

RANCANG BANGUN RANGKAIAN PENERIMA FREQUENCY HOPPING SPREAD SPECTRUM (FHSS) DENGAN DEMODULASI DIGITAL AMPLITUDE SHIFT KEYING (ASK)

Yendi Esye¹, Dian Haryanto²

¹Dosen Teknik Elektro Universitas Darma Persada

²Jurusan Teknik Elektro Universitas Darma Persada

Abstrak

Frequency Hopping Spread Spectrum adalah salah satu teknik spread spectrum yang membutuhkan tegangan rendah namun memancarkan frekuensi tinggi. Spread spectrum memenuhi tuntutan akan kebutuhan komunikasi yang handal, yaitu sistem komunikasi yang tahan terhadap interferensi dari luar, dapat beroperasi dengan rapat spektral daya rendah, untuk mengetahui sistem modulasi dan demodulasi sistem spread spectrum maka perlu dilakukan perancangan dan realisasi alat.

Rancang bangun sistem penerima Frekuensi Hopping spread spectrum (FHSS) dengan demodulasi digital Amplitude Shift Keying (ASK) agar dapat dimanfaatkan mahasiswa teknik elektro dilaboratorium untuk memahami proses pengiriman sinyal informasi dari pengirim sampai kepada penerima.

Kata Kunci : Spread Spectrum, FHSS, Pseudorandom Generator, Digital To Analog Converter, Voltage Control Oscillator, Balance Modulator

1. PENDAHULUAN

1.1. Latar belakang

Kebutuhan akan sistem komunikasi yang dapat mengatasi masalah *interfensi*, dapat menjamin kerahasiaan informasi yang dikirim dan dapat beroperasi pada tingkat S/N (*Signal to Noise Ratio*) yang rendah atau tahan terhadap derau yang besar. Dalam sistem komunikasi sekarang ini, dimana pengguna frekuensi sudah cukup padat sehingga *interfensi* dan *noise* cukup besar. Dalam komunikasi radio kita juga sering mendengar adanya penyadapan pembicaraan pada handphone oleh pesawat radio lain.

Namun dengan adanya sistem *spread spectrum* ketakutan yang dialami pada sistem komunikasi diatas akan dapat di atasai karena data yang dikirim pada sistem *spread spectrum* adalah data acak yang mungkin di kenal dengan perangkat lain sebagai *noise*. Istilah *spread spectrum* digunakan karena pada sistem ini sinyal yang ditransmisikan memiliki *bandwidth* yang jauh lebih lebar dari *bandwidth* sinyal informasi (mencapai ribuan kali). Pada rancangan ini, akan dibuat sebuah sistem yang menggambarkan aliran data penerimaan sinyal informasi dari *transmitter* hingga sampai *receiver* sesuai blok diagram sistem komunikasi *frekuensi hopping spread spectrum* (FHSS).

1.2. Perumusan Masalah

Bagaimana merancang penerima *Frekuensi Hopping Spread Spectrum* (FHSS) dengan modulasi digital *Amplitude Shift Keying* (ASK), untuk melengkapi modul rangkaian pengirim yang sudah ada

1.3. Tujuan Penulisan

Tujuan penulisan ini adalah merancang sistem penerima atau demodulator *Frequency Hooping Spread Spektrum* (FHSS) dengan demodulasi *Amplitude Shift Keying* (ASK) guna mengetahui cara kerja alat tersebut, dalam memenuhi kebutuhan pembelajaran bagi mahasiswa teknik elektro, agar dapat lebih memahami proses pembentukan sinyal informasi dari *Frekuensi Hopping Spread Spectrum* (FHSS) dengan modulasi digital *Amplitude Shift Keying* (ASK).

1.4. Batasan Masalah

Batasan masalah dalam penulisan ini adalah sebagai berikut :

1. Jenis FHSS : *Slow FHSS*
2. Modulasi Digital : ASK
3. Jumlah frekuensi pembawa : 8 *sub carrier*
4. Frekuensi kerja : 10 s/d 40 KHz
5. Hanya membuat penerimanya saja sedangkan pengirim tidak

