

Analisis Kinerja Butterworth Low Pass Filter dan Chebyshev Type 1 Low Pass Filter pada Teknik Modulasi Digital FSK (Frequency Shift Keying) Menggunakan Simulasi

(Analysis of performance butterworth Low pass filter and chebyshev type 1 low pass filter use simulation in digital FSK (frequency Shift keying) modulation technique)

Widi Nurwati, Catur Suko Sarwono, Satriyo Budi Utomo
Jurusan Teknik Elektro, Fakultas Teknik, Universitas Jember(UNEJ)
Jln. Kalimantan 37, Jember 68121
E-mail: widinur_wati@ymail.com

Abstrak

Filter merupakan komponen terpenting dalam dunia sistem telekomunikasi. Pada penelitian ini bertujuan untuk mengetahui respon filter yang dilewatkan pada teknik modulasi digital FSK (Frequency Shift keying) dengan obyek penelitian berupa gambar dengan format .jpeg yang memiliki resolusi gambar yang berbeda-beda dengan mencampurkan pengaruh *noise* pada sinyal modulasinya. Analisis yang dilakukan dalam penelitian tersebut yaitu dengan menghitung nilai BER (Bit Error Rate) pada hasil sinyal pada demodulasi digital FSK (Frequency Shift Keying). Pada sinyal informasi yang dipengaruhi oleh kanal AWGN (Additiv White Gaussian Noise) dan kanal rayleigh. Dari penelitian yang dilakukan diperoleh data bahwa filter butterworth memiliki performansi yang lebih baik dibandingkan dengan filter chebyshev dengan menggunakan sistem transmisi frekuensi modulasi 10KHz dan 6KHz dengan mencampurkan pengaruh sinyal *noise* yang dibangkitkan dengan menggunakan kanal Rayleigh sebesar 0.002dB, 0.0004dB, 0.0002dB, 0.00002dB dan 0.000002dB.

Kata kunci : Filter, BER, AWGN (Additiv White Gaussian Noise), Rayleigh.

Abstract

Filter Technique is important component in telecommunication system. In this research, it was intention to discover about the respond which through the digital modulation FSK (Frequency Shift Keying) technique. The research objects were used pictures with .jpeg format which had different pictures' resolution and combined with the effect of noise in signal modulation. This analysis was conducted in this research with counted the BER (Bit Error Rate) value and the output signal digital demodulator FSK (Frequency Shift Keying). The signal of information was influenced by chanal AWGN (Additiv White Gaussian Noise) and chanal Rayleigh. From this research, the data showed that butterworth low pass filter had better performance than Chebyshev type 1 low pass filter with used the modulation frequency transmission system 10KHz and 6 KHz and combined the effect of noise signal by using chanal Rayleigh was about 0.002dB, 0.0004dB, 0.0002dB, 0.00002dB and 0.000002dB.

Keyword : Filter, BER,AWGN (Additiv White Gaussian Noise), Rayleigh.

PENDAHULUAN

Semakin banyak komponen dan desain perancangan komponen *transmitter* maupun *receiver* untuk meningkatkan kualitas layanan jaringan dan hasil data yang ditransmisikan, maka diperlukannya suatu perancangan dengan teknik filter yang mendukungnya. Teknik filter sangat mempengaruhi kualitas data yang diterima dari hasil proses transmisi. Dimana dalam perancangan tersebut bertujuan untuk meminimalisir nilai BER (Bit Error Rate) pada hasil data yang telah ditransmisikan. Dari hal tersebut maka diperlukan analisis kinerja filter yang baik untuk digunakan dalam sistem transmisi, antara lain filter butterworth *low pass filter* dengan chebyshev *type 1 low pass filter*. Dari kedua jenis teknik filter tersebut, maka akan diperoleh perbandingan kinerja dengan nilai BER (Bit Error Rate) yang paling sedikit. Dimana hal tersebut menunjukkan kualitas kinerja filter tersebut.

