

PERANCANGAN SIMULATOR MODULASI DAN DEMODULASI ASK DAN FSK MENGGUNAKAN LABVIEW

Design Of Modulation and Demodulation Simulator for ASK and FSK Using LABVIEW

Nugraha Septiana Pamungkas¹, Yuyun Siti Rohmah, St.,Mt², Afief Dias Pambudi, St., Mt³

^{1,2,3} Prodi D3 Teknik Telekomunikasi, Fakultas Ilmu Terapan, Universitas Telkom

¹nugraha0994@gmail.com, ²ysr@telkomuniversity.ac.id², ³afb@telkomuniversity.ac.id³

Abstrak

Seiring berkembangnya zaman, transmisi digital menjadi pilihan dalam proses telekomunikasi. Modulasi dan demodulasi adalah sebuah aspek penting dalam telekomunikasi dan merupakan konsep utama dalam transmisi persinyalan digital. Modulasi adalah proses penumpangan frekuensi sinyal informasi dengan frekuensi sinyal *carrier*. Demodulasi adalah proses pembentukan kembali suatu sinyal modulasi menjadi seperti aslinya. Pada bidang telekomunikasi sangatlah diperlukan untuk memahami dan mengerti tentang proses modulasi digital. Sehingga diperlukan sebuah *software* pembelajaran untuk mempermudah pemahaman dalam mempelajari proses modulasi dan demodulasi digital khususnya ASK (*Amplitude Shift Keying*) dan FSK (*Frequency Shift Keying*) yang sering digunakan untuk transmisi digital. Pada proyek akhir ini dibuat sebuah simulator modulasi sinyal digital ASK dan FSK menggunakan *software* labVIEW (*Laboratory Virtual Instrumentation Engineering Workbench*). Simulator ini dapat menampilkan visualisasi dari proses kerja modulasi ASK dan FSK dan mendeskripsikan pengaruh kanal AWGN (*Additive White Gaussian Noise*) terhadap BER (*Bit Error Rate*). Berdasarkan hasil pengujian yang dilakukan pada simulator modulasi ASK dan FSK ini maka dapat diambil kesimpulan bahwa aplikasi ini mampu melakukan simulasi dengan menampilkan enam jenis keluaran, yaitu gambar sinyal *carrier* yang dipakai, sinyal noise, sinyal termodulasi baik dalam domain frekuensi maupun dalam domain waktu, sinyal informasi yang dikirimkan, grafik konstalasi untuk modulasi ASK dan hasil perhitungan BER.

Kata kunci: modulasi, labVIEW, BER, ASK dan FSK

Abstract

As time, the digital transmission of choice in telecommunications processes. Modulation and demodulation is an important aspect in telecommunications and is a key concept in the transmission of digital signaling. Modulation is the process of laying on the frequency of the information signal with the frequency of the carrier signal. Demodulation is the process of reshaping a modulation signal to be like the original. In the telecommunications field it is necessary to understand and know about digital modulation process. So, we need a software to facilitate the understanding of learning in learning processes in particular digital modulation and demodulation of ASK (*Amplitude Shift Keying*) and FSK (*Frequency Shift Keying*) which is often used for digital transmission. At the end of this project created a digital signal modulation simulator ASK and FSK use the software LabVIEW (*Laboratory Virtual Instrumentation Engineering Workbench*). This simulator can display the visualization of work processes ASK and FSK modulation and describe the influence of AWGN channel (*Additive White Gaussian Noise*) to BER (*Bit Error Rate*). Based on the results of tests performed on the simulator ASK and FSK modulation of this it can be concluded that the application is capable of performing a simulation by displaying six types of output, the image signal carrier is used, the signal noise, modulated signals both in the frequency domain or in the time domain, the signal information transmitted, constellation charts for ASK modulation and BER calculation results.