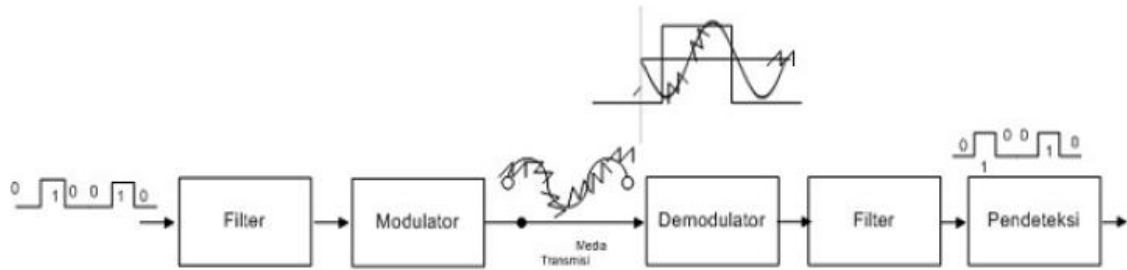
2. LANDASAN TEORI

2.1. Modulasi

Modulasi adalah proses penumpangan sinyal antara sinyal pembawa (*carrier*) dan sinyal informasi. Pemodulasi yang merepresentasikan pesan yang akan dikirim, dan *carrier* (gelombang pembawa) yang sesuai dengan aplikasi yang diterapkan. Modulasi adalah variasi secara sistematis dari parameter gelombang *carrier* secara proporsional terhadap sinyal pemodulasi (sinyal informasi). Jika *amplitude* sinyal informasi memvariasi *amplitude* suatu gelombang *carrier*, maka akan terbentuk sinyal termodulasi *amplitude* AM (*Amplitude Modulation*). Variasi juga dapat diberikan pada frekuensi atau sinyal fasa, yang menghasilkan sinyal termodulasi frekuensi (FM) atau termodulasi fasa (PM). Semua metode untuk modulasi *carrier sinusoidal* dikelompokkan sebagai modulasi gelombang kontinyu (*Continuous Wave Modulation*).

2.2. Demodulasi

Proses mengkodekan kembali sinyal digital menjadi sinyal analog kembali yang sama dari sumber. Peralatan untuk melaksanakan proses modulasi disebut modulator, sedangkan peralatan untuk memperoleh informasi informasi awal (kebalikan dari dari proses modulasi) disebut demodulator dan peralatan yang melaksanakan kedua proses tersebut disebut modem (Modulator dan Demodulator).



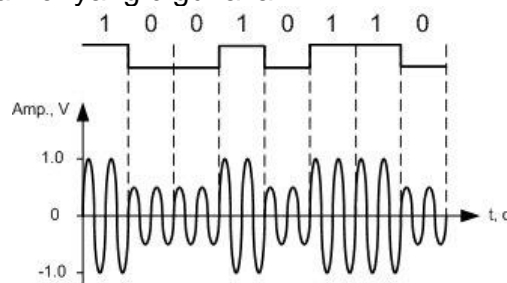
Gambar 2.1 Diagram Modulator-Demodulator

2.3. Modulasi Digital

Modulasi digital merupakan proses penumpangan sinyal digital (*bit stream*) ke dalam sinyal *carrier*. Modulasi digital sebetulnya adalah proses mengubah-ubah karakteristik dan sifat gelombang pembawa (*carrier*) sedemikian rupa sehingga bentuk hasilnya (*modulated carrier*) memiliki ciri-ciri dari bit-bit (0 atau 1) yang dikandungnya. Untuk pengiriman ini dapat digunakan media transmisi fisik (logam atau optik) atau non fisik (gelombang-gelombang radio). Pada dasarnya dikenal 3 prinsip atau sistem modulasi digital yaitu ASK, FSK, dan PSK.

2.3.1. Amplitude shift keying (ASK)

Amplitude Shift Keying (ASK) adalah penguncian tegangan sinyal *binary* pada pergeseran amplitudo sinyal pembawa. Perubahan biner tersebut akan mempengaruhi besarnya amplitudo dari frekuensi *carrier*. Pada gambar 2.2 terlihat perubahan sinyal masukan dan sinyal keluaran pada modulasi *Amplitudo Shift Keying*. Hasil ASK (*Amplitude Shift Keying*) diwakili oleh perbedaan amplitudo pada *carrier*. Dimana satu amplitudo adalah zero, ini menunjukkan kehadiran dan ketidakhadiran pada *carrier* yang digunakan.



