



© Hak Cipta milik Politeknik Negeri Jakarta

Hak Cipta :

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



PENGEMBANGAN APLIKASI DESKTOP ANALISIS DRIVE TEST BERBASIS RULE-BASED & FUZZY PADA JARINGAN

4G & 5G

SKRIPSI

**POLITEKNIK
NEGERI
JAKARTA**

Muhamad Reza Febrian

2203421019

PROGRAM STUDI BROADBAND MULTIMEDIA

JURUSAN TEKNIK ELEKTRO

POLITEKNIK NEGERI JAKARTA

2026



Hak Cipta :

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



**PENGEMBANGAN APLIKASI DESKTOP ANALISIS DRIVE
TEST BERBASIS RULE-BASED & FUZZY PADA JARINGAN**

4G & 5G

SKRIPSI

**Diajukan sebagai salah satu syarat untuk memperoleh gelar Sarjana
Terapan**

**Muhamad Reza Febrian
2203421019**

PROGRAM STUDI BROADBAND MULTIMEDIA

JURUSAN TEKNIK ELEKTRO

POLITEKNIK NEGERI JAKARTA

2026



Hak Cipta :

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

HALAMAN PERNYATAAN ORISINALITAS

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

Nama : Muhamad Reza Febrian

NIM : 2203421019

Tanda Tangan :

Tanggal : 16 Juni 2026



Hak Cipta :

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

LEMBAR PENGESAHAN SKRIPSI

Skripsi diajukan oleh:

Nama : Muhamad Reza Febrian
NIM : 2203421019
Program Studi : Broadband Multimedia
Judul Skripsi : Pengembangan Aplikasi Desktop Analisis Drive Test Berbasis Rule-Based & Fuzzy Pada Jaringan 4G & 5G

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

Pembimbing I : Viving Frendiana, S.ST., M.T.
NIP. 199001152019032011

**POLITEKNIK
NEGERI
JAKARTA**

Depok, 21 Juli 2026

Disahkan oleh

Ketua Jurusan Teknik Elektro

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

NIP. 197803312003122002

Hak Cipta :

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

KATA PENGANTAR

Puji syukur ke hadirat Allah SWT atas segala rahmat, karunia, dan hidayah-Nya sehingga penulis dapat menyelesaikan skripsi yang berjudul "PENGEMBANGAN APLIKASI DESKTOP ANALISIS DRIVE TEST BERBASIS RULE-BASED & FUZZY PADA JARINGAN 4G & 5G" dengan baik. Skripsi ini disusun sebagai salah satu syarat untuk memperoleh gelar Sarjana pada Program Studi Broadband Multimedia.

Penyusunan skripsi ini tidak terlepas dari bantuan, bimbingan, dukungan, serta doa dari berbagai pihak. Oleh karena itu, pada kesempatan ini penulis menyampaikan rasa terima kasih yang sebesar-besarnya kepada:

1. Allah SWT atas segala rahmat, kesehatan, kekuatan, dan kemudahan yang diberikan selama proses penyusunan skripsi.
2. Kedua orang tua dan seluruh keluarga yang senantiasa memberikan doa, kasih sayang, motivasi, serta dukungan moral maupun material kepada penulis.
3. IbuIVING Frendiana yang telah memberikan bimbingan, arahan, masukan, dan motivasi dengan penuh kesabaran selama proses penyusunan skripsi.
4. Bapak dan Ibu Dosen Program Studi Broadband Multimedia yang telah memberikan ilmu, wawasan, dan pengalaman selama masa perkuliahan.
5. Seluruh teman-teman Program Studi Broadband Multimedia yang telah memberikan semangat, bantuan, dan kebersamaan selama masa perkuliahan hingga penyelesaian skripsi.
6. Seluruh pihak yang telah membantu secara langsung maupun tidak langsung dalam penyusunan skripsi ini yang tidak dapat penulis sebutkan satu per satu.

Akhir kata, penulis berharap skripsi ini dapat memberikan manfaat bagi pembaca, khususnya dalam bidang Broadband Multimedia, serta menjadi referensi bagi penelitian selanjutnya mengenai analisis dan optimasi jaringan seluler 4G dan 5G menggunakan pendekatan *rule-based system* dan *fuzzy logic*.

Jakarta, 15 Juni 2026



Muhamad Reza Febrian



Pengembangan Aplikasi Desktop Analisis Drive Test Berbasis Rule-Based Dan Fuzzy Pada Jaringan 4G & 5G

Abstrak

Kualitas jaringan seluler generasi keempat dan kelima, yaitu 4G dan 5G, sering kali dipengaruhi oleh berbagai hambatan teknis seperti cross feeder, weak coverage, interferensi, dan kegagalan handover yang dideteksi melalui proses drive test. Namun, proses analisis data drive test secara manual memerlukan waktu yang relatif lama serta sangat bergantung pada subjektivitas dan keahlian engineer, sehingga rentan menghasilkan kesimpulan yang tidak konsisten. Penelitian ini bertujuan untuk merancang dan membangun sebuah sistem aplikasi desktop analisis drive test otomatis dengan mengintegrasikan metode rule-based melalui inferensi forward chaining dan Fuzzy Inference System tipe Mamdani. Sistem ini mencakup empat modul analisis utama, yaitu cross feeder, weak coverage, interference, dan handover, yang masing-masing mampu menentukan root cause permasalahan serta memberikan rekomendasi tindakan optimasi jaringan secara spesifik. Aplikasi ini dikembangkan menggunakan bahasa pemrograman Python dengan antarmuka berbasis PySide6, basis data PostgreSQL via Supabase, dan mekanisme pengamanan autentikasi dua faktor berbasis Time-based One-Time Password. Pengujian validasi pakar menggunakan metode expert judgment terhadap 65 kasus uji dari empat modul menghasilkan nilai agreement rate rata-rata sebesar 92,5%. Sementara itu, pengujian kualitas perangkat lunak berdasarkan standar ISO/IEC 25010 menunjukkan nilai functional suitability yang sempurna, durasi proses analisis data di bawah 5 detik, serta skor System Usability Scale sebesar 76,0 yang termasuk dalam kategori Good. Hasil penelitian ini membuktikan bahwa kombinasi metode rule-based dan fuzzy efektif diterapkan untuk mempercepat proses identifikasi masalah dan optimasi kualitas jaringan 4G dan 5G.

Kata kunci: *drive test , rule-based, forward chaining, fuzzy Mamdani, analisis jaringan, 4G, 5G*

Hak Cipta :

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



Development of a Rule-Based and Fuzzy-Based Drive Test Analysis Desktop Application for 4G and 5G Networks

Abstract

The quality of fourth and fifth-generation cellular networks, namely 4G and 5G, is frequently affected by technical constraints such as cross feeder, weak coverage, interference, and handover failures, which are commonly identified through drive test processes. However, manual analysis of drive test data is relatively time-consuming and heavily reliant on the subjectivity and expertise of the engineer, making it prone to inconsistent conclusions. This research aims to design and develop an automated drive test analysis desktop application that integrates a rule-based method using forward chaining inference and a Mamdani-type Fuzzy Inference System. The developed system encompasses four main analysis modules, namely cross feeder, weak coverage, interference, and handover, each capable of determining the root cause of the issue and providing specific network optimization recommendations. The application is built using Python with a PySide6 interface, a PostgreSQL database via Supabase, and a two-factor authentication security mechanism based on Time-based One-Time Password. Expert validation using the expert judgment method on 65 test cases across the four modules yielded an average agreement rate of 92.5 percent. Meanwhile, software quality testing based on the ISO IEC 25010 standard demonstrated perfect functional suitability, a data analysis processing duration under 5 seconds, and a System Usability Scale score of 76.0, which falls into the Good category. The results of this study prove that the combination of rule-based and fuzzy methods can be effectively applied to accelerate the identification process and optimize 4G and 5G network quality.

