

**PENGEMBANGAN MEDIA PEMBELAJARAN
SMART WHEELCHAIR BERBASIS ESP32-CAM
DENGAN LOGIKA *FUZZY* PADA MATA KULIAH
SISTEM KENDALI CERDAS**

SKRIPSI



**PROGRAM STUDI PENDIDIKAN TEKNIK ELEKTRO (PTE) (S1)
JURUSAN TEKNOLOGI INDUSTRI
FAKULTAS TEKNIK DAN KEJURUAN
UNIVERSITAS PENDIDIKAN GANESHA
2026**



- UU ITE No. 11 Tahun 2008 Pasal 5 Ayat 1 "Informasi Elektronik dan/atau hasil cetaknya merupakan alat bukti hukum yang sah"
- Dokumen ini telah ditandatangani secara elektronik menggunakan sertifikat elektronik yang diterbitkan BSR - BSSN, validitas dokumen elektronik ini bisa dicek menggunakan aplikasi mobile VeryDS oleh BSR
- Cetakan dokumen ini merupakan salinan dari file dokumen bertandatangan elektronik yang keabsahannya dapat diakses melalui scan QRCode yang terdapat pada sertifikat ini.



- UU ITE No. 11 Tahun 2008 Pasal 5 Ayat 1 "Informasi Elektronik dan/atau hasil cetaknya merupakan alat bukti hukum yang sah"
- Dokumen ini telah ditandatangani secara elektronik menggunakan sertifikat elektronik yang diterbitkan BSrE - BSSN, validitas dokumen elektronik ini bisa dicek menggunakan aplikasi mobile VeryDS oleh BSrE
- Cetak dokumen ini merupakan salinan dari file dokumen bertandatangan elektronik yang keabsahannya dapat diakses melalui scan QRCode yang terdapat pada sertifikat ini.



**Balai Besar
Sertifikasi
Elektronik**

SKRIPSI

DIAJUKAN UNTUK MELENGKAPI TUGAS DAN MEMENUHI SYARAT-SYARAT UNTUK MENCAPAI GELAR SARJANA PENDIDIKAN



Pembimbing I	I Gede Made Surya Bumi Pracasitaram, S.T., M.T. NIP.198705052020121014
Pembimbing II	Dr. Ir. I Gede Ratnaya, S.T., M.Pd., MCE., IPM. NIP.197301092002121001



- UU ITE No. 11 Tahun 2008 Pasal 5 Ayat 1 "Informasi Elektronik dan/atau hasil cetaknya merupakan alat bukti hukum yang sah"
- Dokumen ini telah ditandatangani secara elektronik menggunakan sertifikat elektronik yang diterbitkan BSrE - BSSN, validitas dokumen elektronik ini bisa dicek menggunakan aplikasi mobile VeryDS oleh BSrE
- Cetak dokumen ini merupakan salinan dari file dokumen bertandatangan elektronik yang keabsahannya dapat diakses melalui scan QRCode yang terdapat pada sertifikat ini.

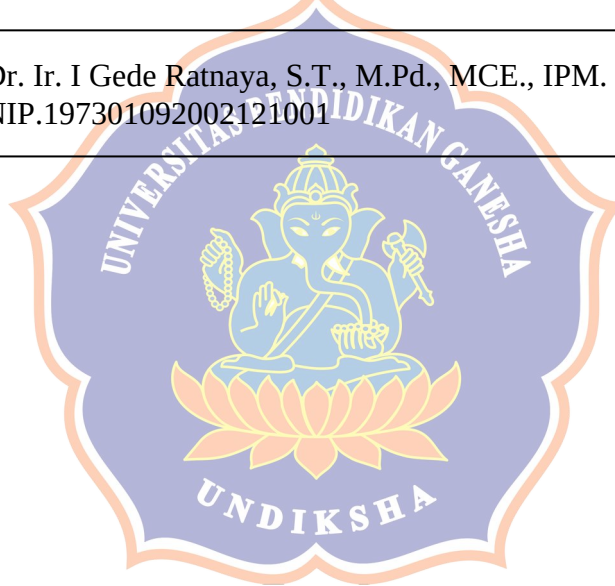


**Balai Besar
Sertifikasi
Elektronik**

Skripsi oleh Khairul Adib Ramadhan ini
telah dipertahankan di depan dewan penguji
Pada tanggal 11 Juni 2026

Dewan Penguji

Ketua	Dr. Ir. Nyoman Santiyadnya, S.Si., M.T. MCE. NIP.197106161999031007
Anggota	I Komang Gede Sukawijana, M.Pd NIP.199002232024211001
Anggota	I Gede Made Surya Bumi Pracasitaram, S.T., M.T. NIP.198705052020121014
Anggota	Dr. Ir. I Gede Ratnaya, S.T., M.Pd., MCE., IPM. NIP.197301092002121001



- UU ITE No. 11 Tahun 2008 Pasal 5 Ayat 1 "Informasi Elektronik dan/atau hasil cetaknya merupakan alat bukti hukum yang sah"
- Dokumen ini telah ditandatangani secara elektronik menggunakan sertifikat elektronik yang diterbitkan BSrE - BSSN, validitas dokumen elektronik ini bisa dicek menggunakan aplikasi mobile VeryDS oleh BSrE
- Cetakan dokumen ini merupakan salinan dari file dokumen bertandatangan elektronik yang keabsahannya dapat diakses melalui scan QRCode yang terdapat pada sertifikat ini.



