

**PERANCANGAN ARSITEKTUR *MULTI-AGENT SYSTEM* PADA
BENGKEL MOTOR
(STUDI KASUS : BENGKEL ARM F2H *SPEED*)**

TUGAS AKHIR

Disusun sebagai salah satu syarat untuk kelulusan
Program Strata 1, Program Studi Teknik Informatika,
Universitas Pasundan Bandung

Oleh :

Febi Alia Rahman
Nrp. 22.304.0059



**PROGRAM STUDI TEKNIK INFORMATIKA
FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS PASUNDAN BANDUNG
SEPTEMBER 2026**

LEMBAR PENGESAHAN
LAPORAN TUGAS AKHIR

Telah diujikan dan dipertahankan dalam Sidang Sarjana Program Studi Teknik Informatika Universitas Pasundan Bandung, pada hari dan tanggal sidang sesuai berita acara sidang, tugas akhir dari :

Nama : Febi Alia Rahman

Nrp : 22.304.0059

Dengan judul :

**“Perancangan Arsitektur *Multi-Agent System* pada Bengkel Motor
(Studi Kasus: Bengkel Arm F2h Speed)”**

Bandung, 29 September 2026
Menyetujui,

Pembimbing Utama


(Asep Somantri, ST., MT.)

LEMBAR PERNYATAAN KEASLIAN TUGAS AKHIR

Saya menyatakan dengan sesungguhnya bahwa:

1. Tugas Akhir ini adalah benar-benar asli dan belum pernah diajukan untuk mendapatkan gelar akademik, baik di Universitas Pasundan Bandung maupun di Perguruan Tinggi lainnya.
2. Tugas Akhir ini merupakan gagasan, rumusan dan penelitian saya sendiri, tanpa bantuan pihak lain kecuali arahan dari tim Dosen Pembimbing.
3. Dalam Tugas Akhir ini tidak terdapat karya atau pendapat orang lain, kecuali bagian-bagian tertentu dalam penulisan laporan Tugas Akhir yang saya kutip dari hasil karya orang lain telah dituliskan sumbernya secara jelas sesuai dengan norma, kaidah, dan etika penulisan karya ilmiah serta disebutkan dalam Daftar Pustaka pada tugas akhir ini.
4. Kakas, perangkat lunak, dan alat bantu kerja lainnya yang digunakan dalam penelitian ini sepenuhnya menjadi tanggung jawab saya, bukan tanggung jawab Universitas Pasundan Bandung.

Apabila dikemudian hari ditemukan seluruh atau sebagian laporan tugas akhir ini bukan hasil karya saya sendiri atau adanya plagiasi dalam bagian-bagian tertentu, saya bersedia menerima sanksi akademik, termasuk, pencabutan gelar akademik yang saya sandang sesuai dengan norma yang berlaku di Universitas Pasundan serta perundang-undangan lainnya.

Bandung, 29 September 2026

Yang membuat pernyataan,



Febi Alia Rahman

NRP. 22.304.0059

ABSTRAK

Industri bengkel motor menengah menghadapi berbagai tantangan operasional yang disebabkan oleh pengelolaan yang masih dijalankan secara manual. Bengkel Arm F2h *Speed* mengalami tiga masalah utama, yaitu pencatatan layanan dan pembayaran yang tidak teratur, ketidakakuratan data stok suku cadang, serta koordinasi antara pemilik dan mekanik yang sepenuhnya bergantung pada komunikasi secara lisan. Situasi ini mendorong kebutuhan arsitektur yang dapat mengelola operasional secara terstruktur dan adaptif.

Riset dilakukan dengan strategi studi kasus melalui pendekatan yang meliputi observasi, wawancara, kajian kebutuhan, dan perancangan arsitektur *Multi-Agent System* (MAS). Arsitektur yang dirancang mendefinisikan agen mandiri yang merepresentasikan fungsi operasional bengkel, pada masing-masing agen beroperasi secara otonom melalui *message bus* terpusat dan terintegrasi dengan basis data pendukung. Validasi dilakukan dengan cara simulasi alur kerja pada skenario layanan bengkel.

Temuan penelitian memperlihatkan bahwa arsitektur *Multi-Agent System* (MAS) yang dirancang terdiri dari delapan agen yang tersusun dalam empat lapisan, yaitu data operasional, pemantauan, pengolahan data, dan data tindakan, yang saling berhubungan melalui *message bus* terpusat. *Customer Agent* dan *Pricing Agent* menjawab permasalahan pencatatan layanan dan pembayaran manual, *Inventory Agent* dan *Procurement Agent* menjawab permasalahan ketidaktepatan data stok suku cadang melalui pemantauan secara *real-time* dan notifikasi pengadaan, sementara koordinasi antara pemilik dan mekanik yang semula bergantung pada komunikasi lisan digantikan oleh *message bus* terpusat yang tetap mencatat status setiap kendaraan secara independen berdasarkan ID Kendaraan/ID Servis meskipun beberapa kendaraan ditangani bersamaan. Arsitektur ini bersifat modular dan adaptif, sehingga dapat diperluas dengan penambahan agen baru tanpa mengubah struktur komunikasi yang sudah berjalan, serta telah memenuhi sasaran penelitian untuk menopang efisiensi operasional serta kualitas interaksi antara pemilik dan mekanik secara berkelanjutan.

Kata Kunci: *Multi-Agent System*, arsitektur, bengkel motor, manajemen suku cadang, *Work System Method*, *message bus*, koordinasi operasional, agen mandiri

ABSTRACT

The motorcycle repair industry face a variety of operational challenges caused by management processes that are still carried out manually. Arm F2h Speed Workshop experiences three main problems, namely irregular service and payment records, inaccurate spare-part inventory data, and coordination between the owner and mechanic that relies entirely on verbal communication. This situation creates a need for an architecture capable of managing workshop operations in a structured and adaptive manner.

The research was conducted using a case study strategy through an approach involving observation, interviews, requirements analysis, and the design of a Multi-Agent System (MAS) architecture. The designed architecture defines an autonomous agent representing the operational functions of the workshop, with each agent operating autonomously through a centralized message bus and integrated with a supporting database. Validation was conducted by simulating workflow processes based on workshop service scenarios.

The findings show that the designed Multi-Agent System (MAS) architecture consists of eight agents organized into four layers, namely operational data, monitoring, data processing, and action data, which are interconnected through a centralized message bus. The customer agent and pricing agent address the problems of manual service and payment recording. The inventory agent and procurement agent address inaccurate spare-part inventory data through real-time monitoring and procurement notifications. Meanwhile, coordination between the owner and mechanics, which previously relied on verbal communication, is replaced by a centralized message bus that continuously records the status of each vehicle independently based on the Vehicle ID/Service ID, even when multiple vehicles are being handled simultaneously. The architecture is modular and adaptive, allowing new agents to be added without modifying the existing communication structure. It also fulfills the research objectives of supporting operational efficiency and continuously improving the quality of interaction between the owner and mechanics.

Keywords : Multi-Agent System, architecture, motorcycle repair workshop, spare-part, management, work system method, message bus, operational coordination, autonomous agents.

KATA PENGANTAR

Puji dan syukur penulis panjatkan ke hadirat Allah SWT, yang atas rahmat dan karunia-Nya penulis diberikan kekuatan dan kemudahan sehingga dapat menyelesaikan laporan tugas akhir dengan judul “Perancangan Arsitektur *Multi-Agent System* pada Bengkel Motor (Studi Kasus: Bengkel Arm F2h *Speed*)”. Laporan tugas akhir ini disusun sebagai salah satu syarat kelulusan Program Strata 1 pada Program Studi Teknik Informatika Universitas Pasundan.

Penulis menyadari bahwa terselesaikannya laporan ini tidak lepas dari bantuan, dukungan, dan doa berbagai pihak. Penulis mengucapkan terima kasih kepada semua pihak yang terlibat, yaitu:

1. Orang tua tercinta, yang senantiasa menjadi sumber kekuatan terbesar bagi penulis. Doa yang tak pernah putus, kesabaran yang tak terhingga, serta kasih sayang tanpa henti menjadi pondasi yang kokoh di setiap langkah penulis hingga akhirnya dapat menyelesaikan tugas akhir ini. Segala pencapaian penulis bukanlah hasil usaha sendiri melainkan berkat doa dan restu tulus kalian. Terima kasih atas segala cinta dan kasih sayang yang tak terbagi maupun berkurang.
2. Bapak Asep Somantri, S.T., M.T., selaku dosen pembimbing yang dengan penuh kesabaran telah meluangkan waktu, tenaga, dan pikiran untuk memberikan bimbingan, arahan, serta masukan yang sangat berharga selama proses pengerjaan tugas akhir.
3. Seluruh dosen dan staf Program Studi Teknik Informatika Universitas Pasundan yang telah memberikan bekal ilmu pengetahuan serta kemudahan administrasi selama perkuliahan.
4. Bapak Acep Rahman selaku pemilik Bengkel Arm F2h *Speed* yang telah mengizinkan dan mempercayakan penulis untuk melakukan penelitian tugas akhir di Bengkel Arm F2h *Speed*.
5. Adik tercinta, nenek, serta keluarga besar penulis, terima kasih atas semangat, perhatian, dan doa yang selalu mengiringi hari-hari penulis. Kehadiran dan kehangatan keluarga menjadi penguat penulis di tengah perjuangan menyelesaikan tugas akhir.
6. Nisrina, Dwi, dan Vira, sahabat yang selalu hadir saat penulis membutuhkan kekuatan. Terima kasih atas kebersamaan, dorongan, dan doa yang tak pernah berhenti. Kehadiran kalian menjadi cahaya di setiap momen terberat dalam perjalanan ini.
7. Ilman Hanifa, teman satu bimbingan yang telah menemani perjuangan dari awal hingga akhir. Terima kasih atas diskusi yang produktif, saling menyemangati, dan kebersamaan yang membuat proses bimbingan terasa lebih ringan.
8. Teman kos dan teman dalam grup “Yuk *Rafting*”, terima kasih telah menjadi pelarian yang menyenangkan dikala penat melanda. Kebersamaan dan gelak tawa bersama kalian menjadi obat ampuh penghilang stress, yang membuat penulis kembali bersemangat untuk menyelesaikan tugas akhir.

9. Seluruh teman seperjuangan dan teman-teman kampus yang tidak dapat penulis sebutkan satu persatu, terima kasih telah mewarnai hari-hari perkuliahan dengan kebersamaan yang tak terlupakan.

Penulis menyadari bahwa dalam penyusunan laporan tugas akhir ini masih terdapat kesalahan yang merupakan kelemahan dan kekurangan penulis. Karena itu, penulis mengharapkan kritik dan saran dari semua pihak untuk perbaikan kedepannya. Penulis berharap laporan tugas akhir ini dapat bermanfaat bagi pembaca dan perkembangan ilmu teknologi di masa mendatang.

Bandung, 29 September 2026

Penulis

DAFTAR ISI

LEMBAR PENGESAHAN.....	i
LEMBAR PERNYATAAN KEASLIAN TUGAS AKHIR.....	ii
ABSTRAK	iii
<i>ABSTRACT</i>	iv
KATA PENGANTAR.....	v
DAFTAR ISI	vii
DAFTAR ISTILAH.....	xi
DAFTAR TABEL.....	xii
DAFTAR GAMBAR.....	xiii
DAFTAR SIMBOL	xiv
DAFTAR LAMPIRAN	xv
BAB 1 PENDAHULUAN	1-1
1.1 Latar Belakang.....	1-1
1.2 Identifikasi Masalah.....	1-3
1.3 Tujuan Tugas Akhir.....	1-3
1.4 Lingkup Tugas Akhir	1-4
1.5 Metodologi Tugas Akhir	1-4
1.6 Sistematika Penulisan Tugas Akhir.....	1-7
BAB 2 LANDASAN TEORI DAN PENELITIAN TERDAHULU.....	2-1
2.1 Landasan Teori.....	2-1
2.1.1 <i>Multi-Agent System (MAS)</i>	2-1
2.1.1.1 Definisi Agen dan <i>Multi-Agent System (MAS)</i>	2-1
2.1.1.2 Kecerdasan Buatan (<i>Artificial Intelligence</i>).....	2-2
2.1.1.3 Sistem Terdistribusi (<i>Distributed System</i>).....	2-2
2.1.1.4 Komunikasi Antar Agen (<i>Agent Communication</i>)	2-2
2.1.1.5 Koordinasi dan Kerjasama (<i>Coordination & Cooperation</i>).....	2-2
2.1.1.6 Pengambilan Keputusan (<i>Decision Making</i>)	2-2
2.1.1.7 Perbedaan Agen dengan Paradigma Lain	2-3
2.1.1.8 Metodologi Pengembangan <i>Multi-Agent System</i>	2-3
2.1.2 Arsitektur.....	2-4
2.1.2.1 Definisi dan Konsep Arsitektur.....	2-4
2.1.2.2 Arsitektur Agen.....	2-4

2.1.2.3	Arsitektur Multi Lapisan (<i>Multi-Layer Architecture</i>)	2-5
2.1.3	Kerangka Arsitektur Bisnis Berbasis BIZBOK	2-6
2.1.3.1	<i>Business Strategy Mapping</i>	2-7
2.1.3.2	<i>Capability Mapping</i>	2-7
2.1.3.3	<i>Organization Mapping</i>	2-8
2.1.3.4	<i>Value Mapping</i>	2-8
2.1.3.5	<i>Information Mapping</i>	2-9
2.1.3.6	<i>Stakeholder Mapping</i>	2-9
2.1.3.7	<i>Policy Mapping</i>	2-9
2.1.4	Bengkel Motor	2-10
2.1.4.1	Definisi Bengkel Motor	2-10
2.1.4.2	Jenis-Jenis Bengkel Motor	2-10
2.1.4.3	Suku Cadang (<i>Spare Part</i>)	2-11
2.1.4.4	Klasifikasi Suku Cadang	2-11
2.1.4.5	Proses Operasional Bengkel Motor	2-11
2.1.4.6	Tantangan Operasional dan Bengkel Motor	2-12
2.1.5	Penerapan <i>Multi-Agent System</i> pada Sistem Manajemen	2-13
2.1.5.1	<i>Multi-Agent System</i> untuk Manajemen Proses Bisnis	2-13
2.1.5.2	Pemetaan Agen dalam Konteks Bengkel Motor	2-13
2.1.6	<i>Work System Method</i>	2-14
2.1.6.1	Definisi <i>Work System Method</i>	2-14
2.1.6.2	<i>Work System Snapshot</i>	2-14
2.1.6.3	<i>Work System Principles</i>	2-14
2.2	Penelitian Terdahulu	2-15
BAB 3	SKEMA PENELITIAN	3-1
3.1	Alur Penyelesaian Tugas Akhir	3-1
3.2	Perumusan Masalah	3-3
3.2.1	Analisis Sebab Akibat	3-3
3.2.2	Analisis Solusi	3-6
3.3	Objek Penelitian	3-9
3.3.1	Profil Bengkel Arm F2h <i>Speed</i>	3-10
3.3.2	Visi dan Misi Bengkel Arm F2h <i>Speed</i>	3-10
3.3.3	Peran <i>Stakeholder</i>	3-11
BAB 4	ANALISIS DAN PERANCANGAN	4-1
4.1	Current System (Sistem yang sedang berjalan)	4-1
4.1.1	<i>Work System Snapshot</i>	4-1

3.	Layanan servis berkala, servis ringan, dan servis berat.	4-2
4.	Penjualan suku cadang kendaraan sepeda motor.	4-2
4.1.2	Alur Aktivitas Saat Ini.....	4-3
4.2	Analisis Aktivitas.....	4-4
4.2.1	<i>Work System Principles</i>	4-4
4.2.2	Penilaian Aktivitas.....	4-5
4.3	Analisis Kebutuhan.....	4-6
5.3.1	<i>Requirement Specification</i>	4-7
5.3.1.1	Pencatatan Data Pelanggan dan Keluhan Kendaraan	4-7
5.3.1.2	Dukungan Diagnosis Kerusakan Kendaraan	4-7
5.3.1.3	Pemantauan Status Pengerjaan Servis	4-8
5.3.1.4	Pengelolaan Data Stok Suku Cadang.....	4-9
5.3.1.5	Notifikasi Pengadaan Suku Cadang.....	4-9
5.3.1.6	Pengelolaan Komunikasi dengan Pemasok	4-10
5.3.1.7	Perhitungan Estimasi dan Pencatatan Biaya	4-10
5.3.1.8	Pemberian Rekomendasi Perawatan.....	4-11
5.3.2	Aktivitas Diagram (<i>Activity Diagram</i>)	4-12
5.3.2.1	Aktivitas Diagram Pencatatan dan Keluhan Kendaraan (R-01)	4-12
5.3.2.2	Aktivitas Diagram Dukungan kerusakan Kendaraan (R-02)	4-13
5.3.2.3	Aktivitas Diagram Pemantauan Status Pengerjaan Servis (R-03)	4-13
5.3.2.4	Aktivitas Diagram Pengelolaan Data Stok Suku Cadang (R-04)	4-14
5.3.2.5	Aktivitas Diagram Notifikasi Pengadaan Suku Cadang (R-05).....	4-14
5.3.2.6	Aktivitas Diagram Pengelolaan Komunikasi dengan Pemasok (R-06)	4-15
5.3.2.7	Aktivitas Diagram Perhitungan Estimasi dan Pencatatan Biaya (R-07).....	4-16
5.3.2.8	Aktivitas Diagram Pemberian Rekomendasi Perawatan (R-08).....	4-16
5.3.3	<i>Use Case Diagram</i>	4-17
5.4	Perancangan Arsitektur	4-18
5.4.1	Pemetaan Arsitektur Bisnis BIZBOK.....	4-18
5.4.2	<i>Capability Mapping</i>	4-19
5.4.3	<i>Value Mapping</i>	4-20
5.4.4	<i>Information Mapping</i>	4-21
5.4.5	<i>Stakeholder Mapping</i>	4-21
5.4.6	Arsitektur Teknis <i>Message Bus</i> dan Basis Data	4-23
5.4.7	Arsitektur <i>Multi-Agent System</i> Secara Keseluruhan.....	4-24
5.4.8	Interaksi dan Koordinasi Antar Agen.....	4-25
BAB 5	PENUTUP	5-1

5.1	Kesimpulan	5-1
5.2	Saran.....	5-2
DAFTAR PUSTAKA		xvi
LAMPIRAN		xvii
A.	LAMPIRAN A	A-1
B.	LAMPIRAN B	B-1

DAFTAR ISTILAH

No	Istilah	Deskripsi
1.	Arsitektur	Rancangan struktural yang menggambarkan komponen-komponen suatu sistem serta hubungan dan interaksi antara komponen tersebut.
2.	<i>Multi-Agent System</i>	Sistem yang terdiri dari sekumpulan agen mandiri yang berinteraksi satu sama lain dalam suatu lingkungan untuk mencapai tujuan bersama.
3.	Agen	Entitas perangkat lunak yang bersifat mandiri, dapat memahami lingkungannya, membuat keputusan, dan bertindak secara independen untuk mencapai tujuan tertentu.
4.	Otonomi	Kemampuan agen untuk berfungsi dan membuat keputusan secara mandiri tanpa campur tangan langsung dari individu atau sistem lainnya.
5.	Modular	Metode perancangan sistem yang memisahkan fungsionalitas ke dalam unit-unit yang terpisah dan mandiri, sehingga pengembangan atau modifikasi menjadi lebih mudah.

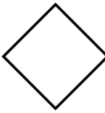
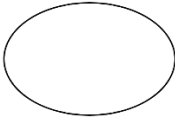
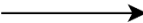
DAFTAR TABEL

Tabel 2. 1 Penelitian Terdahulu	2-15
Tabel 3. 1 Skema Penelitian	3-1
Tabel 3. 2 Analisis Solusi	3-7
Tabel 3. 3 Stakeholder Bengkel Arm F2h <i>Speed</i>	3-11
Tabel 4. 1 <i>Work System Snapshot</i>	4-2
Tabel 4. 2 <i>Work System Principles</i>	4-5
Tabel 4. 3 Penilaian Aktivitas.....	4-5
Tabel 4. 4 <i>Requirement Specifications</i> Pencatatan Data Pelanggan dan Keluhan Kendaraan	4-7
Tabel 4. 5 <i>Requirement Specifications</i> Dukungan Diagnosis Kerusakan Kendaraan.....	4-8
Tabel 4. 6 <i>Requirement Specifications</i> Pemantauan Status Pengerjaan Servis	4-8
Tabel 4. 7 <i>Requirement Specifications</i> Pengelolaan Data Stok Suku Cadang.....	4-9
Tabel 4. 8 <i>Requirement Specifications</i> Notifikasi Pengadaan Suku Cadang	4-9
Tabel 4. 9 <i>Requirement Specifications</i> Pengelolaan Komunikasi dengan Pemasok	4-10
Tabel 4. 10 <i>Requirement Specifications</i> Perhitungan Estimasi dan Pencatatan Biaya	4-11
Tabel 4. 11 <i>Requirement Specifications</i> Pemberian Rekomendasi Perawatan	4-11
Tabel 4. 12 Identifikasi dan Peran Agen Bengkel Arm F2h <i>Speed</i>	4-19
Tabel 4. 13 Rincian <i>Value Mapping</i> Bengkel Arm F2h <i>Speed</i>	4-20
Tabel 4. 14 <i>Information Mapping</i> Bengkel Arm F2h <i>Speed</i>	4-21
Tabel 4. 15 <i>Stakeholder Mapping</i> Bengkel Arm F2h <i>Speed</i>	4-22

DAFTAR GAMBAR

Gambar 1. 1 Metodologi Penelitian	1-5
Gambar 2. 1 Kerangka Komponen <i>Business Architecture</i> Berbasis BIZBOK.....	2-7
Gambar 3. 1 <i>Fishbone</i> Sebab Akibat.....	3-4
Gambar 3. 2 <i>Fishbone</i> Solusi	3-7
Gambar 3. 3 Logo Bengkel Arm F2h <i>Speed</i>	3-10
Gambar 4. 1 Diagram Aktivitas Saat Ini	4-4
Gambar 4. 2 Diagram Aktivitas Pencatatan Data Pelanggan dan Keluhan Kendaraan.....	4-12
Gambar 4. 3 Diagram Aktivitas Dukungan Diagnosis Kerusakan Kendaraan.....	4-13
Gambar 4. 4 Diagram Aktivitas Pemantauan Status Pengerjaan Servis.....	4-13
Gambar 4. 5 Diagram Aktivitas Pengelolaan Data Stok Suku Cadang	4-14
Gambar 4. 6 Diagram Aktivitas Notifikasi Pengadaan Suku Cadang	4-15
Gambar 4. 7 Diagram Aktivitas Pengelolaan Komunikasi dengan Pemasok.....	4-15
Gambar 4. 8 Diagram Aktivitas Perhitungan Estimasi dan Pencatatan Biaya	4-16
Gambar 4. 9 Diagram Aktivitas Pemberian Rekomendasi Perawatan	4-16
Gambar 4. 10 <i>Use Case</i> Diagram.....	4-17
Gambar 4. 11 <i>Piramida Capability Mapping</i> Bengkel Arm F2h <i>Speed</i>	4-19
Gambar 4. 12 <i>Value Stream</i> Bengkel Arm F2h <i>Speed</i>	4-20
Gambar 4. 13 <i>Sintesis Capability, Value Stream, Value Items, dan Stakeholder Mapping</i>	4-22
Gambar 4. 14 Arsitektur Teknis <i>Message Bus</i> dan Basis Data.....	4-23
Gambar 4. 15 Diagram Master Arsitektur <i>Multi-Agent System</i> Bengkel Motor F2h <i>Speed</i>	4-25

DAFTAR SIMBOL

No	Simbol	Nama	Keterangan
1.	 Actor	Actor	Menggambarkan individu atau entitas eksternal yang berinteraksi dengan sistem, dapat berupa manusia, organisasi, atau sistem lainnya.
2.		Start Point	Menandai awal suatu alur proses yang menunjukkan dimana sebuah aktivitas dimulai.
3.		End Point	Menandai akhir dari suatu alur proses yang menunjukkan bahwa semua rangkaian aktivitas telah diselesaikan.
4.		Association	Menggambarkan hubungan atau keterhubungan antara dua elemen dalam diagram, seperti antara aktor dan use case atau antara aktivitas.
5.		Activity	Menggambarkan suatu tindakan atau proses yang dilakukan dalam alur kerja sistem, ditunjukkan dalam bentuk persegi panjang dengan sudut melengkung.
6.		Decision	Menggambarkan titik percabangan dalam alur proses di mana terdapat dua atau lebih kemungkinan arah alur berdasarkan kondisi atau hasil evaluasi tertentu.
7.		Swimlane	Pembatasan area berbentuk kotak atau baris yang digunakan untuk memisahkan dan mengelompokkan aktivitas berdasarkan aktor atau peran yang bersangkutan.
8.		Use Case	Menggambarkan fungsionalitas atau layanan yang disediakan oleh sistem kepada aktor, ditunjukkan dalam bentuk elips dengan nama use case di dalamnya.
9.		System	Menggambarkan batasan sistem yang dirancang, ditunjukkan sebagai kotak persegi panjang yang mengelompokkan seluruh use case yang berbeda dalam lingkup sistem.
10.		Control Flow	Menggambarkan arah alur atau urutan peralihan dari satu aktivitas ke aktivitas berikutnya dalam suatu diagram alur.

DAFTAR LAMPIRAN

Gambar A- 1 Dokumentasi Bersama Pemilik Bengkel	A-1
Gambar A- 2 Tampilan Area Penjualan Suku Cadang Bengkel	A-2
Gambar A- 3 Pelayanan Pada Pelanggan	A-3
Gambar B- 1 Berita Acara Wawancara 01	B-1
Gambar B- 2 Berita Acara Wawancara 02	B-2

BAB 1

PENDAHULUAN

Bab ini berisi penjelasan mengenai latar belakang permasalahan serta tujuan dari penelitian yang dilakukan. Bab ini juga menjelaskan ruang lingkup dan metodologi yang digunakan dalam penyelesaian tugas akhir. Akhir bab, terdapat penjelasan sistematika penulisan yang dijadikan pedoman dalam penyusunan laporan tugas akhir ini.

1.1 Latar Belakang

Bengkel Arm F2h *Speed* merupakan sebuah usaha yang menyediakan layanan perawatan dan perbaikan untuk kendaraan bermotor yang dijalankan oleh dua orang, yaitu pemilik dan mekanik. Pemilik berfungsi sebagai pengelola operasional serta penanggung jawab administrasi yang meliputi pencatatan dan data layanan, pengelolaan persediaan suku cadang, dan pengelolaan transaksi pembayaran dari pelanggan. Mekanik juga bertanggung jawab langsung untuk melakukan perbaikan dan perawatan kendaraan berdasarkan informasi yang diberikan secara lisan oleh pemilik. Seluruh proses kerja antara pemilik dan mekanik berjalan tanpa adanya sistem yang terstruktur, sehingga koordinasi di antara mereka sepenuhnya mengandalkan komunikasi langsung, yang berisiko mengakibatkan miskomunikasi dan ketidaksesuaian informasi.

Kondisi operasional yang menimbulkan berbagai masalah yang langsung mempengaruhi kualitas pelayanan bengkel. Pencatatan layanan yang dilakukan secara manual oleh pemilik mengakibatkan data riwayat perbaikan kendaraan tidak tercatat dengan baik, sehingga mekanik seringkali tidak memiliki panduan yang jelas ketika menangani kendaraan yang pernah diperbaiki sebelumnya. Pengelolaan persediaan suku cadang yang juga dilaksanakan secara manual menyebabkan ketidakakuratan data stok, yang berdampak pada kehabisan suku cadang saat diperlukan, sehingga menghambat proses pelayanan. Ketidakhadiran suatu sistem yang mendukung koordinasi antara pemilik kendaraan dan mekanik mengakibatkan komunikasi mengenai status pekerjaan dan permintaan suku cadang tidak selalu berjalan lancar, terutama ketika bengkel mengatasi lebih dari satu kendaraan pada waktu yang sama.

Permasalahan ini menunjukkan adanya batasan mendasar dalam sistem pengelolaan informasi yang hanya berfokus pada satu orang, yaitu pemilik tanpa adanya mekanisme distribusi informasi yang teratur pada pihak lain yang terlibat. Sistem yang bersifat tunggal dan terpusat menyebabkan seluruh fungsi tergantung satu sama lain secara langsung, sehingga sulit untuk dikembangkan, tidak berkala, dan tidak mampu untuk beradaptasi dengan perubahan kebutuhan operasional [GOY25]. Bengkel Arm F2h *Speed*, ketergantungan pada pemilik sebagai salah satu pengelola terpusat. Karena itu, diperlukan pendekatan arsitektur yang dapat mendistribusikan tanggung jawab pengelolaan informasi secara terstruktur kepada setiap pihak sesuai dengan peran, yaitu melalui pendekatan *Multi-Agent System*

(MAS) yang memungkinkan setiap agen untuk beroperasi secara mandiri dan berkoordinasi dengan dinamis sesuai dengan kondisi operasional yang ada [WUL25].

Bengkel Arm F2h *Speed* hanya dioperasikan oleh dua orang, tetapi kompleksitas sistem kerjanya tidak ditentukan oleh jumlah personel. Kompleksitas tersebut dipengaruhi oleh banyaknya aktivitas yang saling bergantung dan harus dikoordinasikan. Satu kendaraan yang masuk ke bengkel melewati delapan aktivitas utama, mulai dari penyampaian keluhan, diagnosis, penyusunan estimasi biaya, pemeriksaan dan pengadaan suku cadang, servis, hingga pembayaran, serta melibatkan empat pihak, yaitu pemilik, mekanik, pelanggan, dan pemasok suku cadang. Setiap aktivitas membutuhkan estimasi biaya dan kebutuhan suku cadang, sedangkan ketersediaan stok menentukan apakah servis dapat langsung dikerjakan atau harus menunggu tahapan pengadaan. Kompleksitas sistem semakin meningkat ketika bengkel menangani lebih dari satu kendaraan pada waktu yang sama. Status pengerjaan, kebutuhan suku cadang, dan biaya setiap kendaraan harus dikelola secara terpisah oleh orang yang sama dan masih mengandalkan komunikasi lisan. Kompleksitas sistem pada riset ini bersumber dari berkaitan antar aktivitas, keberagaman pihak yang terlibat, serta ketergantungan pengelolaan informasi pada satu orang. Karakteristik berupa banyak entitas yang saling berinteraksi dan membutuhkan koordinasi tersebut sesuai dengan strategi *Multi-Agent System* (MAS) [WOO09].

Tantangan yang dihadapi yang dialami oleh Bengkel Arm F2h *Speed* merupakan bagian dari permasalahan yang sering dialami oleh bengkel kecil yang belum mengoptimalkan penggunaan teknologi informasi. Berdasarkan data dari Asosiasi Industri Sepeda Motor Indonesia (AISI), penjualan sepeda motor terus meningkat dari 3,66 juta unit pada tahun 2020 menjadi 6,33 juta unit pada tahun 2024, secara langsung meningkatnya permintaan layanan bengkel di seluruh Indonesia [WUL25]. Peningkatan yang sangat pesat ini memerlukan bengkel agar dapat menjalankan layanan dengan lebih efisien dan terstruktur, termasuk bengkel yang hanya dikelola oleh dua orang. Pemanfaatan arsitektur berbasis *Multi-Agent System* (MAS) yang mudah menyesuaikan dan dapat terstruktur menjadi kebutuhan yang tepat, karena dapat membagikan kebutuhan beban pengelolaan informasi secara merata kepada setiap pihak yang terlibat sesuai dengan tanggung jawab yang dijalankan.