Artikel Ilmiah Hasil Penelitian Mahasiswa Tahun 2014

Hasil dari penelitian sebelumnya menyatakan bahwa dalam pengujian sistem modulasi digital ASK (Amplitudo Shift Keying) dengan menggunakan sistem butterworth *low pass filter* dimana sinyal informasi yang dimodulasikan dipengaruhi oleh derau yang dibangkitkan dengan menggunakan kanal AWGN (Additiv White Gaussian Noise) yang disimulasikan dengan menggunakan simulink matlab menganalisis tentang pengaruh kenaikan nilai orde yang digunakan dalam sistem filter butterworth *low pass* bahwa, kenaikan orde filter yang digunakan dalam teknik butterworth *low pass filter* tidak mempengaruhi nilai BER (Bit Error Rate) yang semakin baik pada data digital yang dimodulasikan. Hal ini menyatakan bahwa pada sistem orde butterworth *low pass filter* tidak sesuai dengan teori yang ada. Pada penelitian yang dilakukan menghasilkan nilai BER yang lebih besar pada orde 8 dibandingkan dengan orde 2, hal ini dikarenakan distribusi derau kedalam sinyal bandpass

disebarkan sepanjang spectrum frekuensi secara acak/random (Wisnoe, 2012).

Butterworth *Low Pass Filter* menghasilkan tanggapan frekuensi yang datar pada daerah passband dan redaman yang meningkat secara monotonikal pada stopband. Oleh karena itu, Butterworth *low-pass filter* sering digunakan sebagai *anti-aliasing filter* dalam aplikasi *converter* data di mana tingkat sinyal yang tepat diperlukan diseluruh sinyal passband (Wisnoe, 2012).

Chebyshev *low pass filter* merupakan jenis filter yang juga dapat digunakan sebagai filter elektronika telekomunikasi di mana chebyshev memiliki karakteristik yang dirancang untuk memberikan *ripple* di passband, tetapi memiliki kecepatan redaman (*Roll-off*) lebih curam setelah *cut-off* frekuensi. Untuk orde yang diberikan, semakin tinggi *ripple* passband, semakin curam pula kecepatan redaman filter. Dengan meningkatnya orde filter, pengaruh dari *magnitude ripple* pada daerah redaman filter akan berkurang (Agusma, 2011).

Adanya penelitian tentang filter butterworth *low pass filter* dan filter chebyshev *low pass filter* ini mengingat pentingnya meningkatkan performansi filter pada teknik modulasi. Selain itu dalam pembuatan simulasi Matlab yang berhubungan dengan sistem filter dapat memberikan dampak positif pada pembaca dan bagi yang mempelajari tentang filter dan sejenisnya. Semakin banyak jenis simulasi Matlab yang dibuat, maka akan semakin mempermudah dalam mempelajari tentang kinerja dan respon filter yang terjadi pada suatu desain yang menggunakan komponen filter.

METODE PENELITIAN

Metode penelitian yang dilakukan dalam proses penelitian ini adalah dengan melakukan observasi terhadap teori yang mendukung dalam pelaksanaan penelitian dan mencari data-data yang diperlukan. Sehingga penelitian dapat berlangsung dengan baik dengan hasil maksimal.

Selanjutnya adalah dengan merancang coding simulasi matlab yang akan dijadikan simulasi proses penelitian yang akan dilakukan. Dalam merancang program simulasi, fungsi program harus disesuaikan dengan fungsi yang akan digunakan dan juga perlu diperhatikan bahwa coding yang digunakan dapat bekerja sesuai dengan teori yang telah ada. Setelah coding sudah dirancang sesuai dengan teori dan fungsinya, langkah selanjutnya adalah menentukan parameter obyek penelitian yang akan digunakan. Dengan demikian, maka dapat dilakukan uji penelitian sehingga didapatkan data yang dapat dijadikan hasil penelitian. Untuk mengukur performansi teknik filter yang diuji digunakan perhitungan nilai BER (*Bit Error Rate*) untuk menghitung nilai data yang hilang dari proses teknik filter yang digunakan dalam proses penelitian.

