



© Hak Cipta milik Politeknik Negeri Jakarta

Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta



**DESAIN DAN PENGEMBANGAN ALAT MUSIK
TRADISIONAL *SMART* GAMBANG BERBASIS ANDROID
MENGUNAKAN ESP32-S3**

TUGAS AKHIR

MUFFA DESWITASARI

2303321072

**POLITEKNIK
NEGERI
JAKARTA**

PROGRAM STUDI ELEKTRONIKA INDUSTRI

JURUSAN TEKNIK ELEKTRO

POLITEKNIK NEGERI JAKARTA

2026



© Hak Cipta milik Politeknik Negeri Jakarta

Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta



IMPLEMENTASI APLIKASI ANDROID SEBAGAI PENGENDALI *SMART* GAMBANG BERBASIS ESP32-S3

TUGAS AKHIR

**Diajukan sebagai salah satu syarat untuk memperoleh gelar
Diploma Tiga**

MUFFA DESWITASARI

2303321072

**POLITEKNIK
NEGERI
JAKARTA**

PROGRAM STUDI ELEKTRONIKA INDUSTRI

JURUSAN TEKNIK ELEKTRO

POLITEKNIK NEGERI JAKARTA

2026



Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumunkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

HALAMAN PERNYATAAN ORISINALITAS

Tugas Akhir ini adalah hasil karya saya sendiri dan semua sumber baik yang dikutip maupun dirujuk telah saya nyatakan dengan benar.

Nama : Muffa Deswitasari

NIM : 2303321072

Tanda Tangan :

Tanggal : 30 Juni 2026

**POLITEKNIK
NEGERI
JAKARTA**



© Hak Cipta milik Politeknik Negeri Jakarta

Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

LEMBAR PENGESAHAN
TUGAS AKHIR

Tugas Akhir diajukan oleh :

Nama : Muffa Deswitasari

NIM : 2303321072

Program Studi : D-III Elektronika Industri

Judul Tugas Akhir : Desain dan Pengembangan Alat Musik Tradisional *Smart*
Gambang Berbasis Android Menggunakan ESP32-S3.

Sub Judul : Implementasi Aplikasi Android Sebagai Pengendali
Smart Gambang Berbasis ESP32-S3.

Telah diuji oleh tim penguji dalam Sidang Tugas Akhir pada 30 Juni 2026 dan dinyatakan LULUS.

Pembimbing : Hariyanto, S.Pd., M.T.

(NIP. 199101282020121008) ()

Depok, 9 Juli 2026

Disahkan oleh

Ketua Jurusan Teknik Elektro



Dr., Murie Dwiyaniti, S.T., M.T.
NIP. 19780331200312200



Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumunkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

KATA PENGANTAR

Puji syukur saya panjatkan kepada Allah SWT Yang Maha Esa, karena atas berkat dan rahmat-Nya, penulis dapat menyelesaikan Tugas Akhir ini. Dengan mengerjakan tugas akhir ini, penulis menyadari bahwa, tanpa bantuan dan bimbingan dari berbagai pihak, dari masa perkuliahan sampai pada penyusunan tugas akhir ini, sangatlah sulit bagi penulis untuk menyelesaikan tugas akhir ini. Oleh karena itu, penulis mengucapkan terima kasih kepada :

1. Dr. Murie Dwiyanti , S.T., M.T selaku Ketua Jurusan Elektro;
2. Bapak Hariyanto, S.Pd., M.T. selaku dosen pembimbing yang senantiasa mengarahkan penulis dalam proses pengerjaan tugas akhir ini;
3. Dalam penyelesaian Tugas Akhir ini, penulis ingin menyampaikan rasa terima kasih yang sebesar-besarnya kepada keluarga tercinta, terutama kakak-kakak penulis yang telah memberikan dukungan penuh baik secara moril maupun materiil selama proses perkuliahan hingga penyelesaian Tugas Akhir ini. Tanpa dukungan dan pengorbanan mereka, perjalanan ini tidak akan dapat penulis tempuh.
4. Penulis juga mengucapkan terima kasih kepada Muhamad Nabhan Zaki selaku rekan satu tim dalam pengerjaan Tugas Akhir ini. Kerja sama, dedikasi, dan semangat yang telah diberikan selama proses perancangan, realisasi, hingga pengujian sistem Smart Gambang ini sangat berarti bagi penulis.

Akhir kata, penulis berharap Tuhan Yang Maha Esa berkenan membalas segala kebaikan semua pihak yang telah membantu. Semoga tugas akhir ini membawa manfaat bagi pengembangan ilmu pengetahuan ke depannya.

Depok, 30 Juni 2026

Muffa Deswitasari



Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

*Desain dan Pengembangan Alat Musik Tradisional Smart Gambang Berbasis
Android Menggunakan ESP32-S3*