Penelitian sebelumnya telah meneliti penerapan *Multi-Agent System* (MAS) di berbagai bidang yang relevan. Arsitektur *Multi-Agent System* (MAS) untuk jaringan sensor dapat memisahkan manajemen data dan mendorong penggunaan solusi secara modular [FUE09]. Penerapan *Multi-Agent System* (MAS) untuk manajemen bengkel berbasis *website* mampu meningkatkan efisiensi kinerja hingga 84% dan akurasi data mencapai 86% dibandingkan dengan sistem manual [WUL25]. [DAM20] membuktikan bahwa integrasi model berbasis agen dan perataan eksponensial ganda dapat meningkatkan akurasi dalam meramalkan permintaan suku cadang otomotif secara dinamis memantau estimasi stok. Perangkat lunak berbasis *Multi-Agent System* (MAS) dapat mempertahankan keberlangsungan karena perubahan yang terjadi hanya berdampak pada agen yang terkait, tanpa

menggunakan komponen lainnya. Kajian yang merancang arsitektur *Multi-Agent System (MAS)* secara spesifik untuk bengkel motor dengan sumber daya manusia yang terbatas, khususnya dalam hal koordinasi antara pemilik dan mekanik sebagai inti kebutuhan sistem, sampai saat ini belum tersedia.

Berdasarkan kekurangan yang ditemukan dalam penelitian sebelumnya, penelitian ini berfokus pada arsitektur *Multi-Agent System (MAS)* di Bengkel Arm F2h *Speed*. Tujuan dari penelitian ini adalah untuk memenuhi kebutuhan koordinasi antara pemilik dan mekanik yang berperan sebagai dua pelaku utama dalam sistem tersebut, sedangkan pelanggan dan pemasok suku cadang berperan sebagai pihak eksternal yang berinteraksi dengan bengkel. Setiap agen yang dibuat mewakili fungsi operasional yang sebelumnya dilakukan secara manual dan dirumuskan menjadi delapan agent, sehingga pemilik dapat memperoleh informasi yang tepat dan terbaru. Mekanik bertugas berdasarkan petunjuk dan informasi yang dibagikan secara terstruktur. Teori yang dihasilkan dapat menjadi dasar untuk pengembangan sistem yang dapat memperbaiki efisiensi operasional dan meningkatkan kualitas koordinasi antara pemilik dan mekanik di Bengkel Arm F2h *Speed* secara berkelanjutan.

1.2 Identifikasi Masalah

Berdasarkan latar belakang yang telah diuraikan, dapat diperoleh beberapa permasalahan yang ada di Bengkel Arm F2h *Speed* sebagai berikut:

1. Pencatatan layanan dan penanganan manajemen pembayaran yang dilakukan secara manual oleh pemilik menyebabkan dokumentasi operasional tidak teratur dan mudah mengalami kesalahan.
2. Ketidaktepatan data stok suku cadang disebabkan oleh pencatatan manual, sehingga kehabisan stok yang tidak terdeteksi dengan cepat, dan menghambat proses pelayanan terhadap pelanggan.
3. Koordinasi pemilik dan mekanik yang tergantung pada komunikasi lisan tanpa adanya dukungan sistem, sehingga menyebabkan penyampaian informasi status pekerjaan dan kebutuhan suku cadang tidak berjalan secara maksimal, terutama ketika bengkel menangani lebih dari satu kendaraan secara bersamaan.

1.3 Tujuan Tugas Akhir

Adapun tujuan dari tugas akhir ini adalah sebagai berikut:

1. Merancang struktur *Multi-Agent System (MAS)* di Bengkel Arm F2h *Speed* yang dapat mengorganisir informasi operasional sesuai peran pemilik dan mekanik sebagai tokoh utama dalam sistem tersebut, serta pelanggan dan pemasok suku cadang sebagai pihak eksternal yang berinteraksi dengan bengkel.
2. Menghasilkan desain struktur yang mencakup delapan agen mandiri, yaitu *Customer Agent*, *Diagnostic Agent*, *Mechanic Agent*, *Inventory Agent*, *Procurement Agent*, *Supplier Agent*, *Pricing Agent*, dan *Recommendation Agent*, yang menggambarkan fungsi pencatatan data pelanggan dan keluhan, dukungan diagnosis, pemantauan status pengerjaan, pengelolaan stok suku cadang, pengadaan dan komunikasi dengan pemasok, perhitungan biaya, serta rekomendasi perawatan,

dengan koordinasi antar agen melalui *message bus* terpusat, sehingga dapat beroperasi dan berinteraksi secara dinamis tanpa ketergantungan yang berlebihan pada satu orang

3. Menyediakan model arsitektur *Multi-Agent System* (MAS) yang bersifat modular dan adaptif sebagai untuk mendukung efisiensi operasional dan meningkatkan kualitas interaksi antara pemilik dan mekanik secara berkelanjutan.

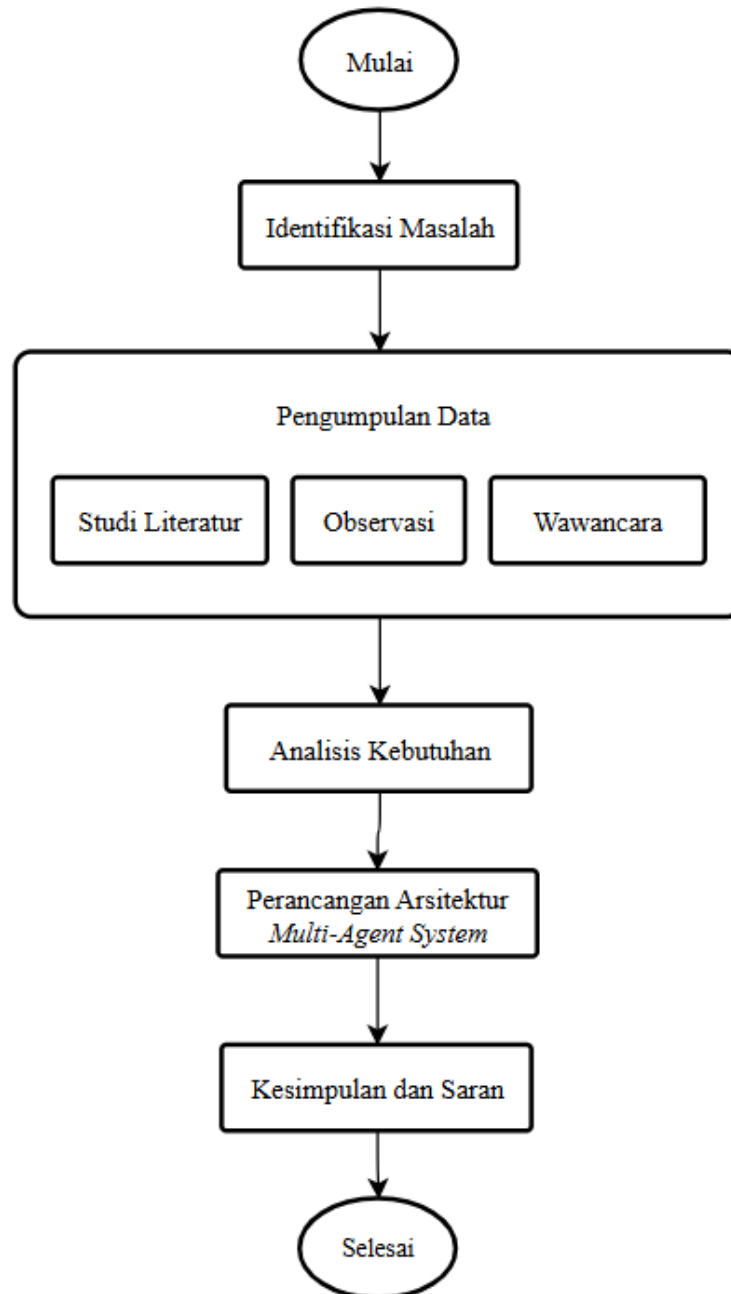
1.4 Lingkup Tugas Akhir

Lingkup penelitian tugas akhir ditentukan sebagai berikut:

1. Penelitian ini dilakukan melalui studi kasus di Bengkel Arm F2h *Speed*, yang dioperasikan oleh dua orang, yaitu pemilik dan mekanik sebagai subjek penelitian utama.
2. Fokus penelitian adalah perancangan arsitektur *Multi-Agent System* (MAS), dan tidak mencakup implementasi lengkap sistem dalam lingkungan produksi. Aktor yang terlibat dalam arsitektur meliputi pemilik dan mekanik sebagai pelaku utama dalam bengkel tersebut, serta pelanggan dan pemasok suku cadang sebagai aktor eksternal, dimana setiap agen mewakili fungsi operasional yang sesuai dengan peran dan tanggung jawab masing-masing aktor.
3. Agen yang dirancang berjumlah delapan, yaitu *Customer Agent*, *Diagnostic Agent*, *Mechanic Agent*, *Inventory Agent*, *Procurement Agent*, *Supplier Agent*, *Pricing Agent*, dan *Recommendation Agent*, yang masing-masing memenuhi satu kebutuhan fungsional dan menggambarkan kebutuhan operasional bengkel dengan sumber daya manusia yang terbatas.
4. Perancangan arsitektur dilakukan dengan pendekatan analisis kebutuhan yang didasarkan pada hasil studi literatur dan wawancara dengan pemilik serta mekanik Bengkel Arm F2h *Speed*.
5. Bengkel Arm F2h *Speed* merupakan studi kasus yang sebenarnya, dengan data yang didapatkan langsung dari aktivitas operasional bengkel. Rancangan yang dihasilkan disusun dari fungsi operasional bengkel sepeda motor secara umum akibatnya penerapannya dapat direplikasi di bengkel lain dengan penyesuaian terhadap kondisi masing-masing bengkel. Kemampuan replikasi tersebut merupakan potensi rancangan dan belum diuji pada bengkel lain dalam riset ini.

1.5 Metodologi Tugas Akhir

Metodologi yang digunakan pada tugas akhir terdiri dari lima tahapan yang dijalankan secara berurutan, yaitu pengenalan persoalan, pengumpulan data, kajian kebutuhan, perancangan Arsitektur *Multi-Agent System* (MAS), serta kesimpulan dan saran. Setiap tahapan membuahkan keluaran yang menjadi masukan bagi tahapan berikutnya, identifikasi masalah menghasilkan rumusan permasalahan yang menjadi dasar pengumpulan data melalui studi literatur, pengamatan, dan wawancara. Data tersebut kemudian dianalisis untuk menghasilkan kebutuhan fungsional, dan kebutuhan fungsional ini yang menentukan agen serta cara kerja interaksi pada perancangan arsitektur. Tahap terakhir merangkum temuan penelitian sebagai jawaban atas permasalahan yang telah diidentifikasi. Alur lengkap kelima tahapan tersebut ditunjukkan pada gambar berikut.



Gambar 1. 1 Metodologi Penelitian

Berikut merupakan uraian penjelasan metodologi penyelesaian tugas akhir yang terdiri dari beberapa tahapan:

1. Identifikasi Masalah

Langkah awal dalam penelitian ini yaitu untuk mengenali dan mendefinisikan masalah utama di Bengkel Arm F2h *Speed*. Tahap ini dilakukan pengamatan terhadap kondisi operasional bengkel, dan ditemukan bahwa sistem yang ada masih bersifat manual, tidak terintegrasi, serta kekurangan koordinasi antara pemilik dan mekanik yang tidak didukung oleh *Multi-Agent System* (MAS) yang memadai. Hasil dari identifikasi masalah menjadi dasar untuk merumuskan tujuan dan cakupan penelitian.

2. Pengumpulan Data

Pengumpulan data dilakukan melalui tiga cara, yaitu:

a. Studi Literatur

Melakukan studi literatur dengan mengumpulkan, menganalisis, dan menyusun informasi dari berbagai sumber yang relevan dari penelitian sebelumnya. Hasil pengumpulan data diperoleh dari berbagai jurnal, artikel, serta buku yang berkaitan dengan objek kajian tugas akhir, yaitu *Multi-Agent System* (MAS).

b. Observasi

Observasi dilakukan dengan cara mengamati secara langsung pada bengkel untuk menggambarkan alur kerja di lapangan. Observasi ini fokus untuk mengidentifikasi cara berkomunikasi serta pola koordinasi yang terjadi antara pemilik dan mekanik untuk menyelesaikan tugas, kemudian dianalisis untuk memahami perilaku agen dalam perancangan arsitektur *Multi-Agent System* (MAS).

c. Wawancara

Wawancara dilaksanakan secara langsung dengan pemilik dan mekanik bengkel untuk mendapatkan pemahaman yang sebenarnya tentang proses operasional, pola kerja sama diantara keduanya, kebutuhan sistem, serta masalah yang dihadapi dalam aktivitas sehari-hari.

3. Analisis Kebutuhan

Berdasarkan informasi yang telah dikumpulkan, dilakukan analisis kebutuhan sistem untuk mengenali fungsionalitas yang wajib dipenuhi oleh arsitektur *Multi-Agent System* (MAS) yang akan dirancang. Analisis ini mencakup kebutuhan fungsional dari perspektif setiap aktor, pemilik yang memerlukan informasi tentang pengelolaan stok dan laporan servis, serta mekanik yang memerlukan akses terhadap instruksi kerja dan status suku cadang secara *real-time*. Kebutuhan fungsional sebelum dirumuskan, kondisi sistem kerja bengkel terlebih dahulu dipetakan dan dievaluasi memakai *Work System Method* melalui alat kajian *Work System Snapshot* dan *Work System Principles*. Temuan pemetaan dan penilaian tersebut menjadi dasar kemerosotan fungsi yang selanjutnya diwujudkan menjadi agen pada tahap perancangan arsitektur.

4. Perancangan Arsitektur *Multi-Agent System*

Tahapan ini merupakan rancangan struktur delapan agen, tanggung jawab dari masing-masing agen, serta mekanisme interaksi antar agen yang mencerminkan pola koordinasi antara pemilik dan mekanik. Perancangan ini menerapkan pendekatan desentralisasi agar setiap agen dapat beroperasi secara mandiri sekaligus saling berkoordinasi dengan dinamis dalam menangani berbagai skenario operasional bengkel dengan sumber daya manusia yang terbatas.

5. Kesimpulan dan Saran

Tahap akhir dari penelitian ini berisi kesimpulan berdasarkan proses penelitian yang telah dilakukan. Kesimpulan merangkum jawaban atas identifikasi masalah serta saran untuk penelitian di masa mendatang.

1.6 Sistematika Penulisan Tugas Akhir

Adapun laporan tugas akhir ini disusun dalam lima bab yang saling berkaitan untuk memberikan gambaran menyeluruh tentang penelitian yang dilakukan. Sistematika penulisan tugas akhir adalah sebagai berikut:

BAB 1. PENDAHULUAN

Bab ini berisi latar belakang penelitian yang menjelaskan kondisi nyata bengkel, identifikasi masalah, tujuan tugas akhir, lingkup tugas akhir, metodologi penyelesaian tugas akhir, dan sistematika penulisan tugas akhir.

BAB 2. LANDASAN TEORI DAN PENELITIAN TERDAHULU

Bab ini berisi penjelasan landasan teori yang berhubungan dengan pendekatan teori *Multi-Agent System* (MAS), arsitektur, serta bengkel. Akhir landasan teori, terdapat juga penelitian terdahulu yang menjadi acuan penulisan tugas akhir.

BAB 3. SKEMA PENELITIAN

Bab ini menguraikan alur penyelesaian tugas akhir yang dijalankan, perumusan masalah melalui analisis sebab-akibat dan analisis solusi yang digunakan, serta objek penelitian yang mencakup profil, visi dan misi, dan peran *stakeholder* di Bengkel Arm F2h *Speed*.

BAB 4. ANALISIS DAN PERANCANGAN

Bab ini berisi analisis terhadap sistem yang sedang berjalan di bengkel, yang mencakup gambaran kondisi kerja saat ini dan alur aktivitas, dilanjutkan dengan analisis aktivitas dan analisis kebutuhan yang digambarkan melalui *activity* diagram dan *use case* diagram, serta rancangan arsitektur *Multi-Agent System* (MAS) yang diusulkan sebagai solusi.

BAB 5. PENUTUP

Bab ini merupakan kesimpulan dari keseluruhan penelitian yang telah dilakukan, sebagai jawaban atas tujuan dan permasalahan yang telah dirumuskan sebelumnya, serta saran yang dapat menjadi bahan pertimbangan untuk pengembangan penelitian selanjutnya.

BAB 2

LANDASAN TEORI DAN PENELITIAN TERDAHULU

Bab ini memuat landasan teori, definisi, serta konsep dasar yang digunakan sebagai dasar pemikiran dalam penyusunan laporan tugas akhir. Terdapat pula referensi dari penelitian terdahulu berupa buku, jurnal, serta artikel sebagai acuan pengerjaan.

2.1 Landasan Teori

Landasan teori pada bagian ini terbagi menjadi empat bagian yaitu teori *Multi-Agent System*, arsitektur, bengkel, dan penerapan *Multi-Agent System* pada sistem manajemen. Berikut adalah landasan teori berdasarkan sub babnya:

2.1.1 *Multi-Agent System* (MAS)

Bagian ini merupakan landasan teori yang berkaitan dengan *Multi-Agent System* mulai dengan pengertian, cara kerja, serta pengembangan metodologi.

2.1.1.1 Definisi Agen dan *Multi-Agent System* (MAS)

Pendekatan ini pada dasarnya dibangun untuk pemahaman agen sebagai unit sistem komputer yang berada dalam konteks lingkungan spesifik. Menurut [WOO09], agen mampu bertindak mandiri dalam lingkungan tersebut untuk meraih sasaran yang telah ditentukan. Konsep ini menekankan dua elemen penting mengenai keberadaan agen dan alur berinteraksi dengan lingkungan eksternal. Agen secara alami memiliki kemampuan untuk memutuskan langkah terbaik tanpa campur tangan pihak lain. Berdasarkan [WOO09] menjelaskan bahwa kecerdasan agen ditunjukkan melalui tiga karakteristik perilaku yang bersifat fleksibel. Kemampuan untuk bereaksi membuat agen bisa menanggapi perubahan situasi sekitar dengan cepat, sedangkan kemampuan bertindak mandiri memberikan daya untuk memulai tindakan yang terarah pada tujuan. Kemampuan berinteraksi dengan pihak lain memungkinkan komunikasi dan tawar-menawar dengan agen lain atau orang untuk menyelesaikan persoalan sistem yang rumit. Menggabungkan ketiga aspek perilaku ini secara baik merupakan tantangan teknis utama dalam membuat rancangan agen yang efisien.

Multi-Agent System (MAS) merupakan suatu sistem yang terdiri dari beberapa agen cerdas (*intelligent agent*) yang bekerja sama dan berkomunikasi untuk menyelesaikan tugas di dalam lingkungan tertentu. Setiap agen mempunyai kemampuan untuk menerima informasi dari lingkungan melalui sensor, kemudian melakukan tindakan berdasarkan informasi yang diterima. *Multi-Agent System* (MAS) disetiap agen dapat saling bertukar informasi menggunakan bahasa dan pemahaman yang sama, sehingga koordinasi antar agen dapat berjalan dengan baik dalam menyelesaikan masalah yang lebih kompleks [BON05].

2.1.1.2 Kecerdasan Buatan (*Artificial Intelligence*)

Kecerdasan buatan (*Artificial Intelligence*) adalah dasar utama untuk menciptakan agen cerdas yang memiliki kemampuan mandiri. Konsep agen cerdas dalam AI (*Artificial Intelligence*) menekankan pengembangan perangkat lunak yang dapat meniru perilaku manusia dalam mengelola informasi dan mengambil keputusan. AI (*Artificial Intelligence*) memungkinkan sistem untuk memiliki kecerdasan lingkungan, yaitu kemampuan untuk secara efektif merespons kehadiran dan kebutuhan manusia, yang sering diterapkan dalam konsep kota pintar (*Smart Cities*) [JUL19].

2.1.1.3 Sistem Terdistribusi (*Distributed System*)

Sistem yang terdistribusi adalah suatu lingkungan yang dimana informasi dan pemrosesan terdistribusi di beberapa unit koordinasi yang berbeda. Menurut pendapat [CAM17], pendekatan ini sangat penting ketika pemahaman menyeluruh tentang kondisi sistem menjadi terlalu rumit untuk dikelola oleh satu entitas pusat. Konteks *Multi-Agent System* (MAS) yaitu sistem yang terdistribusi memungkinkan kerja sama diantara peran yang secara fisik terpisah, dimana interaksi berlangsung secara sinkron atau asinkron untuk menyelesaikan tugas yang bersifat lokal atau melibatkan berbagai aktor.

2.1.1.4 Komunikasi Antar Agen (*Agent Communication*)

Komunikasi antar agen merupakan sebuah proses untuk bertukar informasi yang sudah distandarisasi agar setiap elemen dalam sistem dapat beroperasi dengan selaras. Penting adanya protokol yang handal, seperti *Model Context Protocol* (MCP), menjadi dukungan pertukaran data antara agen dengan struktur yang berbeda. Tanpa adanya komunikasi yang efektif, agen secara mandiri tidak akan saling bertukar pengetahuan atau bernegosiasi mengenai tugas dalam lingkungan yang selalu berubah [GOY25].

2.1.1.5 Koordinasi dan Kerjasama (*Coordination & Cooperation*)

Koordinasi dan kolaborasi merupakan bidang yang menjamin entitas secara mandiri dan dapat beroperasi secara bersama-sama tanpa menciptakan konflik organisasi. Berdasarkan pendapat [CAM17], kolaborasi antar agen sangat penting dalam penerapan praktis seperti pengaturan lalu lintas otomatis, pada setiap agen (kendaraan) perlu menyesuaikan rute dan kecepatannya. Koordinasi ini memungkinkan sistem untuk mencapai efisiensi yang lebih baik dibandingkan dengan entitas beroperasi secara terpisah.

2.1.1.6 Pengambilan Keputusan (*Decision Making*)

Proses pengambilan keputusan dalam sistem berbasis agent berkaitan dengan kemampuan sistem dalam memilih langkah-langkah yang strategis berdasarkan analisis dari data sensor dan parameter yang ada. Menurut [MAR20] yang menyatakan bahwa langkah-langkah pengambilan keputusan akan lebih efektif apabila metode simulasi diintegrasikan. Melalui pendekatan ini, sistem

dapat meramal konsekuensi dari berbagai opsi kepuasan, sehingga pilihan yang diambil merupakan tingkat ketepatan dan keberhasilan yang lebih baik saat melakukan penyesuaian di tengah ketidakpastian.

2.1.1.7 Perbedaan Agen dengan Paradigma Lain

Pemahaman mengenai keunikan paradigma agen dengan melakukan perbandingan antara dua paradigma komputasi konvensional, yaitu pemrograman berorientasi objek (*object-oriented*) dan sistem pakar (*expert system*). Perbedaan utama antara agen dan objek terletak pada tingkat kemampuannya untuk bertindak secara mandiri dan cara mereka menentukan perilakunya. Pemrograman berorientasi objek, sebuah entitas menjalankan metode secara deterministik berdasarkan permintaan dari objek lain tanpa proses pertimbangan internal (*objects do it for free*). Paradigma agen memberikan kemampuan otonomi kepada entitas untuk menilai dan mengambil keputusan dalam memenuhi permintaan dari agen lain, dengan memperhatikan tujuan dan keadaan internal yang ada [WOO09]. Ketiga perbedaan utama ini memisahkan kedua paradigma, pertama agen memiliki otonomi yang jauh lebih tinggi jika dibandingkan dengan objek. Kedua, agen menawarkan fleksibilitas dalam perilakunya, termasuk aspek reaktif, proaktif, dan sosial, serta tidak ada dalam model objek standar. Ketiga, *Multi-Agent System* (MAS) secara alami berjalan dalam mode *multithreaded* karena setiap agen, secara teoritis, mengelola setidaknya satu rangkaian kontrol yang independen [WOO09]. Ciri-ciri ini menegaskan bahwa *Multi-Agent System* (MAS) adalah paradigma yang lebih tepat untuk memodelkan sistem yang kompleks, dinamis, serta terdistribusi baik dari segi ruang maupun fungsi.

2.1.1.8 Metodologi Pengembangan *Multi-Agent System*

Perancangan Sistem *Multi-Agent System* (MAS) membutuhkan metodologi yang sistematis dan terstruktur. Menurut [WOO09] mengungkapkan beberapa metodologi dalam analisis dan perancangan yang berorientasi agen yang telah dikembangkan, termasuk AAIL (*Australian AI Institute*), *Gaia*, *Tropos*, *Prometheus*, *Agent UML*, dan *Agent in Z*. Setiap metodologi menawarkan manfaat dan fokus yang berbeda, tetapi semuanya bertujuan untuk menghubungkan spesifikasi kebutuhan sistem dengan implementasi agen yang nyata. Berdasarkan metodologi yang ada, *Multi-Agent System* (MAS) yang menekankan bahwa pentingnya mengetahui saat yang tepat untuk menerapkan solusi berbasis agent. *Multi-Agent System* (MAS) merupakan metodologi yang paling efektif untuk digunakan pada masalah yang kompleks pendekatan ini dapat diselesaikan oleh satu agen saja, atau masalah dimana pengetahuan, data, dan kontrol tersebar di berbagai entitas yang tidak bisa atau tidak perlu dipusatkan [WOO09]. Studi kasus ini sangat mencerminkan situasi operasional di bengkel motor yang melibatkan banyak peran serta proses yang berlangsung secara bersamaan. Perbedaan yang mendasar ini menjadi alasan penting untuk memilih paradigma agen sebagai struktur yang ideal dalam merancang sistem manajemen bengkel motor yang melibatkan interaksi yang dinamis antara berbagai entitas bisnis saling berkaitan.

2.1.2 Arsitektur

Sub bab ini merupakan landasan teori yang berkaitan dengan arsitektur dimulai dari definisi konsep dasar arsitektur hingga teori-teori lainnya.

2.1.2.1 Definisi dan Konsep Arsitektur

Arsitektur merupakan kerangka konseptual yang menyusun komponen fungsional dalam struktur berlapis untuk memastikan yang selaras melalui antarmuka yang terstandarisasi. [SOM25] memperkenalkan konsep *Multi-Layer Architecture* sebagai model integrasi yang menghubungkan berbagai lapisan fungsional pada suatu ekosistem sistemik. Pendekatan tersebut berfungsi sebagai alat dasar untuk menyelaraskan kemampuan organisasi, kebutuhan teknis, dan strategi jangka panjang, sehingga menciptakan desain sistem yang teratur dan memiliki kemampuan untuk berkembang.

Berdasarkan *BIZBOK Guide*, arsitektur bisnis dipahami sebagai representasi menyeluruh yang mencakup kemampuan, proses, dan struktur organisasi untuk mencapai tujuan yang strategis dan spesifik. Definisi ini menekankan pentingnya untuk mengidentifikasi setiap kemampuan organisasi secara jelas dan konsisten, tanpa dipengaruhi oleh variasi unit bisnis yang menjalankannya [BUS18]. Prinsip keunikan ini sangat penting untuk memastikan kejelasan operasional dan mengurangi pengulangan dalam penggambaran fungsionalitas organisasi secara keseluruhan. Sistem pada konteks berbasis agen, menekankan bahwa gabungan antara kerangka arsitektur bisnis dan pengembangan teknis menciptakan pendekatan *hybrid* yang holistik [SOM25]. Mengenai teori agen cerdas, arsitektur pada masing-masing agen harus mampu mencerminkan logika internal dan berinteraksi dalam lingkungan yang terus berubah [WOO09]. Perancangan *Multi-Agent System* (MAS) memerlukan kolaborasi dimana arsitektur tingkat tinggi memetakan peran strategis agen, sedangkan arsitektur teknis mengarahkan proses transisi dari keadaan operasional konvensional ke sistem berbasis agen yang terintegrasi dan responsif.

2.1.2.2 Arsitektur Agen

Arsitektur agen dapat didefinisikan sebagai representasi internal suatu agen yang mencakup data struktural, tindakan ini bisa dilakukan terhadap data, dan pengaturan alur kontrol di antara data tersebut [WOO09]. Arsitektur agen menggambarkan cara agen memproses informasi dari lingkungannya, mempengaruhi keadaan di dalamnya, dan memilih tindakan yang akan diambil. Buku yang berjudul "*An Introduction to Multi-Agent System*" memperkenalkan model agen berfokus pada state yang terdiri dari fungsi utama. Fungsi pertama yaitu "*see*" mencerminkan daya agen dalam mengumpulkan informasi dari lingkungan melalui pandangan. Fungsi kedua "*next*" menghubungkan status internal dan pandangan ke status internal yang baru. Fungsi ketiga "*action*" menghubungkan status internal dengan tindakan yang akan diambil [WOO09]. Ketiga fungsi ini menciptakan siklus dari persepsi, keputusan, hingga tindakan yang merupakan dasar dari keseluruhan desain arsitektur agen. Berdasarkan tingkat kompleksitasnya, arsitektur agen menjadi tiga kategori, yaitu pertama *purely reactive agents* yang

membuat keputusan hanya berdasarkan keadaan lingkungan saat ini tanpa mempertimbangkan riwayat. Kedua, *deliberative agents* yang menggunakan representasi simbolik dari lingkungan dan tujuan untuk merencanakan tindakan. Ketiga, *hybrid agent* yang mengintegrasikan elemen reaktif dan pertimbangan dalam satu arsitektur yang terstruktur [WOO09]. Sistem bengkel motor memerlukan *respons* yang cepat serta perencanaan yang strategis, arsitektur *hybrid* menjadi pilihan yang paling cocok untuk bengkel motor.

2.1.2.3 Arsitektur Multi Lapisan (*Multi-Layer Architecture*)

Arsitektur multi lapisan adalah cara merancang sistem yang membagi fungsionalitas menjadi beberapa tingkat atau lapisan yang bisa saling berhubungan melalui antarmuka yang telah distandarisasi. Setiap lapisan memiliki tugas tertentu dan hanya berinteraksi dengan lapisan di sampingnya, sehingga menciptakan sistem yang terorganisir, mudah dirawat, dan bisa berkembang dengan cara modular. [SOM25] merumuskan arsitektur multi lapisan yang terdiri dari empat tingkatan saling terkait sebagai kerangka konsep untuk mendesain sistem pengelolaan data berlapis dari pengumpulan hingga pengambilan keputusan. Pendekatan ini cocok sebagai panduan dalam merancang *Multi-Agent System* (MAS) untuk bengkel motor karena operasional bengkel melibatkan berbagai tingkat aktivitas yang berbeda tetapi saling berhubungan.

Perancang *Multi-Agent System* (MAS) untuk bengkel motor, arsitektur berlapis memberikan struktur yang jelas untuk mengelompokkan fungsi sistem berdasarkan tingkat abstraksinya. Sistem manajemen bengkel melibatkan banyak proses, mulai dari pencatatan data kendaraan dan pelanggan, pengelolaan persediaan suku cadang, pemrosesan transaksi layanan, hingga laporan untuk keperluan manajerial. Setiap proses bisa dipetakan ke lapisan yang tepat sehingga agen-agen dalam *Multi-Agent System* (MAS) dapat beroperasi dengan koordinasi yang baik tanpa tumpang tindih fungsi [SOM25]. Pemisahan tanggung jawab ini juga membantu menjelaskan alur komunikasi antar agen dan mempermudah pengembangan sistem secara bertahap. Mengacu pada kerangka yang dikemukakan [SOM25], arsitektur multi lapisan terdiri dari empat lapisan utama, yang masing-masing menangani tingkat abstraksi tertentu dalam sistem. Keempat lapisan ini diadaptasi ke konteks *Multi-Agent System* (MAS) bengkel motor sebagai berikut:

1. Lapisan Data Operasional

Lapisan ini adalah lapisan paling dasar yang mencerminkan kegiatan nyata di bengkel motor, termasuk data kendaraan pelanggan, jenis layanan yang diminta, stok suku cadang yang tersedia, dan catatan transaksi harian. Lapisan ini berfungsi untuk merekam semua kejadian operasional yang menjadi sumber data utama bagi lapisan-lapisan di atasnya [SOM25].

