



© 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 Visualisasi Teknik Modulasi Analo dan Digital
Menggunakan MATLAB

TUGAS AKHIR

Diajukan sebagai salah satu syarat untuk memperoleh
gelar Diploma Tiga

Jessie Maria Danton's Damanik
2303332040

PROGAM STUDI 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 mengemukakan 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 : Jessie Maria Danton's Damanik

NIM : 2303332040

Tanda tangan :

Tanggal : 30 Juli 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 mengemukakan 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 : Jessie Maria Danton's Damanik
NIM : 2303332040
PROGAM STUDI : TEKNIK TELEKOMUNIKASI
Judul Tugas Akhir : Simulasi dan Visual Teknik Modulasi Analo dan Digital Menggunakan MATLAB

Telah diuji oleh tim penguji dalam Sidang Tugas Akhir pada Hari Rabu
Tanggal 8 Tahun 2026 dan dinyatakan **LULUS**

Pembimbing : Ainnur Rahayu Pratiwi, S.S.T., M.T.
NIP. 199507032025062010

**POLITEKNIK
NEGERI
JAKARTA**

Depok, 30 Juli 2026

Disahkan Oleh
Ketua Jurusan Teknik Elektro



Dr. Murie Dwiyaniti, S.T., M.T.
NIP. 1978033 120031 2 200



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

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 Ahli Madya di Politeknik Negeri Jakarta.

Tugas Akhir ini membahas tentang perancangan dan pembuatan Simulasi Serta visualisai Teknik moulasi sinyal analog dan digital berbasis Matlab dan GNU Radio, yang diharapkan dapat mempermudah analisi dan pemahaman proses pemerosesan sinyal pada system komunikasi

. 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 terimakasih kepada:

1. Kepada ibu Ainnur Rahayu Pratiwi, S.T.,M.T., selaku dosen pembimbing yang telah menyediakan waktu, tenaga, dan pikiran untuk mengarahkan penulis dalam penyusunan tugas akhir ini
2. Orang tua dan keluarga penulis yang telah memberikan bantuan dukungan material dan moral
3. Teman kelas yang telah banyak membantu penulis dalam 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, 30 Juli 2026

Penulis, Jessie .M.D.
Damanik



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 Visual Teknik Modulasi Analog dan Digital Menggunakan MATLAB

Abstrak

Pembelajaran teknik modulasi dalam sistem telekomunikasi sering kali terkendala oleh kesulitan mahasiswa dalam memvisualisasikan bentuk gelombang dinamis dan spektrum frekuensi secara komprehensif. Oleh karena itu, penelitian ini bertujuan merancang dan merealisasikan aplikasi simulasi dan visualisasi teknik modulasi sinyal analog (AM dan FM) serta digital (ASK, FSK, dan PSK) menggunakan piranti lunak MATLAB App Designer. Metode perancangan sistem dibangun melalui pendekatan pemrograman berorientasi objek yang dilengkapi dengan algoritma Fast Fourier Transform (FFT) untuk analisis spektrum serta integrasi Analog-to-Digital Converter (ADC) 1-bit untuk pemrosesan masukan berkas audio secara real-time. Metode pengujian difokuskan pada fungsionalitas antarmuka, validasi parameter pencegah error (seperti kriteria Nyquist dan overmodulation), serta komparasi visual hasil keluaran perangkat lunak terhadap pengukuran osiloskop di laboratorium. Data hasil pengujian menunjukkan aplikasi berhasil menjalankan seluruh skenario dengan akurat dan stabil. Sistem validasi parameter terbukti mampu merespons masukan yang tidak sesuai teori dengan memberikan peringatan secara tepat. Pada pengujian komparasi visual, keempat grafik yang meliputi Sinyal Informasi, Pembawa, Termulasi, dan Spektrum Frekuensi berhasil divisualisasikan sesuai dengan karakteristik teoretis masing-masing modulasi. Kesesuaian ini dibuktikan melalui keakuratan visualisasi pembalikan fasa pada overmodulation AM, pelebaran pita spektrum pada FM, serta presisi diagram konstelasi dan transisi gelombang pada ASK, FSK, dan PSK, sehingga sistem ini tervalidasi efektif sebagai media pembelajaran simulasi komunikasi.

