



**ANALISIS KINERJA CHEBYSHEV *TYPE II* DAN ELLIPTIC FILTER
PADA TEKNIK MODULASI DIGITAL BPSK**

SKRIPSI

Oleh

**Fathullah Hawari
101910201086**

**PROGRAM STUDI STRATA-1 TEKNIK ELEKTRO
JURUSAN TEKNIK ELEKTRO
FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS JEMBER
2016**



**ANALISIS KINERJA CHEBYSHEV *TYPE II* DAN ELLIPTIC FILTER
PADA TEKNIK MODULASI DIGITAL BPSK**

SKRIPSI

diajukan guna melengkapi tugas akhir dan memenuhi salah satu syarat
untuk menyelesaikan Program Studi Strata-1 Teknik Elektro
dan mencapai gelar Sarjana Teknik

Oleh

Fathullah Hawari
NIM 101910201086

**PROGRAM STUDI STRATA-1 TEKNIK ELEKTRO
JURUSAN TEKNIK ELEKTRO
FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS JEMBER
2016**

PERSEMBAHAN

Skripsi ini saya persembahkan untuk :

1. Allah SWT untuk segala nikmat dan rahmat-Nya yang selalu terlimpahkan. Kemudahan dan rizki yang diberikan sehingga skripsi yang indah ini dapat selesai dengan baik;
2. Ayahanda Eshak Ustadi dan juga Ibunda Wiwik Susiandari yang sangat kucintai. Yang telah berjuang penuh keikhlasan, yang telah menorehkan segala kasih dan sayangnya dengan penuh rasa ketulusan yang tak kenal lelah dan batas waktu. Special for My Mom, engkaulah inspirasiku saat aku rapuh dan disaat semangatku memudar;
3. Adik-adikku Ghaisani Ikramina Aiffah, Hazhiyah Alifah Qoshdina yang selalu mendukungku dan memberikan doa semangat untuk kesuksesan masa depanku yang cerah. Maaf belum bisa menjadi sosok yang baik dan menjadi panutan untuk kalian, tapi aku akan menunjukkan jika aku mampu untuk menjadi panutan dan contoh kakak yang baik;
4. Special for My Princess Trisda Desandra Emilia yang selalu mengingatkan, mendukung dan selalu memberi semangat untuk berusaha mengejar kesuksesan agar masa depan yang lebih baik. Terima kasih;
5. Sahabat-sahabatku Udin Penyok, Pandu, Iqbul jababul, Dhanu, Intan, Singgih, Bayu, Haris, Wiyan, Farid, Angga, Bara, Feri, Fahdi, Exa Cekung, Jebri, dan dulur-dulur elektro 2010 terima kasih atas doa, dorongan semangat, nasehat, guyonan yang telah kalian berikan dan kita lalui bersama aku tak akan melupakan itu semua. Dari kalian pun aku belajar dan mendapatkan segalanya. Untuk semua yang belum disebut namanya, terima kasih banyak atas doa dan dukungannya;
6. Teman-temanku KKN Desa Tembokrejo, yang telah memberikan banyak kenangan persahabatan yang indah;
7. Almamater Jurusan Teknik Elektro Fakultas Teknik Universitas Jember;

MOTO

Hai orang-orang yang beriman, Jadikanlah sabar dan shalatmu Sebagai penolongmu, sesungguhnya Allah beserta orang-orang yang sabar.

(Al-Baqarah: 153)

Sesungguhnya bersama kesukaran itu ada keringanan. Karena itu bila kau sudah selesai (mengerjakan yang lain). Dan berharaplah kepada Tuhanmu.

(Q.S Al Insyirah : 6-8)

Memiliki otak yang cerdas tidaklah cukup, yang paling penting adalah bagaimana menggunakannya dengan baik.

(Rene Descartes)

Diantara tanda kesempurnaan akal adalah cita-cita yang tinggi

(Ibnu Jauzi)

Jadilah diri sendiri, tidak perlu minder dan tunjukkan yang terbaik. Stay focus and complete the journey. Berbanggalah!!!

(Fathullah Hawari)

PERNYATAAN

Saya yang bertanda tangan dibawah ini :

Nama : Fathullah Hawari

NIM : 101910201086

menyatakan dengan sesungguhnya bahwa karya ilmiah yang berjudul “Analisis Kinerja Chebyshev *Type II* Dan Elliptic Filter Pada Teknik Modulasi Digital BPSK” adalah benar-benar hasil karya sendiri, kecuali jika dalam pengutipan substansi disebutkan sumbernya, dan belum pernah diajukan pada instansi manapun, serta bukan karya jiplakan. Saya bertanggung jawab atas keabsahan dan kebenaran isi sesuai dengan sikap ilmiah yang harus dijunjung tinggi.

Demikian pernyataan ini saya buat dengan sebenarnya, tanpa ada tekanan dan paksaan dari pihak mana pun serta bersedia mendapat sanksi akademik jika ternyata di kemudian hari pernyataan ini tidak benar.

Jember, 5 Januari 2016
Yang menyatakan,

Fathullah Hawari
NIM 101910201086

SKRIPSI

**ANALISIS KINERJA CHEBYSHEV *TYPE II* DAN ELLIPTIC FILTER
PADA TEKNIK MODULASI DIGITAL BPSK**

Oleh

Fathullah Hawari
NIM 101910201086

Pembimbing

Dosen Pembimbing Utama : Ike Fibriani, S.T., M. T.
Dosen Pembimbing Anggota : Ir. Widyono Hadi, MT

PENGESAHAN

Skripsi dengan judul: “**Analisis Kinerja Chebyshev Type II Dan Elliptic Filter Pada Teknik Modulasi Digital BPSK**” telah diuji dan disahkan oleh Jurusan Teknik Elektro, Fakultas Teknik, Universitas Jember pada:

Hari : Selasa
Tanggal : 5 Januari 2016
Tempat : Fakultas Teknik Universitas Jember

Tim Penguji

Ketua,

Sekretaris,

Ike Fibriani, S.T.,M.T.
NIP. 19800207 201504 2 001

Ir. Widyono Hadi, M.T.
NIP. 19610414 198902 1 001

Mengetahui,

Anggota I,

Anggota II,

Dodi Setiabudi, S.T., M.T.
NIP. 19840531 200812 1 008

Widya Cahyadi, S.T.,M.T.
NIP. 19851110 201404 1 001

Mengesahkan,
Dekan Fakultas Teknik, Universitas Jember

Ir. Widyono Hadi, M.T.
NIP. 19610414 198902 1 001

ANALISIS KINERJA CHEBYSHEV *TYPE II* DAN ELLIPTIC FILTER PADA TEKNIK MODULASI DIGITAL BPSK

Fathullah Hawari

Jurusan Teknik Elektro, Fakultas Teknik, Universitas Jember

ABSTRAK

Filter merupakan terapan paling dasar dari teknologi pengolahan sinyal, yang dalam prosesnya hanya meloloskan sinyal dengan frekuensi atau bidang frekuensi tertentu yang diinginkan dan mendukung dalam sistem transmisi untuk meningkatkan kualitas layanan jaringan dan hasil data yang ditransmisikan. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui respon filter yang dihasilkan pada teknik modulasi digital BPSK (*Binary Phase Shift keying*) dengan menggunakan obyek penelitian berupa gambar dengan format .jpeg yang memiliki resolusi gambar yang berbeda-beda dengan mencampurkan pengaruh noise pada sinyal modulasinya dan menggunakan filter yang berbeda yaitu filter chebyshev *type 2* dan filter elliptic. Analisis yang dilakukan dalam penelitian tersebut yaitu dengan menghitung nilai BER (*Bit Error Rate*) berdasarkan hasil sinyal pada demodulasi digital BPSK (*Binary Phase Shift Keying*). Pada sinyal informasi yang dipengaruhi oleh kanal AWGN (*Additive White Gaussian Noise*) dan kanal Rayleigh. Dari penelitian yang dilakukan, diperoleh data bahwa filter chebyshev *type 2* memiliki performansi yang lebih baik dibandingkan dengan filter elliptic dengan membangkitkan pengaruh sinyal *noise* menggunakan kanal AWGN sebesar 3dB, 15dB, 30dB, dan 50dB sedangkan menggunakan kanal Rayleigh sebesar 0.002dB, 0.0004dB, 0.0002dB, dan 0.00002dB. Hal ini disebabkan terdapatnya *delay* menggunakan nilai resolusi yang besar dimana kerapatan sinyal modulasi mempengaruhi adanya *delay*

Kata Kunci: AWGN, BER, BPSK, Chebyshev *type 2*, Elliptic, Rayleigh.

ANALYSIS OF THE PERFORMANCE CHEBYSHEV TYPE 2 AND ELLIPTIC FILTER IN BPSK DIGITAL MODULATION TECHNIQUES

Fathullah Hawari

Department of Electrical Engineering, Faculty of Engineering, Jember University

ABSTRACT

Filter is the most basic of applied signal processing technology, which in the process only pass signals with frequencies or specific frequency desired field and support in the transmission system to improve the quality of network services and the results of the data transmitted. This research aims to determine the response of the filter is generated in digital BPSK (Binary Phase Shift Keying) modulation techniques using the object of research in the form of images with the .jpeg format which has an image resolution that is different by combined the effect of noise on the signal modulation and using different filters specifically type 2 Chebyshev filter and elliptic filter. This analysis was conducted in this research with counted the BER (Bit Error Rate) value based on the signal in the digital BPSK (Binary Phase Shift Keying) demodulation. In the information signal that is affected by the channel AWGN (Additive White Gaussian Noise) and Rayleigh channel. From this research the data showed that type 2 Chebyshev filter has performance better than the elliptic filter by combine effect of noise signals by using a AWGN channel by 3dB, 15dB, 30dB, and 50dB while using Rayleigh channel for 0.002dB, 0.0004 dB, 0.0002dB, and 0.00002dB. This is caused of availability of the delay using the value of a great resolution which affects their density modulation signal delay.

Keywords: AWGN, BER, BPSK, Chebyshev type 2, Elliptic, Rayleigh.

RINGKASAN

Analisis Kinerja Chebyshev Type 2 Dan Elliptic Filter Pada Teknik Modulasi Digital BPSK: Fathullah Hawari; 101910201086; 2016; 143 halaman; Jurusan Elektro Fakultas Teknik Universitas Jember.

Filter merupakan terapan paling dasar dari teknologi pengolahan sinyal, yang dalam prosesnya hanya meloloskan sinyal dengan frekuensi atau bidang frekuensi tertentu yang diinginkan dan mendukung dalam sistem transmisi untuk meningkatkan kualitas layanan jaringan dan hasil data yang ditransmisikan. Hal ini dikarenakan adanya sistem modulasi yang mempengaruhi sinyal informasi. Untuk meminimalisir besar nilai *error* akibat adanya kerusakan pada sinyal informasi yang maka diperlukan sebuah komponen yaitu filter. Pada penelitian yang dilakukan menggunakan 2 jenis teknik filter yang berbeda yaitu dengan menggunakan teknik filter chebyshev *type 2* dan elliptic filter yang dilewatkan pada modulasi digital BPSK (*Binary Phase Shift Keying*) dengan mencampurkan *noise* yang dibangkitkan dengan menggunakan kanal AWGN (*Additiv White Gaussian Noise*) dan kanal Rayleigh. Penelitian dilakukan dengan menggunakan simulasi *software* Matlab dengan tampilan GUI (*Graphics User Interface*). Obyek yang digunakan dalam penelitian tersebut menggunakan obyek gambar dengan format .jpeg yang memiliki besar nilai resolusi berbeda-beda. Dalam proses simulasi yang dilakukan yaitu dengan merubah data gambar menjadi sinyal digital yang kemudian dimodulasikan dengan menggunakan modulasi BPSK kemudian dicampurkan dengan sinyal *noise* yang kemudian menggunakan teknik filter yang telah ditentukan sebelum pada akhirnya didemodulasikan menggunakan teknik demodulasi digital BPSK. Sinyal yang ditampilkan pada demodulasi akan menunjukkan adanya *error* maupun tidak dari proses modulasi hingga proses filter dilakukan. Dari data tersebut maka dapat diperoleh nilai BER (*Bit Error Rate*) yang akan menghitung nilai *error* yang terjadi. Sehingga performansi filter dapat diketahui.

Pada penelitian yang telah dilakukan, didapatkan data *error* persen mencapai 78.312% hal ini terjadi pada hasil uji pada *input* gambar dengan nilai ukuran *file* tertinggi yaitu 7.35MB yang dilewatkan pada filter elliptic filter yang dicampurkan dengan *noise* yang dibangkitkan dengan menggunakan kanal Rayleigh. *Error* yang dihasilkan oleh teknik filter juga dipengaruhi oleh kerapatan sinyal modulasi yang digunakan, karena semakin rapat sinyal modulasi maka akan menghasilkan *delay* pada proses transmisi.

PRAKATA

Puji syukur penulis panjatkan ke hadirat Allah SWT. atas limpahan rahmat dan karunia-Nya yang telah memberikan kemudahan, kesempatan dan kelancaran sehingga penulis dapat menyelesaikan skripsi yang berjudul “Analisis Kinerja *Chebyshev Type II* Dan *Elliptic Filter* Pada Teknik Modulasi Digital BPSK” tanpa ada halangan yang berarti. Skripsi ini disusun untuk memenuhi salah satu syarat menyelesaikan pendidikan Program Studi Strata-1 pada Jurusan Teknik Elektro Fakultas Teknik Universitas Jember.

