

SKRIPSI SARJANA TERAPAN

**RANCANG BANGUN *SOUNDBOX* PORTABEL BERBASIS
ADDITIVE MANUFACTURING UNTUK SISTEM NOTIFIKASI
TRANSAKSI PADA BENGKEL OTOMOTIF**



Intelligentia - Dignitas

Skripsi Sarjana Terapan ini Ditulis untuk Memenuhi Persyaratan
dalam Mendapatkan Gelar Sarjana Terapan

DISUSUN OLEH:

Radifan Nuri Arsalan

1526422039

Intelligentia - Dignitas

UNIVERSITAS NEGERI JAKARTA

FAKULTAS TEKNIK

PROGRAM STUDI SARJANA TERAPAN

TEKNOLOGI REKAYASA MANUFAKTUR

2026

ABSTRAK

Adopsi *Quick Response Code Indonesian Standard* (QRIS) pada segmen UMKM terus meningkat, termasuk pada bengkel otomotif, namun perangkat notifikasi transaksi komersial yang tersedia dirancang untuk lingkungan ritel statis dan bersifat proprietary sehingga kurang tangguh terhadap debu, getaran, dan mobilitas tinggi di bengkel serta sulit diintegrasikan dengan sistem manajemen bengkel mandiri. Penelitian ini bertujuan merancang dan membangun prototipe *soundbox* QRIS portabel berbasis *Additive Manufacturing* sebagai *interface* fisik dalam ekosistem digitalisasi bengkel otomotif berbasis *Internet of Things* (IoT). Metode yang digunakan adalah rancang bangun (*prototype development*) yang meliputi perancangan *enclosure* dengan prinsip *Design for Manufacturing and Assembly* (DFMA) menggunakan *Autodesk Inventor*, fabrikasi melalui *Fused Deposition Modeling* (FDM) berbahan *filament* PLA+, serta integrasi komponen elektronik (Arduino UNO R4 WiFi, *DFPlayer* Mini, LCD 16×2, dan baterai Li-Po) yang terhubung ke server *Cloudflare Workers*. Hasil penelitian menunjukkan *enclosure* berdimensi 90×100×121 mm dengan set parameter optimal *layer height* 0,2 mm dan *infill density* 20% menghasilkan akurasi dimensi tanpa deviasi terhadap toleransi $\pm 0,5$ mm serta struktur yang cukup kaku berdasarkan simulasi *Autodesk Inventor*. Pengujian sistem terintegrasi menunjukkan rata-rata *delay* notifikasi 2,13 detik (target <3 detik), tingkat keberhasilan komunikasi data 100% (target 95%), serta konsumsi daya aktif 1436,4 mW dengan estimasi ketahanan baterai 15,46 jam. Namun, tingkat kejelasan suara (*Signal-to-Noise Ratio*) hanya memenuhi ambang ≥ 10 dB pada kondisi ruangan tenang dan belum optimal pada simulasi kebisingan bengkel. Penelitian ini menyimpulkan bahwa prototipe *soundbox* QRIS portabel berhasil dibangun dan memenuhi sebagian besar target kinerja, dengan rekomendasi perbaikan pada aspek kejelasan suara, ketahanan lingkungan, dan pemilihan material untuk pengembangan lanjutan.

Kata Kunci: *Soundbox* QRIS, *Additive Manufacturing*, *Fused Deposition Modelling*, *Internet of Things*, *Design for Manufacturing and Assembly*

ABSTRACT

The adoption of the Quick Response Code Indonesian Standard (QRIS) among MSMEs continues to grow, including in automotive workshops, yet commercially available transaction notification devices are designed for static retail environments and are proprietary, making them insufficiently robust against dust, vibration, and the high mobility demands of workshop environments, and difficult to integrate with independently developed workshop management systems. This research aims to design and build a portable QRIS soundbox prototype based on Additive Manufacturing as a physical interface within an IoT-based automotive workshop digitalization ecosystem. The method used is prototype development, comprising enclosure design based on Design for Manufacturing and Assembly (DFMA) principles using Autodesk Inventor, fabrication through Fused Deposition Modeling (FDM) using PLA+ filament, and integration of electronic components (Arduino UNO R4 WiFi, DFPlayer Mini, a 16×2 LCD, and a Li-Po battery) connected to a Cloudflare Workers server. Results show that the 90×100×121 mm enclosure, produced with an optimal parameter set of 0.2 mm layer height and 20% infill density, achieved zerodimensional deviation within the ±0.5 mm tolerance. Integrated system testing showed an average notification delay of 2.13 seconds (target <3 seconds), a 100% data communication success rate (target 95%), and active power consumption of 1436.4 mW with an estimated battery life of 15.46 hours. However, sound clarity (Signal-to-Noise Ratio) only met the ≥10 dB threshold under quiet conditions and remained inadequate under simulated workshop noise. This study concludes that the prototype was successfully built and met most performance targets, with recommendations for improving sound clarity, environmental durability, and material selection in future development.