Keyword: modulation, labVIEW, BER, ASK and FSK

1. Pendahuluan

Modulasi adalah proses penumpangan frekuensi sinyal informasi dengan frekuensi sinyal *carrier* dengan alat yang disebut modulator. Demodulasi adalah proses pembentukan kembali suatu sinyal modulasi menjadi seperti aslinya dengan alat yang disebut demodulator. Modulasi digital merupakan proses penumpangan sinyal digital (*bit stream*) ke dalam sinyal pembawa. Modulasi digital sebenarnya adalah proses mengubah-ubah karakteristik dan sifat gelombang pembawa (*carrier*). Pada transmisi sinyal informasi digital, sinyal informasi

diubah menjadi suatu gelombang (sinyal) analog. Dilihat dari jenis besaran yang diubah, jenis modulasi digital dapat dibedakan menjadi: *amplitude shift keying* (ASK), *frequency shift keying* (FSK), dan *phase shift keying* (PSK)^[4]. Modulasi digital dengan mengubah amplitudo sinyal pembawa disebut dengan *amplitude shift keying*, modulasi digital dengan mengubah frekuensi sinyal pembawa disebut *frequency shift keying* dan modulasi digital dengan mengubah fasa sinyal pembawa disebut dengan *phase shift keying*.

Dari ketiga metode modulasi diatas, yang akan dibahas oleh penulis pada proyek akhir ini adalah modulasi *amplitude shift keying* dan *frequency shift keying*. Kedua modulasi ini dipilih karena sering dipelajari dan digunakan untuk transmisi digital. Selain itu, karena sulitnya menganalisa dan mempelajari perbedaan dari masing-masing teknik modulasi digital, maka diperlukan suatu simulator yang dapat mendeskripsikan proses kerja teknik modulasi digital secara lebih jelas dan mudah dimengerti.

Pada pembuatan simulator ini penulis akan menggunakan bahasa pemrograman labVIEW (*Laboratory Virtual Instrumentation Engineering Workbench*). Hasil dari simulator ini dapat mempermudah dalam memahami proses pengiriman dan penerimaan data dengan modulasi *amplitude shift keying* dan *frequency shift keying*.

2. Dasar Teori

2.1 Sistem Komunikasi Digital

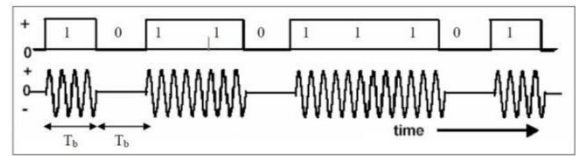
Pengiriman data dalam sistem komunikasi dapat berupa dalam bentuk analog atau digital. Sistem komunikasi digital adalah sebuah sistem komunikasi yang berbasis sinyal digital. Sinyal digital merupakan sinyal data dalam bentuk pulsa yang dapat mengalami perubahan yang tiba-tiba dan mempunyai besaran 0 dan 1. Sinyal digital hanya memiliki dua keadaan, yaitu 0 dan 1, sehingga tidak mudah terpengaruh oleh derau/noise. Sinyal digital merambat dalam waktu kontinyu mulai dari 0 sampai tak hingga^[1].

2.2 Modulasi dan Demodulasi Digital

Teknik modulasi digital digunakan untuk mengirimkan data biner melewati kanal komunikasi bandpass. Pada modulasi *binary*, proses modulasi berhubungan dengan perubahan/ penguncian nilai amplitudo, frekuensi atau fasa dari sinyal carrier yang berhubungan simbol *binary* 1 atau 0. Apabila gelombang pembawa diumpamakan dengan gelombang sinus $i = A \sin(2\pi ft - \theta)$,