Pada kesempatan ini, penulis mengucapkan terima kasih yang sebesar-besarnya kepada semua pihak yang telah membantu tersusunnya skripsi ini, khususnya kepada:

1. Bapak Ir. Widyono Hadi, M.T. sebagai Dekan Fakultas Teknik Universitas Jember.
2. Bapak. Dr. Triwahju Hardianto, S.T., M.T. sebagai Ketua Jurusan Teknik Elektro Universitas Jember.
3. Ibu Ike Fibriani, S.T., M.T. sebagai Dosen Pembimbing Utama dan Bapak Ir. Widyono Hadi, M.T. sebagai Dosen Pembimbing Anggota yang telah memberikan atas semua bimbingan, arahan, tuntunan, tempat dan segala komponennya hingga dapat menyelesaikan skripsi ini.
4. Bapak Dodi Setiabudi, S.T.,M.T. sebagai Dosen Penguji I, dan Bapak Widya Cahyadi, S.T., M.T. sebagai Dosen Penguji II.
5. Ibunda Wiwik Susiandari dan Ayahanda Eshak Ustadi, yang selalu memberikan dukungan, doa, cinta, kasih sayang, pengorbanan baik secara moril maupun secara materiil dengan tanpa pamrih dimulai aku dilahirkan hingga bisa mencapai Sarjana Teknik.
6. Semua sahabat-sahabatku, dulur-dulur, dan teman-temanku yang tidak bisa disebutkan satu persatu yang telah banyak memberikan bantuan, dorongan serta motivasi sehingga skripsi ini dapat terselesaikan. Aku mendapatkan segalanya pelajaran hidup dari kalian dan aku selalu bangga menjadi bagian

dari kalian, dan janganlah lupakan ikatan silaturahmi diantara kita agar kita selalu sedekat nadi.

Penulis juga menerima segala kritik dan saran dari semua pihak demi kesempurnaan skripsi ini. Akhirnya penulis berharap, semoga skripsi ini dapat bermanfaat.

Jember, 5 Januari 2016

Fathullah Hawari

DAFTAR ISI

	Halaman
HALAMAN JUDUL	i
HALAMAN PERSEMBAHAN	ii
HALAMAN MOTO	iii
HALAMAN PERNYATAAN	iv
HALAMAN PEMBIMBINGAN	v
HALAMAN PENGESAHAN	vi
ABSTRAK	vii
ABSTRACT	viii
RINGKASAN	ix
PRAKATA	xi
DAFTAR ISI	xiii
DAFTAR GAMBAR	xv
DAFTAR TABEL	xvii
BAB 1. PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Rumusan Masalah	2
1.3 Batasan Masalah	3
1.4 Tujuan dan Manfaat Penelitian	3
1.4.1 Tujuan.....	3
1.4.2 Manfaat.....	3
1.5 Sistematika Pembahasan	4
BAB 2. TINJAUAN PUSTAKA	5
2.1 Citra Digital	6
2.2 Filter	10
2.2.1 LPF (Low Pass Filter).....	10
2.2.2 Chebyshev Type 2 Filter.....	13
2.2.3 Elliptic Filter	14
2.3 Konsep Modulasi Digital	15
2.3.1 BPSK (Binary Phase Shift Keying).....	15

2.3.2 Modulator BPSK.....	17
2.3.3 Demodulator Sinyal BPSK	17
2.4 Kanal AWGN	18
2.5 Kanal Rayleigh	20
2.6 BER (Bit Error Rate).....	22
2.7 MATLAB	23
2.7.1 Pengertian MATLAB	23
2.7.2 Sekilas Sistem Program MATLAB	24
BAB 3. METODOLOGI PENELITIAN	26
3.1 Studi Pustaka.....	26
3.2 Tempat dan Waktu Penelitian	27
3.3.1 Tempat Penelitian	27
3.3.2 Waktu Penelitian.....	27
3.3 Tahapan Penelitian	27
3.4 Prosedur Penelitian.....	28
3.5 Flowchart Simulasi	29
3.5.1 Flowchart Sistem Simulasi	29
3.5.2 Flowchart Simulasi 1	30
3.5.3 Flowchart Simulasi 2	31
3.5.4 Coding Program Simulasi	33
3.6 Langkah Penelitian Simulasi	40
BAB 4. HASIL DAN PEMBAHASAN	43
4.1 Analisa Data	43
4.2 Penelitian 1	46
4.3 Penelitian 2	61
BAB 5. PENUTUP.....	71
5.1 Kesimpulan	71
5.2 Saran	72
DAFTAR PUSTAKA	73
LAMPIRAN.....	75

DAFTAR GAMBAR

	Halaman
2.1 Koordinat suatu piksel pada citra <i>digital</i>	7
2.2 Contoh citra biner 1 bit	8
2.3 Contoh citra <i>grayscale</i> 4 bit.....	8
2.4 Contoh citra warna 4 bit	9
2.5 Representasi 3 <i>byte</i> citra warna	9
2.6 Bentuk Tanggapan Sinyal <i>Low Pass Filter</i>	11
2.7 Rangkaian <i>Low Pass Filter</i>	12
2.8 Frekuensi Respon Chebyshev <i>Type 2 Filter</i>	13
2.9 Frekuensi Respon Berdasarkan Parameter Spesifikasi Elliptic Filter	14
2.10 Blok Diagram Modulasi	15
2.11 Fasa <i>Output</i> Sebagai Fungsi Waktu pada Sistem BPSK	16
2.12 Modulator BPSK	17
2.13 Demodulator BPSK	18
2.14 Operasi Kanal AWGN	18
2.15 Distribusi AWGN	19
2.16 Noise Terhadap Sinyal Digital	19
2.17 Lingkungan Kanal <i>Multipath</i>	20
2.18 Pemodelan Kanal Rayleigh.....	21
2.19 Selubung Rayleigh Fading.....	22
2.20 Grafik Hubungan antara BER terhadap E_b/N_0	23
2.21 Tampilan Software Matlab 7.11.10 R2010b.....	25
3.1 Blok Diagram Penelitian.....	28
3.2 <i>Flowchart</i> Sistem Simulasi.....	29
3.3 <i>Flowchart</i> Simulasi Skenario Penelitian 1	30
3.4 <i>Flowchart</i> Simulasi Skenario Penelitian 2	31
3.5 Tahapan Penelitian Simulasi.....	40
4.1 Input Gambar Pada Simulasi	45
4.2 Proses Transformasi Gambar <i>Grayscale</i>	45

4.3	Proses Simulasi Program Modulasi BPSK, Kanal <i>Noise</i> , Filter dan Demodulasi BPSK.....	46
4.4	Gelombang Modulasi BPSK Menggunakan <i>File</i> Resolusi Kecil.....	47
4.5	Gelombang Modulasi BPSK Menggunakan <i>File</i> Resolusi Besar	47

DAFTAR TABEL

	Halaman
2.1 Tabel Kebenaran BPSK.....	16
4.1 Hasil BER Filter Elliptic pada Kanal AWGN 3dB	48
4.2 Hasil BER Filter Elliptic pada Kanal AWGN 15dB	50
4.3 Hasil BER Filter Elliptic pada Kanal AWGN 30dB	51
4.4 Hasil BER Filter Elliptic pada Kanal AWGN 50dB	53
4.5 Hasil BER Filter Chebyshev 2 pada Kanal AWGN 3dB	54
4.6 Hasil BER Filter Chebyshev 2 pada Kanal AWGN 15dB	56
4.7 Hasil BER Filter Chebyshev 2 pada Kanal AWGN 30dB	57
4.8 Hasil BER Filter Chebyshev 2 pada Kanal AWGN 50dB	59
4.9 Hasil BER Filter Elliptic pada Kanal Rayleigh 0.002dB	62
4.10 Hasil BER Filter Elliptic pada Kanal Rayleigh 0.0004dB	64
4.11 Hasil BER Filter Elliptic pada Kanal Rayleigh 0.0002dB	66
4.12 Hasil BER Filter Elliptic pada Kanal Rayleigh 0.00002dB	68

BAB 1. PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Penyampaian data informasi dari sumber informasi ke penerima melalui berbagai macam proses. Sumber informasi mengirimkan data ke modulator untuk selanjutnya dilakukan proses modulasi dari sinyal digital kemudian diubah menjadi sinyal analog yang selanjutnya diberikan ke saluran transmisi untuk disampaikan ke penerima. Filter merupakan terapan paling dasar dari teknologi pengolahan sinyal, yang dalam prosesnya hanya meloloskan sinyal dengan frekuensi atau bidang frekuensi tertentu yang diinginkan. Dengan ditemukannya piranti digital dengan kemampuan komputasi yang cepat, implementasi filter digital menjadi pilihan hingga kini yang telah banyak menggantikan peran filter analog sehingga filter digital masih menjadi objek penelitian yang terus berkembang dan diminati banyak orang.

Pengiriman paket data informasi dari sumber informasi secara random dan banyak kedalam saluran transmisi, cenderung akan membebani waktu pengiriman dan *error* akibat penambahan derau/*noise* pada saluran transmisi yang digunakan untuk menyampaikan sinyal informasi ke *receiver*. Adanya 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 mendukung dalam sistem transmisi. Teknik filter yang digunakan proses transmisi dapat mempengaruhi kualitas informasi data yang diterima. Dalam perancangan filter yang digunakan tersebut dapat meminimalisir nilai BER (*Bit Error Rate*) pada hasil data informasi yang diterima oleh *receiver* melalui proses transmisi (Wisnoe, 2012)

Nilai BER yang dihasilkan oleh kedua teknik filter dengan pengaruh sinyal *noise* yang dibangkitkan dengan menggunakan kanal AWGN menghasilkan nilai 0%, hal ini dipengaruhi oleh sinyal *noise* yang dibangkitkan oleh kanal AWGN masih dapat ditampis dengan baik oleh teknik filter Butterworth dan filter

chebyshev. Karena pada dasarnya teknik butterworth dan chebyshev merupakan teknik filter yang pada aplikasinya merupakan filter dengan menggunakan komponen OP-AMP (*Operational Amplifire*) dimana pada saat proses filternya menggunakan penguatan sinyal informasi sehingga sinyal informasi akan lebih tahan terhadap *noise*. Dengan kata lain, sinyal *noise* yang dibangkitkan dengan oleh kanal AWGN merupakan sinyal yang pengaruhnya kecil terhadap sinyal informasi yang ditransmisikan. Karena sesuai dengan teori yang menyatakan bahwa sinyal AWGN merupakan sinyal yang disebabkan dari komponen transmisi itu sendiri berupa sinyal *gaussian* putih. Sehingga dengan menggunakan parameter *Eb/No* lebih besar dibandingkan dengan sinyal *noise* yang dibangkitkan dengan menggunakan kanal Rayleigh masih dapat ditampis dengan baik oleh kedua teknik filter yang diuji. Karena pada kedua teknik filter yang digunakan sama-sama menggunakan komponen OP-AMP (Widi, 2014).

Berdasarkan penelitian tentang teknik *filtering* sebelumnya, penulis mencoba membandingkan penelitian sebelumnya dengan melakukan penelitian tentang teknik *filtering* dengan menggunakan filter chebyshev *type 2 low pass filter* dan elliptic *low pass filter* pada modulasi BPSK, sehingga dapat menjadi dasar untuk meningkatkan performansi filter pada teknik modulasi digital. 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.

1.2 Rumusan Masalah

1. Bagaimana menganalisis perbandingan kinerja teknik chebyshev *type 2 low pass filter* dan elliptic *low pass filter* pada modulasi digital BPSK?
2. Bagaimana respon yang dihasilkan pada teknik filtering chebyshev *type 2 low pass filter* dan elliptic *low pass filter* dengan menggunakan input data *image* pada teknik modulasi digital BPSK?

1.3 Batasan Masalah

Pada penulisan skripsi ini, penulis hanya menganalisis perbandingan kinerja dan respon filter dengan teknik chebyshev *type 2 low pass filter* dan elliptic *low pass filter* pada modulasi BPSK mengingat terbatasnya waktu serta terbatasnya kemampuan penulis dalam menghimpun data maka penulis hanya memberi batasan pada :

1. Input yang digunakan adalah *file image* dengan format **jpeg, *jpg*.
2. Citra yang dimasukkan menggunakan citra RGB.
3. Pada rancang bangun modulasi BPSK diuji coba dengan menggunakan simulasi *software matlab*.
4. Kanal yang digunakan adalah Kanal AWGN dan Kanal Rayleigh.
5. Filter yang digunakan pada adalah chebyshev *type 2 low pass filter* dan elliptic *low pass filter*.
6. Proses transmisi hanya dilakukan pada *singlefile*. Jumlah *file* yang diuji dibatasi sebanyak 15 *file* dengan ukuran maksimum 7.35MB untuk menghindari proses yang terlalu lama dan efisiensi pengujian simulasi matlab.

1.4 Tujuan dan Manfaat Penelitian

1.4.1 Tujuan dari penelitian ini adalah :

1. Menganalisa dan membandingkan metode chebyshev *type 2 low pass filter* dan elliptic *low pass filter* dengan teknik modulasi yang berbeda yaitu teknik modulasi BPSK.
2. Menganalisa respon yang dihasilkan oleh chebyshev *type 2 low pass filter* dan elliptic *low pass filter* pada teknik modulasi digital BPSK.

1.4.2 Manfaat dari penelitian ini adalah :

1. Untuk mengetahui perbandingan kinerja filter menggunakan chebyshev *type 2 low pass filter* dan elliptic *low pass filter* dengan menggunakan teknik modulasi BPSK.

2. Mengetahui respon yang dihasilkan dalam teknik pemfilteran *chebyshev type 2 low pass filter* dan *elliptic low pass filter* pada teknik modulasi digital berdasarkan simulasi sehingga dapat menjadi dasar sebagai perbandingan kinerja filter yang digunakan.

