

## BAB III METODE PENELITIAN

Metode penelitian berisikan bagaimana alur dan mekanisme penelitian dilakukan. Pada bab ini berisikan langkah pengaturan perangkat, pengambilan data, dan pengolahan data. Pengaturan perangkat dilakukan berdasarkan *user manual*. Pengambilan dan pengolahan data dilakukan berdasarkan analisis penulis yang dibimbing oleh dosen pembimbing.

### 3.1 Pengaturan Perangkat

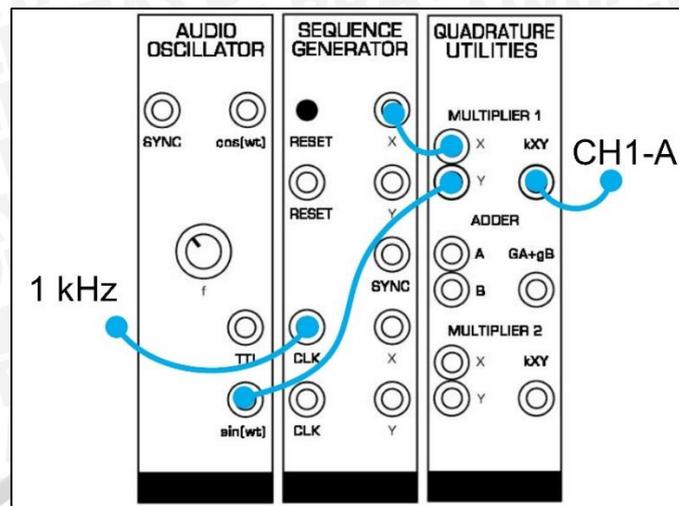
Pengaturan perangkat dibagi menjadi beberapa bagian. Bagian tersebut dilakukan secara bertahap. Adapun metode yang dilakukan dalam pemodelan serta pengukuran yang dilakukan adalah sebagaimana dijelaskan dalam subbab berikut ini.

#### 3.1.1 Pembangkitan Sinyal Modulasi BPSK

Masing-masing kanal menggunakan modulasi BPSK. Untuk mengatur modulasi BPSK diperlukan modul seperti Gambar 3.1. *Clock* atau CLK pada *sequence generator* dihubungkan dengan TTL *audio oscillator*. CLK dihubungkan dengan tujuan membangkitkan data random dengan kecepatan sesuai dengan CLK yang dihubungkan. Dalam penelitian ini, CLK dihubungkan dengan TTL *audio oscillator* kanal pertama yang bernilai 1 kHz, dengan demikian data yang dibangkitkan pada masing-masing kanal memiliki periode simbol 1 ms atau kecepatan data sebesar 1 kbps. Langkah pembangkitan sinyal BPSK sebagai berikut:

1. *Audio oscillator* diatur sesuai dengan frekuensi 1 kHz;
2. *Sequence generator* diberi *clock*, dihubungkan dengan TTL pada *audio oscillator*;
3. Keluaran sinyal *audio oscillator* dan data *sequence generator* dihubungkan dengan *multiplier* pada *quadrature utilities*;
4. Dengan menggunakan *probe* kanal ke-1 (CH-1) *oscilloscope*, dapat diketahui bahwa keluaran *multiplier* adalah sinyal BPSK;

Pembangkitan sinyal pada masing-masing kanal sebelum melalui proses *multiplexing*, memiliki cara yang sama. Namun, dibutuhkan dua *sequence generator* untuk membangkitkan tiga sinyal BPSK, agar kedua *sequence generator* dapat bekerja, selanjutnya modul tersebut dihubungkan dengan *clock* berfrekuensi sama, yaitu sebesar 1 kHz.