Keywords: *drive test, rule-based, forward chaining, Mamdani fuzzy, network analysis, 4G, 5G*

Hak Cipta :

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



Hak Cipta :

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

DAFTAR ISI

HALAMAN SAMPUL.....	i
HALAMAN JUDUL	ii
HALAMAN PERNYATAAN ORISINALITAS	iii
LEMBAR PENGESAHAN SKRIPSI	iv
KATA PENGANTAR.....	v
Abstrak.....	vi
Abstract.....	vii
DAFTAR ISI.....	viii
DAFTAR GAMBAR.....	xii
DAFTAR TABEL	xiii
DAFTAR LAMPIRAN	xv
BAB I PENDAHULUAN.....	1
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Perumusan Masalah	3
1.3 Tujuan	3
1.4 Luaran	4
BAB II TINJAUAN PUSTAKA.....	5
2.1 <i>State Of The Art</i>	5
2.2 4G LTE.....	8
2.3 5G NR	9
2.4 Parameter Jaringan.....	11
2.4.1 <i>Reference Signal Received Power (RSRP)</i>	11
2.4.2 <i>Signal To Interference Noise Ratio (SINR)</i>	12
2.4.3 <i>Reference Signal Received Quality (RSRQ)</i>	13
2.4.4 <i>Throughput</i>	13
2.4.5 <i>Physical Cell Identity (PCI)</i>	13
2.4.6 EARFCN dan SSB NR-ARFCN.....	14

Hak Cipta :

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

2.4.7	<i>Channel Quality Indicator (CQI)</i>	15
2.5	<i>Drive Test</i>	15
2.6	Permasalahan Jaringan.....	16
2.6.1	Cross Feeder.....	16
2.6.2	<i>Weak Coverage</i>	18
2.6.3	<i>Interference</i>	19
2.6.4	<i>Handover</i>	21
2.7	Optimasi Jaringan.....	23
2.7.1	<i>Physical Tuning</i>	23
2.7.2	<i>Parameter Tuning</i>	24
2.8	<i>Rule-Based System</i>	24
2.9	<i>Forward Chaining</i>	25
2.10	<i>Fuzzy Logic</i>	25
2.10.1	Himpunan Fuzzy.....	26
2.10.2	Fuzzifikasi.....	26
2.10.3	Inferensi Fuzzy.....	29
2.10.4	Defuzzifikasi.....	29
2.11	Tools & Teknologi Pengembangan.....	31
2.11.1	<i>Python</i>	31
2.11.2	<i>PySide6</i>	32
2.11.3	<i>Scikit-Fuzzy</i>	32
2.11.4	<i>Haversine Formula</i>	32
2.11.5	<i>PostgreSQL & Supabase</i>	33
2.11.6	<i>Autentikasi 2FA / TOTP</i>	34
2.11.7	<i>Sliding Window</i>	34
2.12	<i>Black Box Testing</i>	34
2.13	ISO/IEC 25010.....	35
2.13.1	<i>Functional Suitability</i>	35
2.13.2	<i>Performance Efficiency</i>	35
2.13.3	<i>Usability</i>	36
2.13.4	<i>Security</i>	36

BAB III PERANCANGAN DAN REALISASI 36



Hak Cipta :

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

3.1	Rancangan Sistem	36
3.1.1	Perancangan Sistem Analisis Cross Feeder	37
3.1.2	Perancangan Sistem Analisis Interferensi	42
3.1.3	Perancangan Sistem Analisis Weak Coverage.....	52
3.1.3	Perancangan Sistem Analisis Handover	58
3.1.4	Perancangan Aplikasi Desktop	62
3.2	Realisasi Sistem	67
3.2.1	Realisasi Sistem Analisis Cross Feeder	67
3.2.2	Realisasi Sistem Analisis Interferensi	71
3.2.3	Realisasi Sistem Analisis Weak Coverage.....	74
3.2.4	Realisasi Sistem Analisis Handover.....	76
3.2.5	Realisasi Aplikasi Desktop	79
BAB IV	PEMBAHASAN.....	82
4.1	Pengujian Hasil Analisis dan Validasi <i>Cross Feeder</i>	83
4.1.1	Deskripsi Pengujian	83
4.1.2	Prosedur Pengujian	84
4.1.3	Data Hasil Pengujian.....	84
4.1.4	Analisa Data Hasil Pengujian.....	93
4.2	Pengujian Analisis dan Validasi <i>Weak Coverage</i>	95
4.2.1	Deskripsi Pengujian	95
4.2.2	Prosedur Pengujian	96
4.2.3	Data Hasil Pengujian.....	96
4.2.4	Analisa Hasil Pengujian.....	108
4.3	Pengujian Analisis dan Validasi <i>Interference</i>	110
4.3.1	Deskripsi Pengujian	110
4.3.2	Prosedur Pengujian	111
4.3.3	Data Hasil Pengujian.....	112
4.3.4	Analisa Hasil Pengujian	118
4.4	Pengujian Analisis dan Validasi <i>Handover</i>	120
4.4.1	Deskripsi Pengujian	120
4.4.2	Prosedur Pengujian	121
4.4.3	Data Hasil Pengujian.....	121



Hak Cipta :

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

4.4.4	Analisa Hasil Pengujian	126
4.5	Rekapitulasi Akurasi Sistem	127
4.6	Pengujian Kualitas Perangkat Lunak (ISO/IEC 25010).....	128
4.6.1	Functional Suitability	128
4.6.2	Performance Efficiency	132
4.6.3	Usability	133
4.6.4	Security	135
BAB V	PENUTUP.....	137
5.1	Kesimpulan	137
5.2	Saran.....	138



Hak Cipta :