1.6 Sistematika Pembahasan

Secara garis besar penyusunan skripsi ini adalah sebagai berikut:

BAB 1. PENDAHULUAN

Berisi tentang latar belakang, tujuan pembahasan, rumusan masalah, batasan masalah, dan sistematika penulisan.

BAB 2. TINJAUAN PUSTAKA

Berisi tentang dasar teori yang berhubungan dengan mengenai analisa kinerja *chebyshev type 2 low pass filter* dan *elliptic low pass filter* dengan analisa respon filter modulasi BPSK dengan proses pembuatan *software* komputasi matlab.

BAB 3. METODOLOGI PENELITIAN

Menjelaskan tentang metode kajian yang digunakan untuk menyelesaikan skripsi, tempat dan waktu penelitian serta tahap penelitian perancangan simulink matlab.

BAB 4. HASIL DAN PEMBAHASAN

Berisi tentang hasil penelitian dan analisa hasil penelitian mengenai respon filter dari simulasi *chebyshev type 2 low pass filter* dan *elliptic low pass filter* pada teknik modulasi digital BPSK (*Binary Phase Shift Keying*).

BAB 5. KESIMPULAN DAN SARAN

Berisi tentang kesimpulan akhir dan saran agar sistem teknik *filtering* pada perancangan proses modulasi dapat dikembangkan lebih lanjut.

DAFTAR PUSTAKA

BAB 2. TINJAUAN PUSTAKA

Dalam Bab 2 ini akan membahas tentang dasar teori yang digunakan sebagai dasar acuan untuk melaksanakan penelitian tentang chebyshev *type 2 low pass filter* dan *elliptic low pass filter* dengan menggunakan modulasi digital BPSK (*Binary Phase Shift Keying*) dengan menggunakan perangkat lunak matlab GUI (*Graphics User Interface*).

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 (*Additive 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 metode 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 spektrum frekuensi secara acak/random (Wisnoe, 2012).

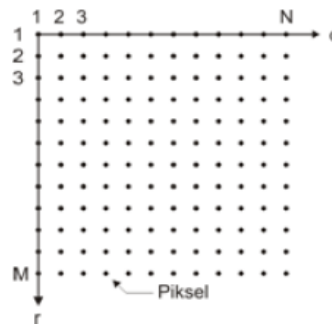
Dari simulasi sederhana yang telah dibuat dapat diperoleh data dimana pengujian kinerja antara butterworth *low pass filter* dengan chebyshev *low pass filter* berkerja pada sistem modulasi digital FSK yang dipengaruhi oleh sinyal noise yang dibangkitkan dari kanal AWGN dan kanal Rayleigh. Dari data yang diperoleh dapat dilihat dari tabel dan diagram yang telah ditunjukkan diatas bahwa, kinerja butterworth *low pass filter* dapat bekerja lebih baik dari kinerja chebyshev *low pass filter*. Dimana butterworth *low pass filter* dapat bekerja

dengan hasil nilai BER yang relatif sedikit dibandingkan dengan nilai BER yang dihasilkan oleh chebyshev *low pass filter* (Widi, 2014).

2.1 Citra Digital

Citra (*image*) adalah gambar pada bidang dua dimensi. Ditinjau dari sudut pandang matematis, citra merupakan fungsi yang kontinu dari intensitas cahaya pada bidang dua dimensi. Sumber cahaya menerangi objek, objek memantulkan kembali sebagian dari berkas cahaya tersebut. Pantulan cahaya ini ditangkap oleh alat-alat optik, misalnya mata pada manusia, kamera, *scanner*, atau yang lain sehingga bayangan objek yang disebut citra tersebut terekam. Dari segi ilmiah, citra adalah gambar 3-dimensi (3D) dari suatu fungsi, biasanya intensitas warna sebagai fungsi *spatial* x dan y . Di komputer, warna dapat dinyatakan, misalnya sebagai angka dalam bentuk skala RGB. Karena citra adalah angka, maka citra dapat diproses secara digital (Mulyawan, Tanpa Tahun).

Citra *digital* sebenarnya bukanlah sebuah data *digital* yang normal, melainkan sebuah representasi dari citra asal yang bersifat analog. Citra *digital* ditampilkan pada layar komputer dengan berbagai macam susunan warna dan tingkat kecerahan. Susunan inilah yang menyebabkan sebuah citra bersifat analog karena susunan warna yang dimiliki dalam sebuah citra mengandung jumlah warna dan tingkat kecerahan yang tidak terbatas. Secara matematis citra *digital* dapat dituliskan sebagai fungsi intensitas $f(x,y)$ dengan harga M (baris) dan N (kolom) merupakan koordinat posisi dan $f(x,y)$ adalah fungsi pada setiap titik (x,y) yang menyatakan besar intensitas citra atau tingkat keabuan atau warna dari piksel di titik tersebut (Darma, 2010). Koordinat suatu piksel pada citra *digital* dapat dilihat pada gambar 2.1. Piksel yang ditunjukkan anak panah berada pada koordinat $(M,4)$.



Gambar 2.1 Koordinat suatu piksel pada citra *digital*
(Sumber: Darma, 2010)

Citra *digital* yang mengandung matriks data berukuran $m \times n \times 3$ yang merepresentasikan warna merah, hijau, dan biru untuk setiap pikselnya disebut citra berwarna (RGB). Setiap warna dasar menggunakan penyimpanan 8 bit = 1 *byte*, yang berarti setiap warna mempunyai gradasi sebanyak 256 warna sehingga total warna yang diperoleh adalah 16 juta warna. Sedangkan setiap piksel dalam citra *grayscale* merepresentasikan nilai intensitas atau derajat keabuan yang diwakili oleh 1 *byte*.

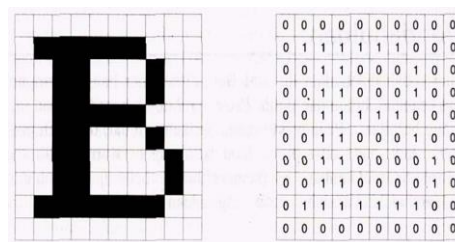
Komputer merupakan alat yang beroperasi dalam sistem *digital* yang menggunakan bit atau *byte* dalam pengukuran datanya, dan yang terpenting dalam sistem *digital* adalah sifatnya yang diskrit, bukan kontinyu. Hal ini berlawanan dengan citra *digital* yang sebenarnya merupakan representasi citra asal yang bersifat kontinyu. Untuk mengubah citra yang bersifat kontinyu diperlukan sebuah cara untuk mengubahnya dalam bentuk *digital*. Komputer menggunakan sistem bilangan biner dalam pemecahan masalah ini. Dengan menggunakan sistem bilangan biner ini, citra dapat diproses dalam komputer dengan sebelumnya mengekstrak informasi citra analog asli dan mengirimnya ke komputer dalam bentuk biner. Proses ini disebut dengan digitalisasi (Hakim,2012).

Menurut Darma (2010), dalam citra *digital* terdapat tiga jenis citra yang sering digunakan, yaitu :

a. Citra Biner (*monochrome*)

Citra biner adalah citra *digital* yang hanya memiliki dua kemungkinan nilai piksel yaitu hitam dan putih. Dimana gradasi warna hitam = 0, dan putih=1. Pada standar citra untuk ditampilkan di layar komputer, nilai biner

ini berhubungan dengan ada tidaknya cahaya yang ditembakkan oleh *electron gun* yang terdapat di dalam monitor komputer. Angka 0 menyatakan tidak ada cahaya, dengan demikian warna yang akan direpresentasikan adalah hitam. Untuk angka 1 terdapat cahaya, sehingga warna yang direpresentasikan adalah putih. Standar tersebut disebut sebagai standar citra cahaya, sedangkan citra tinta atau cat berkebalikan, karena biner tersebut menyatakan ada tidaknya tinta. Gambar 2.2 memperlihatkan contoh dari citra biner.



Gambar 2.2 Contoh citra biner 1 bit
(Sumber : Ferdaria, 2012)

b. Citra *grayscale* (skala keabuan)

Pada citra ini warna tergantung pada jumlah bit yang disediakan oleh memori untuk menampung kebutuhan warna ini. Misalnya 2 bit (2^2) mewakili 4 warna, 3 bit (2^3) mewakili 8 warna, dan seterusnya sampai maksimal 8 bit (2^8) yang mewakili 256 warna. Semakin besar jumlah bit warna yang disediakan memori, maka semakin halus gradasi warna yang terbentuk. Gambar 2.3 memperlihatkan contoh citra *grayscale*.



Gambar 2.3 Contoh citra *grayscale* 4 bit
(Sumber: Darma, 2010)

c. Citra warna (*true color*)

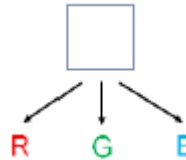
Setiap piksel pada citra warna mewakili warna yang merupakan kombinasi dari tiga warna dasar (RGB = *red*, *green*, *blue*). Setiap warna dasar menggunakan penyimpanan 8 bit = 1 *byte*, yang berarti warna mempunyai gradasi sebanyak 256 warna. Berarti setiap piksel mempunyai

kombinasi warna sebanyak $2^8 \cdot 2^8 \cdot 2^8 = 16$ juta warna lebih. Itulah sebabnya mengapa disebut citra *true colour* karena mempunyai jumlah warna yang cukup besar sehingga bisa dikatakan hampir mencakup semua warna di alam.

Dalam citra warna (*true color*) penyimpanan di dalam memori berbeda dengan penyimpanan pada *grayscale*. Setiap piksel dari citra *grayscale* 256 gradasi warna diwakili oleh 1 *byte*, sedangkan pada 1 piksel citra *true color* diwakili oleh 3 *byte*, dimana masing-masing data *byte* mempresentasikan warna merah (*red*), hijau (*green*), dan biru (*blue*). Gambar 2.4 memperlihatkan contoh citra warna 4 bit dan gambar 2.5 mempresentasikan 3 *byte* citra warna (*true color*).



Gambar 2.4 Contoh citra warna 4 bit
(Sumber: Darma, 2010)



Gambar 2.5 Representasi 3 *byte* citra warna
(Sumber: Darma, 2010)

Contoh dari citra *true color* adalah citra bitmap 24 bit. Citra bitmap sering disebut juga dengan citra raster. Citra bitmap menyimpan data kode citra secara *digital* dan lengkap (cara penyimpanannya adalah per piksel). Citra bitmap dipresentasikan dalam bentuk matriks atau dipetakan dengan menggunakan bilangan biner atau sistem bilangan lain. Citra ini memiliki kelebihan mudah untuk memanipulasi warna, tetapi untuk mengubah objek lebih sulit. Tampilan bitmap mampu menunjukkan gradasi bayangan dan warna dari sebuah gambar. Oleh karena itu bitmap merupakan media elektronik yang paling tepat untuk gambar-gambar dengan perpaduan gradasi warna yang rumit, seperti foto dan lukisan *digital*. Citra bitmap biasanya diperoleh dengan cara *scanner*, kamera *digital*, *video capture*, dan lain-lain.

2.2 Filter

Filter atau yang biasa dikenal dengan istilah tapis dalam konteks elektronika filter diartikan sebagai rangkaian yang melewatkan suatu pita frekuensi tertentu yang diinginkan dan meredam pita frekuensi lainnya. Filter dibagi menjadi dua jenis filter yaitu filter analog dan filter digital. Untuk menghasilkan efek pemfilteran yang diinginkan, filter analog dibuat dengan menggunakan rangkaian elektronika yang terdiri dari komponen-komponen seperti resistor, kapasitor dan *op-amp*, sedangkan filter digital dapat dapat dibuat dalam operasi *software* pada data yang disimpan dalam memori komputer atau dapat diimplementasikan dengan DSP (*Digital Signal Processor*).

Filter digital adalah suatu piranti yang sangat dibutuhkan oleh sistem-sistem elektronika, misalnya saja untuk pengolahan sinyal *audio* dan *image processing*. Filter digital memberikan fleksibilitas dan akurasi yang lebih baik daripada filter analog (Neilcy, 2010).

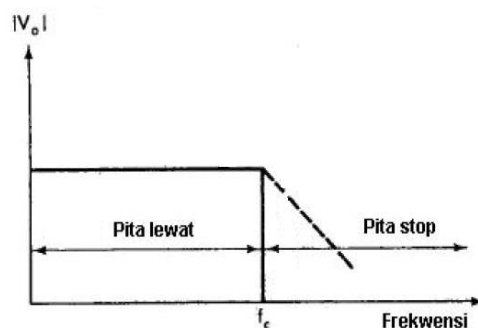
2.2.1 LPF (*Low Pass Filter*)

LPF (*Low Pass Filter*) adalah sebuah rangkaian yang tegangan keluarannya tetap dari dc naik sampai ke suatu frekuensi *cut-off fc*. Bersama naiknya frekuensi di atas *fc*, tegangan keluarannya diperlemah (turun). *Low Pass Filter* adalah jenis filter yang melewatkan frekuensi rendah serta meredam atau menahan frekuensi tinggi. Bentuk respon LPF seperti ditunjukkan gambar 2.6 (Robert, 2004).

