

LAMPIRAN

Lampiran 1. Pedoman Wawancara Terstruktur untuk Validasi Root Cause

Wawancara terstruktur dilakukan dengan empat kategori stakeholder di DJOIN untuk memvalidasi 12 *root cause* yang teridentifikasi dari analisis Fishbone, 5 Whys, dan Co-Mutation (Bab 3.1.4). Hasil validasi disajikan pada Tabel 4.10 Bab IV.

PEDOMAN WAWANCARA

a. Wawancara dengan Tim *Quality Assurance*

Indikator	No	Pertanyaan
Profil	1	Berapa lama Saudara/i bertugas sebagai QA <i>Engineer</i> di DJOIN?
RC-1: <i>Hardcoded</i> DVS	2	Apakah Saudara/i pernah menemukan kasus DVS tidak seimbang yang terjadi berulang di koperasi berbeda? Bagaimana pola kejadiannya?
RC-1: <i>Hardcoded</i> DVS	3	Apakah <i>test case</i> yang ada saat ini mencakup skenario penambahan produk simpanan baru?
RC-2: No Regression	4	Setelah <i>hotfix</i> di- <i>deploy</i> , pengujian apa yang biasanya dilakukan? Apakah ada <i>regression test</i> formal?
RC-2: No Regression	5	Apakah Saudara/i pernah mengalami <i>bug</i> yang muncul kembali setelah <i>hotfix</i> ? Seberapa sering?
RC-3: <i>Algorithm Failure</i>	6	Dari pengalaman Saudara/i, modul mana yang paling sering mengalami kesalahan kalkulasi? Apa penyebab utamanya?
RC-4: No Shift-Left	7	Kapan biasanya tim QA pertama kali menerima informasi tentang fitur yang akan diuji? Sebelum atau sesudah <i>development</i> ?
RC-6: <i>Triage</i>	8	Bagaimana proses <i>triage bug</i> dilakukan saat ini? Apakah ada SLA untuk kategorisasi tiket?
RC-9: <i>Log</i> Tersebar	9	Apakah Saudara/i mengalami kesulitan trace <i>root cause</i> karena <i>Log</i> yang tersebar di berbagai <i>services</i> ?
RC-11: <i>Metadata</i>	10	Apakah field <i>Card Type</i> pada <i>OpenProject</i> selalu diisi lengkap? Jika tidak, apa kendalanya?
Saran	11	Menurut Saudara/i, solusi apa yang paling mendesak untuk mengurangi kegagalan uji fungsional berulang?

b. Wawancara dengan Tim Software Engineering

Indikator	No	Pertanyaan
Profil	1	Berapa lama Saudara/i bertugas sebagai Software Engineer di DJOIN?
RC-1: <i>Hardcoded</i> DVS	2	Apakah <i>query</i> agregasi <i>Dashboard</i> Validasi Saldo saat ini bersifat <i>hardcoded</i> terhadap jenis produk? Mengapa arsitektur ini dipilih?
RC-3: <i>Algorithm Failure</i>	3	Bagaimana proses <i>review</i> formula kalkulasi keuangan? Apakah ada <i>unit test</i> untuk setiap formula?

RC-5: Server <i>Failure</i>	4	Apakah infrastruktur <i>server Dashboard</i> sudah di-scale sesuai pertumbuhan jumlah klien koperasi?
RC-7: Data Migrasi	5	Bagaimana proses migrasi data saat <i>onboarding</i> koperasi baru? Apakah ada validasi otomatis?
RC-8: Batch Job	6	Apakah batch job proses bunga memiliki <i>retry mechanism</i> ? Bagaimana penanganan jika gagal?
RC-10: Multi-branch	7	Bagaimana arsitektur multi-tenant Coopmax mengisolasi <i>defect</i> antar cabang koperasi?
Saran	8	Dari perspektif engineering, solusi teknis apa yang paling efektif untuk mengatasi <i>bug</i> berulang?

c. Wawancara dengan Tim *Product*

Indikator	No	Pertanyaan
Profil	1	Berapa lama Saudara/i bertugas di tim <i>Product</i> DJOIN?
RC-1: <i>Hardcoded</i> DVS	2	Seberapa sering Saudara/i menerima laporan dari koperasi klien terkait DVS tidak seimbang?
RC-4: No Shift-Left	3	Apakah tim QA dilibatkan dalam penyusunan <i>acceptance criteria</i> sebelum sprint dimulai?
RC-6: <i>Triage</i>	4	Apakah Saudara/i mengalami kesulitan memprioritaskan <i>backlog</i> perbaikan karena data tiket tidak lengkap?
RC-7: Data Migrasi	5	Apakah ada keluhan dari koperasi yang baru bergabung terkait inkonsistensi data?
RC-12: API CLIK	6	Bagaimana dampak ketidakstabilan API CLIK terhadap fitur pelaporan kredit KOCEK?
Saran	7	Dari perspektif <i>Product</i> , perbaikan apa yang paling mendesak untuk meningkatkan stabilitas sistem?

d. Wawancara dengan Tim DevOps

Indikator	No	Pertanyaan
Profil	1	Berapa lama Saudara/i bertugas sebagai <i>DevOps Engineer</i> di DJOIN?
RC-5: Server <i>Failure</i>	2	Bagaimana frekuensi server <i>Failure</i> pada infrastruktur <i>Dashboard</i> ? Apa penyebab utamanya?
RC-9: Log Tersebar	3	Apakah saat ini sudah ada centralized <i>Logging</i> ? Jika belum, <i>tools</i> apa yang digunakan?
RC-8: <i>Batch Job</i>	4	Bagaimana mekanisme <i>monitoring batch job</i> proses bunga? Apakah ada <i>alerting</i> jika gagal?
RC-12: API CLIK	5	Seberapa sering API CLIK mengalami timeout atau <i>authentication Failure</i> ?

CI/CD	6	Apakah pipeline <i>deployment</i> saat ini sudah mengintegrasikan automated test? Jika belum, apa kendalanya?
Saran	7	Dari perspektif infrastruktur, perbaikan apa yang paling mendesak untuk mendukung stabilitas sistem?



Lampiran 2. Hasil Wawancara

Kuesioner disebarkan kepada empat narasumber dari tim QA, Software Engineering, *Product*, dan *DevOps*. Narasumber diminta memberikan skor validasi terhadap pernyataan *root cause* yang relevan dengan domainnya.

Skala Penilaian:

1 = Sangat Tidak Setuju, 2 = Tidak Setuju, 3 = Netral, 4 = Setuju, 5 = Sangat Setuju

1. Validasi oleh Tim *Quality Assurance* (E1: QA Lead)

Nama/Inisial: I Putu Adhi Surya Negara / E1 | Jabatan: QA Lead | Lama Bertugas: 3+ tahun

No	Kode	Pernyataan Root Cause	Skor	Komentar Narasumber
1	RC-1	<i>Dashboard</i> Validasi Saldo (DVS) tidak seimbang disebabkan oleh <i>query</i> agregasi yang di- <i>hardcode</i> terhadap jenis produk simpanan tertentu.	5	Betul
2	RC-2	Tidak adanya regression test pasca- <i>hotfix</i> menyebabkan <i>bug</i> yang sama muncul kembali setelah perbaikan.	5	Betul, karena masih mengerjakan task sprint berjalan
3	RC-3	Kesalahan kalkulasi keuangan (<i>Algorithm Failure</i>) disebabkan formula yang tidak memperhitungkan <i>edge case</i> produk baru.	4	Iya, <i>Edge case</i> sering tidak ada di <i>requirement</i> .
4	RC-4	Kurangnya keterlibatan QA dalam penyusunan <i>acceptance criteria</i> sebelum sprint menyebabkan miskomunikasi <i>requirement</i> .	5	Tim <i>Product</i> yang menyusun <i>Acceptance criteria</i> dan QA hanya menyusun <i>scenario</i> dan <i>test case</i> dari <i>Acceptance criteria</i> tersebut
5	RC-6	Proses <i>triage bug</i> tidak terstruktur, tidak ada SLA kategorisasi tiket.	4	Belum ada SLA. Tiket masuk ya masuk aja tanpa wajib isi Card Type.
6	RC-9	Tidak adanya <i>centralized logging</i> menyulitkan proses trace <i>root cause bug</i> lintas modul.	5	Harus cek <i>Log</i> satu-satu via SSH di tiap service. Makan waktu.
7	RC-11	Metadata tiket di <i>OpenProject</i> sering tidak diisi lengkap (Card Type masih default 'Pilih').	5	Iya, tidak ada mandatory field yang membuat sering terlewat

Sumber: Kuesioner validasi stakeholder, E1: QA Lead DJOIN

2. Validasi oleh Tim *Software Engineering* (E2: SE Lead)

Nama/Inisial: Muhamad Aji Pandean Mertayasa / E2 | Jabatan: *Software Engineering Lead* | Lama Bertugas: 5+ tahun

No	Kode	Pernyataan Root Cause	Skor	Komentar Narasumber
1	RC-1	<i>Dashboard</i> Validasi Saldo (DVS) tidak seimbang disebabkan oleh <i>query</i> agregasi yang di- <i>hardcode</i> terhadap jenis produk simpanan tertentu.	5	Betul
2	RC-3	Kesalahan kalkulasi keuangan (<i>Algorithm Failure</i>) disebabkan formula yang tidak memperhitungkan <i>edge case</i> produk baru.	4	Unit test khusus per formula belum ada.
3	RC-5	Infrastruktur server <i>Dashboard</i> belum di-scale sesuai pertumbuhan jumlah klien koperasi.	4	Klien bertambah dari 100 ke 126 tapi server belum di-scale proporsional. Sering <i>Bad Gateway</i> .
4	RC-7	Proses migrasi data saat <i>onboarding</i> koperasi baru tidak memiliki validasi otomatis.	5	Prosesnya masih semi-manual. Tidak ada validasi otomatis pasca-migrasi.
5	RC-8	Batch job proses bunga tidak memiliki <i>retry mechanism</i> , sehingga kegagalan harus ditangani manual.	4	Belum ada <i>retry</i> . Pernah kejadian bunga tidak terproses 100% dan baru ketahuan belakangan.
6	RC-10	Arsitektur multi-tenant Coopmax tidak mengisolasi <i>defect</i> antar cabang, sehingga satu <i>bug</i> berdampak ke seluruh cabang.	5	Betul

