

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Adopsi sistem pembayaran non-tunai berbasis *Quick Response code Indonesian Standard* (QRIS) disegmen UMKM terus meningkat, dengan total *merchant* aktif mencapai lebih dari 32 juta pada tahun 2022 (Bank Indonesia, 2022). Peningkatan ini turut dirasakan pada sektor bengkel otomotif yang mulai beralih dari transaksi tunai menuju pembayaran digital berbasis QRIS seiring meningkatnya permintaan kemudahan transaksi dari pelanggan. Disisi lain pengelolaan operasional bengkel otomotif pada umumnya masih dilakukan secara manual atau semi manual.

Pencatatan data servis, ketersediaan *sparepart*, antrian pelanggan, hingga status pengerjaan kendaraan masih dilakukan melalui buku catetan atau lembar kerja yang terpisah antara bagian kasir, dan mekanik (Wuladari, 2025). Kondisi ini menimbulkan sejumlah persoalan antara lain, tidak adanya visibilitas *real-time* terhadap status servis maupun riwayat transaksi pelanggan, rawan terjadi pencatatan ganda maupun selisih data antara bukti transaksi manual dan pembukuan, serta proses konfirmasi pembayaran yang rentan miskomunikasi terutama saat bengkel dalam kondisi ramai (Rafferty, 2026). Permasalahan tersebut menegaskan perlunya sebuah sistem digitalisasi yang mampu mengintegrasikan seluruh alur manajemen bengkel kedalam satu ekosistem data terpusat.

Untuk menjawab kebutuhan pengelolaan layanan yang lebih tertata tersebut, penelitian ini turut mengembangkan sistem digitalisasi bengkel yang terdiri dari *platform web* untuk pelanggan dan aplikasi *mobile* untuk admin/mekanik. Integrasi kedua sistem ini memastikan seluruh alur dari order masuk hingga pembayaran selesai tercatat secara sinkron, sehingga mengeliminasi pencatatan ganda dan keterlambatan informasi. Namun demikian, digitalisasi pencatatan saja belum cukup menjawab tantangan yang muncul saat proses verifikasi pembayaran berlangsung dibengkel. Mekanik atau kasir masih harus berpindah antara area servis dan meja kasir untuk memverifikasi pembayaran, kondisi yang semakin kritis saat bengkel ramai dan bising, sehingga meningkatkan

risiko kesalahan verifikasi hingga celah penipuan seperti penggunaan bukti transfer palsu (Marulino, 2025).

Perangkat *soundbox* komersial yang tersedia di pasaran dirancang untuk lingkungan ritel yang statis, sehingga kurang tangguh terhadap debu, percikan oli, getaran mesin, dan kebutuhan mobilitas tinggi di bengkel. Lebih jauh, perangkat tersebut bersifat *proprietary* sehingga tidak dapat diintegrasikan dengan sistem manajemen bengkel yang dikembangkan secara mandiri. Kondisi ini menunjukkan kebutuhan mendesak akan perangkat notifikasi yang portabel, tangguh, sekaligus bersifat terbuka sebagai *interface* fisik yang menghubungkan sistem digital dengan lingkungan kerja fisik bengkel.

Dari perspektif Teknologi Rekayasa Manufaktur, tantangan ini diselesaikan melalui fabrikasi *enclosure* berbasis *Additive Manufacturing* dengan teknologi *Fused Deposition Modeling* (FDM), yang memungkinkan iterasi desain cepat sesuai kebutuhan lapangan (Dhawale dkk., 2022). Perancangan menerapkan prinsip *Design for Manufacturing and Assembly* (DFMA) dengan strategi sambungan *mounting boss* yang dioptimalkan untuk material termoplastik (Amaya dkk., 2019), menggunakan material PLA+ yang memiliki ketahanan benturan lebih baik dari PLA standar (Ghaznavi Youvalari dkk., 2025).