2. Lapisan Pemantauan

Lapisan ini bertugas untuk memantau dan mengumpulkan data dari lapisan operasional dengan cara yang terstruktur, menggunakan mekanisme pelacakan dan pencatatan yang sistematis. Dalam

konteks *Multi-Agent System* (MAS) bengkel motor, lapisan ini mengumpulkan indikator penting seperti status pengerjaan layanan, tingkat persediaan suku cadang, dan pola permintaan layanan yang vital untuk pengelolaan bengkel [SOM25].

3. Lapisan Pengolahan Data

Lapisan ini bertanggung jawab untuk mengolah data mentah menjadi informasi yang bisa digunakan dengan menggunakan metodologi komputasi yang teratur. Proses dalam lapisan ini mencakup verifikasi data, penyimpanan, pengindeksan, perhitungan, analisis trend, serta visualisasi informasi operasional bengkel yang mendukung pemahaman menyeluruh tentang kondisi bisnis [SOM25].

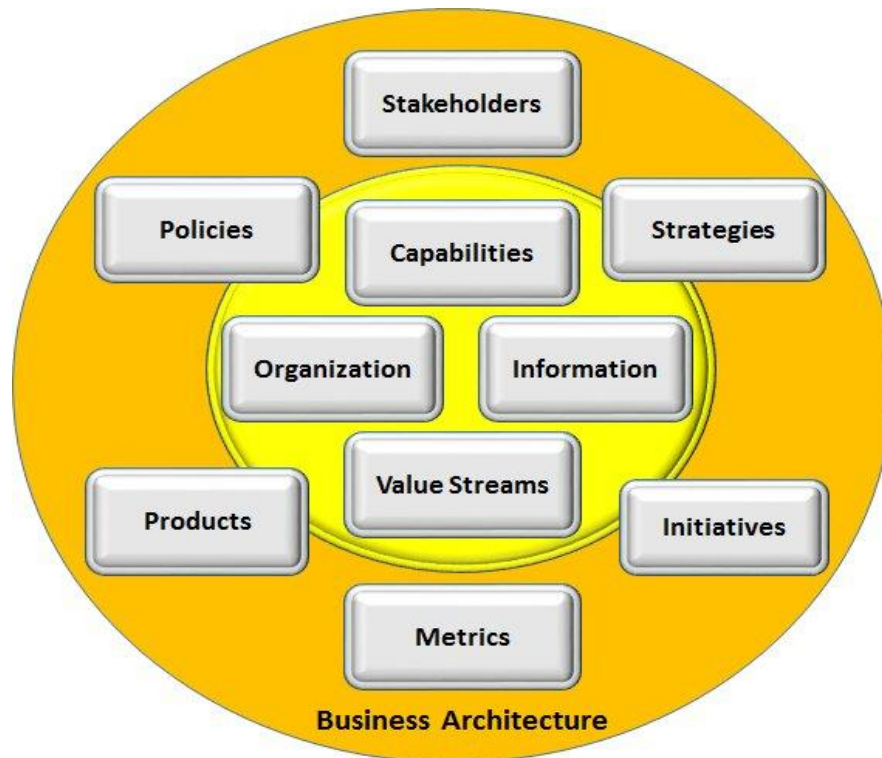
4. Lapisan Tindakan

Lapisan ini adalah lapisan tertinggi di mana informasi berbasis data diubah menjadi tindakan konkret dalam sistem. *Multi-Agent System* (MAS) bengkel motor, lapisan ini mencakup fungsi seperti memberikan rekomendasi jadwal layanan, notifikasi untuk pengadaan suku cadang, serta penyusunan laporan otomatis bagi pemilik bengkel yang secara langsung meningkatkan efisiensi operasional [SOM25].

Keunggulan utama arsitektur multi lapisan terletak pada pembagian tanggung jawab yang jelas antara komponen sistem, di mana setiap lapisan memiliki peran khusus tetapi tetap saling terhubung dalam satu kesatuan sistem secara keseluruhan. Desain ini memungkinkan pengembangan dan pembaharuan setiap lapisan secara mandiri tanpa mengganggu fungsi lapisan lain, sehingga *Multi-Agent System* (MAS) bengkel motor yang dikembangkan dapat mengalami pertumbuhan secara bertahap sesuai dengan kebutuhan operasional.

2.1.3 Kerangka Arsitektur Bisnis Berbasis BIZBOK

BIZBOK (*Business Architecture Body of Knowledge*) merupakan kerangka standar yang digunakan untuk mendefinisikan, merancang, dan menganalisis arsitektur bisnis dari suatu perusahaan secara menyeluruh. Kerangka ini memberikan panduan lengkap dalam mengidentifikasi elemen utama organisasi sehingga dapat dipahami diberbagai fungsi dan keputusan [BUS18]. Penelitian ini dipakai sebagai acuan untuk menemukan komponen arsitektur bisnis Bengkel Arm F2h *Speed* yang menjadi landasan dalam perancangan *Multi-Agent System* (MAS). Gambar 2.1 berikut merupakan komponen utama dalam *business architecture* berdasarkan BIZBOK. Kerangka tersebut memandang arsitektur bisnis sebagai kumpulan komponen yang saling terhubung, yaitu *stakeholders*, *policies*, *strategis*, *capabilities*, *organization*, *information*, *value streams*, *products*, *initiatives*, dan *metrics* [BUS18]. Komponen-komponen ini saling melengkapi akibatnya organisasi dapat ditinjau dari arah strategis, kemampuan, aliran nilai, hingga pihak yang terlibat. Riset ini, empat diantaranya ditetapkan sebagai teknik pemetaan pada Bab 4, yaitu *capability mapping*, *value mapping*, *information mapping*, dan *stakeholder mapping*.



Gambar 2. 1 Kerangka Komponen *Business Architecture* Berbasis BIZBOK

Mengacu pada kerangka yang dikemukakan [BUS18] pada gambar 2.1, kerangka BIZBOK diadaptasi ke konteks *Multi-Agent System* (MAS) bengkel motor melalui sub bab berikut.

2.1.3.1 *Business Strategy Mapping*

Business strategy mapping adalah proses untuk memetakan strategi bisnis yang menunjukkan arah dan tujuan jangka panjang suatu organisasi dalam mencapai keunggulan di pasar. BIZBOK, strategi bisnis berperan sebagai dasar utama yang mengarahkan semua elemen arsitektur bisnis lainnya, termasuk kemampuan, proyek, dan aliran nilai yang perlu dikembangkan [BUS18]. Pemetaan strategi bisnis menjamin bahwa setiap keputusan operasional sejalan dengan visi dan misi keseluruhan organisasi. Dalam konteks Bengkel Arm F2h Speed, *Business Strategy Mapping* dilakukan dengan cara mengidentifikasi strategi utama bengkel untuk meningkatkan kualitas layanan servis dan pengelolaan suku cadang. Pemetaan tersebut meliputi analisis posisi kompetitif bengkel, serta penetapan target pertumbuhan yang ingin dicapai [BUS18]. Hasil dari pemetaan strategi ini kemudian menjadi pedoman dalam merancang agen-agen dalam *Multi-Agent System* (MAS) yang akan membantu mencapai tujuan strategis tersebut.

2.1.3.2 *Capability Mapping*

Capability mapping adalah langkah untuk menentukan kemampuan atau keahlian inti yang dimiliki sebuah organisasi agar dapat menjalankan aktivitas bisnis secara efisien. Kapabilitas dijelaskan di dalam BIZBOK sebagai kemampuan dasar yang dibutuhkan oleh organisasi untuk mencapai tujuan strategisnya, dimana setiap kapabilitas dibuat secara spesifik demi menjamin kesesuaian fungsional dan

menghindari kebingungan dalam operasional [BUS18]. Kapabilitas ini memiliki sifat yang stabil dalam jangka panjang, meskipun metode pencapaiannya dapat beradaptasi seiring waktu. BIZBOK mengategorikan kapabilitas organisasi ke dalam tiga lapisan utama berdasarkan posisi strategisnya. Lapisan strategis (Penetapan Arah) mencakup kapabilitas yang berkaitan dengan pengembangan kebijakan dan penentuan tujuan organisasi. Lapisan inti (Inti) berfungsi untuk mendorong pertumbuhan melalui pengelolaan pelanggan, produk, dan kerjasama. Lapisan pendukung (Pendukung) meliputi fungsi operasional yang sangat penting untuk menjaga stabilitas internal, seperti manajemen sumber daya manusia dan administrasi [BUS18]. Bagi bengkel motor *capability mapping* berguna untuk mengidentifikasi keahlian utama seperti diagnosis kendaraan, pengelolaan stok, dan pelayanan pelanggan.

2.1.3.3 *Organization Mapping*

Organization Mapping adalah proses yang menggambarkan struktur dan hubungan antara berbagai tingkat, peran, serta tanggung jawab dari setiap unit atau individu dalam sebuah organisasi. BIZBOK dalam konteks ini, pemetaan lebih dari sekedar menampilkan diagram struktur, mengaitkan tiap unit organisasi dengan kemampuan yang dimilikinya dan proyek-proyek yang menjadi tanggung jawab [BUS18]. Pemahaman tersebut memungkinkan lebih mendalam mengenai kontribusi sumber daya manusia dalam mencapai tujuan bisnis. Bengkel Arm F2h *Speed, organization mapping* dilaksanakan dengan cara menggambarkan peran masing-masing pelaku, mulai dari pemilik, kepala mekanik, sampai staf administrasi. Pemetaan ini menjadi gambaran dalam menentukan struktur agen dalam *Multi-Agent System* (MAS), dimana setiap agen mewakili peran data fungsi tertentu dalam operasional bengkel [BUS18]. Kejelasan dalam pemetaan organisasi menjamin bahwa *Multi-Agent System* (MAS) yang dirancang dapat mencerminkan alur kerja serta hirarki yang ada di Bengkel dengan akurat.

2.1.3.4 *Value Mapping*

Value mapping atau pemetaan aliran nilai (*Value Streams*) adalah langkah untuk menggambarkan serangkaian kegiatan yang menghasilkan nilai bagi konsumen atau pihak berkepentingan dalam sebuah organisasi dari awal sampai akhir. *Value stream* dijelaskan sebagai serangkaian langkah yang memberikan hasil berharga bagi pelanggan luar, mitra, atau pihak berkaitan di dalamnya, setiap langkah secara langsung mendukung pembentukan nilai tersebut [BUS18]. Ide ini membantu organisasi untuk memahami alur kerja secara keseluruhan. Praktik dalam bengkel motor, *value mapping* meliputi alur penerimaan kendaraan, proses diagnosis, pelaksanaan servis atau perbaikan, penggantian suku cadang, dan penyerahan kendaraan kepada pemilik. Pemetaan aliran nilai ini menjadi dasar untuk mengenali titik-titik interaksi antara agen dalam *Multi-Agent System* (MAS) serta menentukan lokasi di mana otomatisasi dapat memberikan pengaruh terbesar terhadap efisiensi layanan bengkel [BUS18].

2.1.3.5 *Information Mapping*

Information mapping adalah kegiatan untuk mengidentifikasi aliran informasi di dalam organisasi, termasuk jenis data yang digunakan, lokasi asal data, cara data bergerak di antara berbagai proses, serta pihak yang bertanggung jawab untuk pengelolaannya. BIZBOK menganggap informasi sebagai salah satu aspek utama dalam arsitektur bisnis karena data yang tepat dan akurat adalah dasar untuk pengambilan keputusan yang efisien dalam suatu organisasi [BUS18]. *Information mapping* pada Bengkel Arm F2h *Speed* mencakup penentuan data penting seperti informasi pelanggan, catatan perawatan kendaraan, persediaan suku cadang, riwayat transaksi, dan laporan keuangan. *Information mapping* berfungsi sebagai panduan dalam merancang basis data serta mekanisme pertukaran informasi di antara agen dalam *Multi-Agent System*, sehingga setiap agen dapat mengakses informasi yang diperlukan untuk melaksanakan tugasnya dengan efisien [BUS18].

2.1.3.6 *Stakeholder Mapping*

Stakeholder atau pemetaan pemangku kepentingan merupakan langkah untuk menemukan dan memetakan semua pihak yang terkait dengan organisasi, baik secara langsung maupun tidak. Dalam BIZBOK, pihak-pihak yang tersebut termasuk individu, kelompok, atau organisasi yang berperan dalam atau dipengaruhi oleh kegiatan dan keputusan bisnis [BUS18]. Memahami pemangku kepentingan secara mendalam sangat penting agar sistem yang dibuat mampu memenuhi kebutuhan dan harapan semua pihak yang terkait. Bengkel Arm F2h *Speed* memiliki pihak-pihak utama yang diidentifikasi mencakup pemilik bengkel, mekanik, dan pelanggan. Pemetaan pemangku kepentingan ini berfungsi sebagai landasan untuk menetapkan kebutuhan pengguna (*user requirements*) yang perlu dipenuhi oleh *Multi-Agent System* (MAS), serta untuk mengenali interaksi antar pemangku kepentingan yang harus didukung oleh sistem [BUS18].

2.1.3.7 *Policy Mapping*

Policy mapping atau pemetaan kebijakan adalah proses untuk menentukan regulasi yang mengatur dan membatasi cara organisasi beroperasi dalam melakukan aktivitas bisnisnya. Kebijakan berfungsi sebagai pedoman atau ketentuan yang mengatur pelaksanaan kapabilitas dan pengambilan keputusan dalam organisasi, sehingga setiap langkah yang diambil tetap sejalan dengan nilai-nilai, peraturan, dan tujuan dari organisasi tersebut [BUS18]. Kebijakan dapat berasal dari peraturan luar, standar di bidang industri, serta ketentuan yang didapatkan secara internal oleh organisasi. Pemetaan kebijakan pada Bengkel Arm F2h *Speed* mencakup kebijakan operasional seperti prosedur standar untuk servis, kebijakan pengelolaan stok minimum suku cadang, serta aturan harga layanan. Pemetaan ini berfungsi sebagai pedoman dalam menyusun aturan bisnis (*business rules*) yang harus dijalankan oleh agen-agen dalam *Multi-Agent System* (MAS) saat mereka mengambil keputusan secara otomatis [BUS18]. Dengan cara ini, sistem yang diciptakan tidak hanya efisien secara teknis, tetapi juga mematuhi kebijakan operasional yang berlaku di Bengkel.

2.1.4 Bengkel Motor

Bengkel motor pada subbab ini merupakan bagian landasan teori yang berkaitan dengan bengkel motor.

2.1.4.1 Definisi Bengkel Motor

Bengkel motor adalah salah satu jenis usaha jasa layanan yang memiliki peran penting untuk mendukung operasional kendaraan bermotor di masyarakat. Bengkel motor biasanya didefinisikan sebagai tempat atau fasilitas yang menawarkan layanan untuk melakukan perbaikan, memelihara, dan merawat sepeda motor agar memastikan kendaraan beroperasi dengan baik [WUL25]. Penelitian tersebut juga menekankan bahwa bengkel motor lebih dari sekedar fasilitas teknis, melainkan juga sebuah objek bisnis yang memerlukan manajemen yang terorganisir karena tingginya volume transaksi dan kerumitan operasional yang harus dikelola pada setiap harinya.

Bengkel motor merupakan pusat layanan yang menangani beragam proses teknis dan administratif secara bersamaan dimulai dari permintaan kendaraan, pemrosesan layanan, pengawasan persediaan suku cadang, pencatatan transaksi, hingga pembuatan laporan keuangan untuk pemilik usaha [FAT25]. Kerumitan dalam proses tersebut menjadikan bengkel motor sebagai area yang memerlukan pengelolaan data yang tepat, cepat, dan terstruktur sebagai mendukung pengambilan keputusan operasional yang efektif.

2.1.4.2 Jenis-Jenis Bengkel Motor

Berdasarkan keterkaitan merek dan prosedur operasionalnya, bengkel motor terbagi menjadi tiga jenis utama, yaitu bengkel resmi, bengkel umum skala menengah, dan bengkel skala kecil. Bengkel resmi adalah bengkel yang terhubung dengan agen pemegang merek pabrik, seperti AHASS untuk jenis motor Honda beroperasi berdasarkan pada prosedur operasional standar yang ditentukan oleh pabrik, menggunakan suku cadang asli, serta mempekerjakan teknisi bersertifikat resmi dan memberikan jaminan atas pelayanan yang diberikan [FAT25]. Bengkel skala menengah merupakan bengkel yang memiliki pembagian tugas yang lebih terorganisir antara pemilik, administrasi, dan mekanik, meskipun belum sepenuhnya didukung oleh sistem yang terintegrasi [FAT25]. Bengkel skala kecil merupakan bengkel dikelola oleh satu hingga beberapa orang dengan peralatan terbatas yang masih mengandalkan pencatatan manual dalam mengelola seluruh proses pelayanan operasional bengkel, mulai dari pencatatan servis hingga pengelolaan stok suku cadang, hingga masih rentan dengan kesalahan dan inefisiensi [WUL25].

Berdasarkan jenis tugas yang dijalankan, mengidentifikasi tiga jenis pekerjaan utama pada operasional bengkel motor, yaitu servis berkala, servis ringan, dan servis berat [UMA25]. Servis berkala mencakup perawatan rutin yang dijadwal, seperti mengganti oli dan filter. Servis ringan mencakup perbaikan pada komponen yang sederhana yang tidak memerlukan pembongkaran mesin secara menyeluruh. Servis berat yang mencakup pada pekerjaan yang memerlukan pembongkaran dan

pemeriksaan mendalam pada komponen mesin internal. Kategorisasi memerlukan dasar yang penting dalam pengelolaan waktu pengerjaan dan distribusi sumber daya mekanik.

2.1.4.3 Suku Cadang (*Spare Part*)

Suku cadang atau *sparepart* merupakan bagian-bagian yang digunakan untuk mengganti bagian kendaraan yang sudah tidak berfungsi dengan baik atau rusak, agar kinerja kendaraan bisa kembali secara optimal. Penelitian [WOO09] menjelaskan bahwa sistem otonom, ketersediaan komponen pengganti yang tepat waktu sangat penting untuk menjaga agar sistem tetap berfungsi, termasuk dalam sistem mekanik kendaraan bermotor. Penjelasan ini sesuai dengan [MAR20] yang menyebutkan bahwa suku cadang kendaraan memiliki masa pakai yang terbatas dan perlu diganti secara berkala tergantung pada seberapa sering digunakan. Karena itu, pentingnya pengelolaan suku cadang yang menyeluruh tidak hanya membantu mengatasi masalah dalam proses layanan teknis, tetapi juga merupakan faktor penting dalam menilai kemampuan operasional dan keandalan bengkel dalam memenuhi kebutuhan pelanggan dengan cara yang teratur.

2.1.4.4 Klasifikasi Suku Cadang

Klasifikasi suku cadang pada bengkel kendaraan motor dilakukan dengan mempertimbangkan frekuensi penggunaan dan nilai ekonomis untuk meningkatkan pengelolaan inventaris yang efisien. [MAR20] menyatakan bahwa pengelompokan suku cadang berdasarkan pola permintaan adalah langkah penting dalam menciptakan sistem perkiraan persediaan yang tepat, karena setiap entitas memiliki karakteristik stok perubahan dengan cara yang unik. Berdasarkan [FAT25] yang menghasilkan sistem klasifikasi yang kurang terorganisir dapat menimbulkan masalah dalam pengelolaan stok, seperti terjadinya kelebihan persediaan pada bagian yang dapat diandalkan dan kekurangan persediaan pada komponen penting yang sering diperlukan. Suku cadang dibagi menjadi tiga kategori yaitu, *fast-moving parts* (komponen yang sering digunakan seperti busi, oli, dan filter), *slow-moving parts* (komponen yang jarang bergerak, seperti karburator dan alternator), serta *non-moving parts* atau *dead stock* (komponen yang tidak mengalami aktivitas transaksi dalam jangka waktu tertentu).

2.1.4.5 Proses Operasional Bengkel Motor

Proses operasional di Bengkel Motor yang terdiri dari serangkaian aktivitas saling berhubungan dengan membentuk sebuah alur kerja yang cukup rumit. Berdasarkan hasil penelitian [RAM25] yang menghasilkan bahwa dengan bertambahnya jumlah kendaraan memerlukan pemeliharaan, pada solusi ini dibutuhkan untuk meningkatkan efisiensi operasional bengkel. Alur kerja di bengkel motor secara umum terbagi menjadi lima langkah utama yang berlangsung secara berurutan, yaitu langkah pertama dengan penerimaan kendaraan dan mendata pelanggan mencakup pada pencatatan informasi pelanggan,

riwayat kendaraan, serta masalah yang dilaporkan. Langkah kedua mekanik melakukan diagnosis kerusakan untuk mengetahui jenis dan kategori pekerjaan yang dibutuhkan, diklasifikasikan oleh [UMA25] yang menjadi pemeliharaan berkala, ringan, atau berat. Langkah ketiga merupakan pengelolaan stok suku cadang yang meliputi pembelian, penyimpanan, dan penggunaan komponen dalam proses perbaikan. Pencatatan pada operasional pelayanan bengkel serta pengelolaan stok suku cadang merupakan elemen penting dalam penerapan manajemen bengkel terbaru [FAT25]. Langkah keempat adalah mekanik melakukan perbaikan, efisiensi penugasan mekanik ditemukan bahwa penggunaan metode hungarian dapat mengurangi total waktu pekerjaan dari 75 menit menjadi 62 menit pada proses pelayanan dalam penelitian ini menunjukkan pentingnya optimasi dalam pembagian tugas [UMA25]. Langkah kelima adalah pencatatan transaksi, penagihan, dan pelaporan. Bengkel yang masih menerapkan sistem manual, dan kesalahan dalam pencatatan layanan dan transaksi terjadi sekitar 20-25% pada setiap bulan, yang secara langsung berdampak negatif pada operasional dan kepercayaan pelanggan [WUL25].

2.1.4.6 Tantangan Operasional dan Bengkel Motor

Bengkel motor khususnya yang berukuran kecil hingga menengah, menghadapi sejumlah permasalahan operasional yang dapat mengganggu efektivitas layanan dan kemampuan bersaing bisnis. Hasil analisis di Bengkel Aa Motor, keuntungan pada metode pencatatan manual menyebabkan beberapa masalah yang cukup serius, seperti kemungkinan kesalahan dalam pencatatan, data yang bertumpuk, kehilangan informasi penting, serta waktu yang diperlukan untuk mencari data dapat mencapai 15 menit sampai 20 menit pada setiap transaksi [WUL25]. Situasi ini berujung pada antrian layanan yang mengulur waktu dan penurunan produktivitas secara keseluruhan. Menunjukkan bahwa penerapan sistem informasi manajemen bengkel yang berbasis *website* dapat memberikan perbaikan yang signifikan yang menghasilkan akurasi data meningkat hingga 95%, proses kerja dipercepat sebanyak 40%, biaya operasional bisa berkurang sampai 30%, serta tingkat kepuasan pelanggan meningkat berkat transparansi dalam pelayanan [FAT25]. Pengalokasian tenaga kerja mengungkapkan bahwa penugasan mekanik yang tidak teratur mengakibatkan efisiensi operasional secara nyata [UMA25].

Menanggapi tantangan-tantangan ini, penelitian [FAT25] menciptakan aplikasi manajemen servis kendaraan berbasis mobile yang menggabungkan fitur pencatatan sejarah servis, pengaturan jadwal mekanik, pengecekan status servis secara *real-time*, dan sistem pembayaran digital. Uji penerimaan pengguna aplikasi ini menunjukkan bahwa kepuasan pengguna mencapai angka 74,45% [RAM25]. Temuan-temuan ini secara keseluruhan mendukung bahwa kompleksitas operasional dalam bengkel motor dengan banyak entitas yang berinteraksi sekaligus adalah konteks yang sangat cocok untuk penerapan pendekatan *Multi-Agent System* (MAS).

2.1.5 Penerapan *Multi-Agent System* pada Sistem Manajemen

Bagian terakhir landasan teori yaitu sub bab yang membahas kaitan dengan penerapan *Multi-Agent System* dengan sistem manajemen.

2.1.5.1 *Multi-Agent System* untuk Manajemen Proses Bisnis

[WOO09] melakukan tinjauan terhadap penggunaan *Multi-Agent System* (MAS) secara detail dalam bidang pengelolaan proses bisnis dan alur kerja pada bagian kesepuluh dari karyanya. Agen memiliki kemampuan alami untuk mencerminkan entitas bisnis yang beroperasi secara mandiri, terdistribusi, dan mampu berinteraksi dengan dinamis [WOO09]. Peran pada setiap proses bisnis direpresentasikan sebagai agen yang independen, masing-masing dengan tujuan, keahlian, dan protokol komunikasi yang unik. Pendekatan ini berbasis agen memungkinkan transformasi struktur organisasi kedalam bentuk sistem komputasi yang lebih tepat dan representatif.

Sistem *Multi-Agent System* (MAS) dalam pengelolaan alur kerja memberikan keuntungan relatif jika dibandingkan dengan arsitektur yang terpusat melalui kemampuan penanganan anomali (*exception handling*) yang fleksibel. Agen memiliki wewenang untuk melakukan negosiasi ulang atau membuat keputusan sendiri jika terjadi masalah operasional pada salah satu bagian sistem [WOO09]. Kemampuan ini menjamin keberlangsungan proses dengan tetap menjaga koordinasi antar entitas, bahkan dalam situasi kritis. Fleksibilitas tersebut berguna bagi kegiatan operasional bengkel motor untuk mengurangi ketidakpastian mekanik dan variasi stok suku cadang dinamis.

2.1.5.2 Pemetaan Agen dalam Konteks Bengkel Motor

Perancangan arsitektur *Multi-Agent System* (MAS) untuk bengkel motor diatur dalam tiga lapisan kemampuan yang sesuai dengan stratifikasi [BUS18] dan prinsip multi-layer [SOM25]. Lapisan strategis (*Direction Setting*) menggabungkan agen-agen yang memiliki tanggung jawab penuh dalam pengambilan keputusan manajerial yang berkaitan dengan tingkat tertinggi. Agen yang bertugas dalam penjadwalan layanan, pengoptimalan alokasi mekanik, dan pemantauan kinerja bengkel bekerja sama secara serasi di tingkat strategis ini. Struktur ini memastikan bahwa semua kebijakan operasional bengkel dengan target kinerja yang telah ditetapkan oleh pihak manajemen.

Lapisan inti (*Customer Facing*) mencakup agen yang berinteraksi langsung dengan pelanggan dan mengatur proses servis yang utama. Agen yang mengurus permintaan kendaraan, diagnosis kerusakan, dan pemasaran suku cadang merupakan elemen penting dalam penyampaian nilai dari bengkel motor [BUS18]. Lapisan pendukung memberikan dukungan operasional secara menyeluruh melalui agen yang mengelola stok, riwayat kendaraan, dan laporan keuangan. Pembagian tugas di antara agen-agen di lapisan pendukung ini memastikan ketersediaan sumber daya yang diperlukan untuk mendukung kegiatan inti pada lapisan utama. Implementasi *Multi-Agent System* (MAS) merupakan perubahan mendasar dalam cara sistem mengatur dan mengkoordinasikan secara mandiri. Efektivitas

koordinasi antara pelaku bisnis meningkat secara drastis melalui pemodelan agen yang responsif terhadap perubahan situasi di lapangan.

2.1.6 *Work System Method*

Bagian ini menguraikan *Work System Method* sebagian salah satu landasan teori yang dipakai dalam riset ini untuk memahami dan mengkaji sistem kerja yang berjalan di Bengkel Arm F2h *Speed*. Penjelasan diawali dengan definisi umum *Work System Method*, dilanjutkan dengan dua alat kajian utamanya, yaitu *Work System Snapshot* dan *Work System Principles*, yang digunakan untuk memetakan kondisi sistem kerja sebelum dijalankan analisis kebutuhan dan perancangan arsitektur *Multi-Agent System* (MAS)

2.1.6.1 Definisi *Work System Method*

Work System Method bertumpu pada *Work System Framework* (WSF), yaitu kerangka yang dikembangkan Alter dalam *Work System Theory* untuk menggambarkan sebuah sistem kerja melalui sembilan elemen, yaitu pelanggan (*customer*), produk dan layanan (*products* dan *services*), tahapan dan aktivitas (*processes and activities*), partisipan (*participants*), informasi (*information*), teknologi (*technologies*), lingkungan (*environment*), infrastruktur (*infrastructure*), dan strategi (*strategies*) [ALT13]. Penelitian ini, WSF berperan sebagai kerangka kajian yang menjembatani data temuan pengamatan dan wawancara dengan perumusan kebutuhan sistem. Berbeda dengan diagram *fishbone* yang menjawab mengapa persoalan terjadi, WSF menjawab sistem kerja bengkel berjalan saat ini dan pada elemen mana kelemahannya berbeda. Kerangka kerja ini, kondisi bengkel diuraikan secara menyeluruh dan seragam pada setiap elemen sebelum solusi ditetapkan, akibatnya kebutuhan fungsional dan agen yang dirancang bersumber dari kondisi nyata bengkel, bukan dari asumsi perancangan. Penelitian ini memakai enam elemen pertama melalui *Work System Snapshot* dan *Work System Principles* karena keenam elemen tersebut paling langsung berhubungan dengan aktivitas operasional yang akan digantikan atau didukung oleh agen, sedangkan elemen lingkungan, infrastruktur, dan strategi berada di luar lingkup perancangan arsitektur.

2.1.6.2 *Work System Snapshot*

Salah satu alat analisis dalam *Work System Method* adalah *System Snapshot*, yaitu ringkasan satu halaman yang menggambarkan kondisi sistem kerja berdasarkan enam unsur utama, meliputi pelanggan (*customer*), produk atau layanan (*product/service*), aktivitas dan tahapan utama (*major activities and process*), peserta (*participants*), informasi (*information*), dan teknologi (*technologies*) [ALT13]. Keenam unsur tersebut digunakan untuk memetakan batasan dan kondisi nyata suatu sistem kerja secara menyeluruh sebelum dijalankan kajian selanjutnya terhadap permasalahan yang ada.

2.1.6.3 *Work System Principles*

Alat analisis kedua adalah *Work System Principles*, yaitu sekumpulan prinsip utama yang digunakan untuk mengenali kelemahan yang ada pada sistem kerja saat ini, sekaligus mengantisipasi

kemungkinan persoalan baru yang dapat timbul jika terjadi perubahan pada sistem kerja tersebut [ALT13]. Prinsip-prinsip ini dievaluasi terhadap keenam unsur yang sama dengan yang digunakan pada *Work System Snapshot*, sehingga temuan penilaian dapat langsung dikaitkan dengan kondisi nyata yang telah dipetakan sebelumnya. Kedua alat analisis ini digunakan untuk memetakan dan mengevaluasi kondisi sistem kerja Bengkel Arm F2h *Speed* yang masih berjalan secara manual, sebelum dilanjutkan dengan analisis kebutuhan dan perancangan arsitektur *Multi-Agent System* (MAS).