Sumber: Kuesioner validasi stakeholder, E2: SE Lead DJOIN

3. Validasi oleh Tim *Product* (E3: *Product Owner*)

Nama/Inisial: I Gusti Alit Indrawan / E3 | Jabatan: *Product Owner* | Lama Bertugas: 4+ tahun

No	Kode	Pernyataan Root Cause	Skor	Komentar Narasumber
1	RC-1	<i>Dashboard</i> Validasi Saldo (DVS) tidak seimbang disebabkan oleh <i>query</i> agregasi yang di- <i>hardcode</i> terhadap jenis produk simpanan tertentu.	5	Informasi dari tim <i>engineer</i> seperti itu
2	RC-4	Kurangnya keterlibatan QA dalam penyusunan <i>acceptance criteria</i> sebelum sprint menyebabkan miskomunikasi <i>requirement</i>	4	QA diundang ke <i>sprint planning</i> , tapi praktiknya sering belum paham konteks produknya.
3	RC-6	Proses <i>triage bug</i> tidak terstruktur, tidak ada SLA kategorisasi tiket.	5	Sangat setuju. Susah prioritaskan <i>backlog</i> kalau data tiket nggak lengkap.
4	RC-7	Proses migrasi data saat <i>onboarding</i> koperasi baru tidak memiliki validasi otomatis.	4	Setiap <i>onboarding</i> pasti ada keluhan data tidak cocok. Membuat <i>trust issue</i> di awal.
5	RC-11	Metadata tiket di <i>OpenProject</i> sering tidak diisi lengkap (Card Type masih default 'Pilih').	5	Tahun 2024 banyak tiket yang tidak dikategorikan. Saya tidak bisa bedakan mana yang kritis.
6	RC-12	Ketergantungan pada API CLIK yang tidak stabil mengganggu fitur pelaporan kredit KOCEK.	4	Lumayan mengganggu.

Sumber: Kuesioner validasi stakeholder, E3: Product Owner DJOIN

4. Validasi oleh Tim DevOps (E4: DevOps Engineer)

Nama/Inisial: I Ketut Widnyana Kesuma / E4 | Jabatan: DevOps Engineer | Lama Bertugas: 3+ tahun

No	Kode	Pernyataan Root Cause	Skor	Komentar Narasumber
1	RC-2	Tidak adanya regression test pasca-hotfix menyebabkan <i>bug</i> yang sama muncul kembali setelah perbaikan.	4	Pipeline kita belum ada test gate. Build dan <i>deploy</i> aja, tanpa validasi otomatis.
2	RC-5	Infrastruktur server <i>Dashboard</i> belum di-scale sesuai pertumbuhan jumlah klien operasi.	5	Tahun 2023 sering terjadi server <i>Failure</i> , terutama <i>Dashboard</i> .
3	RC-8	Batch job proses bunga tidak memiliki <i>retry mechanism</i> , sehingga kegagalan harus ditangani manual.	5	Belum ada <i>retry</i> dan belum ada alerting. Baru tahu gagal setelah ada laporan dari operasi.
4	RC-9	Tidak adanya <i>centralized Logging</i> menyulitkan proses trace <i>root cause bug</i> lintas modul.	5	Masih pakai SSH satu-satu ke tiap server.
5	RC-10	Arsitektur <i>multi-tenant</i> Coopmax tidak mengisolasi <i>defect</i> antar cabang, sehingga satu <i>bug</i> berdampak ke seluruh cabang.	4	Dari sisi <i>deployment</i> memang efisien, tapi satu <i>bug</i> membuat semua cabang berimpact.
6	RC-12	Ketergantungan pada API CLIK yang tidak stabil mengganggu fitur pelaporan kredit KOCEK.	5	Sering <i>timeout</i> dan <i>auth failed</i> . Kontrol kita terbatas karena itu third-party.

Sumber: Kuesioner validasi stakeholder, E4: DevOps Engineer DJOIN

5. Rekapitulasi Skor Validasi Root Cause

Tabel berikut merangkum skor validasi dari seluruh narasumber untuk setiap root cause.

No	Kode	Root Cause	E1	E2	E3	E4	Rata-rata	Kategori
1	RC-1	<i>Hardcoded Product Type</i> pada DVS	5	5	5	-	5.0	Sangat Valid
2	RC-2	Tidak Ada Regression Test Pasca-Hotfix	5	-	-	4	4.5	Sangat Valid
3	RC-3	<i>Algorithm Failure</i> pada Formula Kalkulasi	4	4	-	-	4.0	Valid
4	RC-4	<i>Requirement Miscommunication</i>	5	-	4	-	4.5	Sangat Valid
5	RC-5	Infrastruktur <i>Server</i> Belum Di-scale	-	4	-	5	4.5	Sangat Valid
6	RC-6	<i>Bug Triage</i> Tidak Terstruktur	4	-	5	-	4.5	Sangat Valid
7	RC-7	<i>Data Migration Issues</i>	-	5	4	-	4.5	Sangat Valid
8	RC-8	<i>Batch Job</i> Tanpa <i>Retry mechanism</i>	-	4	-	5	4.5	Sangat Valid
9	RC-9	Tidak Ada <i>Centralized Logging</i>	5	-	-	5	5.0	Sangat Valid
10	RC-10	<i>Multi-tenant</i> Tanpa Isolasi <i>defect</i>	-	5	-	4	4.5	Sangat Valid
11	RC-11	Metadata Tiket Tidak Lengkap	5	-	5	-	5.0	Sangat Valid
12	RC-12	Ketergantungan API CLIK	-	-	4	5	4.5	Sangat Valid

Keterangan Kategori: Sangat Valid ($\geq 4,5$); Valid ($3,5 - 4,4$); Cukup Valid ($2,5 - 3,4$); Kurang Valid ($< 2,5$)

Lampiran 3. Karakteristik Responden *Expert*

Responden dalam penelitian ini adalah para ahli (*expert*) yang terlibat langsung dalam proses pengembangan, pengujian, dan pengelolaan sistem origination pinjaman DJOIN. Pemilihan responden dilakukan secara purposive sampling berdasarkan kriteria: (1) memiliki pengalaman kerja minimal 3 tahun di bidang yang relevan; (2) terlibat langsung dalam identifikasi, penanganan, atau pengambilan keputusan terkait kegagalan uji fungsional pada sistem Coopmax dan/atau KOCEK; (3) memiliki pemahaman terhadap data *Bug Tracking System* (*OpenProject*); serta (4) mewakili perspektif dari empat divisi utama: *Quality Assurance*, *Software Engineering*, *Product*, dan *DevOps*.

Jumlah responden sebanyak 4 (empat) orang *expert* dianggap memadai untuk metode AHP, mengacu pada rekomendasi Saaty (1980) bahwa pengambilan keputusan AHP idealnya melibatkan 3–7 *expert* yang kompeten di bidangnya. Validitas hasil AHP dijamin melalui uji konsistensi (*Consistency Ratio* < 0,10), bukan melalui jumlah responden yang besar sebagaimana pada penelitian survei kuantitatif.

No	Kode	Jabatan	Bidang Keahlian	Pengalaman Kerja	Peran dalam Penelitian
1	E1	<i>QA Lead</i>	<i>Quality Assurance, Manual & Automated Testing, Bug Management</i>	> 3 tahun di DJOIN sebagai QA; menangani langsung 1.759 tiket <i>bug</i> 2023–2025	<i>Expert AHP + Validator RCA (Tim QA)</i>
2	E2	<i>Software Engineering Lead</i>	<i>Backend Development, System Architecture, Database Design</i>	> 5 tahun pengembangan sistem keuangan; arsitek utama Coopmax	<i>Expert AHP + Validator RCA (Tim Engineering)</i>
3	E3	<i>Product Owner</i>	Product Management, Business Analysis, Stakeholder Communication	> 4 tahun mengelola <i>backlog</i> produk Coopmax; penghubung klien koperasi	<i>Expert AHP + Validator RCA (Tim Product)</i>
4	E4	<i>DevOps Engineer</i>	<i>CI/CD Pipeline, Server Infrastructure, Monitoring & Logging</i>	> 3 tahun mengelola infrastruktur <i>deployment</i> Coopmax & KOCEK	<i>Expert AHP + Validator RCA (Tim DevOps)</i>

Sumber: Data primer, profil tim DJOIN

Lampiran 4. Tabel Kontribusi *Expert* per Tahapan Penelitian

Tahapan Penelitian	E1 (QA Lead)	E2 (SE Lead)	E3 (<i>Product Owner</i>)	E4 (<i>DevOps</i>)
Validasi <i>Root cause</i> (Tabel 4.10)	✓	✓	✓	✓
Penilaian <i>Severity</i> RCA (Lampiran 3.3)	✓	✓	✓	✓
<i>Pairwise Comparison</i> Kriteria (Lampiran 3.4)	✓	✓	✓	✓
<i>Pairwise Comparison</i> Alternatif vs C1	✓	✓	✓	—
<i>Pairwise Comparison</i> Alternatif vs C2	✓	✓	—	✓
<i>Pairwise Comparison</i> Alternatif vs C3	✓	✓	✓	✓
<i>Pairwise Comparison</i> Alternatif vs C4	✓	✓	✓	—
<i>Pairwise Comparison</i> Alternatif vs C5	—	✓	—	✓
Review Strategi Mitigasi (Bab 4.5)	✓	✓	✓	✓
Review Perbaikan SOP (Tabel 4.17)	✓	✓	✓	✓

Sumber: Dokumentasi penelitian



Lampiran 5. Instrumen Penelitian

a. Kuesioner Penelitian dengan *Google Form*

Bagian 1: Profil Narasumber

Nama / Inisial *

Jawaban Anda

Jabatan *

Jawaban Anda

Lama bertugas di DJQIN *

Jawaban Anda



Bagian 2: Validasi Root Cause

Berikan skor 1–5 untuk setiap pernyataan berikut.