2.3 Amplitude Shift Keying (ASK)

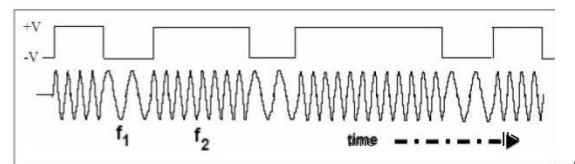
Modulasi digital *Amplitude Shift Keying* (ASK) atau pengiriman sinyal digital berdasarkan pergeseran amplitudo merupakan modulasi dengan mengubah-ubah amplitudo. Pada system ASK, simbol biner "1" direpresentasikan dengan mentransmisikan sinyal pembawa sinusoidal dengan amplitudo maksimum A_c dan frekuensi f_c , dimana kedua besaran tersebut konstan, selama durasi bit T_b detik. Amplitudo frekuensi pembawa akan berubah sesuai dengan logik sinyal informasi. Sedangkan simbol biner "0" direpresentasikan dengan tanpa mengirimkan sinyal pembawa tersebut selama durasi bit T_b detik. Adapun bentuk dari sinyal modulasi digital *amplitude shift keying* (ASK) dapat dilihat pada Gambar 2.1:



Gambar 2.1 Sinyal termodulasi *amplitude shift keying* (ASK)^[4]

2.4 Frequency Shift Keying (FSK)

Modulasi digital *Frequency Shift Keying* (FSK) atau pengiriman sinyal melalui penggeseran frekuensi. Sinyal pemodulasinya (sinyal digital) menggeser outputnya gelombang pembawa antara dua frekuensi yang telah ditentukan sebelumnya. Dalam proses modulasi ini besarnya frekuensi gelombang pembawa berubah-ubah sesuai dengan perubahan ada atau tidak adanya sinyal informasi digital. Modulasi digital dengan FSK juga menggeser frekuensi *carrier* menjadi beberapa frekuensi yang berbeda sesuai dengan keadaan digit yang dilewatkannya. Adapun bentuk dari sinyal modulasi digital *frequency shift keying* (FSK) dapat dilihat pada Gambar 2.2



Gambar 2.2 Sinyal termodulasi *frequency shift keying* (FSK)^[4]

2.5 Kanal Additive White Gaussian Noise (AWGN)

Noise AWGN merupakan gangguan yang bersifat additive, white dan gaussian. Sifat additive artinya noise yang dijumlahkan dengan sinyal, sifat white artinya noise tidak tergantung dari frekuensi operasi sistem dan memiliki rapat daya yang konstan, dan sifat gaussian artinya besarnya tegangan noise memiliki rapat peluang terdistribusi gaussian. *White noise* pada proses AWGN bersifat *power spectral density* (PSD) yaitu memiliki spektrum rapat daya *noise* dianggap memiliki harga yang sama untuk setiap frekuensi yang ditransmisikan

2.6 BER (Bit Error Rate)

Dalam teknologi komunikasi digital, bit error rate atau bit error ratio biasa disingkat dengan BER, merupakan sejumlah bit digital bernilai tinggi pada jaringan transmisi yang ditafsirkan sebagai keadaan rendah atau sebaliknya, kemudian dibagi dengan sejumlah bit yang diterima atau dikirim atau diproses selama beberapa periode yang telah ditetapkan.

2.7 LabVIEW 2013

LabVIEW (*Laboratory Virtual Instrument Engineering Workbench*) adalah sebuah *software* pemrograman yang diproduksi oleh National *instruments* yang menggunakan bahasa pemrograman berbasis grafis atau blok diagram. Program labVIEW dikenal dengan sebutan Vi atau *Virtual instruments* karena penampilan dan operasinya dapat meniru sebuah *instrument* sesungguhnya. *Software* LabVIEW terdiri dari dua blok kerja yaitu, *front panel* dan blok diagram.

