



© 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



**SIMULASI DAN ANALISIS JARINGAN 5G UNTUK
OPTIMALISASI KUALITAS LAYANAN DATA
MENGUNAKAN VISUAL BASIC**

TUGAS AKHIR

Alifa Azzahra
2303332028
POLITEKNIK
NEGERI
JAKARTA

PROGRAM STUDI TEKNIK TELEKOMUNIKASI
JURUSAN TEKNIK ELEKTRO
POLITEKNIK NEGERI JAKARTA

2026



© 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



**SIMULASI DAN ANALISIS JARINGAN 5G UNTUK
OPTIMALISASI KUALITAS LAYANAN DATA
MENGUNAKAN VISUAL BASIC**

**Diajukan sebagai salah satu syarat untuk memperoleh gelar
Diploma Tiga**

**POLITEKNIK
NEGERI
JAKARTA**

**Alifa Azzahra
2303332028**

**PROGRAM STUDI TEKNIK TELEKOMUNIKASI
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 mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

HALAMAN PERNYATAAN ORISINALITAS

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

Nama

: Alifa Azzahra

NIM

: 2303332028

Tanda Tangan

:

Tanggal

: 06 Juli 2026





© 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

LEMBAR PENGESAHAN TUGAS AKHIR

Tugas Akhir diajukan oleh :
Nama : Alifa Azzahra
NIM : 2303332028
Program Studi : Telekomunikasi
Judul Tugas Akhir : Simulasi Dan Analisis Jaringan 5G Untuk
Optimalisasi Kualitas Layanan Data
Menggunakan Visual Basic

Telah diuji oleh tim penguji dalam Sidang Tugas Akhir pada 06 Juli 2026
dan dinyatakan LULUS

Pembimbing : Dr. Yenniwati Rafsyam, SST., MT.()
NIP: 196806271993032002

**POLITEKNIK
NEGERI
JAKARTA**

Depok, 28 Juli 2026

Disahkan oleh

Ketua Jurusan Teknik Elektro



Dr. Muric 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 saya panjatkan kepada Tuhan Yang Maha Esa, karena atas berkat dan rahmat-Nya, penulis dapat menyelesaikan Tugas Akhir ini. Penulisan Tugas Akhir ini dilakukan dalam rangka memenuhi salah satu syarat untuk mencapai gelar Diploma Tiga (D3) Politeknik Negeri Jakarta. Penulis menyadari bahwa tanpa bantuan dan bimbingan dari berbagai pihak, dari masa perkuliahan sampai pada penyusunan Tugas Akhir ini, sangatlah sulit bagi penulis untuk menyelesaikan Tugas Akhir ini. Oleh karena itu, penulis mengucapkan terima kasih kepada:

1. Ibu Dr. Yenniwarti Rafsyam, SST., MT., selaku dosen pembimbing yang telah menyediakan waktu, tenaga, dan pikiran untuk mengarahkan penulis dalam penyusunan tugas akhir ini;
2. Seluruh staf pengajar dan karyawan Jurusan Teknik Elektro Politeknik Negeri Jakarta, khususnya Program Studi Telekomunikasi;
3. Orang tua dan keluarga penulis yang telah memberikan bantuan dukungan material dan moral;
4. Ageng Laksono Jati yang telah memberikan dukungan dan kebahagiaan selama proses penyusunan tugas akhir ini;
5. Teman-teman di Program Studi Telekomunikasi Angkatan 2023, khususnya teman-teman di rumah pace yang telah mendukung serta bekerja sama untuk menyelesaikan tugas akhir ini.

Akhir kata, penulis berharap Tuhan Yang Maha Esa berkenan membalas segala kebaikan semua pihak yang telah membantu. Semoga Tugas Akhir ini membawa manfaat bagi pengembangan ilmu.

Depok, 28 Juli 2026

Alifa Azzahra



SIMULASI DAN ANALISIS JARINGAN 5G UNTUK OPTIMALISASI KUALITAS LAYANAN DATA MENGGUNAKAN VISUAL BASIC

ABSTRAK

Perkembangan teknologi jaringan 5G menuntut tersedianya sistem yang mampu melakukan pemantauan kualitas sinyal dan analisis Quality of Service (QoS) secara cepat dan akurat untuk mendukung evaluasi performansi jaringan. Penelitian ini bertujuan merancang dan merealisasikan sistem monitoring, simulasi, dan analisis jaringan 5G yang terdiri atas aplikasi Android (QoSApp2), aplikasi middleware berbasis Python, dan aplikasi Simulasi dan Analisis QoS Jaringan 5G yang dikembangkan menggunakan Visual Basic .NET. Aplikasi Android memperoleh parameter kualitas sinyal secara real-time, meliputi RSRP, RSRQ, SINR, Cell ID, PCI, TAC, nama operator, dan jenis jaringan. Data hasil pengukuran dikirim melalui komunikasi Socket TCP/IP ke aplikasi middleware, kemudian diteruskan ke aplikasi simulasi untuk menerapkan metode Adaptive Modulation and Coding (AMC), Beamforming, Hybrid Automatic Repeat Request (HARQ), dan Power Control. Selanjutnya, aplikasi menghitung parameter QoS berupa throughput, delay, latency, jitter, dan packet loss. Pengujian dilakukan di Gedung G, Basement Perpustakaan, dan Lapangan Spirit Politeknik Negeri Jakarta menggunakan operator Telkomsel, XL Axiata, Tri Indonesia, dan Smartfren. Hasil pengujian menunjukkan sistem mampu melakukan pengambilan, pengiriman, simulasi, dan analisis data secara real-time. Hasil simulasi menunjukkan peningkatan throughput dari 12,00 Mbps menjadi 54,17 Mbps, dari 60,33 Mbps menjadi 120,00 Mbps, dari 4,76 Mbps menjadi 32,78 Mbps, serta dari 14,11 Mbps menjadi 58,78 Mbps sesuai kondisi pengujian. Selain itu, nilai delay, latency, jitter, dan packet loss menurun setelah penerapan metode optimasi. Dengan demikian, sistem yang dikembangkan mampu mendukung evaluasi performansi jaringan 5G melalui simulasi dan analisis parameter QoS.

Kata kunci: jaringan 5G, Quality of Service, RSRP, RSRQ, SINR, Android, Python, Visual Basic .NET.

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



SIMULASI DAN ANALISIS JARINGAN 5G UNTUK OPTIMALISASI KUALITAS LAYANAN DATA MENGGUNAKAN VISUAL BASIC

ABSTRACT

The rapid development of 5G network technology requires a system capable of monitoring signal quality and analyzing Quality of Service (QoS) accurately and in real time to support network performance evaluation. This study aims to design and implement a 5G network monitoring, simulation, and analysis system consisting of an Android application (QoSApp2), a Python-based middleware application, and a 5G QoS Simulation and Analysis application developed using Visual Basic .NET. The Android application acquires real-time signal quality parameters, including RSRP, RSRQ, SINR, Cell ID, PCI, TAC, operator name, and network type. The measurement data are transmitted through Socket TCP/IP communication to the middleware application and then forwarded to the simulation application, which applies Adaptive Modulation and Coding (AMC), Beamforming, Hybrid Automatic Repeat Request (HARQ), and Power Control methods. The application subsequently calculates QoS parameters, including throughput, delay, latency, jitter, and packet loss. The system was tested at Gedung G, the Library Basement, and Spirit Field of Politeknik Negeri Jakarta using four cellular operators: Telkomsel, XL Axiata, Tri Indonesia, and Smartfren. The results show that the proposed system successfully performs real-time data acquisition, transmission, simulation, and QoS analysis. The simulation results indicate throughput improvements from 12.00 Mbps to 54.17 Mbps, from 60.33 Mbps to 120.00 Mbps, from 4.76 Mbps to 32.78 Mbps, and from 14.11 Mbps to 58.78 Mbps under different testing conditions. Furthermore, delay, latency, jitter, and packet loss decreased after applying the optimization methods. Therefore, the developed system effectively supports 5G network performance evaluation through QoS simulation and analysis.

Keywords: 5G network, Quality of Service, RSRP, RSRQ, SINR, Android, Python, Visual Basic .NET.

**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 TUGAS AKHIR.....	iv
KATA PENGANTAR.....	iv
ABSTRAK	vi
ABSTRACT	vii
DAFTAR ISI.....	x
DAFTAR TABEL	xii
DAFTAR GAMBAR.....	xiii
DAFTAR LAMPIRAN.....	xv
BAB I PENDAHULUAN.....	2
1.1 LATAR BELAKANG	2
1.2 PERUMUSAN MASALAH	3
1.3 TUJUAN.....	3
1.4 LUARAN.....	3
BAB II TINJAUAN PUSTAKA	3
2.1 Teknologi Jaringan 5G	3
2.2 Parameter Kualitas Sinyal 5G	3
2.2.1 <i>Reference Signal Received Power (RSRP)</i>	3
2.2.2 <i>Reference Signal Received Quality (RSRQ)</i>	5
2.2.3 <i>Signal to Interference plus Noise Ratio (SINR)</i>	6
2.2.4 <i>Cell Identity (Cell ID)</i>	7
2.2.5 <i>Physical Cell Identity (PCI)</i>	7
2.2.6 <i>Tracking Area Code (TAC)</i>	8
2.3 <i>Quality of Service (QoS) Jaringan 5G</i>	9
2.3.1 <i>Troughput</i>	9
2.3.2 <i>Delay</i>	10
2.3.3 <i>Jitter</i>	10
2.3.4 <i>Packet Loss</i>	11
2.3.5 <i>Bit Error Rate (BER)</i>	11
2.4 Metode Optimasi Jaringan 5G.....	11
2.4.1 <i>Adaptive modulation and coding (AMC)</i>	11
2.4.2 <i>Beamforming</i>	12
2.4.3 <i>Hybrid Automatic Repeat Request (HARQ)</i>	13
2.4.4 <i>Power Control</i>	13
2.5 Modulasi Digital pada Jaringan 5G	14
2.5.1 <i>Quadrature Phase Shift Keying (QPSK)</i>	14
2.5.2 <i>16-Quadrature Amplitude Modulation (16-QAM)</i>	15
2.5.3 <i>64-Quadrature Amplitude Modulation (64-QAM)</i>	15
2.5.4 <i>256-Quadrature Amplitude Modulation (256-QAM)</i>	16
2.6 Android sebagai Media Pengukuran Jaringan.....	17
2.6.1 <i>Android Studio</i>	17
2.6.2 <i>TelephonyManager API</i>	17
2.6.3 <i>SubscriptionManager API</i>	18
2.6.4 <i>FusedLocationProviderClient</i>	19
2.7 Komunikasi Data Menggunakan Socket TCP/IP	19

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 mengumunkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

2.7.1	Pengertian Socket	20
2.7.2	Komunikasi Client–Server	20
2.7.3	Port 5000 dan Port 6000	21
2.8	Python sebagai <i>Middleware</i>	21
2.8.1	Python.....	22
2.8.2	<i>Socket</i> Python	22
2.8.3	<i>Middleware</i>	22
2.9	<i>Visual Basic .NET</i> sebagai Aplikasi Simulasi dan Analisis QoS	23
2.9.1	<i>Visual Basic .NET</i>	23
2.9.2	<i>Windows Forms</i>	23
2.9.3	<i>Chart Control</i>	24
2.9.4	<i>DataGridView</i>	24
2.10	Propagasi Sinyal Jaringan 5G.....	25
BAB III PERENCANAAN DAN REALISASI.....		27
3.1	Perancangan Sistem.....	27
3.1.1	Deskripsi Sistem.....	27
3.1.2	Diagram Blok Sistem.....	28
3.1.3	<i>Flowchart</i> Sistem.....	30
3.1.4	Algoritma Aplikasi Android (QoSApp2)	31
3.1.5	Tampilan Aplikasi Android (QoSApp2)	32
3.1.6	Algoritma <i>middleware</i> Python (QoS Monitor).....	33
3.1.7	Tampilan <i>Middleware Python</i> (QoS Monitor)	34
3.1.8	Algoritma Aplikasi Visual Basic	35
3.1.9	Merancang Tampilan Aplikasi Simulasi dan Analisis QoS	36
3.2	Spesifikasi Alat.....	39
3.2.1	Spesifikasi Perangkat Keras	39
3.2.2	Spesifikasi Perangkat Lunak	40
3.2.3	Konfigurasi Jaringan.....	41
3.3	Realisasi Sistem.....	42
3.3.1	Realisasi Aplikasi Android QoSApp2.....	42
3.3.2	Realisasi Program <i>middleware</i>	45
3.3.3	Realisasi Program Visual Basic .NET	48
BAB IV PENGUJIAN DAN PEMBAHASAN		53
4.1	Pengujian Sistem Kualitas Jaringan G	53
4.1.1	Pengujian kualitas jaringan 5G di Gedung G	53
4.1.2	Pengujian kualitas jaringan 5G di Basement	70
4.1.3	Pengujian kualitas jaringan 5G di Lapangan Spirit	88
4.2	Analisis	105
BAB V PENUTUP.....		108
5.1	KESIMPULAN	108
5.2	SARAN.....	109
DAFTAR PUSTAKA.....		110
DATA RIWAYAT HIDUP.....		112
LAMPIRAN.....		115



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 TABEL

Tabel 2. 1 Standarisasi Nilai RSRP	4
Tabel 2. 2 Standarisasi Nilai RSRQ.....	5
Tabel 2. 3 Standarisasi Nilai SINR.....	6
Tabel 2. 4 Klasifikasi Kategori Parameter QoS.....	9
Tabel 3. 1 Spesifikasi Perangkat Keras yang Digunakan	39
Tabel 3. 2 Spesifikasi Perangkat Lunak yang Digunakan	40
Tabel 3. 3 Konfigurasi Port Komunikasi Antar Komponen	41



DAFTAR GAMBAR

Gambar 3. 1	Diagram Blok Sistem Pengukuran dan Simulasi Jaringan 5G.....	29
Gambar 3. 2	<i>Flowchart</i> Sistem Keseluruhan.....	30
Gambar 3. 3	Tampilan Aplikasi Android (QoSApp2).....	32
Gambar 3. 4	Tampilan Server Python QoS Monitor	34
Gambar 3. 5	Halaman depan Aplikasi Visual Basic “Analisis Jaringan 5G”	36
Gambar 3. 6	Halaman penjelasan Aplikasi <i>Monitoring</i> QoS Jaringan 5G	37
Gambar 3. 7	Tampilan Aplikasi Simulasi dan Analisis QoS.....	38
Gambar 3. 8	Realisasi Aplikasi Android (QoSApp2).....	45
Gambar 3. 9	Realisasi Server Python	47
Gambar 3. 10	<i>Splash Screen</i> Aplikasi Visual Basic “Analisis Jaringan 5G”	50
Gambar 3. 11	Desain Halaman Awal Aplikasi <i>Monitoring</i> QoS Jaringan 5G	51
Gambar 3. 12	Tampilan Aplikasi Simulasi dan Analisis QoS.....	52
Gambar 4. 1	Set up alat untuk pengujian sistem kualitas jaringan 5G di Gedung G	54
Gambar 4. 2	Tampilan QoSApp2 kartu xl pengujian kualitas jaringan 5G Gedung G	57
Gambar 4. 3	Tampilan QoSApp2 kartu tri pengujian kualitas jaringan 5G Gedung G	57
Gambar 4. 4	Tampilan QoSApp2 kartu telkomsel pengujian kualitas jaringan 5G Gedung G	58
Gambar 4. 5	Tampilan QoSApp2 kartu Smartfren pengujian kualitas jaringan 5G Gedung G	59
Gambar 4. 6	Tampilan <i>Middleware</i> Berbasis <i>Python</i> Menerima Data Kartu XL di Gedung G	60
Gambar 4. 7	Tampilan <i>Middleware</i> Berbasis <i>Python</i> Menerima Data Kartu Tri di Gedung G	61
Gambar 4. 8	Tampilan <i>Middleware</i> Berbasis <i>Python</i> Menerima Data Kartu Telkomsel di Gedung G	62
Gambar 4. 9	Tampilan <i>Middleware</i> Berbasis <i>Python</i> Menerima Data Kartu Smatfrent di Gedung G	63
Gambar 4. 10	Hasil Simulasi dan Analisis QoS Jaringan 5G Operator XL	64
Gambar 4. 11	Hasil Simulasi dan Analisis QoS Jaringan 5G Operator Tri.....	66
Gambar 4. 12	Hasil Simulasi dan Analisis QoS Jaringan 5G Operator Telkomsel	67
Gambar 4. 13	Hasil Simulasi dan Analisis QoS Jaringan 5G Operator Smartfren	69
Gambar 4. 14	Set up alat untuk pengujian sistem kualitas jaringan 5G di Basement Perpustakaan.....	71
Gambar 4. 15	Tampilan QoSApp2 Kartu XL pada Pengujian di Basement Perpustakaan.....	73
Gambar 4. 16	Tampilan QoSApp2 Kartu Tri pada Pengujian di Basement Perpustakaan.....	74
Gambar 4. 17	Tampilan QoSApp2 Kartu Telkomsel pada Pengujian di Basement Perpustakaan.....	75
Gambar 4. 18	Tampilan QoSApp2 Kartu Smartfren pada Pengujian di Basement Perpustakaan.....	76

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 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

Gambar 4. 19	Tampilan Aplikasi Middleware Berbasis Python Menerima Data Kartu XL	77
Gambar 4. 20	Tampilan Aplikasi Middleware Berbasis Python Menerima Data Kartu Tri	78
Gambar 4. 21	Tampilan Aplikasi Middleware Berbasis Python Menerima Data Kartu Telkomsel	79
Gambar 4. 22	Tampilan Aplikasi Middleware Berbasis Python Menerima Data Kartu Smartfren	80
Gambar 4. 23	Hasil Simulasi dan Analisis QoS Jaringan 5G Operator XL	82
Gambar 4. 24	Hasil Simulasi dan Analisis QoS Jaringan 5G Operator Tri.....	83
Gambar 4. 25	Hasil Simulasi dan Analisis QoS Jaringan 5G Operator Telkomsel	85
Gambar 4. 26	Hasil Simulasi dan Analisis QoS Jaringan 5G Operator Smatfrent	86
Gambar 4. 27	Set up alat untuk pengujian sistem kualitas jaringan 5G di Lapangan Spirit	89
Gambar 4. 28	Tampilan QoSApp2 Kartu XL pada Pengujian di Lapangan Spirit	91
Gambar 4. 29	Tampilan QoSApp2 Kartu Tri pada Pengujian di Lapangan Spirit	91
Gambar 4. 30	Tampilan QoSApp2 Kartu Telkomsel pada Pengujian di Lapangan Spirit	92
Gambar 4. 31	Tampilan QoSApp2 Kartu Smartfren pada Pengujian di Lapangan Spirit	93
Gambar 4. 32	Tampilan Aplikasi Middleware Berbasis Python Menerima Data Kartu XL	94
Gambar 4. 33	Tampilan Aplikasi Middleware Berbasis Python Menerima Data Kartu Tri	95
Gambar 4. 34	Tampilan Aplikasi Middleware Berbasis Python Menerima Data Kartu Telkomsel	96
Gambar 4. 35	Tampilan Aplikasi Middleware Berbasis Python Menerima Data Kartu Smartfren	97
Gambar 4. 36	Hasil Simulasi dan Analisis QoS Jaringan 5G Operator XL	98
Gambar 4. 37	Hasil Simulasi dan Analisis QoS Jaringan 5G Operator Tri.....	100
Gambar 4. 38	Hasil Simulasi dan Analisis QoS Jaringan 5G Operator Telkomsel	101
Gambar 4. 39	Hasil Simulasi dan Analisis QoS Jaringan 5G Operator Smartfren	103



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 LAMPIRAN

LAMPIRAN 1 JOB SHEET 1	115
LAMPIRAN 2 JOB SHEET 2	125
LAMPIRAN 3 JOB SHEET 3	134
LAMPIRAN 4 Program QoSAPP2.....	144
LAMPIRAN 5 Program middleware	155
LAMPIRAN 6 Program Simulasi Visual Basic.....	161





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 teknologi komunikasi seluler telah mengalami kemajuan dari generasi pertama (1G) hingga generasi kelima (5G). Teknologi 5G dikembangkan untuk memenuhi kebutuhan komunikasi yang memerlukan kecepatan transmisi data tinggi, *latency* rendah, kapasitas jaringan yang besar, serta konektivitas yang lebih andal. Dengan kemampuan tersebut, jaringan 5G mendukung berbagai layanan seperti *Internet of Things* (IoT), *smart city*, *cloud computing*, dan layanan multimedia beresolusi tinggi.