Pada saat pengiriman paket data informasi melalui saluran transmisi, terdapat derau/*noise* yang ditambahkan kepada sinyal analog yang dikirimkan sehingga sinyal yang diterima oleh modulator akan tidak sama persis dengan sinyal analog yang dihasilkan oleh modulator. Parameter yang dapat digunakan untuk memperbaiki sinyal analog yang rusak akibat adanya penambahan derau/*noise* pada saluran transmisi diantaranya dengan filter/tapis sinyal yang berfungsi untuk manapis sinyal yang tidak dikehendaki. Sehingga sinyal analog yang dihasilkan setelah dilakukan filtrasi akan sedikit sama dengan sinyal analog dari modulator. Pada proses demodulasi, terdapat filter yang dirancang agar

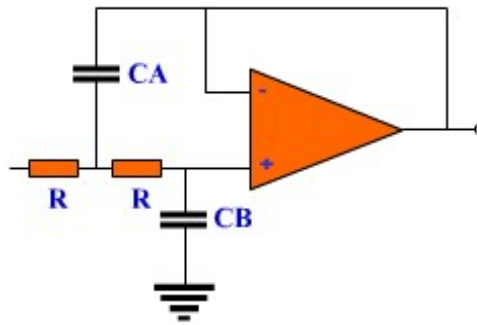
melewatkan suatu pita frekuensi tertentu sekaligus memperlemah semua isyarat di luar pita dan dalam sistem komunikasi radio sangat penting perannya. Adapun fungsi dari filter antara lain :

- Melewatkan frekuensi dalam rentang tertentu (disebut pita lolos atau *passband*), dan meredam sinyal masukan diluar daerah frekuensi pita lolosnya (disebut *stopband*). Daerah *passband* sebuah filter di definisikan sebagai daerah pita frekuensi yang dibatasi oleh penurunan daya -3 dB. Frekuensi dimana terjadi penurunan daya -3 dB (daya turun $\frac{1}{2}$ dari daya maksimumnya) disebut frekuensi “*Cut off*” dengan simbol f_c .
- Memisahkan frekuensi rendah dengan frekuensi tinggi.
- Memisahkan komponen arus searah dengan arus bolak-balik. Pada LPF frekuensi di bawah f_c akan dilewatkan, sedangkan di atasnya akan dilemahkan. Pada Gambar 2.6 ditunjukkan karakteristik frekuensi terhadap amplitudo dari LPF, garis putus-putus menunjukkan contoh bagaimana filter menyimpang dari idealnya.



Gambar 2.6 Bentuk Tanggapan Sinyal *Low Pass Filter*
(Sumber: Wisnoe, 2012)

Untuk mendapatkan kinerja yang optimum sesuai dengan aplikasi tertentu, maka filter dapat dibuat sesuai dengan karakteristik yang dibutuhkan.



Gambar 2.7 Rangkaian *Low Pass Filter*
(Sumber: Auditiakusuma, 2010)

Low pass filter memiliki tegangan *output* konstan dari DC (0Hz), sampai frekuensi *Cut-off* ditentukan, (f_c) titik. Titik frekuensi *cut-off* adalah 0,707 atau -3dB ($\text{dB} = -20 \log V_{\text{out}} / V_{\text{in}}$) dari gain tegangan diizinkan untuk lolos. Rentang frekuensi "di bawah" ini f_c *cut-off* point umumnya dikenal sebagai *Band Pass* sebagai sinyal *input* diperbolehkan untuk melewati filter. Rentang frekuensi "di atas" titik *cut-off* umumnya dikenal sebagai *band stop* sebagai sinyal *input* diblokir atau dihentikan dari melewati.

Filter dapat dibuat dengan menggunakan sebuah resistor tunggal di seri dengan *kapasitor non-terpolarisasi* tunggal (atau komponen reaktif tunggal) di sebuah sinyal input V_{in} , sementara output sinyal V_{out} diambil dari seluruh kapasitor. Frekuensi *cut-off* atau -3dB. Dapat ditemukan dengan menggunakan rumus, $f_c = 1 / (2\pi RC)$, Sudut fase dari sinyal output pada f_c dan -45° untuk *low pass filter*.

Singkatnya *low pass filter* adalah sebuah rangkaian yang tegangan keluarannya tetap dari DC naik sampai ke suatu frekuensi *cut-off* f_c . Bersama naiknya frekuensi di atas f_c , tegangan keluarannya diperlemah (turun). *low pass filter* adalah jenis filter yang melewatkan frekuensi rendah serta meredam atau menahan frekuensi tinggi.

2.2.2 Filter Chebyshev Type 2

Filter chebyshev type 2 adalah filter yang dibangun berdasarkan polinomial chebyshev. Filter chebyshev type 2 dapat dianalisa dengan bantuan respon frekuensi filter tersebut. Pada respon frekuensi filter chebyshev type 2 terlihat bahwa riak frekuensi (*frequency ripple*) terjadi pada pita penghalang (*Stop band*).

Selain itu, semakin tinggi orde filter, semakin sempit pita transisi (*transisi band*). Selanjutnya semakin tinggi orde filter, semakin luas pula pita pelolos (*pass band*). Namun semakin tinggi orde filter, semakin banyak riak (*ripple*) yang terjadi. Magnitudo riak bergantung pada persentase riak (*ripple*) terhadap pita pelolos. Persentase tersebut dinyatakan dalam koefisien riak (*ripple*) yang dilambangkan dengan ϵ .

Respons magnitude filter chebyshev type 2 disebut juga respons invers chebyshev, dapat ditunjukkan:

$$|H_n(\omega')|^2 = \frac{1}{1 + \epsilon^2 \left[\frac{T_N(\omega'_s/\omega'_p)}{T_N(\omega'_s/\omega'_p)} \right]^2} \dots \dots \dots (2.1)$$

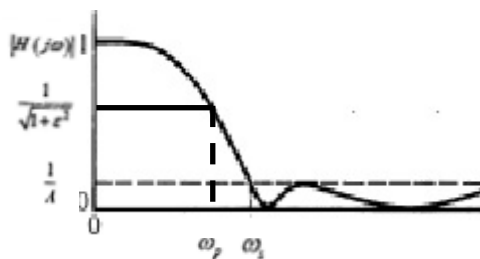
Dimana,

$|H_n(\omega')|^2$ = Respon magnitude filter chebyshev type 2

$T_N(\omega')$ = Polinomial chebyshev orde- n

ω'_s = Frekuensi sudut *stopband*

ω'_p = Frekuensi sudut *passband*



Gambar 2.8 Frekuensi Respon Chebyshev Type 2 Filter
(Sumber: Dadang, 2012)

2.2.3 Filter Elliptic

Filter elliptic merupakan perkembangan dari filter chebyshev. Ciri utama dari filter ini terdapat riak pada kedua pita lolos maupun pita henti. Dinamakan tapis elliptic karena menggunakan fungsi elliptic yang biasanya digunakan untuk menghitung lokasi *zero* dan *pole*. Kadang-kadang filter elliptic ini disebut juga dengan filter Cauer atau filter rasional chebyshev. Bila dibandingkan dengan butterworth atau chebyshev, filter elliptic ini membutuhkan orde yang lebih kecil dengan spesifikasi yang sama.

Equiripple di *passband* atau *stopband* memberikan penguatan kinerja (N kecil untuk spesifikasi tetap). Besaran kuadrat respon frekuensi terhadap normalisasi order n elliptic *low pass filter* didefinisikan sebagai berikut:

$$|H_n(\omega')|^2 = \frac{1}{1 + \varepsilon^2 R_n^2(\omega'/\omega_p)} \dots \dots \dots (2.2)$$

Dimana,

$|H_n(\omega')|^2$ = Respon magnitudo

$R_n(\omega')$ = Fungsi rasional chebyshev orde ke- n yang memenuhi persamaan $R_N(1/\omega') = 1/R_N(\omega')$

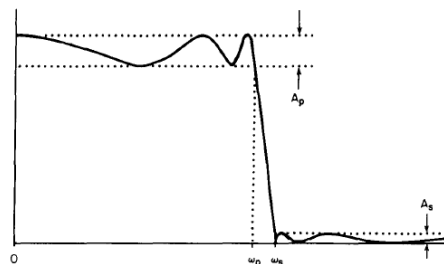
Penentuan fungsi transfer untuk filter elips membutuhkan spesifikasi order filter n berdasarkan empat parameter berikut:

A_p = *passband* maksimum (dB)

A_s = *stopband* minimum (dB)

ω_p = frekuensi *cut-off passband*

ω_s = frekuensi *cut-off stopband*



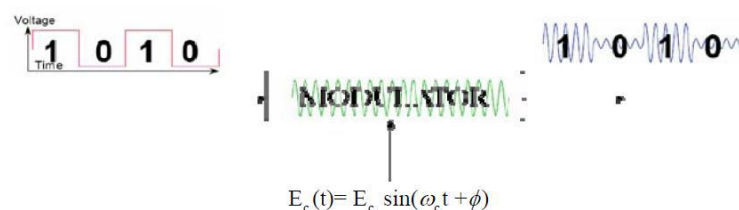
Gambar 2.9 Frekuensi Respon Berdasarkan Parameter Spesifikasi Elliptic Filter
(Sumber: Dadang, 2012)

2.3 Konsep Modulasi Digital

Modulasi adalah proses penumpangan informasi pada gelombang radio bagaimana membawa informasi yang telah di ubah dalam bentuk listrik kedalam gelombang radio, atau cara menjalin informasi yang telah berbentuk listrik ke dalam gelombang radio (Suhana, 1994).

Modulasi merupakan proses penumpangan informasi yang terkandung dalam sebuah rentang frekuensi pada sebuah frekuensi pembawa. Modulasi digunakan untuk mengatasi karakter sinyal yang tidak sesuai dengan media (*channel*) yang digunakan. Tanpa proses modulasi, informasi tidak paktis dikirim melalui media udara.

Konsep modulasi digital yaitu dalam pengiriman sinyal baseband berupa data biner yang tidak dapat secara langsung ditransmisikan ke kanal sistem radio, harus diubah terlebih dahulu menjadi sinyal *bandpass*. Maka diperlukan sistem modulasi untuk merubah sinyal tersebut (Wisnoe, 2012).



Gambar 2.10 Blok Diagram Modulasi
(Sumber: Wisnoe, 2012)

2.3.1 BPSK (*Binary Phase Shift Keying*)

Dalam BPSK (*Binary Phase Shift Keying*), dua keluaran fase yang mungkin akan keluar dan membawa informasi (“*binary*” dimaksudkan disini “2”). Satu fase keluaran (0° misalnya) mewakili suatu 1 dan yang lainnya (misalnya 180°) *logic* 0. Sesuai dengan perubahan keadaan sinyal masukan digital, fase pada keluaran *carrier* bergeser diantara dua sudut yang keduanya terpisah 180° (180° *out of phase*). Nama lain untuk BPSK adalah PRK (*Phase Reversal Keying*) dan *biphase modulation*.

Masukan Biner	Fasa keluaran
Logika 0	180°
Logika 1	0°

Tabel 2.1 Tabel Kebenaran BPSK
(Sumber: Wike, Tanpa Tahun)

Bentuk umum persamaan BPSK adalah sebagai berikut:

$$S_n(t) = A \sin (2\pi fct + \pi (1 - n)) ; n = 0,1, \dots, M - 1 \dots\dots\dots(2.3)$$

Dimana:

A = Amplitudo (V)

f_c = Frekuensi *carrier* (Hz)

M = Jumlah sandi yang tersusun dari n bit. (BPSK, $M=2$)

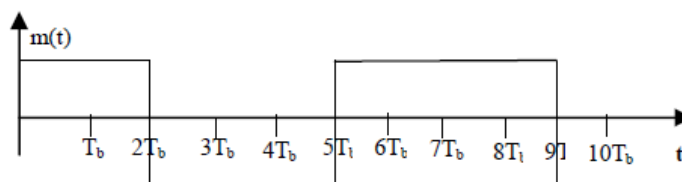
Dari persamaan diatas, jika *input* biner adalah *logic* 1 maka persamaan BPSK adalah:

$$S_1(t) = A \sin (2\pi fct + 0^{\circ})\dots\dots\dots(2.4)$$

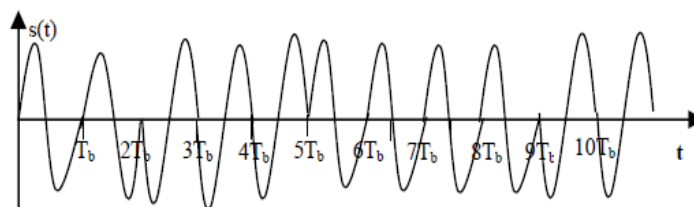
Jika *input* biner adalah *logic* 0, maka persamaan BPSK adalah:

$$S_0(t) = A \sin (2\pi fct + 180^{\circ})\dots\dots\dots(2.5)$$

Dari persamaan tersebut dapat dilihat bahwa sinyaltermodulasi BPSK akan menghasilkan dua fasa yaitu 0° dan 180° .Sinyal termodulasi BPSK dapat dilihat pada gambar 2.11 dibawah ini.



Sinyal Infomasi



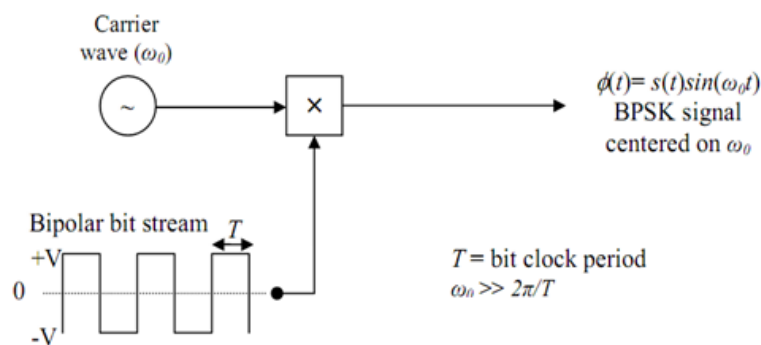
Sinyal Termodulasi

Gambar 2.11 Fasa *Output* Sebagai Fungsi Waktu pada Sistem BPSK
(Sumber: Lena, 2013)

Pada Gambar 2.11 diatas dapat dilihat bahwa sinyal termulasi berbeda fasa 180° pada saat terjadi transisi dari logic 1 ke 0 maupun sebaliknya pada sinyal informasi.