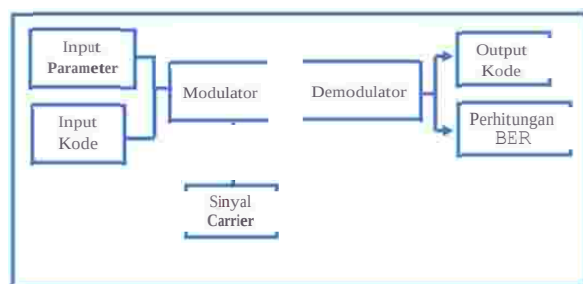
3. Pembahasan

3.1 Perancangan Sistem

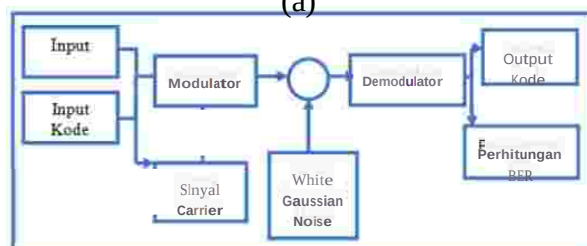
Pada tahap ini dilakukan perancangan sistem untuk pembuatan visualisasi sistem modulasi *Amplitude Shift Keying* dan *Frequency Shift Keying*. Sistem yang dibuat dibagi menjadi dua bagian yaitu, perancangan sistem untuk simulator dan perancangan tampilan simulator.

3.1.1 Perancangan Sistem Simulator

Perancangan sistem simulator adalah perancangan sistem ASK yang dapat mensimulasikan proses modulasi 2-ASK dan 4-ASK serta sistem FSK yang dapat mensimulasikan proses modulasi 2-FSK dan 4-FSK dengan menggunakan bantuan *software* labview untuk merancangnya. Perancangan sistem modulasi ini dilengkapi dengan penambahan kanal AWGN. Dengan adanya penambahan kanal AWGN yang di desain diharapkan dapat memberikan penjelasan lebih terperinci mengenai pengaruh kanal AWGN terhadap sinyal modulasi dan perhitungan BER pada masing-masing jenis modulasi. Perencanaan sistem ini dibuat dalam bentuk blok diagram. Blok diagram perencanaan sistem tersebut terdiri dalam 2 bentuk, yaitu perancangan blok proses transmisi sinyal tanpa kanal AWGN dan blok proses transmisi sinyal menggunakan kanal AWGN. Perancangan blok yang dibuat dapat dilihat pada Gambar 3.1 dibawah ini:



(a)



(b)

Gambar 3.1 Perencanaan pembuatan sistem:

(a) perancangan 1, (b) perancangan 2.

3.1.1.1 Pemancar

Perancangan yang dibuat pada blok pemancaran antara lain:

1. *Binary input* akan dibangkitkan sesuai inputan yang dimasukan secara manual ataupun otomatis oleh pengguna simulator. Nilai *binary input* yang dibangkitkan berkisar antara nilai 0 dan 1 dengan jumlah maksimal inputan 16 bit untuk inputan manual dan 250 bit untuk inputan otomatis.
2. Parameter-parameter modulasi akan di input secara manual.
3. Input tersebut akan dikalikan dengan sinyal *carrier* dan di transmisikan sesuai dengan parameter yang dimasukan.

3.1.1.2 Kanal AWGN

Perancangan yang dibuat pada blok kanal AWGN antara lain:

1. Kanal yang dipakai adalah kanal AWGN
2. Kanal AWGN akan dirancang sehingga dapat di atur oleh pengguna agar dapat di on/off kan
3. Untuk mengatur besarnya noise pada kanal AWGN akan disediakan pengaturan standar deviasi
4. Akan ditambahkan tampilan sinyal noise untuk memperlihatkan bentuk sinyal noise yang dibangkitkan.

3.1.1.3 Penerima

Perancangan yang dibuat pada blok penerima antara lain:

1. *Binary input* yang dikirimkan dari blok modulasi akan di baca oleh blok demodulasi dan akan diolah untuk ditampilkan dalam bentuk biner.
2. Perhitungan BER akan dilakukan dengan cara menganalisis jumlah bit yang hilang pada outputan blok demodulasi.