Lokasi dan Waktu Penelitian

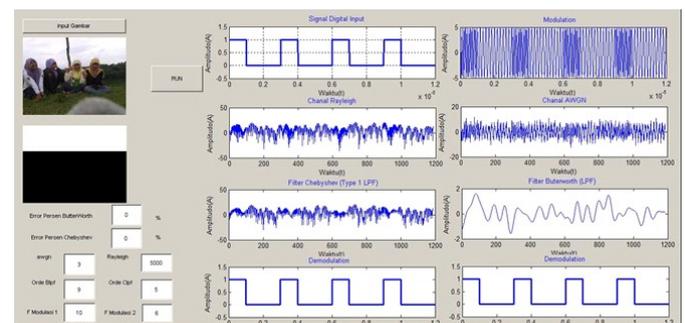
Lokasi yang digunakan dalam melakukan penelitian yaitu pada Laboratorium Teknik Elektro Universitas Jember. Lokasi yang digunakan dalam melakukan penelitian berdasarkan kebutuhan dalam kelangsungan penelitian yang dilakukan yaitu dengan adanya fasilitas komputer dengan kapasitas yang baik untuk merancang dan menjalankan program sehingga data dapat diperoleh sesuai dengan keinginan. Waktu penelitian yang diperlukan dalam melakukan penelitian yaitu dimulai pada bulan Oktober 2013 sampai Artikel Ilmiah Hasil Penelitian Mahasiswa Tahun 2014

bulan April 2014. Dimulai dengan observasi, perancangan progra, proses penelitian, pengambilan data, pembahasan hingga menarik kesimpulan.

Proses Penelitian

Data yang digunakan dalam proses penelitian yang dilakukan yaitu dengan menetapkan parameter uji menggunakan objek data gambar dengan menentukan nilai resolusi gambar sesuai dengan yang telah ditetapkan sebagai parameter penelitian yang dilakukan. Dengan menentukan nilai resolusi gambar yang berbeda-beda dalam proses penelitian, bertujuan untuk mendapatkan respon filter dan nilai hasil filter yang berbeda yang dapat dijadikan data sebagai ukuran performansi teknik filter yang dijadikan sebagai obyek penelitian.

Simulasi yang dirancang bekerja dengan menggunakan objek *input* data gambar yang kemudian dijadikan sinyal digital dengan menggunakan teknik ADC (*Analog to Digital Converter*). Langkah berikutnya adalah memodulasikan sinyal dengan menggunakan teknik modulasi FSK (*Frequency Shift Keying*) yang dalam prosesnya akan dicampurkan dengan pengaruh sinyal *noise* dari kanal AWGN dan Rayleigh. Selanjutnya akan difilter dengan menggunakan 2 teknik filter yang dijadikan konsep penelitian teknik filter aktif yaitu butterworth *low pass filter* dan chebyshev *type 1 low pass filter*. Proses jalannya simulasi dapat digambarkan sebagai berikut :



Gambar 1. Simulasi Program dan *Running* Program

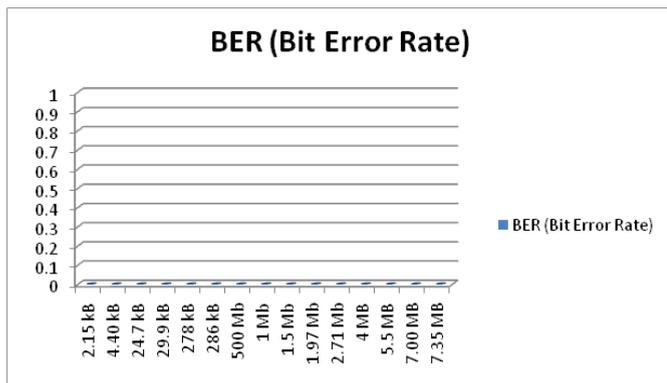
Data yang diperoleh dari penelitian yang dilakukan, yaitu dengan menghitung perbedaan jumlah bit sinyal dari proses modulasi dan demodulasi dengan menggunakan rumus BER (*Bit Error Rate*).

$$BER = \text{jumlah data yang salah} / \text{jumlah data asli} \times 100\% \dots (1)$$

HASIL PENELITIAN

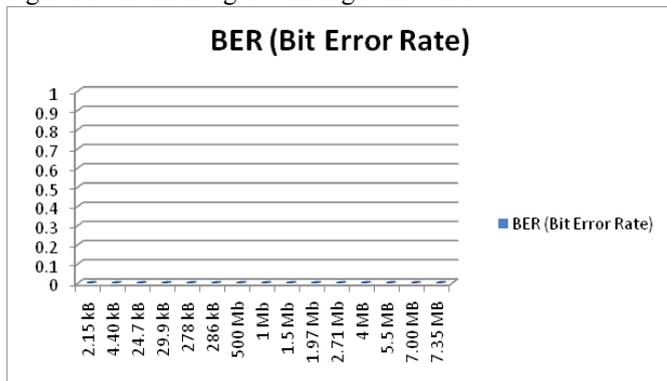
Hasil dari penelitian yang telah dilakukan yaitu didapat data bahwa kinerja butterworth *low pass filter* lebih baik hasil filternya dibandingkan dengan hasil filter yang diperoleh dari chebyshev *low pass filter*. Hal ini dapat ditunjukkan dengan grafik yang menggambarkan hasil filter dari masing-masing teknik filter yang digunakan dalam penelitian. Pada penelitian yang pertama yaitu dengan sistem transmisi modulasi FSK dengan menggunakan frekuensi modulasi sebesar 2KHz-1KHz dan 10KHz-6KHz dengan objek gambar yang telah ditentukan yang dilewatkan pada kanal AWGN (Additiv White Gaussian Noise). Dari hasil penelitian yang pertama didapat data 0% pada hasil demodulasi baik dari hasil butterworth *low pass filter* maupun chebyshev *type 1 low*