2.2 Penelitian Terdahulu

Berikut adalah tabel penelitian terdahulu yang digunakan pada tugas akhir ini.

Tabel 2. 1 Penelitian Terdahulu

No	Judul Penelitian	Nama Penelitian	Hasil Penelitian	Kontribusi Penelitian	Kaitan dengan Penelitian
1.	<i>A Multi-Agent System Architecture for Sensor Networks</i>	Ruben Fuentes Fernandez, Maria Guijarro, dan Gonzalo Pajares (2009)	Hasil penelitian arsitektur yang berbasis pada <i>multi-agent system</i> mampu mengelola komunikasi sensor, memproses data, dan beradaptasi dengan perubahan jaringan dengan efektif.	Memberikan referensi arsitektur MAS untuk pengelolaan sensor dan adaptasi jaringan yang mendukung mekanisme komunikasi antar agen dalam sistem bengkel.	Studi ini berkaitan karena mendukung penggunaan sensor dan <i>agent</i> dalam sistem bengkel untuk membantu proses diagnosis kerusakan kendaraan dengan lebih akurat dan otomatis.
2.	<i>Moving From Monolithic to Microservices Architecture for Multi-Agent Systems</i>	Maskaan Goyal dan Pranav Bhasin (2025)	Hasil penelitian menunjukkan bahwa penggunaan arsitektur <i>microservices</i> dalam <i>multi-agent system</i> dapat meningkatkan kemampuan untuk skala, fleksibilitas, dan kemudahan dalam pengembangan sistem dibandingkan dengan arsitektur monolitik.	Menjadi acuan penerapan arsitektur <i>microservices</i> dalam MAS yang meningkatkan skalabilitas dan fleksibilitas pengembangan sistem informasi bengkel.	Studi ini berkaitan sebagai acuan untuk pengembangan sistem informasi bengkel modern yang memerlukan kemampuan fleksibilitas dan penggabungan antara berbagai modul layanan.
3.	<i>Multi-agent System in Automotive Applications</i>	Raul Campos-Rodriguez, Luis Gonzalez-Jimenez, Francisco Cervantes-Alvarez, Franciso Amezcua-Garcia, dan Miguel Fernandez-Garcia (2017)	Hasil penelitian menunjukkan bahwa <i>multi-agent system</i> dapat digunakan dibidang otomotif, termasuk pada koordinasi lalu lintas, komunikasi antar kendaraan, serta pengelolaan sistem distribusi di lingkungan otomotif saat ini.	Menyediakan bukti penerapan MAS di bidang otomotif untuk koordinasi dan distribusi layanan yang menjadi dasar penerapan pada sistem bengkel.	Studi ini berkaitan karena membahas penerapan <i>multi-agent system</i> dalam industri otomotif yang dapat menjadi landasan untuk pengembangan sistem diagnosis dan layanan bengkel berbasis <i>agent</i> .
4.	Implementasi Sistem Informasi Manajemen Bengkel Berbasis Web untuk Peningkatan Efisiensi Operasional	Citra Wuladari dan Fersellia (2025)	Hasil penelitian mengenai sistem informasi bengkel yang berbasis <i>website</i> dapat meningkatkan efisiensi kerja sebesar 84%, meningkatkan akurasi data hingga 86%, serta memproses administrasi sekitar 40% jika dibandingkan sistem manual.	Menunjukkan bahwa digitalisasi sistem informasi bengkel berbasis web dapat meningkatkan efisiensi kerja, akurasi data, dan kecepatan administrasi.	Studi ini berkaitan karena mengkaji digitalisasi pengelolaan bengkel melalui sistem informasi untuk meningkatkan efisiensi operasional bengkel kecil.
5.	<i>Multi-Agent System Sebagai Solusi Pembangunan Perangkat Lunak dalam Menjamin Keberlangsungan Hidup Perangkat Lunak</i>	Aan Al Bone (2005)	Penelitian ini menghasilkan bahwa <i>multi-agent system</i> dapat meningkatkan fleksibilitas perangkat lunak, karena setiap <i>agent</i> dapat berfungsi secara mandiri dan berkomunikasi satu sama lain tanpa mengganggu <i>agent</i> lain.	Memberikan dasar konsep MAS sebagai solusi pembangunan perangkat lunak yang mandiri dan fleksibel bagi keberlangsungan sistem.	Penelitian ini berkaitan dengan mendukung penerapan konsep <i>multi-agent system</i> dalam pengembangan sistem informasi yang dapat beradaptasi dan fleksibel di lingkungan bengkel.

No	Judul Penelitian	Nama Penelitian	Hasil Penelitian	Kontribusi Penelitian	Kaitan dengan Penelitian
			ketika terjadi perubahan dalam sistem.		
6.	Peramalan Permintaan Suku Cadang Otomotif Karet dengan Integrasi <i>Agent Based Modelling</i> dan <i>Double Exponential Smoothing</i>	Dewi Auditiya Marizka, Yandra Arkeman, Sapta Rahardja, Hardomidjojo, dan Ono Suparno. (2020)	Penelitian ini menghasilkan suatu model untuk meramalkan permintaan suku cadang otomotif yang berbahan dasar karet. Sistem ini dirancang untuk memfasilitasi prediksi permintaan, memantau kekurangan atau kelebihan stok, serta meningkatkan ketepatan dalam perencanaan persediaan suku cadang otomotif.	Menyediakan model peramalan berbasis agen yang dapat diadopsi untuk mendukung pengelolaan stok suku cadang secara otomatis dan akurat.	Penelitian ini berkaitan dengan sistem bengkel menggunakan <i>multi-agent system</i> , karena keduanya memanfaatkan agen dalam mengelola proses otomotif, khususnya dalam pengelolaan suku cadang serta pengambilan keputusan otomatis dalam kegiatan operasional bengkel.

BAB 3

SKEMA PENELITIAN

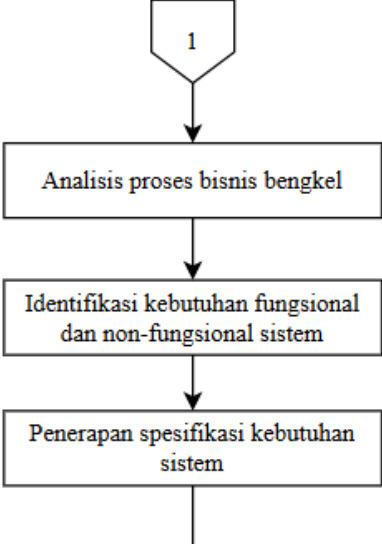
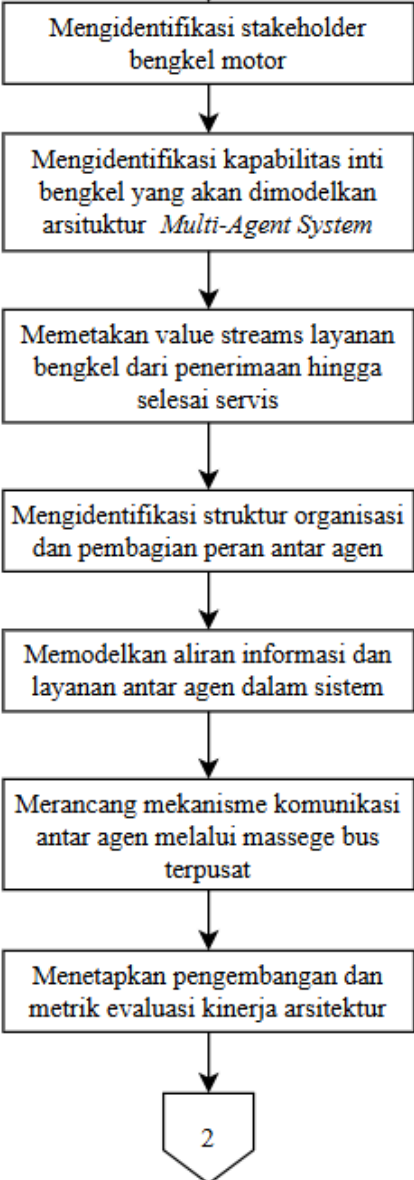
Skema penelitian berisi gambaran detail mengenai tugas akhir serta penjelasan detail tentang perancangan yang akan dibuat. Bab ini dimulai dengan menjelaskan alur pengerjaan tugas akhir penyelesaian tugas, menyampaikan rumusan masalah dan solusi yang ditawarkan, serta profil tempat objek penelitian.

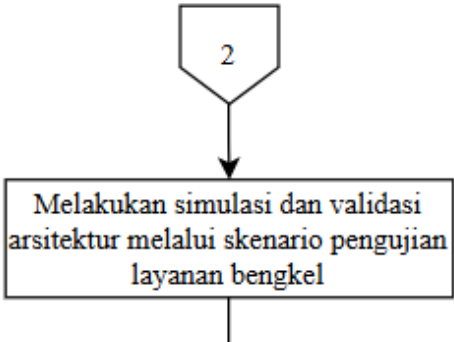
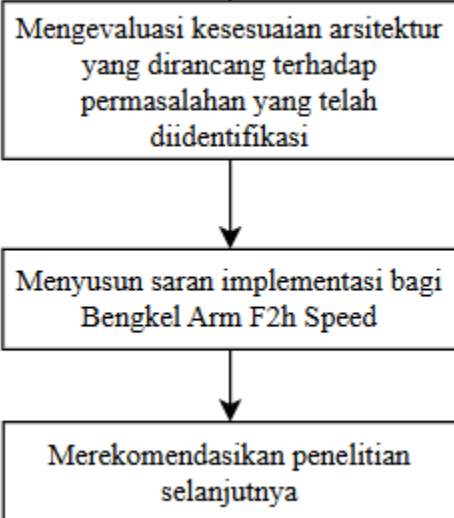
3.1 Alur Penyelesaian Tugas Akhir

Alur penelitian merupakan struktur yang menjelaskan langkah-langkah dan rincian dalam pelaksanaan tugas akhir. Berikut adalah tahapan-tahapan yang terdapat pada alur penyelesaian tugas akhir disajikan pada tabel 3.1 skema penelitian.

Tabel 3. 1 Skema Penelitian

Tahapan dan Hasil	Langkah Penelitian	Literatur dan Referensi
Tahap 1 : Identifikasi masalah Hasil : Data dan informasi mengenai kondisi operasional bengkel yang menjadi acuan untuk topik tugas akhir. Kontribusi : Berguna sebagai landasan untuk menetapkan tujuan penelitian dan menentukan pendekatan solusi.	<pre> graph TD A[Observasi] --> B[Wawancara] B --> C[Identifikasi masalah] </pre>	1. [WUL25] 2. [FAT25]
Tahap 2 : Studi literatur Hasil : Landasan teoritis sebagai dasar perancangan arsitektur <i>Multi-Agent System</i> pada bengkel motor. Kontribusi : memberikan pemahaman mengenai <i>Multi-Agent System</i> , arsitektur, dan bengkel.	<pre> graph TD D[Mengkaji jurnal ilmiah terkait Multi-Agent System] --> E[Mempelajari arsitektur dan pola komunikasi antar agen] E --> F[Mengkaji penelitian terdahulu mengenai bengkel motor] F --> G{{1}} </pre>	1. [JUL19] 2. [WOO09] 3. [MAR20] 4. [BUS18]

Tahapan dan Hasil	Langkah Penelitian	Literatur dan Referensi
Tahap 3 : Analisis kebutuhan Hasil : Daftar kebutuhan sistem bengkel pada operasional bengkel. Kontribusi : Menjadi acuan dalam menentukan jumlah agen, dan mekanisme komunikasi antara agen yang akan dirancang.	 <pre> graph TD 1{{1}} --> A[Analisis proses bisnis bengkel] A --> B[Identifikasi kebutuhan fungsional dan non-fungsional sistem] B --> C[Penerapan spesifikasi kebutuhan sistem] </pre>	1. [CAM17] 2. [UMA25] 3. [RAM25]
Tahap 4 : Perancangan arsitektur <i>Multi-Agent System</i> Hasil : Arsitektur <i>Multi-Agent System</i> yang terdiri dari <i>agent</i> utama serta diagram alur kerja dan spesifikasi basis data pendukung. Kontribusi : Menghasilkan rancangan modular, skalabel, dan adaptif sebagai solusi keterbatasan arsitektur monolitik yang digunakan pada sistem bengkel.	 <pre> graph TD A[Mengidentifikasi stakeholder bengkel motor] --> B[Mengidentifikasi kapabilitas inti bengkel yang akan dimodelkan arsitektur Multi-Agent System] B --> C[Memetakan value streams layanan bengkel dari penerimaan hingga selesai servis] C --> D[Mengidentifikasi struktur organisasi dan pembagian peran antar agen] D --> E[Memodelkan aliran informasi dan layanan antar agen dalam sistem] E --> F[Merancang mekanisme komunikasi antar agen melalui message bus terpusat] F --> G[Menetapkan pengembangan dan metrik evaluasi kinerja arsitektur] G --> 2{{2}} </pre>	1. [BUS18] 2. [RFU25] 3. [BON05] 4. [GOY25] 5. [SOM25]

Tahapan dan Hasil	Langkah Penelitian	Literatur dan Referensi
	 <pre> graph TD A{{2}} --> B[Melakukan simulasi dan validasi arsitektur melalui skenario pengujian layanan bengkel] </pre>	
Tahap 5 : Kesimpulan dan saran Hasil : Kesimpulan yang menjawab identifikasi masalah dan saran pengembangan untuk penelitian selanjutnya. Kontribusi : Memberikan rekomendasi bagi bengkel untuk mengimplementasikan arsitektur yang dirancang serta membuka peluang penelitian lanjutan untuk pengembangan sistem pada bengkel motor.	 <pre> graph TD C[Mengevaluasi kesesuaian arsitektur yang dirancang terhadap permasalahan yang telah diidentifikasi] --> D[Menyusun saran implementasi bagi Bengkel Arm F2h Speed] D --> E[Merekomendasikan penelitian selanjutnya] </pre>	1. [BUS18] 2. [WOO09]

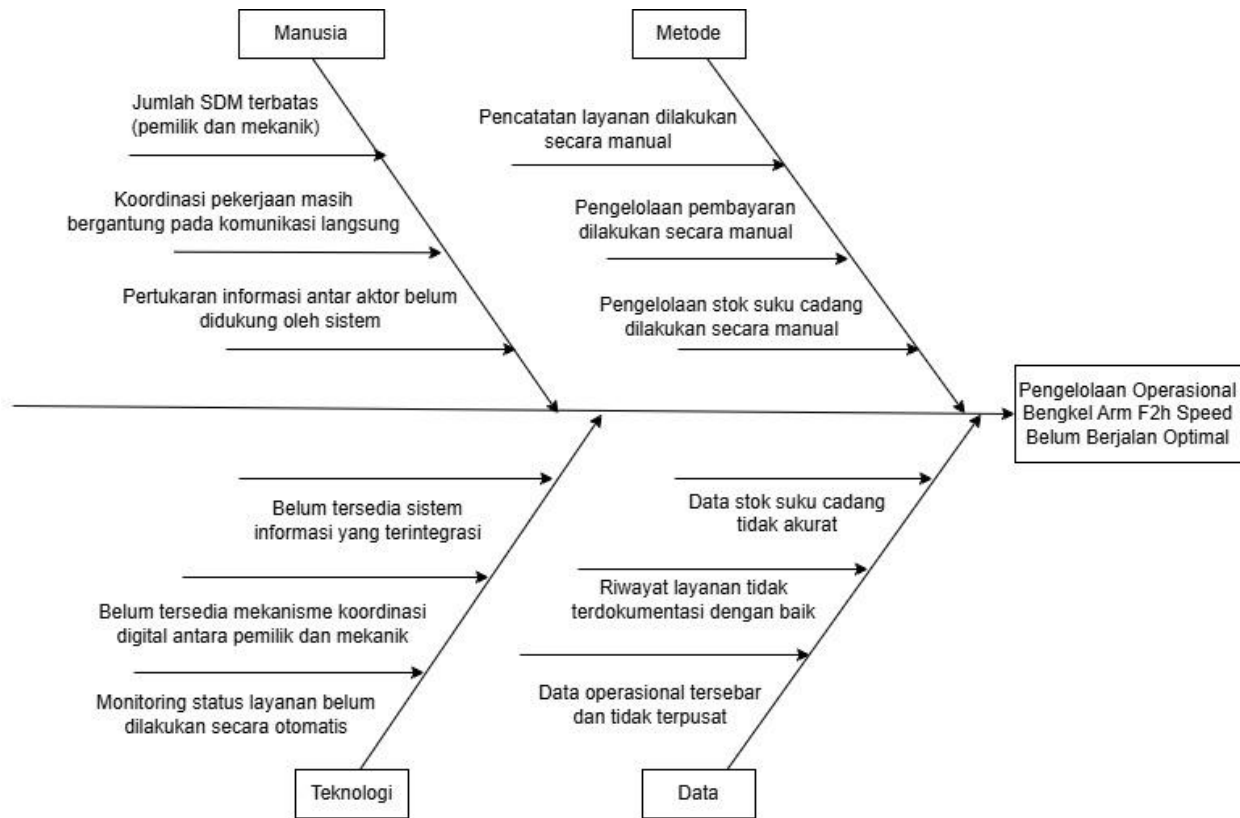
3.2 Perumusan Masalah

Perumusan masalah bertujuan untuk mengidentifikasi masalah yang terdapat pada penelitian tugas akhir. Tahapan ini masalah yang dirumuskan menggunakan diagram *fishbone* atau bisa disebut juga dengan sebab akibat.

3.2.1 Analisis Sebab Akibat

Analisis sebab akibat bertujuan untuk mengidentifikasi masalah yang terdapat pada penelitian tugas akhir. Tahapan ini menggunakan analisis sebab akibat atau *fishbone* yang menggambarkan permasalahan dan penyebab dalam kerangka tulang ikan. Diagram *fishbone* disusun dengan menempatkan permasalahan utama pada bagian kepala, yaitu pengelolaan operasional Bengkel Arm F2h *Speed* yang belum berjalan baik, sedangkan penyebabnya dikelompokkan kedalam empat kategori pada tulang utama, yaitu manusia, teknologi, data, metode. Kategori mempunyai tiga penyebab yang didapatkan dari pengamatan dan wawancara dengan pemilik dan mekanik. Pengelompokan ini dipilih agar seluruh aspek operasional bengkel dapat ditinjau secara menyeluruh tidak hanya pada gejala yang

terlihat. Temuan kajian ini selanjutnya menjadi dasar penentuan solusi dan kemerosotan kebutuhan fungsional pada Bab 4. Diagram sebab akibat tersebut ditampilkan pada gambar berikut.



Gambar 3. 1 Fishbone Sebab Akibat

Berdasarkan diagram *fishbone* sebab akibat yang terdapat pada Gambar 3.1 berikut adalah penjelasan dari masing-masing faktor penyebab yang mengakibatkan pengelolaan operasional Bengkel Arm F2h *Speed* belum berjalan secara optimal.

1. Manusia

Kategori manusia mencakup permasalahan yang berasal dari keterbatasan sumber daya manusia dan pola koordinasi yang berlangsung di Bengkel Arm F2h *Speed*.

- a. Jumlah SDM (Sumber Daya Manusia) yang terbatas, yaitu terdiri dari pemilik dan mekanik, yang menyebabkan beban seluruh operasional bengkel ditanggung oleh kedua orang tersebut. Ketika mekanik sedang menangani servis, pemilik harus secara bersamaan dengan pengelolaan administrasi dan melayani pelanggan, sehingga fokus terbagi dan berpotensi pada risiko kesalahan yang meningkat.
- b. Koordinasi pekerjaan yang masih sangat tergantung pada komunikasi langsung antara pemilik dan mekanik tanpa adanya mekanisme terstruktur. Penyampaian informasi mengenai status pekerjaan, kebutuhan suku cadang dilakukan secara lisan, sehingga informasi yang disampaikan rentan tidak lengkap, tidak konsisten, atau lupa, terutama ketika bengkel menangani lebih dari satu kendaraan sekaligus.

- c. Pertukaran informasi antar aktor yang belum didukung sistem apapun menyebabkan tidak adanya catatan informasi yang dapat diakses kembali oleh kedua pihak. Ketiadaan sistem pendukung tersebut menyebabkan setiap keputusan operasional sepenuhnya bergantung pada ingatan dan inisiatif individu, sehingga konsistensi dan akurasi informasi tidak dapat dipastikan dalam jangka panjang.

2. Teknologi

Kategori teknologi mencakup permasalahan yang muncul akibat tidak adanya sistem dan infrastruktur digital yang mendukung operasional bengkel.

- a. Ketidaktersediaan sistem informasi yang terintegrasi menyebabkan semua proses pencatatan, pengelolaan stok, dan penanganan transaksi dilakukan secara terpisah tanpa adanya hubungan antar proses. Situasi ini membuat data operasional tidak dapat diakses secara terpusat, sehingga pemilik mengalami kesulitan dalam memantau kondisi bengkel secara keseluruhan dan secara *real-time*.
- b. Ketidakadaan mekanisme koordinasi digital antara pemilik dan mekanik menyebabkan tidak adanya jalur komunikasi yang terstruktur untuk mendistribusikan instruksi pekerjaan, status pekerjaan, dan kebutuhan suku cadang secara otomatis. Ketiadaan mekanisme ini memperparah ketergantungan pada komunikasi lisan yang rentan terhadap miskomunikasi dan kehilangan informasi.
- c. Monitoring status layanan yang belum dilakukan secara otomatis meningkatkan pemilik tidak dapat mengetahui perkembangan pengerjaan kendaraan secara *real-time* tanpa perlu bertanya langsung kepada mekanik. Situasi ini menghambat kemampuan pemilik dalam mengambil keputusan yang cepat dan tepat berdasarkan situasi aktual bengkel yang sedang berlangsung.

3. Data

Kategori ini mencakup masalah yang berasal dari kondisi data dan informasi operasional yang tidak dikelola dengan baik di Bengkel Arm F2h *Speed*.

- a. Ketidakakuratan data stok suku cadang disebabkan oleh pencatatan keluar masuk suku cadang yang dilakukan secara manual tanpa sistem yang memadai. Ketidakakuratan ini mengakibatkan kekurangan stok yang sering terdeteksi saat suku cadang tersebut benar-benar diperlukan dalam proses pengerjaan, sehingga menghambat penyelesaian layanan dan menurunkan tingkat kepuasan pelanggan.
- b. Riwayat layanan kendaraan yang tidak terdokumentasi dengan baik menyebabkan tidak tersedianya data historis servis yang dapat dijadikan referensi dalam melakukan diagnosis kerusakan maupun pemberian rekomendasi perawatan kepada pelanggan. Situasi ini membuat setiap penanganan kendaraan dilakukan tanpa konteks riwayat sebelumnya, sehingga meningkatkan risiko diagnosis yang tidak akurat dan layanan yang tidak konsisten.
- c. Data operasional yang tersebar dan tidak terpusat mengakibatkan informasi mengenai pelanggan, kendaraan, transaksi, dan stok suku cadang berlokasi di berbagai tempat yang berbeda dan tidak

saling terhubung. Kondisi ini menyulitkan pemilik dalam melakukan evaluasi menyeluruh terhadap kinerja operasional bengkel serta dalam mengambil keputusan strategis berdasarkan data yang akurat dan terkini.

4. Metode

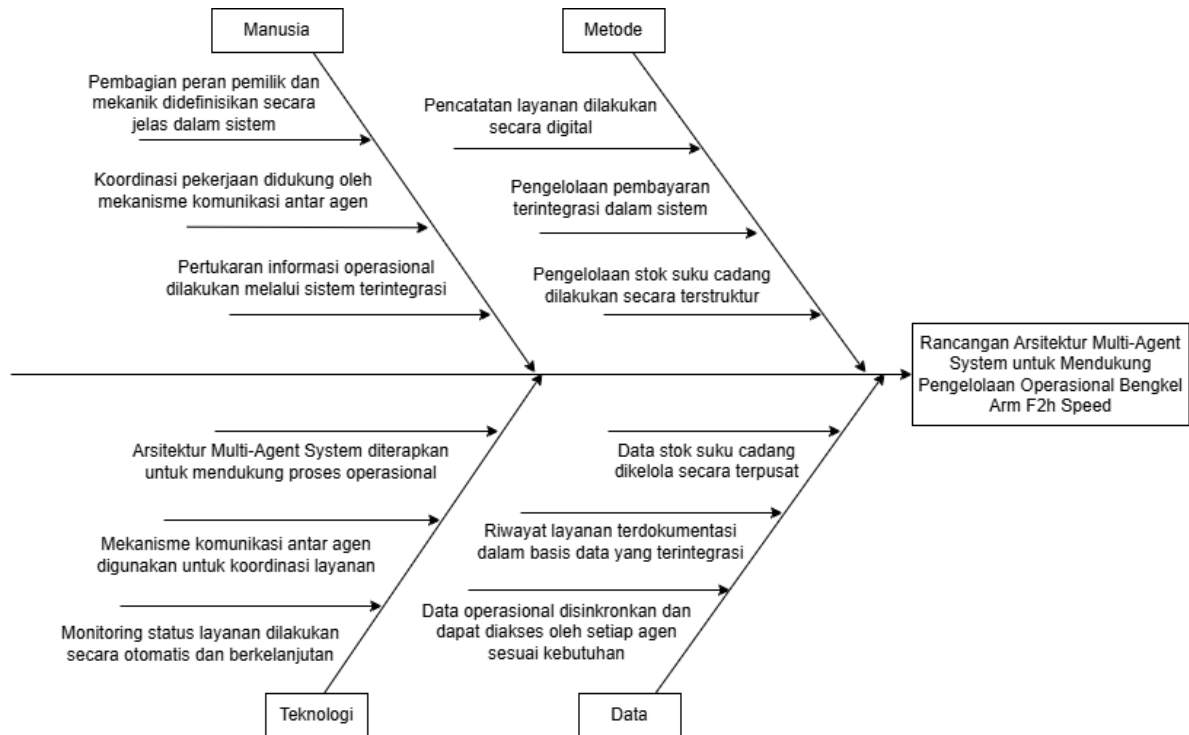
Kategori metode mencakup masalah yang bersumber dari prosedur dan cara kerja yang diterapkan dalam pengelolaan operasional Bengkel Arm F2h *Speed*.

- a. Pencatatan layanan yang dilakukan secara manual pada buku catatan tanpa format yang telah distandarisasi menyebabkan data servis tidak terdokumentasi secara konsisten dan terstruktur. Ketidadaan standar pencatatan mengakibatkan informasi yang tercatat bervariasi antara setiap transaksi, sehingga menyulitkan proses penelusuran riwayat layanan dan pembuatan laporan operasional secara berkala.
- b. Pengelolaan pembayaran yang dilakukan secara manual oleh pemilik mengakibatkan tidak tersedianya rekap transaksi keuangan yang akurat dan mudah diakses. Pembuatan nota pembayaran dilakukan tanpa sistem meningkatkan potensi kesalahan perhitungan, kehilangan data transaksi, serta ketidakmampuan pemilik dalam memantau keuangan bengkel secara keseluruhan.
- c. Pengelolaan stok suku cadang yang dilakukan secara manual tanpa prosedur yang standar menyebabkan tidak adanya mekanisme peringatan dini ketika stok mendekati batas minimum. Ketidadaan prosedur pengadaan yang distandarisasi mengakibatkan pembelian suku cadang dilakukan secara reaktif setelah stok habis, bukan secara proaktif berdasarkan pola penggunaan yang terencana, sehingga mengganggu kelancaran operasional bengkel secara keseluruhan.

3.2.2 Analisis Solusi

Analisis solusi dilakukan untuk menemukan penyebab masalah secara sistematis sebelum menentukan metode penyelesaian yang paling sesuai. Penelitian ini, analisis solusi menggunakan metode diagram tulang ikan atau diagram *fishbone*, yang merupakan alat untuk menganalisis hubungan sebab-akibat secara visual, memetakan koneksi antara masalah utama dan berbagai faktor penyebabnya. Metode ini dipilih karena dapat mengelompokkan faktor penyebab dalam kategori teratur, sehingga seluruh aspek masalah operasional bengkel dapat dievaluasi secara menyeluruh dan tidak hanya berfokus pada gejala yang terlihat.

Hasil dari analisis *fishbone* kemudian dijadikan dasar untuk menetapkan solusi yang tepat dan terukur. Pemahaman mengenai hubungan sebab-akibat secara menyeluruh, diharapkan solusi yang dihasilkan dapat memberikan jawaban lengkap terhadap masalah, bukan hanya menyelesaikan efek yang muncul. Solusi ini kemudian diarahkan pada perancangan sistem *Multi-Agent System* (MAS) sebagai pendekatan yang dianggap paling cocok untuk menangani kompleksitas masalah operasional di Bengkel Arm F2h *Speed*. Berikut adalah analisis solusi yang terdapat dalam penelitian tugas akhir ini.



Gambar 3. 2 Fishbone Solusi

Berdasarkan diagram *fishbone* solusi pada Gambar 3.2, dihasilkan solusi yang diusulkan untuk mengatasi permasalahan operasional Bengkel Arm F2h Speed melalui pendekatan *Multi-Agent System*:

Tabel 3. 2 Analisis Solusi

No	Kategori	Solusi	Penjelasan
1.	Manusia	Pembagian peran pemilik dan mekanik didefinisikan secara jelas dalam sistem	Setiap pihak yang terlibat dalam pengoperasian bengkel, yaitu pemilik dan mekanik, diwakili oleh agen yang memiliki fungsi serta tanggung jawab yang jelas dalam struktur <i>Multi-Agent System</i> (MAS). Pemilik diwakili melalui fungsi administratif dan manajerial, sementara mekanik diwakili melalui fungsi teknis dalam pengerjaan. Dengan begitu, tidak ada tumpang tindih peran yang dapat menyebabkan kebingungan dalam operasional.
		Koordinasi pekerjaan didukung oleh mekanisme antar agen	Koordinasi antara pemilik dan mekanik tidak lagi bergantung pada komunikasi verbal, melainkan dilakukan melalui mekanisme komunikasi antar agen dengan menggunakan sistem <i>message bus</i> terpusat. Semua instruksi pekerjaan, perubahan status pengerjaan, dan permintaan suku cadang dikirimkan secara otomatis oleh agen terkait kepada agen yang relevan, sehingga informasi dapat disampaikan tepat waktu, akurat, dan terikat dengan dokumentasi yang baik.
		Pertukaran informasi operasional dilakukan melalui sistem terintegrasi	Semua pertukaran informasi operasional antara pemilik dan mekanik, termasuk data pelanggan, status kendaraan, ketersediaan suku cadang, dan riwayat layanan, dilakukan melalui sistem yang terintegrasi. Keadaan ini menjamin bahwa setiap pihak dapat mengakses informasi yang diperlukan secara langsung tanpa harus mengandalkan ingatan atau komunikasi verbal yang berpotensi menyebabkan kesalahan.