Abstrak

Gambang merupakan alat musik perkusi tradisional dari ansambel gamelan yang semakin jarang dimainkan oleh generasi muda akibat perkembangan budaya digital. Tugas akhir ini mengembangkan sistem Smart Gambang Berbasis Android Menggunakan ESP32-S3 sebagai upaya modernisasi alat musik tradisional agar lebih mudah diakses dan dipelajari. Fokus penelitian ini adalah implementasi aplikasi Android sebagai pengendali sistem Smart Gambang. Aplikasi Android dikembangkan menggunakan MIT App Inventor dan berkomunikasi dengan mikrokontroler ESP32-S3 melalui protokol HTTP berbasis jaringan WiFi lokal. Sistem ini dilengkapi tiga mode operasi, yaitu mode Lagu untuk pemutaran lagu secara otomatis, mode Nada untuk pemilihan nada individual secara manual, dan mode Voice untuk pengendalian berbasis perintah suara. ESP32-S3 mengendalikan 15 motor central lock sebagai aktuator pemukul bilah gambang melalui driver L298N dan IC shift register 74HC595. Hasil pengujian menunjukkan bahwa komunikasi HTTP antara aplikasi Android dan ESP32-S3 mencapai akurasi perintah 100% dengan rata-rata latency 131 ms menggunakan provider Indosat dan 148 ms menggunakan provider Telkomsel. Tingkat keberhasilan mode Lagu mencapai 96,3%, mode Manual Nada rata-rata 96,7%, dan fitur Voice Note rata-rata 95,8%. Sistem Smart Gambang yang dihasilkan terbukti mampu memainkan gambang secara otomatis dan interaktif, serta berpotensi menjadi media pembelajaran musik tradisional berbasis teknologi yang interaktif dan inovatif bagi generasi muda dalam upaya pelestarian budaya lokal di era digital.

Kata Kunci: *Android, ESP32-S3, gambang, MIT App Inventor, WiFi*



Android-based Smart Gambang Traditional Musical Instrument Design and Development Using ESP32-S3

Abstract

Gambang is a traditional percussion instrument from the gamelan ensemble that is increasingly rarely played by the younger generation due to the development of digital culture. This final project develops an Android-Based Smart Gambang System Using ESP32-S3 as an effort to modernize traditional musical instruments to be more accessible and learnable. The focus of this research is the implementation of an Android application as the controller of the Smart Gambang system. The Android application was developed using MIT App Inventor and communicates with the ESP32-S3 microcontroller via HTTP protocol over a local WiFi network. The system is equipped with three operating modes: Song Mode for automatic song playback, Note Mode for individual note selection manually, and Voice Mode for voice command-based control. The ESP32-S3 controls 15 central lock motors as actuators to strike the gambang keys through L298N drivers and 74HC595 shift register ICs. Test results show that HTTP communication between the Android application and ESP32-S3 achieves 100% command accuracy with an average latency of 131 ms using the Indosat provider and 148 ms using the Telkomsel provider. The success rate of Song Mode reaches 96.3%, Manual Note Mode averages 96.7%, and the Voice Note feature averages 95.8%. The resulting Smart Gambang system is proven capable of playing gambang automatically and interactively, and has the potential to become a technology-based traditional music learning medium for the younger generation.

Keywords: *Android, ESP32-S3, gambang, MIT App Inventor, WiFi*

Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta



© Hak Cipta milik Politeknik Negeri Jakarta

Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

DAFTAR ISI

JUDUL	i
SUBJUDUL.....	ii
HALAMAN PERNYATAAN ORISINALITAS.....	iii
LEMBAR PENGESAHAN TUGAS AKHIR.....	iv
KATA PENGANTAR.....	v
Abstrak	vi
Abstract	vii
DAFTAR ISI.....	viii
DAFTAR GAMBAR.....	xi
DAFTAR TABEL	xiii
DAFTAR LAMPIRAN	xiv
BAB I PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang.....	1
1.2 Perumusan Masalah.....	2
1.3 Batasan Masalah.....	2
1.4 Tujuan.....	3
1.5 Luaran	3
BAB II TINJAUAN PUSTAKA.....	4
2.1 Gampang	4
2.2 Internet of Things (IoT).....	5
2.3 Pemrograman ESP32-S3 Menggunakan Arduino IDE	5
2.4 MIT App Inventor.....	6
2.5 Komunikasi HTTP Langsung.....	7
2.6 ESP32-S3 N8R8 N16R8	7



© Hak Cipta milik Politeknik Negeri Jakarta

Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

2.7	Motor Central Lock	8
2.8	Driver Motor L298N.....	9
2.9	Shift Register IC 74HC595	9
BAB III PERANCANGAN DAN REALISASI		11
3.1	Perancangan Alat	11
3.1.1	Deskripsi Alat	12
3.1.2	Desain Alat.....	13
3.1.3	Spesifikasi Alat.....	16
3.1.3.1	Spesifikasi Software	16
3.1.3.2	Spesifikasi Hardware	18
3.1.4	Cara Kerja Alat.....	19
3.1.5	Diagram Blok Sistem Alat.....	20
3.1.6	Flowchart Sub Sistem IoT.....	21
3.1.7	Flowchart Aplikasi Android	23
3.2	Realisasi Alat.....	23
3.2.1	Perancangan Mekanik.....	23
3.3	Realisasi Software	25
3.3.1	Realisasi Program Arduino ESP32-S3.....	26
3.4	Realisasi MIT App Inventor.....	27
3.4.1	Menu pada MIT App Inventor.....	27
3.4.1.1	Layar Beranda	28
3.4.1.2	Layar Lagu (<i>Song Mode</i>)	28
3.4.1.3	Layar Nada.....	30
3.4.1.4	Layar <i>Voice</i>	31
3.4.2	Blok pada MIT App Inventor	32
3.4.2.1	Blok Pada Beranda.....	32
3.4.2.2	Blok Pada Lagu	32