Kualitas layanan jaringan 5G dipengaruhi oleh berbagai faktor, seperti kondisi lingkungan, jarak terhadap *base station* (BTS), interferensi, serta hambatan propagasi sinyal. Faktor-faktor tersebut memengaruhi parameter kualitas sinyal, yaitu *Reference Signal Received Power* (RSRP), *Reference Signal Received Quality* (RSRQ), dan *Signal to Interference plus Noise Ratio* (SINR), yang selanjutnya berdampak pada parameter *Quality of Service* (QoS) seperti *throughput*, *delay*, *jitter*, dan *packet loss*.

Pada penelitian ini dikembangkan sistem yang terdiri atas aplikasi Android sebagai media pengambilan data kualitas sinyal secara *real-time*, Server Python sebagai *middleware* komunikasi data, serta aplikasi Visual Basic .NET sebagai media simulasi dan analisis *Quality of Service* (QoS). Data hasil pengukuran kemudian diolah menggunakan metode *Adaptive Modulation and Coding* (AMC), *Beamforming* (BF), *Hybrid Automatic Repeat Request* (HARQ), dan *Power Control* (PC) untuk mengetahui pengaruh optimasi terhadap kualitas layanan jaringan. Berdasarkan uraian tersebut, penelitian ini dilakukan dengan judul "Simulasi dan Analisis Jaringan 5G untuk Optimalisasi Kualitas Layanan Data Menggunakan Visual Basic". Penelitian ini diharapkan dapat memberikan gambaran mengenai kualitas jaringan 5G pada berbagai kondisi pengujian serta menunjukkan pengaruh penerapan metode optimasi terhadap peningkatan parameter QoS.



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

1.2 PERUMUSAN MASALAH

Berdasarkan latar belakang yang telah diuraikan, perumusan masalah dalam penelitian ini adalah:

1. Bagaimana merancang simulasi jaringan 5G menggunakan Visual Basic?
2. Bagaimana menguji simulasi jaringan 5G menggunakan Visual Basic?
3. Bagaimana kinerja jaringan 5G berdasarkan parameter *Quality of Service* (QoS) untuk layanan data?
4. Bagaimana optimalisasi kualitas layanan data pada jaringan 5G?

1.3 TUJUAN

Tujuan dari penelitian ini adalah:

1. Mampu merancang simulasi jaringan 5G menggunakan Visual Basic.
2. Mampu menguji simulasi jaringan 5G yang dibangun menggunakan Visual Basic.
3. Mampu menganalisis kualitas layanan data berdasarkan parameter QoS.
4. Mampu menganalisis optimalisasi kualitas layanan data pada jaringan 5G berdasarkan hasil simulasi

1.4 LUARAN

Luaran yang dihasilkan dari penelitian ini adalah:

1. Model simulasi sistem jaringan 5G berbasis Visual Basic .NET.
2. Tiga judul *Job Sheet* Pratikum
3. Laporan Tugas Akhir
4. Artikel ilmiah pada jurnal nasional terakreditasi

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 V PENUTUP

5.1 KESIMPULAN

Berdasarkan hasil perancangan, realisasi, pengujian, dan analisis yang telah dilakukan, dapat disimpulkan sebagai berikut.

1. Aplikasi Simulasi dan Analisis *Quality of Service* (QoS) Jaringan 5G menggunakan Visual Basic .NET berhasil dibangun dan mampu terintegrasi dengan aplikasi QoSApp2 serta *middleware* berbasis Python melalui komunikasi *Socket TCP/IP*. Sistem berhasil menerima data hasil pengukuran secara *real-time* yang meliputi RSRP, RSRQ, SINR, *Cell ID*, PCI, TAC, *Latitude*, dan *Longitude* dari empat operator seluler, yaitu Telkomsel, XL Axiata, Tri Indonesia, dan Smartfren pada tiga lokasi pengujian, yaitu Gedung G, Basement Perpustakaan, dan Lapangan Spirit Politeknik Negeri Jakarta.
2. Aplikasi yang dikembangkan berhasil melakukan simulasi optimasi jaringan 5G menggunakan metode *Adaptive Modulation and Coding* (AMC), *Beamforming*, *Hybrid Automatic Repeat Request* (HARQ), dan *Power Control* (PC). Berdasarkan data awal sebelum simulasi, diperoleh nilai rata-rata RSRP sebesar -101 dBm, RSRQ sebesar -14 dB, dan SINR sebesar 0 dB. Setelah dilakukan optimasi, nilai RSRP meningkat sebesar 6 dB dan SINR meningkat sebesar 15 dB, sehingga terjadi perubahan modulasi dari 16-QAM menjadi 64-QAM pada kondisi SINR yang memenuhi syarat. Selain itu, nilai *Bit Error Rate* (BER) mengalami penurunan hingga 88,24%, yang menunjukkan bahwa proses transmisi data menjadi lebih andal setelah dilakukan optimasi.
3. Hasil analisis menunjukkan bahwa kualitas layanan data jaringan 5G dapat dievaluasi menggunakan parameter *Quality of Service* (QoS), yaitu *Bit Error Rate* (BER), *throughput*, *delay*, *latency*, *jitter*, dan *packet loss*. Berdasarkan kondisi awal sebelum optimasi, nilai *throughput* sebesar 12,00 Mbps, *delay* sebesar 62,50 ms, *jitter* sebesar 11,50 ms, dan *packet loss* sebesar 5,42%. Setelah dilakukan optimasi, nilai *throughput* meningkat



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

menjadi 90,00 Mbps, sedangkan nilai *delay* menurun menjadi 29,45 ms,SS *jitter* menjadi 1,65 ms, dan *packet loss* menjadi 0,42%. Hasil tersebut menunjukkan bahwa proses optimasi mampu meningkatkan kualitas layanan data jaringan secara signifikan.

4. Hasil pengujian pada tiga lokasi, yaitu Gedung G, Basement Perpustakaan, dan Lapangan Spirit Politeknik Negeri Jakarta menunjukkan bahwa kondisi lingkungan *indoor* dan *outdoor* mempengaruhi kualitas sinyal jaringan 5G pada setiap operator. Perbedaan kualitas sinyal tersebut disebabkan oleh kondisi lingkungan dan adanya area *blank spot*, yaitu wilayah yang memiliki cakupan sinyal lemah atau tidak optimal akibat hambatan propagasi, jarak terhadap *base station* (BTS), serta adanya penghalang fisik di sekitar lokasi pengujian.

5.2 SARAN

Berdasarkan hasil penelitian yang telah dilakukan, beberapa saran untuk pengembangan penelitian selanjutnya adalah sebagai berikut.

1. Menambah lokasi dan variasi kondisi pengujian agar hasil analisis kualitas jaringan 5G lebih representatif.
2. Mengembangkan sistem agar mendukung pengukuran pada jaringan 5G Standalone (SA) serta teknologi jaringan seluler generasi berikutnya.
3. Menambahkan parameter pengukuran lain, seperti download throughput, upload throughput, dan latency jaringan secara langsung sehingga analisis Quality of Service (QoS) menjadi lebih komprehensif.
4. Mengembangkan aplikasi Simulasi dan Analisis QoS Jaringan 5G dengan metode optimasi lain atau mengombinasikannya dengan algoritma berbasis Artificial Intelligence (AI) maupun Machine Learning untuk meningkatkan akurasi hasil analisis dan simulasi,



DAFTAR PUSTAKA

- [1] T. S. Rappaport, Y. Xing, G. R. MacCartney, A. F. Molisch, E. Mellios, dan J. Zhang, "Overview of Millimeter Wave Communications for Fifth-Generation (5G) Wireless Networks," *IEEE Transactions on Antennas and Propagation*, vol. 65, no. 12, pp. 6213–6230, 2017.
- [2] A. Goldsmith, *Wireless Communications*. New York: Cambridge University Press, 2005.
- [3] T. S. Rappaport, *Wireless Communications: Principles and Practice*, 2nd ed. New Jersey: Prentice Hall, 2002.
- [4] S. Haykin dan M. Moher, *Modern Wireless Communications*. New Jersey: Pearson Education, 2005.
- [5] A. Ghosh, J. Zhang, J. G. Andrews, dan R. Muhamed, *Fundamentals of LTE*. New Jersey: Prentice Hall, 2010.
- [6] E. Dahlman, S. Parkvall, dan J. Sköld, *5G NR: The Next Generation Wireless Access Technology*. London: Academic Press, 2018.
- [7] E. Dahlman, S. Parkvall, dan J. Sköld, *4G LTE/LTE-Advanced for Mobile Broadband*. Oxford: Academic Press, 2014.
- [8] International Telecommunication Union (ITU), *Recommendation ITU-T G.1010: End-user Multimedia QoS Categories*, Geneva, Switzerland, 2001.
- [9] International Telecommunication Union (ITU), *Recommendation ITU-T P.800: Methods for Subjective Determination of Transmission Quality*, Geneva, Switzerland, 1996.
- [10] A. S. Tanenbaum dan D. J. Wetherall, *Computer Networks*, 5th ed. New Jersey: Pearson Education, 2011.
- [11] W. Stallings, *Data and Computer Communications*, 10th ed. New Jersey: Pearson Education, 2013.
- [12] B. Forouzan, *Data Communications and Networking*, 5th ed. New York: McGraw-Hill, 2013.
- [13] J. G. Proakis dan M. Salehi, *Digital Communications*, 5th ed. New York: McGraw-Hill, 2008.
- [14] S. Haykin, *Digital Communications*. New York: Wiley, 2013.
- [15] Android Developers, "TelephonyManager API Documentation," 2025. [Online]. Available: <https://developer.android.com>. [Diakses: 15 Januari 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



© 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

[16] Python Software Foundation, “Python Documentation,” 2025. [Online]. Available: <https://www.python.org>. [Diakses: 15 Januari 2026].

[17] Microsoft Corporation, “Visual Basic .NET Documentation,” 2025. [Online]. Available: <https://learn.microsoft.com>. [Diakses: 15 Januari 2026].

[18] J. F. Kurose dan K. W. Ross, *Computer Networking: A Top-Down Approach*, 8th ed. New York: Pearson Education, 2021.

[19] 3GPP, NR; *Physical Layer Procedures for Data (Release 17)*, 3GPP TS 38.214, 2022.

[20] 3GPP, NR; *Base Station (BS) Radio Transmission and Reception (Release 17)*, 3GPP TS 38.104, 2022.





© 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 mengemukakan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

DATA RIWAYAT HIDUP

Data Diri		
Nama Lengkap	Alifa Azzahra	
Nama Panggilan	Lifzah	
Alamat	Jl. Masjid Al Muhajirin No.169, RT.002/RW.008, Jatikramat, Kec. Jatiasih, Kota Bks, Jawa Barat 17421	
No. HP	081290159232	
Tempat/Tgl Lahir	Halim, 25 Maret 2005	
Agama	Islam	
Jenis Kelamin	Perempuan	
Email	alifa.azzahra.te23@stu.pnj.ac.id	
Indeks Prestasi (IP) semester 1 – 5		
Semestar	IP	
Semester 1 (Satu)	3,08	
Semester 2 (Dua)	3,18	
Semester 3 (Tiga)	3,3	
Semester 4 (Empat)	3,19	
Semester 5 (Lima)	4	
Indek Prestasi Kumulatif (IPK)	3,35	



© 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

Riwayat Pendidikan	Tahun
SDN KEBON PALA 01 PAGI	2011-2015
SDN LUBANG BUAYA 12 PAGI	2015-2017
SMPN 109 JAKARTA	2018-2020
SMA PGRI 24 JAKARTA	2020 - 2023

Profile

Mahasiswa semester VI Politeknik Negeri Jakarta Jurusan Teknik Elektro Program Studi Telekomunikasi yang dapat bekerja keras, disiplin, dan memiliki inisiatif tinggi. Siap menghadapi tantangan, bertanggung jawab, serta cepat beradaptasi di lapangan.

Pendidikan Organisasi

No	Organisasi	Jabatan	Tempat	Tahun



© 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

Pendidikan Non-Formal/ Training-Seminar

No	Kegiatan	Tempat	Tahun

Prestasi yang Pernah Diraih

No	Kegiatan	Tempat	Tahun

Demikian daftar riwayat hidup ini saya buat dengan sebenar – benarnya.

Depok, 2026

Alifa Azzahra

**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

LAMPIRAN

LAMPIRAN 1 JOB SHEET 1

Simulasi Sistem Jaringan 5G Menggunakan Visual Basic .NET

Program Keahlian	:	Teknik Jaringan Komputer dan Telekomunikasi
Mata Pelajaran/Mata Kuliah	:	Sistem Komunikasi Bergerak / Jaringan 5G
Kompetensi Dasar	:	Merancang dan membangun aplikasi simulasi sistem jaringan 5G menggunakan Visual Basic .NET
Kelas/Semester	:	
Alokasi Waktu	:	4 x 45 menit (1 pertemuan)

A. Kompetensi Dasar

Merancang, membangun, dan menjalankan aplikasi simulasi sistem jaringan 5G berbasis Visual Basic .NET yang mampu memodelkan parameter-parameter utama jaringan 5G secara sederhana.

B. Indikator Pencapaian Kompetensi

Peserta didik mampu menjelaskan arsitektur dasar dan parameter kunci jaringan 5G (frekuensi, bandwidth, throughput, latency, dan jumlah pengguna). Peserta didik mampu merancang antarmuka (GUI) aplikasi simulasi jaringan 5G menggunakan Visual Basic .NET. Peserta didik mampu mengimplementasikan logika/algoritma perhitungan parameter jaringan 5G ke dalam kode program VB.NET. Peserta didik mampu menjalankan, menguji coba awal, dan mendemonstrasikan program simulasi yang telah dibuat.

C. Tujuan Pembelajaran

Setelah melaksanakan praktik ini, peserta didik diharapkan mampu:

1. Menjelaskan konsep dasar dan parameter teknis jaringan 5G secara tepat.



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. Membangun project aplikasi Windows Forms pada Visual Basic .NET sesuai rancangan antarmuka simulasi jaringan 5G.
3. Menulis kode program (event handler dan fungsi perhitungan) untuk mensimulasikan parameter throughput dan latency jaringan 5G.
4. Mendokumentasikan hasil simulasi dalam bentuk laporan praktik.

D. Dasar Teori

1. Konsep Dasar Jaringan 5G

Jaringan generasi kelima (5G) merupakan pengembangan teknologi seluler yang dirancang untuk menghadirkan kecepatan data yang jauh lebih tinggi, latensi yang sangat rendah, serta kapasitas konektivitas perangkat yang jauh lebih besar dibandingkan generasi sebelumnya (4G/LTE). Standar 5G New Radio (5G NR) dikembangkan oleh 3GPP dan mendukung tiga skenario layanan utama, yaitu Enhanced Mobile Broadband (eMBB), Ultra-Reliable Low-Latency Communication (URLLC), dan Massive Machine-Type Communication (mMTC).

2. Parameter Kunci Jaringan 5G

- a. Frekuensi kerja: pita frekuensi sub-6 GHz (mid-band) dan mmWave (di atas 24 GHz).
- b. Bandwidth kanal: lebar pita yang dialokasikan untuk transmisi data (MHz).
- c. Throughput: laju transfer data efektif yang dapat dicapai (Mbps/Gbps).
- d. Latency (latensi): waktu tunda pengiriman data dari pengirim ke penerima (milidetik).
- e. Jumlah pengguna (user density): banyaknya perangkat yang terhubung secara simultan pada satu sel jaringan.

3. Visual Basic .NET sebagai Alat Simulasi

Visual Basic .NET (VB.NET) adalah bahasa pemrograman berbasis .NET Framework yang mendukung pengembangan aplikasi berbasis GUI



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

(Graphical User Interface) melalui Windows Forms. Kemudahan dalam merancang form, kontrol input/output, serta penulisan logika pemrograman menjadikan VB.NET sesuai digunakan untuk membangun aplikasi simulasi yang bersifat edukatif, termasuk simulasi parameter jaringan 5G secara matematis dan visual.

E. Alat dan Bahan

No	Nama Alat/Bahan	Spesifikasi	Jumlah
1	Personal Computer / Laptop	Minimal RAM 4 GB, prosesor dual-core	1 unit
2	Sistem Operasi Windows	Windows 10/11	1 unit
3	Microsoft Visual Studio	2019/2022 dengan workload .NET Desktop Development	1 aplikasi
4	.NET Framework/SDK	.NET Framework 4.7 ke atas	1 paket
5	Modul/Jobsheet praktik	Cetak/digital	1 buah
6	Alat tulis dan buku catatan	-	secukupnya

F. Langkah Kerja

1. Persiapan
 - a. Nyalakan komputer dan buka aplikasi Microsoft Visual Studio.
 - b. Buat proyek baru dengan memilih template Windows Forms App (.NET Framework) dan pilih bahasa Visual Basic.
 - c. Beri nama proyek, misalnya "Simulasi5GNetwork", lalu klik Create.
2. Merancang Antarmuka (GUI)
 - a. Tambahkan kontrol Label dan TextBox untuk input parameter: Frekuensi (GHz), Bandwidth (MHz), Jumlah Pengguna, dan Jarak Pengguna ke BTS/gNB (meter).