Kata kunci: MATLAB App Designer, Media Pembelajaran, Modulasi Analog, Modulasi Digital, Transformasi Fourier.



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

Simulation and Visualization of Analog and Digital Modulation Techniques Using MATLAB

Abstract

Learning modulation techniques in telecommunication systems is often hindered by students' difficulties in comprehensively visualizing dynamic waveforms and frequency spectra. Therefore, this research aims to design and realize a simulation and visualization application for analog (AM and FM) and digital (ASK, FSK, and PSK) signal modulation techniques using MATLAB App Designer software. The system design method employs an object-oriented programming approach equipped with the Fast Fourier Transform (FFT) algorithm for spectrum analysis and the integration of a 1-bit Analog-to-Digital Converter (ADC) for the real-time processing of audio file inputs. The testing method focused on interface functionality, error-preventing parameter validation (such as the Nyquist criterion and overmodulation), and a visual comparison of the software's output against oscilloscope measurements in the laboratory. The test data results show that the application successfully executed all scenarios accurately and stably. The parameter validation system proved capable of responding to theoretically incompatible inputs by providing appropriate warnings. In the visual comparison test, the four graphs comprising the Information Signal, Carrier Signal, Modulated Signal, and Frequency Spectrum were successfully visualized in accordance with the theoretical characteristics of each modulation type. This conformity is evidenced by the accuracy of the phase reversal visualization in AM overmodulation, spectrum band widening in FM, and the precision of the constellation diagrams and wave transitions in ASK, FSK, and PSK, thereby validating this system as an effective communication simulation learning medium.

Keywords: MATLAB App Designer, Learning Media, Analog Modulation, Digital Modulation, Fourier Transform.



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

DAFTAR ISI

HALAMAN SAMPUL	i
HALAMAN JUDUL.....	ii
HALAMAN PERNYATAAN ORISINALITAS.....	iii
LEMBAR PENGESAHAN TUGAS AKHIR	iv
KATA PENGANTAR.....	v
Abstrak	vi
Abstract	vii
DAFTAR ISI.....	viii
DAFTAR GAMBAR	xii
DAFTAR TABEL	xiii
BAB I PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Perumusan Masalah	2
1.3 Tujuan	3
1.4 Luaran	3
BAB II TINJAUAN PUSTAKA.....	4
2.1 Sinyal dan Konsep Dasar Modulasi	4
2.2 Modulasi Amplitudo (AM)	5
2.2.1 Spektrum Frekuensi Sinyal AM	6
2.2.2 Indeks Modulasi dan Kondisi Modulasi AM.....	7
2.3 Modulasi Frekuensi (FM)	8
2.3.1 Spektrum Frekuensi Sinyal FM dan Fungsi Bessel	9
2.3.2 Aturan Carson dan Bandwidth FM.....	11
2.4 Modulasi Digital	11
2.4.1 Amplitude Shift Keying (ASK)	12
2.4.2 Frequency Shift Keying (FSK)	13
2.4.3 Phase Shift Keying (PSK).....	14
2.4.4 Perbandingan Bandwidth Modulasi Digital.....	16
2.5 Transformasi Fourier dan Analisis Spektrum	16
2.5.1 Kriteria Nyquist	17
2.6 MATLAB	18
2.7 App Designer	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 mengemukakan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