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

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1. Arsitektur LTE	9
Gambar 2.2. Opsi Penerapan 5G oleh 3GPP.....	11
Gambar 2.3. <i>Cross Feeder</i> Case (Sumber: (Kaddoura et al., 2018)	16
Gambar 2.4 PCI Modulo Interference.....	19
Gambar 2.5 <i>Overshooting Cells</i>	20
Gambar 2.6 Intercell Interference	21
Gambar 2.7 Proses Fuzzifikasi pada Variabel Kecepatan	28
Gambar 2.8 Ilustrasi Defuzzifikasi	30
Gambar 3.1 Diagram Blok Sistem Analisis Cross Feeder	41
Gambar 3.2 Proses Pembentukan Basis Aturan (Rule Base) Fuzzy Mamdani.....	46
Gambar 3.3 Diagram Blok Sistem Analisis Interferensi.....	51
Gambar 3.4 Diagram Blok Sistem Analisis Weak Coverage	57
Gambar 3.5 Diagram Blok Sistem Analisis Handover	61
Gambar 3.6 Diagram Blok Perancangan Aplikasi Desktop.....	66
Gambar 3.7 Tampilan Hasil Analisis Cross Feeder.....	70
Gambar 3.8 Tampilan Indikator Deteksi Cross Feeder.....	70
Gambar 3.9 Tampilan Hasil Analisis Interference.....	72
Gambar 3.10 Tampilan Hasil Analisis Weak Coverage	75
Gambar 3.11 Tampilan hasil analisis handover	77
Gambar 3.12 Tampilan Rincian Neighbour Cell	80
Gambar 4.1. Hasil analisis <i>Cross Feeder</i> pada Site BETA399.....	85
Gambar 4.2 Hasil Analisis <i>Cross Feeder</i> pada Site BETA399 (5G).....	87
Gambar 4.3 Hasil Analisis <i>Cross Feeder</i> pada Site TANGO085 (4G 2300)	88
Gambar 4.4 Hasil Analisis <i>Cross Feeder</i> pada Site TANGO085 (4G 1800)	90
Gambar 4.5 Hasil Analisis <i>Weak Coverage</i> pada Site TANGO820 (4G 2300).....	97
Gambar 4.6 Hasil Analisis <i>Weak Coverage</i> pada Site JAVA007 (4G 2300)	97
Gambar 4.7 Hasil Analisis Interference pada Area TAUXI275	112
Gambar 4.8 Hasil Analisis <i>Handover</i> pada Area TANGO820	121

Hak Cipta :

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

DAFTAR TABEL

Tabel 2.1. Standar Nilai RSRP	12
Tabel 2.2. Standar Nilai SINR	12
Tabel 3.1 Parameter Threshold Sistem Analisis Cross Feeder	38
Tabel 3.2 <i>Decision Rules</i> Sistem Analisis Cross Feeder.....	39
Tabel 3.3 Rule-Based Root Cause Interference (Forward Chaining)	44
Tabel 3.4 Rancangan Variabel Fuzzy Logic untuk Analisis Interference	45
Tabel 3.5 Kombinasi Awal Aturan Inferensi Fuzzy	47
Tabel 3.6 Kombinasi Awal Aturan Inferensi Fuzzy	48
Tabel 3.7 Rule Analisis Weak Coverage	54
Tabel 3.8 Variabel Fuzzy Inference System Weak Coverage.....	54
Tabel 3.9 Rule Analisis Weak Coverage	55
Tabel 3.10 Klasifikasi Level Severity Weak Coverage	55
Tabel 3.11 Rule Analisis Handover	60
Tabel 3.12 Rancangan Komponen Keamanan Sistem	64
Tabel 3.13 Lingkungan Implementasi Sistem.....	64
Tabel 4.1 Hasil Deteksi <i>Cross Feeder</i> pada Site BETA399	86
Tabel 4.2 Hasil Deteksi <i>Cross Feeder</i> pada Site BETA399 (5G).....	87
Tabel 4.3 Hasil Deteksi <i>Cross Feeder</i> pada Site TANGO085 (4G 2300).....	88
Tabel 4.4 Hasil Deteksi <i>Cross Feeder</i> pada Site TANGO085 (4G 1800).....	91
Tabel 4.5 Hasil Validasi Pakar Modul <i>Cross Feeder</i>	92
Tabel 4.6 Proses Forward Chaining Klasifikasi Level RSRP -Cluster 1	98
Tabel 4.7 Proses Forward Chaining Klasifikasi Root Cause -Cluster 1	98
Tabel 4.8 Proses Forward Chaining Klasifikasi Level RSRP -Cluster 2.....	99
Tabel 4.9 Proses Forward Chaining Klasifikasi Root Cause - Cluster 2	100
Tabel 4.10 Proses Forward Chaining Klasifikasi Level RSRP - Cluster 3.....	101
Tabel 4.11 Proses Forward Chaining Klasifikasi Root Cause Cluster 3.....	102
Tabel 4.12 Crisp Input Fuzzy <i>Weak Coverage</i> - Spot #1 JAVA007	103
Tabel 4.13 Hasil Fuzzifikasi - Spot #1 JAVA007.....	103
Tabel 4.14 Evaluasi <i>Fuzzy Rule</i> - Spot #1 JAVA007	104
Tabel 4.15 Agregasi <i>Fuzzy Rule</i> - Spot #1 JAVA00.....	105
Tabel 4.16 Ringkasan Hasil <i>Fuzzy</i> - Spot #1 JAVA007	106



Hak Cipta :

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

Tabel 4.17 Hasil Validasi Pakar Modul <i>Weak Coverage</i>	107
Tabel 4.18 Rekapitulasi Hasil Deteksi Interference pada Area TAUXI275	113
Tabel 4.19 Hasil Validasi Pakar Modul Interference.....	117
Tabel 4.20 Rekapitulasi Hasil Deteksi <i>Handover</i>	122
Tabel 4.21 Hasil Validasi Pakar Modul <i>Handover</i>	125
Tabel 4.22 Rekapitulasi Agreement Rate per Modul.....	127
Tabel 4.23 Hasil Pengujian Black Box (Functional Suitability).....	129
Tabel 4.24 Hasil Pengujian Performance Efficiency	133
Tabel 4.25 Hasil Kuesioner SUS per Responden.....	134
Tabel 4.26 Interpretasi Skor SUS	135
Tabel 4.27 Hasil Pengujian Security	136

**POLITEKNIK
NEGERI
JAKARTA**



Hak Cipta :

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

DAFTAR LAMPIRAN

(L-1) Link Unduh Aplikasi Desktop	147
(L-2) Sample Data Drive Test.....	147
(L-3) Sample Data Site.....	147
(L-4) Pengujian Kepada User.....	148
(L-5) Sample Kuesioner Pengujian Usability	148



Hak Cipta :

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

BAB I PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Perkembangan jaringan telekomunikasi seluler di Indonesia terus mengalami pertumbuhan yang signifikan, seiring dengan meningkatnya kebutuhan masyarakat terhadap layanan data berkecepatan tinggi. Berdasarkan data kuartal II 2025, Telkomsel mengoperasikan 229.214 unit BTS 4G, Indosat sekitar 203.000 unit, dan XLSmart lebih dari 160.341 unit, dengan masing-masing operator terus menambah ribuan unit setiap tahunnya guna memenuhi lonjakan kebutuhan layanan data (Untari, 2025). Selain jaringan 4G yang terus berkembang, pemerintah melalui Kementerian Komunikasi dan Digital (Komdigi) juga tengah mendorong percepatan pembangunan jaringan 5G dengan merencanakan pelelangan spektrum frekuensi 700 MHz, 2,6 GHz, dan 26 GHz untuk memperluas cakupan layanan 5G secara lebih merata di seluruh Indonesia (Haryanto, 2025).

Berdasarkan kondisi tersebut, setiap penambahan atau aktivasi site baru pada jaringan 4G maupun 5G seharusnya diikuti dengan pelaksanaan *drive test* sebagai bagian dari proses verifikasi performa jaringan. Drive test merupakan kegiatan pengukuran kondisi jaringan secara langsung di lapangan dengan menggunakan perangkat pengukur sinyal yang terpasang pada kendaraan, guna mengumpulkan data parameter radio seperti RSRP (*Reference Signal Received Power*), SINR (*Signal to Interference and Noise Ratio*), CQI (*Channel Quality Indicator*), serta data event seperti *handover* antar sel (Herina et al., 2022). Hasil pengukuran ini menjadi dasar evaluasi apakah site yang dibangun telah berfungsi sesuai dengan perencanaan, sekaligus untuk mengidentifikasi berbagai permasalahan kualitas jaringan yang tidak dapat terdeteksi hanya dari sisi jaringan inti.