1 = Sangat Tidak Setuju, 2 = Tidak Setuju, 3 = Netral, 4 = Setuju, 5 = Sangat Setuju

[RC-1] Dashboard Validasi Saldo (DVS) tidak seimbang disebabkan oleh query agregasi yang di-hardcode terhadap jenis produk simpanan tertentu. *

	1	2	3	4	5	
Sangat Tidak Setuju	☐	☐	☐	☐	☐	Sangat Setuju

Komentar untuk RC-1 (opsional)

Berikan penjelasan singkat berdasarkan pengalaman Anda.

Jawaban Anda

[RC-2] Tidak adanya regression test pasca-hotfix menyebabkan bug yang sama muncul kembali setelah perbaikan. *

	1	2	3	4	5	
Sangat Tidak Setuju	☐	☐	☐	☐	☐	Sangat Setuju

Komentar untuk RC-2 (opsional)

Berikan penjelasan singkat berdasarkan pengalaman Anda.

Jawaban Anda

[RC-3] Kesalahan kalkulasi keuangan (Algorithm Failure) disebabkan formula yang tidak memperhitungkan edge case produk baru. *

	1	2	3	4	5	
Sangat Tidak Setuju	☐	☐	☐	☐	☐	Sangat Setuju

Bagian 3: Saran & Masukan

Menurut Anda, solusi apa yang paling mendesak untuk mengurangi kegagalan uji fungsional berulang?

Jawaban Anda

Apakah ada root cause lain yang belum tercakup dalam kuesioner ini? Jika ada, silakan jelaskan.

Jawaban Anda

b. Lembar Validasi *Stakeholder*

Lembar validasi berikut digunakan untuk mengonfirmasi bahwa setiap *root cause* yang teridentifikasi dari analisis data tiket merupakan kegagalan fungsional yang sesungguhnya, bukan kesalahan interpretasi peneliti. Hasil pengisian lembar ini menjadi dasar Tabel 4.10 Bab IV.

Nama Validator :

Jabatan/Divisi :

Tanggal Validasi :

Petunjuk: Centang kolom "Valid" jika Bapak/Ibu menyetujui bahwa *root cause* tersebut memang terjadi berdasarkan pengalaman kerja. Centang "Tidak Valid" jika menurut Bapak/Ibu *root cause* tersebut tidak sesuai. Berikan catatan tambahan jika diperlukan.

Lembar Validasi *Root Cause*

No	Root Cause	Valid	Tidak Valid	Catatan Tambahan
1	RC-1: <i>Hardcoded Product type assumption</i> pada <i>query</i> agregasi DVS			
2	RC-2: Tidak ada regression test suite — <i>hotfix</i> tanpa validasi regresi			
3	RC-3: <i>Algorithm Failure</i> pada formula kalkulasi transaksi keuangan			
4	RC-4: QA tidak dilibatkan di fase <i>requirement review</i> (no shift-left)			
5	RC-5: Server <i>Failure</i> pada infrastruktur <i>Dashboard</i>			
6	RC-6: Proses <i>triage</i> dan kategorisasi <i>bug</i> tidak terstruktur			
7	RC-7: Data migrasi tidak bersih saat <i>onboarding</i> koperasi baru			
8	RC-8: Batch job proses bunga tidak reliable			
9	RC-9: <i>Log error</i> tersebar di berbagai <i>services</i> — sulit trace root cause			
10	RC-10: Multi-branch <i>deployment</i> memperkuat dampak single <i>defect</i>			
11	RC-11: Inkonsistensi pengisian metadata tiket <i>bug</i> oleh CS/QA			
12	RC-12: Third-party API CLIK tidak stabil (KOCEK)			

Tanda Tangan Validator:

c. Rubrik Penilaian *Severity Root Cause Analysis* (RCA)

Instrumen berikut digunakan untuk menilai tingkat keparahan (*severity*) setiap akar penyebab masalah (*root cause*) hasil RCA secara terstandarisasi, sebagaimana telah dijelaskan pada Tabel 3.1 Bab III. Instrumen ini menjadi dasar pengisian data pada Lampiran 3.3.

Skor	<i>Frequency</i> (Frekuensi Kejadian)	<i>Business Impact</i> (Dampak Bisnis)	<i>Resolution Time</i> (Waktu Perbaikan)
1 (Sangat Rendah)	< 1 kali per bulan	Tidak ada gangguan operasional; hanya kosmetik.	< 1 jam
2 (Rendah)	1-3 kali per bulan	Gangguan minor; workaround tersedia.	1 - 4 jam
3 (Sedang)	1 kali per minggu	Gangguan pada fitur non-kritis; operasional melambat.	4 - 8 jam (1 hari kerja)
4 (Tinggi)	2-4 kali per minggu	Gangguan fitur utama; transaksi terhambat sebagian.	2 - 3 hari kerja
5 (Sangat Tinggi)	Harian / terus menerus	<i>System down</i> ; transaksi berhenti total; kerugian finansial langsung.	> 3 hari kerja

Sumber: Rubrik Penilaian *Severity RCA*, Tabel 3.1 Bab III Proposal Penelitian.

d. Instrumen Penilaian *Expert Judgment AHP*

Instrumen berikut digunakan untuk memperoleh data perbandingan berpasangan (*Pairwise Comparison*) dari para ahli. Instrumen disusun berdasarkan metodologi AHP (Saaty, 1980) dan diberikan kepada keempat *expert* (Lampiran 3.A) untuk pengisian secara konsensus.

Bagian I: Profil Responden *Expert*

Nama Lengkap	:
Jabatan / Posisi	:
Bidang Keahlian	:
Pengalaman di Bidang (tahun)	:
Tanggal Pengisian	:
Tanda Tangan	:

Bagian II: Petunjuk Pengisian

Berilah penilaian perbandingan berpasangan pada setiap pasangan kriteria/alternatif berdasarkan pengalaman dan keahlian Bapak/Ibu. Gunakan skala Saaty 1–9 sebagai berikut:

Tabel Skala Perbandingan Berpasangan Saaty

Intensitas	Definisi	Penjelasan
1	Sama Penting	Kedua elemen memiliki kontribusi yang sama
3	Sedikit Lebih Penting	Pengalaman dan penilaian sedikit memihak satu elemen
5	Lebih Penting	Pengalaman dan penilaian dengan kuat memihak satu elemen
7	Sangat Lebih Penting	Satu elemen secara kuat disukai dan dominasinya terlihat dalam praktik
9	Mutlak Lebih Penting	Bukti yang menyokong satu elemen atas yang lain memiliki tingkat penegasan tertinggi
2, 4, 6, 8	Nilai Antara	Nilai kompromi di antara dua penilaian yang berdekatan

Bagian III: Matriks Perbandingan Berpasangan Kriteria Utama

Definisi Kriteria:

1. C1: Dampak Bisnis menentukan seberapa besar pengaruh solusi terhadap operasional bisnis DJOIN
2. C2: Biaya Implementasi menentukan total biaya yang diperlukan untuk mengimplementasikan solusi
3. C3: Waktu Implementasi menentukan durasi dari planning hingga *deployment* dan stabilisasi
4. C4: Efektivitas Solusi menentukan kemampuan solusi mengatasi *root cause* secara permanen
5. C5: Kompleksitas Teknis menentukan tingkat kesulitan implementasi dan maintenance solusi

e. Matriks Perbandingan Berpasangan Kriteria Utama (Template)

Kriteria	C1	C2	C3	C4	C5
C1: Dampak Bisnis	1				
C2: Biaya		1			
C3: Waktu			1		
C4: Efektivitas				1	
C5: Kompleksitas					1

Petunjuk: Isi sel di atas diagonal dengan nilai 1–9. Sel di bawah diagonal otomatis merupakan kebalikan (1/nilai).

f. Matriks Perbandingan Alternatif terhadap Setiap Kriteria

Daftar 12 Alternatif Solusi:

1. A1: Comprehensive QA Training Program
2. A2: Peer Review System
3. A3: QA Best Practice Guidelines
4. A4: Automated Testing Framework
5. A5: Test Environment Upgrade
6. A6: Enhanced Bug Detection Tools
7. A7: Test-Driven Development (TDD)

8. A8: CI/CD Implementation
9. A9: *Test case Management System*
10. A10: *Bug Reporting Template*
11. A11: Cross-functional Meetings
12. A12: *System Documentation*

Untuk setiap kriteria (C1 s.d. C5), bandingkan setiap pasangan alternatif menggunakan matriks 12×12 dengan skala Saaty 1–9.

g. Matriks Perbandingan Alternatif (Template, satu matriks per kriteria)