© Hak Cipta milik Politeknik Negeri Jakarta

Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

3.4.2.3 Blok Nada Gambang	35
3.4.2.4 Blocks Voice Note	37
BAB IV PEMBAHASAN	41
4.1 Deskripsi Pengujian	41
4.1.1 Prosedur Pengujian	41
4.2 Data Hasil Pengujian.....	42
4.2.1 Pengujian ESP dengan MIT App Inventor Menggunakan 2 Provider.....	42
4.2.2 Pengujian Mode Lagu.....	45
4.2.3 Pengujian Mode Manual Nada.....	47
4.2.4 Pengujian Fitur Voice Note	48
4.3 Analisis Data Hasil Pengujian.....	50
BAB V KESIMPULAN.....	51
5.1 Kesimpulan	51
5.2 Saran	52
DAFTAR PUSTAKA.....	53
LAMPIRAN	xv



Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengemukakan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2. 1 Gambang	4
Gambar 2. 2 Arduino IDE	6
Gambar 2. 3 MIT App Inventor.....	6
Gambar 2. 4 ESP32-S3 N8R8 N16R8	8
Gambar 2. 5 Motor Central Lock	8
Gambar 2. 6 Driver Motor L298N.....	9
Gambar 2. 7 IC 74HC595	10
Gambar 3. 1 Desain 2D Smart Gambang.....	13
Gambar 3. 2 Tampak Belakang Gambang	14
Gambar 3. 3 Tampak Depan Gambang.....	15
Gambar 3. 4 Tampak Samping Gambang.....	15
Gambar 3. 5 Tampak Atas Gambang.....	16
Gambar 3. 6 Diagram Blok Sistem.....	21
Gambar 3. 7 Flowchart Sub Sistem IoT.....	22
Gambar 3. 8 Flowchart Aplikasi Android.....	23
Gambar 3. 9 Tampak Atas Realisasi Mekanik	24
Gambar 3. 10 Tampak Belakang Realisasi Mekanik.....	24
Gambar 3. 11 Tampak Depan Realisasi Mekanik	25
Gambar 3. 12 Tampak Samping Realisasi Mekanik.....	25
Gambar 3. 13 Kode Inisialisasi Jaringan WiFi.....	26
Gambar 3. 14 Kode Endpoint.....	26
Gambar 3. 15 Kontrol Manual Motor	27
Gambar 3. 16 Fungsi Pemutaran Lagu	27
Gambar 3. 17 Layar Beranda	28
Gambar 3. 18 Layar Lagu	29
Gambar 3. 19 Layar Nada	30
Gambar 3. 20 Layar Voice	31
Gambar 3. 21 Blok When Play Click.....	32
Gambar 3. 22 Blok Lagu.....	32
Gambar 3. 23 Blok Play Lagu	33
Gambar 3. 24 Blok Stop Lagu.....	34
Gambar 3. 25 Blok When Back Click 1.....	35



© Hak Cipta milik Politeknik Negeri Jakarta

Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

Gambar 3. 26 Blok Nada Manual Selection.....	35
Gambar 3. 27 Blok Pada Nada	36
Gambar 3. 28 Blok When Back Click 2.....	37
Gambar 3. 29 Blok When Voice Click	38
Gambar 3. 30 Blok Inisialisasi dan Pengenalan Suara	38
Gambar 3. 31 Blok Notifier.....	39
Gambar 4. 1 Uji Coba Latency.....	43
Gambar 4. 2 Uji Coba Lagu	45
Gambar 4. 3 Uji Coba Voice Note.....	48





Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

DAFTAR TABEL

Tabel 3. 1 Deskripsi Alat	12
Tabel 3. 2 Desain Alat.....	13
Tabel 3. 3 Keterangan Gambar Desain 2D Smart Gampang	14
Tabel 3. 4 Software yang Digunakan.....	17
Tabel 3. 5 Spesifikasi Software	17
Tabel 3. 6 Spesifikasi Hardware.....	18
Tabel 4. 1 Alat dan Bahan Pengujian.....	41
Tabel 4. 2 Hasil Uji Coba Latency dan Status Koneksi Provider Indosat	44
Tabel 4. 3 Hasil Uji Coba Latency dan Status Koneksi Provider Telkomsel	44
Tabel 4. 4 Hasil Uji Coba Perangkat Terhadap Lagu	46
Tabel 4. 5 Hasil Uji Coba Manual Gampang	47
Tabel 4. 6 Hasil Uji Coba Pengenalan Suara (Fitur Voice Note).....	49
Tabel 4. 7 Data Hasil Pengujian	50



DAFTAR LAMPIRAN

L- 1 Daftar Riwayat Hidup Penulis	xv
L- 2 Foto Alat	xvi
L- 3 Diagram Blok Sistem	xvii
L- 4 Pengujian Pada MIT App Inventor	xviii
L- 5 Panduan Penggunaan Alat Musik Smart Gambang	xx
L- 6 Poster Profil Alat Musik Smart Gambang	xxii



Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta



Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

BAB I PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Indonesia merupakan negara dengan kekayaan budaya yang sangat beragam, termasuk di dalamnya warisan seni musik tradisional. Salah satu di antaranya adalah gambang, yaitu alat musik perkusi dari ansambel gamelan yang terbuat dari bilah-bilah kayu yang disusun secara berderet dan dimainkan dengan cara dipukul menggunakan pemukul khusus. Gambang memiliki nilai seni dan historis yang tinggi dalam khazanah kebudayaan Jawa dan Bali. Namun seiring dengan derasny arus globalisasi dan perkembangan budaya digital, eksistensi alat musik tradisional seperti gambang mulai tergeser, terutama di kalangan generasi muda.