Widi Nurwati dkk., Analisis Kinerja Butterworth Low Pass Filter dan Chebyshev Type 1 Low Pass Filter pada Teknik Modulasi digital FSK (Frequency Shift Keying) Menggunakan Simulasi *pass filter*. Hasil penelitian yang dilakukan dapat digambarkan dalam gambar grafik sebagai berikut :

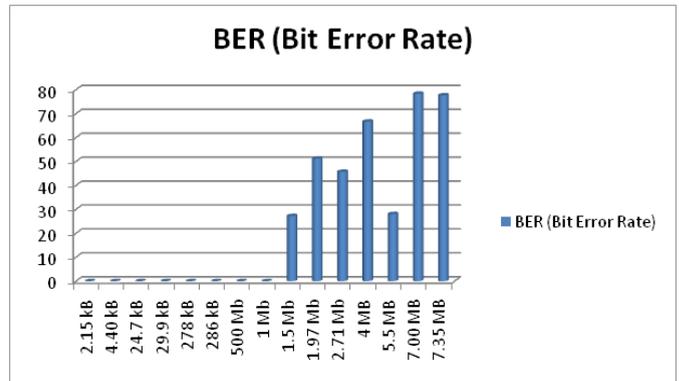


Gambar 4.1 Filter butterworth dan chebyshev pada orde 2 dan 8 dengan kanal AWGN 3dB, 15dB, 30dB, 50dB dengan menggunakan resolusi gambar yang berubah-ubah pada frekuensi modulasi 2KHz-1KHz dan 10KHz-6KHz.

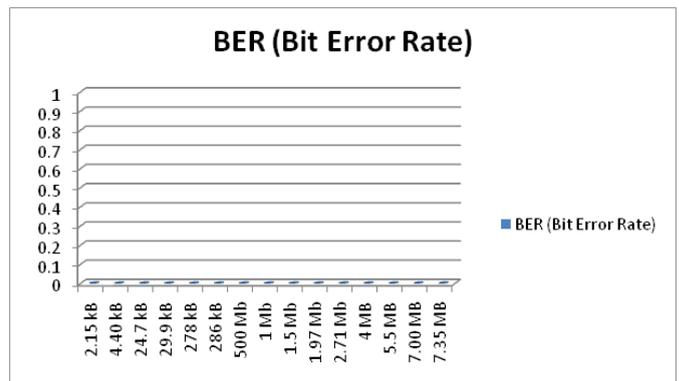
Pada penelitian yang kedua yaitu dengan menggunakan objek gambar dengan nilai resolusi yang sama dengan yang digunakan dalam penelitian sebelumnya, frekuensi modulasi yang digunakan juga menggunakan frekuensi modulasi yang sama dengan penelitian sebelumnya yaitu dengan menggunakan frekuensi modulasi 2KHz-1KHz dan 10KHz-6KHz. Namun pada penelitian yang kedua menggunakan sinyal *noise* yang dibangkitkan dengan menggunakan kanal Rayleigh. Dari penelitian ke dua yang dilakukan didapat data digambarkan dalam grafik sebagai berikut :



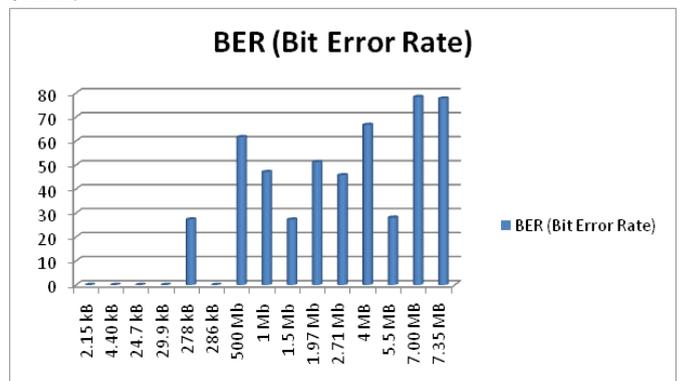
4.2 Filter butterworth pada orde 2 dan 8 dengan kanal Rayleigh 0.002dB dengan menggunakan resolusi gambar yang berubah-ubah pada frekuensi modulasi 2KHz-1KHz.