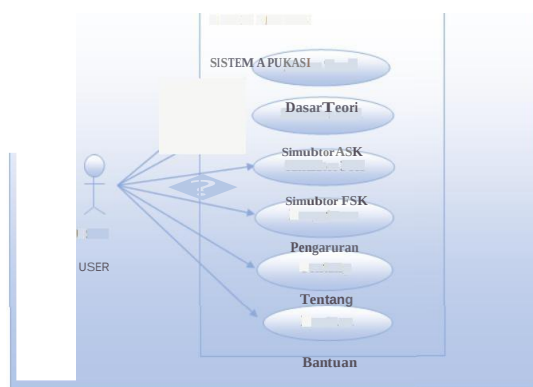
3.1.2 Perancangan User Interface

Perancangan *user interface* ini dibuat untuk mengubah tampilan simulator agar mudah dan menarik untuk digunakan. Karena simulator dibuat menggunakan *software* labview, pembuatan *user interface* dapat langsung dilakukan menggunakan labview tanpa menggunakan *software* bantuan lain seperti GUI yang biasa digunakan untuk C++ dan bahasa pemrograman yang lainnya. Untuk mempermudah penggunaan, simulator yang dibuat

diubah menjadi bentuk *software/ .exe* sehingga dapat dibuka tanpa harus menginstall *software* labview terlebih dahulu.

3.2 Model Use Case

Model *use case* menjelaskan mengenai aktor-aktor yang terlibat dengan sistem yang dibangun beserta proses-proses yang ada didalamnya.



Gambar 3.2 Use case diagram simulator

3.3 Perancangan Pengujian Simulator

Perancangan pengujian simulator ini bertujuan untuk mempermudah proses analisis untuk mengetahui performansi sistem yang telah dirancang. Pengujian yang dilakukan untuk mengukur performansi simulator dilakukan dengan tiga aspek utama yang diuji yaitu, pengujian simulasi ASK, pengujian simulasi FSK dan pengujian *user interface*.

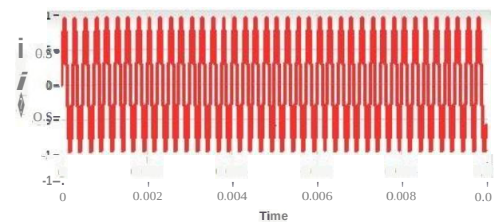
3.4 Analisis dan Hasil

Bab ini menjelaskan tentang hasil pembuatan simulator dari skenario yang sudah dirancang pada bab sebelumnya. Untuk mengetahui performansi sistem yang telah dirancang, maka diperlukan pengujian terhadap sistem yang telah dibuat dengan mengukur seberapa besar tingkat keberhasilan simulator yang dirancang dan melakukan analisis mengenai keberhasilan simulator untuk melakukan simulasi pengaruh kanal AWGN (*Additive White Gaussian Noise*) terhadap BER (*Bit Error Rate*) pada modulasi *Amplitude Shift Keying* (ASK) dan *Frequency Shift Keying* (FSK).

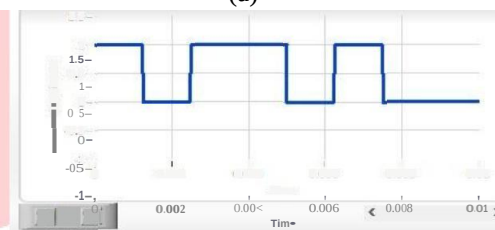
3.4.1 Hasil Percobaan Simulator ASK

Tabel 3.1 Nilai parameter modulasi ASK yang dimasukan

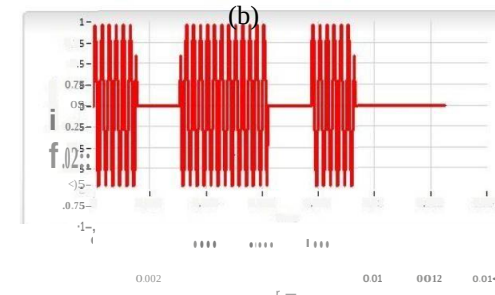
Parameter	Nilai parameter
Amplitude carrier	1
Frekuensi Carrier	4000 Hz



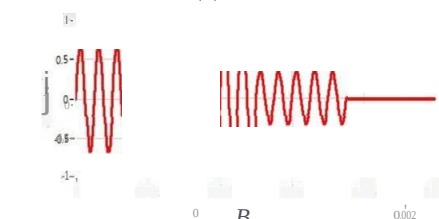
(a)