2.3.2 Modulator BPSK

Proses modulasi BPSK dapat dilihat pada gambar dibawah ini, dimana gelombang sinusoidal (*carrier*) dengan frekuensi dikalikan dengan aliran bit input yang mempunyai periode T dan mempunyai dua nilai tegangan ($+V$ yang mewakili nilai bit "1" dan $-V$ mewakili nilai bit "0"), *carrier* akan berubah *phase* sesuai dengan perubahan bit. Sistem ini memberikan kemungkinan *probability of error* yang rendah.



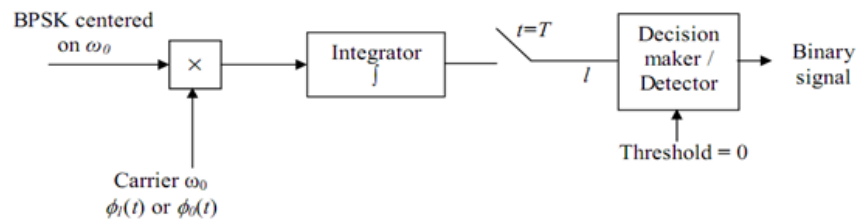
Gambar 2.12 Modulator BPSK
(Sumber: Lena, 2013)

Encoding informasi biner pada *high frequency carrier* dapat menghasilkan beberapa tujuan. Tergantung pada pemilihan frekuensi *carrier* f_c , sinyal $s(t)$ dapat diradiasikan secara akustik atau secara listrik. Dengan memilih frekuensi *carrier* yang berbeda untuk setiap sinyal, *multiple data streams* dapat menggunakan media fisik yang sama tanpa mempengaruhi satu dengan lainnya.

2.3.3 Demodulator Sinyal BPSK

Agar sinyal hasil modulasi dapat diterjemahkan ke bentuk *base-band*, maka demodulator membutuhkan *local synchronized carrier* yang mempunyai nilai $\phi_1(t)$ atau $\phi_0(t)$, dapat dilihat pada gambar dibawah ini. Untuk penentuan nilai

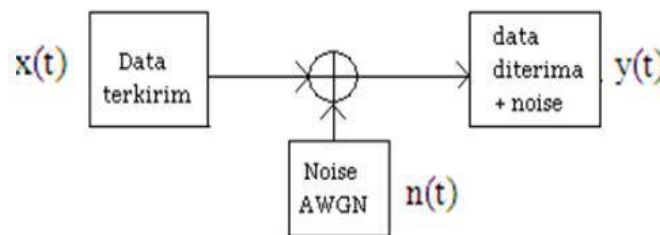
bit diberikan sebagai berikut: jika output integrator “I”, adalah positif ($I > 0$), maka dihasilkan ‘1’. Jika “I” negatif maka dihasilkan biner ‘0’.



Gambar 2.13 Demodulator BPSK
(Sumber: Lena, 2013)

2.4 Kanal AWGN

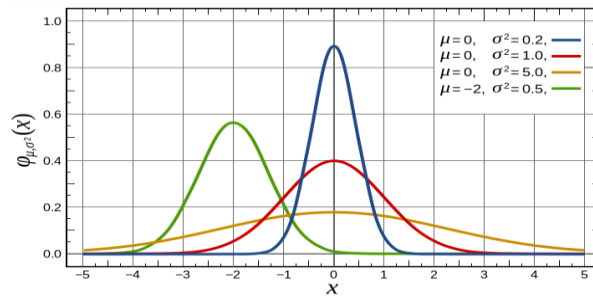
Model kanal *noise* yang paling umum dikenal adalah kanal AWGN (*Additive White Gaussian Noise*). AWGN (*Additive White Gaussian Noise*) merupakan gangguan sinyal yang bersifat aditif terhadap sinyal transmisi. *White Noise* ini merupakan proses *stochastic* yang terjadi pada kanal dengan rapat daya yang spectrum *noise* merata dengan varians disepanjang frekuensi. Oleh karena itu, noise ini dapat dimodelkan dengan distribusi acak *Gaussian* dengan *mean* (μ) sama dengan nol, standar deviasi (σ) sama dengan 1 dan *power spectral density* (PSD) sebesar $N_0/2$. Model kanal AWGN dapat ditulis dengan:



Gambar 2.14 Operasi Kanal AWGN
(Sumber: Kusuma, 2010)

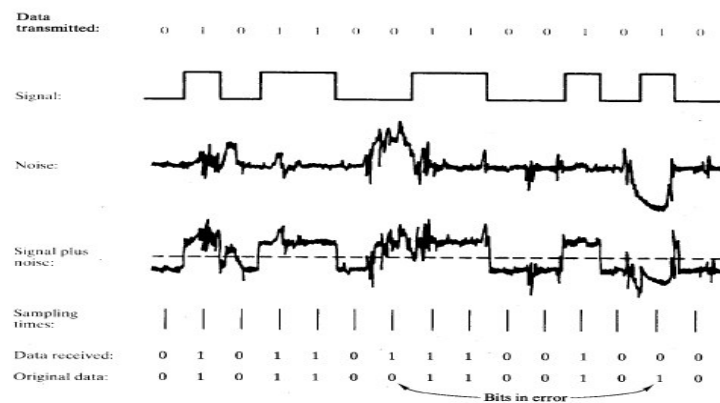
Derau merupakan sinyal yang berasal dari luar rangkaian yang dikaji. Khususnya derau dialihkan ketitik logika atau ke saluran antar hubungan oleh kopling kapasitif atau induktif yang tidak diinginkan (Sofyan, 1987). Secara fisik proses *additive noise* berasal dari komponen elektronik dan beberapa penguat (*amplifier*) dari *receiver* pada suatu sistem komunikasi. Jika *noise* tersebut disebabkan oleh komponen elektronik dan *amplifier* dari *receiver*, maka

dikarakteristikan sebagai *thermal noise* (*noise* yang disebabkan oleh suhu dari rangkaian itu sendiri).



Gambar 2.15 Distribusi AWGN
(Sumber: Indra, 2010)

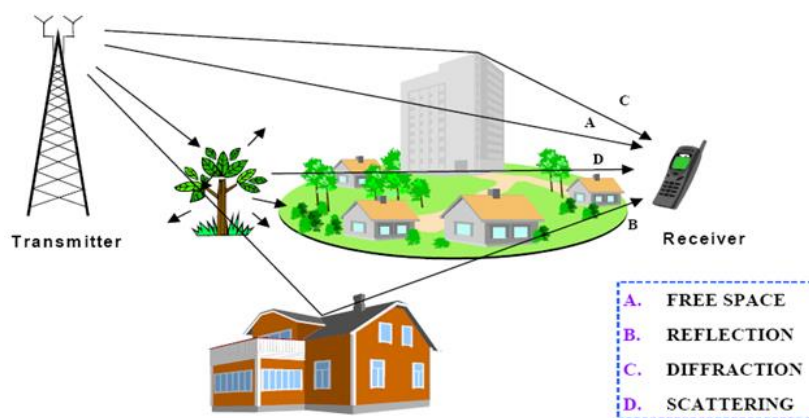
Derau atau *noise* merupakan sinyal gangguan yang dapat merusak atau mengurangi kualitas sinyal aslinya. Derau atau sinyal gangguan ini merupakan sinyal yang biasa terdapat pada sinyal yang akan ditransmisikan. Sehingga diperlukannya rangkaian filter untuk mengurangi pengaruh adanya sinyal gangguan atau derau yang terdapat pada sinyal aslinya.



Gambar 2.16 Noise Terhadap Sinyal Digital
(Sumber: Kusuma, 2010)

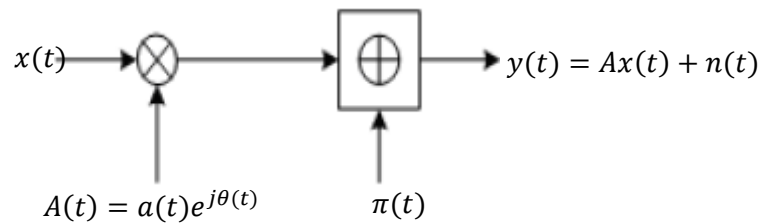
2.5 Kanal Rayleigh

Sistem transmisi suatu sinyal informasi tentunya banyak mengalami kendala yang bermacam-macam jenisnya yang mengakibatkan kuat sinyal penerima menjadi bervariasi. Distribusi *Rayleigh* atau *Rayleigh fading* terjadi karena rendahnya antena *receiver* dan adanya struktur bangunan yang mengelilingi *receiver*, menyebabkan fluktuasi yang cepat pada penjumlahan sinyal-sinyal multipath menurut distribusi statistik. *Multipath* merupakan jalur propagasi yang berbeda-beda, yang dilalui sinyal antara pengirim dan penerima, yang disebabkan karena pantulan oleh halangan-halangan dan benda-benda yang ada sepanjang propagasi.



Gambar 2.17 Lingkungan Kanal *Multipath*
(Sumber: Simatupang, 2011)

Perbedaan jalur propagasi menimbulkan komponen *multipath* dari sinyal yang dipancarkan tiba pada penerima melalui jalur propagasi yang berbeda dan pada waktu yang berbeda pula. Perbedaan waktu tiba pada penerima tersebut menyebabkan sinyal yang diterima mengalami interferensi, yang akan menimbulkan fenomena fluktuasi amplitudo dan fasa sinyal yang diterima, dan menimbulkan fenomena mendasar yang disebut fading. Namun berdasarkan penelitian, *fading* tersebut dapat diperkirakan secara statistik, berupa perubahan nilai secara acak dengan distribusi tertentu. Salah satu distribusi yang digunakan adalah distribusi Rayleigh. Distribusi Rayleigh merupakan salah satu distribusi yang dapat dijadikan sebagai model *multipath fading*, sehingga *fading* yang dimodelkan dengan distribusi Rayleigh ini sering disebut *Rayleigh fading*.



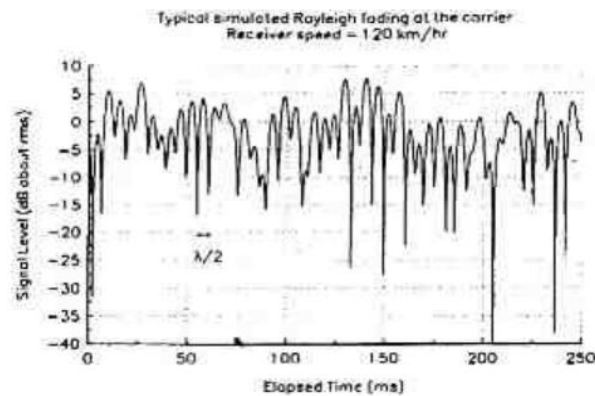
Gambar 2.18 Pemodelan Kanal Rayleigh
(Sumber: Dian, 2012)

Ada tiga mekanisme dasar yang terjadi pada propagasi sinyal dalam komunikasi bergerak, yaitu :

1. Refleksi, terjadi ketika gelombang elektromagnet yang merambat mengenai permukaan halus dengan dimensi besar dibandingkan dengan panjang gelombang sinyal.
2. Difraksi, terjadi ketika lintasan radio terhalang oleh objek padat yang lebih besar dari pada panjang gelombang sinyal. Biasa disebut juga dengan shadowing.
3. Hamburan, terjadi ketika gelombang yang merambat mengenai permukaan kasar dengan dimensi yang lebih besar dibandingkan dengan panjang gelombang sinyal atau mengenai permukaan yang berdimensi kecil.

Pada fading Rayleigh, setiba sinyal yang melalui jalur yang berbeda-beda tersebut, memberikan sejumlah energi yang sama terhadap sinyal gabungan yang ada pada penerima. Sinyal yang dipengaruhi fading Rayleigh yang sampai pada penerima dapat dipresentasikan dengan persamaan

Pada kanal komunikasi bergerak, distribusi Rayleigh biasa digunakan untuk menjelaskan perubahan waktu dari selubung sinyal fading datar (*flat fading*) yang diterima, atau selubung dari satu komponen *multipath*. Telah diketahui bahwa selubung dari jumlah antara dua sinyal derau gaussian membentuk distribusi *Rayleigh*.



Gambar 2.19 Selubung Rayleigh Fading
(Sumber: Elektronika Indonesia, 1998)

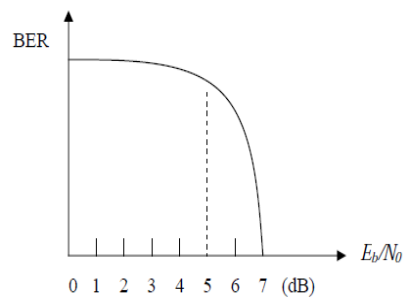
Pada simulasi untuk menggambarkan gangguan sinyal transmisi yang diakibatkan oleh sinyal yang melewati banyak lintasan karena terjadi pemantulan dan pembiasan akibat gedung-gedung, bukit dan halangan lainnya yang berada diantara pengirim dan penerima yaitu simulasi *blocksed multipath Rayleigh fading* yang menggambarkan kanal *multipath fading*.