Gambar 4.3 Filter chebyshev pada orde 2 dan 8 dengan kanal Rayleigh 0.002dB dengan menggunakan resolusi gambar yang berubah-ubah pada frekuensi modulasi 2KHz-1KHz.



Gambar 4.4 Filter butterworth pada orde 2 dan 8 dengan kanal Rayleigh 0.002dB dengan menggunakan resolusi gambar yang berubah-ubah pada frekuensi modulasi 10KHz-6KHz.



Gambar 4.5 Filter chebyshev pada orde 2 dan 8 dengan kanal Rayleigh 0.002dB dengan menggunakan resolusi gambar yang berubah-ubah pada frekuensi modulasi 10KHz-6KHz.

PEMBAHASAN

Dari penelitian yang telah dilakukan dengan menggunakan dua teknik filter yaitu butterworth *low pass filter* dan chebyshev *type 1 low pass filter* didapat data bahwa pada hasil filter pada teknik modulasi digital FSK (Frequency Shift Keying) dengan menggunakan frekuensi 2KHz-1KHz dengan mencampurkan sinyal *noise* yang dibangkitkan dengan menggunakan kanal AWGN (Additiv White Gaussian Noise) memiliki nilai BER hasil filter pada demodulator sebesar 0%. hal ini juga terjadi pada perubahan frekuensi sinyal yang semakin diperbesar yaitu pada frekuensi modulasi

sebesar 10KHz dan 6KHz. Pada penelitian yang telah dilakukan juga menunjukkan beberapa data yang menyatakan bahwa frekuensi modulasi yang digunakan mempengaruhi hasil filter yang dilakukan. Pada teknik butterworth *low pass filter* memiliki performansi lebih baik ketika frekuensi modulasi semakin diperbesar. Namun pada teknik Chebyshev *type 1 low pass filter* memiliki performansi lebih rendah ketika frekuensi modulasi diperbesar. Hasil yang ditunjukkan dari hasil filter yang dipengaruhi *noise* yang dibangkitkan dengan menggunakan kanal AWGN memiliki nilai 0% baik hasil teknik butterworth *low pass filter* maupun dengan menggunakan Chebyshev *type 1 low pass filter*. Hal ini dikarenakan sinyal *noise* yang dibangkitkan oleh kanal AWGN merupakan *noise* yang memiliki pengaruh yang sangat kecil terhadap sinyal informasi saat modulasi dilakukan. Karena pada dasarnya sinyal *noise* yang dibangkitkan oleh kanal AWGN merupakan *noise* gaussian putih yang terjadi akibat dari panasnya sistem itu sendiri yang masih dapat ditampis dengan baik oleh kedua teknik filter yang diuji performansinya yaitu pada teknik butterworth *low pass filter* dan chebyshev *type 1 low pass filter*.

Pada penelitian berikutnya yaitu dengan frekuensi 2KHz-1KHz yang dipengaruhi oleh sinyal *noise* yang dibangkitkan dengan menggunakan kanal rayleigh sebesar 0.002 dB dengan menggunakan teknik butterworth *low pass filter* menunjukkan nilai BER sebesar 0%. dibandingkan dengan hasil filter yang dilakukan dengan menggunakan teknik chebyshev *type 1 low pass filter* yang menunjukkan nilai BER sebesar 27.2201%, 51.1962%, 45.7143%, 66.6667%, 28.0303%, 78.312%, 77.6709% yang terjadi pada proses transmisi gambar dengan resolusi sebesar 1.5 MB, 1.97MB, 2.71MB, 4.04MB, 5.56MB, 7MB, 7.35MB. Dari hasil penelitian yang telah dilakukan dapat dikatakan bahwa teknik butterworth *low pass filter* memiliki performansi lebih baik dibandingkan dengan teknik Chebyshev *type 1 Low Pass Filter*.