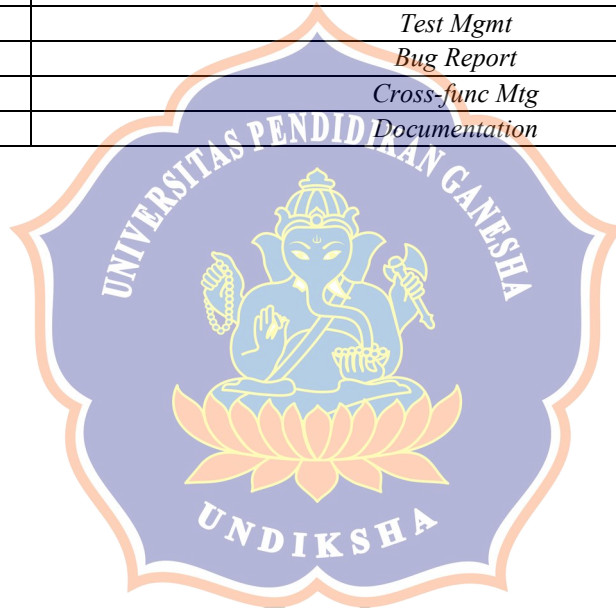
	A1	A2	A3	A4	A5	A6	A7	A8	A9	A10	A11	A12
A1	1											
A2		1										
A3			1									
A4				1								
A5					1							
A6						1						
A7							1					
A8								1				
A9									1			
A10										1		
A11											1	
A12												1

(Buat 5 salinan matriks ini: satu untuk setiap kriteria C1, C2, C3, C4, C5)

Lampiran 6. Daftar Kode Alternatif Solusi

Untuk mempersingkat penyajian matriks 12x12 pada perhitungan AHP tingkat alternatif (Lampiran 3.6), setiap alternatif solusi diberi kode A1 hingga A12 sebagai berikut.

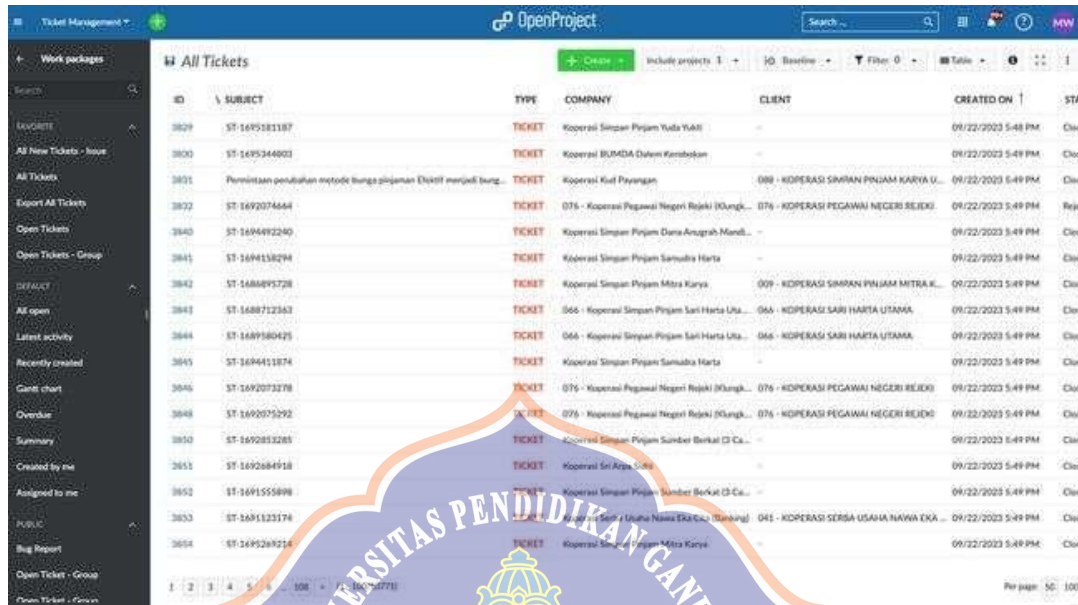
Kode	Nama Alternatif Solusi
A1	<i>QA Training</i>
A2	<i>Peer Review</i>
A3	<i>Best Practice</i>
A4	<i>Automated Testing</i>
A5	<i>Env Upgrade</i>
A6	<i>Bug Detection</i>
A7	<i>TDD</i>
A8	<i>CI/CD</i>
A9	<i>Test Mgmt</i>
A10	<i>Bug Report</i>
A11	<i>Cross-func Mtg</i>
A12	<i>Documentation</i>



Lampiran 7. Data Mentah (*Raw Data*)

h. Data *Bug Production* Sistem Origination Pinjaman DJOIN (2023-2025)

Board Open Project Djoin



ID	SUBJECT	TYPE	COMPANY	CLIENT	CREATED ON	STA
3829	ST-1695181187	TICKET	Koperasi Simpan Pinjam Yuda Yuli	--	09/22/2023 5:48 PM	Clos
3830	ST-1695344003	TICKET	Koperasi BUMDA Duren Kambolan	--	09/22/2023 5:49 PM	Clos
3831	Pemintaan pendataan metode bunga pinjaman Elkitab menjadi bung...	TICKET	Koperasi Kuli Payangan	088 - KOPERASI SIMPAN PINJAM KARYA U...	09/22/2023 5:49 PM	Clos
3832	ST-1692074664	TICKET	076 - Koperasi Pegawai Negeri Rejeki (Kung...	076 - KOPERASI PEGAWAI NEGERI REJEKI	09/22/2023 5:49 PM	Reje
3840	ST-1694892240	TICKET	Koperasi Simpan Pinjam Dana Amugrah Mandiri	--	09/22/2023 5:49 PM	Clos
3841	ST-16941138294	TICKET	Koperasi Simpan Pinjam Samudra Harta	--	09/22/2023 5:49 PM	Clos
3842	ST-1688495728	TICKET	Koperasi Simpan Pinjam Mitra Karya	009 - KOPERASI SIMPAN PINJAM MITRA K...	09/22/2023 5:49 PM	Clos
3843	ST-1688712363	TICKET	066 - Koperasi Simpan Pinjam Sari Harta Uta...	066 - KOPERASI SARI HARTA UTAMA	09/22/2023 5:49 PM	Clos
3844	ST-1689180425	TICKET	066 - Koperasi Simpan Pinjam Sari Harta Uta...	066 - KOPERASI SARI HARTA UTAMA	09/22/2023 5:49 PM	Clos
3845	ST-1694411874	TICKET	Koperasi Simpan Pinjam Samudra Harta	--	09/22/2023 5:49 PM	Clos
3846	ST-1692073278	TICKET	076 - Koperasi Pegawai Negeri Rejeki (Kung...	076 - KOPERASI PEGAWAI NEGERI REJEKI	09/22/2023 5:49 PM	Clos
3848	ST-1692073292	TICKET	076 - Koperasi Pegawai Negeri Rejeki (Kung...	076 - KOPERASI PEGAWAI NEGERI REJEKI	09/22/2023 5:49 PM	Clos
3850	ST-1692813285	TICKET	Koperasi Simpan Pinjam Sumber Berkah (3 Ca...	--	09/22/2023 5:49 PM	Clos
3851	ST-1692844918	TICKET	Koperasi Sri Atma Sakti	--	09/22/2023 5:49 PM	Clos
3852	ST-1691555898	TICKET	Koperasi Simpan Pinjam Sumber Berkah (3 Ca...	--	09/22/2023 5:49 PM	Clos
3853	ST-1691123174	TICKET	Koperasi Simpan Pinjam Negeri Rejeki (Kung...	041 - KOPERASI SERBA USAHA NAWA EKA ...	09/22/2023 5:49 PM	Clos
3854	ST-1695289214	TICKET	Koperasi Simpan Pinjam Mitra Karya	--	09/22/2023 5:49 PM	Clos

Data berikut merupakan data mentah jumlah *bug rodution* pada sistem Coopmax dan KOCEK tahun 2023-2025 yang diperoleh dari sistem pelacakan isu *OpenProject* DJOIN, sebagai dasar Tabel 4.1 pada Bab IV.

Tahun	Sistem	Total Bug	Closed	Unresolved	Unresolved Rate
2023	Coopmax	547	491	56	10.24%
2024	Coopmax	739	354	385	52.10%
2025	Coopmax	438	434	4	0.91%
2025	KOCEK	35	-	-	-
	TOTAL	1759			

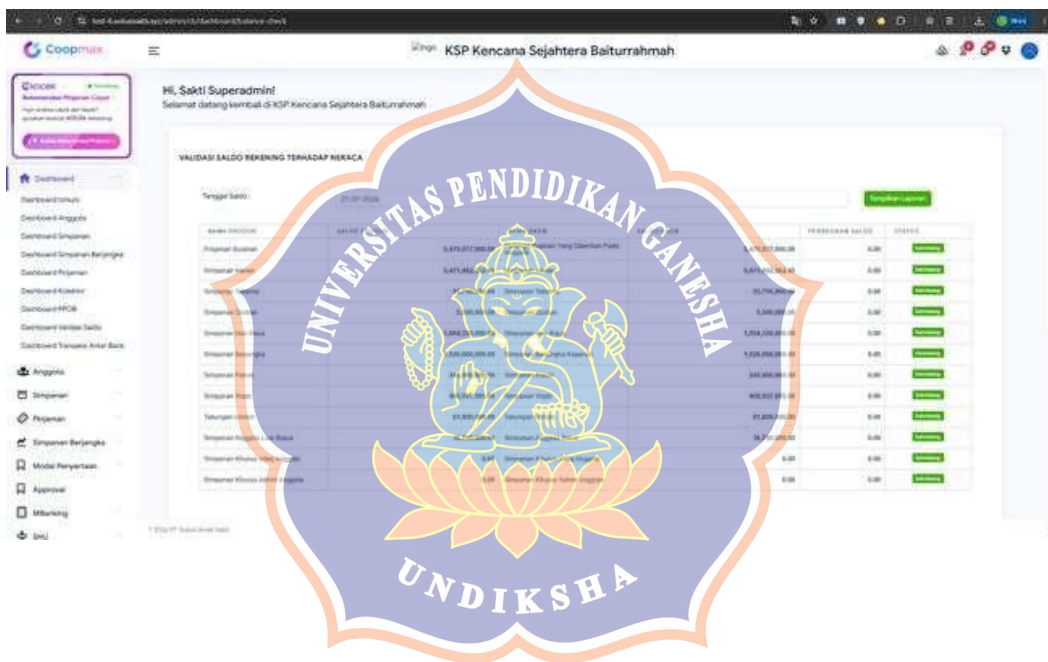
Sumber: *OpenProject* DJOIN, diolah (2025) - Tabel 4.1 dalam Bab IV.

i. Rekurensi *Bug* DVS (Tabel 4.3)

Tahun	Tiket DVS	Pertumbuhan YoY
2023	30	-
2024	47	56.67%
2025	67	42.55%
TOTAL DVS	144	
Rata-rata / bulan	4.65	

Sumber: OpenProject DJOIN, diolah (2025) - Tabel 4.3 dalam Bab IV.