No	Kategori	Solusi	Penjelasan
2.	Data	Data stok suku cadang dikelola secara terpusat	Data stok suku cadang dikelola dan disimpan dalam basis data terpusat yang dapat diakses secara langsung oleh <i>inventory agent</i> . Setiap perubahan dalam stok, baik yang disebabkan oleh penggunaan dalam proses layanan maupun pendanaan dari pemasok, tercatat secara otomatis. Memastikan kondisi stok selalu merefleksikan keadaan yang aktual dan akurat tanpa bergantung pada pencatatan manual yang bisa menyebabkan kesalahan.
		Riwayat layanan terdokumentasi dalam basis data yang terintegrasi	Setiap riwayat layanan kendaraan dicatat secara otomatis ke dalam basis data terintegrasi setiap kali layanan selesai. Data historis ini bisa diakses oleh <i>diagnostic agent</i> untuk membantu analisis kerusakan berdasarkan riwayat, serta oleh <i>recommendation agent</i> untuk memberikan rekomendasi perawatan preventif yang disesuaikan dengan kondisi dan pola layanan setiap kendaraan.
		Data operasional disinkronkan dan dapat diakses oleh setiap agen sesuai kebutuhan	Data operasional bengkel yang mencakup informasi mengenai pelanggan kendaraan, transaksi, dan suku cadang disinkronkan secara terpusat dan dapat akses oleh setiap agen sesuai dengan hak akses dan kebutuhan fungsinya masing-masing. Mekanisme ini menjamin konsistensi data seluruh sistem, menghilangkan kemungkinan adanya informasi yang duplikat, dan memungkinkan setiap agen untuk mengambil keputusan berdasarkan data yang sama dan terkini.
3.	Teknologi	Arsitektur <i>Multi-Agent System</i> diterapkan untuk mendukung proses operasional	Arsitektur <i>Multi-Agent System</i> diterapkan sebagai dasar sistem informasi bengkel, di mana setiap fungsi operasional direpresentasikan oleh agen yang beroperasi secara mandiri. Pendekatan ini menggantikan arsitektur monolitik yang sebelumnya digunakan, sehingga sistem menjadi modular, dapat diperluas, dan mampu beradaptasi dengan perubahan kebutuhan operasional tanpa perlu merombak seluruh struktur sistem.
		Mekanisme komunikasi antar agen digunakan untuk koordinasi layanan	<i>Message bus</i> terpusat berfungsi sebagai infrastruktur komunikasi yang menghubungkan seluruh agen dan sistem. Setiap agen mengirim dan menerima pesan dengan struktur yang terstandarisasi, sehingga koordinasi layanan antara agen dapat dilakukan secara efisien, terdokumentasi, dan tidak menciptakan ketergantungan langsung antara satu agen dengan agen lainnya.
		Monitoring status layanan dilakukan secara otomatis dan berkelanjutan	Status pengerjaan setiap kendaraan dipantau secara otomatis oleh sistem melalui <i>mechanic agent</i> yang secara <i>real-time</i> memperbarui informasi status ke dalam basis data. Pemilik dapat mengawasi perkembangan semua pekerjaan yang sedang berlangsung tanpa perlu melakukan pengecekan manual, sehingga pengambilan keputusan dapat dilakukan berdasarkan kondisi terkini di bengkel yang selalu diperbarui.
4.	Metode	Pencatatan layanan dilakukan secara digital	Proses pencatatan layanan yang sebelumnya dilakukan secara manual pada buku catatan kini digantikan dengan pencatatan digital yang dilakukan secara otomatis oleh <i>customer agent</i> dan <i>mechanic agent</i> setiap kali terjadi transaksi layanan. Pencatatan digital ini menjamin bahwa data tersimpan dengan format yang terstruktur, konsisten, dan dapat diakses kapan saja diperlukan tanpa resiko kehilangan atau kerusakan data.

No	Kategori	Solusi	Penjelasan
		Pengelolaan pembayaran terintegrasi dalam sistem	Perhitungan dan pencatatan pembayaran dilakukan secara otomatis oleh <i>pricing agent</i> berdasarkan data jenis pekerjaan dan suku cadang yang digunakan dalam proses layanan. Hasil perhitungan biaya tersimpan secara otomatis dalam basis data, sehingga pemilik memiliki rekapan keuangan yang akurat dan dapat diakses kapan saja.
		Pengelolaan stok suku cadang dilakukan secara terstruktur	Pengelolaan stok suku cadang dilakukan melalui <i>inventory agent</i> yang memantau kondisi stok secara <i>real-time</i> dan memberikan pemberitahuan kepada <i>procurement agent</i> ketika stok mencapai batas minimum yang telah ditetapkan. Mekanisme ini memastikan bahwa pengadaan suku cadang dilakukan secara proaktif sebelum stok menipis, sehingga proses layanan tidak terganggu oleh ketiadaan komponen yang diperlukan.

3.3 Objek Penelitian

Objek penelitian ini merupakan tempat penulis melakukan penelitian tugas akhir yaitu di Bengkel Arm F2h *Speed*, bertujuan untuk mengetahui profil, visi dan misi, serta peran *stakeholder* pada bengkel yang diteliti. Bengkel Arm F2h *Speed* dipilih sebagai studi kasus sebenarnya, yaitu bengkel yang benar-benar beroperasi sejak tahun 2015 dan mengalami permasalahan pencatatan, stok suku cadang, serta koordinasi yang diuraikan pada riset ini. Seluruh data penelitian didapatkan langsung dari aktivitas operasional bengkel melalui pengamatan serta wawancara dengan pemilik dan mekanik, bukan dari data simulasi atau skenario rekaan. Meskipun penelitian dijalankan pada satu bengkel, rancangan yang dihasilkan tidak dimaksudkan hanya berlaku di bengkel ini. Kedelapan agen disusun dari fungsi yang dijumpai pada alur kerja bengkel motor secara umum, yaitu permintaan dan pendataan pelanggan, diagnosis, pengelolaan stok, perbaikan, serta pencatatan transaksi, sebagaimana dibahas pada landasan teori tahapan operasional bengkel motor, ditambah fungsi pengadaan, hubungan dengan pemasok, dan rekomendasi perawatan. Permasalahan yang dialami bengkel ini juga merupakan bagian dari permasalahan bengkel kecil lain yang belum memanfaatkan teknologi informasi, sebagaimana diuraikan pada latar belakang.

Berdasarkan hal tersebut, penerapan rancangan dapat direplikasi di bengkel lain dengan menyesuaikan hal-hal yang bersifat khusus, seperti jumlah dan peran personel, prosedur kerja, jam operasional, batas minimum stok, target waktu layanan, dan pemasok yang dipakai. Langkah replikasinya adalah memetakan sistem kerja bengkel sasaran dengan *Work System Snapshot*, menyesuaikan kebutuhan fungsional dengan kondisi bengkel tersebut, kemudian mengaktifkan atau menyesuaikan agen pada arsitektur yang sama. Langkah ini dimungkinkan oleh sifat modular arsitektur dan *message bus* terpusat yang memungkinkan agen ditambah atau disesuaikan tanpa mengubah struktur komunikasi yang telah ada. Kemampuan replikasi ini merupakan potensi yang belum diuji pada bengkel lain karena penelitian ini dibatasi pada perancangan arsitektur.

3.3.1 Profil Bengkel Arm F2h Speed



Gambar 3. 3 Logo Bengkel Arm F2h Speed

Bengkel Arm F2h Speed merupakan jenis usaha yang bergerak di bidang otomotif yang memberikan layanan perawatan, perbaikan, dan penjualan suku cadang kendaraan sepeda motor. Bengkel ini telah beroperasi secara aktif sejak didirikan pada 15 februari 2015, berlokasi di Jl. Panyosogan, Hegarmanah, Kecamatan Cikarang Timur, Kabupaten Bekasi, Jawa Barat. Bengkel Arm F2h Speed melayani kebutuhan masyarakat sekitar maupun masyarakat luar dengan jam operasional setiap hari pada pukul 08.00 hingga 17.00 WIB. Sejak tahun 2015 hingga saat ini, Bengkel Arm F2h Speed memiliki prinsip pada kualitas dan kepercayaan pelanggan, bengkel tersebut mengutamakan layanan kepuasan pelanggan pada setiap operasionalnya.

Layanan utama yang tersedia di Bengkel Arm F2h Speed yaitu servis berkala, servis ringan, servis berat, serta penjualan suku cadang kendaraan sepeda motor. Berdasarkan profil bengkel, usaha ini telah memberikan nama baik melalui dedikasi dalam memberikan solusi teknis yang tepat, menjadikan salah satu pilihan layanan otomotif pada tingkat lokal. Operasional Bengkel Arm F2h Speed dikelola secara terpusat oleh dua orang yaitu, pemilik yang berfungsi sebagai pengelola dan pengambil keputusan administratif, serta satu orang mekanik yang melaksanakan pekerjaan teknis secara langsung. Struktur organisasi yang sederhana ini yang menuntut efisiensi tinggi pada operasionalnya untuk mengatasi kebutuhan pelanggan yang terus meningkat. Tantangan yang dihadapi menuntut pada pengelolaan administrasi dan koordinasi layanan yang baik, sehingga menjadi peluang bagi usaha tersebut untuk meningkatkan sistem pengelolaan internal demi mempertahankan stabilitas dan efektivitas kinerja layanan pada masa mendatang.

3.3.2 Visi dan Misi Bengkel Arm F2h Speed

Bengkel Arm F2h Speed memiliki visi, yaitu menjadi penyedia jasa otomotif yang terpercaya dengan mengutamakan kualitas, kejujuran, dan kepuasan pelanggan melalui proses perawatan dan perbaikan kendaraan yang cepat, berkualitas, serta dapat bertanggung jawab. Adapun dengan terwujudnya visi tersebut maka dapat tersusun melalui misi sebagai berikut. Pertama, memberikan pelayanan perawatan dan perbaikan kendaraan yang berkualitas, cepat, dan sesuai dengan kebutuhan masing-masing pelanggan. Kedua, menjaga stok suku cadang dengan baik agar proses pengerjaan dapat berjalan lancar tanpa terhambat oleh kurangnya komponen yang diperlukan. Ketiga, membangun

hubungan jangka panjang yang didasari oleh transparansi dan profesionalisme antara bengkel dengan pelanggan melalui pelayanan yang jujur dan bertanggung jawab. Keempat, meningkatkan kemampuan teknis secara berkelanjutan agar keahlian mekanik sejalan dengan perkembangan teknologi kendaraan saat ini, sehingga dapat memberikan pelayanan yang optimal bagi seluruh pelanggan. Keempat misi tersebut secara kolektif mencerminkan dedikasi Bengkel Arm F2h *Speed* dalam menyediakan layanan otomotif yang profesional, transparan, dan berkelanjutan bagi semua pelanggan.

3.3.3 Peran *Stakeholder*

Bengkel Arm F2h *Speed* merupakan usaha kecil yang dikelola oleh dua orang dengan masing-masing memiliki tugas dan tanggung jawab yang berbeda pada perannya, namun saling melengkapi untuk mendukung keberlangsungan operasional bengkel. kedua peran *stakeholder* terdapat pada Tabel 3.3, sedangkan pelanggan dan pemasok suku cadang berperan sebagai pihak eksternal yang dipetakan lebih lanjut pada *stakeholder mapping* di Bab 4.

Tabel 3. 3 *Stakeholder* Bengkel Arm F2h *Speed*

No	<i>Stakeholder</i>	Deskripsi
1.	Pemilik	Mengelola keseluruhan aktivitas kerja di bengkel yang bertanggung jawab untuk pencatatan servis, pengelolaan stok suku cadang, pengaturan transaksi pembayaran pelanggan, serta membuat keputusan yang bersifat administratif dan strategis untuk bengkel.
2.	Mekanik	Mekanik melakukan pekerjaan semua tugas perbaikan dan pemeliharaan kendaraan yang bertanggung jawab untuk mendiagnosis kerusakan, melaksanakan perbaikan, mengganti suku cadang, serta melaporkan kemajuan pekerjaan kepada pemilik.

BAB 4

ANALISIS DAN PERANCANGAN

Bab ini menguraikan tahapan analisis dan perancangan arsitektur yang akan dirancang pada bengkel. Diawali dengan analisis terhadap sistem yang sedang berjalan saat ini, analisis aktivitas dan analisis kebutuhan fungsional sebagai dasar penentuan agen-agen yang dibutuhkan. Temuan analisis tersebut selanjutnya dipakai sebagai acuan dalam menyusun rancangan arsitektur secara menyeluruh.

4.1 Current System (Sistem yang sedang berjalan)

Bagian ini menguraikan kondisi dan batasan sistem kerja yang saat ini berlangsung di Bengkel Arm F2h *Speed*, sebagai dasar sebelum dijalankan kajian kebutuhan dan perancangan arsitektur *Multi-Agent System*. Pemahaman terhadap kondisi eksisting ini penting untuk mengidentifikasi sistem kerja bengkel secara menyeluruh, yang meliputi pelanggan, layanan yang ditawarkan, alur kerja, staf, data, serta teknologi yang dipakai. Data yang disajikan pada bagian ini didapatkan melalui observasi dan wawancara dengan pemilik serta mekanik Bengkel Arm F2h *Speed*, sebagaimana yang sudah diuraikan pada bab sebelumnya.

Kondisi yang diuraikan pada bagian ini merupakan kondisi nyata Bengkel Arm F2h *Speed* yang didapatkan langsung dari pengamatan serta wawancara dengan pemilik dan mekanik, bukan dari data simulasi, akibatnya seluruh kajian dan perancangan pada bab ini bersumber dari aktivitas operasional bengkel yang sebenarnya.

Tahap analisis ini, *Work System Framework* (WSF) berperan sebagai dasar untuk memotret kondisi bengkel dan menemukan kelemahannya sebelum kebutuhan dirumuskan. *Work System Snapshot* memotret kondisi sistem kerja saat ini pada enam elemen, sedangkan *Work System Principles* menilai kelemahan pada setiap elemen tersebut. Keluaran keduanya menjadi masukan bagi *Requirement Specification*, akibatnya kebutuhan fungsional dan agen yang dirancang merupakan jawaban atas kelemahan yang ditemukan pada sistem kerja bengkel.

4.1.1 Work System Snapshot

Work System Snapshot merupakan salah satu alat kajian dalam cara *Work System* yang dipakai untuk meringkas suatu sistem kerja secara ringkas dalam satu halaman, dengan mengacu pada enam elemen utama, yaitu pelanggan, produk atau layanan, tahapan dan aktivitas, partisipan, informasi, serta teknologi [ALT13]. Alat ini digunakan untuk memahami batasan dan kondisi aktual suatu sistem kerja sebelum dijalankan analisis selanjutnya terhadap permasalahan maupun perbaikan yang dapat diterapkan. Penelitian ini menggunakan *Work System Snapshot* digunakan untuk memetakan kondisi sistem kerja pada Bengkel Arm F2h *Speed* yang hingga saat ini masih manual. Temuan pemetaan *Work System Snapshot* pada Bengkel Arm F2h *Speed* disajikan pada Tabel 4.1.

Tabel 4. 1 Work System Snapshot

<i>Customer</i>		<i>Product/Service</i>
1. Pelanggan pemilik motor yang membutuhkan layanan servis. 2. Pemilik dan mekanik sebagai pengelola internal operasional bengkel.		3. Layanan servis berkala, servis ringan, dan servis berat. 4. Penjualan suku cadang kendaraan sepeda motor.
<i>Major Activities and Process</i>		
5. Pelanggan menyampaikan keluhan dan menyerahkan kendaraan kepada pemilik bengkel. 6. Mekanik melakukan diagnosis kerusakan kendaraan. 7. Pemilik bengkel menyusun dan menyampaikan estimasi biaya servis kepada pelanggan. 8. Mekanik memeriksa ketersediaan suku cadang yang dibutuhkan. 9. Pemilik melakukan pemesanan suku cadang stok apabila tidak tersedia. 10. Mekanik melakukan servis dan pengujian kendaraan. 11. Pemilik menyusun nota pembayaran secara manual. 12. Pelanggan menerima kendaraan dan menyelesaikan pembayaran.		
<i>participants</i>	<i>Information</i>	<i>Technologies</i>
13. Pemilik Bengkel 14. Mekanik	15. Data pelanggan dan riwayat kendaraan. 16. Data stok suku cadang. 17. Catatan transaksi pembayaran.	18. Belum terdapat perangkat lunak atau sistem informasi pendukung.

Tabel 4.1 memperlihatkan bahwa operasional Bengkel Arm F2h *Speed* saat ini sangat bergantung pada dua individu, yaitu pemilik dan mekanik, tanpa dukungan teknologi maupun sistem informasi yang terorganisir. Kondisi tersebut mengakibatkan seluruh komponen dalam sistem kerja, terutama pada elemen *processes and activities*, *information*, dan *technologies*, masih dijalankan secara manual dan tidak saling terintegrasi. Pemetaan ini menjadi landasan dalam menentukan bagian sistem kerja yang perlu diwujudkan menjadi agen-agen dalam struktur *Multi-Agent System*. Setiap tugas yang sebelumnya dilakukan oleh pemilik dan mekanik secara manual dapat direpresentasikan oleh agen-agen independen yang saling berkoordinasi.

Tabel 4.1 juga memperhatikan bahwa kompleksitas sistem kerja bengkel terletak pada keterkaitan antar elemen, bukan pada jumlah pelakunya. Delapan aktivitas utama berlangsung berurutan dan saling bergantung: temuan diagnosis menentukan estimasi biaya, ketersediaan suku cadang menentukan apakah servis dapat langsung dikerjakan atau harus menunggu pemesanan, dan seluruh rangkaian berakhir pada nota pembayaran yang disusun secara manual. Seluruh keputusan dan perpindahan informasi pada rangkaian tersebut dijalankan oleh dua orang secara lisan tanpa dukungan perangkat lunak atau sistem informasi, dan harus diulang untuk setiap kendaraan yang ditangani. Oleh karena itu, kompleksitas sistem kerja bengkel merupakan kompleksitas koordinasi yang bersumber dari: banyaknya aktivitas yang saling bergantung, keterlibatan pihak internal dan eksternal, yaitu pemilik, mekanik, pelanggan, dan pemasok suku cadang, kebutuhan menjaga konsistensi tiga kelompok informasi, yaitu data pelanggan dan riwayat kendaraan, data stok, serta catatan transaksi, dan penanganan beberapa kendaraan secara bersamaan. Kompleksitas inilah yang mendasari perancangan sistem kerja bengkel sebagai delapan agen yang saling berkoordinasi, bukan sebagai satu sistem tunggal yang terpusat pada pemilik.

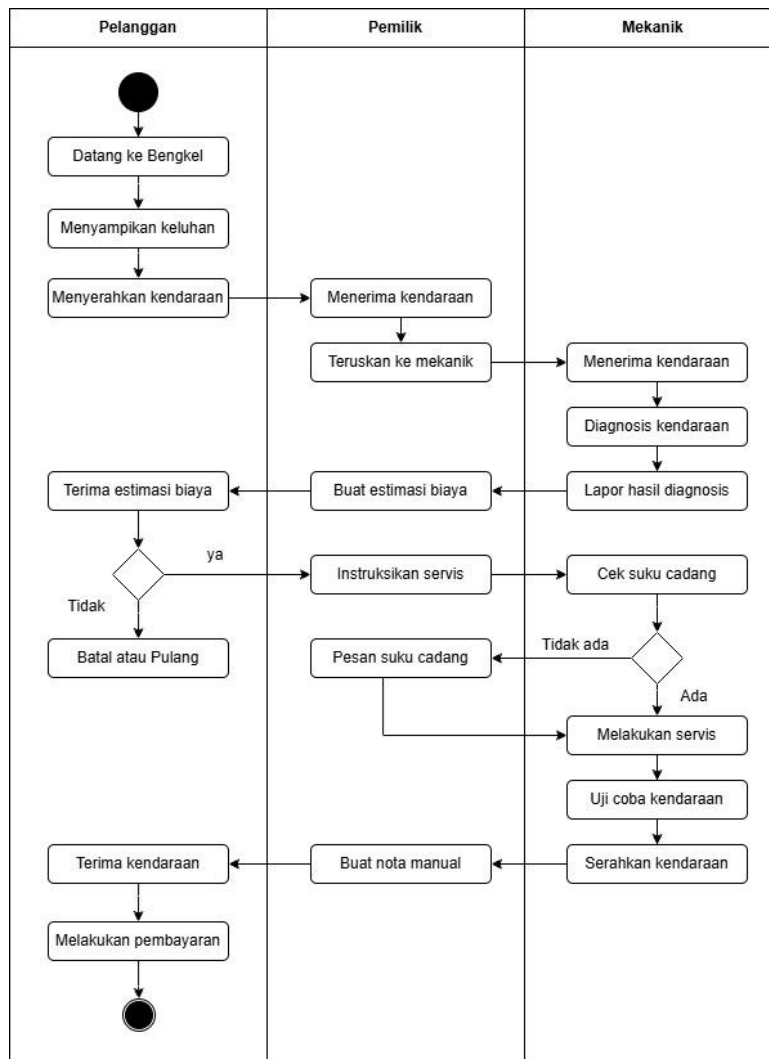
4.1.2 Alur Aktivitas Saat Ini

Bagian berikut ini merupakan alur kerja bengkel dalam bentuk diagram aktivitas saat ini. Gambar 4.1 memperlihatkan diagram aktivitas alur pelayanan di Bengkel Arm F2h *Speed* yang melibatkan tiga aktor utama, yaitu pelanggan, pemilik, dan mekanik, mulai dari kedatangan pelanggan hingga penyelesaian transaksi pembayaran.

Tahapan dimulai ketika pelanggan tiba di Bengkel dan menyampaikan keluhan mengenai kendaraannya, kemudian menyerahkan kendaraan kepada pemilik. Pemilik kemudian menerima kendaraan tersebut dan meneruskan kepada mekanik untuk pemeriksaan selanjutnya. Mekanik menjalankan diagnosis kendaraan dan melaporkan temuan kepada pemilik sebagai dasar untuk menyusun estimasi biaya servis. Estimasi biaya servis yang disusun oleh pemilik disampaikan kepada pelanggan. Tahap ini dijumpai titik keputusan, dimana pelanggan dapat memilih untuk menyetujui atau menolak estimasi yang diberikan. Pelanggan yang menolak, maka dapat membatalkan layanan dan meninggalkan bengkel, sebaliknya pelanggan yang menyetujui maka pemilik menyajikan instruksi kepada mekanik untuk memulai tahapan layanan. Sebelum servis dimulai, mekanik akan memeriksa ketersediaan suku cadang jika tidak tersedia, pemilik menjalankan pemesanan terlebih dahulu. Suku cadang yang tersedia akan dikerjakan langsung oleh mekanik untuk melakukan servis, pengujian kendaraan, dan menyerahkan kendaraan yang telah diperbaiki kepada pemilik. Pemilik kemudian membuat nota pembayaran secara manual dan menyerahkannya kepada pelanggan. Proses ini berakhir ketika pelanggan menerima kendaraan dan menyelesaikan pembayaran.

Diagram tersebut, tampak jelas bahwa seluruh tahapan pencatatan dan koordinasi masih dijalankan secara manual tanpa dukungan sistem yang terstruktur, akibatnya berpotensi mengakibatkan kesalahan dalam dokumentasi dan tidak efisien dalam koordinasi antara pihak-pihak yang terlibat dalam layanan.

Diagram disusun dalam tiga jalur (*swimlane*), yaitu pelanggan, pemilik, dan mekanik, akibatnya pembagian tugas pada setiap tahap pelayanan dapat dibaca dengan jelas. Perpindahan antar jalur pada diagram memperlihatkan informasi yang disampaikan secara lisan, sebagaimana tampak pada aktivitas yang berjalan tanpa dukungan perangkat lunak pada *Work System Snapshot*. Diagram ini menjadi dasar untuk mengidentifikasi tahapan pelayanan yang dapat didukung oleh agen pada tahap kajian kebutuhan. Alur pada diagram dimulai dari kedatangan pelanggan dan berakhir pada penyelesaian transaksi pembayaran, sehingga seluruh tahapan pelayanan yang saling bergantung tampak jelas dalam satu gambaran. Keterkaitan antar tahap tersebut, seperti hasil diagnosis yang menentukan estimasi biaya dan ketersediaan suku cadang yang menentukan kelanjutan servis, menjadi alasan sistem kerja bengkel dianalisis selanjutnya pada subbab berikut.



Gambar 4. 1 Diagram Aktivitas Saat Ini

4.2 Analisis Aktivitas

Bagian ini menyajikan kondisi sistem kerja Bengkel Arm F2h *Speed* yang telah dipaparkan sebelumnya, baik dari segi elemen sistem kerja maupun dari sisi arsitektur bisnis berdasarkan [BUS18] yang telah dibahas sebelumnya. Kajian ini dimaksudkan untuk mengidentifikasi secara rinci persoalan pada setiap elemen sistem kerja serta memetakan unsur arsitektur bisnis Bengkel Arm F2h *Speed*. Temuan dari kajian ini dipakai sebagai dasar dalam merancang kebutuhan fungsional pada tahap berikutnya.

4.2.1 Work System Principles

Prinsip sistem kerja dipakai untuk mengidentifikasi kelemahan yang saat ini serta kemungkinan persoalan baru yang dapat timbul jika terjadi perubahan pada sistem kerja, dengan meninjau enam unsur yang telah digambarkan sebelumnya [ALT13]. Prinsip-prinsip umum tersebut dikaitkan dengan kondisi aktual sistem kerja Bengkel Arm F2h *Speed* pada setiap unsur, yaitu pelanggan, produk atau jasa, aktivitas utama dan tahapan, partisipan, informasi, dan teknologi. Temuan kajian ini disajikan pada tabel berikut.

Tabel 4. 2 *Work System Principles*

<i>Customer</i>		<i>Product/Service</i>
1. Memudahkan pelanggan dalam menyampaikan keluhan dan memantau status servis kendaraan secara jelas dan cepat. 2. Menyeimbangkan kebutuhan pelanggan pemilik kendaraan pribadi dengan pelanggan yang menggunakan layanan servis secara rutin.		3. Menjamin kesesuaian layanan servis berkala, servis ringan, dan servis berat dengan kebutuhan pelanggan. 4. Menjamin ketersediaan suku cadang yang dijual sesuai dengan kebutuhan servis kendaraan pelanggan.
<i>Major Activities and Process</i>		
5. Menyelaraskan fleksibilitas proses servis dengan variasi jenis kerusakan kendaraan yang ditangani. 6. Melaksanakan proses penerimaan keluhan hingga penyerahan kendaraan secara efisien. 7. Mengendalikan permasalahan pada sumbernya, seperti ketidaktersediaan suku cadang yang menghambat proses servis. 8. Memantau kualitas dan ketepatan waktu pengerjaan servis pada setiap tahapan proses.		
<i>participants</i>	<i>Information</i>	<i>Technologies</i>
9. Menyelaraskan pembagian peran antara pemilik dan mekanik dengan beban kerja administratif dan teknis yang dijalankan.	10. Menyediakan riwayat servis dan data stok suku cadang pada saat dibutuhkan untuk mendukung pengambilan keputusan. 11. Melindungi data pelanggan dan catatan transaksi pembayaran dari pengguna yang tidak semestinya.	12. Menggunakan teknologi yang hemat biaya dan sesuai dengan skala operasional bengkel. 13. Meminimalkan upaya tambahan yang dibutuhkan partisipan dalam mengoperasikan teknologi yang diterapkan.

Tabel 4.2 memperlihatkan bahwa penerapan *Work System Principles* pada Bengkel Arm F2h *Speed* mengindikasikan perlunya perbaikan terutama pada elemen *Major Activities and Process*, *Information*, dan *Technologies*. Tahapan servis, pencatatan riwayat, serta pengelolaan stok suku cadang masih dijalankan secara manual dan belum saling terintegrasi. Temuan pengenalan prinsip pada setiap elemen ini menjadi acuan dalam menyusun kebutuhan fungsional serta menentukan agen-agen yang akan dirancang pada arsitektur *Multi-Agent System* [GOY25].

4.2.2 Penilaian Aktivitas

Penilaian aktivitas dijalankan untuk mengevaluasi sejauh mana aktivitas dalam sistem yang diusulkan mampu menaikkan kinerja tahapan, tingkat aktivitas, tingkat temuan, konsistensi, produktivitas, dan waktu penyelesaian layanan, dibandingkan dengan sistem manual yang saat ini berjalan. Tabel 4.3 memperlihatkan hasil penilaian aktivitas pada arsitektur *Multi-Agent System* yang diusulkan untuk *Bengkel Arm F2h Speed*.

Tabel 4. 3 Penilaian Aktivitas

Kategori	Keterangan
Variabel Kinerja Proses	Tahapan pelayanan bengkel didukung oleh agen-agen yang saling berkoordinasi secara otomatis, akibatnya distribusi tugas pemilik dan mekanik menjadi lebih merata dan dapat dipantau.
Tingkat Aktivitas	Prosedur pelayanan disusun secara terstruktur mulai dari penerimaan kendaraan diagnosis, pengelolaan suku cadang, hingga pembayaran, sehingga aktivitas lebih efisien dan mudah dipantau.
Tingkat Output	Informasi status pengerjaan dan ketersediaan suku cadang disampaikan secara otomatis oleh agen terkait, sehingga output layanan dapat menjangkau kebutuhan pemilik dan mekanik secara <i>real-time</i> .
Konsistensi	Proses bisnis bengkel dijalankan berdasarkan aturan dan cara kerja komunikasi antar agen yang telah ditetapkan, sehingga setiap transaksi dan layanan dapat berjalan konsisten dan terkontrol.
Produktivitas	Pendistribusian tugas kepada agen-agen mandiri memungkinkan pemilik dan mekanik untuk fokus pada peran masing-masing, sehingga produktivitas kerja meningkat dibandingkan sistem manual.

Kategori	Keterangan
Waktu	Proses pencatatan, pengecekan stok, dan perhitungan biaya dijalankan secara otomatis oleh agen terkait, sehingga waktu pelayanan dapat berpotensi mempercepat dibandingkan proses manual sebelumnya.

4.3 Analisis Kebutuhan

Kajian kebutuhan dijalankan untuk mempermudah pemahaman mengenai ruang lingkup sistem yang sedang berjalan serta batasan sistem yang perlu dirancang sebagai solusi. Temuan dari kajian kebutuhan berupa kebutuhan fungsional yang dimiliki oleh rancangan arsitektur *Multi-Agent System* yang sedang disusun. Kebutuhan fungsional tersebut dihasilkan melalui data wawancara dan pengamatan dengan pemilik dan mekanik Bengkel Arm F2h *Speed*, sebagaimana yang telah dipaparkan sebelumnya. Bagian terdiri atas tiga uraian utama, yaitu spesifikasi kebutuhan (*Requirement Specification*), diagram aktivitas (*Activity Diagram*), dan diagram *Use Case*, yang secara berurutan menguraikan kebutuhan fungsional sistem, alur tahapan pada setiap kebutuhan, serta interaksi antar pengguna dan sistem.

Kebutuhan fungsional pada bagian ini diturunkan dari kelemahan yang ditemukan pada kajian sebelumnya, akibatnya setiap kebutuhan dapat ditelusuri ke penyebab persoalan dan kondisi sistem kerja yang mendasarinya. Permasalahan terlebih dahulu dirumuskan melalui analisis sebab akibat (*fishbone*) pada Bab 3 yang membuahkan empat kategori penyebab, yaitu manusia, teknologi, data, dan cara. Kondisi sistem kerja kemudian dipetakan dengan *Work System Snapshot* dan dievaluasi dengan *Work System Principles* untuk menemukan kelemahan pada setiap elemen, dan kelemahan tersebut diterjemahkan menjadi delapan kebutuhan fungsional (R-01 sampai R-08). Sebagai contoh, ketidaktepatan data stok akibat pencatatan manual (kategori data dan metode) tampak pada *Work System Snapshot* sebagai pemeriksaan dan pemesanan suku cadang yang dijalankan manual, sehingga diturunkan menjadi kebutuhan R-04, R-05, dan R-06. Riwayat servis yang tidak terdokumentasi (kategori data) menurunkan kebutuhan R-02 dan menjadi masukan bagi R-08, sedangkan koordinasi lisan antara pemilik dan mekanik (kategori manusia dan teknologi) menurunkan kebutuhan R-03. Pencatatan layanan dan pembayaran yang dilakukan manual (kategori metode) menurunkan kebutuhan R-01 dan R-07.