Keywords: Soundbox QRIS, Additive Manufacturing, Fused Deposition Modelling, Internet of Things, Design for Manufacturing and Assembly

LEMBAR PERSETUJUAN PEMBIMBING TUGAS AKHIR

LEMBAR PERSETUJUAN PEMBIMBING TUGAS AKHIR

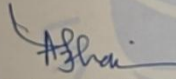
Nama Mahasiswa : Radifan Nuri Arsalan
NIM : 1526422039
Judul Penelitian : Rancang Bangun *Soundbox* Portabel Berbasis *Additive Manufacturing* untuk Sistem Notifikasi Transaksi pada Bengkel Otomotif

Ini telah disetujui dan dinyatakan memenuhi syarat untuk diajukan dalam ujian tugas akhir

Jakarta, 17 Juli 2026

Pembimbing I

Pembimbing II


Lukman Arhami, S.Pd., M.T.
NIDN. 0003017903


Dr. Eko Arif Syaefudin, M.T.
NIDN. 0013108305

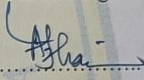
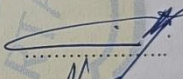
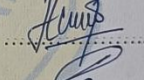
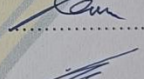
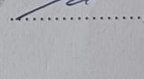
Intelligentia - Dignitas

LEMBAR PENGESAHAN TUGAS AKHIR

LEMBAR PENGESAHAN TUGAS AKHIR

Nama Mahasiswa : Radifan Nuri Arsalan
NIM : 1526422039
Program Studi : Sarjana Terapan Teknologi Rekayasa Manufaktur Fakultas Teknik
Judul Penelitian : Rancang Bangun *Soundbox* Portabel Berbasis *Additive Manufacturing* Untuk Sistem Notifikasi Transaksi Pada Bengkel Otomotif

Ini telah dipertahankan dihadapan dewan penguji dan dinyatakan (Lulus/Tidak Lulus)* Ujian Tugas Akhir oleh Tim Penguji pada Tanggal 27 Juli 2026

	Nama	Tanda Tangan
Dosen Pembimbing I	<u>Lukman Arhami, S.Pd., M.T.</u> NIDN. 0003017903	
Dosen Pembimbing II	<u>Dr. Eko Arif Syaefudin, M.T.</u> NIDN. 0013108305	
Ketua Penguji	<u>Ahmad Lubi, M.Pd., M.T.</u> NIDN. 0031018502	
Sekretaris Penguji	<u>Reza Febriano Armas, S.Pd., M.T.</u> NIDN. 0308029801	
Penguji Ahli	<u>Dr. Ferry Budhi Susetvo, S.T., M.T.</u> NIDN. 0002028204	

Mengetahui,
Dekan Fakultas Teknik



Prof. Dr. Neneng Siti Silfi Ambarwati, S.Si., Apt., M.Si.
NIDN. 0029027204

Koordinator Program Studi
Teknologi Rekayasa Manufaktur

Dr. Wardoyo, M.T.
NIDN. 0018087904

SURAT PERNYATAAN KEASLIAN KARYA

SURAT PERNYATAAN KEASLIAN KARYA

Saya yang bertanda tangan dibawah ini,

Nama Mahasiswa : Radifan Nuri Arsalan

NIM : 1526422039

Program Studi : Teknologi Rekayasa Manufaktur

Fakultas : Teknik

Judul TA : Rancang Bangun *Soundbox* Portabel Berbasis *Additive Manufacturing* Untuk Sistem Notifikasi Transaksi Pada Bengkel Otomotif

Menyatakan bahwa Tugas Akhir ini beserta seluruh isinya adalah benar-benar karya saya sendiri. Saya tidak melakukan penjiplakan atau pengutipan dengan cara-cara yang tidak sesuai dengan etika ilmu yang berlaku dalam masyarakat keilmuan. Atas pernyataan ini saya siap menanggung resiko/sanksi apabila dikemudian hari ditemukan adanya pelanggaran etika keilmuan atau ada klaim dari pihak lain terhadap keaslian karya tulis ilmiah ini.