BAB III Perencanaan dan Realisasi	20
3.1.1 Deskripsi Alat	20
3.1.2 Cara Kerja Alat	21
3.1.3 Spesifikasi Alat	22
3.1.4 Diagram Blok Sistem	24
3.2. Realisasi Alat	26
3.2.1 Realisasi Program Menu Utama (MenuUtama.m)	27
3.2.2 Realisasi Program Modulasi Analog (ModulasiAnalog.m).....	33
3.2.2.7 Fungsi Inti Pengolahan Sinyal (processSignal)Validasi dan	40
3.2.3 Realisasi Program Modulasi Digital (ModulasiDigital.m)	46
BAB IV Pembahasan	54
4.1 Pengujian I : Fungsionalitas Navigasi dan Antarmuka	54
4.1.1 Deskripsi Pengujian	54
4.1.2 Prosedur Pengujian	54
4.1.3 Data Hasil Pengujian	55
4.1.4 Analisis Data.....	56
4.2 Pengujian II : Fungsionalitas Validasi Parameter	56
4.2.1 Deskripsi Pengujian	56
4.2.2 Prosedur Pengujian	56
4.2.3 Data Hasil Pengujian	57
4.2.4 Analisis Data.....	57
4.3 Pengujian III :Modulasi AM dengan Input Parameter	58
4.3.1 Deskripsi Pengujian	58
4.3.2 Prosedur Pengujian	58
4.3.3 Data Hasil Pengujian	59
4.3.4 Analisis Data.....	61
4.4 Pengujian IV : Modulasi AM dengan Input Suara.....	63
4.4.1 Deskripsi Pengujian	63
4.4.2 Prosedur Pengujian	63
4.4.3 Data Hasil Pengujian	63
4.4.4 Analisis Data.....	65
4.5 Pengujian V :Modulasi FM dengan Input Parameter.....	66
4.5.1 Deskripsi Pengujian	66
4.5.2 Prosedur Pengujian	66



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

4.5.3 Data Hasil Pengujian	68
4.5.4 Analisis Data.....	68
4.6 Pengujian VI : Modulasi FM dengan Input Suara	69
4.6.1 Deskripsi Pengujian	69
4.6.2 Prosedur Pengujian	69
4.6.3 Data Hasil Pengujian	69
4.6.4 Analisis Data.....	70
4.7 Pengujian VII :Modulasi ASK dengan Input Parameter.....	71
4.7.1 Deskripsi Pengujian	71
4.7.2 Prosedur Pengujian	71
4.7.3 Data Hasil Pengujian	73
4.7.4 Analisis Data.....	73
4.8 Pengujian VIII : Modulasi ASK dengan Input Suara	74
4.8.1 Deskripsi Pengujian	74
4.8.2 Prosedur Pengujian	74
4.8.3 Data Hasil Pengujian	75
4.8.4 Analisis Data.....	76
4.9 Pengujian IX :Modulasi FSK dengan Input Parameter.....	77
4.9.1 Deskripsi Pengujian	77
4.9.2 Prosedur Pengujian	77
4.9.3 Data Hasil Pengujian	78
4.9.4 Analisis Data.....	79
4.10 Pengujian X: Modulasi FSK dengan Input Suara	80
4.10.1 Deskripsi Pengujian	80
4.10.2 Prosedur Pengujian	80
4.10.3 Data Hasil Pengujian	80
4.10.4 Analisis Data.....	81
4.11 Pengujian X1 :Modulasi PSK dengan Input Parameter	82
4.11.1 Deskripsi Pengujian	82
4.11.2 Prosedur Pengujian	82
4.11.3 Data Hasil Pengujian	84
4.11.4 Analisis Data.....	85
4.12 Pengujian VI : Modulasi PSK dengan Input Suara.....	86
4.12.1 Deskripsi Pengujian	86



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

4.12.2 Prosedur Pengujian	86
4.12.3 Data Hasil Pengujian	86
4.12.4 Analisis Data.....	88
BAB V PENUTUP.....	89
5.1 Kesimpulan	89
5.2 Saran.....	90
DAFTAR PUSTAKA	91
DAFTAR RIWAYAT HIDUP.....	92
LAMPIRAN.....	93