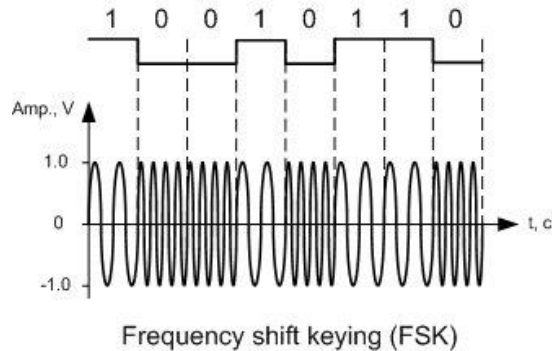
Amplitude shift keying (ASK)

Gambar 2.2 Amplitude shift keying (ASK)

2.3.2. Frequency Shift Keying (FSK)

Pada *Frequency Shift Keying* (FSK) terdapat suatu perubahan frekuensi keluaran setiap adanya perubahan kondisi logika pada isyarat masukan. Sehingga menyebabkan laju perubahan keluaran akan sebanding dengan laju perubahan masukan. Dalam modulasi digital laju perubahan masukan pada modulator disebut bit rate dan memiliki satuan *bit*

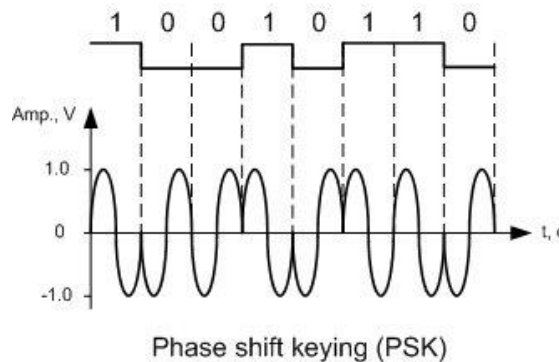
per second (bps). Sedangkan laju perubahan pada keluaran modulator disebut *baud* atau *baud rate*. Dalam *Frequency Shift Keying* (FSK) biner, laju masukan dan laju keluaran adalah sama sehingga, *bit rate* dan *baud rate* adalah sama



Gambar 2.3 Frequency Shift Keying (FSK)

2.3.3. Phase Shift Keying (PSK)

Phase Shift Keying (PSK) adalah modulasi yang menyatakan sinyal digital 1 sebagai suatu nilai tegangan tertentu dengan beda fasa tertentu pula (misalnya tegangan 1 Volt dengan beda fasa 0 derajat), dan sinyal digital 0 sebagai suatu nilai tegangan tertentu (yang sama dengan nilai tegangan sinyal PSK bernilai 1, misalnya 1 Volt) dengan beda fasa yang berbeda (misalnya beda fasa 180 derajat).



Gambar 2.4 Phase Shift Keying (PSK)

Sistem modulasi yang paling umum digunakan *System Phase Shift Keying* (PSK). Dalam system ini untuk 1 dan 0 gelombang pembawa diberi beda phase yang cukup besar seperti 0° dan 180° . Sebaliknya, dipenerima detector hanya mendeteksi perbedaan phase ini dan memberikan pulsa-pulsa bit 1 dan 0. Deretan bit 1 dan 0 dapat berasal dari suatu system FDMA, TDMA dan CDMA.

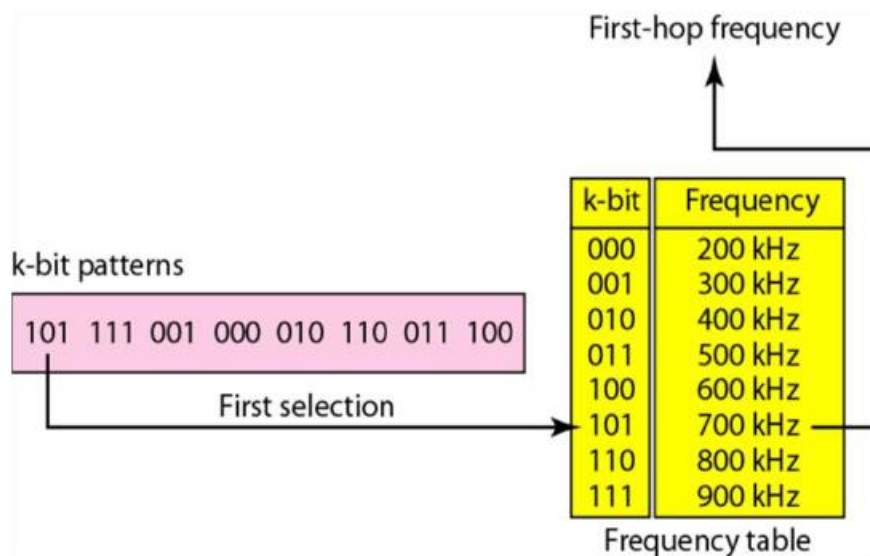
2.4. Digital to Analog Converter (DAC)

Digital to Analog Converter (DAC) adalah suatu rangkaian pengubah informasi dari data digital menjadi data analog. Rangkaian ini diperlukan pada saat suatu rangkaian digital digunakan sebagai alat Kontrol pada suatu sistem rangkaian yang mengoperasikan parameter tegangan atau arus dalam analog. DAC akan mengubah konfigurasi logika

pada input-inputnya kedalam tegangan analog pada outputnya dengan perbandingan tertentu.