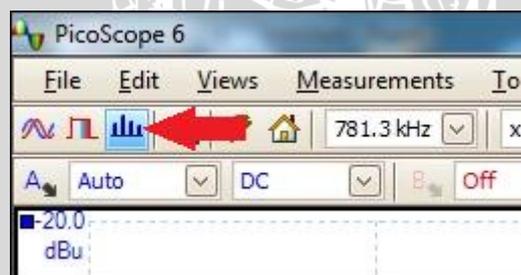


Gambar 3.1 Pembangkitan BPSK

### 3.1.2 Pemilihan Frekuensi *Subcarrier*

Untuk memilih frekuensi *subcarrier* yang saling *overlapping*, maka perlu adanya proses IDFT. Namun, untuk memilih frekuensi tersebut dengan TMS, perlu dilakukan secara manual. Langkah-langkahnya adalah sebagai berikut:

1. *Software PicoScope* yang telah dipasang sebelumnya dieksekusi dan *hardware* telah terpasang pada komputer. *PicoScope* yang digunakan dalam penelitian ini adalah *PicoScope 6*;
2. Mode spektrum dipilih pada *PicoScope*, seperti yang ditunjukkan pada Gambar 3.2;

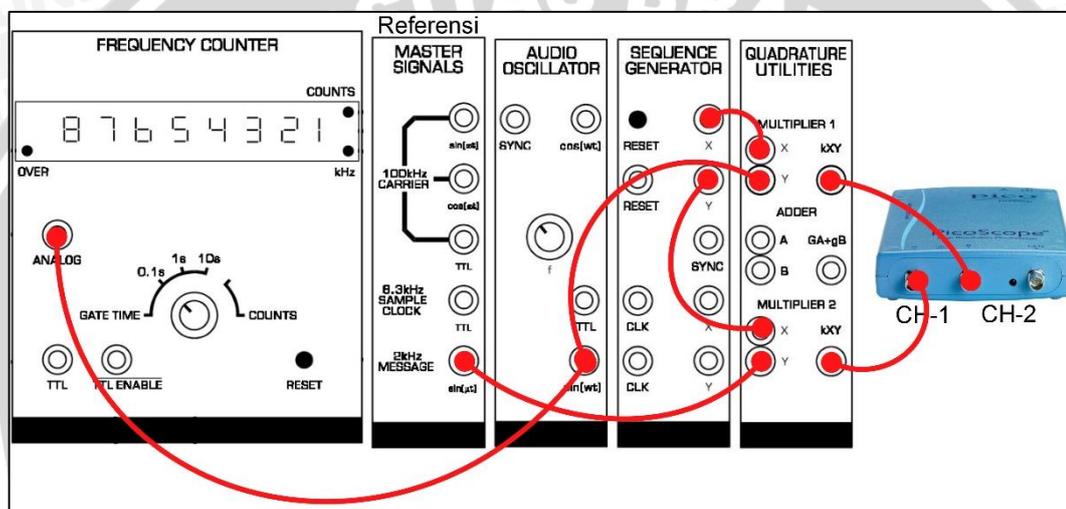


Gambar 3.2 Mode Spektrum pada *PicoScope 6*

3. Pengaturan mode spektrum pada *PicoScope 6* dilakukan dengan cara memilih pengaturan spektrum. Semakin besar *spectrum bins*, maka jarak antar titik dalam pengambilan nilai spektrum frekuensi semakin besar. Pemilihan *window function* bergantung pada fungsi dari sinyal yang dihubungkan pada CH-1. *Display mode* terdapat tiga, yaitu: *magnitude* yang mana menampilkan spektrum frekuensi sinyal pada kurun waktu tertentu, *peak hold* yang berfungsi menampilkan spektrum berdasarkan daya maksimalnya, dan *average* yang berguna untuk menampilkan

perhitungan spektrum rata-rata. Dalam penelitian ini, *spectrum bins* dipilih sebesar 8192, *window function* yang digunakan adalah Hamming, *display mode average*, skala logaritmik dengan unit dBm, dan beban 0,2  $\Omega$ ;

4. CH-1 *PicoScope* dihubungkan dengan frekuensi *subcarrier* bernilai 2 kHz sebagai referensi;
5. Spektrum yang ditampilkan pada *PicoScope* dicari posisi *null*-nya;
6. Kenob  $f$  pada *audio oscillator* diatur sehingga didapatkan frekuensi yang berada pada posisi *null subcarrier* kedua;
7. Spektrum sinyal BPSK tersebut diperhatikan dengan *probe* kanal ke-2 (CH-2) *PicoScope*. Rangkaian dapat ditunjukkan pada Gambar 3.3.