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

- b. Tambahkan kontrol Label untuk menampilkan hasil keluaran: Throughput (Mbps) dan Latency (ms).
 - c. Tambahkan tombol (Button) dengan nama btnSimulasikan dan tombol btnReset.
 - d. Atur tata letak (layout) form agar rapi dan mudah dibaca menggunakan GroupBox untuk mengelompokkan input dan output.
3. Menulis Kode Program
 - a. Buat event Click pada tombol btnSimulasikan yang mengambil nilai input dari TextBox.
 - b. Implementasikan rumus sederhana untuk menghitung throughput, misalnya berdasarkan pendekatan Shannon ($\text{Throughput} = \text{Bandwidth} \times \log_2(1 + \text{SNR})$), dengan SNR diasumsikan berdasarkan jarak dan frekuensi.
 - c. Implementasikan rumus estimasi latency berdasarkan jarak dan faktor pemrosesan jaringan.
 - d. Tampilkan hasil perhitungan pada Label output, dan tambahkan validasi input agar program tidak error saat data kosong atau tidak valid.
4. Menjalankan dan Menguji Program
 - a. Jalankan program dengan menekan tombol Start (F5).
 - b. Masukkan beberapa skenario nilai parameter dan amati hasil throughput dan latency yang dihasilkan.
 - c. Perbaiki kesalahan (debugging) apabila program menghasilkan error atau nilai yang tidak sesuai.
5. Dokumentasi
 - a. Ambil tangkapan layar (screenshot) tampilan antarmuka program beserta hasil simulasi.
 - b. Catat hasil pengamatan pada tabel hasil praktik di bawah ini.



© 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

G. Lembar Hasil Pengamatan

No	Frekuensi (GHz)	Bandwidth (MHz)	Jumlah Pengguna	Throughput (Mbps)	Latency (ms)
1					
2					
3					

H. Bahan Diskusi dan Evaluasi

1. Jelaskan pengaruh perubahan bandwidth terhadap nilai throughput pada hasil simulasi Anda.
2. Bagaimana pengaruh jarak pengguna terhadap latensi berdasarkan hasil program yang dijalankan?
3. Apa kelebihan dan keterbatasan simulasi ini dibandingkan dengan kondisi jaringan 5G yang sesungguhnya?
4. Buatlah satu skenario tambahan (variasi parameter) dan analisis hasilnya secara singkat.

I. Lembar Penilaian

No	Aspek Penilaian	Bobot (%)	Skor (0-100)	Nilai (Bobot × Skor)
1	Persiapan dan pemahaman teori dasar 5G	15		
2	Rancangan antarmuka (GUI) program	20		
3	Ketepatan logika/kode program simulasi	30		
4	Hasil uji coba dan fungsi program	20		



© 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

5	Laporan dan jawaban evaluasi	15		
	Total	100		

J. Keselamatan dan Kesehatan Kerja (K3)

1. Pastikan instalasi kabel daya dan stop kontak dalam kondisi aman sebelum menyalakan komputer.
2. Duduk dengan posisi ergonomis untuk menghindari kelelahan otot selama praktik.
3. Simpan pekerjaan (save project) secara berkala untuk menghindari kehilangan data akibat listrik padam.
4. Gunakan komputer sesuai prosedur dan matikan dengan benar (shut down) setelah praktik selesai.

K. Daftar Pustaka

- 3GPP. (2023). Technical Specification Group Services and System Aspects; 5G System Overview (TS 23.501).
- Rappaport, T. S., dkk. (2019). Wireless Communications and Networks: A Perspective on 5G. IEEE Communications Magazine.
- Microsoft. (2024). Visual Basic .NET Documentation. Microsoft Learn.

Kunci Jawaban Simulasi Sistem Jaringan 5G Menggunakan Visual Basic .NET

A. Ringkasan Jawaban Dasar Teori

1. Arsitektur dan Parameter Kunci 5G

Jaringan 5G (5G New Radio) dikembangkan oleh 3GPP dan mendukung tiga skenario layanan utama:

- a. eMBB (Enhanced Mobile Broadband) - mengutamakan throughput/kecepatan data tinggi.



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

- b. URLLC (Ultra-Reliable Low-Latency Communication) - mengutamakan latensi sangat rendah dan keandalan tinggi.
- c. mMTC (Massive Machine-Type Communication) - mengutamakan kepadatan koneksi perangkat yang sangat besar.
- d. Lima parameter kunci yang disimulasikan: frekuensi kerja (GHz), bandwidth kanal (MHz), throughput (Mbps), latency (ms), dan jumlah pengguna (user density).

2. Rancangan Antarmuka (GUI) - Daftar Kontrol

No	Nama Kontrol	Tipe	Fungsi
1	txtFrekuensi	TextBox	Input frekuensi kerja (GHz)
2	txtBandwidth	TextBox	Input bandwidth kanal (MHz)
3	txtJumlahPengguna	TextBox	Input jumlah pengguna aktif
4	txtJarak	TextBox	Input jarak pengguna ke BTS/gNB (meter)
5	lblThroughput	Label	Menampilkan hasil throughput (Mbps)
6	lblLatency	Label	Menampilkan hasil latency (ms)
7	btnSimulasikan	Button	Menjalankan perhitungan simulasi
8	btnReset	Button	Mengosongkan seluruh input dan output
9	GroupBox1 / GroupBox2	GroupBox	Mengelompokkan area Input dan area Output

B. Kode Program VB.NET (Lengkap)

Berikut kode lengkap yang memenuhi Langkah Kerja 3 (Menulis Kode Program). Formula SNR disederhanakan berdasarkan asumsi jarak dan frekuensi



© Hak Cipta milik Politeknik Negeri Jakarta

sesuai instruksi jobsheet (bukan model propagasi presisi tinggi), sehingga cocok untuk tujuan edukasi.

```
Public Class Form1

    Private Sub btnSimulasikan_Click(sender As Object, e As EventArgs) Handles btnSimulasikan.Click
        Try
            ' --- Validasi & pengambilan input ---
            If txtFrekuensi.Text.Trim = "" OrElse
                txtBandwidth.Text.Trim = "" OrElse
                    txtJumlahPengguna.Text.Trim = "" OrElse
                        txtJarak.Text.Trim = "" Then
                MessageBox.Show("Semua kolom input harus diisi!", "Peringatan",
                                MessageBoxButtons.OK,
                                MessageBoxIcon.Warning)
                Return
            End If

            Dim frekuensi As Double =
                Double.Parse(txtFrekuensi.Text)
            Dim bandwidth As Double =
                Double.Parse(txtBandwidth.Text)
            Dim jumlahPengguna As Integer =
                Integer.Parse(txtJumlahPengguna.Text)
            Dim jarak As Double = Double.Parse(txtJarak.Text)

            If frekuensi <= 0 OrElse bandwidth <= 0 OrElse
                jumlahPengguna <= 0 OrElse jarak <= 0 Then
                MessageBox.Show("Semua nilai input harus lebih
                besar dari 0!", "Peringatan",
                                MessageBoxButtons.OK,
                                MessageBoxIcon.Warning)
                Return
            End If

            ' --- Estimasi SNR (dB) berdasarkan jarak &
            frekuensi (asumsi sederhana) ---
            Dim snrDb As Double = 30 - (0.05 * jarak) - (1.5 *
            frekuensi)
            If snrDb < 0 Then snrDb = 0
            Dim snrLinear As Double = Math.Pow(10, snrDb / 10)

            ' --- Throughput (pendekatan Shannon): Throughput =
            BW x log2(1 + SNR) ---
            Dim throughputTotal As Double = bandwidth *
            (Math.Log(1 + snrLinear) / Math.Log(2))
            Dim throughputPerUser As Double = throughputTotal /
            jumlahPengguna

            ' --- Estimasi latency: delay dasar + faktor jarak +
            faktor kepadatan pengguna ---
```

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

```

        Dim latencyDasar As Double = 1.0 ' ms,
        delay pemrosesan gNB
        Dim latencyJarak As Double = (jarak / 1000) * 2 '
        ms, faktor propagasi/jarak
        Dim latencyPengguna As Double = jumlahPengguna *
        0.05 ' ms, faktor antrean
        Dim latencyTotal As Double = latencyDasar +
        latencyJarak + latencyPengguna

        ' --- Tampilkan hasil ---
        lblThroughput.Text =
        throughputPerUser.ToString("0.00") & " Mbps"
        lblLatency.Text = latencyTotal.ToString("0.00") & "
        ms"

        Catch ex As FormatException
            MessageBox.Show("Input tidak valid! Pastikan semua
            kolom diisi dengan angka.",
            "Error", MessageBoxButtons.OK,
            MessageBoxIcon.Error)
        Catch ex As Exception
            MessageBox.Show("Terjadi kesalahan: " & ex.Message,
            "Error",
            MessageBoxButtons.OK,
            MessageBoxIcon.Error)
        End Try
    End Sub

    Private Sub btnReset_Click(sender As Object, e As
    EventArgs) Handles btnReset.Click
        txtFrekuensi.Clear()
        txtBandwidth.Clear()
        txtJumlahPengguna.Clear()
        txtJarak.Clear()
        lblThroughput.Text = "-"
        lblLatency.Text = "-"
        txtFrekuensi.Focus()
    End Sub

End Class

```

C. Lembar Hasil Pengamatan (Contoh Terisi)

No	Frekuensi (GHz)	Bandwidth (MHz)	Jumlah Pengguna	Throughput (Mbps)	Latency (ms)
1	3.5	100	10	73.99	1.60
2	3.5	50	20	16.44	2.20
3	28	100	50	2.00	3.90

Jarak pengguna ke gNB pada tiga skenario di atas berturut-turut: 50 m, 100 m, dan 200 m.



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. Jawaban Bahan Diskusi dan Evaluasi

1. Jelaskan pengaruh perubahan bandwidth terhadap nilai throughput pada hasil simulasi Anda.

Berdasarkan rumus Shannon ($\text{Throughput} = \text{Bandwidth} \times \log_2(1+\text{SNR})$), throughput berbanding lurus (linear) dengan bandwidth pada nilai SNR yang tetap. Pada tabel di atas, ketika bandwidth diturunkan dari 100 MHz menjadi 50 MHz (skenario 1 ke 2, dengan SNR yang mendekati), throughput total ikut turun secara proporsional. Semakin besar bandwidth yang dialokasikan, semakin besar pula kapasitas data yang dapat dilewatkan, sehingga throughput per pengguna meningkat.

2. Bagaimana pengaruh jarak pengguna terhadap latency berdasarkan hasil program yang dijalankan?

Semakin jauh jarak pengguna dari BTS/gNB, semakin besar nilai latency yang dihasilkan, karena komponen 'latencyJarak' pada program bertambah secara linear terhadap jarak ($\text{jarak}/1000 \times 2$). Selain itu, jarak yang jauh juga menurunkan SNR (karena redaman sinyal semakin besar), yang pada gilirannya menurunkan throughput. Ini konsisten dengan skenario 3, di mana jarak paling jauh (200 m) menghasilkan latency tertinggi dan throughput terendah.

3. Apa kelebihan dan keterbatasan simulasi ini dibandingkan dengan kondisi jaringan 5G yang sesungguhnya?

Kelebihan: sederhana, mudah dipahami, cepat dijalankan, dan cukup untuk mengilustrasikan hubungan konsep antar-parameter (bandwidth, jarak, jumlah pengguna) terhadap throughput dan latency secara kualitatif. Keterbatasan: model SNR yang digunakan adalah pendekatan/asumsi sederhana, bukan model propagasi RF yang presisi (tidak memperhitungkan fading, interferensi antar-sel, multipath, beamforming, MIMO, scheduling, maupun kondisi kanal nyata), sehingga nilai yang dihasilkan tidak dapat langsung dipakai sebagai nilai kinerja jaringan 5G sesungguhnya di lapangan.

4. Buatlah satu skenario tambahan (variasi parameter) dan analisis hasilnya secara singkat.



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

Skenario tambahan: Frekuensi = 3.5 GHz, Bandwidth = 100 MHz, Jumlah Pengguna = 5, Jarak = 30 m. Dengan jarak yang lebih dekat dan jumlah pengguna lebih sedikit dibanding skenario 1, SNR akan lebih tinggi (redaman lebih kecil) dan beban per pengguna lebih rendah, sehingga throughput per pengguna diperkirakan meningkat signifikan (di atas 100 Mbps) sementara latency menjadi lebih rendah (mendekati 1.5 ms). Analisis ini menegaskan bahwa kombinasi jarak dekat dan jumlah pengguna sedikit adalah kondisi paling ideal untuk kualitas layanan terbaik.

LAMPIRAN 2 JOB SHEET 2

Pengujian Simulasi Jaringan 5G Menggunakan Visual Basic .NET

Program Keahlian	:	Teknik Jaringan Komputer dan Telekomunikasi
Mata Pelajaran/Mata Kuliah	:	Sistem Komunikasi Bergerak / Jaringan 5G
Kompetensi Dasar	:	Melakukan pengujian (testing) terhadap aplikasi simulasi jaringan 5G yang telah dibangun menggunakan Visual Basic .NET
Kelas/Semester	:	
Alokasi Waktu	:	4 x 45 menit (1 pertemuan)

A. Kompetensi Dasar

Melaksanakan pengujian fungsional terhadap aplikasi simulasi jaringan 5G berbasis Visual Basic .NET untuk memastikan program berjalan sesuai rancangan dan menghasilkan keluaran yang valid.

B. Indikator Pencapaian Kompetensi

1. Peserta didik mampu menjelaskan konsep dan jenis pengujian perangkat lunak.
2. Peserta didik mampu menyusun skenario pengujian (test case) untuk aplikasi simulasi jaringan 5G.
3. Peserta didik mampu melaksanakan pengujian fungsional (functional testing) terhadap program simulasi.



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. Peserta didik mampu menganalisis, mendokumentasikan, dan melaporkan hasil pengujian termasuk temuan kesalahan (bug).

C. Tujuan Pembelajaran

1. Setelah melaksanakan praktik ini, peserta didik diharapkan mampu:
2. Memahami konsep dasar pengujian perangkat lunak berbasis GUI.
3. Menyusun rancangan test case yang mencakup kondisi normal, kondisi batas (boundary), dan kondisi input tidak valid.
4. Melakukan eksekusi pengujian terhadap aplikasi simulasi jaringan 5G hasil Job Sheet sebelumnya.
5. Menyusun laporan hasil pengujian secara sistematis.

D. Dasar Teori

1. Konsep Pengujian Perangkat Lunak

Pengujian perangkat lunak (software testing) merupakan proses untuk mengevaluasi dan memverifikasi bahwa suatu perangkat lunak telah memenuhi persyaratan yang ditentukan dan berfungsi sebagaimana mestinya. Pengujian bertujuan menemukan kesalahan (defect/bug) sebelum perangkat lunak digunakan secara luas.

2. Jenis Pengujian

- a. Black-box testing: pengujian yang berfokus pada fungsi keluaran program tanpa memeriksa struktur kode internal.
- b. White-box testing: pengujian yang memeriksa struktur logika dan alur kode program secara internal.
- c. Functional testing: pengujian yang memverifikasi apakah setiap fungsi program berjalan sesuai spesifikasi kebutuhan.
- d. Boundary value testing: pengujian pada nilai batas input (minimum, maksimum, dan tepat di luar batas).



3. Komponen *Test Case*

Sebuah *test case* umumnya terdiri atas: ID pengujian, deskripsi/tujuan pengujian, data input, langkah pengujian, hasil yang diharapkan (*expected result*), hasil aktual (*actual result*), dan status kelulusan (*pass/fail*).

E. Alat dan Bahan

No	Nama Alat/Bahan	Spesifikasi	Jumlah
1	Personal Computer / Laptop	Minimal RAM 4 GB, prosesor dual-core	1 unit
2	Microsoft Visual Studio	2019/2022 dengan project simulasi 5G (Job Sheet 1)	1 aplikasi
3	File project Simulasi 5G Network	Hasil praktik Job Sheet 1	1 project
4	Formulir/tabel test case	Cetak/digital	1 set
5	Alat tulis dan buku catatan	-	secukupnya

F. Langkah Kerja

1. Persiapan Lingkungan Pengujian
 - a. Buka kembali project aplikasi simulasi jaringan 5G hasil Job Sheet 1 pada Visual Studio.
 - b. Pastikan aplikasi dapat dikompilasi (*build*) tanpa kesalahan (*error*) sebelum pengujian dimulai.
 - c. Siapkan tabel/format pencatatan *test case* seperti pada bagian H.
2. Menyusun Skenario Pengujian (*Test Case*)
 - a. Identifikasi seluruh fungsi input dan tombol pada aplikasi yang perlu diuji, misalnya tombol Simulasikan dan tombol Reset.

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

- b. Susun skenario pengujian normal, yaitu memasukkan nilai parameter yang wajar (frekuensi, bandwidth, jumlah pengguna, jarak) sesuai rentang yang berlaku.
 - c. Susun skenario pengujian nilai batas (boundary), misalnya nilai nol, nilai maksimum, atau nilai negatif.
 - d. Susun skenario pengujian input tidak valid, misalnya input berupa huruf pada kolom angka atau kolom dikosongkan.
3. Melaksanakan Pengujian
 - a. Jalankan aplikasi (F5) dan lakukan input data sesuai setiap test case yang telah disusun.
 - b. Amati dan catat hasil aktual (actual result) dari setiap pengujian.
 - c. Bandingkan hasil aktual dengan hasil yang diharapkan (expected result), lalu tentukan status Pass atau Fail.
 4. Analisis dan Perbaikan
 - a. Identifikasi penyebab kesalahan (bug) apabila terdapat test case berstatus Fail.
 - b. Lakukan perbaikan pada kode program (debugging) sesuai temuan.
 - c. Ulangi pengujian pada test case yang telah diperbaiki hingga seluruh pengujian berstatus Pass.
 5. Dokumentasi Hasil Pengujian
 - a. Susun laporan hasil pengujian secara lengkap berdasarkan tabel test case.
 - b. Lampirkan tangkapan layar (screenshot) untuk setiap kondisi pengujian yang signifikan.

G. Lembar Hasil Pengujian (Test Case)

ID	Deskripsi Pengujian	Data Input	Hasil Diharapkan	Hasil Aktual	Keterangan	Status
----	---------------------	------------	------------------	--------------	------------	--------



© 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

TC-01	Input parameter normal					
TC-02	Input nilai batas minimum					
TC-03	Input nilai batas maksimum					
TC-04	Input kosong/tidak diisi					
TC-05	Input karakter tidak valid (huruf pada kolom angka)					
TC-06	Fungsi tombol Reset					

H. Bahan Diskusi dan Evaluasi

1. Jelaskan perbedaan antara black-box testing dan white-box testing berdasarkan pengujian yang telah Anda lakukan.
2. Sebutkan bug atau kesalahan yang ditemukan selama pengujian, serta bagaimana cara Anda memperbaikinya.
3. Mengapa pengujian nilai batas (boundary value) penting dilakukan pada aplikasi simulasi ini?
4. Berikan rekomendasi perbaikan (jika ada) agar aplikasi lebih andal (robust) terhadap kesalahan input pengguna.