Melalui data *drive test*, sejumlah permasalahan teknis jaringan dapat diidentifikasi, antara lain *cross feeder issue* (Megnafi et al., 2022), overshooting

(Meisari & Yolanda, 2025a), Weak coverage (Afwan et al., 2019), *handover* (Nisyah & Mustafa, 2020), serta interferensi (Tobmuti & Christianto, 2025) Masing-masing permasalahan ini memerlukan interpretasi yang berbeda terhadap data *drive test* yang telah dikumpulkan.

Analisis data *drive test* secara menyeluruh mencakup pengecekan parameter sinyal, identifikasi pola permasalahan, pemetaan lokasi, serta penentuan rekomendasi tindakan perbaikan untuk setiap site yang diverifikasi. Dengan semakin bertambahnya jumlah site yang harus dianalisis, proses tersebut menjadi semakin kompleks apabila masih dilakukan secara manual. Pengecekan secara manual menyebabkan proses analisis menjadi tidak efisien dan rentan terhadap inkonsistensi hasil antar engineer, karena penilaian terhadap kondisi seperti interferensi atau *weak coverage* seringkali bersifat subjektif dan bergantung pada pengalaman individu.

Di sisi lain, tidak semua permasalahan jaringan memiliki karakteristik yang sama dalam hal deteksinya. Permasalahan seperti *cross feeder* dan *handover* memiliki kriteria keputusan yang jelas dan dapat didefinisikan secara logis melalui aturan-aturan terstruktur (*rule-based*), sehingga cocok untuk diotomasi menggunakan pendekatan tersebut. Sebaliknya, kondisi seperti tingkat keparahan interferensi melibatkan nilai parameter yang bersifat gradual dan tidak memiliki batas yang tegas antara kategori baik, sedang, dan buruk. Untuk menangani kondisi tersebut, diperlukan pendekatan logika fuzzy yang mampu merepresentasikan ketidakpastian nilai parameter secara lebih proporsional dan menghasilkan klasifikasi tingkat keparahan yang lebih sesuai dengan kondisi jaringan aktual.

Oleh karena itu, untuk mempermudah proses analisis data *drive test* dan menghasilkan hasil yang lebih konsisten dan terstruktur, dibutuhkan suatu sistem yang mampu melakukan deteksi permasalahan jaringan secara otomatis. Berdasarkan pemikiran tersebut, penulis menyusun skripsi dengan judul “Pengembangan Aplikasi Desktop Analisis Drive Test Berbasis Rule-Based Dan Fuzzy Pada Jaringan 4G & 5G” yang diharapkan dapat membantu *engineer* telekomunikasi dalam mendeteksi permasalahan kualitas site secara lebih sistematis, meliputi *weak coverage*, interferensi, *cross feeder*, dan *handover*, berdasarkan data *drive test* yang dikumpulkan

Hak Cipta :

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

di lapangan, serta menghasilkan rekomendasi tindakan perbaikan yang dapat langsung ditindaklanjuti.

1.2 Perumusan Masalah

Berdasarkan latar belakang yang telah diuraikan, dalam skripsi ini akan dibahas beberapa permasalahan sebagai berikut:

Bagaimana menganalisis data *drive test* untuk mengidentifikasi permasalahan *weak coverage*, interferensi, *cross feeder*, dan *handover* pada jaringan 4G dan 5G?

Bagaimana merancang dan membangun aplikasi desktop yang mampu mengolah data *drive test* secara terstruktur untuk analisis kualitas jaringan?

- c. Bagaimana penerapan metode *rule-based* dalam sistem untuk mendeteksi permasalahan jaringan yang memiliki kriteria keputusan yang jelas, seperti *Cross Feeder* dan *Handover*?
- d. Bagaimana penerapan metode *fuzzy logic* dalam sistem untuk menganalisis tingkat keparahan interferensi berdasarkan nilai parameter hasil *drive test* ?
- e. Bagaimana hasil analisis sistem yang dirancang dalam mendeteksi permasalahan kualitas site jaringan 4G dan 5G berdasarkan data *drive test* ?

1.3 Tujuan

Tujuan pembuatan sistem ini adalah:

- a. Mengembangkan sistem analisis data *drive test* untuk mendeteksi permasalahan kualitas site jaringan 4G dan 5G.
- b. Merancang dan membangun aplikasi desktop yang mampu mengolah data *drive test* secara terstruktur sebagai sarana analisis kualitas jaringan.
- c. Menerapkan metode *rule-based* dalam sistem untuk mendeteksi permasalahan jaringan yang memiliki kriteria keputusan yang jelas, khususnya *Cross Feeder* dan *Handover*.

Hak Cipta :

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

Hak Cipta :

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

- d. Menerapkan metode *fuzzy logic* dalam sistem untuk menganalisis tingkat keparahan interferensi berdasarkan nilai parameter hasil *drive test*.
- e. Menghasilkan output analisis berupa informasi permasalahan kualitas site jaringan 4G dan 5G serta rekomendasi tindakan perbaikan berdasarkan data *drive test*.

1.4 Luaran

- a. Sebuah aplikasi desktop untuk analisis data *drive test* jaringan 4G dan 5G dengan menerapkan metode *rule-based* dan *fuzzy logic*.
- b. Hasil analisis permasalahan kualitas site jaringan 4G dan 5G, meliputi *Weak Coverage*, Interferensi (beserta *root cause* seperti *Overshooting Cell*, *Missing Dominance*, dan *Sector Overlap*), *Cross Feeder*, dan *Handover* beserta klasifikasi dan rekomendasi tindakan perbaikannya berdasarkan data *drive test*.
- c. Artikel ilmiah (paper) yang memuat perancangan sistem, metode yang digunakan, serta hasil analisis untuk dipublikasikan pada jurnal atau seminar nasional.
- d. Laporan skripsi yang mendokumentasikan proses perancangan, implementasi, dan hasil analisis sistem secara lengkap.

**POLITEKNIK
NEGERI
JAKARTA**

Hak Cipta :

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

BAB V PENUTUP

5.1 Kesimpulan

Berdasarkan hasil perancangan, pembangunan, dan pengujian sistem analisis *drive test* berbasis *rule-based* dan *fuzzy* pada jaringan 4G dan 5G yang telah dilakukan, dapat ditarik beberapa kesimpulan sebagai berikut.

Pertama, sistem aplikasi desktop RF Analyst Pro berhasil dirancang dan dibangun menggunakan bahasa pemrograman Python dengan antarmuka berbasis PySide6, yang mengintegrasikan empat modul analisis utama dalam satu platform terintegrasi. Sistem mampu memproses data *drive test* jaringan 4G LTE maupun 5G NR secara bersamaan melalui pemilihan mode teknologi, serta menyajikan hasil analisis dalam bentuk visualisasi peta, tabel terstruktur, dan rekomendasi tindakan yang dapat langsung digunakan oleh *engineer* RF di lapangan.