2.6 BER (*Bit Error Rate*)

Pada transmisi digital, jumlah kesalahan bit adalah jumlah bit yang diterima dari aliran data melalui saluran komunikasi yang telah berubah karena *noise*, gangguan distorsi, atau kesalahan bit sinkronisasi. Kesalahan *bit rate* atau rasio kesalahan bit (BER) adalah jumlah kesalahan bit dibagi dengan jumlah bit yang ditransfer selama interval waktu tertentu (Wisnu, 2010).

Sebagai contoh, diasumsikan urutan bit ditransmisikan 0 1 1 0 0 0 1 0 1 1 dan setelah menerima urutan bit adalah 0 0 1 0 1 0 1 0 01. Jumlah kesalahan bit (bit yang digaris bawah) dalam hal ini 3. BER adalah 3 bit salah dibagi 10 bit yang ditransfer, menghasilkan BER 0,3 atau 30%. Dalam persamaan matematis BER dapat di rumuskan sebagai berikut :

$$BER = \frac{\text{Jumlah bit salah}}{\text{jumlah total bit}} \dots\dots\dots(2.6)$$



Gambar 2.20 Grafik Hubungan antara BER terhadap E_b/N_0
(Sumber: Wisnu, 2010)

Dari gambar 2.20 dapat dijelaskan bahwa semakin besar nilai yang diberikan kedalam sinyal bandpass saat proses pengiriman sinyal informasi melalui kanal, maka jumlah BER yang diterima akan semakin kecil (Wisnu, 2010).

2.7 MATLAB

2.7.1 Pengertian MATLAB

MATLAB (*Matrix Laboratory*) merupakan salah satu bahasa pemrograman yang dikembangkan oleh MathWorks (Erick P & Yessica Nataliani, 2007:1-2). Matlab adalah sebuah bahasa pemrograman dengan unjuk kerja tinggi (*high-performance*) untuk komputasi teknis, yang mengintegrasikan komputasi, visualisasi, dan pemrograman di dalam lingkungan yang mudah penggunaannya dalam memecahkan persoalan dengan solusinya yang dinyatakan dengan notasi matematik (Erick P & Yessica Nataliani, 2007:1-2). Awalnya merupakan *interface* untuk koleksi rutin-rutin numeric LINEPACK dan EISPACK yang menggunakan FORTRAN. Sekarang menjadi produk komersial MathWorks Inc. yang menggunakan C++.

Salah satu yang cukup menarik dari Matlab adalah kemudahan dan kejelasannya dalam memahami contoh dan *demo* serta *help* yang ada pada Matlab. Matlab dapat berlaku seperti bahasa pemrograman C ataupun pascal yang mempunyai struktur control program. Pemrograman dengan Matlab memerlukan lebih dari satu baris dan dimungkinkan untuk didokumentasikan dalam *m-file*, kontrol program ini digunakan untuk memperbaiki tampilan yang diinginkan.

Ada beberapa macam kebutuhan yang sering digunakan pada Matlab diantaranya:

- 1) Matematika dan komputasi
- 2) Pengembangan dan algoritma
- 3) Pemrograman *modeling*, simulasi dan pembuatan *prototype*.
- 4) Analisa data, eksplorasi dan visualisasi
- 5) Analisa numerik dan statistik
- 6) Pengembangan aplikasi teknik

2.7.2 Sekilas Sistem Program MATLAB

Sistem MATLAB terdiri dari 5 bagian utama, yaitu:

1. Bahasa (pemrograman) MATLAB

Bagian ini adalah bahasa (pemrograman) tingkat tinggi yang menggunakan matriks/*array* dengan pernyataan aliran kendali program, struktur data, masukan/keluaran, dan fitur-fitur pemrograman berorientasi objek.

2. Lingkungan kerja MATLAB

Bagian ini adalah sekumpulan *tools* dan fasilitas MATLAB yang digunakan oleh pengguna atau pemrogram. Fasilitas yang dimaksudkan misalkan untuk mengelola variabel di dalam ruang kerja (*workspace*) dan melakukan impor dan ekspor data.

2. Penanganan Grafik

Bagian ini adalah sistem grafik MATLAB, termasuk perintah-perintah (program) tingkat tinggi untuk visualisasi data dimensi 2 dan dimensi 3, pengolahan citra, animasi, dan representasi grafik.

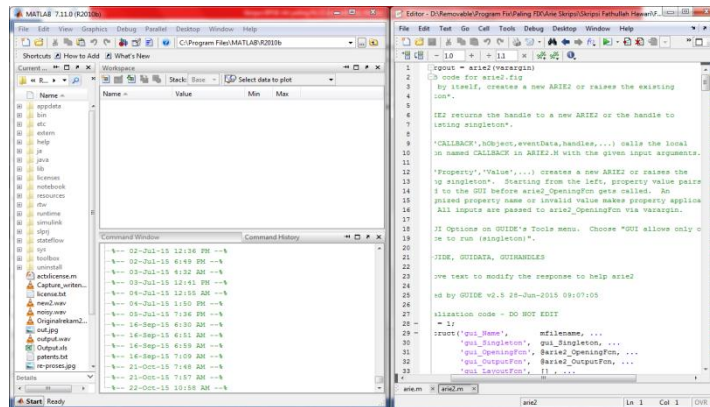
3. Pustaka (*library*) fungsi matematis MATLAB

Bagian ini adalah koleksi algoritma komputasi mulai dari fungsi dasar seperti menjumlahkan (*sum*), menentukan nilai sinus (*sine*), kosinus (*cosine*), dan aritmatika bilangan kompleks.

4. API (*Application Program Interface*)

Bagian ini adalah pustaka (*library*) untuk menuliskan program dalam bahasa C dan Fortran yang berinteraksi dengan MATLAB, termasuk fasilitas untuk memanggil rutin program dari MATLAB (*dynamic linking*),

memanggil MATLAB sebagai mesin komputasi (*computational engine*), dan untuk pembacaan serta penulisan MAT-files. (Auditiakusuma,2011)



Gambar 2.21 Tampilan Software Matlab 7.11.10 R2010b (Auditiakusuma,2011)

BAB 3. METODOLOGI PENELITIAN

Dalam penelitian ini secara keseluruhan menggunakan metode *action research*. Metode ini dipilih karena pada tahap pertama akan dilakukan kajian (*research*) terhadap teknik *filtering* dan teknik transmisi melalui studi literatur dari referensi yang ada. Hasil kajian ini merumuskan satu model rancangan sistem simulasi transmisi terhadap kinerja filter menggunakan metode chebyshev *type 2 low pass filter* dan elliptic *low pass filter* pada modulasi digital BPSK (*Binary Phase Shift Keying*).

Dalam bab ini dijelaskan beberapa hal pokok yaitu studi pustaka dan lapangan yang digunakan, parameter atau obyek penelitian, cara pengamatan variabel atau parameter, tempat dan waktu penelitian, langkah-langkah dalam pengumpulan data dan manajemen penelitian di lapangan, pengolahan data serta analisis data yang dipakai. Semuanya dijelaskan secara cermat dan jelas. Adapun uraian dari metode penelitian studi analisis ini sebagai berikut:

3.1 Studi Pustaka

Studi Pustaka di eksperimen awal untuk mempelajari:

1. Teknik *filtering* pada *file image*

Studi tentang teknik *filtering* pada *file image* dimaksudkan untuk mengetahui kinerja filter menggunakan metode chebyshev *type 2 low pass filter* dan elliptic *low pass filter*.

2. Teknik transmisi *file* pada teknik *filtering*

Studi tentang teknik tranmisi *file image* dimaksudkan untuk mempelajari tentang modulasi yang digunakan yaitu modulasi digital BPSK (*Binary Phase Shift Keying*), BER (*Bit Error Rate*).

3.2 Tempat dan Waktu Penelitian

3.2.1 Tempat Penelitian

Penelitian ini dilaksanakan di Laboratorium Fakultas Teknik, Universitas Jember, JL. Kalimantan 37 Kampus Tegal Boto, Jember 159 setelah pelaksanaan seminar proposal.

3.2.2 Waktu Penelitian

Waktu Penelitian dilaksanakan selama 6 bulan. Pada bulan Februari 2015 sampai dengan bulan Juli 2015.

3.3 Tahapan Penelitian

Dalam pembuatan skripsi dan penelitian ini, dibuat langkah-langkah atau tahapan penelitian sebagai berikut :

a. Tahap Persiapan Penelitian

Persiapan penelitian meliputi penjabaran maksud dan tujuan penelitian, penyiapan metodologi penelitian, *check list* kebutuhan pelaksanaan penelitian, kajian awal hasil studi keputusan dan perencanaan terkait.

b. Studi Literatur terhadap Objek Penelitian

Dalam tahap ini menggali materi dan mencari informasi dari berbagai sumber baik jurnal maupun artikel lokal dan internasional yang menunjang penelitian ini. Kemudian literatur tersebut digunakan sebagai rujukan untuk menentukan hipotesis awal penelitian. Adapun bahan pustaka yang dibutuhkan antara lain adalah tentang segala sesuatu yang mendukung perancangan sistem simulasi filter, teknik filter dengan menggunakan metode *chebyshev type 2 low pass filter* dan *elliptic low pass filter*, sistem transmisi dengan modulasi digital BPSK, dan lain-lain.

c. Pemodelan dan Perancangan Sistem

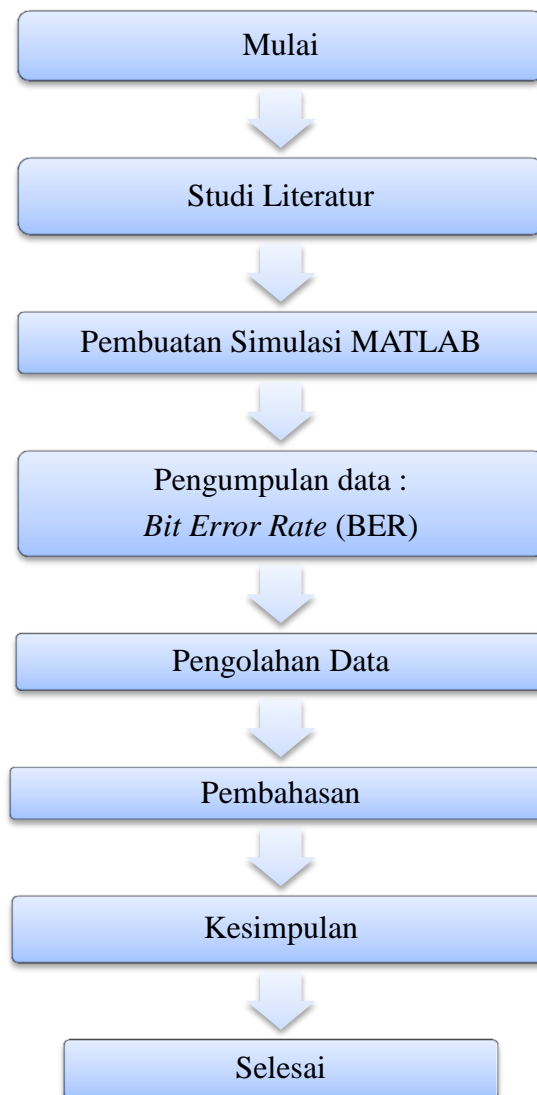
Pemodelan sistem ini dilakukan secara simulasi dengan menggunakan *software* MATLAB sehingga diperoleh diagram blok sistem yang mampu mensimulasikan teknik filtering pada *file image* menggunakan metode

chebyshev *type 2 low pass filter* dan *elliptic low pass filter* melalui modulasi digital BPSK.

d. Tahap Analisis

Merupakan kajian data yang berupa analisis kinerja *chebyshev type 2 low pass filter* dan *elliptic low pass filter* dengan menggunakan teknik modulasi BPSK guna mengetahui kinerja filter yang memiliki kinerja terbaik dalam teknik *filtering*.