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

DAFTAR TABEL

Tabel 2.1 Perbandingan karakteristik teknik modulasi.....	7
Tabel 2.2 Klasifikasi kondisi modulasi AM berdasarkan indeks modulasi μ	9
Tabel 2.3 Koefisien fungsi Bessel jenis pertama $J_n(\beta)$ untuk analisis spektrum FM.....	12
Tabel 2.4 Perbandingan FM pita sempit dan FM pita lebar.....	13
Tabel 2.5 Perbandingan bandwidth dan karakteristik modulasi digital biner.....	18
Tabel 2.6 Parameter FFT dan pengaruhnya pada analisis spektrum.....	20
Tabel 2.7 Komponen MATLAB App Designer yang digunakan pada aplikasi.....	21
Tabel 3.1 Spesifikasi perangkat keras.....	25
Tabel 3.2 Spesifikasi perangkat lunak.....	25
Tabel 3.3 Parameter Perancangan yang dapat diatur Pengguna.....	26
Tabel 4.1 Fungsionalitas Navigasi dan Antarmuka.....	57
Tabel 4.2 Fungsionalitas Validasi Parameter.....	59
Tabel 4.3 Data Hasil Pengujian Modulasi Analog.....	62
Tabel 4.4 Perbandingan hasil aplikasi MATLAB dengan pengukuran Osiloskop.....	63
Tabel 4.5 Parameter Pengujian AM dengan Input Suara.....	66
Tabel 4.5 Perbandingan antar sampel satu dengan yang lain.....	66

**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

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1 Spektrum Sinyal Frekuensi.....	9
Gambar 2.2 Pengaruh indeks modulasi terhadap modulasi gelombang Informasi.....	10
Gambar 2.3 Spektrum frekuensi sinyal.....	12
Gambar 2.4 Bentuk gelombang sinyal ASK.....	14
Gambar 2.5 Diagram konstelasi ASK (OOK) pada bidang I-Q.....	15
Gambar 2.6 Bentuk gelombang sinyal FSK.....	16
Gambar 2.7 Diagram konstelasi FSK pada bidang ortogonal f_1-f_2	16
Gambar 2.8 Bentuk gelombang sinyal PSK.....	17
Gambar 2.9 Diagram konstelasi PSK pada sumbu I.....	18
Gambar 2.10 MATLAB 2021.....	20
Gambar 3.1 Diagram alur cara kerja aplikasi simulasi modulasi.....	24
Gambar 3.2 Alur proses sistem.....	26
Gambar 3.3 Tampilan halaman awal aplikasi.....	29
Gambar 3.4 Tampilan Halaman Modulasi Analog.....	35
Gambar 3.5 Tampilan Halaman Modulasi Digital.....	48
Gambar 4.1 Hasil rangkaian AM.....	61
Gambar 4.2 Rangkaian Modul untuk Modulasi FM.....	70
Gambar 4.3 Rangkaian Modul untuk Modulasi ASK.....	74
Gambar 4.4 Rangkaian Modul untuk Modulasi FSK.....	79
Gambar 4.5 Rangkaian Modul untuk Modulasi AM.....	86

**POLITEKNIK
NEGERI
JAKARTA**



Hak Cipta :

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

BAB I PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Modulasi merupakan salah satu proses paling mendasar dalam sistem telekomunikasi. Secara umum, modulasi didefinisikan sebagai proses penumpangan sinyal informasi berfrekuensi rendah (*baseband*) ke dalam sinyal pembawa (*carrier*) berfrekuensi tinggi, sehingga informasi tersebut dapat dipancarkan melalui suatu kanal komunikasi secara efisien (Haykin, 2001; Sklar, 2006). Tanpa modulasi, sinyal informasi seperti suara atau data akan sulit ditransmisikan jarak jauh karena membutuhkan ukuran antena yang tidak praktis serta rentan terhadap gangguan (Stallings, 2007). Oleh sebab itu, pemahaman mengenai konsep modulasi menjadi kompetensi penting yang harus dikuasai mahasiswa Program Studi Teknik Telekomunikasi.

Secara garis besar, modulasi dibagi menjadi dua kelompok, yaitu modulasi analog dan modulasi digital (Proakis & Salehi, 1998). Modulasi analog mencakup *Amplitude Modulation* (AM) dan *Frequency Modulation* (FM), sedangkan modulasi digital mencakup *Amplitude Shift Keying* (ASK), *Frequency Shift Keying* (FSK), dan *Phase Shift Keying* (PSK). Masing-masing teknik memiliki karakteristik bentuk gelombang dan spektrum frekuensi yang berbeda (Xiong, 2000). Karakteristik inilah yang sering kali sulit dipahami mahasiswa apabila hanya dijelaskan melalui rumus matematika dan gambar statis pada buku teks, karena proses modulasi pada dasarnya bersifat dinamis dan berlangsung dalam kawasan waktu maupun kawasan frekuensi secara bersamaan.