Kedua, analisis data *drive test* untuk mengidentifikasi permasalahan jaringan dilakukan melalui empat modul analisis yang bekerja secara independen namun terintegrasi dalam satu platform. Permasalahan cross feeder diidentifikasi menggunakan deteksi deviasi sudut dan rasio mismatch PCI, permasalahan handover diidentifikasi melalui pemasangan event log secara sekuensial, permasalahan interferensi dideteksi menggunakan kombinasi nilai SINR, RSRP, CQI, dan throughput, serta permasalahan weak coverage diidentifikasi melalui pengelompokan titik RSRP lemah ke dalam cluster dengan penentuan serving site terdekat. Keseluruhan proses analisis berlaku untuk data jaringan 4G LTE maupun 5G NR.

Ketiga, metode *Fuzzy Inference System* tipe Mamdani berhasil diterapkan pada modul *interference* dan *weak coverage* untuk menentukan tingkat keparahan secara gradual. Pada modul *interference*, sistem menggunakan tiga variabel masukan dengan 14 *fuzzy rule*, sedangkan pada modul *weak coverage* menggunakan tiga variabel masukan



© Hak Cipta milik Politeknik Negeri Jakarta

Hak Cipta :

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

(RSRP, *Distance* ke *site*, dan *Cluster Length*) dengan 12 *fuzzy rule*. Pendekatan ini mengatasi keterbatasan logika biner dalam menilai kondisi jaringan yang bersifat kontinu, sehingga sistem menghasilkan keputusan yang proporsional terhadap kondisi RF secara menyeluruh. Kombinasi *forward chaining* untuk identifikasi jenis masalah dan *fuzzy Mamdani* untuk penilaian keparahan terbukti saling melengkapi dalam menghasilkan analisis yang lebih lengkap dibandingkan penggunaan salah satu metode secara tunggal.

Keempat, hasil pengujian dan validasi pakar terhadap 65 kasus dari keempat modul menghasilkan *agreement rate* rata-rata sebesar 92,5%. Modul *weak coverage* dan *handover* memperoleh *agreement rate* 100%, modul *cross feeder* 90%, dan modul *interference* 80%. Ketidaksesuaian yang terjadi mengungkap dua keterbatasan yang teridentifikasi: ketergantungan akurasi pemetaan *cross feeder* terhadap jumlah sampel data, dan sensitivitas keputusan *fuzzy interference* terhadap nilai *DL throughput* yang dapat menutupi kondisi interferensi yang sebenarnya signifikan secara RF.

Kelima, hasil pengujian kualitas perangkat lunak berdasarkan ISO/IEC 25010 menunjukkan sistem memenuhi keempat karakteristik yang diuji. *Functional suitability* mencapai nilai sempurna dengan seluruh 30 skenario *black box* berhasil. *Performance efficiency* menunjukkan seluruh proses analisis selesai dalam waktu di bawah 5 detik. *Usability* memperoleh skor SUS 76,0 yang termasuk kategori *Good* dan berada di atas rata-rata industri. *Security* terpenuhi pada seluruh delapan skenario yang diuji.

5.2 Saran

Berdasarkan keterbatasan yang ditemukan selama pengembangan dan pengujian, terdapat beberapa saran untuk pengembangan sistem ke depan. Pada modul *cross feeder*, perlu ditambahkan ambang batas minimum jumlah sampel sebelum klasifikasi dieksekusi agar hasil deteksi tidak terpengaruh oleh data yang tidak representatif. Pada modul *interference*, kalibrasi bobot variabel *DL throughput* pada *rule fuzzy* perlu disempurnakan agar keputusan sistem lebih selaras dengan penilaian



© Hak Cipta milik Politeknik Negeri Jakarta

Hak Cipta :

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

pakar RF. Dari sisi metode, pendekatan *rule-based* yang digunakan saat ini dapat dikembangkan atau dibandingkan dengan metode yang lebih adaptif seperti *Adaptive Neuro-Fuzzy Inference System* (ANFIS), atau *LSTM* untuk meningkatkan kemampuan klasifikasi berbasis data historis. Dari sisi sumber data, integrasi dengan data *OSS* yang mengandung KPI tingkat sel serta data *payload* jaringan dari sistem *network management* dapat memperkaya konteks analisis dan meningkatkan akurasi *root cause analysis* secara keseluruhan, khususnya untuk membedakan degradasi akibat kondisi RF dari degradasi akibat kepadatan trafik.



Hak Cipta :

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

DAFTAR PUSTAKA

- Adhim, R. M., Sulistyawan, V. N., & Sukamta, S. (2025). Prediksi Downlink Throughput Menggunakan Metode Random Forest Regression Pada Jaringan 4g Lte Berdasarkan Data Drive Test. *Jurnal Profesi Insinyur Universitas Lampung*, 6(2). <https://doi.org/10.23960/Jpi.V6n2.190>
- Afwan, M. I., Nasron, N., & Suroso, S. (2019). Optimalisasi Handover Jaringan 4g Telkomsel Di Kota Palembang. *Jurasik (Jurnal Riset Sistem Informasi Dan Teknik Informatika)*, 4(1), 117–126.
- Haryanto, A. T. (2025, 2 Mei). Rencana besar Komdigi bikin sinyal 5G meluas di Indonesia. *Detikinet*. <https://inet.detik.com/law-and-policy/d-7896828/rencana-besar-komdigi-bikin-sinyal-5g-meluas-di-indonesia>
- Anggara, A., Irawan, J. D., & Vendyansyah, N. (2023). Rancang Bangun Aplikasi Pencarian Penjahit Menggunakan Metode Haversine. <https://doi.org/10.36040/Jati.V7i4.7553>
- Aulia, S., Sonia Trirahmi, & Dikky Chandra. (2023). Analisa Pengaruh Issue Overshooting Cell Terhadap Coverage Dan Quality Jaringan 4g Lte Kelurahan Jati Baru Kota Padang. *Jurnal Amplifier : Jurnal Ilmiah Bidang Teknik Elektro Dan Komputer*, 13(2), 54–61. <https://doi.org/10.33369/Jamplifier.V13i2.30036>
- Azis, M. F., Pranoto, W. J., & Hallim, A. (2025). Analisis Kualitas Jaringan Internet Menggunakan Metode Drive Test Di Pt Masindo Intienergy Perkasa (Vol. 8, Number 1).
- Badri, F., & Saputri, N. (2024). Identification Of 4g Lte Network Quality In Outdoor Conditions Using Teme Investigation And Nemo On Tri And Telkomsel Operators In The Anak Air Area, Batipuh Panjang Village (Vol. 1, Number 1).
- Burhanuddin, A. (2023). Analisis Komparatif Inferensi Fuzzy Tsukamoto, Mamdani Dan Sugeno Terhadap Produktivitas Padi Di Indonesia (Vol. 2, Number 1).
- Chandra, D., Yusnita, S., Meidelfi, D., & Febrian Kasmar, A. (2021). The Optimization Of Pci Interference In The 4g Lte Network In Padang. <https://doi.org/10.30630/Joiv.5.3.490>
- Dachi, J. V., & Suhada, J. (2025). Implementasi Basis Data Sederhana Menggunakan Mysql/Postgresql. *Router: Jurnal Teknik Informatika Dan Terapan*, 3(2), 197–207.
- Ding, D., Pi, Y., & Chen, C. (2025). A First Look At Inter-Cell Interference In The Wild. <http://arxiv.org/abs/2508.20060>
- El Rhayour, A., & Mazri, T. (2019). 5g Architecture: Deployment Scenarios And Options. 2019 International Symposium On Advanced Electrical And



Hak Cipta :