Berdasarkan latar belakang tersebut, penelitian ini merancang dan membangun prototipe *soundbox* QRIS portabel yang mengintegrasikan mikrokontroler Arduino UNO R4 WiFi, modul audio *DFPlayer Mini*, *speaker*, LCD, dan baterai Li-Po ke dalam *enclosure* hasil *Additive Manufacturing*. Perangkat ini diposisikan sebagai *interface* fisik yang menghubungkan sistem pembayaran digital dengan lingkungan kerja bengkel melalui arsitektur IoT, sekaligus menjadi titik temu antara ekosistem digitalisasi bengkel yang dikembangkan dengan pengujian mencakup *delay* notifikasi, konsumsi daya, kejelasan suara, dan integrasi *end-to-end*.

1.2 Fokus Penelitian

Penelitian ini memusatkan perhatian pada pengembangan prototipe *soundbox* QRIS portabel sebagai *interface* fisik dalam sistem digitalisasi bengkel otomotif berbasis *Internet of Things* (IoT). Mengingat kompleksitas permasalahan yang mencakup aspek fisik, elektronik, dan sistem digital, fokus penelitian dibatasi

pada tiga area utama yang saling terintegrasi mulai dari rekayasa *enclosure*, integrasi sistem elektronik, hingga validasi kinerja sebagai satu kesatuan proses rancang bangun.

1. Rekayasa Manufaktur *Enclosure* Berbasis *Additive Manufacturing*

Perancangan dan fabrikasi *enclosure* menggunakan teknologi *Fused Deposition Modeling* (FDM) dengan material PLA+. Desain difokuskan pada penerapan prinsip *Design for Manufacturing and Assembly* (DFMA) untuk menghasilkan produk yang minim komponen, mudah dirakit, dan mudah dirawat (*serviceable*). Optimasi parameter proses FDM dan strategi sambungan *mounting boss* dilakukan untuk menyeimbangkan kekuatan mekanik, waktu produksi, dan konsumsi material sesuai kebutuhan operasional bengkel.

2. Integrasi Sistem Elektronik dan *Internet of Things* (IoT)

Integrasi komponen elektronik mikrokontroler Arduino UNO R4 WiFi, modul audio *DFPlayer Mini*, *speaker*, LCD 16×2, dan baterai Li-Po ke dalam *enclosure* yang telah dirancang. Pengembangan sistem digital dibatasi pada antarmuka simulasi berbasis web sebagai pemicu (*trigger*) pengiriman data transaksi ke perangkat. Fokus utama pada area ini adalah keberhasilan komunikasi data *end-to-end* dan respons notifikasi suara secara *real-time* dari perangkat fisik.

3. Validasi Kinerja Prototipe

Pengujian prototipe dilakukan dalam kondisi yang mensimulasikan lingkungan kerja bengkel otomotif di lingkungan laboratorium terkontrol. Parameter yang diukur meliputi *delay* notifikasi *end-to-end*, konsumsi daya dalam kondisi aktif, serta tingkat kejelasan suara (*Sound Pressure Level*) pada kondisi latar belakang kebisingan yang merepresentasikan lingkungan bengkel.

Dengan pembatasan fokus yang jelas pada ketiga area tersebut, penelitian ini diharapkan menghasilkan prototipe *soundbox* QRIS portabel yang fungsional dan terukur kinerjanya. Selain itu, dokumentasi teknis proses

rancang bangun yang dihasilkan diharapkan dapat menjadi referensi bagi pengembangan produk sejenis di sektor UMKM bengkel otomotif.