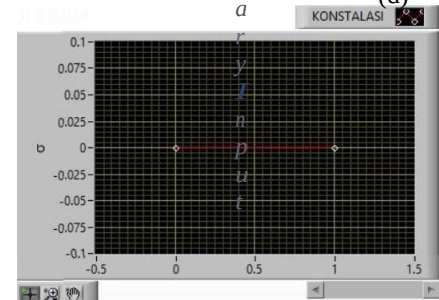
(b)



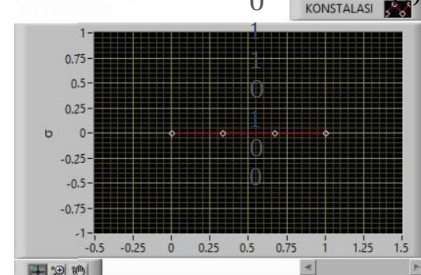
(c)



(d)

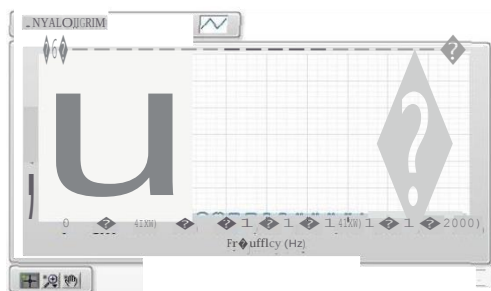


(e)



(f)

0.003
0.001
0.005



(g)

Gambar 3.3 Hasil percobaan simulasi pada blok modulasi ASK: (a) sinyal *carrier*, (b) *binary input*, (c) sinyal domain waktu 2-ASK, (d) sinyal domain waktu 4-ASK, (e) diagram konstalasi 2-ASK, (f) diagram konstalasi 4-ASK, (g) sinyal domain frekuensi.

Tabel 3.2 Hasil perhitunagn BER pada simulasi 2-ASK

Input Binary Stream	Output Binary Stream Tu,pa ICanaJ AWGN	BER Tu,pa ICanaJ AWGN	Output Binary Stream M...Jcan ICanaJAWGN	BER M...Jcan ICanaJAWGN
10110100	10110100	0	10110100	0
101101001011	101101001011	0	001101001011	0.08333
1011010010110100	1011010010110100	0	1011000010110100	0.0625

Tabel 3.3 Hasil perhitunagn BER pada simulasi 4-ASK

Input Binary Stream	Output Binary Stream Tu,pa Xanal AWGN	BER Tu,pa ICanaJ AWGN	Output Binary Stream M...Jcan ICanaJAWGN	BER M...Jcan XanalAWGN
10110100	10110100	0	10110100	0
101101001011	101101001011	0	101101010011	0.166667
1011010010110100	1011010010110100	0	0011010100110100	0.1875

Tabel 3.4 Hasil Pengujian Pengiriman Data Secara Otomatis Pada Modulasi 2-ASK

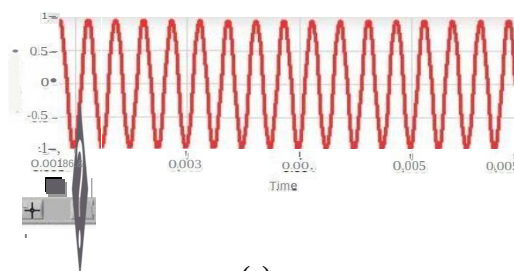
Input Binary Stream	Output Binary Stream Tu,pa Xanal AWGN	BER Tu,pa ICanaJ AWGN	Output Binary Stream M...Jcan ICanaJAWGN	BER M...Jcan XanalAWGN
50	50	0	50	0,02
100	100	0	100	0,04
200	200	0	200	0,05
250	250	0	250	0,06