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

Communication Technologies (Isaect), 1–6.
<https://doi.org/10.1109/Isaect47714.2019.9069723>

Fehmi, H., Amr, M. F., Bahnasse, A., & Talea, M. (2022). 5g Network: Analysis And Compare 5g Nsa/5g Sa. *Procedia Computer Science*, 203, 594–598.
<https://doi.org/10.1016/j.procs.2022.07.085>

Haghras, A., Haghras, A., Niya, J. M., & Ghaemi, S. (2023). Handover Triggering Estimation Based On Fuzzy Logic For Lte-A/5 G Networks With Ultra-Dense Small Cells. *Soft Computing*, 27(22), 17333–17345.
<https://doi.org/10.1007/s00500-023-08063-6>

Hamdan, M., Yilmaz, L., Shayea, I., & Rzayeva, L. (2026). A Decision-Tree-Based Algorithm For Proactive Handover Prediction In Multi-Rat Cellular Networks: A Drive-Test Study With Implications For 5g/6g Mobility Management.
<https://doi.org/10.20944/preprints202605.0576.v1>

Herina, N. H., Dase, S., & Zaini, Z. (2022). Analisis Pengukuran Kinerja Jaringan 4g Lte Berdasarkan Hasil Drive Test. *Seminar Nasional Teknik Elektro Dan Informatika (Sntei)*, 8(1), 97–102.

Hikmaturokhman, A. (2024). Optimasi Jaringan Lte Di Wilayah Sario, Kota Manado: Studi Kasus Pada Salah Satu Operator Telekomunikasi Di Indonesia. *Jiko (Jurnal Informatika Dan Komputer)*, 8(2), 329.
<https://doi.org/10.26798/jiko.v8i2.1202>

Hussain, I., Zakaria, N. H., & Azzali, F. (2025). An Enhanced Fuzzy Logic-Based Technique For Seamless Handoff Decision In Cellular Networks. *Spectrum Of Engineering Sciences*, 1021–1031.

Ilmasik, H. S., Nuraeni, F., Setiawan, R., & Septiana, Y. (2025). Sistem Rekomendasi Tingkat Kematangan Kopi Berbasis Web Dengan Pendekatan Rule-Based. *Jurnal Algoritma*, 22(2). <https://doi.org/10.33364/algoritma/v.22-2.2579>

Kaddoura, O., Barco, R., Serrano, I., & Sanchez-Sanchez, J. J. (2018). Swapped Sectors Detection Based On Mobility Statistics. *Ieee Communications Letters*, 22(5), 1038–1041. <https://doi.org/10.1109/lcomm.2018.2808292>

Karo, F. K., Setia Nugraha, E., & Gustiyana, F. N. (2019). Analisis Hasil Pengukuran Performansi Jaringan 4g Lte 1800 Mhz Di Area Sokaraja Tengah Kota Purwokerto Menggunakan Genex Asistant Versi 3.18. *Aiti: Jurnal Teknologi Informasi*, 16(Agustus), 115–124.

Kim, T., Kim, H., Choi, S., & Hong, D. (2022). How Will Cell-Free Systems Be Deployed? *Ieee Communications Magazine*, 60(4), 46–51.
<https://doi.org/10.1109/mcom.001.2100533>

Liang, J., Wang, Y., Xie, D., & Jing, Y. (2022). Analysis And Optimization Of Weak Coverage Of Lte Network In Universities. *Ieee Joint International Information*



Hak Cipta :

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

Technology And Artificial Intelligence Conference (Itaic), 2022-June, 344–349. <https://doi.org/10.1109/Itaic54216.2022.9836525>

Loro, M. H. I., Manu, S. O., & Pollo, D. E. D. G. (2024). Pemetaan Handover Pada Jaringan 4g Serta Perhitungan Pathloss Di Wilayah Liliba Dan Maulafa. In *Jurnal Teknik Elektro* (Vol. 1, Number 2).

Maulana, M. H. (2024). Python Bahasa Pemograman Yang Ramah Bagi Pemula. *Journal Of Information System And Computing*. <https://doi.org/10.30631/Jisco.V2i2.105>

Megawati, A. D., & Wardhana, L. (2024). Perancangan Website Managed Service Qos Jaringan Seluler Untuk Memvalidasi Data Hasil Drive Test. *Seminar Nasional Inovasi Vokasi*, 3, 584–593.

Megnafi, H., Haddouche, K., & Karaouzene, Z. (2022). Creation Of An Application Under Mapbasic For The Drive Test Reports Automation In Cellular Networks. 2022 7th International Conference On Image And Signal Processing And Their Applications, Ispa 2022 - Proceedings. <https://doi.org/10.1109/Ispa54004.2022.9786283>

Meisari, W., & Yolanda, A. (2025a). Optimization Of Overshooting Cells In 4g Lte 1800 Mhz Network At Telkomsel Site Cjr017. *International Journal Of Telecommunications, Electronics And Computer Science*, 1(2), 18–23.

Meisari, W., & Yolanda, A. (2025b). Optimization Of Overshooting Cells In 4g Lte 1800 Mhz Network At Telkomsel Site Cjr017. In *International Journal Of Telecommunications* (Vol. 1, Number 2).

Nabiwa, N. (2026). Jurnal Sains Dan Teknolog Mengapa Kekuatan Sinyal Tidak Selalu Menjamin Kualitas Komunikasi. *Jurnal Sains Dan Teknologi*, 02(3).

Nguyen, M. T., Kwon, S., & Kim, H. (2018). Mobility Robustness Optimization For Handover Failure Reduction In Lte Small-Cell Networks. *Ieee Transactions On Vehicular Technology*, 67(5), 4672–4676. <https://doi.org/10.1109/Tvt.2017.2787602>

Nisyah, A., & Mustafa, L. D. (2020). Analisis Kualitas Sinyal Terhadap Performa Intra Dan Inter Handover Pada Jaringan 4g Lte Menggunakan Metode Ssv. *Jurnal Jartel*, 10(2), 107–112.

Nugraha, M. R., Galih, D., Rezkika, R., & Haryono, W. (2026). Rancang Bangun Aplikasi Manajemen Proyek Berbasis Web Menggunakan React Dan Supabase Pada Yayasan Sa’adatul Atholibin. *Jurnal Informatika Dan Teknik Elektro Terapan*, 14(1). <https://doi.org/10.23960/Jitet.V14i1.8741>

Nurrahma, N., Alam, S., & Fikri, M. (2025). Pemanfaatan Scikit-Fuzzy Untuk Pengembangan Dataset Sintetis Parameter Kualitas Air Budidaya Lobster Dalam Klasifikasi Berbasis Pembelajaran Mesin. *Prosiding Seminar Nasional*

Hak Cipta :

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

Ilmu Teknik Dan Aplikasi Industri Fakultas Teknik Universitas Lampung, 8, 125–130.