Dashboard Validasi Saldo



Lampiran 8. Proses Perhitungan *Analytical Hierarchy Process* (AHP) – Kriteria Utama (Level 1)

a. Matriks Perbandingan Berpasangan Kriteria Utama (Tabel 4.11)

Kriteria	C1: Dampak Bisnis	C2: Biaya	C3: Waktu	C4: Efektivitas	C5: Kompleksitas
C1: Dampak Bisnis	1	3	4	0.500	5
C2: Biaya	0.333	1	2	0.250	3
C3: Waktu	0.250	0.500	1	0.200	2
C4: Efektivitas	2	4	5	1	6
C5: Kompleksitas	0.200	0.333	0.500	0.167	1
Jumlah	3.783	8.833	12.500	2.117	17

Skala perbandingan: Saaty 1-9. Sumber: hasil pembobotan tim peneliti - Tabel 4.11 dalam Bab IV.

b. Matriks Normalisasi dan Bobot Kriteria (Tabel 4.12)

Kriteria	C1: Dampak Bisnis	C2: Biaya	C3: Waktu	C4: Efektivitas	C5: Kompleksitas	Jumlah Baris	Bobot (wi)	Bobot %	Rank
C1: Dampak Bisnis	0.2643	0.3396	0.3200	0.2362	0.2941	1.4543	0.2909	29.09%	2
C2: Biaya	0.0881	0.1132	0.1600	0.1181	0.1765	0.6559	0.1312	13.12%	3
C3: Waktu	0.0661	0.0566	0.0800	0.0945	0.1176	0.4148	0.0830	8.30%	4
C4: Efektivitas	0.5286	0.4528	0.4000	0.4724	0.3529	2.2068	0.4414	44.14%	1
C5: Kompleksitas	0.0529	0.0377	0.0400	0.0787	0.0588	0.2682	0.0536	5.36%	5

Bobot (wi) dihitung sebagai rata-rata baris matriks normalisasi (eigen vector approximation) - Tabel 4.12 dalam Bab IV.

c. Uji Konsistensi (Consistency Ratio)

Parameter	Nilai
λ_{max} (Lambda Max)	5.14218
n (jumlah kriteria)	5
CI (Consistency Index)	0.03555
RI (Random Index, n=5)	1.12
CR (Consistency Ratio)	0.03174
Status Konsistensi	KONSISTEN (CR < 0.10)

$CI = (\lambda_{max} - n) / (n - 1)$; $CR = CI / RI$. Matriks dinyatakan konsisten karena $CR < 0.10$.

d. Tabel Random Index (RI) - Saaty (1980)

n	1	2	3	4	5	6	7	8	9
RI	0	0	0.58	0.90	1.12	1.24	1.32	1.41	1.45

Lampiran 9. Proses Perhitungan AHP - Alternatif terhadap Kriteria

Pada bagian ini menyajikan lima matriks perbandingan berpasangan 12 alternatif solusi terhadap masing-masing kriteria (C1-C5), matriks normalisasi dan bobotnya, serta hasil uji konsistensinya. Kode alternatif mengacu pada Lampiran 3.5

a. Matriks Alternatif vs C1: Dampak Bisnis

Matriks Perbandingan Berpasangan



Alternatif	A1	A2	A3	A4	A5	A6	A7	A8	A9	A10	A11	A12
A1	1	3	3	0.33	0.50	2	0.50	0.33	2	3	4	3
A2	0.33	1	1	0.20	0.33	0.50	0.25	0.20	0.50	1	2	1
A3	0.33	1	1	0.20	0.33	0.50	0.25	0.20	0.50	1	1	1
A4	3	5	5	1	2	4	2	1	3	5	7	5
A5	2	3	3	0.50	1	3	1	0.50	2	4	5	4
A6	0.50	2	2	0.25	0.33	1	0.33	0.25	1	2	3	2
A7	2	4	4	0.50	1	3	1	0.50	2	4	5	4
A8	3	5	5	1	2	4	2	1	3	5	7	5
A9	0.50	2	2	0.33	0.50	1	0.50	0.33	1	2	3	2
A10	0.33	1	1	0.20	0.25	0.50	0.25	0.20	0.50	1	2	1
A11	0.25	0.50	1	0.14	0.20	0.33	0.20	0.14	0.33	0.50	1	0.50
A12	0.33	1	1	0.20	0.25	0.50	0.25	0.20	0.50	1	2	1
Jumlah	13.58	28.50	29	4.86	8.70	20.33	8.53	4.86	16.33	29.50	42	29.50

Matriks Normalisasi, Bobot, dan Rank

Alternatif	A1	A2	A3	A4	A5	A6	A7	A8	A9	A10	A11	A12	Bobot	Bobot %	Rank
A1	0.074	0.105	0.103	0.069	0.057	0.098	0.059	0.069	0.122	0.102	0.095	0.102	0.0879	8.79%	5
A2	0.025	0.035	0.034	0.041	0.038	0.025	0.029	0.041	0.031	0.034	0.048	0.034	0.0346	3.46%	8
A3	0.025	0.035	0.034	0.041	0.038	0.025	0.029	0.041	0.031	0.034	0.024	0.034	0.0326	3.26%	11
A4	0.221	0.175	0.172	0.2060	0.230	0.197	0.234	0.206	0.184	0.169	0.167	0.169	0.1942	19.42%	1
A5	0.147	0.105	0.103	0.103	0.115	0.148	0.117	0.103	0.122	0.136	0.119	0.136	0.1212	12.12%	4
A6	0.037	0.070	0.069	0.051	0.038	0.049	0.039	0.051	0.061	0.068	0.071	0.068	0.0561	5.61%	7

A7	0.147	0.140	0.138	0.103	0.115	0.148	0.117	0.103	0.122	0.136	0.119	0.136	0.1270	12.70%	3
A8	0.221	0.175	0.172	0.206	0.230	0.197	0.234	0.206	0.184	0.169	0.167	0.169	0.1942	19.42%	1
A9	0.037	0.070	0.069	0.069	0.057	0.049	0.059	0.069	0.061	0.068	0.071	0.068	0.0622	6.22%	6
A10	0.025	0.035	0.034	0.041	0.029	0.025	0.029	0.041	0.031	0.034	0.048	0.034	0.0338	3.38%	9
A11	0.018	0.018	0.034	0.029	0.023	0.016	0.023	0.029	0.020	0.017	0.024	0.017	0.0225	2.25%	12
A12	0.025	0.035	0.034	0.041	0.029	0.025	0.029	0.041	0.031	0.034	0.048	0.034	0.0338	3.38%	9

Uji Konsistensi

λ_{max}	n	CI	RI (n=12)	CR	Status
12.24372	12	0.02216	1.54	0.01439	KONSISTEN

Sumber: hasil pengolahan matriks perbandingan berpasangan alternatif vs C1: Dampak Bisnis - sheet '4A. Alt vs C1' file perhitungan AHP.

j. Matriks Alternatif vs C2: Biaya

Matriks Perbandingan Berpasangan

Alternatif	A1	A2	A3	A4	A5	A6	A7	A8	A9	A10	A11	A12
A1	1	1	1	0.50	2	1	0.50	0.50	1	0.50	0.50	1
A2	1	1	1	2	2	2	2	2	2	1	1	1
A3	1	1	1	2	2	2	2	2	1	1	1	1
A4	2	0.50	0.50	1	1	1	0.50	0.50	1	0.50	0.50	0.50
A5	0.50	0.50	0.50	1	1	1	1	1	1	0.50	0.50	0.50
A6	1	0.50	0.50	1	1	1	1	1	1	0.50	0.50	1
A7	2	0.50	0.50	2	1	1	1	1	0.50	0.33	0.33	0.50
A8	2	0.50	0.50	2	1	1	1	1	1	0.33	0.33	0.50
A9	1	0.50	1	1	1	1	2	1	1	0.50	0.50	1
A10	2	1	1	2	2	2	3	3	2	1	1	2
A11	2	1	1	2	2	2	3	3	2	1	1	2
A12	1	1	1	2	2	1	2	2	1	0.50	0.50	1
Jumlah	16.50	9	9.50	18.50	18	16	19	18	14.50	7.67	7.67	12