Gambar 3.3 Rangkaian Pengaturan Frekuensi *Subcarrier*

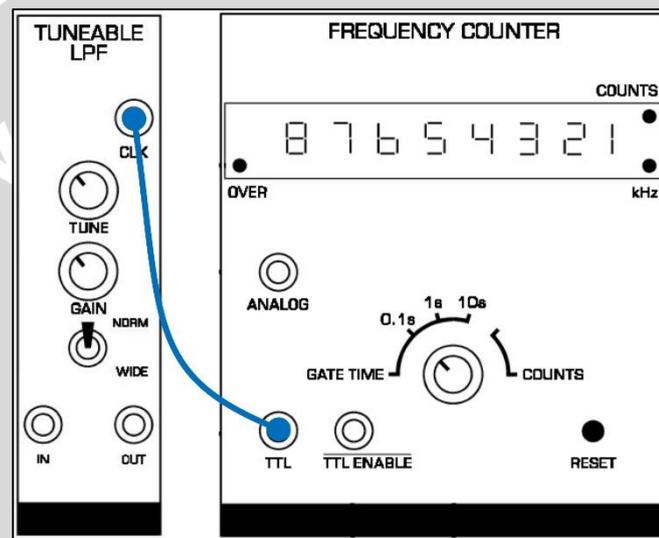
### 3.1.3 Pengaturan Frekuensi *Cut-Off Filter* Pada Modul *Tuneable LPF*

Berdasarkan *TIMS user manual*, diketahui bahwa *tuneable LPF* yang digunakan dalam penelitian ini adalah versi 4, frekuensi *cut-off* didapat dengan cara membagi nilai CLK yang dihasilkan. Nilai CLK tersebut dapat terbaca dengan menghubungkannya pada *frequency counter*. Setelah didapatkan, nilai tersebut dibagi 100 sehingga didapat frekuensi *cut-off*.

Diketahui bahwa pemodelan ini hanya terbatas pada satu kanal untuk proses demodulasi. Untuk mendapatkan data salah satu kanal OFDM, dipilih kanal pertama dengan frekuensi 1 kHz, sehingga frekuensi *cut-off* yang dipilih adalah 1,2 kHz sesuai dengan instruksi pemodelan. Adapun cara dalam pengukurannya adalah sebagai berikut:

1. *Frequency counter* diatur dengan *gate time* 1s;

2. CLK pada *tuneable* LPF dihubungkan pada TTL pada *frequency counter* seperti Gambar 3.4;
3. Mode *norm* dipilih untuk rentang frekuensi 0 sampai 5 kHz;
4. Kenob *tune* diputar maksimal searah jarum jam dan diberi sinyal masukan bernilai 1,2 kHz;
5. Kenob *gain* diatur sehingga sinyal masukan dan keluaran memiliki tegangan antar puncak atau *peak-to-peak voltage* ( $V_{pp}$ ) yang sama;
6. Kenob *tune* diatur kembali hingga sinyal keluaran bernilai 0,5  $V_{pp}$  dari sinyal masukan hingga didapat 120 kHz pada tampilan *frequency counter*.