Teknologi digital kini diakui sebagai salah satu sarana yang potensial untuk melestarikan dan merevitalisasi warisan budaya lokal. Pemanfaatan media digital dalam pelestarian budaya dapat memberikan efektivitas dan efisiensi, mulai dari pendataan, pendokumentasian, hingga penyebaran informasi secara meluas. Dalam konteks ini, modernisasi alat musik tradisional melalui pendekatan teknologi menjadi salah satu upaya konkret untuk memperkenalkan gambang kepada masyarakat yang lebih luas, sekaligus menjaga keberlanjutan warisan budaya tersebut di era digital.

Perkembangan di bidang *Internet of Things* (IoT) dan sistem tertanam (embedded system) membuka peluang besar untuk berinovasi dalam pengembangan alat musik tradisional. Mikrokontroler ESP32-S3 yang dikembangkan oleh Espressif Systems merupakan salah satu pilihan unggulan dalam pengembangan sistem IoT modern. ESP32-S3 mengintegrasikan prosesor dual-core LX7 berkecepatan hingga 240 MHz, dukungan Wi-Fi 4 dan *Bluetooth* 5 *Low Energy* (BLE), serta ekstensi vektor untuk akselerasi machine learning dalam satu chip yang efisien. Kemampuan tersebut menjadikan ESP32-S3 sangat sesuai digunakan sebagai pengendali utama sistem *Smart* Gambang yang dapat dikontrol secara nirkabel.



© Hak Cipta milik Politeknik Negeri Jakarta

Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

Di sisi lain, platform Android sebagai sistem operasi mobile paling banyak digunakan di dunia memberikan kemudahan akses bagi pengguna untuk berinteraksi dengan perangkat cerdas melalui antarmuka yang intuitif. Penelitian sebelumnya telah menunjukkan bahwa aplikasi Android dapat dikembangkan secara efektif sebagai pengendali perangkat elektronik berbasis mikrokontroler melalui komunikasi nirkabel Bluetooth. Integrasi aplikasi Android dengan sistem *Smart Gambang* memungkinkan pengguna untuk memainkan, mengatur nada, serta mengontrol fungsi-fungsi gambang yang telah dimodernisasi secara mudah dan interaktif melalui *smartphone*.

Berdasarkan latar belakang tersebut, penelitian tugas akhir ini mengangkat topik desain dan pengembangan alat musik tradisional *Smart Gambang* berbasis Android menggunakan ESP32-S3, dengan fokus pada implementasi aplikasi Android sebagai pengendali *Smart Gambang*. Dengan adanya sistem ini diharapkan gambang dapat lebih mudah diakses oleh masyarakat luas, terutama generasi muda, sehingga pelestarian budaya dapat berjalan beriringan dengan kemajuan teknologi.

1.2 Perumusan Masalah

Adapun perumusan masalah dari pembuatan Tugas Akhir ini adalah:

1. Bagaimana penerapan MIT App Inventor sebagai antarmuka kontrol manual pada sistem *Smart Gambang*?
2. Bagaimana tingkat akurasi pengenalan input suara pada MIT App Inventor dalam memerintahkan pemutaran nada atau lagu tertentu pada *Smart Gambang*?
3. Bagaimana proses pengiriman perintah kontrol antara MIT App Inventor dan ESP32-S3 melalui jaringan WiFi dapat berjalan dengan baik?

1.3 Batasan Masalah

Batasan-batasan masalah dalam perancangan sistem yaitu:

1. Sistem hanya dapat memutar lagu-lagu yang sudah tersimpan di dalam memori internal ESP32-S3.
2. Koneksi sistem hanya dapat dilakukan melalui jaringan WiFi lokal dan tidak mendukung operasi melalui jaringan internet publik.



© Hak Cipta milik Politeknik Negeri Jakarta

Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumunkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

1.4 Tujuan

Tujuan yang ingin dicapai dalam pembuatan Tugas Akhir ini adalah:

1. Membangun *Smart Gambang* berbasis ESP32-S3 yang dapat menggerakkan 15 bilah nada secara otomatis menggunakan motor central lock, driver L298N, dan IC shift register.
2. Mewujudkan integrasi antara aplikasi Android dan ESP32-S3 melalui protokol HTTP berbasis WiFi untuk menghasilkan gerakan gambang yang sesuai dengan perintah pengguna.
3. Menghadirkan media pembelajaran musik tradisional yang interaktif dan berbasis teknologi sebagai upaya pelestarian budaya bagi generasi muda.

1.5 Luaran

Luaran yang diharapkan dari Tugas Akhir ini adalah:

1. Laporan Tugas Akhir
2. Alat Musik *Smart Gambang* Berbasis Android Menggunakan ESP32-S3
3. Draft Hak Cipta Alat

POLITEKNIK
NEGERI
JAKARTA

Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

BAB V KESIMPULAN

5.1 Kesimpulan

Berdasarkan hasil perancangan dan pengujian, diperoleh kesimpulan berikut:

1. MIT App Inventor digunakan sebagai antarmuka kontrol manual dengan tampilan UI yang memudahkan pengguna mengakses 15 nada dasar (G rendah hingga G' tinggi) secara individual melalui mode Nada, maupun memilih lagu secara otomatis melalui mode Lagu. Setiap tombol pada aplikasi mengirimkan perintah melalui protokol HTTP GET ke ESP32-S3 untuk menggerakkan motor central lock pada bilah yang dipilih, dengan tingkat keberhasilan mode manual rata-rata 96,7% dan mode lagu 96,03%.
2. MIT App Inventor menggunakan komponen SpeechRecognizer untuk mendeteksi perintah suara seperti "Play Indonesia Raya" dengan tingkat keberhasilan rata-rata 95,8%. Perintah suara diterjemahkan menjadi teks dan diproses untuk memilih serta memutar lagu yang dimaksud, sementara perintah "Mulai" dan "Stop" berhasil dikenali dengan akurasi 100%, dengan respons yang stabil selama koneksi jaringan baik.
3. Integrasi antara MIT App Inventor dan ESP32-S3 berfungsi sebagai sistem input dan output yang efisien dalam pengendalian *Smart Gambang*. MIT App Inventor berperan sebagai antarmuka pengguna yang memungkinkan pengiriman perintah kontrol melalui protokol HTTP GET berbasis WiFi, sementara ESP32-S3 bertindak sebagai unit pemrosesan yang mengeksekusi perintah tersebut untuk menggerakkan bilah gambang sesuai nada yang diinginkan. Pengujian pada dua provider jaringan menunjukkan akurasi pengiriman perintah 100% dengan rata-rata latency 131 ms (Indosat) dan 148 ms (Telkomsel), membuktikan bahwa sistem komunikasi berjalan secara andal dan responsif.

**Hak Cipta :**

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

5.2 Saran

Untuk pengembangan sistem *Smart Gambang* ke depannya, disarankan:

1. Perlu dilakukan penggantian dan penyesuaian pemasangan motor central lock pada bilah yang belum optimal, khususnya nada D Sedang, B Sedang, F' Tinggi, dan G' Tinggi, agar seluruh 15 bilah gambang dapat menghasilkan bunyi yang merata dan konsisten.
2. Sistem dapat dikembangkan agar tidak terbatas pada lagu yang tersimpan di memori internal ESP32-S3, dengan menambahkan fitur pengunggahan lagu secara dinamis melalui aplikasi Android atau penyimpanan eksternal, serta memperluas kemampuan pengenalan suara agar dapat mendeteksi variasi pelafalan dan notasi musik sebagai input perintah.





Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumunkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

DAFTAR PUSTAKA

- Akbar, A., Mutaqin, Z., & Samsumar, L. D. (2022). IoT-Based Smart Room Using Web Server-Based ESP32 Microcontroller. *Formosa Journal of Computer and Information Science (FJCIS)*, 1(2), 91–98.
<https://doi.org/10.55927/fjcis.v1i2.1151>
- IC 74HC595 Datasheet. (2023). *74HC595; 74HCT595 8-bit serial-in, serial or parallel-out shift register with output latches; 3-state*. ALLDATASHEET. Diakses pada 20 Juni 2026, dari <https://www.alldatasheet.com/datasheet-pdf/pdf/15563/PHILIPS/74HC595.html>
- Components101. (2021). *L298N Motor Driver Module Pinout, Datasheet, Features & Specs*. Diakses pada 20 Juni 2026, dari <https://components101.com/modules/l298n-motor-driver-module>
- Lin, Z., & Xiang, W. (2023). Wireless Sensing and Networking for the Internet of Things. *Sensors*, 23(3), 1461. <https://doi.org/10.3390/s23031461>
- Gustiana Putri, & Sularno. (2024). Implementasi MIT App Inventor untuk Aplikasi Translator Suara ke Teks di Platform Android. *Jurnal Ilmu Komputer dan Informatika*, 1(1), 1–5.
- Hartati, S., & Firmanto, A. (2021). Android-Based Introduction Application of Medicinal Plants. *International Journal of Artificial Intelligence and Robotic Technology (IJAIRTec)*.
- Kholik, M. A., Setiawan, B., & Fauzi, A. (2023). Design and Implementation of a Smart Home System with the Internet of Things (IoT) Using ESP32. *Jurnal Teknologi Informasi dan Komunikasi*, 13(1), 22–30.
- Nababan, L., & Sembada, A. (2023). Adaptasi Pelestarian Musik Etnik di Tengah Perubahan Sosial. *Jurnal Antropologi Musik*, 15(1), 85–100.
- Setiawan, S.A., Hidayat, M., & Sutarti. (2024). PROSISKO: *Jurnal Pengembangan Riset dan Observasi Sistem Komputer*, 11.
- Setyawan, Y., & Giap, Y. C. (2022). Implementasi Speech Recognition untuk Asisten Virtual. *Jurnal Algor*, IV(1).
- Sofya, N. D., Esabella, S., & Yunanri W. (2025). Digitalisasi Budaya untuk



Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

Meningkatkan Apresiasi terhadap Kolintang Alat Musik Khas Sulawesi Utara. *Ismart Edu: Jurnal Pendidikan Teknologi Informasi*, 4(2).

Sumarsam. (2022). Gambang sebagai instrumen perkusi bernada dalam tradisi musik Jawa. *Prabayaksa: Journal of History Education*, 2.

Syakuro, M., et al. (2023). Generasi Z dan Pelestarian Budaya: Tantangan dan Peluang. *Jurnal Citizen: Ilmiah Multidisiplin Indonesia*, 5(2).