Delapan kebutuhan fungsional yang dirumuskan berasal dari tiga asal, yaitu pemilik (R-01, R-03, R-04, R-05, R-06, dan R-07), mekanik (R-02), dan pelanggan (R-08), sehingga rancangan mencerminkan kepentingan pihak-pihak yang terlibat di bengkel, tidak hanya pemilik. Prioritas tinggi ditetapkan pada pencatatan data pelanggan dan keluhan (R-01), penyediaan riwayat servis (R-02), pemantauan data stok (R-04), serta perhitungan biaya dan pencatatan pembayaran (R-07), yang seluruhnya berhubungan dengan data inti bengkel. Kebutuhan lainnya berprioritas sedang (R-03, R-05, dan R-06) atau rendah (R-08).

4.3.1 Requirement Specification

Requirement Specification dipakai untuk menguraikan secara rinci setiap kebutuhan fungsional yang telah diidentifikasi, meliputi sumber kebutuhan, prioritas, agen penanggung jawab, kriteria non-fungsional, kegunaan, serta solusi yang ditawarkan. Uraian berikut menyajikan spesifikasi kebutuhan dari setiap kebutuhan fungsional yang telah diidentifikasi.

4.3.1.1 Pencatatan Data Pelanggan dan Keluhan Kendaraan

Requirement R-01 berfokus pada kemampuan sistem untuk mengelola pencatatan data pelanggan dan keluhan kendaraan secara digital, guna menggantikan pencatatan manual pada buku catatan. Asal kebutuhan berasal dari pemilik, dengan prioritas tinggi, dan pengelolaan oleh *Customer Agent*. Sistem harus mampu beroperasi setiap hari pukul 08.00 sampai dengan 17.00, dengan target waktu pencatatan selama 2 menit dan batas toleransi 3 menit. Kegunaan utama dari fitur ini adalah memastikan data pelanggan dan keluhan kendaraan tercatat dengan lengkap serta dapat diakses kembali kapan saja dibutuhkan. *Resolution* yang diharapkan yaitu terwujudnya pencatatan data pelanggan dan keluhan kendaraan secara digital dan akurat.

Tabel 4. 4 Requirement Specifications Pencatatan Data Pelanggan dan Keluhan Kendaraan

Requirement Catalogue : Sistem harus mampu mengelola pencatatan data pelanggan dan keluhan kendaraan.			
Source : Pemilik	Priority : High	Owner : Customer Agent	Requirement ID : R-01
Functional Requirement : Sistem mencatat data pelanggan dan keluhan kendaraan secara digital untuk menggantikan pencatatan manual pada buku catatan.			
Non Functional Requirement :			
Description	Target Value	Acceptable Range	Comment
Waktu Pencatatan	Setiap Hari 08.00-17.00	Setiap Hari 08.00-17.00	
Akurasi Data	2 Menit	3 Menit	
Benefits : Memastikan data pelanggan dan keluhan kendaraan tercatat dengan lengkap dan dapat diakses kembali kapan saja diperlukan.			
Resolution : Proses ini diharapkan dapat menjadi solusi agar pencatatan data pelanggan dan keluhan kendaraan dapat dilakukan secara digital dan akurat.			

4.3.1.2 Dukungan Diagnosis Kerusakan Kendaraan

Requirement R-02 berfokus pada kemampuan sistem untuk menyediakan riwayat servis kendaraan sebagai acuan bagi mekanik dalam menjalankan diagnosis kerusakan secara lebih akurat. Asal kebutuhan berasal dari mekanik dengan prioritas tinggi, dan pengelolaan oleh *Diagnostic Agent*. Sistem harus mampu beroperasi setiap hari pukul 08.00 sampai dengan 17.00, dengan target waktu pencatatan selama 1 menit dan batas toleransi 2 menit. Kegunaan utama dari fitur ini adalah membantu mekanik melakukan diagnosis kerusakan yang lebih akurat berdasarkan riwayat servis kendaraan

sebelumnya. *Resolution* yang diharapkan yaitu tersedianya acuan riwayat servis yang lengkap bagi mekanik dalam melakukan diagnosis kerusakan.

Tabel 4. 5 Requirement Specifications Dukungan Diagnosis Kerusakan Kendaraan

Requirement Catalogue : Sistem harus mampu menyediakan riwayat servis sebagai acuan diagnosis kerusakan.			
Source : Mekanik	Priority : High	Owner : Diagnostic Agent	Requirement ID : R-02
Functional Requirement : Sistem menyediakan riwayat servis kendaraan sebagai acuan bagi mekanik dalam melakukan diagnosis kerusakan secara lebih akurat.			
Non Functional Requirement :			
Description	Target Value	Acceptable Range	Comment
Waktu Pencatatan	Setiap Hari 08.00-17.00	Setiap Hari 08.00-17.00	
Akurasi Data	1 Menit	2 Menit	
Benefits : Membantu mekanik melakukan diagnosis kerusakan yang lebih akurat berdasarkan riwayat servis kendaraan sebelumnya.			
Resolution : Proses ini diharapkan dapat menjadi solusi agar mekanik memiliki acuan riwayat servis yang lengkap dalam melakukan diagnosis kerusakan.			

4.3.1.3 Pemantauan Status Pengerjaan Servis

Spesifikasi kebutuhan ini berhubungan dengan pemantauan status pengerjaan servis. Kebutuhan tersebut muncul karena pemilik tidak dapat mengetahui perkembangan pengerjaan kendaraan secara *real-time* tanpa bertanya langsung kepada mekanik. Sumber kebutuhan berasal dari pemilik, dengan prioritas sedang dan pengelolaan oleh *Mechanic Agent*. Sistem harus mampu beroperasi setiap hari pukul 08.00 sampai 17.00, dengan target waktu pencatatan selama 1 menit dan batas toleransi 5 menit manfaat utama dari fitur ini adalah memastikan pemilik dapat memantau perkembangan pengerjaan servis tanpa harus bertanya langsung kepada mekanik. *Resolution* yang diharapkan yaitu terwujudnya pemantauan status pengerjaan servis secara *real-time* oleh pemilik.

Tabel 4. 6 Requirement Specifications Pemantauan Status Pengerjaan Servis

Requirement Catalogue : Sistem harus mampu mencatat dan memperbarui status pengerjaan servis secara real-time.			
Source : Pemilik	Priority : Medium	Owner : Mechanic Agent	Requirement ID : R-03
Functional Requirement : Sistem mencatat dan memperbarui status pengerjaan servis secara real-time agar dapat dipantau oleh pemilik tanpa perlu bertanya langsung kepada mekanik.			
Non Functional Requirement :			
Description	Target Value	Acceptable Range	Comment
Waktu Pencatatan	Setiap Hari 08.00-17.00	Setiap Hari 08.00-17.00	
Akurasi Data	1 Menit	5 Menit	
Benefits : Memastikan pemilik dapat memantau perkembangan pengerjaan servis tanpa harus bertanya langsung kepada mekanik.			
Resolution :			

Proses ini diharapkan dapat menjadi solusi agar status pengerjaan servis dapat dipantau secara real-time oleh pemilik.
--

4.3.1.4 Pengelolaan Data Stok Suku Cadang

Requirement R-04 berfokus pada kemampuan perangkat lunak untuk memantau dan memperbaiki data stok suku cadang secara otomatis setiap terjadi penggunaan maupun pengadaan komponen. Sumber kebutuhan berasal dari pemilik, dengan prioritas tinggi, dan pengelolaan oleh *Inventory Agent*. Sistem harus mampu beroperasi setiap hari pukul 08.00 sampai dengan 17.00, dengan target waktu pencatatan selama 1 menit dan batas toleransi 5 menit. Manfaat utama dari fitur ini adalah menjamin ketersediaan suku cadang selalu termonitor dengan akurat sehingga tidak menghambat proses pelayanan. *Resolution* yang diharapkan yaitu terwujudnya data stok suku cadang yang selalu akurat dan termonitor secara otomatis.

Tabel 4. 7 Requirement Specifications Pengelolaan Data Stok Suku Cadang

Requirement Catalogue : Sistem harus mampu memantau dan memperbarui data stok suku cadang secara otomatis.			
Source : Pemilik	Priority : High	Owner : Inventory Agent	Requirement ID : R-04
Functional Requirement : Sistem memantau dan memperbarui data stok suku cadang secara otomatis setiap terjadi penggunaan maupun pengadaan komponen.			
Non Functional Requirement :			
Description	Target Value	Acceptable Range	Comment
Waktu Pencatatan	Setiap Hari 08.00-17.00	Setiap Hari 08.00-17.00	
Akurasi Data	1 Menit	5 Menit	
Benefits : Menjamin ketersediaan suku cadang selalu termonitor dengan akurat sehingga tidak menghambat proses pelayanan.			
Resolution : Proses ini diharapkan dapat menjadi solusi agar data stok suku cadang selalu akurat dan termonitor secara otomatis.			

4.3.1.5 Notifikasi Pengadaan Suku Cadang

Requirement R-05 berfokus pada kemampuan perangkat lunak untuk mengirimkan notifikasi secara otomatis kepada pihak terkait ketika stok suku cadang mencapai batas minimum yang telah ditetapkan. Sumber kebutuhan berasal dari pemilik, dengan prioritas sedang, dan pengelolaan oleh *Procurement Agent*. Sistem harus mampu beroperasi setiap hari pukul 08.00 sampai dengan 17.00, dengan target waktu pencatatan selama 1 menit dan batas toleransi 5 menit. Manfaat utama fitur ini adalah mencegah kehabisan stok suku cadang yang dapat menghambat proses pelayanan bengkel. *Resolution* yang diharapkan yaitu terwujudnya pengadaan suku cadang secara proaktif sebelum stok benar-benar habis.

Tabel 4. 8 Requirement Specifications Notifikasi Pengadaan Suku Cadang

Requirement Catalogue : Sistem harus mampu mengirimkan notifikasi pengadaan suku cadang secara otomatis.			
Source :	Priority :	Owner :	Requirement ID :

Pemilik	Medium	Procurement Agent	R-05
Functional Requirement : Sistem mengirimkan notifikasi secara otomatis kepada pihak terkait ketika stok suku cadang mencapai batas minimum yang telah ditetapkan.			
Non Functional Requirement :			
Description	Target Value	Acceptable Range	Comment
Waktu Pencatatan	Setiap Hari 08.00-17.00	Setiap Hari 08.00-17.00	
Akurasi Data	1 Menit	5 Menit	
Benefits : Mencegah kehabisan stok suku cadang yang dapat menghambat proses pelayanan bengkel.			
Resolution : Proses ini diharapkan dapat menjadi solusi agar pengadaan suku cadang dilakukan secara proaktif sebelum stok benar-benar habis.			

4.3.1.6 Pengelolaan Komunikasi dengan Pemasok

Requirement R-06 berfokus pada kemampuan perangkat lunak untuk mengelola proses permintaan dan konfirmasi pengadaan suku cadang kepada pemasok secara terstruktur. Sumber kebutuhan berasal dari pemilik, dengan prioritas sedang, dan pengelolaan oleh *Supplier Agent*. Sistem harus mampu beroperasi setiap hari pukul 08.00 sampai dengan 17.00, dengan target waktu pencatatan selama 30 menit dan batas toleransi 1 menit. Manfaat utama dari fitur ini adalah mempercepat proses pengadaan suku cadang dari pemasok secara terstruktur dan terdokumentasi. *Resolution* yang diharapkan yaitu terwujudnya komunikasi pengadaan suku cadang dengan pemasok yang lebih terstruktur.

Tabel 4. 9 Requirement Specifications Pengelolaan Komunikasi dengan Pemasok

Requirement Catalogue : Sistem harus mampu mengelola komunikasi pengadaan suku cadang kepada pemasok.			
Source : Pemilik	Priority : Medium	Owner : Supplier Agent	Requirement ID : R-06
Functional Requirement : Sistem mengelola proses permintaan dan konfirmasi pengadaan suku cadang kepada pemasok secara terstruktur.			
Non Functional Requirement :			
Description	Target Value	Acceptable Range	Comment
Waktu Pencatatan	Setiap Hari 08.00-17.00	Setiap Hari 08.00-17.00	
Akurasi Data	30 Menit	1 Menit	
Benefits : Mempercepat proses pengadaan suku cadang dari pemasok secara terstruktur dan terdokumentasi.			
Resolution : Proses ini diharapkan dapat menjadi solusi agar komunikasi pengadaan suku cadang dengan pemasok berjalan lebih terstruktur dan cepat.			

4.3.1.7 Perhitungan Estimasi dan Pencatatan Biaya

Requirement R-07 berfokus pada kemampuan perangkat lunak untuk menghitung estimasi biaya servis serta mencatat nota pembayaran secara otomatis berdasarkan jenis pekerjaan dan suku cadang yang dipakai. Asal kebutuhan berasal dari pemilik, dengan prioritas tinggi, dan pengelolaan oleh *Pricing*

Agent. Sistem harus mampu beroperasi setiap hari pukul 08.00 sampai 17.00, dengan target waktu pencatatan selama 2 menit dan batas toleransi 5 menit. Kegunaan utama dari fitur ini adalah memastikan perhitungan biaya akurat dan rekap keuangan mudah diakses oleh pemilik kapan saja. *Resolution* yang diharapkan yaitu terwujudnya perhitungan biaya servis dan pencatatan pembayaran secara akurat dan otomatis.

Tabel 4. 10 Requirement Specifications Perhitungan Estimasi dan Pencatatan Biaya

Requirement Catalogue : Sistem harus mampu menghitung estimasi biaya dan mencatat pembayaran secara otomatis.			
Source : Pemilik	Priority : High	Owner : Pricing Agent	Requirement ID : R-07
Functional Requirement : Sistem menghitung estimasi biaya servis serta mencatat nota pembayaran secara otomatis berdasarkan jenis pekerjaan dan suku cadang yang digunakan.			
Non Functional Requirement :			
Description	Target Value	Acceptable Range	Comment
Waktu Pencatatan	Setiap Hari 08.00-17.00	Setiap Hari 08.00-17.00	
Akurasi Data	2 Menit	5 Menit	
Benefits : Memastikan perhitungan biaya akurat dan rekap keuangan mudah diakses oleh pemilik kapan saja.			
Resolution : Proses ini diharapkan dapat menjadi solusi agar perhitungan biaya servis dan pencatatan pembayaran dilakukan secara akurat dan otomatis.			

4.3.1.8 Pemberian Rekomendasi Perawatan

Requirement R-08 berfokus pada kemampuan sistem untuk memberikan rekomendasi perawatan berkala kepada pelanggan berdasarkan riwayat dan pola layanan kendaraan sebelumnya. Sumber kebutuhan berasal dari pelanggan, dengan prioritas rendah, dan pengelolaan oleh *Recommendation Agent*. Sistem harus mampu beroperasi setiap hari pukul 08.00 sampai 17.00, dengan target waktu pencatatan selama 2 menit dan batas toleransi 5 menit. Manfaat utama dari fitur ini adalah meningkatkan loyalitas pelanggan melalui layanan perawatan berkala yang dipersonalisasi. *Resolution* yang diharapkan yaitu terwujudnya rekomendasi perawatan yang relevan dan tepat waktu bagi pelanggan.

Tabel 4. 11 Requirement Specifications Pemberian Rekomendasi Perawatan

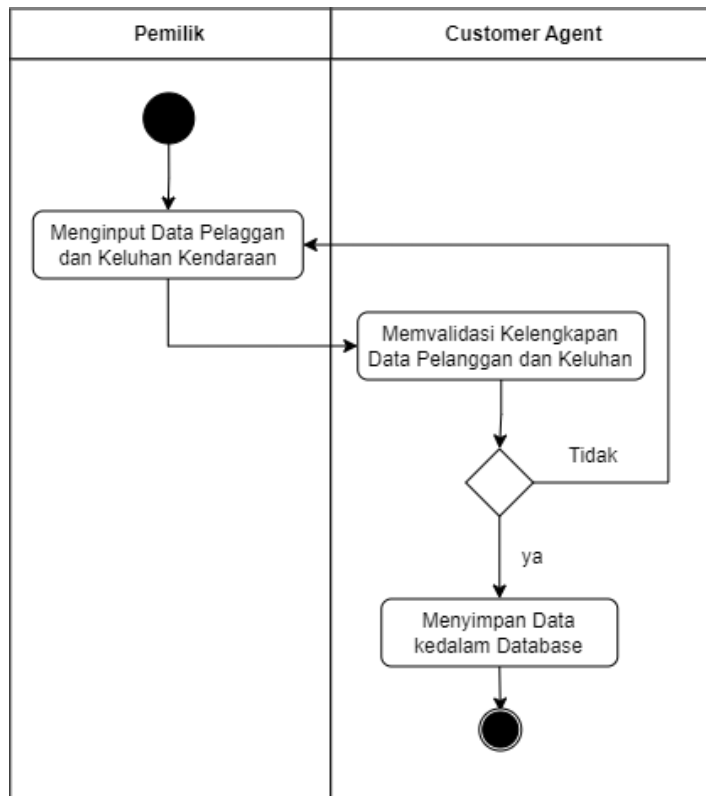
Requirement Catalogue : Sistem harus mampu memberikan rekomendasi perawatan preventif kepada pelanggan.			
Source : Pelanggan	Priority : Low	Owner : Recommendation Agent	Requirement ID : R-08
Functional Requirement : Sistem mampu memberikan rekomendasi perawatan preventif kepada pelanggan berdasarkan riwayat dan pola layanan kendaraan sebelumnya.			
Non Functional Requirement :			
Description	Target Value	Acceptable Range	Comment
Waktu Pencatatan	Setiap Hari 08.00-17.00	Setiap Hari 08.00-17.00	
Akurasi Data	2 Menit	5 Menit	

Benefits :
Meningkatkan loyalitas pelanggan melalui layanan perawatan preventif yang dipersonalisasi.
Resolution :
Proses ini diharapkan dapat menjadi solusi agar pelanggan memperoleh rekomendasi perawatan yang relevan dan tepat waktu.

4.3.2 Aktivitas Diagram (*Activity Diagram*)

Diagram aktivitas disusun sebagai gambaran alur tahapan yang dijalankan oleh masing-masing agen dalam memenuhi setiap kebutuhan fungsional yang telah diuraikan sebelumnya. Diagram ini menampilkan tahapan proses, logika pengambilan keputusan, serta interaksi antara agen yang terjadi selama proses berlangsung. Uraian berikut menyajikan diagram aktivitas beserta penjelasan dari setiap *requirement* yang telah ditetapkan.

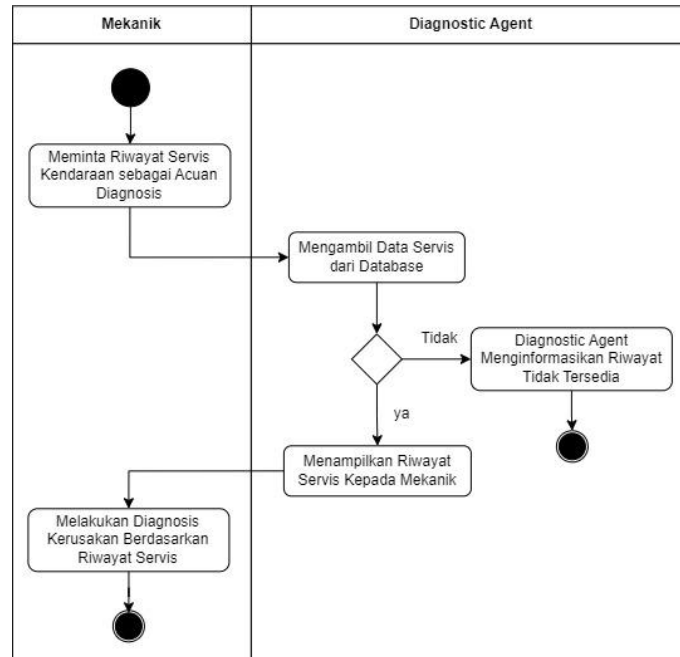
4.3.2.1 Aktivitas Diagram Pencatatan dan Keluhan Kendaraan (R-01)



Gambar 4. 2 Diagram Aktivitas Pencatatan Data Pelanggan dan Keluhan Kendaraan

Activity diagram yang terdapat pada Gambar 4.2 merupakan gambaran proses pencatatan data pelanggan dan keluhan kendaraan, dimulai ketika pemilik menginput data pelanggan serta keluhan kendaraan. *Customer Agent* selanjutnya memvalidasi kelengkapan data yang telah diinput. Data yang belum lengkap atau tidak valid akan direspons oleh *Customer Agent* dengan meminta pemilik melengkapi kembali data yang bersangkutan. Data yang telah lengkap dan valid akan disimpan oleh *Customer Agent* dalam basis data secara otomatis. Sebagai tahap akhir, proses pencatatan data pelanggan dan keluhan kendaraan dinyatakan selesai.

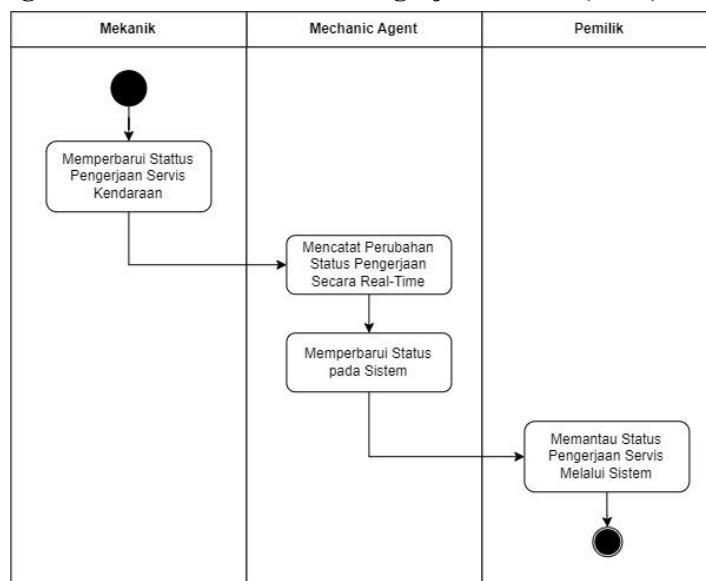
4.3.2.2 Aktivitas Diagram Dukungan kerusakan Kendaraan (R-02)



Gambar 4. 3 Diagram Aktivitas Dukungan Diagnosis Kerusakan Kendaraan

Activity diagram yang ada pada Gambar 4.3 merupakan gambaran proses dukungan diagnosis kerusakan kendaraan, dimulai ketika mekanik mengajukan permintaan riwayat servis kendaraan sebagai acuan diagnosis. *Diagnostic Agent* selanjutnya mengambil data riwayat servis dari basis data. Riwayat servis yang ditemukan akan ditampilkan oleh *Diagnostic Agent* kepada mekanik untuk dipakai sebagai acuan dalam menjalankan diagnosis kerusakan. Riwayat servis yang tidak ditemukan akan direspons oleh *Diagnostic Agent* dengan menginformasikan kepada mekanik bahwa data tidak tersedia. Proses dukungan diagnosis kerusakan kendaraan dinyatakan selesai setelah informasi tersebut disampaikan.

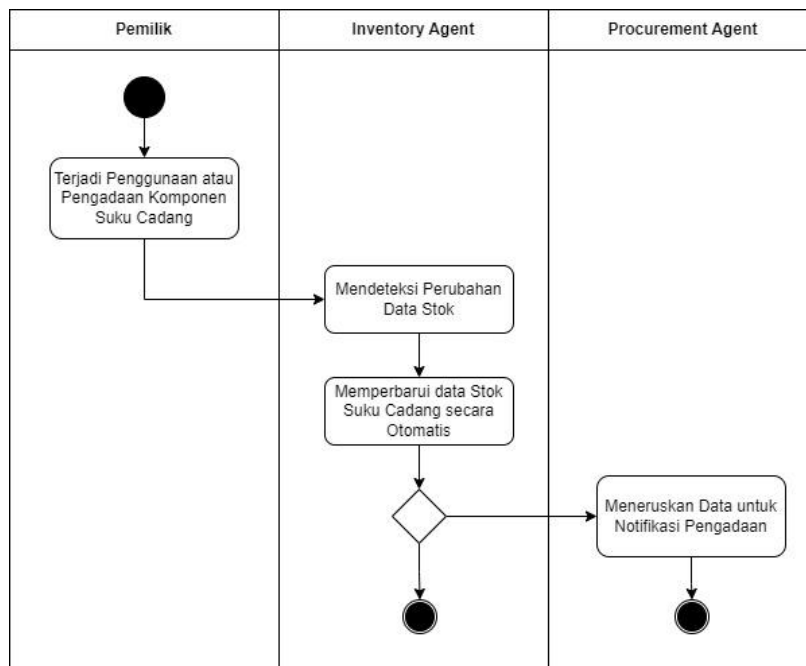
4.3.2.3 Aktivitas Diagram Pemantauan Status Pengerjaan Servis (R-03)



Gambar 4. 4 Diagram Aktivitas Pemantauan Status Pengerjaan Servis

Activity diagram yang ada pada Gambar 4.4 merupakan gambaran proses pemantauan status pengerjaan servis, dimulai ketika mekanik memperbarui status pengerjaan servis kendaraan. *Mechanic Agent* selanjutnya mencatat perubahan status tersebut secara *real-time* dan memperbarui status pada sistem. Pemilik pada tahap berikutnya dapat memantau perkembangan status pengerjaan servis melalui sistem tanpa perlu bertanya langsung kepada mekanik. Proses pemantauan status pengerjaan servis dinyatakan selesai setelah status terbaru diakses oleh pemilik.

4.3.2.4 Aktivitas Diagram Pengelolaan Data Stok Suku Cadang (R-04)

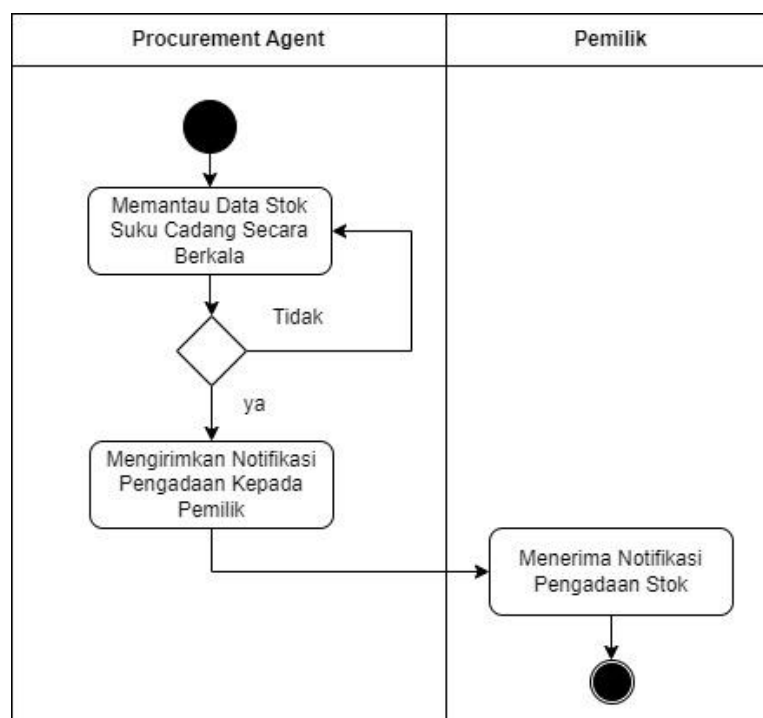


Gambar 4. 5 Diagram Aktivitas Pengelolaan Data Stok Suku Cadang

Activity diagram pada Gambar 4.5 merupakan gambaran proses pengelolaan data stok suku cadang, dimulai ketika terjadi penggunaan atau pengadaan komponen suku cadang. *Inventory Agent* selanjutnya mendeteksi perubahan tersebut dan memperbarui data stok secara otomatis. Sistem pada tahap berikutnya memeriksa apakah stok telah meraih batas minimum. Stok yang telah mencapai batas minimum akan direspons dengan meneruskan data ke *Procurement Agent* untuk proses notifikasi pengadaan. Stok yang belum mencapai batas minimum akan tetap tersimpan dan termonitor pada sistem, akibatnya proses pengelolaan data stok suku cadang dinyatakan selesai.

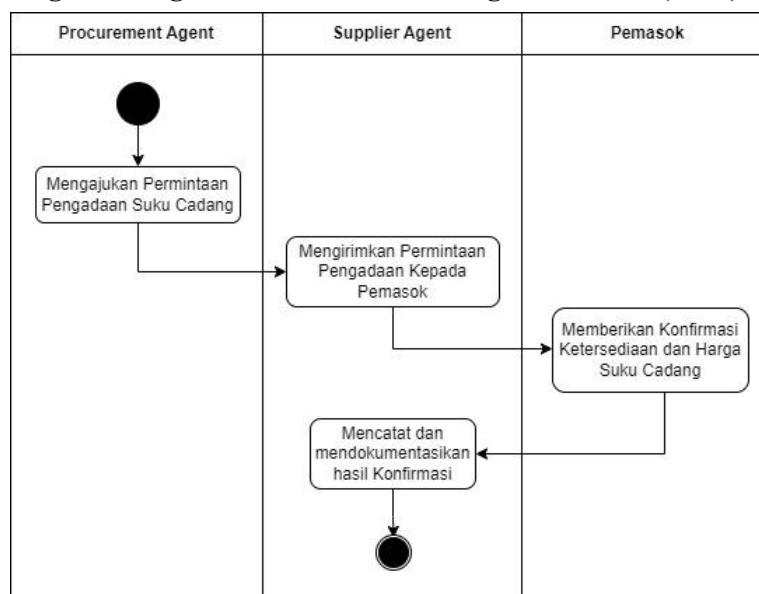
4.3.2.5 Aktivitas Diagram Notifikasi Pengadaan Suku Cadang (R-05)

Activity diagram pada Gambar 4.6 merupakan gambaran proses notifikasi pengadaan suku cadang, dimulai ketika *Procurement Agent* memantau data stok suku cadang secara berkala. Stok yang telah mencapai atau berada dibawah batas minimum yang ditetapkan akan direspons oleh *Procurement Agent* mengirimkan notifikasi pengadaan kepada pemilik. Stok yang belum mencapai batas minimum akan direspons dengan melanjutkan pemantauan secara berkelanjutan, sehingga proses notifikasi pengadaan suku cadang dinyatakan selesai.