© 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

I. Lembar Penilaian

No	Aspek Penilaian	Bobot (%)	Skor (0-100)	Nilai (Bobot × Skor)
1	Pemahaman konsep pengujian perangkat lunak	15		
2	Kelengkapan dan ketepatan rancangan test case	25		
3	Pelaksanaan pengujian dan ketelitian pencatatan	25		
4	Analisis bug dan tindakan perbaikan	20		
5	Laporan dan jawaban evaluasi	15		
	Total	100		

J. Keselamatan dan Kesehatan Kerja (K3)

1. Pastikan komputer dan instalasi listrik dalam kondisi baik sebelum digunakan.
2. Buat salinan cadangan (backup) project sebelum melakukan pengujian agar file asli tidak rusak.
3. Duduk dengan posisi ergonomis selama proses pengujian berlangsung.
4. Catat setiap perubahan pada kode program agar dapat ditelusuri kembali (dokumentasi versi).

K. Daftar Pustaka

- Pressman, R. S., & Maxim, B. R. (2020). Software Engineering: A Practitioner's Approach. McGraw-Hill Education.
- ISTQB. (2023). Foundation Level Syllabus. International Software Testing Qualifications Board.
- Microsoft. (2024). Visual Basic .NET Documentation. Microsoft Learn.



KUNCI JAWABAN Pengujian Simulasi Jaringan 5G Menggunakan Visual Basic .NET

A. Ringkasan Jawaban Dasar Teori

Jenis Pengujian	Penjelasan Singkat
Black-box testing	Menguji fungsi keluaran program (input -> output) tanpa melihat struktur kode internal.
White-box testing	Menguji struktur logika dan alur kode program secara internal (mis. penelusuran percabangan If/Try-Catch).
Functional testing	Memverifikasi setiap fungsi program (tombol, perhitungan) berjalan sesuai spesifikasi kebutuhan.
Boundary value testing	Menguji nilai batas input, misalnya nilai 0, nilai negatif, atau nilai sangat besar.

B. Lembar Hasil Pengujian (Test Case) - Kunci Jawaban

Pengujian dilakukan terhadap aplikasi Job Sheet 1 menggunakan kode program pada bagian B Job Sheet 1.

ID	Deskripsi	Data Input	Hasil Diharapkan	Hasil Aktual	Status
TC-01	Input parameter normal	Freq=3.5; BW=100; Users=10; Jarak=50	Throughput=73.99 Mbps; Latency=1.60 ms	Sesuai (74.00 Mbps; 1.60 ms)	Pass
TC-02	Input nilai batas minimum	Freq=0.1; BW=1; Users=1; Jarak=1	Program menghitung tanpa error, nilai valid & masuk akal	Throughput=1.00 Mbps; Latency=1.05 ms - berhasil	Pass
TC-03	Input nilai batas maksimum	Freq=100; BW=1000; Users=1000; Jarak=10000	Program tetap berjalan tanpa overflow/crash	Throughput dan Latency tetap terhitung (nilai besar namun valid)	Pass
TC-04	Input kosong/tidak diisi	Salah satu/semua kolom dikosongkan	Muncul MessageBox: "Semua kolom input harus diisi!"	Peringatan muncul sesuai rancangan	Pass
TC-05	Input karakter tidak valid (huruf pada	txtFrekuensi diisi "abc"	Muncul MessageBox error format, program tidak crash	Error tertangkap oleh Catch FormatException	Pass

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

ID	Deskripsi	Data Input	Hasil Diharapkan	Hasil Aktual	Status
	kolom angka)				
TC-06	Fungsi tombol Reset	Klik btnReset setelah input terisi	Semua TextBox kosong, Label output kembali ke "-"	Seluruh kontrol kembali ke kondisi awal	Pass

Catatan: Kolom 'Hasil Aktual' di atas adalah contoh hasil ideal jika kode pada Job Sheet 1-B diterapkan persis. Jika peserta didik menemukan status Fail pada praktiknya, itu justru bahan analisis yang baik untuk bagian I nomor 29.

C. Jawaban Bahan Diskusi dan Evaluasi

1. Jelaskan perbedaan antara black-box testing dan white-box testing berdasarkan pengujian yang telah Anda lakukan.

Pada praktik ini, TC-01 sampai TC-06 dilakukan dengan pendekatan black-box testing karena hanya memasukkan data pada TextBox dan mengamati keluaran pada Label/MessageBox tanpa memeriksa baris kode secara langsung. Sementara itu, saat melakukan debugging pada bagian G.4 (Analisis dan Perbaikan), pendekatan yang digunakan adalah white-box testing karena penelusuran dilakukan pada alur logika kode (misalnya memeriksa blok Try-Catch dan urutan perhitungan) untuk menemukan penyebab bug.

2. Sebutkan bug atau kesalahan yang ditemukan selama pengujian, serta bagaimana cara Anda memperbaikinya.

Contoh bug yang umum ditemukan: (1) program crash ketika kolom input dikosongkan sebelum validasi ditambahkan - diperbaiki dengan menambahkan pengecekan string kosong sebelum parsing; (2) nilai SNR bisa menjadi negatif pada jarak yang sangat jauh sehingga Math.Log menghasilkan nilai tidak valid - diperbaiki dengan menambahkan pembatas (clamping) 'If snrDb < 0 Then snrDb = 0'; (3) input huruf pada kolom angka menyebabkan FormatException tidak tertangani - diperbaiki dengan



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

menambahkan blok `Catch FormatException` khusus agar pesan error lebih informatif.

3. Mengapa pengujian nilai batas (boundary value) penting dilakukan pada aplikasi simulasi ini?

Pengujian nilai batas penting karena kesalahan program paling sering muncul tepat di sekitar nilai ekstrem (nol, negatif, atau sangat besar), bukan pada nilai normal di tengah rentang. Pada aplikasi ini, nilai jarak atau jumlah pengguna yang mendekati nol dapat menyebabkan pembagian tidak wajar atau hasil tidak masuk akal, sedangkan nilai yang sangat besar berisiko menimbulkan overflow atau hasil yang menyesatkan. Dengan menguji batas-batas tersebut, keandalan (robustness) program dapat dipastikan sebelum digunakan secara luas.

4. Berikan rekomendasi perbaikan (jika ada) agar aplikasi lebih andal (robust) terhadap kesalahan input pengguna.
 - a. Menambahkan validasi rentang nilai (mis. frekuensi 0.1-100 GHz, jumlah pengguna 1-10.000) agar pengguna tidak memasukkan nilai yang secara teknis tidak realistis.
 - b. Menggunakan kontrol `NumericUpDown` atau `MaskedTextBox` sebagai pengganti `TextBox` bebas untuk mencegah input karakter non-angka sejak awal.
 - c. Menambahkan event `Validating` pada setiap `TextBox` untuk memberi umpan balik langsung (real-time) sebelum tombol `Simulasikan` ditekan.
 - d. Menyimpan log hasil pengujian secara otomatis ke file teks untuk mempermudah dokumentasi dan pelacakan versi.



LAMPIRAN 3 JOB SHEET 3

Analisis dan Optimalisasi Kualitas Layanan Data Jaringan 5G Berdasarkan Parameter Quality of Service (QoS)

Program Keahlian	:	Teknik Jaringan Komputer dan Telekomunikasi
Mata Pelajaran/Mata Kuliah	:	Sistem Komunikasi Bergerak / Jaringan 5G
Kompetensi Dasar	:	Menganalisis dan mengoptimalkan kualitas layanan data jaringan 5G berdasarkan parameter Quality of Service (QoS) menggunakan hasil aplikasi simulasi Visual Basic .NET
Kelas/Semester	:	
Alokasi Waktu	:	4 x 45 menit (1 pertemuan)

A. Kompetensi Dasar

Menganalisis data hasil simulasi jaringan 5G berdasarkan parameter Quality of Service (QoS) serta melakukan optimalisasi parameter jaringan untuk meningkatkan kualitas layanan data.

B. Indikator Pencapaian Kompetensi

1. Peserta didik mampu menjelaskan parameter-parameter QoS pada jaringan 5G beserta standar/ambang batas idealnya.
2. Peserta didik mampu menganalisis data hasil simulasi jaringan 5G berdasarkan parameter QoS.
3. Peserta didik mampu mengidentifikasi faktor-faktor yang memengaruhi kualitas layanan data jaringan 5G.
4. Peserta didik mampu melakukan optimalisasi parameter jaringan dan membandingkan hasil sebelum dan sesudah optimalisasi.
5. Peserta didik mampu menyusun laporan analisis dan rekomendasi optimalisasi QoS.

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 mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

C. Tujuan Pembelajaran

Setelah melaksanakan praktik ini, peserta didik diharapkan mampu:

1. Memahami definisi dan parameter QoS pada jaringan 5G, meliputi throughput, latency, packet loss, jitter, dan reliability.
2. Mengolah dan menganalisis data hasil simulasi/pengujian jaringan 5G dari Job Sheet sebelumnya.
3. Melakukan penyesuaian (optimalisasi) parameter jaringan untuk mencapai target QoS yang lebih baik.
4. Menyusun laporan analisis QoS yang berisi data, evaluasi, dan rekomendasi.

D. Dasar Teori

1. Definisi *Quality of Service (QoS)*

Quality of Service (QoS) merupakan ukuran kinerja suatu layanan jaringan yang dirasakan oleh pengguna, mencakup kecepatan, keandalan, dan konsistensi transmisi data. Pada jaringan 5G, QoS menjadi aspek penting karena setiap jenis layanan (eMBB, URLLC, mMTC) memiliki kebutuhan QoS yang berbeda-beda.

2. Parameter-Parameter QoS pada Jaringan 5G

1. Throughput: kecepatan transfer data aktual yang dicapai jaringan, dinyatakan dalam Mbps atau Gbps.
2. Latency: waktu tunda transmisi data dari pengirim ke penerima, idealnya di bawah 1-4 ms untuk layanan URLLC.
3. Packet loss: persentase paket data yang hilang selama proses transmisi, idealnya mendekati 0%.
4. Jitter: variasi waktu tunda antar-paket data yang diterima, memengaruhi kestabilan layanan real-time.
5. Reliability: tingkat keandalan pengiriman data tanpa kegagalan, umumnya dinyatakan dalam persentase (misalnya 99,999%).



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. Faktor yang Memengaruhi QoS

- a. Alokasi bandwidth dan jumlah kanal yang tersedia pada sel jaringan.
- b. Jumlah pengguna aktif yang mengakses jaringan secara bersamaan (kepadatan trafik).
- c. Jarak antara perangkat pengguna dengan base station (gNB) serta kondisi propagasi sinyal.
- d. Interferensi sinyal dari sumber lain di sekitar area jaringan.

4. Konsep Optimalisasi Jaringan

Optimalisasi jaringan adalah proses penyesuaian parameter teknis jaringan, seperti alokasi bandwidth, pengaturan daya pancar, atau manajemen jumlah pengguna per sel, dengan tujuan meningkatkan capaian parameter QoS agar mendekati atau memenuhi standar layanan yang ditetapkan.

E. Alat dan Bahan

No	Nama Alat/Bahan	Spesifikasi	Jumlah
1	Personal Computer / Laptop	Minimal RAM 4 GB, prosesor dual-core	1 unit
2	Aplikasi simulasi jaringan 5G (VB.NET)	Hasil praktik Job Sheet 1 dan 2	1 project
3	Data hasil simulasi/pengujian	Hasil Job Sheet 1 dan 2	1 set data
4	Aplikasi pengolah data (opsional)	Microsoft Excel atau sejenis	1 aplikasi
5	Alat tulis dan buku catatan	-	secukupnya



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 mengumpulkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

F. Langkah Kerja

1. Pengumpulan Data

- a. Kumpulkan data hasil simulasi dan pengujian jaringan 5G dari Job Sheet 1 dan Job Sheet 2.
- b. Susun data ke dalam tabel rekapitulasi berdasarkan skenario yang telah diuji (variasi bandwidth, jumlah pengguna, dan jarak).

2. Analisis Parameter QoS

Hitung dan bandingkan nilai throughput, latency, packet loss, dan jitter dari setiap skenario terhadap standar QoS yang berlaku (acuan 3GPP/ITU-T). Kelompokkan skenario ke dalam kategori QoS baik, cukup, atau kurang berdasarkan hasil perbandingan tersebut. Identifikasi skenario dengan capaian QoS terendah beserta kemungkinan penyebabnya.

3. Optimalisasi Parameter Jaringan

- a. Tentukan parameter yang akan disesuaikan pada aplikasi simulasi, misalnya menaikkan alokasi bandwidth atau mengurangi jumlah pengguna per sel pada skenario dengan QoS rendah.
- b. Jalankan kembali simulasi pada aplikasi VB.NET dengan parameter yang telah dioptimalkan.
- c. Catat hasil throughput, latency, dan parameter QoS lain setelah optimalisasi dilakukan.

4. Perbandingan Hasil

Bandingkan hasil QoS sebelum dan sesudah optimalisasi dalam bentuk table, Analisis persentase peningkatan atau perbaikan kualitas layanan yang diperoleh.

5. Penyusunan Laporan



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

- a. Susun laporan analisis yang memuat data, hasil analisis, langkah optimalisasi, dan rekomendasi.
- b. Sertakan tangkapan layar (screenshot) hasil simulasi sebelum dan sesudah optimalisasi sebagai bukti pendukung.

G. Lembar Analisis QoS (Sebelum Optimalisasi)

Skenario	Throughput (Mbps)	Latency (ms)	Packet Loss (%)	Jitter (ms)	Kategori QoS
1					
2					
3					

H. Lembar Analisis QoS (Sesudah Optimalisasi)

Skenario	Throughput (Mbps)	Latency (ms)	Packet Loss (%)	Jitter (ms)	Kategori QoS
1					
2					
3					

I. Bahan Diskusi dan Evaluasi

1. Jelaskan parameter QoS mana yang paling berpengaruh terhadap kualitas layanan pada hasil analisis Anda.
2. Sebutkan langkah optimalisasi yang Anda lakukan dan jelaskan alasannya.
3. Berdasarkan hasil sebelum dan sesudah optimalisasi, seberapa besar peningkatan kualitas layanan yang diperoleh?
4. Berikan rekomendasi lanjutan untuk meningkatkan QoS jaringan 5G pada skenario dengan kepadatan pengguna tinggi.



© 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

J. Lembar Penilaian

No	Aspek Penilaian	Bobot (%)	Skor (0-100)	Nilai (Bobot × Skor)
1	Pemahaman konsep dan parameter QoS	15		
2	Ketepatan analisis data hasil simulasi	25		
3	Ketepatan langkah optimalisasi parameter	25		
4	Kualitas perbandingan hasil sebelum-sesudah optimalisasi	20		
5	Laporan dan jawaban evaluasi	15		
	Total	100		

K. Keselamatan dan Kesehatan Kerja (K3)

1. Pastikan komputer dan kelistrikan dalam kondisi aman sebelum digunakan untuk analisis data.
2. Simpan data hasil simulasi dan analisis secara berkala untuk menghindari kehilangan data.
3. Jaga posisi duduk yang ergonomis selama proses pengolahan dan analisis data berlangsung.

L. Daftar Pustaka

- 3GPP. (2023). Technical Specification Group Services and System Aspects; Policy and Charging Control Framework, QoS (TS 23.503).
- ITU-T. (2021). Y.3106: Quality of Service Requirements for 5G Networks.
- Rappaport, T. S., dkk. (2019). Wireless Communications and Networks: A Perspective on 5G. IEEE Communications Magazine.



KUNCI JAWABAN Analisis dan Optimalisasi Kualitas Layanan Data Jaringan 5G Berdasarkan QoS

A. Ringkasan Standar/Ambang Batas QoS yang Digunakan

Kategori QoS	Throughput/pengguna	Latency	Packet Loss	Jitter
Baik	≥ 20 Mbps	≤ 5 ms	$\leq 1\%$	≤ 5 ms
Cukup	5-20 Mbps	5-10 ms	1-3%	5-10 ms
Kurang	< 5 Mbps	> 10 ms	$> 3\%$	> 10 ms

Ambang batas di atas disusun berdasarkan acuan umum 3GPP TS 23.501/23.503 dan ITU-T Y.3106 yang disederhanakan untuk kebutuhan praktik (nilai presisi URLLC sesungguhnya bisa jauh lebih ketat, misalnya latency 1 ms).

B. Lembar Analisis QoS - Sebelum Optimalisasi (Kunci Jawaban)

Data diambil dari hasil Job Sheet 1 & 2. Nilai packet loss dan jitter merupakan hasil pengukuran/asumsi tambahan sesuai instruksi Job Sheet 3 langkah G.1.

Skenario	Throughput (Mbps)	Latency (ms)	Packet Loss (%)	Jitter (ms)	Kategori QoS
1	73.99	1.60	0.5	3	Baik
2	16.44	2.20	1.5	6	Cukup
3	2.00	3.90	4.0	12	Kurang

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 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

C. Lembar Analisis QoS - Sesudah Optimalisasi (Kunci Jawaban)

Langkah optimalisasi yang diterapkan: Skenario 1 - bandwidth dinaikkan 100 -> 150 MHz. Skenario 2 - bandwidth dinaikkan 50 -> 80 MHz dan jumlah pengguna dikurangi 20 -> 15 (load balancing ke sel tetangga). Skenario 3 - bandwidth dinaikkan signifikan 100 -> 300 MHz dan jumlah pengguna dikurangi 50 -> 20 (cell-splitting/penambahan kapasitas).

Skenario	Throughput (Mbps)	Latency (ms)	Packet Loss (%)	Jitter (ms)	Kategori QoS
1	110.99	1.60	0.2	2	Baik
2	35.07	1.95	0.8	4	Baik
3	15.00	2.40	1.2	6	Cukup

D. Perbandingan Hasil Sebelum vs Sesudah Optimalisasi

Skenario	Kenaikan Throughput	Penurunan Latency	Perubahan Kategori QoS
1	+50.0%	0% (tidak berubah)	Baik -> Baik (meningkat kualitasnya)
2	+113.4%	-11.4%	Cukup -> Baik
3	+650.0%	-38.5%	Kurang -> Cukup

Perhitungan persentase menggunakan rumus: $(\text{Nilai Sesudah} - \text{Nilai Sebelum}) / \text{Nilai Sebelum} \times 100\%$.



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

E. Jawaban Bahan Diskusi dan Evaluasi

1. Jelaskan parameter QoS mana yang paling berpengaruh terhadap kualitas layanan pada hasil analisis Anda.

Berdasarkan hasil analisis, throughput dan jumlah pengguna aktif per sel adalah faktor paling berpengaruh terhadap kategori QoS secara keseluruhan. Hal ini terlihat jelas pada Skenario 3, di mana throughput per pengguna yang sangat rendah (2.00 Mbps akibat 50 pengguna berbagi bandwidth terbatas) menjadi penyebab utama kategori 'Kurang', sementara packet loss dan jitter yang tinggi juga merupakan konsekuensi dari kepadatan pengguna tersebut. Latency relatif kurang sensitif terhadap perubahan bandwidth dibanding throughput.

2. Sebutkan langkah optimalisasi yang Anda lakukan dan jelaskan alasannya.

Dua langkah optimalisasi utama yang dilakukan: (1) menaikkan alokasi bandwidth pada seluruh skenario, karena throughput berbanding lurus dengan bandwidth sesuai rumus Shannon sehingga peningkatan bandwidth langsung meningkatkan kapasitas data; (2) mengurangi jumlah pengguna per sel pada skenario 2 dan 3 (dapat direalisasikan dengan load balancing ke sel tetangga atau cell-splitting), karena throughput per pengguna berbanding terbalik dengan jumlah pengguna yang berbagi kanal yang sama. Kombinasi kedua langkah ini paling efektif digunakan pada skenario dengan kepadatan pengguna tinggi seperti Skenario 3.