- Untari, P. H. (2025, 8 September). XLSmart, Indosat, dan Telkomsel pacu BTS 4G Juni 2025, tambah belasan ribu unit. *Bisnis.com*. <https://teknologi.bisnis.com/read/20250908/101/1909226/xlsmart-indosat-dan-telkomsel-pacu-bts-4g-juni-2025-tambah-belasan-ribu-unit>
- Peters, E., & Aggrey, G. K. (2020). An Iso 25010 Based Quality Model For Erp Systems. *Advances In Science, Technology And Engineering Systems*, 5(2), 578–583. <https://doi.org/10.25046/Aj050272>
- Polak, L., Kufa, J., Sotner, R., & Fryza, T. (2024). Measurement And Analysis Of 4g/5g Mobile Signal Coverage In A Heavy Industry Environment. *Sensors*, 24(8). <https://doi.org/10.3390/S24082538>
- Prasetyo, F., Putra, E., Riski, M., Yahya, M. S., & Ramadhan, M. H. (2023). Jurnal Sistim Informasi Dan Teknologi <https://jsisfotek.org/index.php/mengenal-teknologi-jaringan-nirkabel-terbaru-teknologi-5g>. 5(2). <https://doi.org/10.37034/Jsifotek.V5i1.233>
- Putra, A., Wibowo, S. H., Toyib, R., & Darnita, Y. (2024). Analisis Dan Pengujian Jaringan 4g Dan 5g Dalam Layanan Qualiti Of Servis (Qos) Menggunakan Metode Driver Test. *Jati (Jurnal Mahasiswa Teknik Informatika)*, 8(5), 9985–9991.
- Putra, G. M., Budiman, E., Malewa, Y., Cahyadi, D., Taruk, M., & Hairah, U. (2021). 4g Lte Experience: Reference Signal Received Power, Noise Ratio And Quality. *3rd 2021 East Indonesia Conference On Computer And Information Technology, Eiconcit 2021*, 139–144. <https://doi.org/10.1109/Eiconcit50028.2021.9431853>
- Putri, M., Ginting, A., & Lubis, A. S. (2024). Pengujian Aplikasi Berbasis Web Data Ska Menggunakan Metode Black Box Testing. *Februari*, 2(1), 41–48. <https://doi.org/10.55537/Cosmic>
- Rahmawati, A., Sulandari, W., Subanti, S., & Yudhanto, Y. (2023). Penerapan Metode Reccurent Neural Network Dengan Pendekatan Long Short-Term Memory (Lstm) Untuk Meramalkan Harga Saham Hybe Corporation The Application Of Recurrent Neural Network Method With The Long Short-Term Memory (Lstm) Approach To Forecast Hybe Corporation's Stock Price. *Jurnal Bumigora Information Technology (Bite)*, 5(1), 65–76. <https://doi.org/10.30812/Bite/V5i1.2973>
- Rifai, A., & Wulandari, D. A. (2025). Perancangan Model Machine Learning Untuk Rekomendasi Optimasi Dan Prediksi Parameter Jaringan Seluler. 4(1).
- Sánchez-González, J., Pérez-Romero, J., Sallent, O., & Umbert, A. (2026). On The Detection And Mitigation Of Coverage Holes By Means Of Relays In Cellular



Hak Cipta :

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

Networks. Ieee Transactions On Vehicular Technology, 1–15.
<https://doi.org/10.1109/Tvt.2026.3687938>

Saragih, Y., Satrio Hadikusuma, R., & Elisabet S, A. (2022). Evaluation Of Cellular Network Performance Involving The Lte 1800 Band And Lte 2100 Band Using The Drive Test Method. Jurnal Infotel, 14(4), 294–300.
<https://doi.org/10.20895/Infotel.V14i4.833>

Setia, B., & Ramadan, A. (2019). Penerapan Logika Fuzzy Pada Sistem Cerdas. In Jurnal Sistem Cerdas.

Shodikin, M. (2021). Analisis Perancangan Lte Home Pada Jaringan 4g Lte Berbasis Open Radio Access Network. 2(4), 2021.
<http://jurnal.lppm.unram.ac.id/index.php/jurnalpepadu/index>

Simanjuntak, T., Angelie, R. O., Manurung, S. P., Gulo, J. A., & Girsang, J. (2026). Analisis Sistem Pakar Untuk Diagnosa Kerusakan Perangkat Komputer Menggunakan Metode Forward Chaining. Portal Riset Dan Inovasi Sistem Perangkat Lunak, 4(1), 60–67. <https://doi.org/10.59696/Prinsip.V4i1.222>

Surahmanto, M., Yusuf, M., & Saputra, T. R. C. (2026). Aplikasi Android Berbasis Root Untuk Penguncian Earfcn Dan Pci Pada Jaringan Lte. Insect (Informatics And Security): Jurnal Teknik Informatika, 12(01), 86–95.

Tobmuti, D., & Christianto, E. (2025). Analysis Of 5g Signal Quality On 2100 Mhz And 2300 Mhz Frequencies Based On Rsrq, Rsrp, And Snr Parameters. Inovtek Polbeng-Seri Informatika, 10(3), 1463–1474.

Utomo, A. A. S., Supandi, S., & Rozzaqi, A. R. (2025). Analisis Kinerja Jaringan Wireless Berdasarkan Parameter Qos (Throughput, Delay, Packet Loss) Terhadap Variasi Trafik Jam Operasional Pada Pengguna Di Lingkungan Sekolah Di Smp Negeri 1 Ngarangan. Sibatik Journal: Jurnal Ilmiah Bidang Sosial, Ekonomi, Budaya, Teknologi, Dan Pendidikan, 4(9), 2691–2970.

Wulandari, A., Hasan, M., Hikmaturokhman, A., Ashamdone, Damayanti, L., & Damelia. (2021). 5g Stand Alone Inter-Band Carrier Aggregation Planning In Kelapa Gading Jakarta Utara. 2021 2nd International Conference On Ict For Rural Development (Ic-Ictrudev), 1–6. <https://doi.org/10.1109/Ic-Ictrudev50538.2021.9656497>

Yuliana, H., Basuki, S., & Rusiana Iskandar, H. (2019). Peningkatan Kualitas Sinyal Pada Jaringan 4g Lte Dengan Menggunakan Metode Antenna Physical Tuning (Vol. 16).

Zaldivar-Herrera, J. E., Sánchez-Fernández, L. P., & Rodríguez-Méndez, L. M. (2024). Network Long-Term Evolution Quality Of Service Assessment Using A Weighted Fuzzy Inference System. Mathematics, 12(24).
<https://doi.org/10.3390/Math12243985>



Zega.E.B, Ginting. W, & Damanik. R. (2025). Sistem Keamanan Login Menggunakan Metode Autentikasi Dua Faktor Dengan Verifikasi Gambar. *International Multidiciplinary Journal*, 1(02), 25–35.
<https://Sorakgemaintelektual.Com/Jurnal/Index.Php/Imun/Article/View/127>



Hak Cipta :

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



Hak Cipta :

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

DAFTAR RIWAYAT HIDUP PENULIS

Muhamad Reza Febrian



Lahir pada 05 Februari 2004 dan merupakan anak pertama dari 3 bersaudara. Memulai pendidikan dasar di SDN Negeri Lebak Bulus 01 Pagi, Melanjutkan studi di SMP Negeri 37 Jakarta dan lulus pada tahun 2019. Kemudian Melanjutkan pendidikan di SMKN 41 Jakarta dan Lulus pada Tahun 2022. Saat ini sedang menempuh pendidikan tinggi Diploma IV (D4) di Politeknik Negeri Jakarta, Jurusan Teknik Elektro dengan program studi Broadband Multimedia

**POLITEKNIK
NEGERI
JAKARTA**



Hak Cipta :