2.5. Frekuensi Hopping Spread Spectrum

Pada *Frekuensi Hopping Spread Spectrum* (FHSS), frekuensi pembawa yang memodulasi isyarat informasi tidaklah konstan melainkan berubah secara periodis. Selama interval waktu tertentu frekuensi pembawanya tetap, tetapi setelah itu pembawa melompat ke frekuensi lain (atau mungkin juga ke frekuensi yang sama), pada gambar 2.5 Misalnya dari frekuensi 1 ke frekuensi 4, kemudian ke frekuensi 2, dan seterusnya. Pola lompatan atau perpindahan frekuensi pembawa ini ditentukan oleh runtun PN, menunjukkan pemilihan frekuensi berdasarkan kode PN.



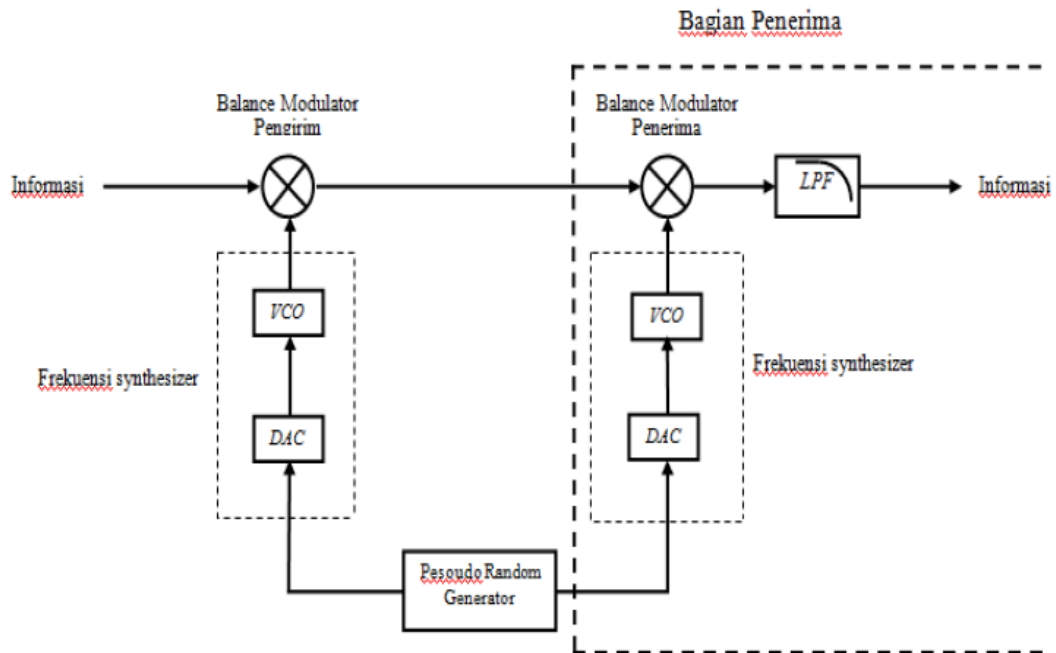
Gambar 2.5. Pemilihan frekuensi

Sebuah set frekuensi yang dapat digunakan pembawa disebut set lompatan (*hopset*). Sistem lompatan frekuensi hanya menggunakan sebagian kecil lebar bidang ketika melakukan transmisi, tetapi lokasinya berubah terhadap waktu.

3. PERANCANGAN DAN REALISASI RANGKAIAN FHSS

3.1. Block Diagram

Pada perancangan modul penerima/demodulator FHSS yang dibuat sepenuhnya menggunakan komponen-komponen elektronika dan menggunakan komponen gerbang logika.



Gambar 3.1. Block diagram FHSS terealisasi

Pada blok diagram yang terlihat pada gambar 3.1 menunjukkan system pengirim (modulator) dan penerima (Demodulator) FHSS yang terealisasi dimana pseudorandom generator berfungsi sebagai pensinkronisasi dari modulator dan demodulator FHSS. *Pseudo random generator* yang tersinkronisasi pada pengirim dan penerima, menginput kata data digital kepada DAC pangirim dan penerima yang kemudian di ubah kedalam bentuk tegangan yang bersifat analog oleh DAC. Dari data analog DAC tersebut kemudian di masukkan kedalam VCO untuk diatur keluaran dari frekuensinya. Data frekuensi keluaran dari VCO di inputkan lagi kedalam balance modulator sebagai pembawa/*carrier* yang terhubungkan antara pengirim dan penerima.