3. Berdasarkan hasil sebelum dan sesudah optimalisasi, seberapa besar peningkatan kualitas layanan yang diperoleh?

Peningkatan throughput bervariasi antara +50% (Skenario 1) hingga +650% (Skenario 3), dengan penurunan latency antara 0% hingga -38.5%. Secara kategori, 2 dari 3 skenario mengalami kenaikan kelas QoS (Cukup - > Baik pada Skenario 2, dan Kurang -> Cukup pada Skenario 3), sedangkan Skenario 1 tetap pada kategori Baik namun dengan margin kualitas yang



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

lebih besar. Ini menunjukkan bahwa optimalisasi paling signifikan dampaknya justru pada skenario yang awalnya memiliki QoS terendah.

4. Berikan rekomendasi lanjutan untuk meningkatkan QoS jaringan 5G pada skenario dengan kepadatan pengguna tinggi.
 1. Menerapkan cell-splitting atau menambah jumlah sel kecil (small cell) untuk mendistribusikan pengguna ke lebih banyak sel.
 2. Mengalokasikan bandwidth tambahan secara dinamis (dynamic spectrum sharing) sesuai jam sibuk (peak hour).
 3. Menerapkan teknologi MIMO/beamforming untuk meningkatkan efisiensi spektral tanpa menambah bandwidth fisik.
 4. Menerapkan prioritas trafik (QoS class differentiation/network slicing) agar layanan URLLC tetap terjamin latensinya meski jumlah pengguna eMBB meningkat.

**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

LAMPIRAN 4 Program QoSAPP2

```
package com.example.qosapp2;

import android.location.Location;
import android.telephony.SubscriptionInfo;
import android.telephony.SubscriptionManager;
import android.Manifest;
import android.content.pm.PackageManager;
import android.os.Build;
import android.os.Bundle;
import android.os.Handler;
import android.telephony.CellIdentityLte;
import android.telephony.CellIdentityNr;
import android.telephony.CellInfo;
import android.telephony.CellInfoLte;
import android.telephony.CellInfoNr;
import android.telephony.CellSignalStrengthLte;
import android.telephony.CellSignalStrengthNr;
import android.telephony.TelephonyManager;
import android.telephony.TelephonyCallback;
import android.telephony.TelephonyDisplayInfo;
import android.util.Log;
import android.widget.TextView;
import androidx.appcompat.app.AppCompatActivity;
import androidx.core.app.ActivityCompat;

import com.google.android.gms.location.FusedLocationProviderClient;
import com.google.android.gms.location.LocationServices;

import java.io.OutputStream;
import java.net.Socket;
import java.util.HashMap;
import java.util.List;
import java.util.Map;

public class MainActivity extends AppCompatActivity {

    private static final String TAG_DEBUG = "SIM_DEBUG";

    TextView textView;
    TelephonyManager telephonyManager;
    SubscriptionManager subscriptionManager;

    // ===== LOKASI (LATITUDE / LONGITUDE) =====
    private FusedLocationProviderClient fusedLocationClient;
    private double latitude = 0;
    private double longitude = 0;
```



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

```

Handler handler = new Handler();

// ===== HASIL PEMBACAAN TERBARU PER SIM (bukan cache lintas waktu) =====
// Diisi ulang dari nol setiap siklus ambilSemuaSim().
private static class HasilBaca {
    Integer rsrp; // null = tidak terdeteksi
    Integer rsrq;
    Integer sinr;
    boolean sinrEstimasi; // true jika sinr berasal dari estimateSinrFromRsrp
    boolean adaData; // true jika ada cell registered yang valid

    // Identitas sel fisik -> bukti bahwa tiap SIM membaca BTS yang
    // benar-benar berbeda (atau, jika sama, bukti adanya keterbatasan
    // vendor Android pada perangkat tertentu).
    Long cellId; // CID (LTE, getCi()) atau NCI (NR, getNci())
    Integer pci; // Physical Cell Identity
    Integer tac; // Tracking Area Code
}

// ===== CALLBACK 5G DISPLAY INFO =====
private class MyTelephonyCallback
    extends TelephonyCallback
    implements TelephonyCallback.DisplayInfoListener {

    int subId;

    MyTelephonyCallback(int subId) {
        this.subId = subId;
    }

    @Override
    public void onDisplayInfoChanged(TelephonyDisplayInfo info) {
        int override = info.getOverrideNetworkType();
        Log.d("5G_DEBUG", "SubID=" + subId + " override=" + override);

        if (override ==
            TelephonyDisplayInfo.OVERRIDE_NETWORK_TYPE_NR_NSA) {
            mode5GPerSim.put(subId, "5G NSA");
        } else if (override ==
            TelephonyDisplayInfo.OVERRIDE_NETWORK_TYPE_NR_ADVANCED) {
            mode5GPerSim.put(subId, "5G SA");
        } else if (override ==
            TelephonyDisplayInfo.OVERRIDE_NETWORK_TYPE_NONE) {
            if (!mode5GPerSim.containsKey(subId) ||
                mode5GPerSim.get(subId).equals("LTE")) {
                mode5GPerSim.put(subId, "LTE");
            }
        }
    }
}

```



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

```

Runnable runnable = new Runnable() {
    @Override
    public void run() {
        ambilLokasi();
        ambilSemuaSim();
        handler.postDelayed(this, 2000);
    }
};

// ===== ONCREATE =====
@Override
protected void onCreate(Bundle savedInstanceState) {
    super.onCreate(savedInstanceState);
    textView = new TextView(this);
    textView.setTextSize(18);
    textView.setPadding(20,20,20,20);
    textView.setVerticalScrollBarEnabled(true);
    setContentView(textView);

    telephonyManager = (TelephonyManager)
    getSystemService(TELEPHONY_SERVICE);
    subscriptionManager = (SubscriptionManager)
    getSystemService(TELEPHONY_SUBSCRIPTION_SERVICE);
    fusedLocationClient =
    LocationServices.getFusedLocationProviderClient(this);

    cekPermission();
}

// ===== CEK PERMISSION =====
private void cekPermission() {
    if (ActivityCompat.checkSelfPermission(this,
    Manifest.permission.ACCESS_FINE_LOCATION)
    != PackageManager.PERMISSION_GRANTED) {
        ActivityCompat.requestPermissions(this, new String[]{
            Manifest.permission.ACCESS_FINE_LOCATION,
            Manifest.permission.ACCESS_COARSE_LOCATION,
            Manifest.permission.READ_PHONE_STATE
        }, 1);
    } else {
        startRealtime();
    }
}

// ===== HASIL PERMISSION =====
@Override
public void onRequestPermissionsResult(int requestCode, String[]
permissions, int[] grantResults) {

```



© 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

```
private void startRealtime() {
    handler.post(runnable);
}

// ===== AMBIL LOKASI (LATITUDE / LONGITUDE) =====
// Dipanggil sekali per siklus, sebelum ambilSemuaSim(), agar nilai
// lat/long yang tampil konsisten dengan siklus pembacaan cell info.
// Jika lokasi belum tersedia (null), nilai latitude/longitude LAMA
// tetap dipertahankan (tidak direset ke 0) sampai ada lokasi baru.
private void ambilLokasi() {

    if (ActivityCompat.checkSelfPermission(this,
        Manifest.permission.ACCESS_FINE_LOCATION)
        != PackageManager.PERMISSION_GRANTED) {
        return;
    }

    fusedLocationClient.getLastLocation()
        .addOnSuccessListener(location -> {
            if (location != null) {
                latitude = location.getLatitude();
                longitude = location.getLongitude();

                Log.d(TAG_DEBUG,
                    "LOKASI: LAT=" + latitude + " LONG=" + longitude);
            } else {
                Log.w(TAG_DEBUG, "LOKASI: getLastLocation() null (belum
tersedia)");
            }
        });
}

// ===== AMBIL SEMUA SIM =====
private void ambilSemuaSim() {

    if (ActivityCompat.checkSelfPermission(this,
        Manifest.permission.READ_PHONE_STATE)
        != PackageManager.PERMISSION_GRANTED) {
        return;
    }

    List<SubscriptionInfo> simList =
        subscriptionManager.getActiveSubscriptionInfoList();

    if (simList == null || simList.isEmpty()) {
        textView.setText("Tidak ada SIM aktif");
        return;
    }
}
```



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

```
// Hasil pembacaan murni untuk siklus ini saja (tidak ada nilai lama yang
// dibawa)
Map<Integer, HasilBaca> hasilPerSim = new HashMap<>();

// ===== STEP 1: Register callback semua SIM + log identitas SIM =====
for (SubscriptionInfo simInfo : simList) {
    int subId = simInfo.getSubscriptionId();

    Log.d(TAG_DEBUG,
        "SUBID=" + subId +
        " SLOT=" + simInfo.getSimSlotIndex() +
        " OPERATOR=" + simInfo.getCarrierName());

    TelephonyManager sm =
    telephonyManager.createForSubscriptionId(subId);
    if (Build.VERSION.SDK_INT >= Build.VERSION_CODES.S) {
        registerCallbackUntukSim(subId, sm);
    }
    simManagerMap.put(subId, sm);
    hasilPerSim.put(subId, new HasilBaca());
}

if (ActivityCompat.checkSelfPermission(this,
    Manifest.permission.ACCESS_FINE_LOCATION)
    == PackageManager.PERMISSION_GRANTED) {

    for (SubscriptionInfo simInfo : simList) {

        int subId = simInfo.getSubscriptionId();
        TelephonyManager sm = simManagerMap.get(subId);
        HasilBaca h = hasilPerSim.get(subId);

        if (sm == null || h == null) {
            continue;
        }

        List<CellInfo> cellList = sm.getAllCellInfo();

        Log.d(TAG_DEBUG,
            "SUBID=" + subId +
            " CELL COUNT=" + (cellList == null ? 0 : cellList.size()));

        if (cellList == null) {
            continue;
        }

        for (CellInfo ci : cellList) {

            if (!ci.isRegistered())
```



© 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

```

CellSignalStrengthLte ss = c.getCellSignalStrength();
CellIdentityLte id = c.getCellIdentity();

int rsrp = ss.getRsrp();
int rsrq = ss.getRsrq();
int sinr = ss.getRssnr();

boolean estimasi = false;

if (sinr == Integer.MAX_VALUE ||
    sinr < -20 ||
    sinr > 50) {
    sinr = estimateSinrFromRsrp(rsrp);
    estimasi = true;
}

if (rsrp < -140 || rsrp > -40)
    continue;
boolean identitasLengkap =
    id.getCi() != CellInfo.UNAVAILABLE &&
    id.getPci() != CellInfo.UNAVAILABLE &&
    id.getTac() != CellInfo.UNAVAILABLE;

if (!identitasLengkap) {
    Log.w(TAG_DEBUG,
        "LTE SUBID=" + subId +
        " IDENTITAS TIDAK LENGKAP" +
        " PCI=" + id.getPci() +
        " TAC=" + id.getTac() +
        " CID=" + id.getCi() +
        " (RSRP tetap disimpan: " + rsrp + ")");
}

Log.d(TAG_DEBUG,
    "LTE SUBID=" + subId +
    " PCI=" + id.getPci() +
    " TAC=" + id.getTac() +
    " CID=" + id.getCi() +
    " RSRP=" + rsrp);

// Simpan HANYA ke SIM ini (subId yang sedang diproses).
// Tidak ada lagi penyalinan ke SIM lain.
h.rsrp = rsrp;
h.rsrq = rsrq;
h.sinr = sinr;
h.sinrEstimasi = estimasi;
h.adaData = true;

```



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

```
// =====
// NR
//
// =====
if (Build.VERSION.SDK_INT >= Build.VERSION_CODES.Q &&
    ci instanceof CellInfoNr) {

    CellInfoNr c = (CellInfoNr) ci;
    CellSignalStrengthNr ss =
        (CellSignalStrengthNr) c.getCellSignalStrength();
    CellIdentityNr id =
        (CellIdentityNr) c.getCellIdentity();

    // Sama seperti LTE: identitas tidak lengkap dicatat
    // sebagai peringatan, tetapi TIDAK menggugurkan data
    // sinyal yang valid.
    boolean identitasLengkapNr =
        id.getNci() != CellInfo.UNAVAILABLE_LONG &&
        id.getPci() != CellInfo.UNAVAILABLE &&
        id.getTac() != CellInfo.UNAVAILABLE;

    if (!identitasLengkapNr) {
        Log.w(TAG_DEBUG,
            "NR SUBID=" + subId +
            " IDENTITAS TIDAK LENGKAP" +
            " PCI=" + id.getPci() +
            " TAC=" + id.getTac() +
            " NCI=" + id.getNci());
    }

    Log.d(TAG_DEBUG,
        "NR SUBID=" + subId +
        " PCI=" + id.getPci() +
        " TAC=" + id.getTac() +
        " NCI=" + id.getNci());

    // Simpan HANYA ke SIM ini.
    h.rsrp = ss.getSsRsrp();
    h.rsrq = ss.getSsRsrq();
    h.sinr = ss.getSsSinr();
    h.sinrEstimasi = false;
    h.adaData = true;

    h.cellId = id.getNci();
    h.pci = id.getPci();
    h.tac = id.getTac();

    mode5GPerSim.put(subId, "5G NR SA");
}
```



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

```
{
    java.util.List<Integer> subIdsDenganData = new java.util.ArrayList<>();
    for (SubscriptionInfo simInfo : simList) {
        HasilBaca h = hasilPerSim.get(simInfo.getSubscriptionId());
        if (h != null && h.adaData && h.cellId != null) {
            subIdsDenganData.add(simInfo.getSubscriptionId());
        }
    }

    for (int i = 0; i < subIdsDenganData.size(); i++) {
        for (int j = i + 1; j < subIdsDenganData.size(); j++) {
            int subA = subIdsDenganData.get(i);
            int subB = subIdsDenganData.get(j);
            HasilBaca hA = hasilPerSim.get(subA);
            HasilBaca hB = hasilPerSim.get(subB);

            boolean cidSama = java.util.Objects.equals(hA.cellId, hB.cellId);
            boolean pciSama = java.util.Objects.equals(hA.pci, hB.pci);
            boolean tacSama = java.util.Objects.equals(hA.tac, hB.tac);

            if (cidSama && pciSama && tacSama) {
                Log.w(TAG_DEBUG,
                    "BANDING SUBID=" + subA + " vs SUBID=" + subB +
                    " -> IDENTITAS SEL SAMA PERSIS" +
                    " (CID=" + hA.cellId + " PCI=" + hA.pci + " TAC=" +
                    hA.tac + ")" +
                    " => indikasi KASUS B: perangkat hanya mengekspos" +
                    " CellInfo milik modem data aktif, bukan bug aplikasi.");
            } else {
                Log.d(TAG_DEBUG,
                    "BANDING SUBID=" + subA + " vs SUBID=" + subB +
                    " -> IDENTITAS SEL BERBEDA" +
                    " (A: CID=" + hA.cellId + " PCI=" + hA.pci + " TAC=" +
                    hA.tac + ")" +
                    " (B: CID=" + hB.cellId + " PCI=" + hB.pci + " TAC=" +
                    hB.tac + ")" +
                    " => konsisten dengan KASUS A: API bekerja benar.");
            }
        }
    }
}

// ===== STEP 3: Buat tampilan dan kirim data (tanpa
// fallback/fluktuasi/offset) =====
StringBuilder tampilan = new StringBuilder();
StringBuilder dataKirim = new StringBuilder();
```



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

```

for (SubscriptionInfo simInfo : simList) {
    int subId = simInfo.getSubscriptionId();
    String namaOperator = simInfo.getCarrierName().toString();
    int slotIndex = simInfo.getSimSlotIndex();
    boolean isDefault = (subId == defaultDataSubId);

    String mode5G = mode5GPerSim.getOrDefault(subId, "LTE");

    TelephonyManager tm = simManagerMap.get(subId);
    int nt = (tm != null) ? tm.getDataNetworkType() :
    TelephonyManager.NETWORK_TYPE_UNKNOWN;
    if (nt == TelephonyManager.NETWORK_TYPE_NR) {
        mode5G = "5G NR SA";
        mode5GPerSim.put(subId, mode5G);
    }

    HasilBaca hasil = hasilPerSim.get(subId);
    String slotLabel = "SIM SLOT : " + slotIndex + (isDefault ? " [DATA]" :
    "");

    // ===== TAMPILAN HP =====
    tampilan.append("=====\n");
    tampilan.append(slotLabel).append("\n");
    tampilan.append("OPERATOR : ").append(namaOperator).append("\n");
    tampilan.append("NETWORK : ").append(mode5G).append("\n");
    tampilan.append("=====\n\n");

    dataKirim.append("=====\n");
    dataKirim.append("SIM SLOT : ").append(slotIndex).append("\n");
    dataKirim.append("OPERATOR : ").append(namaOperator).append("\n");
    dataKirim.append("NETWORK : ").append(mode5G).append("\n");
    if (hasil == null || !hasil.adaData) {
        // TIDAK mengisi nilai apa pun. Data memang tidak terdeteksi.
        tampilan.append("Data tidak terdeteksi\n\n");
        dataKirim.append("STATUS: TIDAK TERDETEKSI\n\n");
        continue;
    }

    String header = mode5G.contains("5G") ? mode5G : "LTE";
    String sinrLabel = hasil.sinrEstimasi ? "SINR (estimasi): " : "SINR: ";

    String cellIdStr = (hasil.cellId != null) ? String.valueOf(hasil.cellId) : "N/A";
    String pciStr = (hasil.pci != null) ? String.valueOf(hasil.pci) : "N/A";
    String tacStr = (hasil.tac != null) ? String.valueOf(hasil.tac) : "N/A";

    tampilan.append("=== ").append(header).append("===\n");
    tampilan.append("Cell ID:").append(cellIdStr).append("\n");
    tampilan.append("PCI: ").append(pciStr).append("\n");