Hal ini juga terjadi dengan menggunakan frekuensi modulasi sebesar 10KHz dan 6KHz. Dengan menggunakan data dengan nilai resolusi yang sama, didapat data bahwa pada teknik butterworth *low pass filter* memiliki nilai 0% dengan menggunakan sinyal *noise* yang dibangkitkan dengan menggunakan kanal rayleigh sebesar 0.002dB. Sedangkan pada hasil Chebyshev *low pass filter* memiliki hasil filter sebesar 27.2727%, 61.6071%, 47.0238%, 27.2201%, 51.1962%, 45.7143%, 66.6667%, 28.0303%, 78.312, 77.6709% yang terjadi pada gambar dengan nilai resolusi sebesar 278Kb, 501Kb, 1.02Mb, 1.5Mb, 1.97Mb, 2.71Mb, 4.04Mb, 5.56Mb, 7Mb, 7.35Mb. Dari data tersebut juga dapat dikatakan bahwa teknik butterworth *low pass filter* dapat bekerja dengan baik dibandingkan dengan teknik chebyshev *low pass filter* yang memiliki nilai BER yang sangat besar dibandingkan dengan hasil filter butterworth *low pass filter*.

KESIMPULAN DAN SARAN

Kesimpulan

1. Nilai BER diperoleh dari perbandingan nilai data modulasi dan demodulasi yang nilainya akan dijadikan

parameter uji teknik filter yang digunakan dalam proses penelitian.

2. Pada proses transmisi dengan menggunakan sinyal *noise* yang dibangkitkan dengan menggunakan kanal AWGN, baik pada teknik butterworth *low pass filter* maupun teknik chebyshev *type 1 low pass filter* memiliki nilai BER 0% dengan parameter uji sinyal *noise* sebesar 3db, 15db, 30db dan 50 db dengan frekuensi modulasi 1KHz-2KHz dan 6KHz-10KHz.
3. Teknik Butterworth *low pass filter* bekerja lebih baik dibandingkan dengan metode Chebyshev *type 1 low pass filter*.
4. Frekuensi modulasi mempengaruhi nilai BER dan kinerja dari sebuah teknik filter yang digunakan.
5. BER terbesar terjadi pada proses transmisi dengan *input* gambar menggunakan resolusi besar yaitu 7MB dan 7.35MB dengan sinyal *noise* yang dibangkitkan oleh kanal Rayleigh dengan nilai BER sebesar 78.312% dan 77.6709%.

Saran

Dalam simulasi yang digunakan tidak memiliki respon atau tanggapan yang sensitif terhadap perubahan *noise*, orde filter dan resolusi gambar. Kedepannya perlu penyempurnaan program yang lebih sensitif terhadap perubahan parameter yang digunakan penelitian. *Input* data yang digunakan sebagai bahan uji hanya terbatas yaitu hanya dapat dilakukan *input* gambar untuk diuji dalam sistem modulasi digital FSK. Kedepannya sistem dapat dikembangkan untuk simulasi dengan data *input* berupa *video*, data dsb.

UCAPAN TERIMA KASIH

Puji Syukur penulis panjatkan kepada Allah SWT dan Rosulullah Muhammad SAW, sebagai penuntun hidupku, karena berkat rahmat serta hidayahNya penulis dapat menyelesaikan Jurnal Ilmiah yang berjudul “Analisis Kinerja Butterworth *Low Pass Filter* dan Chebyshev *Type 1 Low Pass Filter* pada Teknik Modulasi digital FSK (Frequency Shift Keying) Menggunakan Simulasi”. Jurnal ini dapat tersusun dan terselesaikan tidak terlepas bantuan dari berbagai pihak. Untuk itu pada kesempatan ini penulis mengucapkan terima kasih kepada teman-teman teknik Elektro 2010 dan semuanya atas bantuan dan dukungannya dalam penyelesaian Jurnal Ilmiah ini.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] Hidayat, Wisnoe S. 2012. *Kinerja Butterworth Low-Pass Filter pada Teknik Modulasi Digital ASK Terhadap Paket Data yang dipengaruhi oleh Derau*. Magister Teknik Elektro Universitas Mercu Buana.
- [2] Wajiansyah, Agusma. Subir. 2011. *Desain filter aktif low pass butterworth*. Dielektrika.