**Balai Besar
Sertifikasi
Elektronik**

Diterima oleh Panitia Ujian Fakultas Teknik dan Kejuruan
Universitas Pendidikan Ganesha
guna memenuhi syarat-syarat untuk mencapai gelar Sarjana Pendidikan

Menyetujui

Ketua Ujian	Ir. Made Windu Antara Kesiman, S.T., M.Sc., Ph.D. NIP.198211112008121001
Sekretaris Ujian	Prof. Dr. Ir. Agus Adiarta, S.T., M.T., IPU., ASEAN Eng. NIP.196608181998021001



- UU ITE No. 11 Tahun 2008 Pasal 5 Ayat 1 "Informasi Elektronik dan/atau hasil cetaknya merupakan alat bukti hukum yang sah"
- Dokumen ini telah ditandatangani secara elektronik menggunakan sertifikat elektronik yang diterbitkan BSrE - BSSN, validitas dokumen elektronik ini bisa dicek menggunakan aplikasi mobile VeryDS oleh BSrE
- Cetakan dokumen ini merupakan salinan dari file dokumen bertandatangan elektronik yang keabsahannya dapat diakses melalui scan QRCode yang terdapat pada sertifikat ini.



**Balai Besar
Sertifikasi
Elektronik**

PERNYATAAN

Dengan ini saya menyatakan bahwa karya tulis yang berjudul “Pengembangan Media Pembelajaran *Smart Wheelchair* Berbasis Esp32-Cam Dengan *Logika Fuzzy* Pada Mata Kuliah Sistem Kendali Cerdas” beserta seluruh isinya adalah benar-benar karya sendiri dan saya tidak melakukan penjiplakan dan pengutipan dengan cara-cara yang tidak sesuai dengan kaidah penulisan karya ilmiah yang berlaku di lingkungan akademik. Apabila di kemudian hari terbukti bahwa skripsi ini ditemukan pelanggaran atas etika keilmuan dalam karya saya ini atau ada klaim terhadap keaslian karya saya ini, maka saya bersedia menerima sanksi sesuai dengan ketentuan dan peraturan yang berlaku.

Singaraja, 03 Juni 2026

Yang membuat pernyataan,



Khairul Adib Ramadhan

PRAKATA

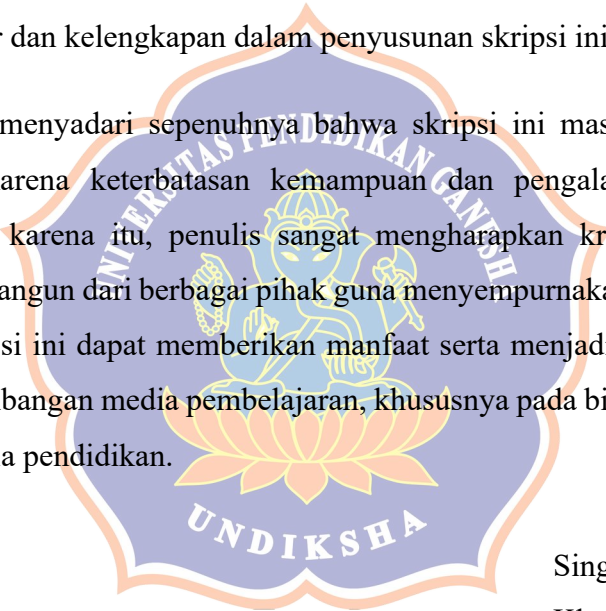
Puji syukur penulis panjatkan ke hadapan Tuhan Yang Maha Esa karena berkat rahmat-Nya, penulis dapat menyelesaikan skripsi yang berjudul “Pengembangan Media Pembelajaran *Smart Wheelchair* Berbasis ESP32-CAM dengan Logika *Fuzzy* pada Mata Kuliah Sistem Kendali Cerdas”. Skripsi ini disusun guna memenuhi salah satu persyaratan untuk memperoleh gelar Sarjana Pendidikan pada Universitas Pendidikan Ganesha.