```



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

```
tampilan.append("Latitude : ").append(latitude).append("\n");
tampilan.append("Longitude: ").append(longitude).append("\n");
tampilan.append("RSRP: ").append(hasil.rsrp).append(" dBm\n");
tampilan.append("RSRQ: ").append(hasil.rsrq).append(" dB\n");
tampilan.append(sinrLabel).append(hasil.sinr).append(" dB\n\n");

dataKirim.append("=== ").append(header).append(" ===\n");
dataKirim.append("CELL_ID: ").append(cellIdStr).append("\n");
dataKirim.append("PCI: ").append(pciStr).append("\n");
dataKirim.append("TAC: ").append(tacStr).append("\n");
dataKirim.append("LATITUDE: ").append(latitude).append("\n");
dataKirim.append("LONGITUDE: ").append(longitude).append("\n");
dataKirim.append("RSRP: ").append(hasil.rsrp).append("\n");
dataKirim.append("RSRQ: ").append(hasil.rsrq).append("\n");
dataKirim.append(hasil.sinrEstimasi ? "SINR_ESTIMASI: " : "SINR:
").append(hasil.sinr).append("\n\n");
}

textView.setText(tampilan.toString());
kirimKeLaptop(dataKirim.toString());
}

// ===== ESTIMASI SINR DARI RSRP =====
// Dipakai HANYA jika RSSNR dari Android tidak valid.
// Bukan pengukuran asli — selalu diberi label "(estimasi)" pada output.
private int estimateSinrFromRsrp(int rsrp) {
    if (rsrp >= -80) return 20;
    else if (rsrp >= -90) return 13;
    else if (rsrp >= -100) return 6;
    else if (rsrp >= -110) return 0;
    else return -5;
}

// ===== REGISTER CALLBACK PER SIM =====
private void registerCallbackUntukSim(int subId, TelephonyManager
simManager) {

    if (Build.VERSION.SDK_INT < Build.VERSION_CODES.S) return;

    if (callbackMap.containsKey(subId)) {
        try {
            TelephonyManager lama = simManagerMap.get(subId);
            if (lama != null) {
                lama.unregisterTelephonyCallback(callbackMap.get(subId));
            }
        }
        catch (Exception e) {
```



© 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

```

Log.e("5G_DEBUG", "Gagal unregister SubID=" + subId);
    }
}

MyTelephonyCallback cb = new MyTelephonyCallback(subId);
simManager.registerTelephonyCallback(getMainExecutor(), cb);
callbackMap.put(subId, cb);
simManagerMap.put(subId, simManager);
}

// ===== KIRIM KE LAPTOP =====
private void kirimKeLaptop(String data) {
    new Thread() -> {
        try {
            String ipLaptop = "10.44.6.126";
            int port = 5000;
            Socket socket = new Socket(ipLaptop, port);
            OutputStream os = socket.getOutputStream();
            os.write(data.getBytes());
            os.flush();
            os.close();
            socket.close();
        } catch (Exception e) {
            e.printStackTrace();
            runOnUiThread() ->
                textView.setText("Gagal konek ke laptop\n\n" + e.getMessage())
        }
    }).start();
}

// ===== ON DESTROY =====
@Override
protected void onDestroy() {
    super.onDestroy();
    handler.removeCallbacks(runnable);

    if (Build.VERSION.SDK_INT >= Build.VERSION_CODES.S) {
        for (Map.Entry<Integer, MyTelephonyCallback> entry :
callbackMap.entrySet()) {
            try {
                TelephonyManager tm = simManagerMap.get(entry.getKey());
                if (tm != null) {
                    tm.unregisterTelephonyCallback(entry.getValue());
                }
            } catch (Exception e) {
                Log.e("5G_DEBUG", "Gagal unregister: " + e.getMessage());
            }
        }
    }
}

```



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

LAMPIRAN 5 Program *middleware*

```
# ===== IMPORT LIBRARY =====

# Library socket digunakan untuk komunikasi jaringan
# Digunakan agar Android dapat mengirim data QoS ke
laptop/server
import socket

# Library tkinter digunakan untuk membuat tampilan GUI
import tkinter as tk

# ScrolledText digunakan untuk menampilkan log data dengan
scrollbar
from tkinter import scrolledtext

# Threading digunakan agar server dapat berjalan
realtime/multiclient
import threading

# Datetime digunakan untuk menambahkan timestamp pada setiap
data yang diterima
from datetime import datetime

# re digunakan untuk menyisipkan baris IP_ANDROID / PORT_ANDROID
# ke setiap blok "SIM SLOT : x" sebelum data diteruskan ke VB.
# (PERBAIKAN: sebelumnya field ini tidak pernah dikirim ke VB,
# sehingga IP Android selalu tampil "-" di GUI VB.)
import re

# ===== KONFIGURASI SERVER =====

# HOST 0.0.0.0 artinya server menerima koneksi dari semua device
HOST = "0.0.0.0"

# Port yang digunakan Android untuk mengirim data QoS
PORT_ANDROID = 5000

# IP localhost Visual Basic
# Jika beda laptop/device maka IP harus diganti sesuai IP server
VB_HOST = "127.0.0.1"

# Port untuk komunikasi ke aplikasi Visual Basic
VB_PORT = 6000

# Ukuran buffer penerimaan data.
```



© 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

```
# Dinaikkan dari 1024 -> 4096 karena payload per SIM sekarang
lebih besar
# (sudah termasuk Cell ID, PCI, TAC selain RSRP/RSRQ/SINR) .
BUFFER_SIZE = 4096

# ===== SOCKET VB PERSISTENT =====
#
# Satu koneksi TCP ke VB dibuka SEKALI saat data pertama perlu
# dikirim, lalu dipakai berulang kali untuk setiap paket
berikutnya.
# Koneksi baru hanya dibuat lagi kalau memang gagal terkirim
(mis. VB
# baru dijalankan ulang) -> auto-reconnect.
#
# vb_lock memastikan hanya satu thread pada satu waktu yang
memegang
# vb_socket, karena handle_client() berjalan di thread terpisah
untuk
# setiap koneksi Android yang masuk (mendukung 2 HP sekaligus
mengirim
# ke server Python yang sama).
vb_socket = None
vb_lock = threading.Lock()

# ===== MEMBUAT SOCKET SERVER =====

# Membuat socket TCP/IP
server = socket.socket(socket.AF_INET, socket.SOCK_STREAM)

# Mengatasi error "Address already in use"
server.setsockopt(socket.SOL_SOCKET, socket.SO_REUSEADDR, 1)

# Menghubungkan server ke HOST dan PORT
server.bind((HOST, PORT_ANDROID))

# Server standby menunggu koneksi client Android
server.listen(5)

# ===== MEMBUAT GUI =====

# Membuat window utama
root = tk.Tk()
# Judul aplikasi GUI
root.title("QoS Monitor Server")
```



© 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

```
# Ukuran window GUI
root.geometry("700x450")

# ===== LABEL STATUS =====

# Label untuk menampilkan status koneksi Android
status_label = tk.Label(
    root,
    text="Status: Menunggu koneksi...",
    fg="blue"
)

# Menampilkan label ke GUI
status_label.pack()

# ===== TEXT AREA =====

# Area teks untuk menampilkan data QoS realtime
text_area = scrolledtext.ScrolledText(
    root,
    wrap=tk.WORD,
    font=("Consolas", 10)
)

# Menampilkan text area ke GUI
text_area.pack(expand=True, fill="both")

def sisipkan_ip_android(pesan, ip, port):
    pola = re.compile(r'(SIM SLOT\s*:\s*\d+[\r\n]*)')
    return pola.sub(
        lambda m: f"{m.group(1)}\nIP_ANDROID: {ip}\nPORT_ANDROID: {port}",
        pesan
    )

def kirim_ke_vb(data):
    global vb_socket

    with vb_lock:

        try:
            if vb_socket is None:

                vb_socket = socket.socket(socket.AF_INET,
                                           socket.SOCK_STREAM)

                vb_socket.setsockopt(socket.SOL_SOCKET,
                                     socket.SO_KEEPALIVE,
                                     1)
```



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

```

        vb_socket.setTimeout(5)

        vb_socket.connect((VB_HOST, VB_PORT))

        # Log reconnect supaya mudah debugging
        # di terminal saat sidang atau pengujian

lapangan.

        print("☑ VB CONNECTED (persistent)")

        # Kirim data lewat koneksi yang sudah ada.
        # Delimiter "\n\n" wajib ada agar parser VB
        # (acc.IndexOf(vbLf & vbLf)) bisa memisahkan tiap

paket.

        vb_socket.sendall(
            (data + "\n\n").encode("utf-8")
        )

    except Exception as e:

        # Kalau gagal kirim (VB ditutup/restart, dsb),
        tutup socket
        # yang lama dan set ke None supaya percobaan kirim
        berikutnya

        # otomatis membuat koneksi baru (auto-reconnect).
        print("✗ VB ERROR, akan reconnect berikutnya:", e)

        try:
            vb_socket.close()
        except Exception:
            pass

        # Log sebelum reset ke None supaya di terminal
        # terlihat jelas kapan reconnect akan terjadi.
        print("☑ Reconnect nanti saat paket
        berikutnya...")

        vb_socket = None

# ===== HANDLE CLIENT ANDROID =====
root.after(
    0,
    lambda: status_label.config(
        text=f"Terhubung: {addr}",
        fg="green"
    )
)

```



© 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

```

ip_android = addr[0]
port_android = addr[1]

# Loop realtime menerima data QoS
while True:

    try:
        message = data.decode("utf-8")

        # Timestamp waktu data diterima di sisi server.
        # Berguna untuk menyusun data time-series saat
        analisis/grafik.
        waktu = datetime.now().strftime("%Y-%m-%d
%H:%M:%S")
        print(f"[{waktu}] DATA ANDROID
({ip_android}:{port_android}):")
        print(message)
    root.after(
        0,
        lambda w=waktu, m=message: text_area.insert(
            tk.END,
            f"[{w}]\n{m}\n"
        )
    )
    root.after(
        0,
        text_area.see,
        tk.END
    )
    message_ke_vb = sisipkan_ip_android(
        message, ip_android, port_android
    )
    kirim_ke_vb(message_ke_vb)

    except Exception as e:
        print("ERROR:", e)
        break
conn.close()
root.after(
    0,
    lambda: status_label.config(
        text="Koneksi Android terputus",
        fg="red"
    )
)

```



© 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

```
# ===== SERVER LOOP =====
# Fungsi utama server realtime
def start_server():

    while True:

        # Menunggu koneksi Android
        conn, addr = server.accept()

        # Membuat thread baru untuk setiap client
        threading.Thread(
            target=handle_client,
            args=(conn, addr),
            daemon=True
        ).start()

# ===== MENJALANKAN THREAD SERVER =====

# Server berjalan di background thread
threading.Thread(
    target=start_server,
    daemon=True
).start()

# ===== PENUTUPAN APLIKASI =====

# Memastikan koneksi persistent ke VB ditutup dengan rapi
# saat aplikasi Python ditutup (klik tombol X pada window
Tkinter).
def on_closing():
    global vb_socket

    try:
        if vb_socket:
            vb_socket.close()
    except Exception:
        pass

    vb_socket = None
    root.destroy()
root.protocol("WM_DELETE_WINDOW", on_closing)

# ===== MENJALANKAN GUI =====

# Menjalankan aplikasi GUI Tkinter
root.mainloop()
```



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

LAMPIRAN 6 Program Simulasi Visual Basic

```
Imports System.IO
Imports System.Linq
Imports System.Net
Imports System.Net.Sockets
Imports System.Threading
Imports System.Windows.Forms.DataVisualization.Charting

Public Class Form1

    ' ===== KONFIGURASI =====
    Private Const VB_PORT As Integer = 6000
    Private Const MAX_POINTS As Integer = 60
    ' ===== SERVER =====
    Private listener As TcpListener
    Private serverThread As Thread

    ' ===== STATE =====
    Private rsrpVal As Double = 0
    Private rsrqVal As Double = 0
    Private sinrVal As Double = 0
    Private totalData As Integer = 0
    Private startTime As DateTime = DateTime.Now
    Private isSinrEstimasi As Boolean = False

    ' ===== FLAG SIMULASI =====
    Private simulasiAktif As Boolean = False
    Private useBF As Boolean = False
    Private useHARQ As Boolean = False
    Private usePC As Boolean = False
    Private useAMC As Boolean = False

    ' ===== FLAG GRAFIK =====
    Private grafikPaused As Boolean = False

    ' ===== COUNTER SUMBU X =====
    Private waktuChart As Integer = 0

    Private rnd As New Random()

    '
    =====
    ' FORM LOAD
    '
    =====
    Private Sub Form1_Load(sender As Object, e As EventArgs)
        Handles MyBase.Load
        InitStatusAwal()
        InitCharts()
        SetupInteractiveWidgets()
        StartVBServer()
    End Sub

    Private Sub InitStatusAwal()
        lblStatusAndroid.Text = "Menunggu..."
        lblStatusAndroid.ForeColor = Color.Gray
        lblIPAndroid.Text = "
```



© 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

```

lblPortAndroid.Text = "5000"
    lblStatusPython.Text = "Menunggu..."
    lblStatusPython.ForeColor = Color.Gray
    lblIPPython.Text = "-"
    lblIPPython.ForeColor = Color.White ' pastikan default
juga putih
    lblPortPython.Text = "6000"
    lblStatusVB.Text = "Starting..."
    lblStatusVB.ForeColor = Color.Gray
    lblTanggal.Text = "Tanggal: " &
DateTime.Now.ToString("dd/MM/yyyy")
    lblJam.Text = "Jam: " &
DateTime.Now.ToString("HH:mm:ss")
End Sub

,

=====
' INIT CHART - hanya dipanggil sekali saat Load
=====

Private Sub InitCharts()
    ' =====
    ' PERBAIKAN #1: chtThroughput sekarang autoScaleY:=True
    ' supaya sumbu Y menyesuaikan rentang data (3-40an
Mbps)
    ' dan bukan tetap fix 0-200 yang membuat garis
kelihatan
    ' datar / tidak bergerak.
    ' =====
    SetupOneChart(chtThroughput, "Throughput (Mbps)", 0,
200, True)
    SetupOneChart(chtDelay, "Delay (ms)", 0, 150)
    SetupOneChart(chtJitter, "Jitter (ms)", 0, 20)
    SetupOneChart(chtPacketLoss, "Packet Loss (%)", 0, 15)
End Sub

Private Sub SetupOneChart(ch As Chart, yTitle As String,
yMin As Double, yMax As Double,
Optional autoScaleY As Boolean =
False)
    ch.Series.Clear()
    ch.Text = yTitle ' dipakai sebagai judul saat grafik
diperbesar

With ch.ChartAreas(0)
    .AxisX.Title = "Waktu (detik)"
    .AxisX.Minimum = 0
    .AxisX.Maximum = MAX_POINTS
    .AxisX.Interval = 10
    .AxisX.IsMarginVisible = False
    .AxisY.Title = yTitle

If autoScaleY Then
    ' Sumbu Y otomatis menyesuaikan rentang data
yang

```



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

```
' sedang tampil (bukan fix), supaya perubahan nilai
' throughput yang kecil tetap terlihat jelas
gerak.

        .AxisY.Minimum = Double.NaN
        .AxisY.Maximum = Double.NaN
    Else
        .AxisY.Minimum = yMin
        .AxisY.Maximum = yMax
    End If

        .AxisY.TitleFont = New Font("Segoe UI", 8)
        .BackColor = Color.WhiteSmoke
    End With

    Dim sBefore As New Series("Sebelum")
    sBefore.ChartType = SeriesChartType.Line
    sBefore.Color = Color.SteelBlue
    sBefore.BorderWidth = 2
    sBefore.MarkerStyle = MarkerStyle.None
    sBefore.Legend = "Legend1"
    ch.Series.Add(sBefore)

    Dim sAfter As New Series("Sesudah")
    sAfter.ChartType = SeriesChartType.Line
    sAfter.Color = Color.OrangeRed
    sAfter.BorderWidth = 2
    sAfter.MarkerStyle = MarkerStyle.None
    sAfter.Legend = "Legend1"
    ch.Series.Add(sAfter)

    ch.Legends.Clear()
    Dim leg As New Legend("Legend1")
    leg.Docking = Docking.Top
    ch.Legends.Add(leg)
End Sub

' =====
' TIMER
'
=====
Private Sub TmrJam_Tick(sender As Object, e As EventArgs)
Handles TmrJam.Tick
    lblTanggal.Text = "Tanggal: " &
DateTime.Now.ToString("dd/MM/yyyy")
    lblJam.Text = "Jam: " &
DateTime.Now.ToString("HH:mm:ss")
End Sub

'
=====
' TCP SERVER
'
=====
Private Sub StartVBServer()
Try
```



© 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

```

listener = New TcpListener(IPAddress.Any, VB_PORT)
    listener.Start()
    serverThread = New Thread(AddressOf ServerLoop)
With {.IsBackground = True}
    serverThread.Start()
    SafeLabel(lblStatusVB, "Listening :" & VB_PORT,
Color.Green)
    Catch ex As Exception
        SafeLabel(lblStatusVB, "Error: " & ex.Message,
Color.Red)
    End Try
End Sub

Private Sub ServerLoop()
    Do
        Try
            Dim client As TcpClient =
listener.AcceptTcpClient()
            Dim ep As IPEndPoint =
TryCast(client.Client.RemoteEndPoint, IPEndPoint)
            Dim ip As String = If(ep IsNot Nothing,
ep.Address.ToString(), "-")
            SafeLabel(lblStatusPython, "Terhubung (" & ip &
")", Color.Green)
            SafeLabel(lblIPPython, ip, Color.White)
            Dim t As New Thread(Sub() HandleClient(client)) With
{.IsBackground = True}
                t.Start()
            Catch
                Exit Do
            End Try
        Loop
    End Sub
,
=====
' HANDLECLIENT - parse PER PAKET, tidak tunggu koneksi
tutup
' Menangani partial packet dengan buffer akumulasi +
delimiter
,
=====
Private Sub HandleClient(client As TcpClient)
    Try
        Dim ns As NetworkStream = client.GetStream()
        Dim buf(4095) As Byte
        Dim accumulated As New System.Text.StringBuilder()

        Do While client.Connected
            Dim n As Integer = 0
            Try
                n = ns.Read(buf, 0, buf.Length)
            Catch ex As Exception
                Debug.WriteLine("[HandleClient] Read error:
" & ex.Message)

```



© 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

```
Exit Do
    End Try
    If n = 0 Then Exit Do

    Dim chunk As String =
System.Text.Encoding.UTF8.GetString(buf, 0, n)
    accumulated.Append(chunk)

    Dim acc As String = accumulated.ToString()
    Dim delimiter As String = vbCrLf & vbCrLf

    Dim idx As Integer = acc.IndexOf(delimiter)
    Do While idx >= 0
        Dim pesan As String = acc.Substring(0,
idx).Trim()

        If pesan.Length > 0 Then
            ParseAndUpdate(pesan)
        End If
        acc = acc.Substring(idx + delimiter.Length)
        idx = acc.IndexOf(delimiter)
    Loop

    accumulated.Clear()
    accumulated.Append(acc)
Loop

Dim sisa As String = accumulated.ToString().Trim()
If sisa.Length > 0 Then
    ParseAndUpdate(sisa)
End If
Catch ex As Exception
    Debug.WriteLine("[HandleClient] Exception: " &
ex.Message)
    Finally
        client.Close()
        SafeLabel(lblStatusPython, "Menunggu Data...",
Color.DarkOrange)
        SafeLabel(lblStatusAndroid, "Terputus (data
terakhir ditampilkan)", Color.OrangeRed)
    End Try
End Sub
' =====
' Helper ParseAngka
' Ekstrak angka pertama (termasuk negatif) dari string
' apapun.
' =====
Private Function ParseAngka(raw As String,
defaultVal As Double) As
Double
    Dim m As System.Text.RegularExpressions.Match =
System.Text.RegularExpressions.Regex.Match(raw, "-
?\d+(\.\d+)?")
```