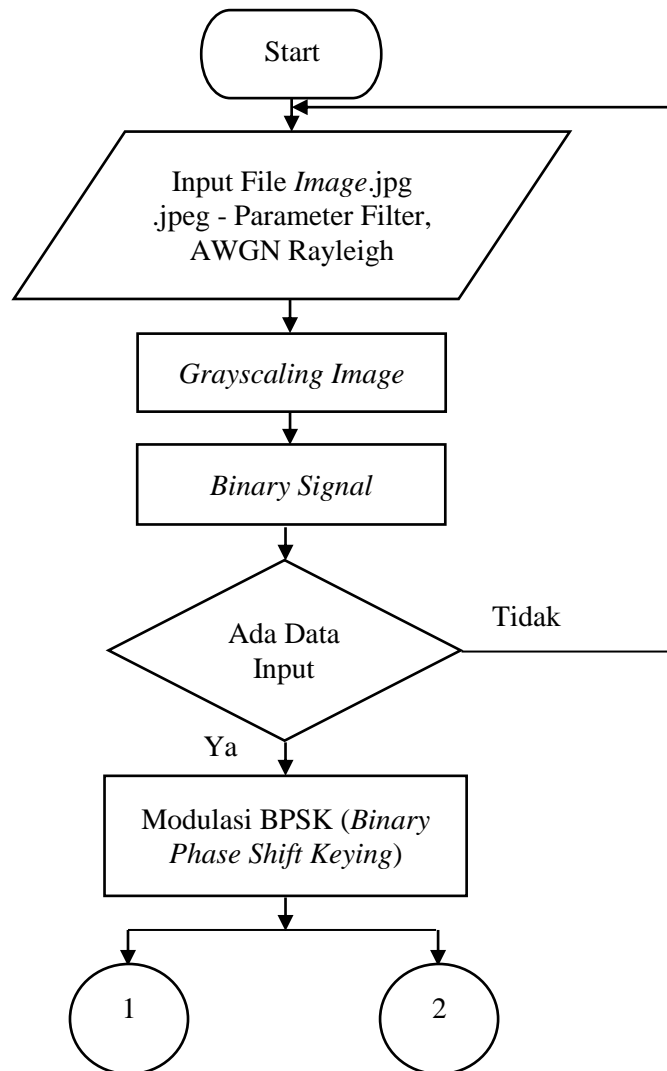
3.4 Prosedur Penelitian



Gambar 3.1 Blok Diagram Penelitian

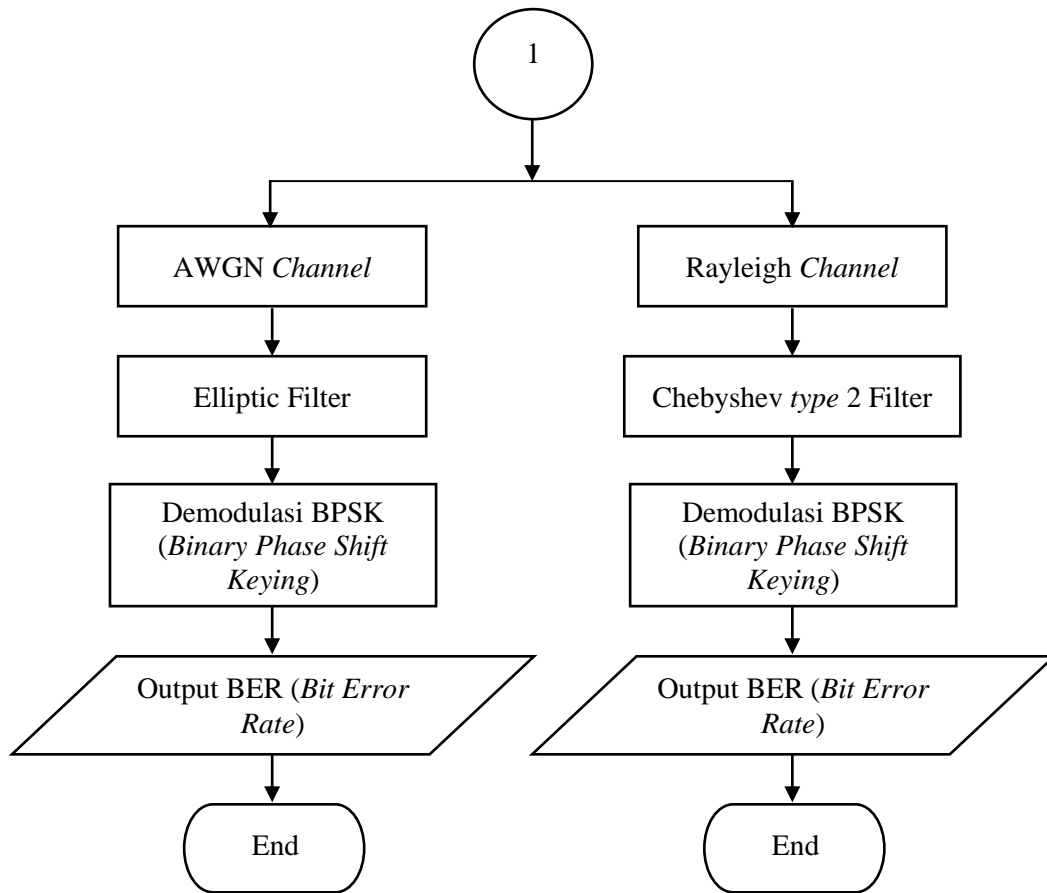
3.5 Flowchart Simulasi

3.5.1 Flowchart Sistem Simulasi



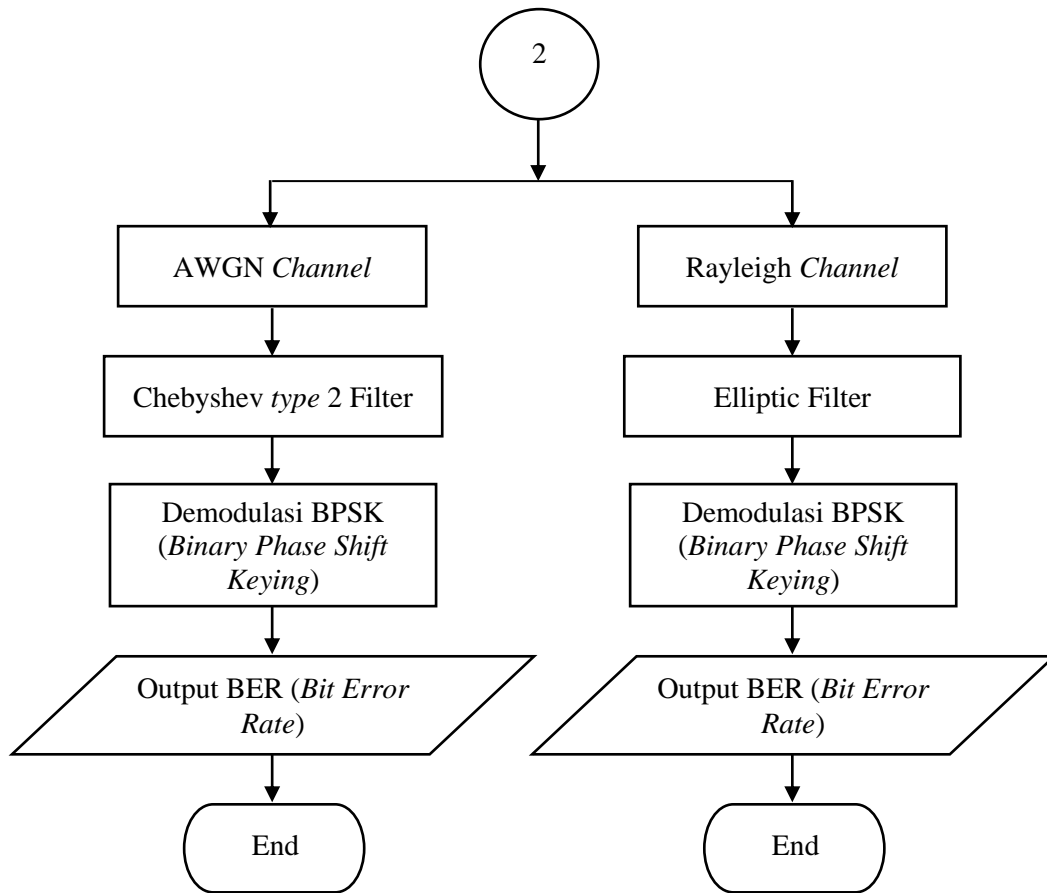
Gambar 3.2 Flowchart Sistem Simulasi

3.5.2 Flowchart Simulasi 1



Gambar 3.3 Flowchart Simulasi Skenario Penelitian 1

3.5.3 Flowchart Simulasi 2



Gambar 3.4 Flowchart Simulasi Skenario Penelitian 2

Keterangan Flowchart Sistem Simulasi

Mengacu pada konsep, rumusan masalah dan batasan yang telah ditentukan, maka penyusunan *flowchart* sistem simulasi dapat digambarkan seperti gambar 3.1.

Pada gambar *flowchart* tersebut dapat dijelaskan bahwa program dimulai dengan data *input* gambar dan besar nilai parameter-parameter yang digunakan dalam simulasi. Dalam tahap ini program akan membaca dan menyimpan data *input* dan data gambar sebagai acuan parameter jalannya program data gambar yang disimpan juga berfungsi sebagai data yang akan dapat diproses dalam tahap *re-proses*. Jika data yang dimasukkan tidak memenuhi batas ukuran kanal *noise* dan frekuensi yang digunakan dalam proses modulasi tidak sesuai dengan ketentuan, maka program tidak akan meneruskan jalannya program, jika data yang dimasukkan tidak sesuai maka program akan mengembalikan data pada proses masukkan utama. Sehingga respon sinyal dan hasil simulasi transmisi tidak ditampilkan.

Jika data yang dimasukkan dalam program sudah memenuhi ketentuan batas yang telah ditentukan, maka program akan memproses secara lanjut yaitu memproses data sinyal masukkan kedalam proses modulasi, mencampurkan sinyal *noise*, proses filter dan proses modulasi secara bertahap. Dari proses simulasi tersebut akan didapat nilai BER dari perbandingan sinyal *input* dan *output* dari proses modulasi dan pengaruh sinyal *noise* pada sinyal informasi. Dari hasil tersebut maka akan didapat data BER (*Bit Error Rate*) yang dapat dijadikan parameter ukur performansi kinerja filter yang diuji.

3.5.4 Coding Program Simulasi

Dalam proses penelitian ini digunakan program simulasi yang digunakan untuk membuat program dalam GUI (*Graphic User Interface*). Program tersebut antara lain :

1. Inisialisasi Data

Pada proses inisialisasi data digunakan beberapa rangkaian *coding* yang berfungsi sebagai fungsi *input* data yang akan diuji. Dalam proses ini data uji digunakan data *input* dengan karakter .jpg atau .jpeg yang dimasukkan dalam *coding* Matlab. *Coding* yang digunakan dalam merancang inisialisasi data gambar pada simulasi uji adalah :

```
axes(handles.axes1);
[FileName,PathName,FilterIndex] = uigetfile({'*.jpg'; '*.jpeg'});
str_alamat = strcat(PathName,FileName);
rgb = imread(str_alamat);
imshow(rgb);
grid
on;
```

2. Image Processing

Dalam proses ini merupakan proses memperkecil data gambar agar dapat dengan mudah dijadikan dalam bentuk data biner. Pada proses ini gambar diperkecil sampai 0.01 yang diproses dengan merubah gambar dengan karakter RGB (*Red, Green, Blue*) menjadi *grayscale* dalam konsep merubah gambar menjadi data digital pada rentang nilai keabuan 0-255. *Coding* yang digunakan dalam *sampling* data gambar ini ditunjukkan sebagai berikut :

```
rgb = imresize(rgb, 0.01);
gray = rgb2gray(rgb);
biner = im2bw(gray ,
graythresh(gray));
```

3. ADC (*Analog to Digital Converter*)

Pada proses ini merupakan proses merubah sinyal analog pada gambar menjadi data sinyal digital yang dapat disebut sebagai ADC (*Analog to Digital Converter*). Dalam proses ini memanfaatkan sinyal *sampling* yang telah dilakukan sebelumnya kemudian diolah menjadi data sinyal digital melalui proses kuantisasi

dan *coding*. Proses ADC (*Analog to Digital Converter*) yang digunakan dalam penelitian ini adalah dengan menggunakan *coding* Matlab yang diterapkan dalam sistem GUI (*Graphic User Interface*). *Coding* tersebut dapat ditampilkan sebagai berikut :

```

imshow(biner);
bp=.000001;
tinggi = length(biner(1,:));
lebar = length(biner(:,1));
data_biner = 1 : 1 : length( tinggi * lebar );
time = 1 : 1 : length( tinggi * lebar );
count = 1 ;
for i = 1 : 1 : tinggi
for j = 1 : 1 : lebar
if biner(j,i) == 1
            data_biner(count) = 1 ;
else
            data_biner(count) = 0 ;
end
        count = count + 1 ;
end
end

%Menampilkan signal kotak
bit=[];
for n=1:1:length(data_biner)
if data_biner(n)==1;
        se=ones(1,100);
else data_biner(n)==0;
        se=zeros(1,100);
end
        bit=[bit se];
end
t1=bp/100:bp/100:100*length(data_biner)*(bp/100);
axes(handles.axes3);
plot(t1,bit,'lineWidth',2.5);grid on;
axis([ 0 bp*length(data_biner) - .5 1.5]);

```

(Sumber: Salim Reza, 2013)

4. Modulasi BPSK (*Binary Phase Shift Keying*)

Pada proses ini menjelaskan tentang modulasi dengan teknik modulasi BPSK (*Binary Phase Shift Keying*) sesuai dengan konsep penelitian yang akan dilakukan. *Coding* modulasi BPSK (*Binary Phase Shift Keying*) dapat ditunjukkan sebagai berikut:

```

%Modulasi BPSK
m = str2num(get(handles.edit8 , 'String'));
A=str2num(get(handles.edit6 , 'String'));      % Amplitude
of carrier signal
br=1/bp;                                     % bit rate
f=br*m;                                     % carrier frequency
t2=bp/99:bp/99:bp;
ss=length(t2);
m=[];
for (i=1:1:length(data_biner))
    if (data_biner(i)==1)
        y=A*sin(2*pi*f*t2);
    else
        y=A*sin(2*pi*f*t2+pi);
        %A*cos(2*pi*f*t+pi) means -A*cos(2*pi*f*t)
    end
    m=[m y];
end
t3=bp/99:bp/99:bp*length(data_biner);

```

(Sumber: Salim Reza, 2013)

5. Pembangkitan *Signal AWGN (Additive White Gaussian Noise)*

Signal AWGN merupakan kanal yang difungsikan sebagai pembangkitan sinyal gangguan atau *noise* yang ditambahkan pada sinyal informasi asli yang sedang dimodulasikan. Dalam penelitian ini diterapkan dalam *coding* simulasi yang dapat mensimulasikan sinyal *noise* terhadap sinyal informasi yang dimodulasikan dengan teknik modulasi BPSK (*Binary Phase Shift Keying*). *Coding* tersebut dapat ditunjukkan sebagai berikut :

```

%Signal AWGN
Vawgn = get(handles.edit5 , 'String');
signal_awgn=awgn(m, str2num(vawgn), 'measured')
axes(handles.axes6);
plot(signal_awgn)

```

(Sumber: Documentation MathWork)