Matriks Normalisasi, Bobot, dan Rank

Alternatif	A1	A2	A3	A4	A5	A6	A7	A8	A9	A10	A11	A12	Bobot	Bobot %	Rank
A1	0.061	0.111	0.105	0.027	0.111	0.062	0.026	0.028	0.069	0.065	0.065	0.083	0.0679	6.79%	7
A2	0.061	0.111	0.105	0.108	0.111	0.125	0.105	0.111	0.138	0.130	0.130	0.083	0.1100	11.00%	3
A3	0.061	0.111	0.105	0.108	0.111	0.125	0.105	0.111	0.069	0.130	0.130	0.083	0.1042	10.42%	4
A4	0.121	0.056	0.053	0.054	0.056	0.062	0.026	0.028	0.069	0.065	0.065	0.042	0.0581	5.81%	11
A5	0.030	0.056	0.053	0.054	0.056	0.062	0.053	0.056	0.069	0.065	0.065	0.042	0.0550	5.50%	12
A6	0.061	0.056	0.053	0.054	0.056	0.062	0.053	0.056	0.069	0.065	0.065	0.083	0.0610	6.10%	9
A7	0.121	0.056	0.053	0.108	0.056	0.062	0.053	0.056	0.034	0.043	0.043	0.042	0.0606	6.06%	10
A8	0.121	0.056	0.053	0.108	0.056	0.062	0.053	0.056	0.069	0.043	0.043	0.042	0.0634	6.34%	8
A9	0.061	0.056	0.105	0.054	0.056	0.062	0.105	0.056	0.069	0.065	0.065	0.083	0.0698	6.98%	6
A10	0.121	0.111	0.105	0.108	0.111	0.125	0.158	0.167	0.138	0.130	0.130	0.167	0.1310	13.10%	1
A11	0.121	0.111	0.105	0.108	0.111	0.125	0.158	0.167	0.138	0.130	0.130	0.167	0.1310	13.10%	1
A12	0.061	0.111	0.105	0.108	0.111	0.062	0.105	0.111	0.069	0.065	0.065	0.083	0.0882	8.82%	5

Uji Konsistensi

λ_{max}	n	CI	RI (n=12)	CR	Status
12.51000	12	0.04636	1.54	0.03011	KONSISTEN

Sumber: hasil pengolahan matriks perbandingan berpasangan alternatif vs C2: Biaya - sheet '4B. Alt vs C2' file perhitungan AHP.

k. Matriks Alternatif vs C3: Waktu

Matriks Perbandingan Berpasangan

Alternatif	A1	A2	A3	A4	A5	A6	A7	A8	A9	A10	A11	A12
A1	1	0.50	1	2	2	1	2	1	0.50	0.33	0.25	0.50
A2	2	1	1	3	3	2	3	2	1	0.50	0.33	1
A3	1	1	1	2	2	1	2	1	1	0.50	0.33	0.50
A4	0.50	0.33	0.50	1	1	0.50	1	0.50	0.33	0.25	0.20	0.33
A5	0.50	0.33	0.50	1	1	0.50	1	0.50	0.33	0.25	0.20	0.33
A6	1	0.50	1	2	2	1	2	1	0.50	0.33	0.25	0.50
A7	0.50	0.33	0.50	1	1	0.50	1	0.50	0.33	0.25	0.20	0.33
A8	1	0.50	1	2	2	1	2	1	0.50	0.33	0.25	0.50
A9	2	1	1	3	3	2	3	2	1	0.50	0.33	1
A10	3	2	2	4	4	3	4	3	2	1	0.50	2
A11	4	3	3	5	5	4	5	4	3	2	1	3
A12	2	1	2	3	3	2	3	2	1	0.50	0.33	1
Jumlah	18.50	11.50	14.50	29	29	18.50	29	18.50	11.50	6.75	4.18	11

Matriks Normalisasi, Bobot, dan Rank

Alternatif	A1	A2	A3	A4	A5	A6	A7	A8	A9	A10	A11	A12	Bobot	Bobot %	Rank
A1	0.054	0.043	0.069	0.069	0.069	0.054	0.069	0.054	0.043	0.049	0.060	0.045	0.0566	5.66%	7
A2	0.108	0.087	0.069	0.103	0.103	0.108	0.103	0.108	0.087	0.074	0.080	0.091	0.0935	9.35%	4
A3	0.054	0.087	0.069	0.069	0.069	0.054	0.069	0.054	0.087	0.074	0.080	0.045	0.0676	6.76%	6
A4	0.027	0.029	0.034	0.034	0.034	0.027	0.034	0.027	0.029	0.037	0.048	0.030	0.0327	3.27%	10
A5	0.027	0.029	0.034	0.034	0.034	0.027	0.034	0.027	0.029	0.037	0.048	0.030	0.0327	3.27%	10
A6	0.054	0.043	0.069	0.069	0.069	0.054	0.069	0.054	0.043	0.049	0.060	0.045	0.0566	5.66%	7
A7	0.027	0.029	0.034	0.034	0.034	0.027	0.034	0.027	0.029	0.037	0.048	0.030	0.0327	3.27%	10
A8	0.054	0.043	0.069	0.069	0.069	0.054	0.069	0.054	0.043	0.049	0.060	0.045	0.0566	5.66%	7
A9	0.108	0.087	0.069	0.103	0.103	0.108	0.103	0.108	0.087	0.074	0.080	0.091	0.0935	9.35%	4
A10	0.162	0.174	0.138	0.138	0.138	0.162	0.138	0.162	0.174	0.148	0.120	0.182	0.1530	15.30%	2
A11	0.216	0.261	0.207	0.172	0.172	0.216	0.172	0.216	0.261	0.296	0.239	0.273	0.2252	22.52%	1
A12	0.108	0.087	0.138	0.103	0.103	0.108	0.103	0.108	0.087	0.074	0.080	0.091	0.0993	9.93%	3

Uji Konsistensi

$\lambda_{\max}$	n	CI	RI (n=12)	CR	Status
12.18360	12	0.01669	1.54	0.01084	KONSISTEN

Sumber: hasil pengolahan matriks perbandingan berpasangan alternatif vs C3: Waktu - sheet '4C. Alt vs C3' file perhitungan AHP.

1. Matriks Alternatif vs C4: Efektivitas

Matriks Perbandingan Berpasangan

Alternatif	A1	A2	A3	A4	A5	A6	A7	A8	A9	A10	A11	A12
A1	1	2	2	0.33	2	2	0.50	0.50	1	3	4	3
A2	0.50	1	1	0.20	0.50	1	0.25	0.33	0.50	2	3	2
A3	0.50	1	1	0.20	0.50	1	0.25	0.33	0.50	2	2	1
A4	3	5	5	1	4	5	2	2	3	7	8	6
A5	0.50	2	2	0.25	1	1	0.33	0.33	0.50	2	3	2
A6	0.50	1	1	0.20	1	1	0.25	0.33	0.50	2	2	2
A7	2	4	4	0.50	3	4	1	2	2	5	7	5
A8	2	3	3	0.50	3	3	0.50	1	2	5	6	4
A9	1	2	2	0.33	2	2	0.50	0.50	1	3	4	3
A10	0.33	0.50	0.50	0.14	0.50	0.50	0.20	0.20	0.33	1	2	1
A11	0.25	0.33	0.50	0.12	0.33	0.50	0.14	0.17	0.25	0.50	1	0.50
A12	0.33	0.50	1	0.17	0.50	0.50	0.20	0.25	0.33	1	2	1
Jumlah	11.92	22.33	23	3.95	18.33	21.50	16.13	7.95	11.92	33.50	44	30.50

Matriks Normalisasi, Bobot, dan Rank

Alternatif	A1	A2	A3	A4	A5	A6	A7	A8	A9	A10	A11	A12	Bobot	Bobot %	Rank
A1	0.084	0.090	0.087	0.084	0.109	0.093	0.082	0.063	0.084	0.090	0.091	0.098	0.0878	8.78%	4
A2	0.042	0.045	0.043	0.051	0.027	0.047	0.041	0.042	0.042	0.060	0.068	0.066	0.0477	4.77%	8
A3	0.042	0.045	0.043	0.051	0.027	0.047	0.041	0.042	0.042	0.060	0.045	0.033	0.0431	4.31%	9
A4	0.252	0.224	0.217	0.253	0.218	0.233	0.326	0.252	0.252	0.209	0.182	0.197	0.2345	23.45%	1
A5	0.042	0.090	0.087	0.063	0.055	0.047	0.054	0.042	0.042	0.060	0.068	0.066	0.0595	5.95%	6
A6	0.042	0.045	0.043	0.051	0.055	0.047	0.041	0.042	0.042	0.060	0.045	0.066	0.0481	4.81%	7

A7	0.168	0.179	0.174	0.127	0.164	0.186	0.163	0.252	0.168	0.149	0.159	0.164	0.1710	17.10%	2
A8	0.168	0.134	0.130	0.127	0.164	0.140	0.082	0.126	0.168	0.149	0.136	0.131	0.1379	13.79%	3
A9	0.084	0.090	0.087	0.084	0.109	0.093	0.082	0.063	0.084	0.090	0.091	0.098	0.0878	8.78%	4
A10	0.028	0.022	0.022	0.036	0.027	0.023	0.033	0.025	0.028	0.030	0.045	0.033	0.0294	2.94%	11
A11	0.021	0.015	0.022	0.032	0.018	0.023	0.023	0.021	0.021	0.015	0.023	0.016	0.0208	2.08%	12
A12	0.028	0.022	0.043	0.042	0.027	0.023	0.033	0.031	0.028	0.030	0.045	0.033	0.0322	3.22%	10

Uji Konsistensi

λ_{max}	n	CI	RI (n=12)	CR	Status
12.23134	12	0.02103	1.54	0.01366	KONSISTEN

Sumber: hasil pengolahan matriks perbandingan berpasangan alternatif vs C4: Efektivitas - sheet '4D. Alt vs C4' file perhitungan AHP.