Tabel 3.5 Hasil Pengujian Pengiriman Data Secara Otomatis Pada Modulasi 4-ASK

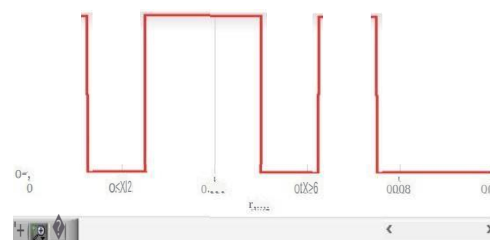
Input Binary Stream	Output Binary Stream Tu,pa Xanal AWGN	BER Tu,pa ICanaJ AWGN	Output Binary Stream M...Jcan ICanaJAWGN	BER M...Jcan XanalAWGN
50	50	0	50	0,28
100	100	0	100	0,33
200	200	0	200	0,38
250	250	0	250	0,4

3.4.2 Hasil Percobaan Simulator FSK

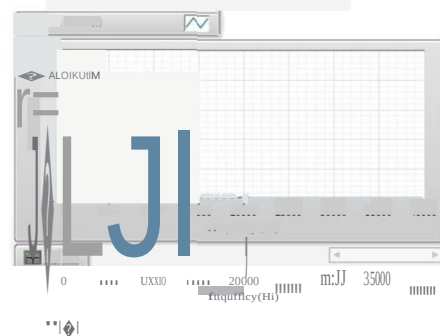
Parameter	Nilai parameter
Amplitude carrier	1
Frekuensi Carrier	8000 Hz
Binary Input	10110100



(a)



(b)



(c)



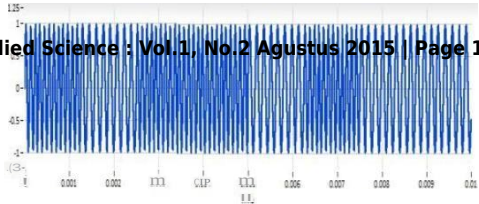
(d)

T

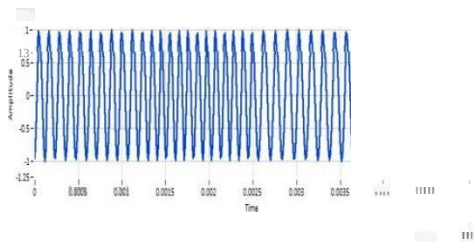
a

bel 3.6
Nilai

parameter modulasi FSK
yang dimasukan



(e)



(f)

Gambar 3.4 Hasil Percobaan simulasi pada blok modulasi FSK: (a) sinyal carrier, (b) *binary input*, (c) sinyal domain frekuensi 2-FSK, (d) sinyal domain frekuensi 4-FSK, (e) sinyal domain waktu 2-FSK, (f) sinyal domain waktu 4-FSK.

Tabel 3.7 Hasil perhitunagn BER pada simulasi 2-FSK

Input	Output	BER	Output	BER
10110100	10110100	0	10110100	0
101101001011	101101001011	0	101101001011	0.08333
1011010010110100	1011010010110100	0	0011010010110100	0.111

Tabel 3.8 Hasil perhitunagn BER pada simulasi 4-FSK

Input	Output	BER	Output	BER
10110100	10110100	0	00110100	0.125
101101001011	101101001011	0	010001001000	0.7
1011010010110100	1011010010110100	0	0101101001011010	0.75

Tabel 3.9 Hasil Pengujian Pengiriman Data Secara Otomatis Pada Modulasi 2-FSK

Input	Output	BER	Output	BER
50	50	0	50	0.01
100	100	0	100	0.04
200	200	0	200	0.05
250	250	0	250	0.05

Tabel 3.10 Hasil Pengujian Pengiriman Data Secara Otomatis Pada Modulasi 4-FSK

Input	Output	BER	Output	BER
50	50	0	50	0.2
100	100	0	100	0.25
200	200	0	200	0.29
250	250	0	250	0.3