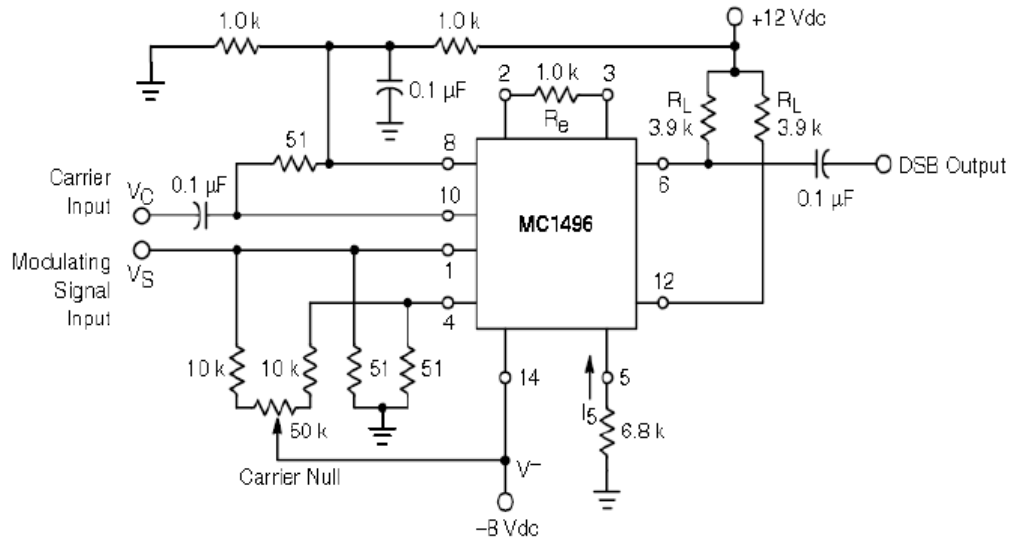
Modul- modul demodulator FHSS yang akan direalisasikan adalah :

1. Balance modulator
2. Voltage Control Oscilator (VCO)
3. Digital to Analog Converter (DAC)
4. Pseudo Random Generator
5. Low Pass Filter (LPF)

3.2. Balance Modulator

Balance modulator terdiri dari dua modulator amplitude standar yang tersusun dalam konfigurasi balance yang berfungsi untuk mensuppress gelombang carrier, sebagaimana dilihat pada blok diagram di atas. Balanced modulator pada rangkaian berfungsi sebagai saklar pembalik fasa (phasereversing switch) yang tergantung pada kondisi pulsa masukan, maka frekuensi pembawa akan diubah sesuai dengan kondisi-kondisi tersebut dalam bentuk fasa keluaran, baik itu sephasa maupun berbeda. Balance modulator mempunyai dua masukan, yaitu sebuah masukan untuk frekuensi

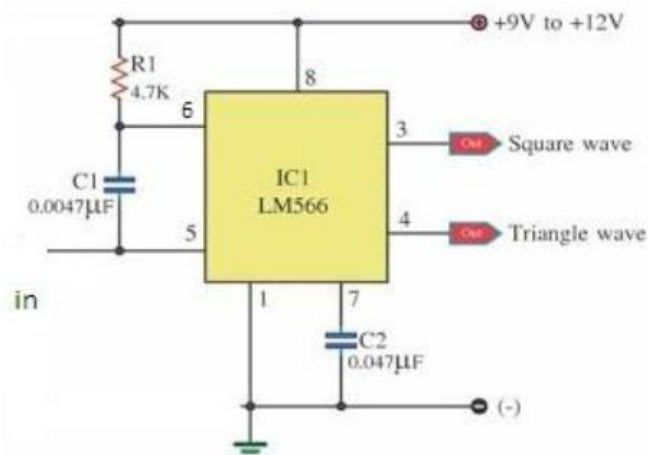
pembawa yang dihasilkan oleh signal generator dan yang lainnya berupa masukan data biner (sinyal digital) Gambar 3.2.



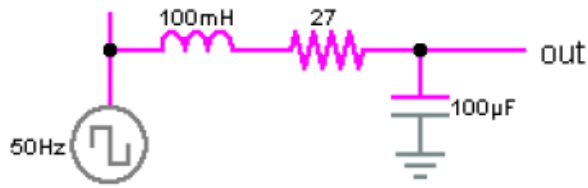
Gambar 3.2 Rangkaian balance modulator

3.3. Voltage Control Oscillator (VCO)

Dalam penulisan ini rangkaian VCO dibuat dengan menggunakan IC LM 566 (gambar 3.3) dengan tegangan 9 – 12 volt DC dan keluaran yang dihasilkan adalah sinyal kotak, namun signal ini tidak cocok atau belum sesuai dengan rangkaian berikutnya. Signal yang dibutuhkan adalah signal sinus yang mana signal ini tidak langsung dihasilkan oleh IC LM 566 maka dengan itu saya menambahkan rangkan converter (gambar 3.4) sehingga bisa merubah rangkaian ini menjadi keluaran signal sinus.