m. Matriks Alternatif vs C5: Kompleksitas

Matriks Perbandingan Berpasangan

Alternatif	A1	A2	A3	A4	A5	A6	A7	A8	A9	A10	A11	A12
A1	1	1	1	0.50	1	0.50	0.50	0.50	1	0.50	0.50	1
A2	1	1	1	0.50	1	0.50	0.50	0.50	0.50	0.50	0.50	0.50
A3	1	1	1	1	1	1	1	1	1	0.50	0.50	1
A4	2	2	1	1	0.50	1	1	1	1	0.50	0.50	0.50
A5	1	1	1	2	1	1	1	1	1	0.50	0.50	1
A6	2	2	1	1	1	1	1	1	1	0.50	0.50	1
A7	2	2	1	1	1	1	1	1	0.50	0.50	0.50	0.50
A8	2	2	1	1	1	1	1	1	1	0.50	0.50	1
A9	1	2	1	1	1	1	2	1	1	0.50	0.50	1
A10	2	2	2	2	2	2	2	2	2	1	1	2
A11	2	2	2	2	2	2	2	2	2	1	1	2
A12	1	2	1	2	1	1	2	1	1	0.50	0.50	1
Jumlah	18	20	14	15	13.50	13	15	13	13	7	7	12.50

Matriks Normalisasi, Bobot, dan Rank

Alternatif	A1	A2	A3	A4	A5	A6	A7	A8	A9	A10	A11	A12	Bobot	Bobot %	Rank
A1	0.056	0.050	0.071	0.033	0.074	0.038	0.033	0.038	0.077	0.071	0.071	0.080	0.0579	5.79%	11
A2	0.056	0.050	0.071	0.033	0.074	0.038	0.033	0.038	0.038	0.071	0.071	0.040	0.0513	5.13%	12
A3	0.056	0.050	0.071	0.067	0.074	0.077	0.067	0.077	0.077	0.071	0.071	0.080	0.0698	6.98%	10
A4	0.111	0.100	0.071	0.067	0.037	0.077	0.067	0.077	0.077	0.071	0.071	0.040	0.0722	7.22%	8
A5	0.056	0.050	0.071	0.133	0.074	0.077	0.067	0.077	0.077	0.071	0.071	0.080	0.0754	7.54%	7
A6	0.111	0.100	0.071	0.067	0.074	0.077	0.067	0.077	0.077	0.071	0.071	0.080	0.0786	7.86%	5
A7	0.111	0.100	0.071	0.067	0.074	0.077	0.067	0.077	0.038	0.071	0.071	0.040	0.0721	7.21%	9
A8	0.111	0.100	0.071	0.067	0.074	0.077	0.067	0.077	0.077	0.071	0.071	0.080	0.0786	7.86%	5
A9	0.056	0.100	0.071	0.067	0.074	0.077	0.133	0.077	0.077	0.071	0.071	0.080	0.0796	7.96%	4
A10	0.111	0.100	0.143	0.133	0.148	0.154	0.133	0.154	0.154	0.143	0.143	0.160	0.1397	13.97%	1
A11	0.111	0.100	0.143	0.133	0.148	0.154	0.133	0.154	0.154	0.143	0.143	0.160	0.1397	13.97%	1
A12	0.056	0.100	0.071	0.133	0.074	0.077	0.133	0.077	0.077	0.071	0.071	0.080	0.0851	8.51%	3

Uji Konsistensi

λ_{max}	n	CI	RI (n=12)	CR	Status
12.32620	12	0.02965	1.54	0.01926	KONSISTEN

Sumber: hasil pengolahan matriks perbandingan berpasangan alternatif vs C5: Kompleksitas - sheet '4E. Alt vs C5' file perhitungan AHP.

Mekanisme Penilaian: Metode Konsensus

Penilaian perbandingan berpasangan AHP dilakukan melalui metode konsensus (*consensus-based approach*), di mana keempat *expert* berdiskusi langsung untuk menghasilkan satu matriks penilaian tunggal. Pendekatan ini dipilih karena: (1) jumlah *expert* yang terbatas memungkinkan diskusi mendalam, (2) setiap *expert* memiliki perspektif berbeda sehingga konsensus menghasilkan penilaian holistik, dan (3) mengacu pada Saaty (1980) bahwa penilaian konsensus menghasilkan matriks tunggal yang langsung dapat diuji konsistensinya tanpa perlu agregasi geometric mean.

Proses konsensus berlangsung dalam lima tahap. Pertama, peneliti menyiapkan instrumen penilaian (Lampiran 5.c) beserta data pendukung dari hasil RCA dan mengirimkannya kepada keempat *expert* minimal 3 hari sebelum sesi penilaian. Kedua, keempat *expert* berkumpul untuk menilai matriks perbandingan berpasangan 5 kriteria utama (C1–C5); peneliti bertindak sebagai fasilitator yang mempresentasikan data *severity* RCA untuk setiap pasangan kriteria, dan jika terdapat perbedaan pendapat, diskusi dilakukan hingga tercapai kesepakatan bersama. Ketiga, untuk matriks alternatif, *expert* yang relevan menilai berdasarkan bidang keahliannya, misalnya untuk kriteria Kompleksitas Teknis (C5), penilaian lebih banyak melibatkan E2 dan E4 yang memiliki kompetensi teknis langsung. Keempat, setelah setiap matriks selesai, peneliti menghitung *Consistency Ratio* secara langsung; jika $CR \geq 0,10$, matriks ditinjau ulang untuk penyesuaian. Kelima, hasil bobot prioritas dan ranking solusi dipresentasikan kembali untuk konfirmasi akhir.

a. Tabel Ringkasan Justifikasi Penilaian Kriteria Utama

Pasangan Kriteria	Nilai	Justifikasi <i>Expert</i>
C4 vs C1 (Efektivitas vs Dampak Bisnis)	2	E1 dan E3: <i>hotfix-loop</i> DVS (30→47→67) membuktikan solusi tanpa efektivitas jangka panjang tidak mengurangi dampak bisnis. Efektivitas solusi sedikit lebih penting karena solusi efektif otomatis mengurangi dampak.
C4 vs C2 (Efektivitas vs Biaya)	4	E2 dan E4: biaya adalah pertimbangan sekunder — investasi lebih besar untuk solusi efektif lebih baik daripada solusi murah yang tidak menyelesaikan <i>root cause</i> .
C4 vs C3 (Efektivitas vs Waktu)	5	Konsensus bulat: efektivitas jauh lebih penting daripada kecepatan. <i>Bug</i> DVS sudah 3 tahun berulang — lebih baik implementasi 4 bulan tapi menyelesaikan <i>root cause</i> .
C4 vs C5 (Efektivitas vs Kompleksitas)	6	E2: kompleksitas bisa diatasi dengan pelatihan. Solusi tidak boleh dihindari hanya karena kompleks jika terbukti efektif.
C1 vs C2 (Dampak Bisnis vs Biaya)	3	E3: dampak bisnis lebih penting karena satu <i>bug</i> DVS mengganggu 14 koperasi bersamaan — <i>opportunity cost</i> jauh lebih besar dari <i>implementation cost</i> .
C1 vs C3 (Dampak Bisnis vs Waktu)	4	E1: 266 <i>tiket unresolved</i> menunjukkan bahwa dampak bisnis harus lebih diprioritaskan daripada kecepatan implementasi.
C1 vs C5 (Dampak Bisnis vs Kompleksitas)	5	Konsensus: dampak ke 14+ koperasi klien jauh lebih penting dari pertimbangan kesulitan teknis implementasi.
C2 vs C3 (Biaya vs Waktu)	2	E4: biaya sedikit lebih penting karena keterbatasan budget DJOIN memerlukan perencanaan investasi realistis.
C2 vs C5 (Biaya vs Kompleksitas)	3	E2 dan E4: biaya lebih penting karena kompleksitas bisa diatasi bertahap sedangkan budget terbatas.
C3 vs C5 (Waktu vs Kompleksitas)	2	E1: waktu sedikit lebih penting mengingat <i>backlog</i> terus bertambah memerlukan implementasi dalam timeframe wajar.

Sumber: Dokumentasi sesi konsensus *expert judgment AHP*.

b. Ringkasan Uji Konsistensi Seluruh Matriks AHP

Validitas penilaian *expert* diukur melalui Consistency Ratio (CR). Seluruh matriks dalam penelitian ini memenuhi ambang batas $CR < 0,10$ yang ditetapkan oleh Saaty (1980):

Tabel Ringkasan Uji Konsistensi Seluruh Matriks AHP

No.	Matriks	Ukuran	λ_{max}	CI	RI
1	Kriteria Utama (C1–C5)	5×5	5,14218	0,03555	1,12
2	Alternatif vs C1: Dampak Bisnis	12×12	12,24372	0,02216	1,54
3	Alternatif vs C2: Biaya Implementasi	12×12	12,51	0,04636	1,54
4	Alternatif vs C3: Waktu Implementasi	12×12	12,1836	0,01669	1,54
5	Alternatif vs C4: Efektivitas Solusi	12×12	12,23134	0,02103	1,54
6	Alternatif vs C5: Kompleksitas Teknis	12×12	12,3262	0,02965	1,54

Sumber: Perhitungan AHP dengan metode *eigenvector*. Detail per matriks disajikan pada Lampiran 8 dan Lampiran 9

Seluruh 6 matriks memiliki $CR < 0,10$, sehingga penilaian *expert* dinyatakan konsisten dan valid. Consistency Ratio pada AHP berfungsi analog dengan Cronbach's Alpha pada kuesioner survei, yang keduanya mengukur konsistensi penilaian, namun dengan mekanisme yang berbeda sesuai karakteristik instrumen masing-masing.

c. Data Hasil Penilaian *Severity* 12 Root cause (Tabel 4.10)

Tabel berikut menyajikan hasil penilaian *severity* terhadap 12 root cause menggunakan instrumen pada Lampiran 5.b Skor rata-rata pada tabel ini menjadi dasar penentuan bobot awal dan validasi kualitatif hasil AHP.