Gambar 4. 6 Diagram Aktivitas Notifikasi Pengadaan Suku Cadang

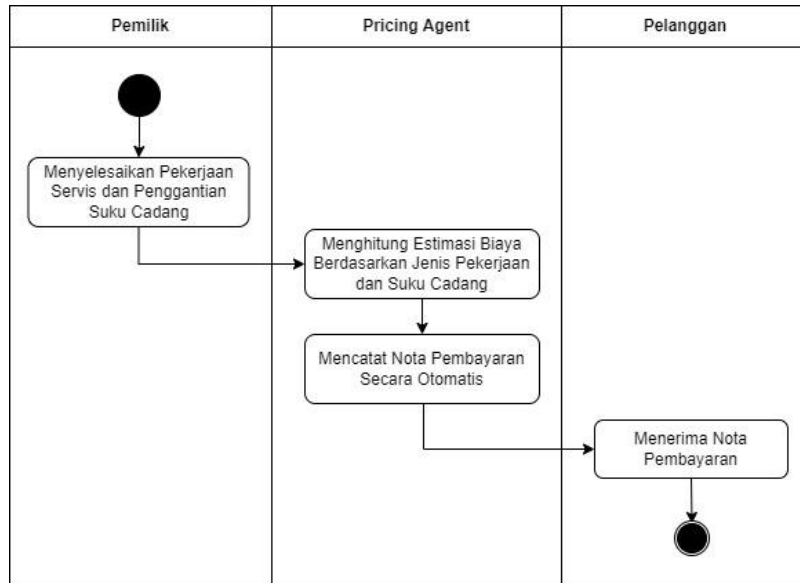
4.3.2.6 Aktivitas Diagram Pengelolaan Komunikasi dengan Pemasok (R-06)



Gambar 4. 7 Diagram Aktivitas Pengelolaan Komunikasi dengan Pemasok

Activity diagram pada Gambar 4.7 merupakan gambaran tahapan pengelolaan komunikasi dengan pemasok, dimulai ketika *Procurement Agent* mengajukan permintaan pengadaan suku cadang. *Supplier Agent* selanjutnya mengirimkan permintaan tersebut kepada pemasok. Pemasok menyajikan konfirmasi ketersediaan dan harga suku cadang, yang kemudian dicatat dan didokumentasikan oleh *Supplier Agent* secara terstruktur. Proses pengelolaan komunikasi dengan pemasok dinyatakan selesai setelah data konfirmasi tersimpan.

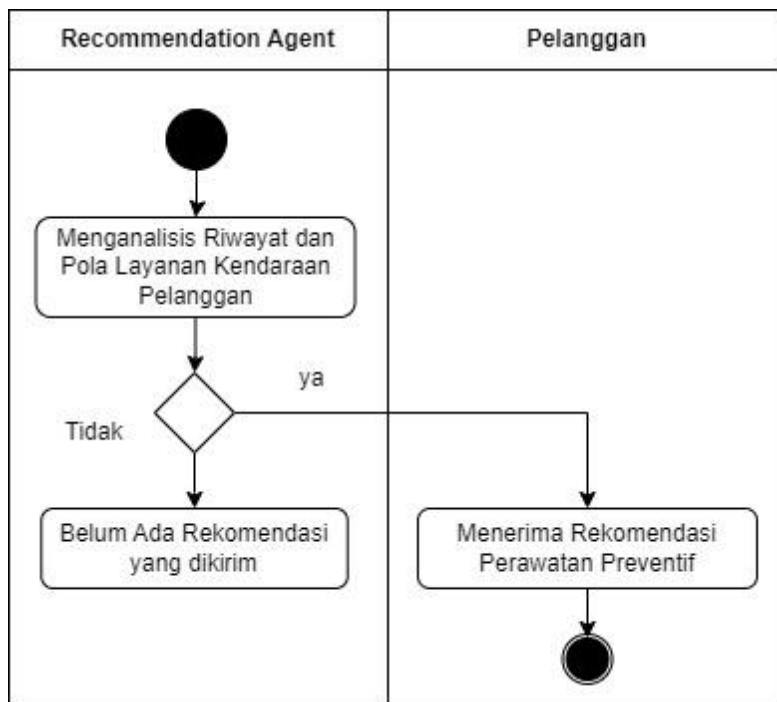
4.3.2.7 Aktivitas Diagram Perhitungan Estimasi dan Pencatatan Biaya (R-07)



Gambar 4. 8 Diagram Aktivitas Perhitungan Estimasi dan Pencatatan Biaya

Activity diagram pada Gambar 4.8 merupakan gambaran proses perhitungan estimasi dan pencatatan biaya, dimulai ketika mekanik menyelesaikan pekerjaan servis dan penggantian suku cadang. *Pricing Agent* selanjutnya menghitung estimasi biaya berdasarkan jenis pekerjaan dan suku cadang yang dipakai. Nota pembayaran pada tahap berikutnya dicatat secara otomatis oleh *Pricing Agent* dan ditampilkan kepada pemilik serta pelanggan. Proses perhitungan estimasi dan pencatatan biaya dinyatakan selesai setelah nota pembayaran ditampilkan.

4.3.2.8 Aktivitas Diagram Pemberian Rekomendasi Perawatan (R-08)

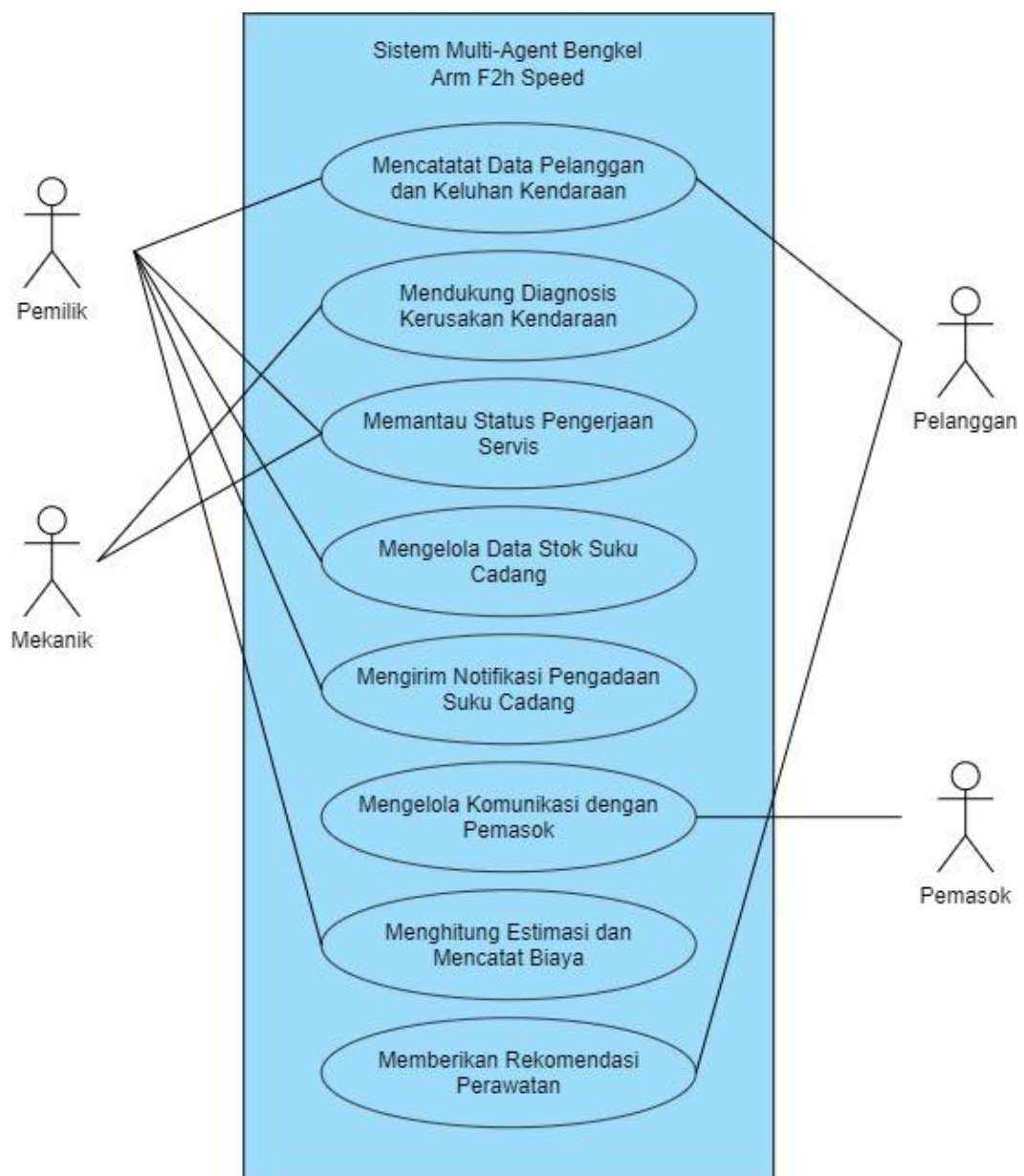


Gambar 4. 9 Diagram Aktivitas Pemberian Rekomendasi Perawatan

Activity diagram pada Gambar 4.9 merupakan gambaran proses pemberian rekomendasi perawatan, dimulai ketika *Recommendation Agent* mengkaji riwayat dan pola layanan kendaraan pelanggan. Waktu perawatan berikutnya yang terdeteksi akan direspons oleh *Recommendation Agent* dengan mengirimkan rekomendasi apapun kepada pelanggan. Waktu perawatan yang belum terdeteksi akan direspons dengan tidak mengirimkan rekomendasi apapun kepada pelanggan, akibatnya proses pemberian rekomendasi perawatan dinyatakan selesai.

4.3.3 Use Case Diagram

Gambar berikut menyajikan *use case diagram* yang menggambarkan interaksi antara aktor dengan seluruh fungsionalitas sistem *Multi-Agent System*, sesuai dengan spesifikasi kebutuhan (*Requirement Specification*) yang telah dijelaskan pada sub bab sebelumnya.



Gambar 4. 10 Use Case Diagram

Delapan use case pada diagram sesuai dengan delapan kebutuhan fungsional R-01 sampai R-08, akibatnya setiap kebutuhan dapat ditelusuri ke satu use case dan satu agen penanggung jawab. Aktor pemilik berinteraksi dengan use case paling banyak, yaitu lima, sesuai dengan kedudukan pemilik sebagai asal sebagian besar kebutuhan fungsional.

Gambar 4.10 merupakan *use case* diagram dari *Sistem Multi-Agent* yang dirancang pada Bengkel Arm F2h *Speed*. Diagram tersebut melibatkan empat aktor yaitu pemilik, mekanik, pelanggan, dan pemasok, yang berinteraksi dengan delapan *use case* yang merepresentasikan keseluruhan kebutuhan fungsional (*Functional Requirement*) yang telah dijabarkan sebelumnya. Aktor pemilik berinteraksi dengan use case pencatatan data pelanggan dan keluhan, pemantauan status servis, pengelolaan data stok, notifikasi pengadaan suku cadang, serta perhitungan estimasi dan pencatatan biaya. Aktor mekanik berinteraksi dengan *use case* dukungan diagnosis kerusakan kendaraan dan pemantauan status pengerjaan servis. Aktor pelanggan berinteraksi dengan *use case* pencatatan keluhan kendaraan dan pemberian rekomendasi perawatan. Aktor pemasok berinteraksi dengan *use case* pengelolaan komunikasi pengadaan suku cadang.

4.4 Perancangan Arsitektur

Bagian ini menguraikan rancangan Arsitektur *Multi-Agent System* (MAS) yang disusun berdasarkan delapan agen dan kebutuhan fungsional yang telah dipaparkan sebelumnya. Rancangan arsitektur disusun memakai kerangka BIZBOK yang meliputi *capability mapping*, *value mapping*, *information mapping*, dan *stakeholder mapping*. Penyusunan tersebut dilanjutkan dengan arsitektur teknis *message bus* dan basis data, diagram master, serta cara kerja interaksi dan koordinasi antar agen. Temuan rancangan arsitektur ini merupakan jawaban atas permasalahan yang telah diidentifikasi sebelumnya.

4.4.1 Pemetaan Arsitektur Bisnis BIZBOK

Rancangan arsitektur *Multi-Agent System* (MAS) Bengkel Arm F2h *Speed* disusun dengan menerapkan kerangka *Business Architecture Body of Knowledge* (BIZBOK), yang menyediakan serangkaian teknik pemetaan untuk menerjemahkan kebutuhan bisnis kedalam elemen arsitektur yang terstruktur [BUS18]. Empat teknik BIZBOK yang diterapkan pada riset ini meliputi *capability mapping*, *value mapping*, *information mapping*, dan *stakeholder mapping*, yang seluruhnya disusun berdasarkan delapan agen temuan kajian kebutuhan fungsional yang telah dipaparkan sebelumnya. Uraian pengenalan dan peran kedelapan agen tersebut disajikan terlebih dahulu sebagai dasar bagi keempat teknik pemetaan BIZBOK, sebelum dilanjutkan dengan rancangan arsitektur berlapis, arsitektur teknis, diagram master, serta cara kerja interaksi antar agen. Hasil analisis kebutuhan yang telah dipaparkan sebelumnya membutuhkan delapan agen yang masing-masing merepresentasikan satu kebutuhan fungsional (*Functional Requirement*). Tabel 4.12 merangkum identifikasi kedelapan agen tersebut beserta peran, tanggung jawab, *requirement* terkait, dan lapisan arsitektur tempat masing-masing agen ditempatkan.

Tabel 4. 12 Identifikasi dan Peran Agen Bengkel Arm F2h Speed

No	Nama Agen	Peran dan Tanggung Jawab	Requirement ID
1.	<i>Customer Agent</i>	Mencatat dan memvalidasi data pelanggan serta keluhan kendaraan yang disampaikan oleh pemilik, kemudian meringkas kedalam basis data.	R-01
2.	<i>Diagnostic Agent</i>	Mengambil dan menampilkan data riwayat servis kendaraan dari basis data untuk menopang mekanik dalam menjalankan diagnosis kerusakan.	R-02
3.	<i>Mechanic Agent</i>	Mencatat dan memperbarui status pengerjaan servis kendaraan secara <i>real-time</i> agar dapat dipantau oleh pemilik	R-03
4.	<i>Inventory Agent</i>	Mencatat dan memperbarui data stok suku cadang secara otomatis setiap terjadi penggunaan maupun pengadaan komponen.	R-04
5.	<i>Procurement Agent</i>	Memantau data stok suku cadang secara berkala dan mengirimkan notifikasi pengadaan kepada pemilik jika stok meraih batas minimum.	R-05, R-05
6.	<i>Supplier Agent</i>	Mengelola komunikasi permintaan dan konfirmasi pengadaan suku cadang dengan pemasok eksternal.	R-06
7.	<i>Pricing Agent</i>	Menghitung estimasi biaya servis dan mencatat nota pembayaran berdasarkan jenis pekerjaan dan suku cadang yang dipakai.	R-07
8.	<i>Recommendation Agent</i>	Mengkaji riwayat dan pola layanan kendaraan pelanggan untuk menyajikan rekomendasi perawatan preventif.	R-08

4.4.2 Capability Mapping

Kedelapan agen yang telah diidentifikasi mewakili kapabilitas operasional Bengkel Arm F2h Speed yang dikelompokkan kedalam tiga lapisan piramida, yaitu strategis, inti, dan pendukung, mengacu pada kerangka BIZBOK yang telah dijelaskan sebelumnya [BUS18]. Kapabilitas strategis berada pada puncak piramida dan meliputi penentuan arah pelayanan serta pengambilan keputusan administratif yang tetap menjadi tanggung jawab pemilik bengkel, sementara kapabilitas inti dan pendukung pada dua lapisan dibawahnya diwujudkan melalui kedelapan agen tersebut, dengan setiap agen mewakili satu kapabilitas operasional bengkel yang spesifik. Gambar 4.11 berikut menyajikan piramida *capability mapping* pada Bengkel Arm F2h Speed.

Gambar 4. 11 Piramida *Capability Mapping* Bengkel Arm F2h Speed

Lapisan pada Gambar 4.11 mempunyai cakupan yang berbeda. Lapisan strategis berada pada puncak piramida dan meliputi kewenangan pengambilan keputusan tertinggi yang tetap dipegang langsung oleh pemilik bengkel, meliputi penentuan arah pelayanan, kebijakan harga, dan keputusan administratif strategis lainnya yang tidak didelegasikan kepada agen manapun. Lapisan inti berada di

tengah piramida dan diwakili oleh agen yang berinteraksi langsung dengan pelanggan serta menjalankan tahapan pelayanan utama, yaitu *Customer Agent* yang menerima keluhan pelanggan, *Diagnostic Agent* yang mengkaji kerusakan kendaraan, *Mechanic Agent* yang melaksanakan servis, *Pricing Agent* yang menghitung estimasi biaya, dan *Recommendation Agent* yang menyajikan rekomendasi perawatan lanjut. Lapisan pendukung berada pada dasar piramida dan diwakili oleh agen yang menopang ketersediaan asal daya dibalik layar, yaitu *Inventory Agent* yang memantau stok suku cadang, *Procurement Agent* yang mengelola pengadaan, dan *Supplier Agent* yang mengelola komunikasi dengan pemasok. Ketiga lapisan ini saling berkaitan, dimana kelancaran lapisan inti sangat bergantung pada ketersediaan sumber daya yang dijamin oleh lapisan pendukung, sementara arah kebijakan pada lapisan strategis menjadi acuan bagi seluruh agen dikedua lapisan dibawahnya.

Gambar 4.11 menunjukkan bahwa kapabilitas inti dan pendukung bengkel telah terdistribusi ke delapan agen yang saling melengkapi, sementara kapabilitas strategis tetap berada pada peran pemilik sebagai pengambilan keputusan tertinggi. Pemetaan kapabilitas ini menjadi dasar bagi penyusunan aliran nilai (*value mapping*) yang diuraikan berikutnya.

4.4.3 Value Mapping

Tahapan operasional bengkel yang telah dianalisis sebelumnya disusun menjadi rangkaian aktivitas *end-to-end* yang membutuhkan nilai bagi pelanggan, mulai dari kendaraan diterima hingga diserahkan kembali kepada pemiliknya, melalui teknik *value mapping* [BUS18]. Aliran nilai ini kemudian dipetakan terhadap agen yang menjalankan setiap tahapannya. Gambar 4.12 berikut menyajikan tahapan *value stream* pada Bengkel Arm F2h Speed.



Gambar 4. 12 *Value Stream* Bengkel Arm F2h Speed

Tabel 4. 13 Rincian *Value Mapping* Bengkel Arm F2h Speed

No	Tahapan Value Stream	Aktivitas	Agent Terkait	Nilai bagi Pelanggan
1.	Penerimaan Kendaraan dan Keluhan	Mencatat data pelanggan dan keluhan kendaraan secara digital.	<i>Customer Agent</i>	Keluhan tercatat lengkap dan dapat ditelusuri kembali.
2.	Diagnosis Kendaraan	Menyediakan riwayat servis untuk mendukung diagnosis oleh mekanik.	<i>Diagnostic Agent</i>	Diagnosis kerusakan lebih akurat dan cepat.
3.	Pelaksanaan Servis atau Perbaikan	Mencatat dan memperbarui status pengerjaan servis secara <i>real-time</i> .	<i>Mechanic Agent</i>	Proses pengerjaan dapat dipantau kapan saja.
4.	Pengecekan dan Pengadaan Suku Cadang	Memantau stok serta mengirimkan notifikasi dan permintaan pengadaan bila diperlukan.	<i>Inventory, Procurement Supplier Agent</i>	Ketersediaan suku cadang terjamin sehingga servis tidak terhambat.
5.	Perhitungan Biaya dan Pembayaran	Menghitung estimasi biaya servis dan mencatat nota pembayaran.	<i>Pricing Agent</i>	Biaya layanan transparan dan akurat.

No	Tahapan Value Stream	Aktivitas	Agent Terkait	Nilai bagi Pelanggan
6.	Penyerahan Kendaraan dan Rekomendasi Perawatan	Menganalisis riwayat layanan untuk memberikan rekomendasi perawatan berkala.	<i>Recommendation Agent</i>	Pelanggan menerima saran perawatan lanjutan yang personal.

Gambar 4.12 dan tabel 4.13 menunjukkan bahwa setiap titik interaksi dalam aliran nilai bengkel telah diwakili oleh agen yang sesuai secara *end-to-end*, akibatnya otomatisasi dapat ditetapkan pada seluruh tahapan tanpa memperkecil peran pemilik dan mekanik sebagai pengambil keputusan akhir. Pemetaan ini sekaligus menjadi acuan untuk menentukan aliran informasi antar agen yang diuraikan berikutnya.

4.4.4 Information Mapping

Kedelapan agen yang telah diidentifikasi saling bertukar data dalam menjalankan tugasnya, akibatnya entitas data, agent yang mengelolanya, serta agen atau pihak yang mengaksesnya perlu dipetakan melalui *information mapping* [BUS18]. Temuan pemetaan disederhanakan menjadi enam entitas data utama yang meliputi seluruh kebutuhan pertukaran informasi antar agen tersebut. Tabel 4.14 berikut merangkum hasil *information mapping* pada Bengkel Arm F2h Speed.

Tabel 4. 14 Information Mapping Bengkel Arm F2h Speed

No	Entitas Data	Agen Pengelola	Agen/Pihak Terlibat	Tujuan Penggunaan	Penerima Informasi
1.	Data pelanggan dan keluhan kendaraan	<i>Customer Agent</i>	<i>Diagnostic Agent, Mechanic Agent</i>	Diagnosis dasar kerusakan dan pelaksanaan servis.	<i>Diagnostic Agent, Mechanic Agent</i>
2.	Riwayat servis kendaraan	<i>Diagnostic Agent</i>	<i>Mechanic Agent, Recommendation Agent</i>	Mendukung diagnosis mekanik dan rekomendasi perawatan.	<i>Mechanic Agent, Recommendation Agent</i>
3.	Status pengerjaan servis	<i>Mechanic Agent</i>	Pemilik	Pemantauan progres servis secara <i>real-time</i> .	Pemilik
4.	Data stok dan pengadaan suku cadang	<i>Inventory Agent, Procurement Agent, Supplier Agent</i>	<i>Mechanic Agent</i> , Pemilik	Ketersediaan komponen dan kepastian pengadaan tepat waktu.	<i>Mechanic Agent</i> , Pemilik
5.	Data transaksi dan pembayaran	<i>Pricing Agent</i>	Pemilik, Pelanggan	Transaksi pembayaran dan pelaporan keuangan bengkel.	Pemilik, Pelanggan
6.	Riwayat dan pola layanan pelanggan	<i>Recommendation Agent</i>	Pelanggan	Dasar penyusunan rekomendasi perawatan berkala.	Pelanggan

Keenam entitas data pada Tabel 4.14 menjadi acuan dalam merancang cara kerja pertukaran data antar agen, akibatnya setiap agen dapat mengakses informasi yang sesuai kebutuhan tugasnya tanpa duplikasi data yang tidak perlu. Entitas pada setiap data terutama status pengerjaan servis dan riwayat servis kendaraan, disimpan dengan kunci identitas kendaraan atau identitas servis (ID Kendaraan atau ID Servis), sehingga data beberapa kendaraan yang ditangani secara bersamaan tetap tercatat dan telusuri secara independen. Seluruh entitas data tersebut selanjutnya disimpan dan dipertukarkan melalui basis data terpusat.

4.4.5 Stakeholder Mapping

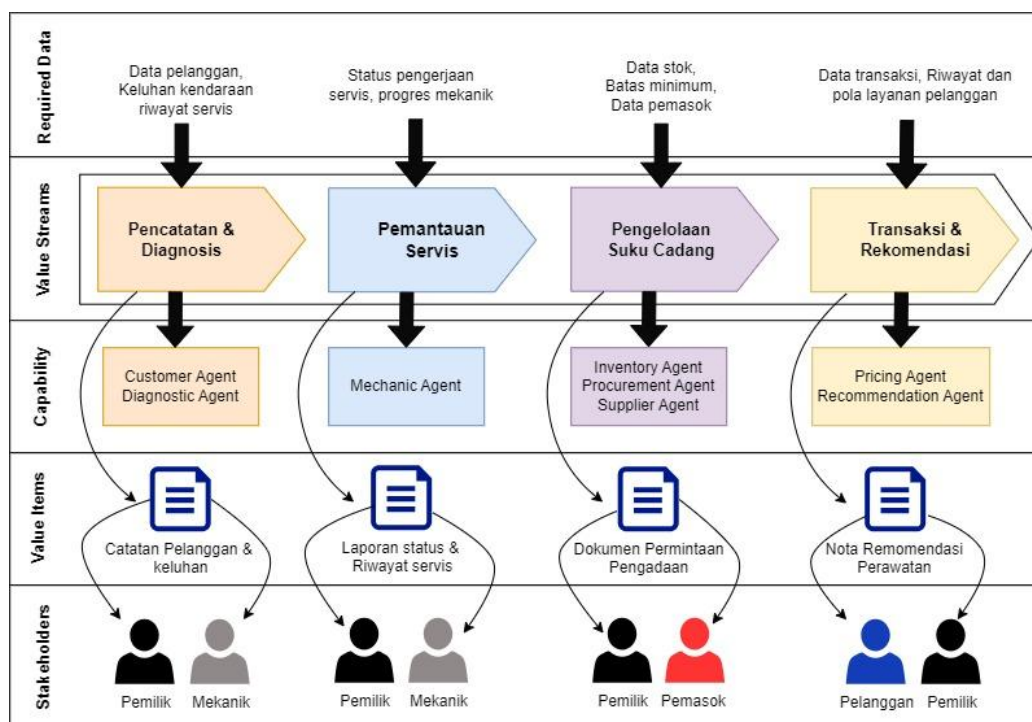
Operasional *Multi-Agent System* (MAS) yang dirancang untuk Bengkel Arm F2h Speed melibatkan dan berpengaruh terhadap beberapa pihak, sehingga seluruh pihak tersebut perlu dipetakan

melalui *stakeholder mapping* [BUS18]. Pemetaan ini mengacu pada peran *stakeholder* yang telah diuraikan sebelumnya, ditambah dengan pemasok sebagai pihak eksternal yang turut berinteraksi dengan sistem melalui *Supplier Agent*. Tabel 4.15 berikut menyajikan temuan *stakeholder mapping* pada Bengkel Arm F2h Speed.

Tabel 4.15 Stakeholder Mapping Bengkel Arm F2h Speed

No	Stakeholder	Peran dalam Bengkel	Interaksi dengan Agen	Kepentingan Utama
1.	Pemilik	Pengelolaan operasional dan pengambilan keputusan administratif serta strategis.	Seluruh agen, terutama <i>Inventory Agent</i> , <i>Procurement Agent</i> , dan <i>Pricing Agent</i> .	Efisiensi operasional dan profitabilitas bengkel.
2.	Mekanik	Pelaksanaan diagnosis, perbaikan, dan pemeliharaan kendaraan.	<i>Diagnostic Agent</i> , <i>Mechanic agent</i> .	Kemudahan akses informasi diagnosis dan pencatatan progres servis.
3.	Pelanggan	Penerimaan layanan servis dan pemilik kendaraan.	<i>Customer Agent</i> , <i>Recommendation Agent</i> .	Transparansi layanan dan kualitas perawatan kendaraan.
4.	Pemasok	Penyedia suku cadang bagi kebutuhan operasional bengkel.	<i>Supplier Agent</i> .	Kejelasan permintaan pengadaan dan kepastian pembayaran.

Temuan *stakeholder mapping* menegaskan bahwa Bengkel Arm F2h Speed hanya dikelola oleh dua orang, sistem yang dirancang perlu mengakomodasi kepentingan pelanggan dan pemasok sebagai pihak eksternal. Setiap agen dalam *Multi-Agent System* (MAS) yang dirancang turut berperan memenuhi kebutuhan keempat *stakeholder* tersebut. Keempat teknik pemetaan BIZBOK yang telah diuraikan ke dalam satu diagram terintegrasi, mengikuti gaya penyajian yang dipakai pada riset [SOM25] yang menggabungkan *value stream*, *capability*, *value items*, dan *stakeholder* ke dalam satu representasi visual. Gambar 4.13 berikut menyediakan sintesis tersebut untuk keempat alur nilai utama Bengkel Arm F2h Speed.



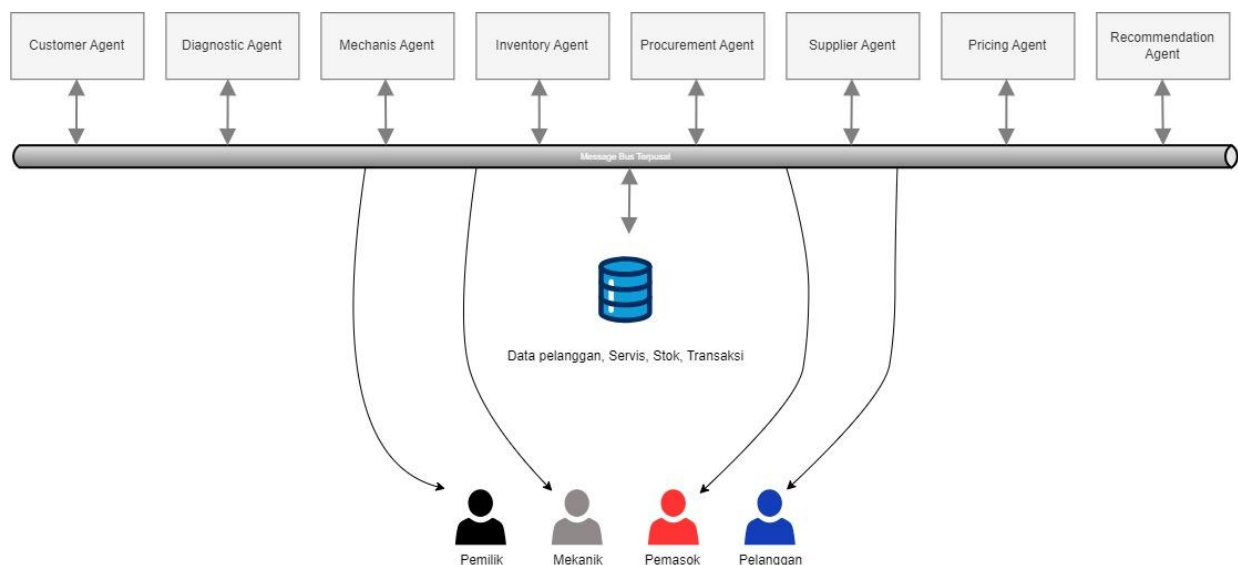
Gambar 4.13 Sintesis Capability, Value Stream, Value Items, dan Stakeholder Mapping

Gambar 4.13 memperlihatkan bahwa setiap alur nilai mempunyai kebutuhan data, kapabilitas (agen) luaran (*value item*), dan stakeholder yang saling terkait secara konsisten dengan hasil pemetaan yang telah diuraikan. Untesis ini menjadi jembatan antara keempat teknik BIZBOK yang diterapkan secara terpisah dengan rancangan arsitektur teknis dan diagram master yang diuraikan berikutnya.

4.4.6 Arsitektur Teknis *Message Bus* dan Basis Data

Komunikasi antar delapan agen pada Bengkel Arm F2h Speed dirancang memakai cara kerja *message bus* terpusat. *Message bus* berperan sebagai penghubung tunggal yang menyeluruh setiap pesan permintaan maupun pembaruan data antar agen, akibatnya agen tidak perlu berkomunikasi secara langsung satu sama lain (*point-to-point*) dan penambahan agen baru di masa mendatang tidak mengubah struktur komunikasi yang sudah berjalan, sebagaimana dijelaskan pada landasan teori komunikasi antar agen (*Agent Communication*) [WOO09]. Seluruh data yang dipertukarkan melalui *message bus* disimpan secara terpusat pada satu basis data yang menampung enam entitas data temuan *information mapping*. Gambar 4.13 berikut menyajikan arsitektur teknis *message bus* dan basis data pada Bengkel Arm F2h Speed.