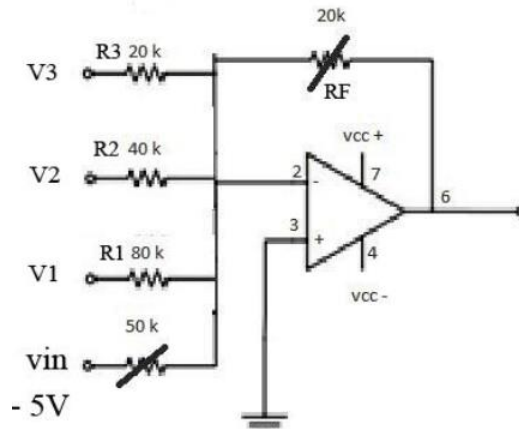
Gambar 3.3 Skema rangkaian VCO dengan IC LM566



Gambar 3.4. Rangkaian perubah signal kotak menjadi signal sinus

3.4. Digital to Analog Converter (DAC)

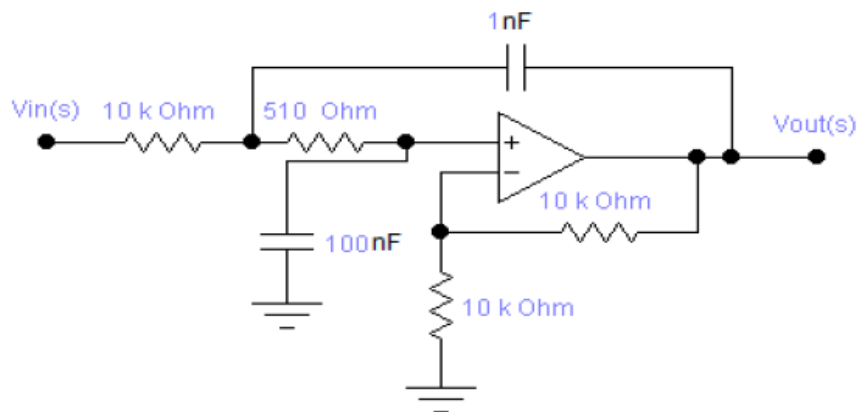
Pada rangkaian ini menggunakan 1 IC 741. Ia akan mengontrol keluaran VCO dan mengubah kode biner menjadi analog dari *pseudorandom code generator*.



Gambar 3.9 Rangkaian Digital to Analog Converter (DAC)

3.5. Rangkaian Low Pass Filter (LPF)

Rangkaian *low pass filter* yang dapat melewati gelombang listrik yang mempunyai frekuensi kecil dan menahan frekuensi tinggi lainnya. Secara khusus rangkaian *filter aktif* tersusun dari tahanan dan kapasitor yang di bangun oleh *Op-amp*.