Espressif Systems. (2023). *ESP32-S3 Series Datasheet*. Diakses pada 20 Juni 2026, dari https://www.espressif.com/sites/default/files/documentation/esp32-s3_datasheet_en.pdf

Tambak, J. A. P., Nizam, F., Sabrina, R., & Pamungkas, D. S. (2024). Sistem Kostum Kontrol Otomatis dan Monitoring Rumah Menggunakan ESP32. *Journal of Applied Electrical Engineering*, 8(1).

Vijen Vigel Koroh, Palilingan, R. N., Polii, J., & Lolowang, J. (2024). Implementasi Media Pembelajaran Interaktif Fisika Berbasis Aplikasi Android dengan MIT App Inventor. *Algoritma: Jurnal Matematika, Ilmu Pengetahuan Alam, Kebumihan dan Angkasa*, 2(4), 28–38.

**POLITEKNIK
NEGERI
JAKARTA**

LAMPIRAN

L- 1 Daftar Riwayat Hidup Penulis



MUFFA DESWITASARI

Anak kelima dari lima bersaudara, lahir di Jakarta, 15 Januari 2005. Lulus dari SDN 05 Jakarta 2017, SMP Negeri 153 Jakarta tahun 2020, Dan SMKN Penerbangan 29 Jakarta Tahun 2023, Sedang Menjalankan Gelar Diploma Tiga (D3) Jurusan Teknik Elektro, Program Studi Elektronika Industri, Politeknik Negeri Jakarta.

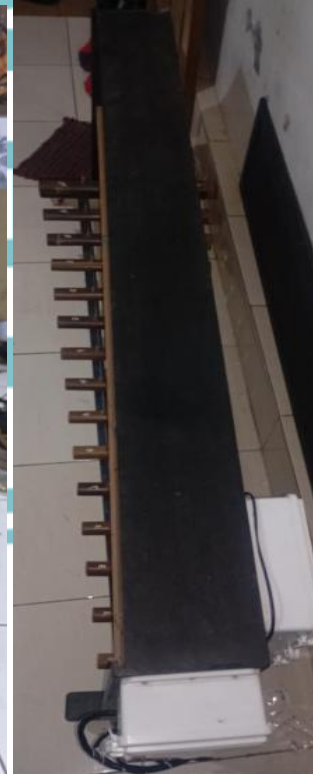
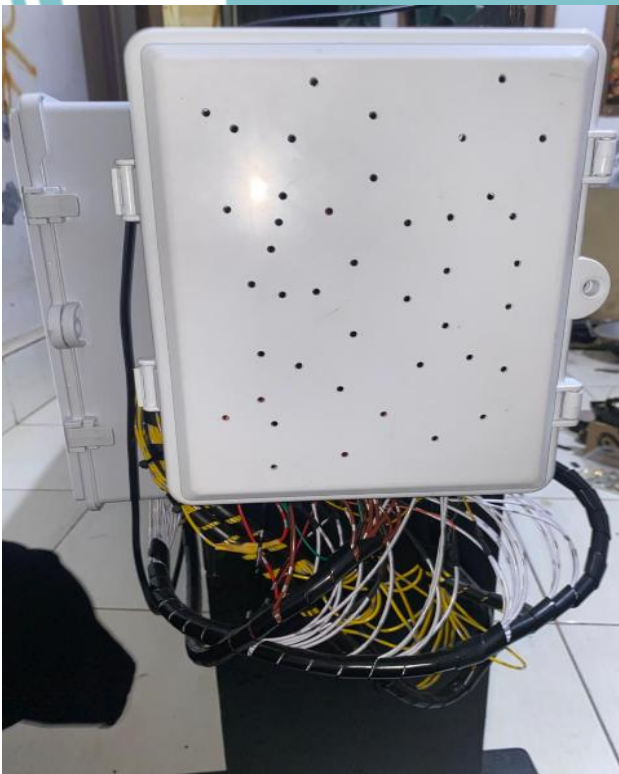
Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

