
2.12	Proses frame blocking (Setiawan et al., 2012).	22
2.13	Contoh <i>mel-spaced filter bank</i> (Setiawan et al., 2012).	24
2.14	Pemisahan <i>hyperplane</i> (De Lima et al., 2019).	26
2.15	Cara kerja SVM OAA (De Lima et al., 2019).	28
2.16	Cara kerja SVM OAO (De Lima et al., 2019).	29
2.17	<i>Board</i> Arduino UNO (Official Arduino, n.d.).	30
2.18	Bagian pada <i>board</i> Arduino UNO (Official Arduino, n.d.).	31
2.19	Motor servo (Ahlina, 2015).	33
2.20	Rangkaian skematik motor servo (Ahlina, 2015).	34
2.21	Modul mini DFPlayer (Beta & Astuti, 2019).	36

3.1	Desain 3D bagian leher(a) leher tampak depan, (b) leher tampak belakang, (c) leher tampak atas, (d) leher tampak kiri, dan (e) leher tampak kanan.	41
3.2	Desain 3D bagian mulut(a) mulut tampak depan, (b) mulut tampak belakang, (c) mulut tampak atas, (d) mulut tampak kiri, dan (e) mulut tampak kanan.	42
3.3	Desain 3D bagian mata(a) mata tampak depan, (b) mata tampak belakang, (c) mata tampak atas, (d) mata tampak kiri, dan (e) mata tampak kanan.	42
3.4	Desain 3D gabungan(a) tampak depan, (b) tampak belakang, (c) tampak kiri, dan (d) tampak kanan.	43
3.5	Realisasi mekantronika leher robot <i>humanoid</i> (a) bagian horizontal dan (b) bagian vertikal.	43
3.6	Realisasi mekantronika mulut robot <i>humanoid</i> (a) datar, (b) senyum, (c) sedih, (d) kaget, dan (e) marah.	44
3.7	Realisasi mekantronika mata robot <i>humanoid</i> (a) ekspresi datar dan senyum, (b) ekspresi sedih dan kaget, dan (c) ekspresi marah.	44
3.8	Realisasi mekantronika kepala robot <i>humanoid</i>	45
3.9	Desain 3D bagian bahu.	46
3.10	Desain 3D bagian lengan atas.	46
3.11	Desain 3D bagian lengan bawah.	46
3.12	Desain 3D bagian pencapit.	46
3.13	Desain 3D tangan kanan dan kiri.	47
3.14	Realisasi lengan robot <i>humanoid</i> bagian kanan dan kiri.	47
3.15	Realisasi robot <i>humanoid</i> tampak kanan, kiri dan depan.	48
3.16	Rangkaian elektronik motor servo bagian kepala.	49
3.17	Rangkaian skematik motor servo kepala.	50
3.18	Rangkaian elektronik motor servo bagian tangan.	51
3.19	Rangkaian skematik motor servo tangan.	51
3.20	Rangkaian elektronik motor penggerak.	52
3.21	Rangkaian skematik motor penggerak	52
3.22	Rangkaian elektronik modul mini DF <i>Player</i>	53
3.23	Rangkaian skematik modul mini DF <i>Player</i>	53
3.24	Diagram alir penelitian pengenalan ekspresi wajah manusia metode LBPH <i>Face Recognizer</i>	54
3.25	Diagram alir penelitian pengenalan warna metode SVM.	56

3.26	Diagram alir penelitian pengenalan sinyal suara metode SVM.	58
4.1	Hasil pengenalan wajah manusia yang terdeteksi.	61
4.2	Hasil pengenalan wajah manusia yang tidak terdeteksi.	62
4.3	Kumpulan tangkapan wajah berbagai ekspresi untuk membuat <i>database</i>	63
4.4	Pengujian sistem pengenalan ekspresi wajah manusia terhadap responden terlatih (a) datar, (b) senyum, (c) sedih, (d) kaget, dan (e) marah.	65
4.5	Ekspresi robot <i>humanoid</i> (a) datar, (b) senyum, (c) sedih, (d) kaget, dan (e) marah.	66
4.6	Koordinat tangkapan gambar dalam <i>pixel</i> dan sudut motor servo.	68
4.7	Pengambilan sample dengan batas 40x40 piksel.	69
4.8	Proses pengambilan <i>database</i> warna menggunakan kertas berwarna <i>origami</i>	74
4.9	Proses pengujian pengenalan warna menggunakan kertas berwarna <i>origami</i>	78
4.10	Proses pengujian pengenalan warna menggunakan objek berbahan plastik.	82
4.11	Implementasi pengenalan warna pada robot <i>humanoid</i>	88
4.12	Grafik visualisasi audio.	91
4.13	Analisis <i>fast fourier transform</i>	92
4.14	Grafik analisis mel.	94
4.15	Simulasi pengujian pola sinyal suara manusia pada robot <i>humanoid</i>	97