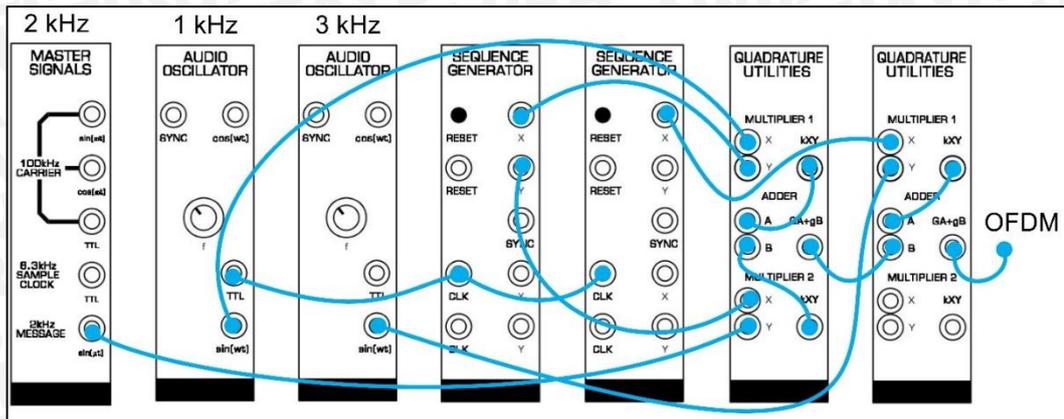


Gambar 3.4 Pengaturan Frekuensi *Cut-off*

### 3.1.4 Penggabungan Sinyal Secara OFDM

Penggabungan sinyal secara OFDM dengan TMS dirancang sesuai dengan Gambar 3.5. Adapun langkah-langkahnya adalah sebagai berikut:

1. Pada *printed circuit board* (PCB) *Sequence Generator*, switch SW2 dipilih untuk memilih rentetan bit acak yang akan dibangkitkan. Pada penelitian ini, dipilih rentetan bit  $2^5$  untuk *sequence generator* pertama dan  $2^8$  untuk *sequence generator* kedua. Switch SW2 modul pertama adalah 0 0, sedangkan yang kedua adalah 0 1, dengan tujuan mencegah terjadinya kesamaan rentetan data kedua *sequence generator*;
2. Ketiga sinyal BPSK tersebut di-*multiplexing* dengan *adder* pada *quadrature utilities*.



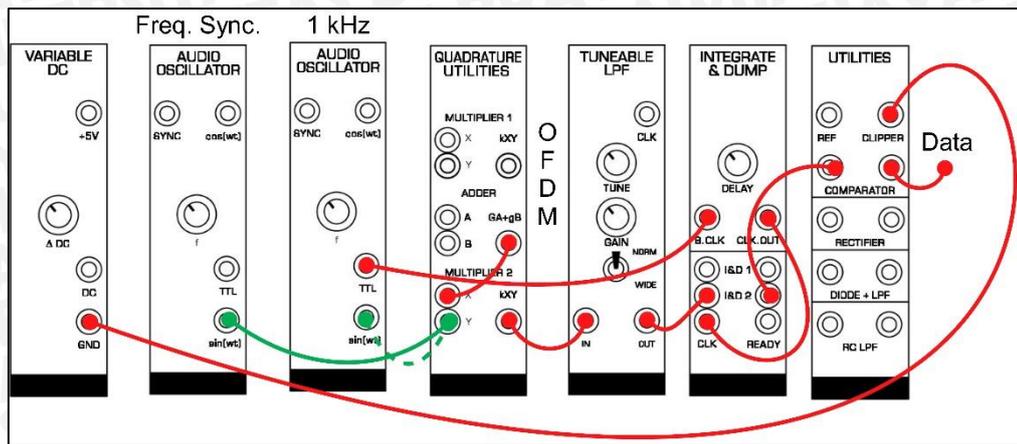
Gambar 3.5 Penggabungan Sinyal secara OFDM

### 3.1.5 Pengambilan Data Kanal Pertama OFDM

Pada Gambar 3.6 merupakan rangkaian selanjutnya dari Gambar 3.5. Rangkaian Gambar 3.6 menunjukkan pengambilan data kanal pertama. Kanal pertama dipilih karena menggunakan filter jenis *low pass*. Sehingga *subcarrier* dengan frekuensi terendah yang dipilih. Untuk proses sinkronisasi, *clock* diambil dari pengirim; namun untuk proses sinkronisasi frekuensi, digunakan *audio oscillator* lain dalam penelitian ini. Adapun langkah-langkahnya adalah sebagai berikut:

1. Sinyal keluaran OFDM dihubungkan dengan *tuneable* LPF yang telah ditala dan *integrate & dump* seperti Gambar 3.6;
2. Pada PCB *integrate & dump* dipilih SW2 adalah I&H2 dan SW3-1 dan SW3-2 adalah *off*. Switch-2 bertujuan untuk memilih integrasi yang digunakan, yaitu *integrate and hold*. Switch-3 bertujuan untuk mengatur *clock* pada modul *integrate & dump* dalam melakukan prosesnya. Untuk *B. Clock* atau *bit clock* pada *integrate & dump* diambil dari pengirim;
3. *Delay* pada modul *integrate & dump* diatur sebesar 24,5  $\mu$ s. Hal ini dilakukan karena sinyal yang melalui *tuneable* LPF mengalami *delay* sebesar 24,5  $\mu$ s;
4. Hasil atau keluaran dari *integrate & hold* masih perlu diubah menjadi digital dengan cara menghubungkannya dengan *utilities* dengan referensi atau REF dihubungkan dengan *ground* atau GND.