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

LAMPIRAN

(L-1) Link Unduh Aplikasi Desktop



(L-2) Sample Data Drive Test

Sample Data Drive Test

Longitude	Latitude	Height[m]	RF Mode	NR PCC Serving PCI	NR PCC Serving SSB NR-ARFCN	NR PCC Serving RSRP[dBm]	NR PCC Serving SINR[dB]	NR PCC DL PDCP Throughput(Mbps)	NR PCC UL PDCP Throughput(Mbps)	NR DL Radio PCC Avg CQI
106.962344	-6.4041373	106.71	NR	157	52300	-73.28	14.7			14.76
106.962344	-6.4041373	106.71								
106.962344	-6.4041373	106.71	NR	157	52300	-69.25	18.6	55.77	1.64	14.44
106.962344	-6.4041373	106.71								
106.962344	-6.4041373	106.71								
106.962449	-6.4041712	106.97	NR	157	52300	-71.15	14.38	69.31	1.77	13.91
106.962449	-6.4041712	106.97								
106.962549	-6.4042071	107.48	NR	157	52300	-71.32	13.8	98.35	3.19	13.04
106.962549	-6.4042071	107.48								
106.962549	-6.4042071	107.48								
106.962549	-6.4042071	107.48								
106.962646	-6.4042432	107.28	NR	157	52300	-73.95	9.35	42.84	0.76	12.4
106.962646	-6.4042432	107.28								
106.962646	-6.4042432	107.28								
106.962646	-6.4042432	107.28								
106.962646	-6.4042432	107.28								
106.962646	-6.4042432	107.28								
106.962757	-6.4042869	107.96	NR	157	52300	-76.68	4.35	67.85	1.61	11.92

(L-3) Sample Data Site

Sample Data Site

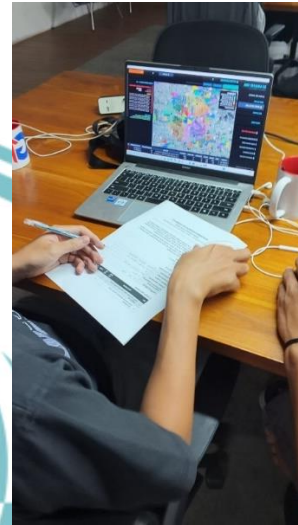
Longitude	Latitude	Azimuth	Mtilt	gNodeB Name	gNodeB Name	gNodeB ID	Cell Name	Cell ID	SSB NR-ARFCN	PCI	IsOutdoor	Sectorization
106.851361	-6.223531	30	2	ANON_JULIET064_XYZ	JULIET064	9246064	ANON_JULIET064_XX01	14	52300	402	Yes	Sectorize
106.851361	-6.223531	210	2	ANON_JULIET064_XYZ	JULIET064	9246064	ANON_JULIET064_XX02	24	52300	403	Yes	Sectorize
106.851361	-6.223531	310	2	ANON_JULIET064_XYZ	JULIET064	9246064	ANON_JULIET064_XX03	34	52300	404	Yes	Sectorize
106.788844	-6.169411	120	2	ANON_JUNO987_XYZ	JUNO987	9973987	ANON_JUNO987_XX01	24	52300	93	Yes	Sectorize
106.788844	-6.169411	270	2	ANON_JUNO987_XYZ	JUNO987	9973987	ANON_JUNO987_XX02	34	52300	94	Yes	Sectorize
106.864481	-6.252501	30	2	ANON_ECLIPSE153_XYZ	ECLIPSE153	6535153	ANON_ECLIPSE153_XX01	14	52300	42	Yes	Sectorize
106.864481	-6.252501	150	2	ANON_ECLIPSE153_XYZ	ECLIPSE153	6535153	ANON_ECLIPSE153_XX02	24	52300	43	Yes	Sectorize
106.864481	-6.252501	300	2	ANON_ECLIPSE153_XYZ	ECLIPSE153	6535153	ANON_ECLIPSE153_XX03	34	52300	44	Yes	Sectorize
106.805491	-6.194191	90	2	ANON_JUNO509_XYZ	JUNO509	9973509	ANON_JUNO509_XX01	14	52300	381	Yes	Sectorize
106.805491	-6.194191	150	2	ANON_JUNO509_XYZ	JUNO509	9973509	ANON_JUNO509_XX02	24	52300	382	Yes	Sectorize
106.805491	-6.194191	330	2	ANON_JUNO509_XYZ	JUNO509	9973509	ANON_JUNO509_XX03	34	52300	383	Yes	Sectorize

Hak Cipta :

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

(L-4) Pengujian Kepada User

Pengujian Aplikasi dan pengisian kuesioner oleh RF Engineer di PT G1



(L-5) Sample Kuesioner Pengujian Usability

KUESIONER PENGUJIAN USABILITY
System Usability Scale (SUS)
Aplikasi RF Analyst Pro — Sistem Analisis Drive Test Jaringan 4G & 5G

A. Pengantar
Kuesioner ini bertujuan untuk mengukur tingkat kemudahan penggunaan (usability) aplikasi RF Analyst Pro menggunakan metode System Usability Scale (SUS). Bapak/ibu diminta untuk mencoba menggunakan aplikasi terlebih dahulu, kemudian memberikan penilaian terhadap sepuluh pernyataan di bawah ini sesuai dengan pengalaman yang dirasakan.
Tidak ada jawaban benar atau salah. Mohon mengisi setiap pernyataan secara jujur dengan memberikan tanda centang (✓) pada salah satu kolom yang paling sesuai. Hasil kuesioner ini hanya digunakan untuk keperluan penelitian.

B. Keterangan Skala
STS = Sangat Tidak Setuju (1)
TS = Tidak Setuju (2)
N = Netral (3)
S = Setuju (4)
SS = Sangat Setuju (5)

C. Identitas Responden

Nama Responden	Bob. Suri Potty
Email Responden	Bobysuripotty@gmail.com
Jabatan / Profesi	P-F
Instansi / Perusahaan	G1
Pengalaman di Bidang RF / Telekomunikasi	1 tahun
Tanggal Pengisian	29 Juni 2026

D. Daftar Pernyataan

No	Pernyataan	STS (1)	TS (2)	N (3)	S (4)	SS (5)
1	Saya rasa saya akan sering menggunakan aplikasi ini.					✓
2	Saya merasa aplikasi ini terlalu rumit (kompleks).			✓		

No	Pernyataan	STS (1)	TS (2)	N (3)	S (4)	SS (5)
3	Saya rasa aplikasi ini mudah digunakan.				✓	
4	Saya rasa saya membutuhkan bantuan orang teknis untuk dapat menggunakan aplikasi ini.			✓		
5	Saya merasa berbagai fitur pada aplikasi ini terintegrasi dengan baik.				✓	
6	Saya rasa terlalu banyak ketidaksesuaian (inkonsistensi) dalam aplikasi ini.		✓			
7	Saya rasa kebanyakan orang akan dapat mempelajari aplikasi ini dengan cepat.			✓		
8	Saya merasa aplikasi ini membingungkan (tidak praktis) untuk digunakan.		✓			
9	Saya merasa percaya diri (yakini) saat menggunakan aplikasi ini.					✓
10	Saya perlu mempelajari banyak hal terlebih dahulu sebelum dapat menggunakan aplikasi ini.		✓			

E. Saran dan Masukan (Opsional)
Tuliskan saran atau masukan Bapak/ibu untuk pengembangan aplikasi:

Responden,