Arsitektur teknis disusun dengan menggabungkan kedelapan agen dan temuan pemetaan BIZBOK menjadi komponen yang dapat dijalankan, yaitu *message bus* terpusat, basis data terpusat, dan diagram master. *Message bus* dirancang karena koordinasi antara pemilik dan mekanik pada kondisi saat ini masih dijalankan secara lisan, sebagaimana ditemukan pada kajian sebab akibat kategori manusia dan teknologi, sedangkan basis data terpusat dirancang karena data pelanggan, riwayat servis, stok, dan transaksi selama ini dicatat secara manual.



Gambar 4. 14 Arsitektur Teknis *Message Bus* dan Basis Data

Gambar 4.14 memperlihatkan bahwa kedelapan agen terhubung ke *message bus* untuk mengirim dan menerima pesan, sementara *message bus* terhubung ke basis data terpusat untuk membaca dan menuliskan data pelanggan, riwayat servis, stok suku cadang, serta transaksi. Keempat aktor eksternal,

yaitu pemilik, mekanik, pelanggan, dan pemasok, berinteraksi dengan sistem secara tidak langsung melalui agen-agen terkait tanpa perlu mengetahui struktur basis data maupun cara kerja pertukaran pesan yang berjalan di baliknya. Rancangan ini sejalan dengan sasaran riset untuk membangun arsitektur *Multi-Agent System* (MAS) dengan *message bus* Terpusat dan terintegrasi dengan basis data pendukung.

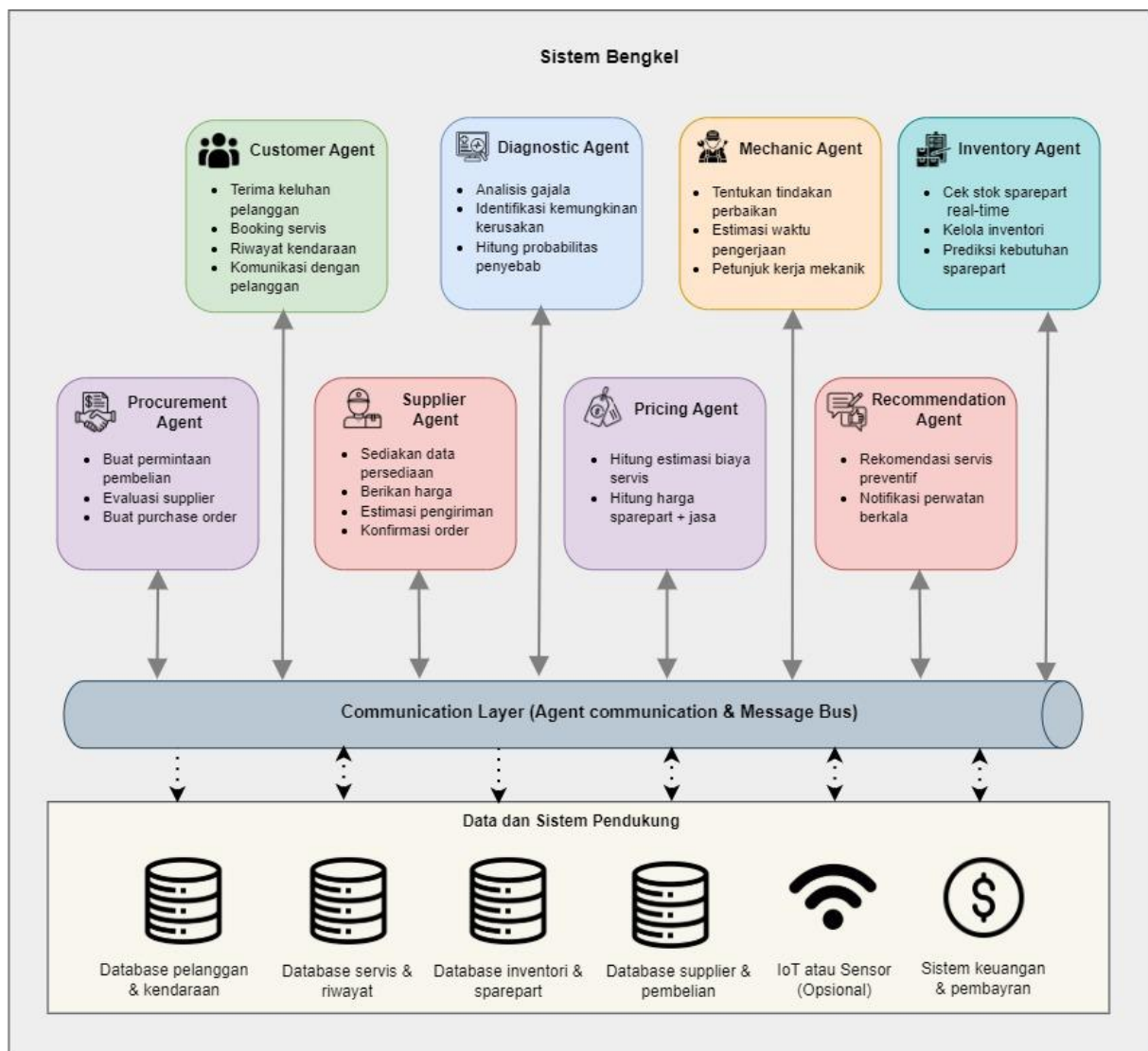
4.4.7 Arsitektur *Multi-Agent System* Secara Keseluruhan

Arsitektur *Multi-Agent System* (MAS) pada Bengkel Arm F2h *Speed* secara keseluruhan disusun dengan menggabungkan seluruh temuan rancangan yang telah diuraikan, yaitu delapan agen beserta fungsi utamanya, *communication layer* sebagai jalur komunikasi dan *message bus* antar agen, serta data dan sistem pendukung yang digunakan ke dalam satu diagram master. Gambar 4.15 berikut menyajikan diagram master arsitektur *Multi-Agent System* (MAS) pada Bengkel Motor F2h *Speed*.

Diagram master merupakan temuan akhir penelusuran perancangan pada bab ini. Kedelapan agen berasal dari delapan kebutuhan fungsional R-01 sampai R-08, jalur komunikasinya berasal dari kebutuhan koordinasi yang selama ini dijalankan secara lisan, dan data pendukungnya berasal dari kebutuhan pencatatan yang selama ini dilakukan secara manual. Oleh sebab itu, setiap elemen pada diagram dapat ditelusuri kembali ke kelemahan sistem kerja bengkel yang ditemukan pada kajian. Basis data terpusat menyimpan data pelanggan, riwayat servis, stok suku cadang, dan transaksi yang dipakai bersama oleh seluruh agen melalui *message bus*. Pemilik tetap memegang keputusan strategis, sebagaimana ditunjukkan pada capability mapping, sedangkan agen menjalankan fungsi operasional yang sebelumnya dicatat dan dikoordinasikan secara manual. Diagram master ini sekaligus menjadi gambaran menyeluruh yang dapat dipakai sebagai acuan ketika rancangan diterapkan pada bengkel lain. Kedelapan agen pada diagram tidak berdiri sendiri, melainkan saling bergantung melalui *message bus*, akibatnya perubahan data pada suatu agen dapat langsung dimanfaatkan oleh agen lain. Setiap agen pada diagram bertanggung jawab atas satu kebutuhan fungsional, sehingga jika suatu kebutuhan berubah, penyesuaiannya dapat dibatasi pada agen yang bersangkutan.

Gambar 4.15 memperlihatkan bahwa kedelapan agen, yaitu *Customer Agent*, *Diagnostic Agent*, *Mechanic Agent*, *Inventory Agent*, *Procurement Agent*, *Supplier Agent*, *Pricing Agent*, dan *Recommendation Agent*, disusun sejajar pada bagian atas diagram beserta fungsi utama masing-masing. *Customer Agent* bertugas menerima keluhan pelanggan, menjalankan *booking* servis, mencatat riwayat kendaraan, dan berkomunikasi dengan pelanggan. *Diagnostic Agent* mengkaji gejala, mengidentifikasi kemungkinan kerusakan, dan menghitung probabilitas penyebab. *Mechanic Agent* menentukan tindakan perbaikan, mengestimasi waktu pengerjaan, dan menyajikan petunjuk kerja mekanik. *Inventory Agent* mengecek stok suku cadang secara *real-time*, mengelola inventori, dan memprediksi kebutuhan suku cadang. *Procurement Agent* membuat permintaan pembelian, mengevaluasi pemasok, dan membuat purchase order. *Supplier Agent* menyediakan data persediaan, memberikan harga, serta mengestimasi pengiriman dan konfirmasi order. *Pricing Agent* menghitung estimasi biaya servis serta harga suku cadang dan jasa. *Recommendation Agent* memberikan rekomendasi servis preventif serta notifikasi

perawatan berkala. Kedelapan agen tersebut saling terhubung melalui *communication layer* yang berfungsi sebagai jalur komunikasi antar agen sekaligus *message bus*, akibatnya pertukaran data dan koordinasi antar agen dapat berlangsung secara terpusat tanpa memerlukan komunikasi lisan langsung antara mekanik dan pemilik. *Communication layer* ini selanjutnya terhubung ke enam data dan sistem pendukung, yaitu basis data pelanggan dan kendaraan, basis data servis dan riwayat, basis data inventori dan suku cadang, basis data pemasok dan pembelian, IoT atau sensor yang bersifat opsional, serta sistem keuangan dan pembayaran. Diagram ini menjadi representasi akhir dari seluruh rancangan arsitektur *Multi-Agent System* (MAS) yang telah diuraikan.



Gambar 4. 15 Diagram Master Arsitektur *Multi-Agent System* Bengkel Motor F2h Speed

4.4.8 Interaksi dan Koordinasi Antar Agen

Interaksi dan koordinasi antar agen pada Bengkel Arm F2h Speed berlangsung melalui pertukaran pesan pada *message bus* terpusat, dengan pola komunikasi permintaan dan tanggapan antara agen pengirim dan agen sasaran. Setiap agen beroperasi secara mandiri dan otonom sesuai dengan perannya masing-masing, akan tetapi tetap saling berkoordinasi mengikuti aliran nilai (*value stream*)

yang telah disusun sebelumnya, sesuai dengan pola komunikasi antar agen yang dijelaskan pada landasan teori komunikasi antar agen [WOO09].

Tahapan pengadaan suku cadang menjadi salah satu contoh koordinasi lintas agen, dimulai ketika *Inventory Agent* mendeteksi stok meraih batas minimum dan mengirimkan pesan melalui *message bus* kepada *Procurement Agent*. *Procurement Agent* kemudian meneruskan permintaan pengadaan kepada *Supplier Agent* sekaligus memberi notifikasi kepada pemilik, akibatnya proses pengadaan dapat berjalan tanpa memerlukan pemilik memantau stok secara manual. Pola koordinasi serupa juga berlaku pada proses diagnosis dan servis, dimana *Diagnostic Agent* menyediakan riwayat servis bagi *Mechanic Agent*, dan temuan pengerjaan *Mechanic Agent* selanjutnya menjadi masukan bagi *Pricing Agent* dan *Recommendation Agent* melalui *message bus* yang sama. Pesan pada *message bus* dan setiap data pada basis data terpusat dikunci dengan ID Kendaraan atau ID Servis sebagaimana sudah dijelaskan sebelumnya, sehingga status dan kebutuhan setiap kendaraan tetap tercatat secara independen meskipun bengkel menangani lebih dari satu kendaraan secara bersamaan, dan informasi tidak lagi campur seperti pada koordinasi lisan sebelumnya.

Cara kerja interaksi tersebut membuat arsitektur yang dirancang mampu mendistribusikan beban pengelolaan informasi yang sebelumnya terpusat pada pemilik, tanpa memperkecil kendali pemilik atas keputusan-keputusan penting dalam operasional bengkel. Rancangan arsitektur *Multi-Agent System* (MAS) yang telah diuraikan secara keseluruhan memperlihatkan bahwa kedelapan agen dapat menggantikan peran pencatatan manual yang sebelumnya bergantung sepenuhnya pada pemilik, sekaligus memperjelas pembagian tanggung jawab antara pemilik dan mekanik sesuai dengan permasalahan yang telah diidentifikasi sebelumnya. Hasil rancangan ini menjadi dasar bagi penarikan kesimpulan dan penyusunan saran yang diuraikan berikutnya.

Bengkel Arm F2h *Speed* dalam riset ini merupakan studi kasus yang sebenarnya, tetapi rancangan pada bab ini tidak terikat pada bengkel tersebut. Kedelapan agen disusun dari fungsi operasional bengkel sepeda motor secara umum, yaitu penerimaan dan pendataan pelanggan, diagnosis, pemantauan pengerjaan, pengelolaan stok, pengadaan, hubungan dengan pemasok, perhitungan biaya, dan rekomendasi perawatan, sedangkan komunikasi antar agen berjalan melalui *message bus* terpusat akibatnya agen dapat ditambah atau disesuaikan tanpa mengubah jalur komunikasi yang ada. Karena itu, rancangan dapat direplikasi di bengkel lain melalui tiga langkah, yaitu memetakan sistem kerja bengkel sasaran dengan *Work System Snapshot*, menyesuaikan kebutuhan fungsional R-01 sampai R-08 dengan kondisi bengkel tersebut, kemudian mengaktifkan atau menyesuaikan agen pada arsitektur yang sama. Hal yang perlu disesuaikan antara lain jumlah dan peran personel, prosedur kerja, batas minimum stok, dan pemasok yang dipakai. Kemampuan replikasi ini merupakan potensi rancangan yang belum diuji pada bengkel lain karena penelitian dibatasi pada perancangan arsitektur.

BAB 5

PENUTUP

Bab ini berisi kesimpulan yang didapatkan dari hasil penelitian ini serta saran untuk pengembangan penelitian selanjutnya.

5.1 Kesimpulan

Penelitian ini mengidentifikasi tiga permasalahan utama pada Bengkel Arm F2h *Speed*, yaitu pencatatan layanan dan pembayaran yang masih dijalankan secara manual, ketidaktepatan data stok suku cadang, serta koordinasi antara pemilik dan mekanik yang masih bergantung pada komunikasi lisan tanpa dukungan sistem, terutama ketika bengkel menangani lebih dari satu kendaraan secara bersamaan. Berdasarkan temuan kajian kebutuhan dan perancangan arsitektur yang telah diuraikan pada bab sebelumnya, dapat disimpulkan bahwa arsitektur *Multi-Agent System* (MAS) yang dirancang mampu menjawab ketiga permasalahan tersebut.

Permasalahan pencatatan layanan dan pembayaran manual dijawab melalui *Customer Agent* dan *Pricing Agent* yang mencatat data pelanggan, keluhan, serta transaksi pembayaran secara digital dan terstruktur, sebagaimana diuraikan pada *capability mapping* dan *information mapping*. Permasalahan ketidaktepatan data stok suku cadang dijawab melalui *inventory agent* dan *procurement agent* yang memantau stok secara *real-time* dan mengirimkan notifikasi pengadaan saat meraih batas minimum, akibatnya pengadaan dapat dilakukan secara proaktif. Permasalahan koordinasi yang bergantung pada komunikasi lisan dijawab melalui arsitektur *message bus* terpusat yang menghubungkan kedelapan agen, dengan status kebutuhan setiap kendaraan tetap tercatat secara independen berdasarkan ID Kendaraan atau ID Servis meskipun beberapa kendaraan ditangani secara bersamaan.

Arsitektur yang dirancang ini mengatur delapan agen dalam satu lingkungan bengkel sistem yang saling terhubung melalui lapisan komunikasi berupa perantara komunikasi agen dan *message bus* terpusat. Lapisan ini kemudian terintegrasi dengan basis data serta sistem pendukung lainnya, sehingga arsitektur ini dapat dikembangkan dengan menambahkan agen baru tanpa mengganggu struktur komunikasi yang sudah ada. Arsitektur *Multi-Agent System* (MAS) yang dihasilkan pada penelitian ini telah memenuhi sasaran tugas akhir, yaitu merancang struktur MAS yang mengorganisir informasi operasional sesuai peran pemilik dan mekanik, membutuhkan desain agen mandiri yang dapat beroperasi tanpa ketergantungan berlebihan pada satu orang, serta menyediakan model arsitektur yang modular dan adaptif untuk menopang estimasi operasional dan kualitas interaksi antara pemilik dan mekanik secara berkelanjutan. Bengkel Arm F2h *Speed* dalam riset ini merupakan studi kasus yang sebenarnya, dengan data yang didapatkan langsung dari operasional bengkel. kedelapan agen yang disusun dari fungsi bengkel sepeda motor secara umum dan arsitekturnya bersifat modular, rancangan ini dapat diaplikasikan kebutuhan fungsional, serta mengatur ulang agen dan tolak ukur operasional

sesuai kondisi bengkel tersebut. Kemampuan replikasi ini merupakan potensi rancangan yang belum diuji pada bengkel lain.

5.2 Saran

Berdasarkan temuan rancangan arsitektur *Multi-Agent System* (MAS) pada riset ini, dijumpai beberapa saran yang dapat dijadikan pertimbangan untuk perkembangan penelitian selanjutnya. Penelitian ini berfokus pada perancangan arsitektur dan tidak meliputi implementasi lengkap sebagaimana dinyatakan pada lingkup akhir, diharapkan penelitian selanjutnya dapat menjalankan implementasi nyata dari rancangan arsitektur kedalam sistem yang berjalan di lingkungan produksi Bengkel Arm F2h *Speed*. Mekanisme keamanan dan hak akses data pada basis data terpusat perlu dikaji selanjutnya, mengingat rancangan pada penelitian ini masih berfokus pada aliran data antar agen dan belum mengulas aspek keamanan secara mendalam. Penelitian selanjutnya dapat memperluas studi ke bengkel motor dengan skala operasional dan jumlah asal daya manusia yang lebih besar, untuk menguji sejauh mana modularitas dan adaptivitas arsitektur dirancang pada penelitian ini dapat diterapkan pada konteks yang lebih kompleks.

DAFTAR PUSTAKA

- [ALT13] Alter, S. (2013, February). Work System Theory: Overview of Core Concepts, Extensions, and Challenges for the Future. *Journal of the Association for Information Systems*, 12(2), 72-121. doi:10.17705/1jais.00323
- [BON05] Bone, A. A. (2005, Juni 18). Multi-Agent System Sebagai Solusi Pembangunan Perangkat Lunak dalam Menjamin Keberlangsungan Hidup Perangkat Lunak. *Seminar Nasional Aplikasi Teknologi Informasi 2005 (SNATI 2005)*, 1(1), K-33-K-38. Diambil kembali dari <https://journal.uui.ac.id/Snati/article/view/1417/1197>
- [BUS18] Business Architecture Guild. (2018). *A Guide to the Business Architecture Body of Knowledge® (BIZBOK® Guide)*. Piscataway, New Jersey, USA: Business Architecture Guild®. Retrieved from www.businessarchitectureguild.org.
- [CAM17] Campos-Rodriguez, R., Gonzalez-Jimenez, L., Cervantes-Alvarez, F., Amezcua-Garcia, F., & Fernandez-Garcia, M. (2017). Multi Agent Systems in Automotive Applications. *IntechOpen*, 3(1), 43-64.
- [FAT25] Fatahillah, M. F., & Baihaqi. (2025, September 9). Rancang Bangun Sistem Informasi Manajemen Bengkel Berbasis Website Pada Bengkel Ahass Honda Engine Service di Aceh Timur. *Jurnal Sosial dan Teknologi (SOSTECH)*, 5(9), 3717-3733. doi:<https://doi.org/10.59188/jurnalsostech.v5i9.32389>
- [FUE09] Fuentes-Fernandez, R., Guijarro, M., & Pajares, G. (2009, January 1). A Multi-Agent System Architecture for Sensor Networks. *Sensors*, 9(12), 10244-10269.
- [GOY25] Goyal, M., & Bhasin, P. (2025). Moving from Monolithic to Microservices Architecture for Multi-Agent Systems. *World Journal of Advanced Engineering Technology and Sciences*, 15(01), 2119-2124.
- [JUL19] Julian, V., & Botti, V. (2019). Multi-Agent Systems. *Applied Sciences*, 9(7), 1402–1408. doi:10.3390/app9071402
- [MAR20] Marizka, D. A., Arkeman, Y., Rahardja, S., Hardomidjojo, H., & Suparno, O. (2020). Peramalan Permintaan Suku Cadang Otomotif Karet dengan Integrasi Agent Based Modelling dan Double Exponential Smoothing. *Jurnal Teknologi Industri Pertanian*, 30(3), 362-368. doi:<https://doi.org/10.24961/j.tek.ind.pert.2020.30.3.362>
- [RAM25] Ramadhan, A. A., & Falevi, M. R. (2025, Juli). Aplikasi Manajemen Servis Kendaraan Bermotor Menggunakan Teknologi QR Code Berbasis Aplikasi Mobile. *JEMSI (Jurnal*

Ekonomi Manajemen Sistem Informasi, 6(6), 3935-3947.
doi:<https://doi.org/10.38035/jemsi.v6i6.5637>

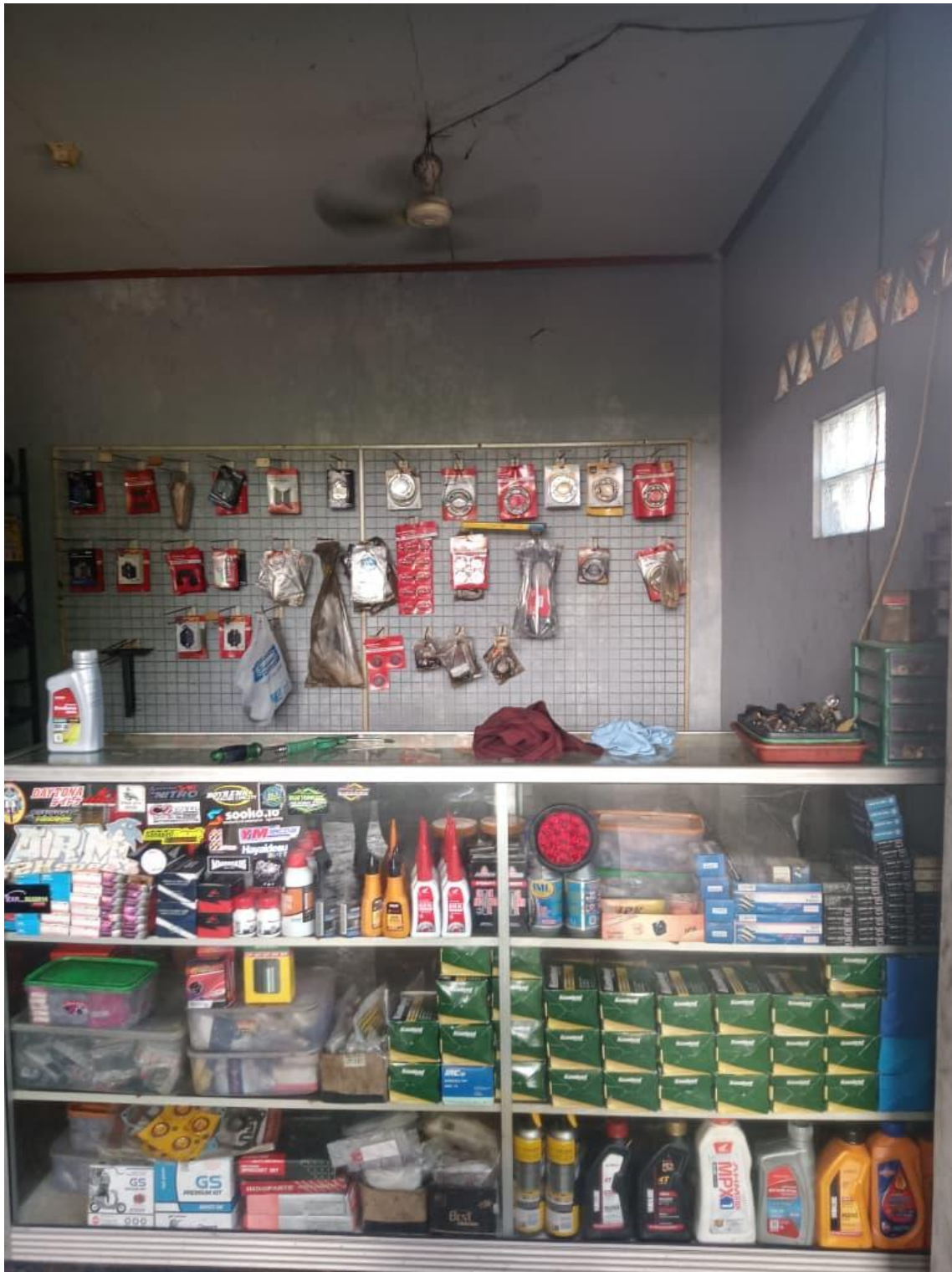
- [SOM25] Somantri, A., Bandung, Y., & Surendro, K. (2025). Carbon Footprint Management Architecture in Urban Mobility Systems. *IEEE Access*, 13, 164107–164129. doi:10.1109/ACCESS.2025.3611423
- [UMA25] Umar, A. (2025, Juni). Optimasi Penugasan Mekanik pada Bengkel Motor XYZ dengan Menggunakan Metode Hungarian. *Jurnal Industrial Engineering and Management (Just-Me)*, 06(01), 100-105. doi:<https://doi.org/10.47398/justme.v6i01.114>
- [WOO09] Wooldridge, M. (2009). *An Introduction to Multi Agent Systems*. (Second Edition ed.). Chichester, West Sussex, Inggris, Chichester, West Sussex,, United Kingdom: John Wiley & Sons. Retrieved from <https://www.wiley.com/en-us/shop/general-introductory-computer-science/an-introduction-to-multiagent-systems-2nd-edition-p-9780470519462>
- [WUL25] Wuladari, C., & Fersellia. (2025, Juni 15). Implementasi Sistem Informasi Manajemen Bengkel Berbasis Web untuk Peningkatan Efisiensi Operasional. *INSOLOGI: Jurnal Sains dan Teknologi*, 4(3), 551-562. doi:10.55123/insologi.v4i3.5587

LAMPIRAN

A. LAMPIRAN A
LAPORAN DOKUMENTASI



Gambar A- 1 Dokumentasi Bersama Pemilik Bengkel



Gambar A- 2 Tampilan Area Penjualan Suku Cadang Bengkel



Gambar A- 3 Pelayanan Pada Pelanggan

B. LAMPIRAN B
BERITA ACARA WAWANCARA



PROGRAM STUDI TEKNIK INFORMATIKA
FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS PASUNDAN BANDUNG
Jl.Dr. Setiabudhi no. 193, Bandung 40153

BERITA ACARA WAWANCARA

No : 01
Hari/Tanggal : Sabtu, 2 Mei 2026
Waktu : 09.00 WIB s.d 12.00 WIB
Tempat : Jl. Kp. Panyosogan, Hegarmanah, Kec. Cikarang Timur, Kab. Bekasi, Jawa Barat.
Agenda : Wawancara mengenai identifikasi permasalahan yang terdapat dibengkel motor

No	Pertanyaan	Jawaban
1.	Apa saja layanan yang tersedia di bengkel tersebut?	Menyediakan layanan perbaikan, perawatan kendaraan, serta penjualan suku cadang hingga lainnya.
2.	Kendaraan merek apa saja yang dilayani pada bengkel tersebut?	Semua kendaraan dari berbagai merek Honda, Yamaha, Suzuki dan merek lainnya.
3.	Apakah Anda mengalami kesulitan saat mendiagnosa kerusakan kendaraan yang kompleks?	Ya, terutama untuk kerusakan yang jarang ditemui. Butuh waktu lama untuk menganalisis karena mengandalkan pengalaman pribadi.
4.	Berapa lama rata-rata waktu yang dibutuhkan untuk menyelesaikan satu pekerjaan servis?	Servis ringan sekitar 30–60 menit, perbaikan mesin bisa 2-3 jam tergantung pada tingkat kerusakan.
5.	Apakah hasil pemeriksaan dan perbaikan kendaraan dicatat?	Tidak, tetapi dengan cara mengingat tanpa mencatat hasil pemeriksaan dan perbaikan kendaraan. Jika terdapat studi kasus yang sama maka pengerjaan akan menjadi lebih cepat.
6.	Bagaimana mekanik melaporkan pekerjaan yang telah selesai?	Setelah pekerjaan selesai, mekanik memberitahukan kepada pemilik bahwa kendaraan telah selesai diperbaiki sehingga dapat dilakukan proses pembayaran.
7.	Bagaimana alur pelayanan servis kendaraan di bengkel?	Ketika kendaraan datang, pemilik menerima keluhan pelanggan dan menyampaikan informasi tersebut kepada mekanik. Mekanik kemudian melakukan pemeriksaan dan perbaikan sesuai keluhan yang disampaikan.
8.	Bagaimana proses jika suku cadang yang dibutuhkan tidak tersedia?	Mekanik melaporkan kebutuhan suku cadang kepada pemilik. Pemilik kemudian membeli suku cadang yang diperlukan. Setelah suku cadang tersedia, mekanik melanjutkan proses perbaikan kendaraan.

Gambar B- 1 Berita Acara Wawancara 01



PROGRAM STUDI TEKNIK INFORMATIKA
FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS PASUNDAN BANDUNG
Jl.Dr. Setiabudhi no. 193, Bandung 40153

BERITA ACARA

No : 02
Hari/Tanggal : Minggu, 24 Mei 2026
Waktu : 08.15 WIB s.d 09.00 WIB
Tempat : Jl. Kp. Panyosogan, Hegarmanah, Kec. Cikarang Timur, Kab. Bekasi, Jawa Barat.
Agenda : Profil Bengkel, komunikasi, administrasi, serta manajemen stok

No	Pertanyaan	Jawaban
1.	Sejak kapan Bengkel Arm F2h Speed mulai beroperasi?	Bengkel Arm F2h Speed beroperasi sejak 15 februari 2015.
2.	Apa visi Bengkel Arm F2h Speed?	Menjadi penyedia jasa otomotif yang terpercaya dengan mengutamakan kualitas, kejujuran, dan kepuasan pelanggan.
3.	Apa misi Bengkel Arm F2h Speed?	Memberikan pelayanan berkualitas, menjaga ketersediaan suku cadang, menjalin hubungan yang transparan dengan pelanggan, dan meningkatkan kompetensi mekanik.
4.	Berapa jumlah mekanik yang bekerja di bengkel ini?	Mekanik satu dan pemilik satu, pada waktu tertentu pemilik merangkap juga sebagai mekanik
5.	Bagaimana proses pencatatan transaksi pembayaran?	Ketika kendaraan sudah selesai diperbaiki mekanik akan lapor kepada pemilik, lalu suku cadang apa saja yang digunakan. Maka pemilik akan membuatkan nota pembayaran transaksi yang dilakukan.
6.	Apakah Anda pernah mengalami kerugian akibat kesalahan estimasi biaya kepada pelanggan?	Pernah, karena perhitungan biaya dilakukan secara manual atau lupa tidak tercatat sehingga ada komponen yang terlewat.
7.	Apakah pernah terjadi keterlambatan informasi antara pemilik dan mekanik?	Sering terjadi, jika mekanik lupa memberitahukan suku cadang yang diganti pada kendaraan maupun menjualan suku cadang. Bisa juga terdapat pada pemilik yang lupa memberikan informasi tambahan pada perbaikan motor misalkan tambahan ganti oli dan lainnya.
8.	Bagaimana proses pemesanan suku cadang ketika stok habis?	Setiap melakukan pengecekan persediaan, dilakukan pemeriksaan terhadap suku cadang yang telah habis atau memiliki jumlah stok yang menipis. Hasil pemeriksaan tersebut kemudian dicatat sebagai dasar untuk melakukan pemesanan atau pembelian kembali suku cadang yang diperlukan.

Gambar B- 2 Berita Acara Wawancara 02