Dengan demikian seluruh rangkaian sistem OFDM dengan TIMS ditunjukkan pada Gambar 3.7.



Gambar 3.6 Pengambilan Data Kanal Pertama OFDM

### 3.2 Pengambilan Data

Data yang digunakan dalam penelitian ini adalah data primer. Data primer adalah data yang diambil dari hasil pengukuran dengan menggunakan TIMS dan selanjutnya diolah untuk dianalisis. Analisis dari data yang didapat adalah perbandingan *frequency offset* dengan performansi sistem.

### 3.3 Pengolahan Data

Pengolahan data dilakukan dengan menggunakan dengan *software PicoScope 6*, hasil dari data digital yang dikirimkan dan diterima dapat dihitung *error* yang timbul. Hal ini dilakukan untuk mengetahui pengaruh sinkronisasi frekuensi dengan data yang diterima.

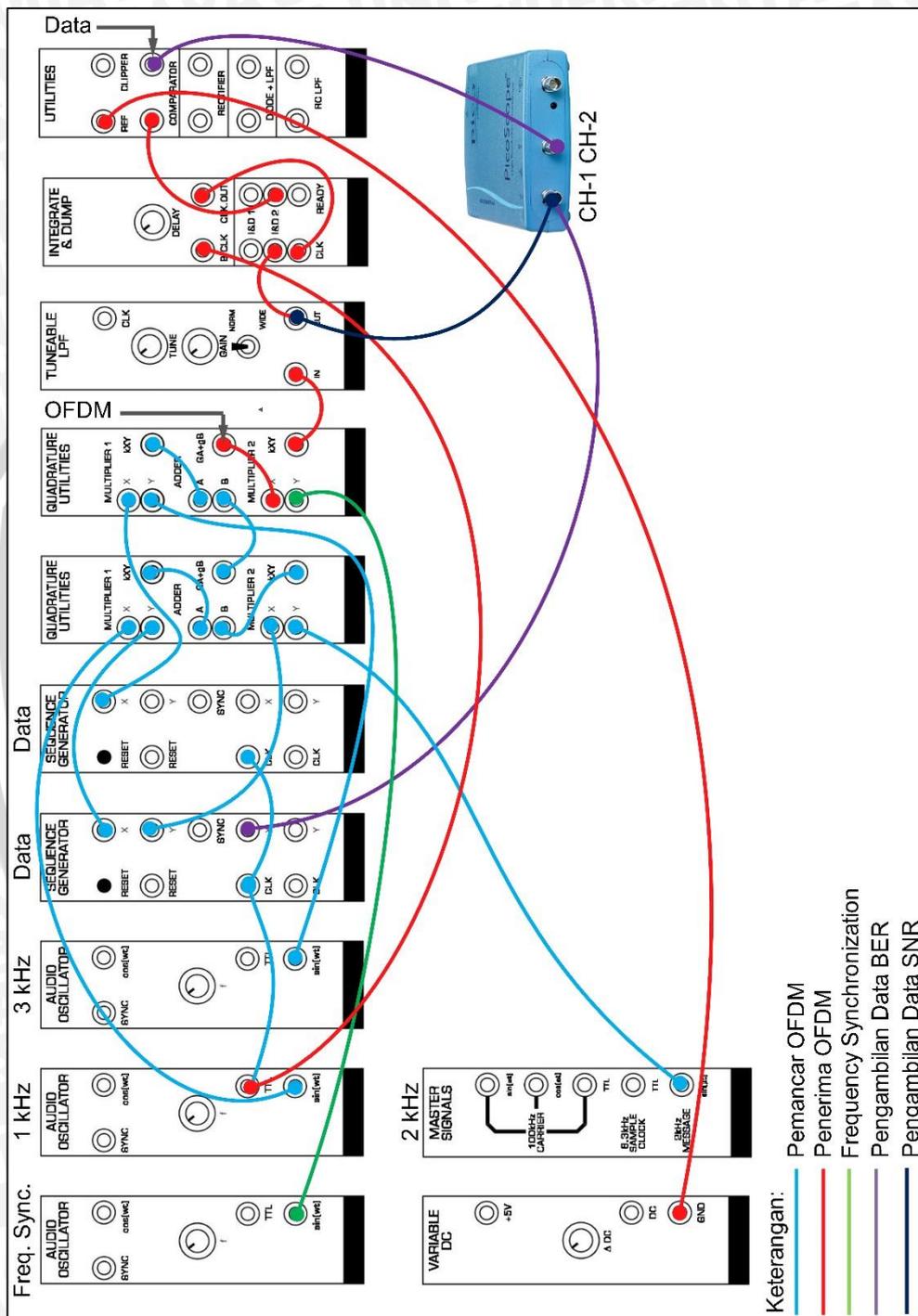
Perhitungan BER dilakukan dengan cara menghubungkan CH-1 dengan data yang dikirimkan dan CH-2 dengan data yang diterima. Kedua sinyal tersebut dimunculkan pada *PicoScope* dan kemudian diubah menjadi data *text* (.txt).