6. Pembangkit Sinyal Rayleigh

Sinyal Rayleigh merupakan sinyal gangguan yang diakibatkan *multiplexing* sinyal yang dipengaruhi gangguan yang diakibatkan oleh lompatan-lompatan sinyal propagasi yang tidak stabil atau tidak tepat akibat terhalang oleh gedung-gedung atau

juga terjadi akibat penggunaan jaringan saat dalam berkendara yang berjalan sehingga sinyal yang digunakan dalam berkendara akan tidak stabil dan sangat rentan terhadap gangguan dan hilangnya sinyal atau paket LOS. Sehingga akan menyebabkan bagian sinyal atau informasi yang hilang. Dalam penelitian ini digunakan simulasi yang dapat mengibaratkan pembangkitan sinyal reyleigh yang mengganggu sinyal informasi yang sedang dalam proses modulasi dengan menggunakan *coding* yang ditampilkan dalam GUI. *Coding* tersebut dapat ditampilkan sebagai berikut :

```
%Signal Rayleigh
db = get(handles.edit9 , 'String')
c = rayleighchan(10/str2num(db),10);
signal_rayleigh = filter(c,m); % Pass signal through
channel
% Plot power of faded signal, versus sample number.
```

(Sumber: Documentation MathWork)

7. Filter Processing

Chebyshev *type 2* dan elliptic *low pass filter* merupakan teknik filter yang digunakan dalam konsep penelitian yang dilakukan. Dimana akan diuji kinerjanya dalam proses filter sinyal informasi yang telah dipengaruhi atau dicampur dengan sinyal *noise* baik yang dibangkitkan dengan menggunakan kanal AWGN maupun kanal Rayleigh. Pada proses simulasi filter chebyshev *type 2* elliptic *low pass filter* ini menggunakan frekuensi normal yang telah ditentukan dengan mengisi nilai parameter *noise*.

```

%Filter Chebyshev Type II
fs=str2num(get(handles.edit1,'String')) %sampling frequency
fc=str2num(get(handles.edit7,'String')) % cutoff frequency
db = get(handles.edit5 , 'String');
N=str2num(db);
Rs=30;
Wn=fc/(fs/2);
[b,a]=cheby2(N,Rs,Wn,'low');
filter_cheby2=filtfilt(b,a,signal_awgn);
%-----
%Filter Elliptic
fs=str2num(get(handles.edit1,'String'))%sampling frequency
fc=str2num(get(handles.edit7,'String'))%cutoff frequency
Rp=0.5;
Rs=30;
fnorm=fc/(fs/2); % normalized cut off freq, you can change
it to any value depending on your requirements
orde = get(handles.edit4 , 'String');
[b1,a1] = ellip(str2num(orde),Rp,Rs,fnorm,'low'); %Low
Pass Elliptic Filter
elliptic = filtfilt(b1,a1,signal_rayleigh); % filtering

```

(Sumber: Documentation MathWork)

8. Demodulasi BPSK (*Binary Phase Shift Keying*)

Demodulasi BPSK digunakan sebagai komponen yang bertugas memisahkan sinyal informasi yang tercampur dengan sinyal informasi, sehingga dapat diperoleh kembali sinyal informasi yang ditransmisikan. Dalam proses demodulasi ini biasanya terjadi beberapa bit sinyal informasi yang hilang akibat terpengaruh oleh sinyal gangguan yang dibangkitkan dari kanal AWGN dan kanal Rayleigh. Demodulator juga berfungsi sebagai parameter yang dijadikan perhitungan pada BER (*Bit Error Rate*) sebagai parameter kualitas dari kinerja filter yang digunakan. Sinyal yang dihasilkan dari demodulator BPSK semakin mendekati sinyal informasi awalnya, maka dapat diartikan bahwa filter yang digunakan semakin bagus. *Coding* demodulasi BPSK yang digunakan dalam *coding* matlab dapat ditunjukkan sebagai berikut :

```

% Demodulasi BPSK 1
mn=[];
for n=ss:ss:length(filter_cheby2)
    t=bp/99:bp/99:bp;
    y=sin(2*pi*f*t);
% carrier signal
    mm=y.*m((n-(ss-1)):n);
    t4=bp/99:bp/99:bp;
    z=trapz(t4,mm)
% intregation
    zz=round((2*z/bp))
    if (zz>(filter_cheby2+filter_cheby2)/2) %logic level
        = (A+A)/2=0
%because A*cos(2*pi*f*t+pi) means -A*cos(2*pi*f*t)
        a=1;
    else
        a=0;
    end
    mn=[mn a];
end
%-----
bit=[];
for n=1:length(mn);
    if mn(n)==1;
        se=ones(1,100);
    else mn(n)==0;
        se=zeros(1,100);
    end
    bit=[bit se];
end
t4=bp/100:bp/100:100*length(mn)*(bp/100);

```

(Sumber: Salim Reza, 2013)

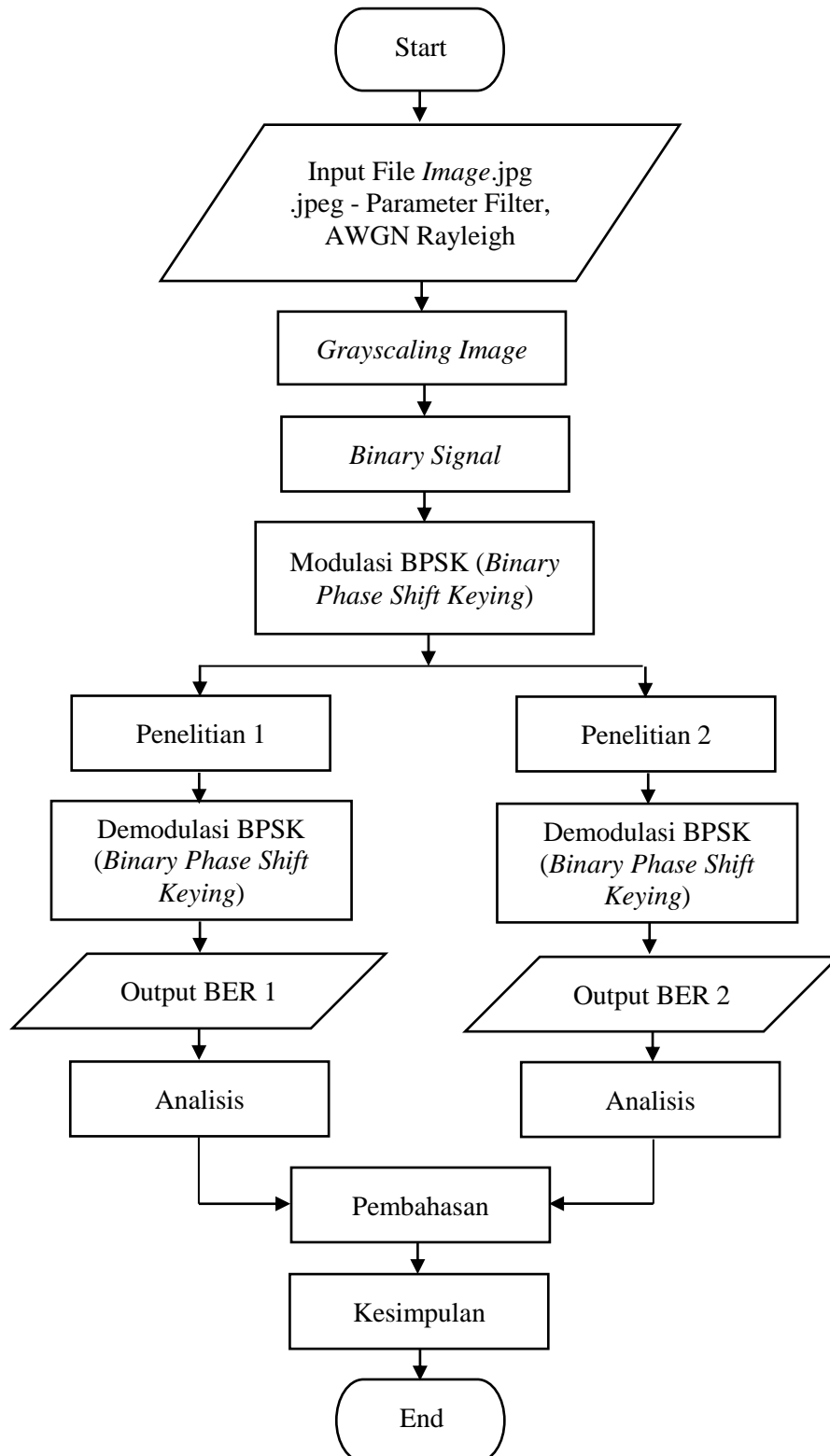
9. BER (*Bit Error Rate*)

BER (*Bit Error Rate*) digunakan sebagai perhitungan *error* persen data dari data informasi awal dengan data sinyal informasi setelah melewati proses modulasi. Dimana pada proses ini dijadikan parameter penting dalam menilai sebuah program dapat berjalan dengan baik, dan juga sebagai parameter kinerja dari filter yang digunakan dalam melakukan penelitian. *Coding* matlab yang digunakan dalam menyusun program simulasi matlab dapat ditunjukkan sebagai berikut :


```
%-----error persen untuk Chebyshev Type II
n_error_1 = 0 ;
n_index_1 = 100 ;
for i = 1 : 1 : length(data_biner)
    if bit(i*100) ~= data_biner(i)
        n_error_1 = n_error_1 + 1 ;
    end
end
persen_error_1=(abs((length(data_biner))-
_error_1)/(length(data_biner)))*100;
persen_error_1 = 100 - persen_error_1 ;
```

(Sumber: Widi, 2014)

3.6 Langkah Penelitian Simulasi



Gambar 3.5 Langkah Penelitian

Langkah simulasi penelitian yang dilakukan dalam mencapai tujuan penelitian yang dilakukan adalah dengan tahapan-tahapan sebagai berikut. Penelitian dimulai dari inisialisasi data untuk mengetahui parameter dasar dan *input* yang akan digunakan dalam penelitian. Dari modulasi sinyal digital BPSK (*Binary Phase Shift Keying*) dengan menggunakan filter chebyshev *type 2* dan *elliptic low pass filter* dengan penambahan derau yang menggunakan kanal AWGN (*Additive White Gaussian Noise*) dan kanal rayleigh. Tahap menentukan data *input* gambar adalah menggunakan jenis nilai resolusi gambar yang akan digunakan dalam obyek penelitian.

Kemudian langkah berikutnya yaitu merupakan proses transformasi gambar dimana data gambar diperkecil agar dapat dengan mudah dijadikan dalam bentuk data biner. Pada proses ini gambar dengan karakter RGB (*Red, Green, Blue*) di ubah menjadi *grayscale* dalam konsep mengubah gambar menjadi data digital pada rentang nilai keabuan 0-255. Data gambar yang telah menjadi gambar dengan karakter *grayscale* di ubah dari sinyal analog pada gambar menjadi data sinyal digital yang dapat disebut sebagai ADC (*Analog to Digital Converter*). Dalam proses ini memanfaatkan sinyal *sampling* yang telah dilakukan sebelumnya kemudian diolah menjadi data sinyal digital melalui proses kuantisasi dan *coding*. Data biner tersebut ditransmisikan dengan menggunakan modulasi digital BPSK (*Binary Phase Shift Keying*) dimana sinyal *carrier* modulasi terpengaruh oleh derau dari kanal AWGN dan kanal Rayleigh.

Dengan menggunakan data *input* gambar dengan nilai resolusi yang sama pada uji coba modulasi digital BPSK (*Binary Phase Shift Keying*) dengan menggunakan teknik filter yang berbeda yaitu filter chebyshev *type 2* dan *elliptic low pass filter* pada kerja orde yang sama dengan sinyal *noise* yang sama, maka dari uji coba tersebut dapat diperoleh respon filter yang diinginkan dimana hal tersebut dapat dijadikan data sebagai parameter perbandingan kinerja filter yang berbeda dengan menggunakan teknik modulasi yang sama. Hasil dari uji coba yang dilakukan maka didapatkan nilai BER (*Bit Error Rate*) dari perhitungan perbandingan antara data *input* dan data *output*. Dari hasil nilai perbedaan tersebut maka didapatkan nilai *error* persen yang dapat dijadikan sebagai parameter

perbandingan kualitas kinerja filter tersebut. Dalam simulasi tersebut dapat menampilkan respon filter yang terjadi saat proses digitalisasi data *input* gambar, gelombang sinyal proses modulasi digital BPSK (*Binary Phase Shift keying*), respon filter saat sinyal informasi yang terpengaruh oleh derau dari kanal AWGN (*Additive White Gaussian Noise*) dan kanal rayleigh, respon kinerja filter yang telah ditentukan yaitu respon filter yang diproses oleh filter *chebyshev type 2* dan *elliptic low pass filter* untuk proses filter sinyal informasi yang tercampur dengan sinyal *noise*, dan respon sinyal digital pada saat proses demodulasi digital BPSK (*Binary Phase Shift Keying*).

Setelah data terkumpul, lalu dilakukan proses analisis berdasarkan parameter BER sebagai tolak ukur perbandingan kinerja filter yang digunakan dalam penelitian. Nilai parameter BER tiap filter yang telah didapatkan akan dibandingkan antara filter satu dengan filter yang lain. Nilai parameter BER tersebut menjadi acuan untuk menentukan jenis filter yang memiliki kinerja terbaik. Sehingga dari hasil pengolahan dan analisis data dapat, ditarik kesimpulan tentang kinerja filter *chebyshev type 2* dan filter *elliptic* dengan menggunakan teknik modulasi BPSK.