Jakarta,

Yang menyatakan,



(Radifan Nuri Arsalan)

NIM. 1526422039



KEMENTERIAN PENDIDIKAN TINGGI, SAINS DAN TEKNOLOGI
UNIVERSITAS NEGERI JAKARTA
PERPUSTAKAAN DAN KEARSIPAN

Jalan Rawamangun Muka Jakarta 13220

Telepon/Faksimili: 021-4894221

Laman: lib.unj.ac.id

**LEMBAR PERNYATAAN PERSETUJUAN PUBLIKASI
KARYA ILMIAH UNTUK KEPENTINGAN AKADEMIS**

Sebagai sivitas akademika Universitas Negeri Jakarta, yang bertanda tangan di bawah ini, saya:

Nama : Radifan Nuri Arsalan
NIM : 1526422039
Fakultas/Prodi : Teknologi Rekayasa Manufaktur
Alamat email : rdfan1928@gmail.com

Demi pengembangan ilmu pengetahuan, menyetujui untuk memberikan kepada Perpustakaan dan Kearsipan Universitas Negeri Jakarta, Hak Bebas Royalti Non-Eksklusif atas karya ilmiah:

☒ Skripsi ☐ Tesis ☐ Disertasi ☐ Lain-lain (.....)

yang berjudul :

“Rancang Bangun *Soundbox* Portabel Berbasis *Additive Manufacturing* Untuk Sistem Notifikasi Transaksi Pada Bengkel Otomotif”

Dengan Hak Bebas Royalti Non-Eksklusif ini Perpustakaan dan Kearsipan Universitas Negeri Jakarta berhak menyimpan, mengalihmediakan, mengelolanya dalam bentuk pangkalan data (*database*), mendistribusikannya, dan menampilkan/mempublikasikannya di internet atau media lain secara *fulltext* untuk kepentingan akademis tanpa perlu meminta ijin dari saya selama tetap mencantumkan nama saya sebagai penulis/pencipta dan atau penerbit yang bersangkutan.

Saya bersedia untuk menanggung secara pribadi, tanpa melibatkan pihak Perpustakaan Universitas Negeri Jakarta, segala bentuk tuntutan hukum yang timbul atas pelanggaran Hak Cipta dalam karya ilmiah saya ini.

Demikian pernyataan ini saya buat dengan sebenarnya.

Jakarta, 6 Agustus 2026

Penulis


(Radifan Nuri Arsalan)
nama dan tanda tangan

KATA PENGANTAR

Puji dan syukur kami panjatkan ke hadirat Tuhan Yang Maha Esa atas segala rahmat dan karunia-nya, sehingga kami dapat menyelesaikan penulisan proposal skripsi dengan judul “RANCANG BANGUN *SOUNDBOX* PORTABEL BERBASIS *ADDITIVE MANUFACTURING* UNTUK SISTEM NOTIFIKASI TRANSAKSI PADA BENGKEL OTOMOTIF”.

Dalam penyusunan proposal skripsi ini merupakan tugas akhir untuk memperoleh gelar Sarjana Terapan pada Program Studi Teknologi Rekayasa Manufaktur, Fakultas Teknik, Universitas Negeri Jakarta. Penulis banyak mendapatkan masukan, bantuan, dukungan, dan bimbingan dari berbagai pihak. Pada kesempatan ini penulis ingin mengucapkan banyak terimakasih kepada.

1. Bapak Dr. Wardoyo, M.T. selaku Koordinator Program Studi Sarjana Terapan Teknologi Rekayasa Manufaktur Universitas Negeri Jakarta.
2. Ibu Dr. Dyah Arum Wulandari, M.T. selaku Dosen Pembimbing Akademik.
3. Bapak Lukman Arhami, S.Pd., M.T. selaku Dosen Pembimbing I yang telah memberi arahan dan saran serta membimbing penulis sampai selesai.
4. Bapak Dr. Eko Arif Syaefudin, M.T. selaku Dosen Pembimbing II yang telah memberikan arahan dan saran serta membimbing penulisan sampai selesai.
5. Keluarga yang sudah selalu memberikan support dalam bentuk dukungan morilnya dan segala doa-nya sehingga penulis memiliki semangat dan fokus dalam menyusun laporan.
6. Teman-teman Program Studi Sarjana Terapan Teknologi Rekayasa Manufaktur Universitas Negeri Jakarta Angkatan 2022 yang telah memberikan segala macam bentuk dukungan.