Data yang memiliki perbandingan antara waktu dengan level tegangan dipindahkan ke dalam program *Microsoft Office: Excel*. Saat *delay* muncul data tegangan CH-2 digeser dan disamakan dengan simbol mula-mula yang dikirimkan. Digunakan fungsi XOR untuk mendapatkan BER yang terjadi. Jumlah data yang salah dibandingkan terhadap jumlah bit yang ditransmisikan. Diagram alir dari perhitungan BER ditunjukkan pada Gambar 3.8.

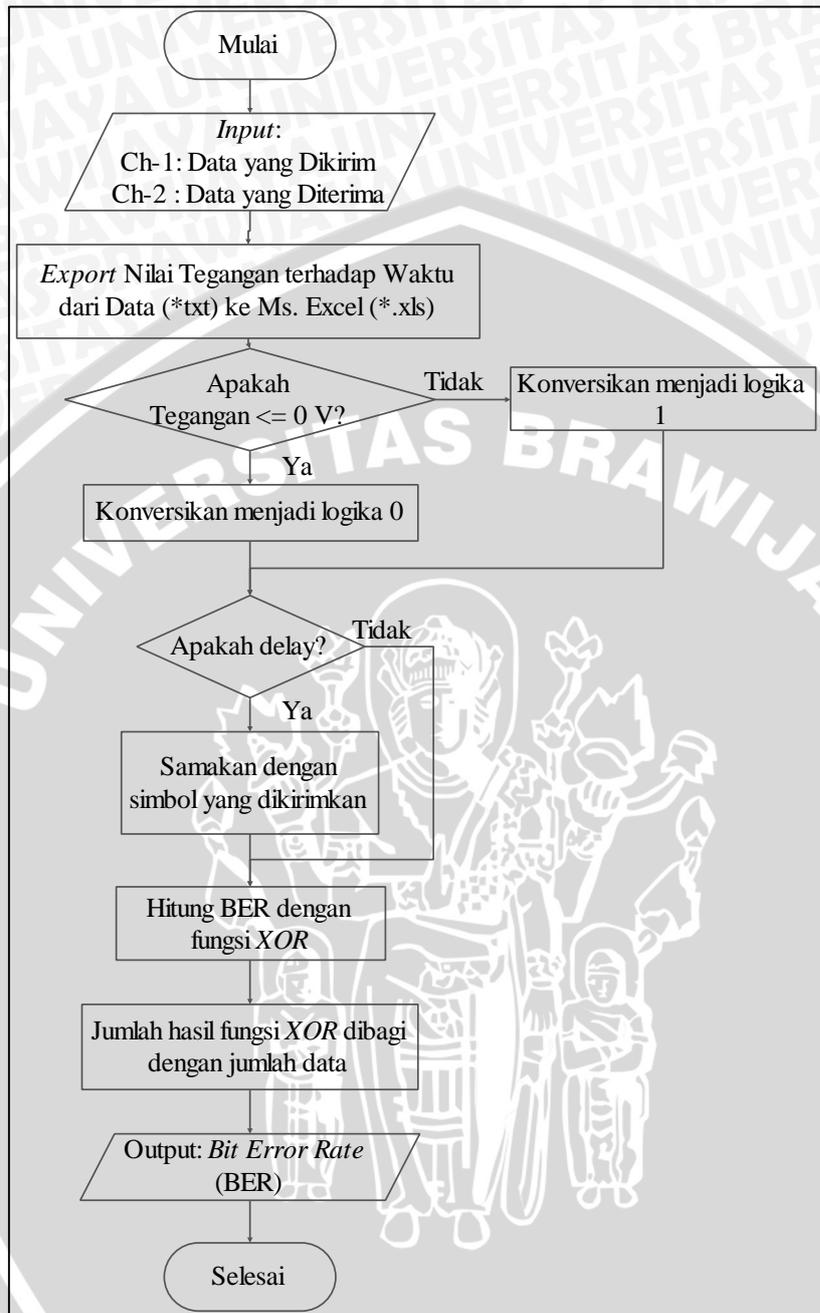
Perhitungan SNR dilakukan dengan cara *pre-detection*, menghubungkan CH-1 dengan keluaran LPF pada penerima. Daya sinyal didapat dengan mengubah spektrum sinyal menjadi data *text*, kemudian dilakukan perhitungan. Daya sinyal dihitung pada