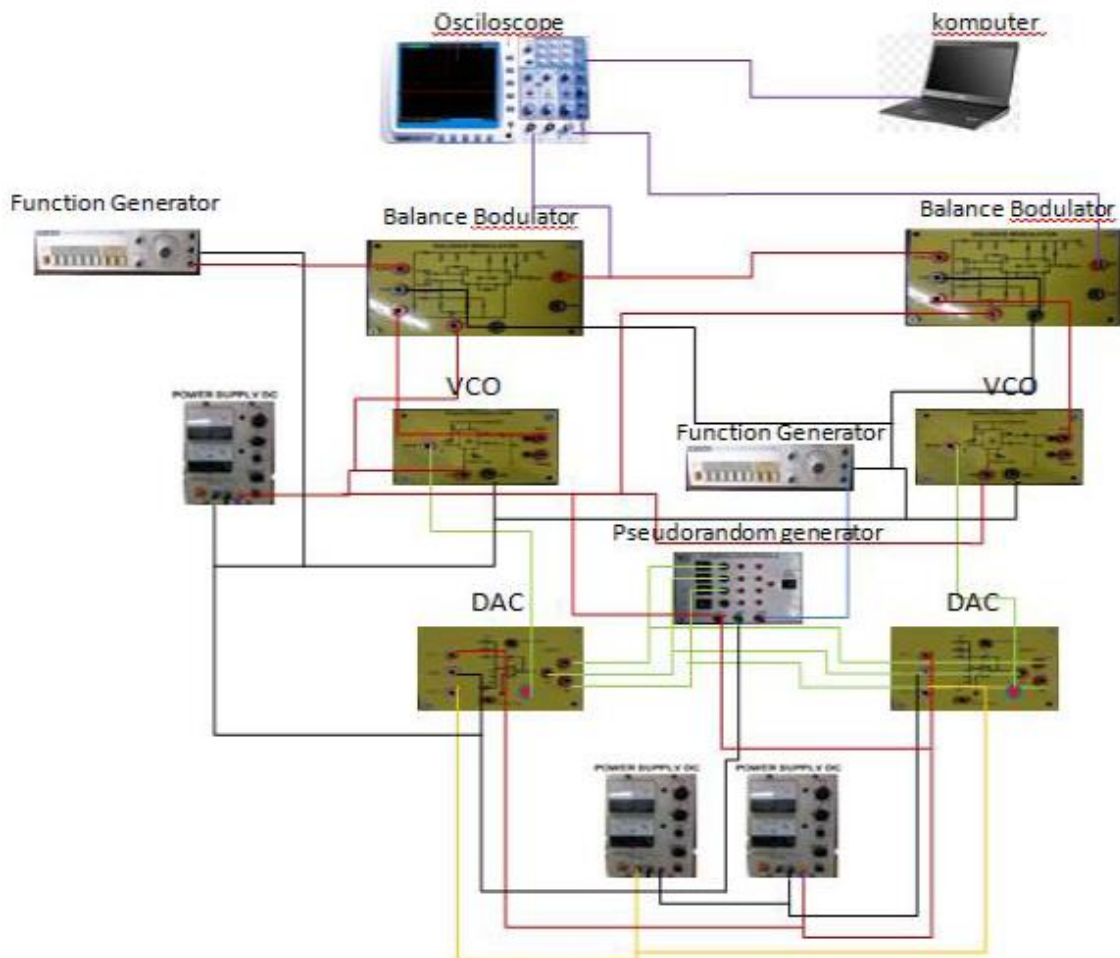
Gambar 3.15 Rangkaian Low Pass Filter (LPF)

Rangkaian *low pass filter* yang dapat melewatkan gelombang listrik yang mempunyai frekuensi kecil dan menahan frekuensi tinggi lainnya. Secara khusus rangkaian *filter aktif* tersusun dari tahanan dan kapasitor yang di bangun oleh *Op-amp*.

4. PENGUJIAN DAN ANALISIS RANGKAIAN FHSS

4.1. Langkah Langkah Pengujian Rangkaian FHSS

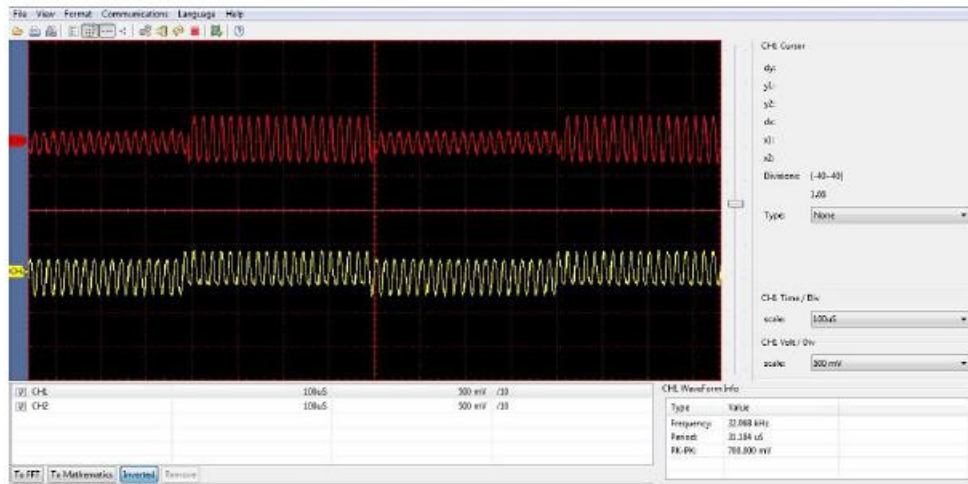
Rangkai sesuai dengan (gambar 4.1)