Pada proses pembelajaran konvensional, mahasiswa umumnya kesulitan membayangkan bagaimana bentuk sinyal termodulasi berubah ketika parameter seperti amplitudo, frekuensi pembawa, indeks modulasi, atau laju bit diubah (Pamungkas *et al.*, 2012). Media pembelajaran yang tersedia sering kali belum interaktif, sehingga mahasiswa tidak dapat langsung mengamati keterkaitan antara perubahan parameter dan perubahan bentuk gelombang maupun spektrum frekuensinya. Akibatnya, pemahaman terhadap konsep modulasi menjadi kurang mendalam dan cenderung bersifat hafalan.



© 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

Perkembangan perangkat lunak komputasi seperti MATLAB memungkinkan proses modulasi disimulasikan dan divisualisasikan secara interaktif. MATLAB App Designer menyediakan sarana untuk membangun aplikasi berbasis antarmuka grafis (*Graphical User Interface*, GUI) yang mudah dioperasikan, sehingga proses modulasi dapat diperagakan secara *real-time* (Proakis & Salehi, 1998). Dengan aplikasi semacam ini, mahasiswa dapat mengatur sendiri parameter sinyal dan langsung mengamati hasilnya, baik dalam bentuk gelombang pada kawasan waktu maupun spektrum pada kawasan frekuensi.

Berdasarkan latar belakang tersebut, pada tugas akhir ini dirancang dan direalisasikan sebuah aplikasi simulasi dan visualisasi modulasi sinyal analog dan digital berbasis MATLAB App Designer. Aplikasi ini mampu menampilkan sinyal informasi, sinyal pembawa, sinyal termodulasi, dan spektrum frekuensi hasil transformasi Fourier secara *real-time* untuk teknik AM, FM, ASK, FSK, dan PSK. Untuk memastikan aplikasi bekerja sesuai teori modulasi dasar, dilakukan validasi hasil dengan membandingkannya terhadap simulasi rangkaian pada perangkat lunak NI Multisim. Dengan demikian, aplikasi ini diharapkan dapat menjadi media pembelajaran yang membantu pemahaman konsep modulasi secara lebih menyeluruh dan menarik.

1.2 Perumusan Masalah

Berdasarkan latar belakang di atas, maka perumusan masalah dalam Tugas Akhir ini adalah sebagai berikut:

1. Bagaimana merancang dan merealisasikan aplikasi simulasi modulasi sinyal analog (AM dan FM) serta digital (ASK, FSK, dan PSK) berbasis MATLAB App Designer
2. Bagaimana merancang dan merealisasikan aplikasi simulasi modulasi digital (ASK, FSK, dan PSK) berbasis MATLAB App Designer
3. Bagaimana menampilkan sinyal informasi, sinyal pembawa, sinyal termodulasi, dan spektrum frekuensi dari masing-masing teknik modulasi secara visual dan *real-time*?



© 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

1.3 Tujuan

Adapun tujuan yang ingin dicapai dari pelaksanaan Tugas Akhir ini adalah:

1. Merancang dan merealisasikan aplikasi simulasi modulasi sinyal analog (AM dan FM) berbasis MATLAB App Designer.
2. Merancang dan merealisasikan aplikasi simulasi modulasi sinyal digital (ASK, FSK, dan PSK) berbasis MATLAB App Designer.
3. Menampilkan sinyal informasi, sinyal pembawa, sinyal termodulasi, dan spektrum frekuensi dari setiap teknik modulasi secara visual dan real-time sebagai media pembelajaran.

1.4 Luaran

Luaran yang dihasilkan dari tugas akhir ini adalah sebagai berikut

1. Sebuah aplikasi simulasi dan visualisasi modulasi sinyal berbasis MATLAB App Designer yang terdiri atas tiga berkas program, yaitu MenuUtama.m sebagai halaman muka, ModulasiAnalog.m untuk simulasi AM dan FM, serta ModulasiDigital.m untuk simulasi ASK, FSK, dan PSK.
2. Visualisasi empat parameter sinyal (sinyal informasi, sinyal pembawa, sinyal termodulasi, dan spektrum frekuensi) secara real-time untuk setiap teknik modulasi.
3. Laporan tugas akhir yang mendokumentasikan proses perancangan, realisasi, pengujian, dan analisis aplikasi.