ASK & FSK

Gambar 3.6 Lambang Simulator

4. Kesimpulan

Berdasarkan hasil pengujian yang dilakukan pada simulator modulasi ASK dan FSK menggunakan labVIEW dan analisa terhadap kinerja dan kemampuan simulator dalam melakukan simulasi, maka dapat diambil beberapa kesimpulan bahwa simulator modulasi ASK dan FSK sudah mampu melakukan simulasi dengan menampilkan enam jenis keluaran, yaitu gambar sinyal carrier yang dipakai, sinyal noise, sinyal termulasi baik dalam domain frekuensi

maupun dalam domain waktu, sinyal informasi yang

dikirimkan, grafik konstalasi untuk modulasi ASK dan hasil perhitungan BER. Penambahan noise dan perhitungan BER pada setiap jenis simulator dapat dijalankan dengan baik. Hasil percobaan menggunakan simulator ini menunjukkan bahwa nilai BER akan terus bertambah ketika jumlah *binary input* di perbanyak. Selain itu, nilai BER akan lebih tinggi ketika ditambahkan kanal AWGN. Hal ini terjadi pada semua jenis simulator baik ASK maupun FSK.

Simulator ASK dapat bekerja lebih baik dibandingkan dengan simulator FSK karena hasil percobaan menunjukan hasil keluaran simulator ASK memiliki nilai BER lebih kecil dibandingkan dengan simulator FSK untuk semua percobaan menggunakan kanal AWGN maupun tanpa kanal AWGN. *User interface* yang dibuat sudah berjalan dengan baik. Hal ini dapat dibuktikan dengan berjalannya semua tombol

pada tampilan simulator yang dapat bekerja sesuai fungsinya. Selain menampilkan simulasi ASK maupun

FSK simulator ini dilengkapi dengan beberapa menu pilihan lainnya, yaitu menu dasar teori, menu tentang, menu pengaturan dan menu bantuan. Simulator diubah menjadi bentuk *software/.exe* sehingga dapat dibuka tanpa harus menginstall *software* labview terlebih dahulu (*stand alone*).

Simulator modulasi ASK dan FSK ini masih sangat mungkin untuk dikembangkan. Oleh karena itu, adapun saran untuk pengembangan proyek akhir selanjutnya yaitu, simulator dapat menampilkan proses modulasi dengan jenis modulasi yang lebih banyak,

menggunakan kanal transmisi yang lebih banyak dan Inputan modulasi tidak hanya dalam bentuk bit

Gambar 3.5 Tampilan Simulaor



Modulasi	Modulasi	Modulasi	Modulasi	Modulasi
Modulasi	Modulasi	Modulasi	Modulasi	Modulasi
Modulasi	Modulasi	Modulasi	Modulasi	Modulasi
Modulasi	Modulasi	Modulasi	Modulasi	Modulasi

Daftar Pustaka:

- [1] Ajar Ogirala (2007). *Automated Testing Of Wireless Link Standards*. Tesis University Of Pittsburgh: tidak diterbitkan.
- [2] Budi, Arjuni., dan Erik Haritman. *Modul Dasar Sistem Telekomunikasi*. Bandung: Universitas Pendidikan Indonesia.
- [3] Edwar Iswardy (2007). *Automated Testing Of Wireless Link Standards*. Tesis University Of Pittsburgh: tidak diterbitkan.
- [4] Haykin, S. 2000. *Communication System*. 4th ed. *Library of Congress Cataloging-in Publication Data*. New York.
- [5] Hapsara, A. K., & Susanto, I. (2007, 2 4). *Kinerja Modulasi Digital dengan Metode PSK (Phase Shift Keying)*. Semarang: Universitas Diponegoro.
- [6] Laboratorium Pengolahan Sinyal Digital. 2014. *Modul Praktikum Pengolahan Sinyal Digital*. Bandung: Universitas Telkom.
- [7] Laboratorium Sistem Komunikasi. 2014. *Modul Praktikum Sistem Komunikasi*. Bandung: Universitas Telkom
- [8] National Instruments Corporate. 2001. *User Manual*.
- [9] National Instruments Corporate. 2001. *LabVIEW Basic Concepts*.
- [10] Simon Haykin, *An Introduction to Analog & Digital Communication*; John Wiley & Sons; 1989.