Gambar 4.1. Blok diagram rangkaian FHSS

4.2. Data Hasil Pengujian FHSS Pada Penerima

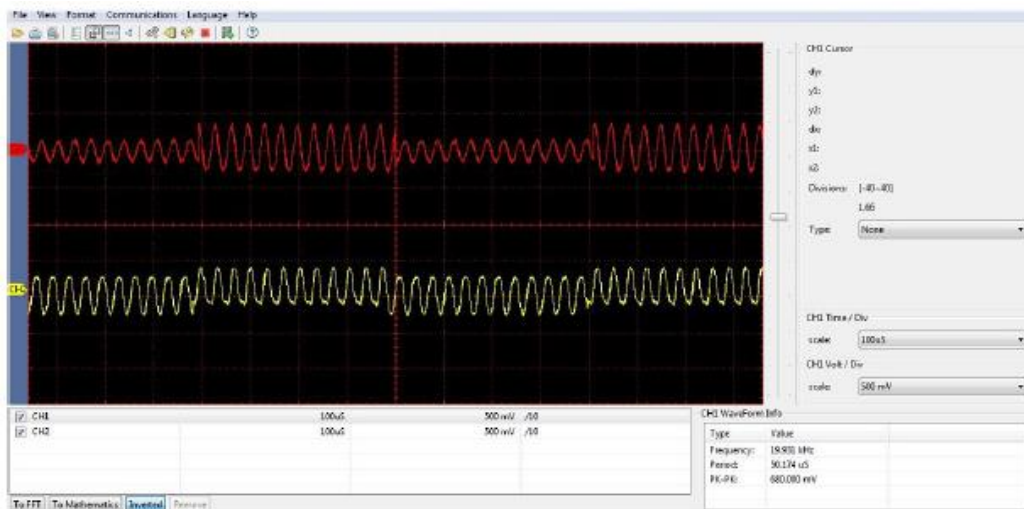
Setelah dilakukan pengujian pada rangkaian pengirim dan penerima FHSS maka diperoleh hasil pembacaan pada *oscilloscope* sesuai dengan gambar 4.8 dibawah ini :



Gambar 4.2. Data FHSS Pada output Pengirim dan output penerima
 Dari gambar 4.2 terlihat bahwa chanel 1 *oschilloscope* menunjukkan sinyal digital ASK yang dikirimkan dan chanel 2 *oschilloscope* menunjukkan sinyal *output* dari demodulasi ASK dari sinyal informasi 0101 dimana ketika input data menunjukkan nilai 0 maka amplitudonya rendah dan jika menunjukkan nilai 1 maka amplitudonya tinggi.

4.3. Analisis Hasil Penerima FHSS dengan Demodulasi ASK

Data modulasi ASK dengan informasi 0101 yang di tunjukan oleh tinggi rendahnya amplitude merepresentasikan bahwa jika informasinya 1 (satu) maka amplitudonya tinggi dan jika nilai informasinya 0 (nol) maka amplitudonya rendah. Pada saat sinyal di demodulasi maka menunjukkan jika data informasi 0 (nol) pada output pengirim ditunjukan dengan nilai polaritas negative (Low) pada output penerima, sedangkan jika data informasinya 1 (satu) pada output pengirim, ditunjukan dengan nilai polaritas positive (High) pada output penerima.



Gambar 4.3. Modulasi dan Demodulasi ASK dengan kode spreading 010

5. KESIMPULAN

1. Dari hasil percobaan system *slow* FHSS terlihat Setiap bit dimodulasikan pada sub *carrier* yang berbeda
2. Dalam percobaan ini terdapat beberapa kesulitan terutama pada rangkaian VCO, gelombang sinus yang di hasilkan kurang stabil dan sukar untuk dipertahankan bentuk gelombang beserta amplitudo terhadap frekuensi.
3. Percobaan rangkaian penerima FHSS ini hanya diperlihatkan perubahan 3 kode spreading yaitu 010, 100 dan 111.
4. Setelah melalui pengujian di laboratorium elektro, demodulator FHSS yang dirancang dan sudah bekerja sesuai dengan apa yang diharapkan di mana pada keluarannya menghasilkan data informasi yang dikirimkan. meskipun terjadi perbeda phase, tetapi informasi yang di kirimkan masih bisa terbaca.

DAFTAR PUSTAKA

1. Behrouz, A. Forousan, ***FHSS***, McGraw Hill, 2000
2. Dixon, Robert C, ***Spread Spectrum System with Commercial Applications. Third Edition***, John Wiley & Sons, 1991
3. Prasad, Ramjee, ***CDMA for Wireless Personal Communication***, Artech House, 1996
4. Spectrum, <http://searchnetworking.techtarget.com/definition/frequency-hopping-spread-spectrum>IP Telephony.
5. Jonathan Davidson, <http://www.althos.com/tutorial/Bluetooth-tutorial-frequency-hopping-FHSS.html>.