rentang frekuensi 0 sampai frekuensi *cut-off* filter (1,2 kHz) dan daya *noise* dihitung pada rentang lebih dari 2 kHz sampai batas akhir nilai spektrum. Daya yang didapat dikonversi ke nilai rata-ratanya. SNR diperoleh dengan mengurangi daya sinyal dengan daya *noise*. Diagram alir perhitungan SNR ditunjukkan pada Gambar 3.9.

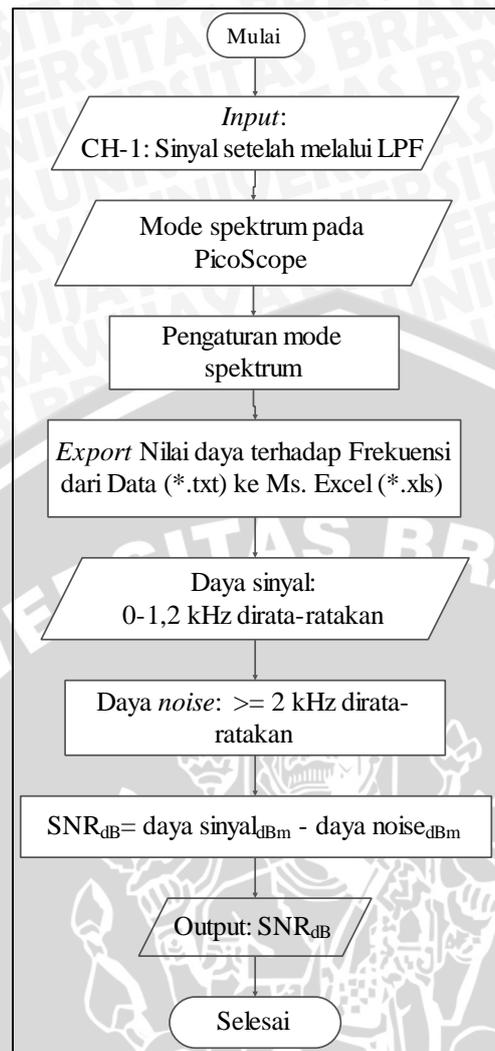




Gambar 3.7 Rangkaian Sistem OFDM dengan TIMS



Gambar 3.8 Diagram Alir Perhitungan BER



Gambar 3.9 Diagram Alir Perhitungan SNR