© 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

```

If m.Success Then
    Dim hasil As Double
    If Double.TryParse(m.Value,
System.Globalization.NumberStyles.Float,
System.Globalization.CultureInfo.InvariantCulture,
    hasil) Then
        Return hasil
    End If
End If
Return defaultVal
End Function

'
=====
' BlokValid() - hanya wajib ada OPERATOR yang valid.
'
=====

Private Function BlokValid(d As Dictionary(Of String,
String)) As Boolean
    If Not d.ContainsKey("OPERATOR") Then Return False
    If d("OPERATOR").ToUpper().Contains("TIDAK ADA") Then
Return False
    Return True
End Function

'
=====
' HELPER: normalisasi nama operator
'
=====

Private Function NormalOperator(op As String) As String
    Dim s As String = op.Trim().ToUpper()

    If s = "3" OrElse s = "TRI" OrElse
s.Contains("HUTCHISON") Then
        Return "Tri"
End If
    If s.Contains("TELKOMSEL") OrElse s.Contains("TSEL")
Then
        Return "Telkomsel"
    End If
    If s.Contains("XL") OrElse s.Contains("AXIATA") Then
        Return "XL"
    End If
    If s.Contains("INDOSAT") OrElse s.Contains("IM3")
OrElse
        s.Contains("OOREDOO") Then
        Return "Indosat"
    End If
    If s.Contains("SMARTFREN") Then
        Return "Smartfren"
    End If
    If s.Contains("BYRU") OrElse s.Contains("BY.U") Then
        Return "by.U"
    End If

```



© 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

```
' =====
' PARSE DATA -> hitung QoS -> update tabel -> tambah titik
'
' =====

Private Sub ParseAndUpdate(raw As String)

    Dim blok() As String =
        System.Text.RegularExpressions.Regex.Split(raw,
            "{5,}")

    Dim sim0 As New Dictionary(Of String, String)
    Dim sim1 As New Dictionary(Of String, String)

    For Each b As String In blok
        If String.IsNullOrEmpty(b) Then Continue For

        Dim tujuan As Dictionary(Of String, String) =
            Nothing

        If b.Contains("SIM SLOT : 0") Then
            tujuan = sim0
        ElseIf b.Contains("SIM SLOT : 1") Then
            tujuan = sim1
        Else
            Continue For
        End If

        For Each line As String In b.Split(
            {vbCrLf, vbLf},
            StringSplitOptions.RemoveEmptyEntries)

            Dim idx = line.IndexOf(":")
            If idx < 0 Then Continue For

            Dim key = line.Substring(0,
                idx).Trim().ToUpper()
            Dim value = line.Substring(idx + 1).Trim()
            tujuan(key) = value
        Next

    Next

    Dim v0 As Boolean = BlokValid(sim0)
    Dim v1 As Boolean = BlokValid(sim1)
    Dim op0 As String = If(sim0.ContainsKey("OPERATOR"),
        sim0("OPERATOR"), "-")
    Dim op1 As String = If(sim1.ContainsKey("OPERATOR"),
        sim1("OPERATOR"), "-")
    Debug.WriteLine("[SIM SELECT] SIM0 VALID=" & v0 & "
        OP=" & op0)
    Debug.WriteLine("[SIM SELECT] SIM1 VALID=" & v1 & "
        OP=" & op1)

    Dim data As Dictionary(Of String, String) = Nothing

    If v0 Then
        data = sim0
    End If
End Sub
```



© 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

```

If data Is Nothing Then
    Debug.WriteLine("=== PAKET GAGAL DIPARSE ===")
    Debug.WriteLine(raw)
    Debug.WriteLine("=====")
    Return
End If

' =====
' AMBIL DATA IDENTITAS
' =====
Dim slot As String = If(data Is sim0, "0", "1")

Dim net As String = ""
Dim cid As String = ""
Dim pci As String = ""
Dim tac As String = ""
Dim lat As String = ""
Dim lon As String = ""

If data.ContainsKey("NETWORK") Then net =
data("NETWORK")
If data.ContainsKey("CELL_ID") Then cid =
data("CELL_ID")
If data.ContainsKey("PCI") Then pci = data("PCI")
If data.ContainsKey("TAC") Then tac = data("TAC")
If data.ContainsKey("LATITUDE") Then lat =
data("LATITUDE")
If data.ContainsKey("LONGITUDE") Then lon =
data("LONGITUDE")

Dim op As String = ""
If data.ContainsKey("OPERATOR") Then
    op = NormalOperator(data("OPERATOR"))
End If

' =====
' IP & PORT ANDROID (dikirim Python dari sisi HP)
' =====
Dim ipAndroid As String = "-"
If data.ContainsKey("IP_ANDROID") Then
    ipAndroid = data("IP_ANDROID")
ElseIf data.ContainsKey("IP") Then
    ipAndroid = data("IP")
End If

Dim portAndroid As String = "5000"
If data.ContainsKey("PORT_ANDROID") Then
    portAndroid = data("PORT_ANDROID")
End If

' =====
' Baca sinyal dengan ParseAngka()
' Default: RSRP=-120, RSRQ=-20, SINR=0
' =====
If data.ContainsKey("RSRP") Then
    rsrpVal = ParseAngka(data("RSRP"), -120)
Else
    rsrpVal = -120

```



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

```

End If

If data.ContainsKey("RSRQ") Then
    rsrqVal = ParseAngka(data("RSRQ"), -20)
Else
    rsrqVal = -20
End If

If data.ContainsKey("SINR") Then
    sinrVal = ParseAngka(data("SINR"), 0)
    isSinrEstimasi = False
ElseIf data.ContainsKey("SINR_ESTIMASI") Then
    sinrVal = ParseAngka(data("SINR_ESTIMASI"), 0)
    isSinrEstimasi = True
Else
    sinrVal = 0
    isSinrEstimasi = False
End If

totalData += 1

' =====
' HITUNG QoS SEBELUM OPTIMASI (baseline, rumus dasar)
' =====
Dim rsrpB As Double = rsrpVal
Dim sinrB As Double = sinrVal
Dim modB As String = GetModulasi(sinrB, False, 0)
Dim berB As Double = HitungBER(sinrB)
Dim tpB As Double = HitungThroughput(sinrB)
Dim dlB As Double = HitungDelay(sinrB, 0)
Dim jtB As Double = HitungJitter(sinrB, 0)
Dim plB As Double = HitungPacketLoss(rsrpB, 0)

' =====
' HITUNG QoS SESUDAH OPTIMASI
' Default = SAMA PERSIS dengan Sebelum. Hanya berubah
' kalau simulasi aktif DAN angka optimasi (gain) > 0.
' =====
Dim rsrpA As Double = rsrpB
Dim sinrA As Double = sinrB
Dim modA As String = modB
Dim berA As Double = berB
Dim tpA As Double = tpB
Dim dlA As Double = dlB
Dim jtA As Double = jtB
Dim plA As Double = plB

If simulasiAktif Then
    Dim pcGain As Double = CDb1(NumericUpDown2.Value)
' Power Control Gain (dB)
    Dim bfGain As Double = CDb1(NumericUpDown3.Value)
' Beamforming Gain (dB)
    Dim harqRetrans As Double =
CDbl(NumericUpDown1.Value) ' HARQ Max Retransmission
    Dim amcThresh As Double =
CDbl(NumericUpDown4.Value) ' AMC SNR Threshold (dB)

```



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

```

End If

If data.ContainsKey("RSRQ") Then
    rsrqVal = ParseAngka(data("RSRQ"), -20)
Else
    rsrqVal = -20
End If

If data.ContainsKey("SINR") Then
    sinrVal = ParseAngka(data("SINR"), 0)
    isSinrEstimasi = False
ElseIf data.ContainsKey("SINR_ESTIMASI") Then
    sinrVal = ParseAngka(data("SINR_ESTIMASI"), 0)
    isSinrEstimasi = True
Else
    sinrVal = 0
    isSinrEstimasi = False
End If

totalData += 1

' =====
' HITUNG QoS SEBELUM OPTIMASI (baseline, rumus dasar)
' =====
Dim rsrpB As Double = rsrpVal
Dim sinrB As Double = sinrVal
Dim modB As String = GetModulasi(sinrB, False, 0)
Dim berB As Double = HitungBER(sinrB)
Dim tpB As Double = HitungThroughput(sinrB)
Dim dlB As Double = HitungDelay(sinrB, 0)
Dim jtB As Double = HitungJitter(sinrB, 0)
Dim plB As Double = HitungPacketLoss(rsrpB, 0)

' =====
' HITUNG QoS SESUDAH OPTIMASI
' Default = SAMA PERSIS dengan Sebelum. Hanya berubah
' kalau simulasi aktif DAN angka optimasi (gain) > 0.
' =====
Dim rsrpA As Double = rsrpB
Dim sinrA As Double = sinrB
Dim modA As String = modB
Dim berA As Double = berB
Dim tpA As Double = tpB
Dim dlA As Double = dlB
Dim jtA As Double = jtB
Dim plA As Double = plB

If simulasiAktif Then
    Dim pcGain As Double = CDb1(NumericUpDown2.Value)
' Power Control Gain (dB)
    Dim bfGain As Double = CDb1(NumericUpDown3.Value)
' Beamforming Gain (dB)
    Dim harqRetrans As Double =
CDbl(NumericUpDown1.Value) ' HARQ Max Retransmission
    Dim amcThresh As Double =
CDbl(NumericUpDown4.Value) ' AMC SNR Threshold (dB)

```



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

```

sinrA = HitungSINROptimasi(sinrB, usePC, pcGain, useBF, bfGain,
useHARQ, harqRetrans)
    rsrpA = HitungRSRPOptimasi(rsrpB, usePC, pcGain,
useBF, bfGain)

    Dim harqRetransEfektif As Double = If(useHARQ,
harqRetrans, 0)

    modA = GetModulasi(sinrA, useAMC, amcThresh)
    berA = HitungBER(sinrA)
    tpA = HitungThroughput(sinrA)
    dlA = HitungDelay(sinrA, harqRetransEfektif)
    jtA = HitungJitter(sinrA, harqRetransEfektif)
    plA = HitungPacketLoss(rsrpA, harqRetransEfektif)
End If

' =====
' UPDATE GUI (harus dari main thread)
' =====
Me.Invoke(Sub ()
    txtOperator.Text = op
    txtNetwork.Text = net
    txtSIMSlot.Text = slot
    txtCellID.Text = cid
    txtPCI.Text = pci
    txtTAC.Text = tac
    txtRSRP.Text = rsrpVal.ToString("F1") & " dBm"
    txtRSRQ.Text = rsrqVal.ToString("F1") & " dB"
    txtSINR.Text = sinrVal.ToString("F1") & " dB" &
    If(isSinrEstimasi, " (est.)", "")
        txtLatitude.Text = lat
    txtLongitude.Text = lon

    lblStatusAndroid.Text = "Aktif"
    lblStatusAndroid.ForeColor = Color.Green
    lblIPAndroid.Text = ipAndroid
    lblPortAndroid.Text = portAndroid

    UpdateTableQoS(rsrpB, rsrpA, sinrB, sinrA,
modB, modA, berB, berA,
tpB, tpA, dlB, dlA, jtB, jtA, plB, plA)

    If Not grafikPaused Then
        AddChartPoint(tpB, tpA, dlB, dlA, jtB, jtA,
plB, plA)
    End If

    TambahBarisLog(op, net, slot, cid, pci, tac,
rsrpVal, rsrqVal, sinrVal,
modA, berA,
tpA, dlA, jtA, plA, lat, lon)
End Sub)

```



© 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

```

End Sub

,

=====
' TAMBAH BARIS KE TABEL DATA LOG
=====

Private Sub TambahBarisLog(op As String, net As String,
slot As String,
cid As String, pci As String,
tac As String,
rsrp As Double, rsrq As Double,
sinr As Double,
modulasi As String, ber As
Double,
tp As Double, delay As Double,
jitter As Double,
pl As Double, lat As String,
lon As String)

    dgvdatalog.Rows.Add(
        dgvdatalog.Rows.Count + 1,
        DateTime.Now.ToString("HH:mm:ss"),
        op, net, slot, cid, pci, tac,
        rsrp.ToString("F1"), rsrq.ToString("F1"),
        sinr.ToString("F1"),
        modulasi, ber.ToString("E2"),
        tp.ToString("F2"), delay.ToString("F2"),
        jitter.ToString("F2"), pl.ToString("F2"),
        lat, lon)

    If dgvdatalog.Rows.Count > 200 Then
        dgvdatalog.Rows.RemoveAt(0)
    End If
If dgvdatalog.Rows.Count > 0 Then
    dgvdatalog.FirstDisplayedScrollingRowIndex =
dgvdatalog.Rows.Count - 1
End If
End Sub

,

=====
' UPDATE TABLE QoS (RSRP, SINR, Modulasi/AMC, BER,
Throughput,
' Delay, Jitter, Packet Loss) – sesuai urutan tampilan
referensi
,

=====

Private Sub UpdateTableQoS(rsrpB As Double, rsrpA As
Double,
sinrB As Double, sinrA As
Double,
modB As String, modA As String,
berB As Double, berA As Double,
tpB As Double, tpA As Double,
dlB As Double, dlA As Double,
jtB As Double, jtA As Double,

```



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

```

plB As Double, plA As Double)
    dgvQoS.Rows.Clear()

    dgvQoS.Rows.Add("RSRP (dBm)", rsrpB.ToString("F1"),
    rsrpA.ToString("F1"),
        DeltaGeneric(rsrpA, rsrpB), "dBm")
    dgvQoS.Rows.Add("SINR (dB)", sinrB.ToString("F1"),
    sinrA.ToString("F1"),
        DeltaGeneric(sinrA, sinrB), "dB")
    dgvQoS.Rows.Add("Modulasi (AMC)", modB, modA,
        If(modA = modB, "Tetap", modB & " -> "
    & modA), "-")
    dgvQoS.Rows.Add("BER", berB.ToString("E2"),
    berA.ToString("E2"),
        DeltaGeneric(berA, berB), "-")
    dgvQoS.Rows.Add("Throughput (Mbps)",
    tpB.ToString("F2"), tpA.ToString("F2"),
        DeltaGeneric(tpA, tpB), "Mbps")
    dgvQoS.Rows.Add("Delay (ms)", dlB.ToString("F2"),
    dlA.ToString("F2"),
        DeltaGeneric(dlA, dlB), "ms")
    dgvQoS.Rows.Add("Jitter (ms)", jtB.ToString("F2"),
    jtA.ToString("F2"),
        DeltaGeneric(jtA, jtB), "ms")
    dgvQoS.Rows.Add("Packet Loss (%)", plB.ToString("F2"),
    plA.ToString("F2"),
        DeltaGeneric(plA, plB), "%")

    ColorRow(dgvQoS.Rows(0), rsrpA >= rsrpB) ' RSRP:
    makin besar (mendekati 0) makin baik
    ColorRow(dgvQoS.Rows(1), sinrA >= sinrB) ' SINR:
    makin besar makin baik

    ' =====
    ' PERBAIKAN #2: baris Modulasi (AMC) sebelumnya
    ' hardcode Color.Khaki (kuning). Sekarang memakai
    ' helper ColorRow yang sama seperti baris lain,
    ' sehingga tampil hijau (DarkGreen) + bold, konsisten
    ' dengan baris-baris QoS lainnya.
    ' =====
    ColorRow(dgvQoS.Rows(2), True)

    ColorRow(dgvQoS.Rows(3), berA <= berB) ' BER: makin
    kecil makin baik
    ColorRow(dgvQoS.Rows(4), tpA >= tpB) '
    Throughput: makin besar makin baik
    ColorRow(dgvQoS.Rows(5), dlA <= dlB) ' Delay:
    makin kecil makin baik
    ColorRow(dgvQoS.Rows(6), jtA <= jtB) ' Jitter:
    makin kecil makin baik
    ColorRow(dgvQoS.Rows(7), plA <= plB) ' Packet
    Loss: makin kecil makin baik
    End Sub
  
```



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

```
' =====
' ADD CHART POINT - sliding window MAX_POINTS
' =====

Private Sub AddChartPoint(tpB As Double, tpA As Double,
                        dlB As Double, dlA As Double,
                        jtB As Double, jtA As Double,
                        plB As Double, plA As Double)

    waktuChart += 1

    Dim n As Double
    Dim fade As Double = 0.02 * Math.Sin(waktuChart *
Math.PI / 10.0)

    ' Throughput (chart ini sekarang auto-scale Y, lihat
SetupOneChart)
    n = (rnd.NextDouble() - 0.5) * tpB * 0.08
    AppendPoint(chtThroughput, "Sebelum", waktuChart, tpB +
n, 0, 200)
    If simulasiAktif Then
        n = (rnd.NextDouble() - 0.5) * tpA * 0.06 + tpA *
fade
        AppendPoint(chtThroughput, "Sesudah", waktuChart,
tpA + n, 0, 200)
    End If

    ' Delay
    n = (rnd.NextDouble() - 0.5) * dlB * 0.08
    AppendPoint(chtDelay, "Sebelum", waktuChart, dlB + n,
0, 150)
    If simulasiAktif Then
        n = (rnd.NextDouble() - 0.5) * dlA * 0.06 + dlA *
fade
        AppendPoint(chtDelay, "Sesudah", waktuChart, dlA +
n, 0, 150)
    End If

    ' Jitter
    n = (rnd.NextDouble() - 0.5) * jtB * 0.08
    AppendPoint(chtJitter, "Sebelum", waktuChart, jtB + n,
0, 20)
    If simulasiAktif Then
        n = (rnd.NextDouble() - 0.5) * jtA * 0.06 + jtA *
fade
        AppendPoint(chtJitter, "Sesudah", waktuChart, jtA + n, 0, 20)
    End If

    ' Packet Loss
    n = (rnd.NextDouble() - 0.5) * Math.Max(plB, 0.1) *
0.08
    AppendPoint(chtPacketLoss, "Sebelum", waktuChart, plB +
n, 0, 15)
    If simulasiAktif Then
        n = (rnd.NextDouble() - 0.5) * Math.Max(plA, 0.1) *
0.06 + Math.Max(plA, 0.1) * fade
        AppendPoint(chtPacketLoss, "Sesudah", waktuChart,
plA + n, 0, 15)
    End If
End Sub
```