1.3 Rumusan Masalah

Rumusan masalah dalam penelitian ini adalah sebagai berikut:

- 1 Bagaimana merancang dan membangun sistem integrasi antara perangkat *soundbox* dengan *platform web* pelanggan dan aplikasi Android sebagai ekosistem digitalisasi bengkel otomotif berbasis IoT?
- 2 Bagaimana merancang desain *enclosure soundbox* QRIS portabel yang portabel dan sesuai dengan kondisi operasional bengkel otomotif menggunakan prinsip *Design for Manufacturing and Assembly* (DFMA)?
- 3 Bagaimana menentukan konfigurasi material PLA+ dan set parameter proses *Additive Manufacturing* berbasis FDM yang menghasilkan *enclosure* dengan kualitas cetak dan kekuatan mekanik yang memadai untuk kondisi operasional bengkel?
- 4 Bagaimana kinerja perangkat *soundbox* terintegrasi terhadap parameter *delay* notifikasi, konsumsi daya, dan kejelasan suara pada lingkungan operasional bengkel otomotif?

1.4 Batasan Masalah

Agar penelitian lebih terarah dan sesuai maka Batasan masalah dalam penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Penelitian difokuskan pada perancangan dan pembuatan *enclosure* (casing) perangkat *soundbox* QRIS untuk lingkungan bengkel *sparepart* motor, sehingga analisis desain mempertimbangkan kondisi operasional bengkel seperti getaran ringan, paparan debu, dan tingkat kebisingan.
2. Penelitian dibatasi pada penerapan teknologi *Additive Manufacturing* berbasis *Fused Deposition Modeling* (FDM) dalam proses pembuatan *enclosure*, tanpa melakukan perbandingan dengan metode manufaktur konvensional seperti *injection molding* dan *vacuum forming*.
3. Material yang digunakan dalam proses *Additive manufacturing* dibatasi pada *filament* PLA+ (*Enhanced* PLA), sehingga penelitian tidak

mencakup studi komparatif antar material seperti ABS, PETG, maupun resin *photopolymer*.

4. Komponen elektronik yang digunakan dibatasi pada mikrokontroler Arduino UNO R4 WiFi, modul audio *DFPlayer Mini*, *speaker*, LCD, dan baterai Li-Po, tanpa pengujian terhadap alternatif komponen lain.

1.5 Tujuan Penelitian

Tujuan penelitian ini adalah:

- 1 Merancang dan membangun sistem integrasi antara perangkat *soundbox* dengan *platform* web pelanggan dan aplikasi Android sebagai ekosistem digitalisasi bengkel otomotif berbasis IoT.
- 2 Merancang dan memproduksi prototipe *enclosure soundbox* menggunakan teknologi *Additive Manufacturing* (3D Printing) yang portabel dan sesuai untuk lingkungan bengkel.
- 3 Menentukan material PLA+ dan set parameter untuk proses *Additive Manufacturing* berbasis FDM yang menghasilkan *enclosure* dengan kualitas cetak dan kekuatan mekanik yang memadai.
- 4 Menguji kinerja sistem prototipe berdasarkan parameter: *delay* notifikasi, keberhasilan komunikasi data, konsumsi daya, dan kejelasan suara dalam simulasi lingkungan bengkel.

1.6 Manfaat Penelitian

Manfaat yang diharapkan dari penelitian ini adalah:

a. Manfaat Praktis (Bengkel / UMKM)