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, dan pengujian yang telah dilakukan, dapat ditarik kesimpulan sebagai berikut.

1. Aplikasi simulasi dan visualisasi teknik modulasi sinyal analog (AM dan FM) serta digital (ASK, FSK, dan PSK) telah berhasil dirancang dan direalisasikan berbasis MATLAB App Designer. Keberhasilan ini dibuktikan melalui hasil Sub-bab 4.1 (Pengujian Fungsionalitas Navigasi dan Antarmuka) yang menunjukkan seluruh antarmuka berfungsi memfasilitasi navigasi antar modul dengan baik. Selain itu, berdasarkan Sub-bab 4.2 (Pengujian Fungsionalitas Validasi Parameter), aplikasi telah dilengkapi sistem validasi otomatis yang mampu mencegah *error* secara matematis dan fisis, seperti mencegah terjadinya *overmodulation* pada AM atau menghindari pelanggaran kriteria Nyquist sebelum sinyal diproses.
2. Aplikasi simulasi secara spesifik juga telah berhasil direalisasikan untuk memproses sinyal digital. Berdasarkan hasil pada Sub-bab 4.8 (Pengujian Modulasi ASK dengan Input Suara), Sub-bab 4.10 (Pengujian FSK dengan Input Suara), dan Sub-bab 4.12 (Pengujian PSK dengan Input Suara), aplikasi terbukti mampu mengkonversi input *file* audio suara nyata menjadi data biner berwujud gelombang tangga melalui sistem ADC (*Analog-to-Digital Converter*) 1-bit. Data biner tersebut kemudian berhasil dimodulasikan secara akurat ke dalam teknik ASK, FSK, dan PSK.
3. Aplikasi berhasil menampilkan empat grafik analisis secara *real-time* yang disinkronkan dengan pemutaran audio. Berdasarkan pengujian pada Sub-bab 4.3 hingga 4.12, ditarik kesimpulan komprehensif terkait *bandwidth* dan kualitas tiap modulasi. Untuk perbandingan *bandwidth*, hasil Sub-bab 4.3 (AM) dan Sub-bab 4.5 (FM) dengan input frekuensi informasi 100 Hz membuktikan FM memakan *bandwidth* yang jauh lebih tinggi dan melebar progresif akibat deviasi frekuensi (Aturan Carson), berbeda dengan AM yang selalu statis di 200 Hz. Mengenai kualitas sinyal, Sub-bab 4.3 dan 4.4 membuktikan AM rentan terhadap distorsi jika terjadi *overmodulation* ($\mu > 1$),



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

sedangkan Sub-bab 4.5 dan 4.6 menunjukkan FM memiliki kualitas ketahanan derau amplitudo yang lebih unggul. Di ranah digital, Sub-bab 4.7 dan 4.8 memperlihatkan ASK memiliki kualitas ketahanan paling rentan terhadap *noise*, disusul oleh FSK pada Sub-bab 4.9 dan 4.10 yang berkualitas sedang berkat amplitudo konstan dan penggunaan frekuensi ortogonal. Puncak kualitas dan efisiensi terbaik dibuktikan oleh PSK pada Sub-bab 4.11 dan 4.12, di mana pemisahan fase 180° secara antipodal menjadikan modulasi ini paling kebal terhadap derau dan *error*.

5.2 Saran

Berdasarkan hasil tugas akhir ini, terdapat beberapa saran untuk pengembangan lebih lanjut.