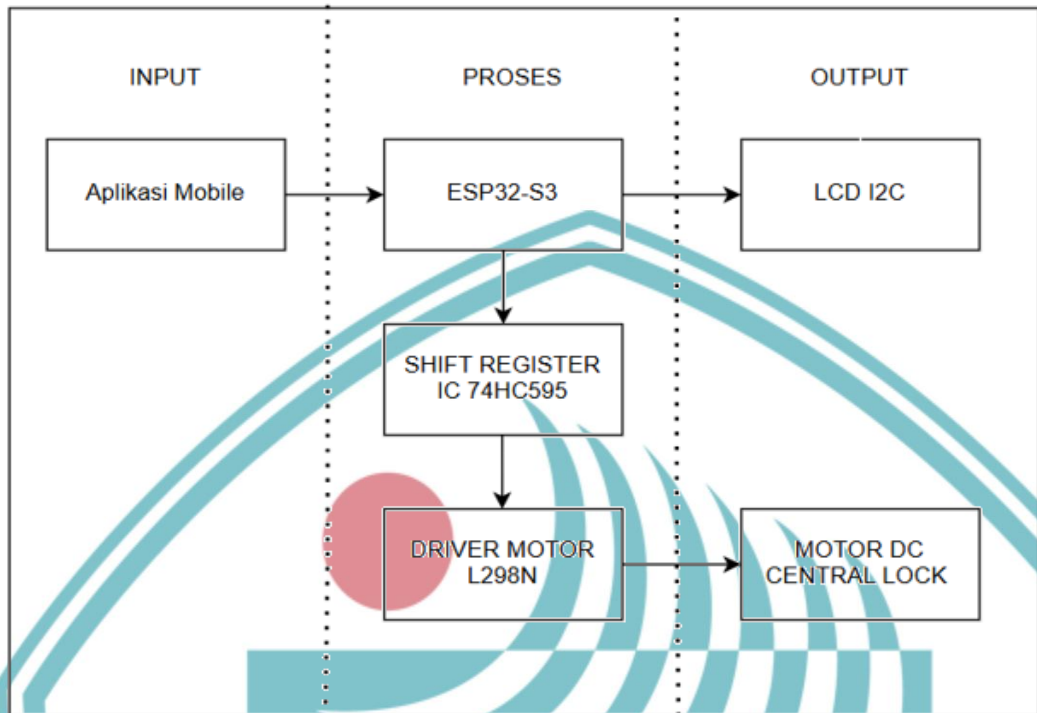
POLITEKNIK
NEGERI
JAKARTA

Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, , penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumunkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta



L- 3 Diagram Blok Sistem



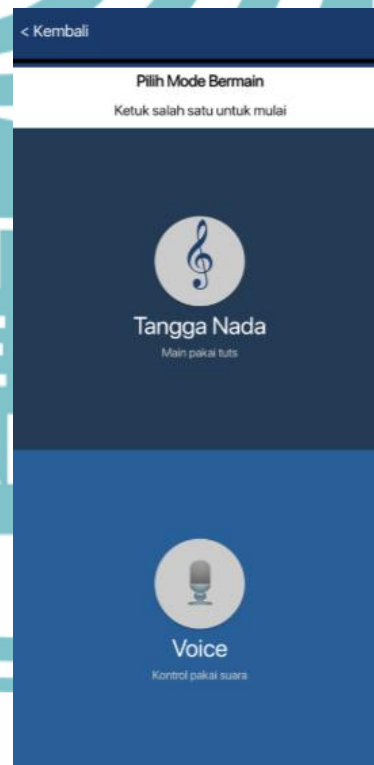
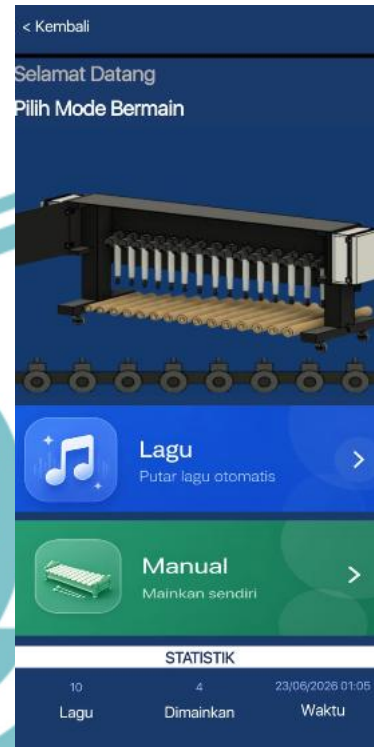
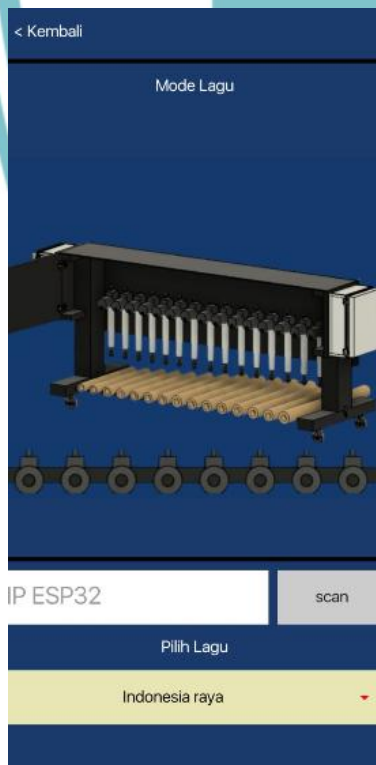
Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

L- 4 Pengujian Pada MIT App Inventor

Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta



Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta



POLITEKNIK
NEGERI
JAKARTA

Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, , penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumunkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

**SMART GAMBANG**
POLITEKNIK NEGERI JAKARTA - ELEKTRONIKA INDUSTRI

TUGAS AKHIR
2023

PANDUAN PENGGUNAAN (APLIKASI)

Ikuti 6 langkah berikut untuk mulai memainkan Smart Gambang

1 Langkah Pertama

Install Aplikasi

Download file **APK Smart Gambang** lalu install di smartphone Android. Aktifkan izin **instalasi dari sumber tidak dikenal** di pengaturan HP terlebih dahulu.

APK Smart Gambang
File APK Android - Siap diinstall

Download & Install

2 Langkah Kedua

Sambungkan WiFi

Sambungkan smartphone ke **jaringan WiFi yang sama** dengan perangkat ESP32 pada alat gambang.

1 Buka Settings → WiFi

2 Pilih jaringan ESP32

3 Masukkan password

4 Tunggu hingga tersambung

3 Langkah Ketiga

Scan IP ESP32

Buka aplikasi, masukkan **IP address ESP32** lalu tekan tombol **SCAN** untuk terhubung ke alat gambang.

MASUKKAN IP ESP32

192.168.1.10

SCAN

ESP32 ditemukan! Siap dimainkan

Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

MODE BERMAIN

4 Langkah Keempat

Pilih Mode

Pilih mode yang ingin digunakan. **Mode Lagu** untuk memutar otomatis, **Mode Manual** untuk memainkan sendiri.