Dalam proses penyusunan skripsi ini, penulis memperoleh banyak bantuan, dukungan, serta bimbingan baik secara moral maupun material dari berbagai pihak. Oleh karena itu, pada kesempatan ini penulis menyampaikan ucapan terima kasih kepada:

1. Bapak Prof. Dr. I Wayan Lasmawan, M.Pd., Selaku Rektor Universitas Pendidikan Ganesha yang telah memberikan kesempatan kepada penulis untuk menempuh pendidikan di Universitas Pendidikan Ganesha.
2. Bapak Prof. Dr. Ir Kadek Rihendra Dantes, S.T., M.T., Selaku Dekan Fakultas Teknik dan Kejuruan Universitas Pendidikan Ganesha yang telah memberikan motivasi dan fasilitas sehingga penulis dapat menyelesaikan skripsi ini sesuai dengan rencana.
3. Bapak Ketut Udy Ariawan, S.T., M.T., Selaku Ketua Jurusan Teknologi Industri yang telah memberikan izin kepada penulis untuk melaksanakan penelitian di Jurusan Teknologi Industri.
4. Bapak Prof. Dr. Ir. Agus Adiarta, S.T., M.T., IPU., ASEAN Eng., Selaku Koordinator Program Studi S1 Pendidikan Teknik Elektro yang telah memberikan izin kepada penulis untuk melaksanakan penelitian di Program Studi S1 Pendidikan Teknik Elektro.
5. Bapak I Gede Made Surya Bumi Pracasitaram, S.T., M.T., Selaku Pembimbing I yang telah memberikan bimbingan, arahan, motivasi, serta dukungan dalam penyelesaian skripsi ini.
6. Bapak Dr. Ir. I Gede Ratnaya, S.T., M.Pd., MCE., IPM., Selaku Pembimbing II yang telah memberikan bimbingan, dukungan, serta masukan dalam penyelesaian skripsi ini.

7. Bapak dan Ibu dosen serta staf di lingkungan Program Studi S1 Pendidikan Teknik Elektro Universitas Pendidikan Ganesha yang telah memberikan dukungan dan semangat selama proses penyusunan skripsi ini.
8. Kepada Keluarga Lijami tercinta, khususnya ibu saya yang selalu memberikan dukungan dari segala aspek, doa, perhatian, semangat, serta motivasi yang tiada henti sehingga penulis dapat menyelesaikan skripsi ini dengan baik.
9. Kepada Grup Wong Sukses yang telah memberikan dukungan, semangat, serta kebersamaan selama proses penyusunan skripsi diluar jam efektif ini sehingga penulis dapat menyelesaikan penelitian dengan baik.
10. Kepada seluruh semua pihak yang telah berpartisipasi dalam pemenuhan prosedur dan kelengkapan dalam penyusunan skripsi ini.

Penulis menyadari sepenuhnya bahwa skripsi ini masih memiliki banyak kekurangan karena keterbatasan kemampuan dan pengalaman yang dimiliki penulis. Oleh karena itu, penulis sangat mengharapkan kritik dan saran yang bersifat membangun dari berbagai pihak guna menyempurnakan skripsi ini. Penulis berharap skripsi ini dapat memberikan manfaat serta menjadi salah satu referensi dalam pengembangan media pembelajaran, khususnya pada bidang Sistem Kendali Cerdas di dunia pendidikan.



Singaraja, 03 Juli 2026
Khairul Adib Ramadhan

DAFTAR ISI

Halaman:

PRAKATA	viii
DAFTAR ISI.....	x
DAFTAR TABEL.....	xii
DAFTAR GAMBAR.....	xiii
DAFTAR LAMPIRAN	xiv
ABSTRAK	xv
 BAB I PENDAHULUAN.....	 1
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Identifikasi Masalah.....	5
1.3 Batasan Masalah	5
1.4 Rumusan Masalah.....	6
1.5 Tujuan Penelitian	6
1.6 Spesifikasi Produk yang Diharapkan.....	7
1.7 Pentingnya Pengembangan.....	7
1.8 Asumsi dan Keterbatasan Pengembangan	8
1.9 Definisi Istilah	9
 BAB II KAJIAN PUSTAKA.....	 12
2.1 Kajian Teori	12
2.1.1 Pengembangan Media Pembelajaran.....	12
2.1.2 Sistem Kendali Cerdas.....	13
2.1.3 Logika <i>Fuzzy</i> Mamdani	15
2.1.4 <i>Head Pose Estimation</i>	20
2.1.5 Perangkat Lunak Pendukung	21
2.1.6 Perangkat Keras Pendukung	23
2.2 Kajian Hasil Penelitian yang Relevan	28
2.3 Kerangka Berpikir	31
2.4 Perumusan Hipotesis	33
 BAB III METODE PENELITIAN	 34
3.1 Model dan Jenis Penelitian	34