1. Aplikasi saat ini hanya mendukung satu pengguna dalam satu waktu karena menggunakan variabel global pada satu sesi MATLAB. Untuk penggunaan di lingkungan kelas secara bersamaan, disarankan mengembangkan aplikasi berbasis web menggunakan MATLAB Web App Server atau platform lain agar dapat diakses oleh banyak pengguna secara simultan.
2. Teknik modulasi yang diimplementasikan saat ini terbatas pada modulasi biner (BPSK, BFSK, OOK). Disarankan untuk menambahkan teknik modulasi tingkat tinggi seperti QPSK, 8-PSK, 16-QAM, dan 64-QAM agar cakupan simulasi lebih lengkap dan relevan dengan sistem komunikasi modern.
3. Pengujian dalam tugas akhir ini difokuskan pada perbandingan visual bentuk gelombang dan spektrum frekuensi. Disarankan agar pengembangan berikutnya menambahkan analisis kuantitatif seperti pengukuran Bit Error Rate (BER) terhadap variasi Signal-to-Noise Ratio (SNR) sehingga aplikasi dapat digunakan untuk pembelajaran analisis performa sistem komunikasi.
4. Sumber sinyal informasi pada aplikasi saat ini berupa sinyal sinus sintesis dan berkas audio rekaman. Disarankan untuk menambahkan dukungan masukan langsung dari mikrofon secara real-time agar pengalaman pembelajaran menjadi lebih interaktif dan relevan dengan sistem komunikasi suara.



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 PUSTAKA

- Fäh, M. (2010). *Software-Defined Radio with GNU Radio and USRP/2 Hardware Frontend* [Bachelor Thesis]. Zenk Security.
- Mujahidin, I. (2024). Mengungkap tren dan kemajuan terbaru dalam modulasi digital dan transmisi pada sistem telekomunikasi. *Jurnal ORBITH*, 20(1), 77–88.
- Pamungkas, W., Isnawati, A. F., & Kurniawan, A. (2012). Modulasi digital menggunakan MATLAB. *Jurnal Infotel*, 4(2)..
- Haykin, S. (2001). *Communication systems* (4th ed.). John Wiley & Sons.
- Proakis, J. G., & Salehi, M. (1998). *Contemporary communication systems using MATLAB*. PWS Publishing Company.
- Santoso, G. (2012). *Buku ajar teknik telekomunikasi edisi kedua*. AKPRIND Press.
- Sklar, B. (2006). *Digital communications: Fundamentals and applications* (2nd ed.). Prentice Hall PTR.
- Stallings, W. (2007). *Komunikasi & jaringan nirkabel jilid 2*. Erlangga.
- Xiong, F. (2000). *Digital modulation techniques*. Artech House Telecommunication Library.



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

DAFTAR RIWAYAT HIDUP



Lulus dari SDS SANTO ANTONIUS 1 OTISTA tahun 2017, SMPN 148 Jakarta Timur tahun 2021, dan SMAN 53 Jakarta Timur pada tahun 2024. Sekarang sedang menempuh Gelar Diploma Tiga (D3) dari tahun 2023 sampai dengan tahun ini (2026) dan sedang melaksanakan Tugas Akhir dari Jurusan Teknik Elektro, Program Studi

Teknik Telekomunikasi.

**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

```
classdef MenuUtama < matlab.apps.AppBase
    properties (Access = public)
        UIFigure matlab.ui.Figure
        BtnAnalog matlab.ui.control.Button
        BtnDigital matlab.ui.control.Button
    end

    methods (Access = private)
        function createComponents(app)
            %% TEMA WARNA & FONT (senada dengan ModulasiAnalog.m &
            ModulasiDigital.m)
            bgColor = [0.82 0.89 0.93]; % Soft Ice Blue
            cardColor = [1.00 1.00 1.00]; % Putih
            accentColor = [0.25 0.40 0.55]; % Biru navy
            textColor = [0.20 0.20 0.20];
            analogColor = [0.35 0.65 0.65]; % Selaras warna grafik AM/FM
            digitalColor = [0.45 0.55 0.70]; % Selaras warna grafik
            ASK/FSK/PSK

            %% JENDELA UTAMA
            app.UIFigure = uifigure('Name', 'Menu Simulasi Modulasi', ...
                'Position', [560 340 800 560], ...
                'Color', bgColor, ...
                'Resize', 'off');

            %% JUDUL & SUBJUDUL
            uilabel(app.UIFigure, 'Text', 'SIMULASI DAN VISUALISASI
            MODULASI SINYAL', ...
                'FontSize', 26, 'FontWeight', 'bold', 'FontColor', accentColor, ...
                'HorizontalAlignment', 'center', 'Position', [40 470 720 495]);

            uilabel(app.UIFigure, 'Text', 'Tugas Akhir - Program Studi Teknik
            Telekomunikasi', ...
                'FontSize', 15, 'FontColor', textColor, ...
                'HorizontalAlignment', 'center', 'Position', [40 440 720 465]);

            uilabel(app.UIFigure, 'Text', 'Silakan pilih jenis modulasi yang ingin
            disimulasikan:', ...
                'FontSize', 15, 'FontWeight', 'bold', 'FontColor', textColor, ...
                'HorizontalAlignment', 'center', 'Position', [40 390 720 415]);

            %% KARTU PILIHAN: MODULASI ANALOG
            % Judul kartu memakai 'Title' bawaan uipanel (properti dasar,
            % didukung hampir semua versi MATLAB App Designer)
```