Mode Lagu
 Putar lagu otomatis


Mode Manual
 Main sendiri

4

5 Langkah Kelima

Mode Lagu

Pilih lagu dari daftar playlist. Tekan ► **PLAY** untuk memulai dan ■ **STOP** untuk menghentikan.

🎵 **PLAYLIST**

1	Indonesia Raya	►	■
2	Pelangi	►	■
3	Bintang Kecil	►	■
4	Gundul Pacul	►	■
5	Kakak Tua	►	■

5

6 Langkah Keenam

Mode Manual

Pilih **Tangga Nada** untuk main pakai tuts, atau **Voice** untuk kontrol pakai suara.

OKTAF SEDANG

C

D

E

F

G

A

B

 **Tangga Nada**

 **Voice**

6

PENTING

⚠ **Perhatian!**

HP & gambang harus terhubung ke **WiFi yang sama**. Hanya **satu HP** yang bisa terhubung dalam satu sesi.

💡 **Tips**

Pastikan **IP ESP32** sudah benar sebelum SCAN. Jika gagal, cek koneksi WiFi dan pastikan alat gambang sudah menyala.

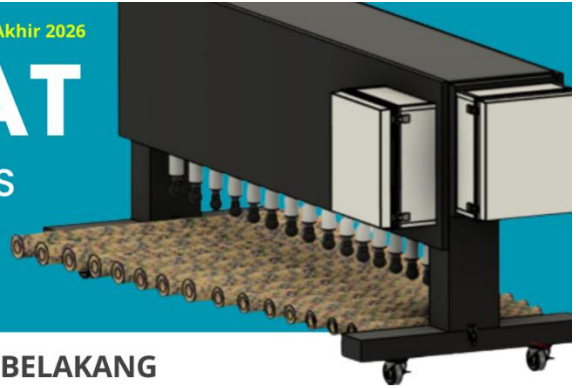
Smart Gambang · Tugas Akhir · Elektronika Industri 2023

Muffa Deswitasari · Muhamad Nabhan Zaki · Pembimbing: Hariyanto, S.Pd, M.T

● ● ● ● ●

PROFIL ALAT

SMART GAMBANG BERBASIS ANDROID MENGGUNAKAN ESP32-S3



★ DESKRIPSI ★

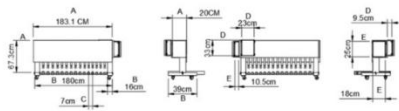
Smart Gambang adalah alat musik tradisional gambang yang diotomasi menggunakan teknologi embedded system. Sistem ini memungkinkan pengguna memainkan gambang secara nirkabel melalui aplikasi Android. Setiap bilah digerakkan oleh motor central lock yang dikontrol real-time via WiFi.

LATAR BELAKANG

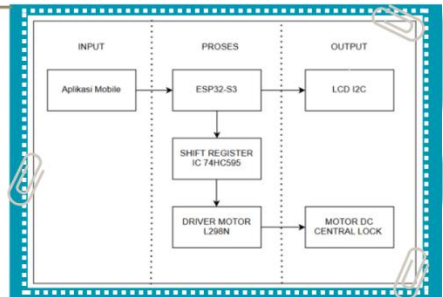
Gambang merupakan alat musik tradisional yang mulai jarang dimainkan karena membutuhkan keahlian khusus dan latihan yang cukup lama. Di sisi lain, perkembangan teknologi embedded system dan smartphone membuka peluang untuk mengotomasi alat musik tradisional secara praktis. Oleh karena itu, dikembangkanlah Smart Gambang yang mengintegrasikan ESP32-S3, motor central lock, dan aplikasi Android sebagai solusi untuk memainkan gambang secara modern, mudah, dan otomatis.

CARA KERJA SISTEM

Pengguna memberi perintah melalui aplikasi Android (MIT App Inventor). Perintah dikirim via HTTP GET (port 8088) ke ESP32-S3 yang terhubung WiFi. ESP32-S3 memproses data dan mengirim sinyal ke 4x shift register 74HC595 secara seri. Output shift register mengaktifkan L298N motor driver yang menggerakkan motor central lock pada masing-masing bilah gambang lalu menghasilkan pukulan nada.

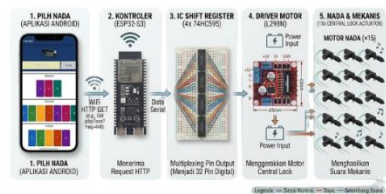


Nama	Bahan	Dimensi
Kerangka Gambang	Kayu	183.1cm x 20cm x 67.3cm
Bilah Gambang	Bambu	180cm x 39cm x 16cm
Box Rangkaian ESP32-S3 ke IC 74HC595	Plastik ABS	33cm x 23cm x 9.5cm
Box Modul Driver	Plastik ABS	25cm x 18cm x 10.5cm



TUJUAN

- Merancang sistem kendali 15 bilah gambang menggunakan ESP32-S3 dan shift register 74HC595
- Mengembangkan aplikasi Android sebagai antarmuka kontrol nirkabel via WiFi
- Mengimplementasikan 3 mode operasi: putar lagu otomatis, manual, dan perintah suara
- Mengontrol kekuatan pukulan tiap bilah menggunakan motor driver L298N



NAMA PENGEMBANG : MUFFA DESWITASARI - MUHAMAD NABHAN ZAKI
NAMA PEMBIMBING : HARIYANTO, S.PD., M.T.