3.2 Prosedur Penelitian	35
3.3 Uji Coba Produk	40
3.3.1 Desain Uji Coba.....	40
3.3.2 Subjek Uji Coba.....	40
3.4 Jenis Data.....	41
3.4.1 Metode dan Instrumen Pengumpulan Data.....	42
3.4.2 Metode Dan Teknik Analisa Data	47
BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN.....	50
4.1 Hasil Penelitian	50
4.1.1 Potensi dan Masalah.....	52
4.1.2 Pengumpulan Data	53
4.1.3 Desain Produk	54
4.1.4 Validasi Desain.....	61
4.1.5 Revisi Desain	62
4.1.6 Pembuatan Produk	63
4.1.7 Uji Coba Awal	66
4.1.8 Revisi Produk 1	74
4.1.9 Uji Coba Pemakaian.....	76
4.1.10 Revisi Produk 2	84
4.2 Hasil Pembahasan	85
4.3 Implikasi penelitian.....	93
BAB V PENUTUP.....	95
5.1 Rangkuman.....	95
5.2 Kesimpulan.....	96
5.3 Saran.....	96
DAFTAR PUSTAKA	98
LAMPIRAN-LAMPIRAN	102

DAFTAR TABEL

Tabel	Halaman:
Tabel 3.1 Kualifikasi Penilaian Validasi Ahli Isi Dan Ahli Media.	43
Tabel 3.2 Kategori Penilaian Respons Peserta Didik Terhadap Media.....	43
Tabel 3.3 Kisi-Kisi Instrumen Untuk Ahli Isi.....	44
Tabel 3.4 Kisi- Kisi Instrumen Untuk Ahli Media.....	44
Tabel 3.5 Kisi-Kisi Instrumen Uji Coba Untuk Peserta Didik.....	46
Tabel 3.6 Klasifikasi Tingkat Kelayakan Berdasarkan Persentase	48
Tabel 3.7 Klasifikasi Tingkat Respons Peserta Didik.....	49
Tabel 4.1 Daftar Komponen Pembuatan Media.....	63
Tabel 4.2 Kuesioner Validasi Ahli Isi	67
Tabel 4.3 Kuesioner Validasi Ahli Media	71
Tabel 4.4 Hasil Uji Coba Oleh Kelompok Kecil	76
Tabel 4.5 Tabel Skor Penilaian Kelompok Kecil	78
Tabel 4.6 Tabel Klasifikasi Kelompok Kecil	78
Tabel 4.7 Tabel Uji Kelompok Besar	80
Tabel 4.8 Tabel Skor Penilaian Kelompok Besar	82
Tabel 4.9 Tabel Klasifikasi Kelompok Besar.....	83



DAFTAR GAMBAR

Gambar	Halaman:
Gambar 2.1 Grafik Logika <i>Fuzzy</i> PWM.....	20
Gambar 2.2 Tampilan <i>Visual Studio Code</i>	21
Gambar 2.3. Tampilan Arduino IDE.....	22
Gambar 2.4 ESP32-CAM.	24
Gambar 2.5 ESP32 DEVKIT V1	25
Gambar 2.6 Driver DRV8833	26
Gambar 2.7 Motor DC 5V	27
Gambar 2.8 Sensor HC-SR04.....	27
Gambar 2.9 LCD I2C.....	28
Gambar 2.10 <i>Flowchart</i> kerangka berpikir.....	32
Gambar 3.1 Langkah-langkah Metode <i>Research and Development</i> (R&D).	35
Gambar 4.1 Blok Sistem	55
Gambar 4.2 <i>Flowchart</i> Sistem Media.....	57
Gambar 4.3 Koding Keanggotaan dan <i>Rules</i>	59
Gambar 4.4 Rangkaian Media	60
Gambar 4.5 Desain Bentuk Media.....	60
Gambar 4.6 Desain Awal Papan Trainer Media.....	61
Gambar 4.7 Desain yang Divalidasi	62
Gambar 4.8 Desain yang divalidasi	63
Gambar 4.9 Trainer Media Pembelajaran <i>Smart Wheelchair</i>	65
Gambar 4.10 Buku Panduan Media	66
Gambar 4.11 Penambahan Tombol pada Media	75
Gambar 4.12 Penambahan Stiker pada Media	76

DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran	Halaman:
Lampiran 1. Surat Keterangan Penelitian	103
Lampiran 2. Uji Validasi Ahli Isi	104
Lampiran 3. Uji Validasi Ahli Media	108
Lampiran 4. Daftar Nama Responden	112
Lampiran 5. Uji Coba Kelompok Kecil	113
Lampiran 6. Uji Coba Kelompok Besar	123
Lampiran 7. Dokumentasi	133