Intelligentia - Dignitas Jakarta,2026

Radifan Nuri Arsalan
NIM. 1526422039

DAFTAR ISI

LEMBAR PERSETUJUAN PEMBIMBING TUGAS AKHIR.....	ii
LEMBAR PENGESAHAN TUGAS AKHIR	iii
SURAT PERNYATAAN KEASLIAN KARYA.....	iv
KATA PENGANTAR.....	v
<i>ABSTRACT</i>	vi
ABSTRAK	vii
DAFTAR ISI.....	viii
DAFTAR TABEL	xi
DAFTAR GAMBAR.....	xii
DAFTAR LAMPIRAN	xiii
BAB I PENDAHULUAN.....	1
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Fokus Penelitian	2
1.3 Rumusan Masalah.....	4
1.4 Batasan Masalah	4
1.5 Tujuan Penelitian.....	5
1.6 Manfaat Penelitian	5
BAB II TINJAUAN PUSTAKA.....	7
2.1 Kerangka Teoritik.....	7
2.2 Sistem Digital Berbasis QR dan Web.....	8
2.3 Komponen Elektronika dan Pemilihan Material.....	9
2.3.1 Mikrokontroler Arduino UNO R4 WiFi	9
2.3.2 Modul Pemutar Audio	11
2.3.3 Sumber Daya dan Portabilitas	12
2.3.4 <i>Speaker</i>	13
2.3.5 <i>Liquid Crystal Display</i> (LCD)	13
2.3.6 <i>Filament</i>	14

2.4 Desain <i>Enclosure</i> dan Teknologi <i>Additive Manufacturing</i>	15
2.4.1 Perancangan <i>Enclosure</i>	15
2.4.2 Material untuk <i>Additive Manufacturing</i>	15
2.4.3 Proses 3D Printing dan <i>Post Processing</i>	16
2.5 Tinjauan Penelitian Terdahulu dan Identifikasi Gap	16
BAB III METODOLOGI PENELITIAN	20
3.1 Tempat dan Waktu Penelitian	20
3.2 Metode Pengembangan Produk.....	20
3.3 Bahan dan Peralatan	22
3.4 Tahapan dan Rancangan Pengembangan	23
3.4.1 Analisis Kebutuhan dan Spesifikasi Produk	23
3.4.2 Perancangan Sistem Digital	24
3.4.3 Perancangan dan Desain <i>Enclosure</i>	26
3.4.4 Integrasi Sistem dan <i>Wiring</i> komponen	28
3.4.5 Pengujian Sistem.....	30
3.5. Instrumen.....	31
3.5.1 Instrumen Pengujian <i>Enclosure</i>	31
3.5.2 Instrumen Pengujian Set Parameter Proses FDM	31
3.5.3 Instrumen Pengujian Sistem Terintegrasi	32
3.6 Teknik Pengumpulan Data	32
3.6.1 Pengukuran Langsung (<i>Direct Measurement</i>)	32
3.6.2 Dokumentasi Teknis	33
3.7 Teknik Analisis Data.....	33
3.7.1 Analisis Kualitas <i>Enclosure</i> dan Akurasi Dimensi	33
3.7.2 Analisis Pengaruh Set Parameter FDM.....	34
3.7.3 Analisis Kinerja Sistem Terintegrasi	34
3.7.4 Analisis Biaya Produksi	34
BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN	35
4.1 Hasil Perancangan dan Fabrikasi <i>Enclosure</i>	35
4.1.1 Hasil Desain <i>Enclosure</i> Berbasis DFMA.....	35
4.1.2 Hasil Analisis FEA.....	36