Kode	Root Cause	Kategori 6M	Frequency (1-5)	Business Impact (1-5)	Resolution Time (1-5)	Skor Rata-rata	Ranking
RC-1	Hardcoded Product assumption DVS query	Machine	5	5	4	4.67	1
RC-2	Tidak ada regression test suite	Method	5	5	3	4.33	2
RC-3	Algorithm Failure kalkulasi transaksi	Machine	5	4	3	4	4
RC-4	QA tidak di requirement (no shift-left)	Method	4	4	4	4	4
RC-5	Server Failure infrastruktur Dashboard	Machine	4	4	2	3.33	8
RC-6	Triage bug tidak terstruktur	Method	4	3	4	3.67	6

RC-7	Data migrasi tidak bersih	Material	3	4	3	3.33	8
RC-8	Batch job bunga tidak reliable	Machine	3	4	3	3.33	8
RC-9	Log tersebar, sulit trace root cause	Measurement	5	4	4	4.33	2
RC-10	Multi-branch amplifies single defect	Mother Nature	4	5	2	3.67	6
RC-11	Inkonsistensi metadata tiket	Man	4	3	3	3.33	8
RC-12	Third-party API CLIK (KOCEK)	Mother Nature	3	3	3	3	12

Sumber: Hasil penilaian tim peneliti berdasarkan Rubrik Severity RCA (Lampiran 3.1) - Tabel 4.10 dalam Bab

IV.

d. Skor Akhir AHP dan Ranking Prioritas Solusi (Tabel 4.13)

Skor akhir setiap alternatif dihitung dengan rumus $\text{Skor} = \sum (\text{Bobot Kriteria} \times \text{Bobot Alternatif terhadap Kriteria})$, menggabungkan bobot kriteria hasil Lampiran 8 dengan bobot alternatif terhadap tiap kriteria hasil Lampiran 9.

Bobot Kriteria (wi)

C1	C2	C3	C4	C5
0.2909	0.1312	0.0830	0.4414	0.0536

Skor Akhir dan Ranking Prioritas 12 Alternatif Solusi

Alternatif	C1	C2	C3	C4	C5	Skor Akhir	Rank
A1 – QA Training	0,0879	0,0679	0,0566	0,0878	0,0579	0,081	4
A2 – Peer Review	0,0346	0,11	0,0935	0,0477	0,0513	0,0561	9
A3 – Best Practice	0,0326	0,1042	0,0676	0,0431	0,0698	0,0515	11
A4 – Automated Testing	0,1942	0,0581	0,0327	0,2345	0,0722	0,1742	1
A5 – Environment Upgrade	0,1212	0,055	0,0327	0,0595	0,0754	0,0755	6
A6 – Bug Detection Tools	0,0561	0,061	0,0566	0,0481	0,0786	0,0545	10
A7 – Test-Driven Development	0,127	0,0606	0,0327	0,171	0,0721	0,127	3
A8 – CI/CD Implementation	0,1942	0,0634	0,0566	0,1379	0,0786	0,1346	2
A9 – Test Management System	0,0622	0,0698	0,0935	0,0878	0,0796	0,078	5
A10 – Bug Reporting Template	0,0338	0,131	0,153	0,0294	0,1397	0,0602	7
A11 – Cross-functional Meetings	0,0225	0,131	0,2252	0,0208	0,1397	0,0591	8
A12 – System Documentation	0,0338	0,0882	0,0993	0,0322	0,0851	0,0484	12

Sumber: hasil sintesis akhir AHP, sheet '5. Skor Akhir AHP' - Tabel 4.13 dalam Bab IV.

Verifikasi Jumlah Bobot per Kriteria

Baris verifikasi menunjukkan jumlah bobot alternatif untuk setiap kriteria; nilai idealnya = 1,00. Nilai berikut merupakan hasil rekap dari kelima sheet perhitungan pada Lampiran 9:

C1	C2	C3	C4	C5
1.000	1.000	1.000	1.000	1.000



Lampiran 11. Dokumentasi Penelitian

Wawancara dengan *QA Engineer*



Wawancara dengan *Software Engineer*



Wawancara dengan *Product Owner*



Wawancara dengan *DevOps Engineer*



Lampiran 12. Surat Ijin Penelitian

	KEMENTERIAN PENDIDIKAN TINGGI, SAINS, DAN TEKNOLOGI UNIVERSITAS PENDIDIKAN GANESHA PROGRAM PASCASARJANA Jalan Udayana No. 11 Singaraja, Bali 81116 Telepon. 081999446444 Laman www.pasca.undiksha.ac.id
Nomor	: 3807/UN48.14.1/PT.02.05/2026
Lamp	: -
Perihal	: Mohon Izin Pengambilan Data
Yth. Direktur PT. Solusi Anak Sakti (Djoin)	
di tempat	
Dengan hormat,	
Dalam rangka pengumpulan data untuk Penelitian Tesis mahasiswa Program Pascasarjana Universitas Pendidikan Ganesha, bersama ini kami mohon kesediaan Bapak/Ibu untuk dapat menerima dan mengizinkan mahasiswa kami dengan identitas:	
Nama	: Made Chandra Wahyudi
NIM	: 2229101005
Program Studi	: Ilmu Komputer (S2)
Judul Penelitian	: Penerapan Root Cause Analysis dan Analytical Hierarchy Process dalam Mengidentifikasi Kegagalan Uji Fungsional Sistem Origination Pinjaman pada Quality Assurance Engineer
untuk memperoleh data/informasi yang dibutuhkan oleh mahasiswa dalam pelaksanaan penelitian.	
Demikian surat ini disampaikan, atas perkenan dan kerja sama yang baik kami ucapkan terima kasih.	
 Singaraja, 9 Juli 2026 an Direktur Wakil Direktur I  Ida Bagus Putu Arnyana NIP. 195812311986011005	
Tembusan :	
1. Kepala Subbagian Program Pascasarjana	
2. Mahasiswa yang bersangkutan	
	Catatan : • UU ITE No. 11 Tahun 2008 Pasal 5 ayat 1 "Informasi Elektronik dan/atau Dokumen Elektronik dan/atau hasil cetaknya merupakan alat bukti hukum yang sah" • Dokumen ini tertanda ditandatangani secara elektronik menggunakan sertifikat elektronik yang diterbitkan Bafel • Surat ini dapat dibuktikan keasliannya dengan menggunakan qr code yang telah tersedia

Lampiran 13. Surat Keterangan Penelitian



SURAT KETERANGAN PENELITIAN
Nomor: 004.16/SAS.SKet/VII/2026

Yang bertanda tangan di bawah ini:

Nama : Muhammad Adi Firmansyah
Jabatan : *People and Culture Associate*
Perusahaan : PT Solusi Anak Sakti

Dengan ini menerangkan bahwa:

Nama : Made Chandra Wahyudi
NIM : 2229101005
Program Studi : Ilmu Komputer
Perguruan Tinggi : Universitas Pendidikan Ganesha

Benar telah melaksanakan kegiatan penelitian di PT Solusi Anak Sakti dalam rangka penyusunan Tesis dengan judul: Penerapan Root Cause Analysis dan Analytical Hierarchy Process dalam Mengidentifikasi Kegagalan Uji Fungsional Origination Pinjaman pada Quality Assurance Engineer.

Penelitian tersebut dilaksanakan pada periode 9 Juli 2026 sampai dengan 18 Juli 2026 dan menggunakan data/informasi yang diperoleh sesuai dengan ketentuan yang berlaku di perusahaan.

Demikian surat keterangan ini dibuat dengan sebenar-benarnya untuk dapat dipergunakan sebagaimana mestinya.

Denpasar, 27 Juli 2026
Hormat kami,



Muhammad Adi Firmansyah
People and Culture Associate



PT. SOLUSI ANAK SAKTI

ALAMAT
Jl. Bypass Ngurah Rai No. 439 Lt. 3,
Sesetan, Denpasar, Bali, 80223

NO TELP
+6281 - 1388 - 1190

EMAIL
info@djoin.id

WEBSITE
www.djoin.id

Lampiran 14. Riwayat Hidup



Made Chandra Wahyudi lahir di Denpasar pada tanggal 25 Mei 1994. Penulis lahir dari pasangan suami istri Bapak Kadek Dwijana Putra dan Ibu Ni Luh Sutriasih. Penulis berkebangsaan Indonesia dan beragama Hindu. Kini penulis beralamat di Jalan Ratna Gg I/9 Desa Sumerta Kauh, Kecamatan Denpasar Timur, Kota Denpasar, Provinsi Bali. Penulis menyelesaikan pendidikan dasar di SD Cipta Dharma dan lulus pada tahun 2006. Kemudian penulis melanjutkan di SMP Negeri 3 Denpasar dan lulus pada tahun 2009. Pada tahun 2012, penulis lulus dari SMA Negeri 7 Denpasar jurusan IPA dan melanjutkan ke Strata I Jurusan Teknologi Informasi di Universitas Udayana. Pada semester akhir tahun 2015 penulis telah menyelesaikan Tugas Akhir yang berjudul “Rancang Bangun Game Edukasi Berbasis Android Untuk Meningkatkan Kecerdasan Anak Penderita Retardasi Mental”. Selanjutnya, tahun 2016 sampai dengan 2020 penulis bekerja sebagai Software Engineer di RS Swasta yang berada di Denpasar, kemudian 2021 sampai dengan sekarang penulis berprofesi sebagai Quality Assurance Engineer di salah satu Start-up digitalisasi koperasi. Penulis sudah berstatus menikah dengan Ni Made Indra Puspawati dan memiliki seorang anak laki-laki bernama Pande Putu Aditya Widnyana.