DAFTAR TABEL

2.1	Contoh SVM biner OAA (De Lima et al., 2019).	29
2.2	Contoh SVM biner OAO (De Lima et al., 2019).	30
2.3	Fungsi resistor pada modul DFPlayer (Beta & Astuti, 2019).	38
3.1	Alat yang dibutuhkan selama proses penelitian	40
4.1	<i>Database</i> motor servo untuk mendeteksi ekspresi wajah manusia.	64
4.2	Rata-rata, nilai minimum dan nilai maksimum database warna.	69
4.3	Nilai target pengenalan warna.	70
4.4	Rata-rata dan standar deviasi pengujian kertas origami.	78
4.5	Ketelitian pengujian kertas origami.	79
4.6	Ketepatan pengujian kertas origami.	79
4.7	Rata-rata dan standar deviasi pengujian plastik berwarna.	82
4.8	Ketelitian pengujian plastik berwarna.	83
4.9	Ketepatan pengujian plastik berwarna.	83
4.10	Daftar pertanyaan, jawaban dan nilai target.	89
4.11	Data hasil pengujian skenario 1.	95
4.12	Data hasil pengujian skenario 2.	95
4.13	Data hasil pengujian skenario 3.	96
4.14	Data hasil pengujian skenario 4.	96
C.1	<i>Database</i> warna merah, merah muda, hijau tua dan hijau muda (1-10).	134
C.2	<i>Database</i> warna merah, merah muda, hijau tua dan hijau muda (11-40).	135
C.3	<i>Database</i> warna merah, merah muda, hijau tua dan hijau muda (41-70).	136
C.4	<i>Database</i> warna merah, merah muda, hijau tua dan hijau muda (71-100).	137
C.5	<i>Database</i> warna biru tua, biru muda, jingga dan kuning (1-25).	138

C.6	<i>Database</i> warna biru tua, biru muda, jingga dan kuning (26-50).	139
C.7	<i>Database</i> warna biru tua, biru muda, jingga dan kuning (51-75).	140
C.8	<i>Database</i> warna biru tua, biru muda, jingga dan kuning (76-100).	141
C.9	<i>Database</i> warna hitam dan putih (1-25).	142
C.10	<i>Database</i> warna hitam dan putih (26-50).	143
C.11	<i>Database</i> warna hitam dan putih (51-75).	144
C.12	<i>Database</i> warna hitam dan putih (76-100).	145
C.13	Data pengujian kertas origami warna merah.	146
C.14	Data pengujian kertas origami warna merah muda.	146
C.15	Data pengujian kertas origami warna hijau tua.	147
C.16	Data pengujian kertas origami warna hijau muda.	147
C.17	Data pengujian kertas origami warna biru tua.	148
C.18	Data pengujian kertas origami warna biru muda.	148
C.19	Data pengujian kertas origami warna jingga.	149
C.20	Data pengujian kertas origami warna kuning.	149
C.21	Data pengujian kertas origami warna hitam.	150
C.22	Data pengujian kertas origami warna putih.	150
C.23	Data pengujian plastik warna merah.	151
C.24	Data pengujian plastik warna merah muda.	151
C.25	Data pengujian plastik warna hijau tua.	152
C.26	Data pengujian plastik warna hijau muda.	152
C.27	Data pengujian plastik warna biru tua.	153
C.28	Data pengujian plastik warna biru muda.	153
C.29	Data pengujian plastik warna jingga.	154
C.30	Data pengujian plastik warna kuning.	154
C.31	Data pengujian plastik warna hitam.	155
C.32	Data pengujian plastik warna putih.	155
D.1	<i>Database</i> kata "Salam"	156
D.2	<i>Database</i> kata "Hi!"	156
D.3	<i>Database</i> kata "Hallo!"	157
D.4	<i>Database</i> kata "Kenalan".	157
D.5	<i>Database</i> kata "Pagi".	157
D.6	<i>Database</i> kata "Siang".	158
D.7	<i>Database</i> kata "Sore".	158
D.8	<i>Database</i> kata "Malam".	158

D.9	Data hasil pengujian skenario 1.	159
D.10	Data hasil pengujian skenario 2 (1-40).	160
D.11	Data hasil pengujian skenario 2 (41-80).	161
D.12	Data hasil pengujian skenario 3 (1-40).	162
D.13	Data hasil pengujian skenario 3 (41-80).	163
D.14	Data hasil pengujian skenario 3 (81-120).	164
D.15	Data hasil pengujian skenario 4 (1-40).	165
D.16	Data hasil pengujian skenario 4 (41-80).	166
D.17	Data hasil pengujian skenario 4 (81-120).	167
D.18	Data hasil pengujian skenario 4 (121-160).	168