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

```
cardAnalog = uipanel(app.UIFigure, 'Title', 'MODULASI ANALOG',
...
'Position', [70 150 300 210], 'BackgroundColor', cardColor, ...
'FontWeight', 'bold', 'FontSize', 16, 'ForegroundColor',
accentColor);

uilabel(cardAnalog, 'Text', 'AM & FM', ...
'FontSize', 15, 'FontColor', analogColor, 'FontWeight', 'bold', ...
'HorizontalAlignment', 'center', 'Position', [10 130 280 24]);

uilabel(cardAnalog, 'Text', {'Visualisasi sinyal informasi,', ...
'carrier, hasil modulasi, dan', 'spektrum frekuensi.'}, ...
'FontSize', 12, 'FontColor', textColor, ...
'HorizontalAlignment', 'center', 'Position', [10 60 280 65]);

app.BtnAnalog = uibutton(cardAnalog, 'Text', 'BUKA SIMULASI', ...
'FontWeight', 'bold', 'FontSize', 15, ...
'BackgroundColor', analogColor, 'FontColor', 'white', ...
'Position', [30 15 240 38], ...
'ButtonPushedFcn', @(btn,event) bukaAplikasiAnalog(app));

%% KARTU PILIHAN: MODULASI DIGITAL
cardDigital = uipanel(app.UIFigure, 'Title', 'MODULASI DIGITAL',
...
'Position', [430 150 300 210], 'BackgroundColor', cardColor, ...
'FontWeight', 'bold', 'FontSize', 16, 'ForegroundColor',
accentColor);

uilabel(cardDigital, 'Text', 'ASK & FSK & PSK', ...
'FontSize', 15, 'FontColor', digitalColor, 'FontWeight', 'bold', ...
'HorizontalAlignment', 'center', 'Position', [10 130 280 24]);

uilabel(cardDigital, 'Text', {'Visualisasi data biner, carrier,', ...
'hasil modulasi, dan spektrum', 'frekuensi.'}, ...
'FontSize', 12, 'FontColor', textColor, ...
'HorizontalAlignment', 'center', 'Position', [10 60 280 65]);

app.BtnDigital = uibutton(cardDigital, 'Text', 'BUKA SIMULASI', ...
'FontWeight', 'bold', 'FontSize', 15, ...
'BackgroundColor', digitalColor, 'FontColor', 'white', ...
'Position', [30 15 240 38], ...
'ButtonPushedFcn', @(btn,event) bukaAplikasiDigital(app));

%% FOOTER
uilabel(app.UIFigure, 'Text', 'Jessie Damanik | Politeknik Negeri
Jakarta', ...
'FontSize', 11, 'FontColor', [0.45 0.45 0.45], ...
'HorizontalAlignment', 'center', 'Position', [40 30 720 22]);
```



© 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

```
end

% Fungsi untuk memanggil aplikasi lain.
% Menu Utama ditutup terlebih dahulu (delete UIFigure) agar hanya
% satu jendela aplikasi yang aktif dalam satu waktu.
function bukaAplikasiAnalog(app)
    delete(app.UIFigure);
    ModulasiAnalog();
end

function bukaAplikasiDigital(app)
    delete(app.UIFigure);
    ModulasiDigital();
end
end

methods (Access = public)
function app = MenuUtama
    createComponents(app)
    registerApp(app, app.UIFigure)
end
end
end
```

**POLITEKNIK
NEGERI
JAKARTA**