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

```

End If

' Geser sumbu X
For Each ch As Chart In {chtThroughput, chtDelay,
chtJitter, chtPacketLoss}
    Dim maxX As Integer = waktuChart
    Dim minX As Integer = Math.Max(0, maxX -
MAX_POINTS)
    ch.ChartAreas(0).AxisX.Minimum = minX
    ch.ChartAreas(0).AxisX.Maximum = maxX
Next
End Sub

Private Sub AppendPoint(ch As Chart, seriesName As String,
                        x As Integer, y As Double,
                        yMin As Double, yMax As Double)
    Dim s As Series = ch.Series(seriesName)
    y = Math.Max(yMin, Math.Min(yMax, y))
    s.Points.AddXY(x, y)
    If s.Points.Count > MAX_POINTS Then
        s.Points.RemoveAt(0)
    End If
End Sub

'
=====
' TOMBOL MULAI SIMULASI
'
=====

Private Sub Btnmulaisimulasi_Click(sender As Object, e As
EventArgs) Handles Btnmulaisimulasi.Click
    If rsrpVal = 0 AndAlso rsrqVal = 0 AndAlso sinrVal = 0
Then
        MsgBox("Belum ada data dari Android.",
MsgBoxStyle.Information, "Info")
        Return
    End If

    useBF = chkBeamforming.Checked
    useHARQ = chkHARQ.Checked
    usePC = chkPowerControl.Checked
    useAMC = chkAMC.Checked
    simulasiAktif = True

    Dim aktif As New List(Of String)
    If useAMC Then aktif.Add("AMC")
    If useBF Then aktif.Add("Beamforming")
    If useHARQ Then aktif.Add("HARQ")
    If usePC Then aktif.Add("Power Control")

    Dim msg As String = If(aktif.Count > 0,
        "Simulasi aktif: " & String.Join(", ", aktif) & " |
Garis merah = Sesudah optimasi",
        "Simulasi aktif (tanpa optimasi dipilih, hasil akan
sama dengan sebelum)")

    SafeLabel(lblStatusVB, msg, Color.LimeGreen)

```



© 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

```

End Sub

'
=====
' TOMBOL BERHENTI OPTIMASI
' HANYA menghentikan proses simulasi/optimasi
(simulasiAktif
' = False + semua flag fitur di-off-kan). TIDAK menutup
' aplikasi dan TIDAK memutus koneksi TCP. Setelah ditekan,
' ParseAndUpdate akan otomatis melewati blok "If
simulasiAktif"
' sehingga kolom/grafik "Sesudah" kembali sama dengan
' "Sebelum" (baseline), sampai "Mulai Optimasi" ditekan
lagi.
'
=====

Private Sub Btnberhentioptimasi_Click(sender As Object, e
As EventArgs) Handles BtnBerhentioptimasi.Click
    simulasiAktif = False
    useBF = False
    useHARQ = False
    usePC = False
    useAMC = False

    SafeLabel(lblStatusVB, "Optimasi dihentikan.
Menampilkan data baseline (Sebelum).", Color.DarkOrange)
End Sub

'
=====
' TOMBOL BERHENTI SIMULASI
' Menutup seluruh program. Me.Close() akan otomatis
' memicu OnFormClosing (menghentikan TCP listener) sebelum
' aplikasi benar-benar keluar.
'
=====

Private Sub Btnberhentisimulasi_Click(sender As Object, e
As EventArgs) Handles Btnberhentisimulasi.Click
    simulasiAktif = False

    Dim konfirmasi As DialogResult = MsgBox(
        "Berhenti simulasi akan menutup aplikasi ini.
Lanjutkan?",
        MsgBoxStyle.YesNo Or MsgBoxStyle.Question,
        "Konfirmasi Berhenti")

    If konfirmasi = DialogResult.Yes Then
        Me.Close()
    End If
End Sub

'
=====

```



© 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

```
' TOMBOL PAUSE / RESUME GRAFIK
'
=====
Private Sub Button2_Click(sender As Object, e As EventArgs)
Handles Button2.Click
    grafikPaused = Not grafikPaused
    Button2.Text = If(grafikPaused, "Resume Grafik", "Pause
Grafik")
End Sub
'
=====
' TOMBOL RESET GRAFIK
'
=====
Private Sub Button3_Click(sender As Object, e As EventArgs)
Handles Button3.Click
    waktuChart = 0
    For Each ch As Chart In {chtThroughput, chtDelay,
chtJitter, chtPacketLoss}
        ch.Series("Sebelum").Points.Clear()
        ch.Series("Sesudah").Points.Clear()
        ch.ChartAreas(0).AxisX.Minimum = 0
        ch.ChartAreas(0).AxisX.Maximum = MAX_POINTS
    Next
End Sub
'
=====
' TOMBOL EXPORT EXCEL (diekspor sebagai CSV agar tidak
' butuh referensi COM Excel Interop tambahan; file .csv
' otomatis terbuka rapi di Excel)
'
=====
Private Sub Button1_Click(sender As Object, e As EventArgs)
Handles Button1.Click
    Try
        If dgvdataLog.Rows.Count = 0 Then
            MsgBox("Belum ada data untuk diekspor.",
MsgBoxStyle.Information, "Info")
            Return
        End If

        Using sfd As New SaveFileDialog()
            sfd.Filter = "CSV File (*.csv)|*.csv"
            sfd.FileName = "DataLog_" &
DateTime.Now.ToString("yyyyMMdd_HH:mm:ss") & ".csv"
            If sfd.ShowDialog() = DialogResult.OK Then
                Using sw As New StreamWriter(sfd.FileName,
False, System.Text.Encoding.UTF8)
                    Dim headers =
dgvdataLog.Columns.Cast(Of DataGridViewColumn)().
                        Select(Function(c) c.HeaderText)
                    sw.WriteLine(String.Join(",", headers))

                    For Each row As DataGridViewRow In
dgvdataLog.Rows
```



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

```

Dim cells = row.Cells.Cast(Of DataGridViewCell)().
    Select(Function(c) If(c.Value,
        "").ToString()))
        sw.WriteLine(String.Join(",",
cells))
    Next
End Using
MsgBox("Data berhasil diexport.",
MsgBoxStyle.Information, "Sukses")
End If
End Using
Catch ex As Exception
MsgBox("Gagal export: " & ex.Message,
MsgBoxStyle.Critical, "Error")
End Try
End Sub

,

=====
' RUMUS QoS DASAR – DIPAKAI UNTUK "SEBELUM" *DAN* "SESUDAH"
' (satu-satunya sumber rumus, supaya keduanya konsisten;
' bedanya hanya nilai SINR/RSRP yang dimasukkan)
=====

Private Function SpectralEff(sinr As Double) As Double
    Dim snrLin As Double = Math.Pow(10, sinr / 10)
    Return Math.Min(Math.Log(1 + snrLin, 2), 7.5)
End Function

Private Function HitungThroughput(sinr As Double) As Double
    Return Math.Round(Math.Max(20.0 * SpectralEff(sinr) *
0.6, 1), 2)
End Function

' harqRetrans = 0 -> tidak ada tambahan delay sama sekali
Private Function HitungDelay(sinr As Double, harqRetrans As
Double) As Double
    Dim d As Double = 80 - (sinr + 10) * (70.0 / 40.0)
    d = Math.Max(10, Math.Min(80, d))
    d += harqRetrans * 1.2 ' tiap retransmisi HARQ menambah
sedikit delay
    Return Math.Round(Math.Max(10, Math.Min(120, d)), 2)
End Function

Private Function HitungJitter(sinr As Double, harqRetrans As
Double) As Double
    Dim j As Double = 15 - (sinr + 10) * (14.0 / 40.0)
    j = Math.Max(1, Math.Min(15, j))
    j -= harqRetrans * 0.3 ' retransmisi HARQ menstabilkan
jitter
    Return Math.Round(Math.Max(0.5, Math.Min(15, j)), 2)
End Function

Private Function HitungPacketLoss(rsrp As Double, harqRetrans
As Double) As Double
    Dim pl As Double = (Math.Abs(rsrp) - 44) * (10.0 /
96.0)
    pl = Math.Max(0, Math.Min(10, pl))
    pl *= Math.Max(0.1, 1 - harqRetrans * 0.15)
    Return Math.Round(Math.Max(0, Math.Min(10, pl)), 2)

```



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

```

End Function

Private Function HitungBER(sinr As Double) As Double
    Return Math.Max(0.0000001, 0.05 - sinr * 0.002)
End Function

' amcThresh hanya berpengaruh jika amcActive = True.
' amcThresh = 0 -> ambang batas modulasi standar (tidak
berubah)
Private Function GetModulasi(sinr As Double, amcActive As
Boolean, amcThresh As Double) As String
    Dim adj As Double = If(amcActive, amcThresh, 0)
    If sinr >= 20 + adj Then Return "256QAM"
    If sinr >= 10 + adj Then Return "64QAM"
    If sinr >= 0 + adj Then Return "16QAM"
    Return "QPSK"
End Function

,

=====
' PIPELINE OPTIMASI: PC -> BF -> HARQ -> SINR/RSRP efektif
' Semua gain diambil dari NumericUpDown terkait; kalau gain
' = 0, SINR/RSRP efektif = SINR/RSRP dasar (tidak berubah).
,

=====
Private Function HitungSINROptimasi(sinrBase As Double,
                                     pc As Boolean, pcGain
As Double,
                                     bf As Boolean, bfGain
As Double,
                                     harq As Boolean,
harqRetrans As Double) As Double
    Dim s As Double = sinrBase
    If pc Then s += pcGain
    If bf Then s += bfGain
    If harq Then s += Math.Min(harqRetrans * 0.5, 5)
    Return Math.Min(s, 30)
End Function
Private Function HitungRSRPOptimasi(rsrpBase As Double,
                                     pc As Boolean, pcGain
As Double,
                                     bf As Boolean, bfGain
As Double) As Double
    Dim r As Double = rsrpBase
    If pc Then r += pcGain * 0.5
    If bf Then r += bfGain * 0.5
    Return Math.Min(r, -44.0)
End Function
,

=====
' HELPER DELTA (before -> after), dipakai untuk semua
parameter
,

=====
Private Function DeltaGeneric(afterVal As Double, beforeVal
As Double) As String

```



© 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

```

Dim diff As Double = afterVal - beforeVal
    Dim pct As Double = If(beforeVal <> 0, diff / beforeVal
* 100, 0)
    Return If(diff >= 0, "+", "") & diff.ToString("F2") &
        " (" & If(pct >= 0, "+", "") &
pct.ToString("F1") & "%)"
    End Function

    Private Sub ColorRow(row As DataGridViewRow, isGood As
Boolean)
        row.DefaultCellStyle.ForeColor = If(isGood,
Color.DarkGreen, Color.DarkRed)
        row.DefaultCellStyle.Font = New Font("Segoe UI", 9,
FontStyle.Bold)
    End Sub

    ,
=====
    ' HELPER THREAD-SAFE
    ,
=====

    Private Sub SafeLabel(lbl As Label, text As String, color
As Color)
        If Me.InvokeRequired Then
            Me.Invoke(Sub() SafeLabel(lbl, text, color))
            Return
        End If
        lbl.Text = text
        lbl.ForeColor = color
    End Sub

Protected Overrides Sub OnFormClosing(e As
FormClosingEventArgs)
    Try
        listener?.Stop()
    Catch
    End Try
    MyBase.OnFormClosing(e)
End Sub

    Private Function AfterColon(line As String) As String
        Dim idx As Integer = line.IndexOf(":")
        If idx >= 0 AndAlso idx + 1 < line.Length Then
            Return line.Substring(idx + 1).Trim()
        End If
        Return ""
    End Function

    , =====
    ' ===== FITUR BARU
    =====
    ' Grafik & tabel bisa DIGESER dan DIPERBESAR/DIPERKECIL,
    ' termasuk saat simulasi sedang berjalan (real time).
    ' Semua dibuat lewat kode (tidak perlu ubah Designer).
    ,
=====

    Private Sub SetupInteractiveWidgets()

```



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

```
' --- Grafik: geser dengan klik-tahan-seret di badan grafik,
'         perbesar/perkecil dari sudut kanan-bawah,
'         double click untuk membuka jendela grafik besar.
---
    For Each ch As Chart In {chtThroughput, chtDelay,
chtJitter, chtPacketLoss}
        AddHandler ch.DoubleClick, AddressOf
Chart_DoubleClick
        MakeMovable(ch, ch)
        MakeResizable(ch, 300, 250)
        Dim tip As New ToolTip()
        tip.SetToolTip(ch, "Seret untuk memindah. Seret
sudut kanan-bawah untuk mengubah ukuran. Double click untuk
memperbesar penuh.")
    Next

' --- Panel "HASIL SEBELUM DAN SESUDAH OPTIMASI":
'         digeser dengan menyeret judulnya (Label11),
'         diperbesar/diperkecil dari sudut kanan-bawah
panel. ---
    MakeMovable(Label11, pnlHasil)
    MakeResizable(pnlHasil, 420, 300)
    Label11.Cursor = Cursors.SizeAll
' --- dgvQoS di-anchor ke 4 sisi supaya ikut membesar/
'         mengecil saat pnlHasil di-resize lewat grip. ---
    dgvQoS.Anchor = AnchorStyles.Top Or AnchorStyles.Bottom

Or
                                AnchorStyles.Left Or
AnchorStyles.Right

' --- Tabel "Data Log":
'         digeser dengan menyeret judulnya (Label2),
'         diperbesar/diperkecil dari sudut kanan-bawah
tabel. ---
    MakeMovable(Label2, dgvdataLog, Label2)
    MakeResizable(dgvdataLog, 500, 200)
    Label2.Cursor = Cursors.SizeAll
End Sub

' --- Buka grafik dalam jendela besar (maximized) saat di-
double click ---
    Private Sub Chart_DoubleClick(sender As Object, e As
EventArgs)
        Dim src As Chart = TryCast(sender, Chart)
        If src IsNot Nothing Then ShowChartExpanded(src)
    End Sub

    Private Sub ShowChartExpanded(src As Chart)
        Dim f As New Form()
        f.Text = "Grafik Diperbesar - " & src.Text
        f.WindowState = FormWindowState.Maximized
        f.BackColor = Color.Black
        f.StartPosition = FormStartPosition.CenterScreen
```



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

```

Dim big As New Chart()
big.Dock = DockStyle.Fill
big.BackColor = Color.Black

Dim ca As New ChartArea("CA1")
ca.AxisX.Title = src.ChartAreas(0).AxisX.Title
ca.AxisY.Title = src.ChartAreas(0).AxisY.Title
ca.AxisY.Minimum = src.ChartAreas(0).AxisY.Minimum
ca.AxisY.Maximum = src.ChartAreas(0).AxisY.Maximum
ca.AxisX.Minimum = src.ChartAreas(0).AxisX.Minimum
ca.AxisX.Maximum = src.ChartAreas(0).AxisX.Maximum
ca.BackColor = Color.WhiteSmoke
big.ChartAreas.Add(ca)

Dim leg As New Legend("L1")
leg.Docking = Docking.Top
big.Legends.Add(leg)

For Each s As Series In src.Series
    Dim ns As New Series(s.Name)
    ns.ChartType = s.ChartType
    ns.Color = s.Color
    ns.BorderWidth = s.BorderWidth + 1
    ns.MarkerStyle = s.MarkerStyle
    ns.ChartArea = "CA1"
    ns.Legend = "L1"
    For Each pt As DataPoint In s.Points
        ns.Points.AddXY(pt.XValue, pt.YValues(0))
    Next
    big.Series.Add(ns)
Next

Dim btnClose As New Button()
btnClose.Text = "Tutup (Esc)"
btnClose.Dock = DockStyle.Bottom
btnClose.Height = 44
btnClose.Font = New Font("Segoe UI", 11)
AddHandler btnClose.Click, Sub() f.Close()

f.Controls.Add(big)
f.Controls.Add(btnClose)
f.KeyPreview = True
AddHandler f.KeyDown, Sub(s2, e2)
                                If e2.KeyCode = Keys.Escape
                                    End Sub
Then f.Close()

                                f.ShowDialog(Me)
                                End Sub

' --- Membuat "handle" (control) bisa dipakai untuk
menyeret
'      "target" (dan opsional "alsoMove" ikut bergeser
bersama,
'      misalnya label judul ikut pindah bersama tabelnya). -
--
Private Sub MakeMovable(handle As Control, target As
Control, Optional alsoMove As Control = Nothing)
    Dim dragging As Boolean = False
  
```



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

```

Dim lastScreenPt As Point = Point.Empty

AddHandler handle.MouseDown, Sub(s, e)
    If e.Button =
        MouseButtons.Left Then
            dragging = True
            lastScreenPt =
            handle.PointToScreen(e.Location)
        End If
    End Sub

AddHandler handle.MouseMove, Sub(s, e)
    If dragging Then
        Dim curScreenPt As
        Point = handle.PointToScreen(e.Location)
        Dim dx As Integer
        Dim dy As Integer
        target.Location =
        New Point(target.Location.X + dx, target.Location.Y + dy)
        If alsoMove IsNot
        Nothing AndAlso Not alsoMove.Equals(target) Then

        alsoMove.Location = New Point(alsoMove.Location.X + dx,
        alsoMove.Location.Y + dy)

        End If

        lastScreenPt =
        curScreenPt
    End If
End Sub

AddHandler handle.MouseUp, Sub(s, e) dragging = False
End Sub

' --- Menambahkan "gagang" (grip) kecil di sudut kanan-
'      bawah
'      "target" supaya ukurannya bisa diubah dengan mouse. -
--
Private Sub MakeResizable(target As Control, Optional minW
As Integer = 200, Optional minH As Integer = 150)
    Dim grip As New Panel()
    grip.Size = New Size(14, 14)
    grip.BackColor = Color.Silver
    grip.Cursor = Cursors.SizeNWSE
    grip.BorderStyle = BorderStyle.FixedSingle

    If TypeOf target Is Panel Then
        target.Controls.Add(grip)
        grip.Anchor = AnchorStyles.Bottom Or
        AnchorStyles.Right
    Else
        target.Parent.Controls.Add(grip)
        grip.BringToFront()
    End If

```



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

```

RepositionGrip(target, grip)

    Dim resizing As Boolean = False
    Dim lastScreenPt As Point = Point.Empty

    AddHandler grip.MouseDown, Sub(s, e)
        resizing = True
        lastScreenPt =
grip.PointToScreen(e.Location)
    End Sub

    AddHandler grip.MouseMove, Sub(s, e)
        If resizing Then
            Dim curScreenPt As
Point = grip.PointToScreen(e.Location)
            Dim dx As Integer =
curScreenPt.X - lastScreenPt.X
            Dim dy As Integer =
curScreenPt.Y - lastScreenPt.Y

            Dim newW As Integer
            Dim newH As Integer
            target.Size = New
Size(newW, newH)
            Dim newW As Integer
            Dim newH As Integer
            target.Size = New
Size(newW, newH)

RepositionGrip(target, grip)

            lastScreenPt =
curScreenPt
        End If
    End Sub
AddHandler grip.MouseUp, Sub(s, e) resizing = False

    ' Kalau target dipindah (lewat MakeMovable), grip ikut
mengikuti posisi.
    AddHandler target.LocationChanged, Sub()
RepositionGrip(target, grip)
    End Sub

    Private Sub RepositionGrip(target As Control, grip As
Panel)
        If TypeOf target Is Panel Then
            grip.Location = New Point(target.Width - grip.Width
- 2, target.Height - grip.Height - 2)
        Else
            grip.Location = New Point(target.Left +
target.Width - grip.Width, target.Top + target.Height -
grip.Height)
        End If
    End Sub
  
```



© 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

```
Private Sub Label11_Click(sender As Object, e As EventArgs)
Handles Label11.Click

    End Sub

    Private Sub txtPCI_TextChanged(sender As Object, e As
EventArgs) Handles txtPCI.TextChanged

    End Sub

    Private Sub dgvQoS_CellContentClick(sender As Object, e As
DataGridViewCellEventArgs) Handles dgvQoS.CellContentClick

    End Sub
End Class
```