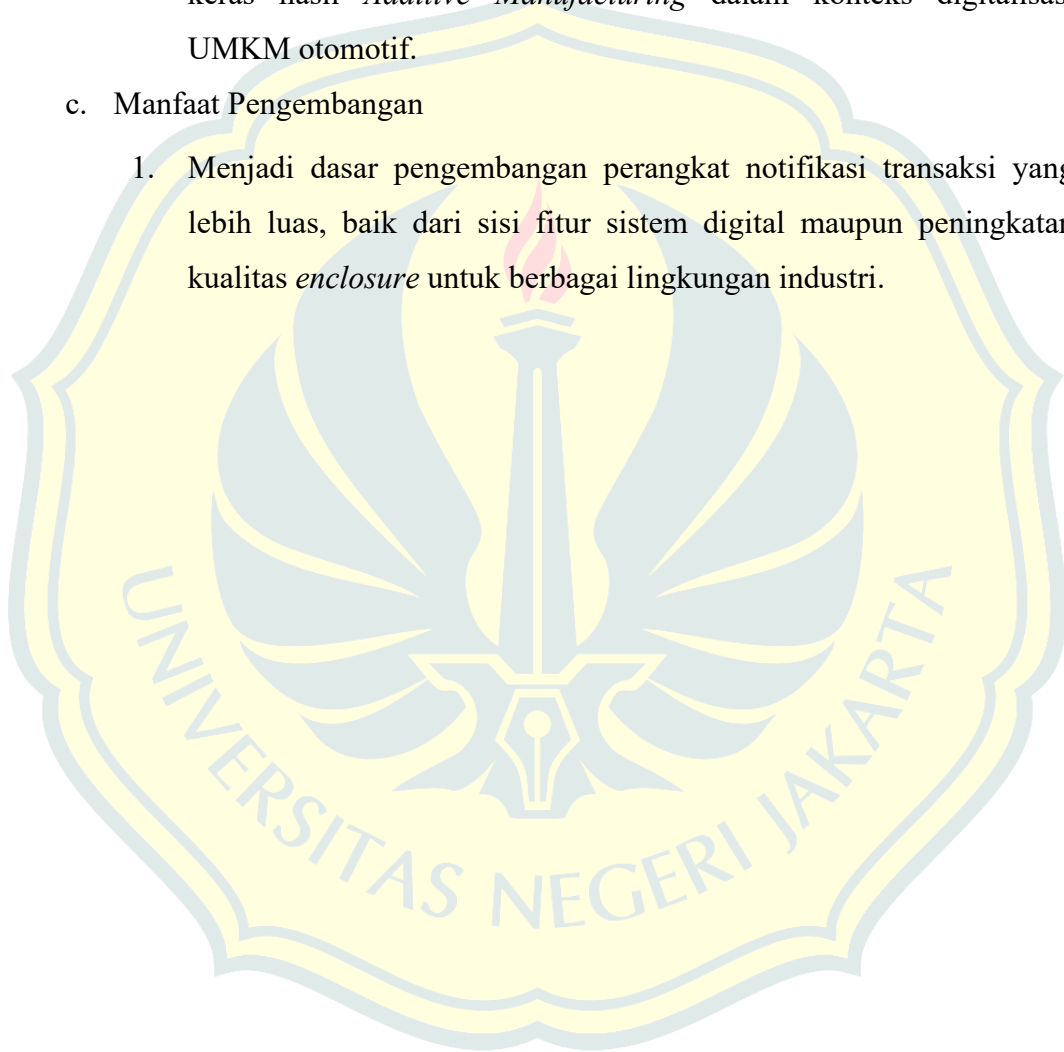
1. Membantu pemilik bengkel memperoleh konfirmasi transaksi secara *real-time* melalui notifikasi suara tanpa bergantung pada pengecekan layar ponsel.
2. Mengurangi potensi penipuan pembayaran dan kesalahan konfirmasi transaksi pada kondisi operasional bengkel yang ramai.
3. Meningkatkan efisiensi alur pelayanan melalui integrasi sistem order, pembayaran, dan notifikasi dalam satu ekosistem digital.

b. Manfaat Akademik (Bidang Rekayasa Manufaktur)

1. Menjadi referensi penerapan prinsip DFMA dalam perancangan *enclosure* perangkat elektronik portabel menggunakan teknologi *Additive Manufacturing* berbasis FDM.
2. Menambah kajian tentang integrasi sistem IoT dengan perangkat keras hasil *Additive Manufacturing* dalam konteks digitalisasi UMKM otomotif.

c. Manfaat Pengembangan

1. Menjadi dasar pengembangan perangkat notifikasi transaksi yang lebih luas, baik dari sisi fitur sistem digital maupun peningkatan kualitas *enclosure* untuk berbagai lingkungan industri.



Intelligentia - Dignitas