4.1.3 Hasil Proses <i>Additive Manufacturing</i> dan Analisis Set Parameter FDM	37
4.1.4 Hasil Pengukuran Akurasi Dimensi <i>Enclosure</i>	39
4.2 Hasil Integrasi Sistem Elektronik dan IoT	40
4.2.1 Hasil Perancangan Sistem Digital	40
4.2.2 Hasil <i>Wiring</i> dan Integrasi Komponen Elektronik.....	40
4.2.3 Hasil Pengembangan <i>Firmware</i> Arduino.....	41
4.3 Hasil Pengujian Sistem Terintegrasi	42
4.3.1 Hasil Pengujian <i>Delay</i> Notifikasi.....	42
4.3.2 Hasil Pengujian Tingkat Keberhasilan Komunikasi Data.....	44
4.3.3 Hasil Pengujian Konsumsi Daya.....	46
4.3.4 Hasil pengujian Kejelasan Suara (<i>Sound Pressure Level</i>)	47
4.4 Hasil Analisis Biaya Produksi.....	48
4.4.1 Biaya Komponen Perangkat Keras (Hardware).....	48
4.4.2 Biaya Infrastruktur Sistem Digital	48
4.5 Pembahasan	49
4.5.1 Pembahasan Hasil Perancangan dan Fabrikasi <i>Enclosure</i>	49
4.5.2 Pembahasan Hasil Pengujian Sistem Terintegrasi	49
BAB V KESIMPULAN DAN SARAN	51
5.1 Kesimpulan	51
5.2 Saran	52
DAFTAR PUSTAKA	53
LAMPIRAN.....	57
DAFTAR RIWAYAT HIDUP	74

Intelligentia - Dignitas

DAFTAR TABEL

Tabel 2. 1 Penelitian Terdahulu.....	16
Tabel 3. 1 Spesifikasi Komponen dan Peralatan Utama	22
Tabel 3. 2 Instrumen Pengujian <i>Enclosure</i>	31
Tabel 3. 3 Instrumen Pengujian Set Parameter Proses FDM	31
Tabel 3. 4 Instrumen Pengujian Sistem Terintegrasi.....	32
Tabel 4. 1 Spesifikasi Desain Enclosure	35
Tabel 4. 2 Hasil Analisis DFMA	36
Tabel 4. 3 Hasil Analisis Set Parameter FDM	38
Tabel 4. 4 Hasil Pengukuran Akurasi Dimensi	39
Tabel 4. 5 Hasil Pengujian Delay Notifikasi	43
Tabel 4. 6 Hasil Pengujian Keberhasilan Komunikasi.....	44
Tabel 4. 7 Hasil Pengujian Daya Soundbox.....	46
Tabel 4. 8 Hasil Pengujian Kejelasan Suara.....	47
Tabel 4. 9 Rincian Biaya Komponen	48
Tabel 4. 10 Rincian Biaya Hosting.....	49
Tabel 4. 11 Total Biaya Produksi.....	49

Intelligentia - Dignitas

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2. 1 Arduino UNO R4 WiFi	9
Gambar 2. 2 <i>DFPlayer</i> Mini.....	11
Gambar 2. 3 Sistem Portabilitas	12
Gambar 2. 4 <i>Speaker</i>	13
Gambar 2. 5 <i>Liquid Crystal Display</i>	13
Gambar 2. 6 <i>Filament</i>	14
Gambar 3. 1 <i>Flowchart</i> Metode Pengembangan.....	21
Gambar 3. 2 <i>Flowchart</i> Komunikasi Sistem	25
Gambar 3. 3 <i>Flowchart</i> Proses <i>Additive Manufacturing</i>	27
Gambar 3. 4 Desain <i>Enclosure</i>	28
Gambar 3. 5 <i>Flowchart</i> Sistem IoT	29
Gambar 4. 1 <i>Von Mises Stress</i>	36
Gambar 4. 2 <i>Displacement</i>	37
Gambar 4. 3 <i>Safety Factor</i>	37
Gambar 4. 4 <i>Wiring</i> dan Integrasi Komponen.....	40
Gambar 4. 5 Sistem Parsing Data Transaksi	42

Intelligentia - Dignitas

DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran 1 Surat Persetujuan Dosen Pembimbing.....	57
Lampiran 2 <i>Log</i> Bimbingan Pembimbing I.....	58
Lampiran 3 <i>Log</i> Bimbingan Pembimbing II	60
Lampiran 4 Surat Pernyataan Uji Turnitin	62
Lampiran 5 Surat Peminjaman Alat	63
Lampiran 6 Desain <i>Main Body Soundbox</i>	66
Lampiran 7 Desain <i>Back Cover Soundbox</i>	67
Lampiran 8 <i>Log System</i>	68
Lampiran 9 Perhitungan Konsumsi Daya dan Estimasi Ketahanan Baterai	69
Lampiran 10 Pemograman	71



Intelligentia - Dignitas