

# **Laporan Praktikum Modul 2**

## **Deteksi**

Oleh:

Bhadrika Evandito Atmomintarso  
07111740000120

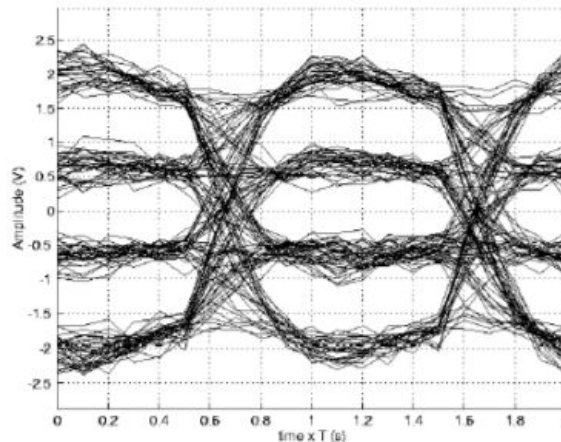
**Dokumentasi**

**[github.com/vitoatmo/matlab-praktikum-lab-telkom-2020](https://github.com/vitoatmo/matlab-praktikum-lab-telkom-2020)**

### Tugas Pra-Percobaan

1. Misalkan sebuah pulsa persegi dengan amplitudo satu dan lebar  $T = 10$  mdtk:  

$$p(t) = \text{rect}((t - T/2)/T)$$
2. Misal  $x(t) = s(t) + n(t)$  menyatakan gelombang dari output sebuah kanal berderau dan tanpa distorsi.  $s(t)$  adalah sebuah gelombang NRZ bipolar dengan amplitudo pulsa satu dan laju data biner  $F_d$  sebesar 1 kb/dtk. Derau mempunyai PSD  $S_n(f) = N_0/2 = 1.0 \times 10^{-4}$  W/Hz. Jika  $x(t)$  dimasukkan sebagai input dari penerima matched filter, maka:
  - a. Tentukan daya derau rata-rata  $\sigma_n^2$  pada output dari matched filter;
  - b. Tentukan amplitudo puncak dari komponen yang mengandung data dari sinyal output dari matched filter;
  - c. Tentukan energi rata-rata  $E_b$  dari  $s(t)$  dalam satu periode bit;
  - d. Hitung probabilitas kesalahan bit  $P_e = 0.5 \cdot \text{erfc}((E_b/N_0)^{1/2})$
3. Sebuah sistem NRZ 4-level dengan laju data 500 simbol per detik menggunakan 4 amplitudo untuk mengirim simbol-simbol 2 bit:  $\{-3A, -A, A, 3A\}$  volt. Pada output dari penerima matched filter sebuah pola mata 4-level diamati seperti pada Gambar 2.



**Gambar 2. Pola mata**

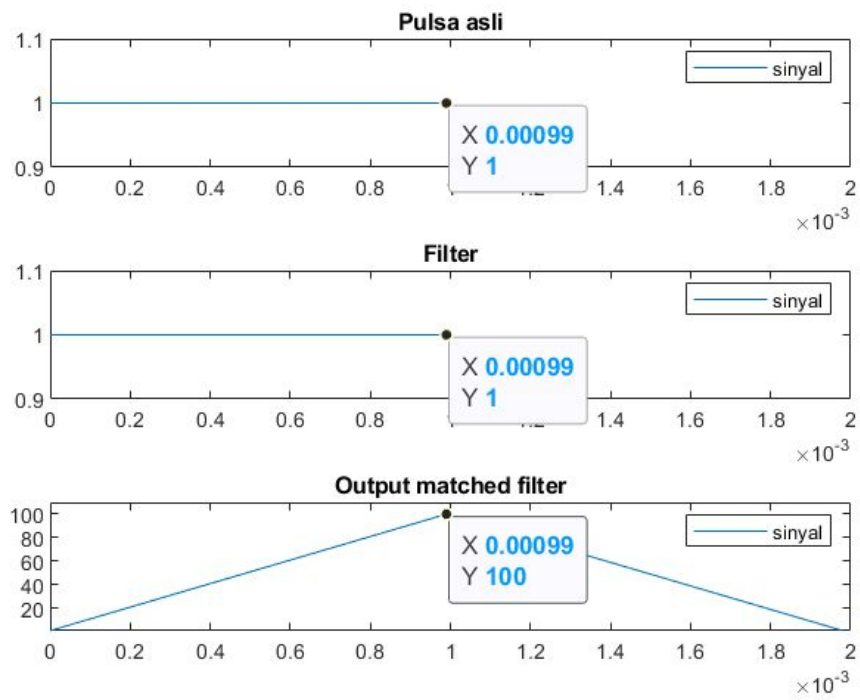
- a. Jika semua 4 simbol mempunyai probabilitas sama, tentukan energi rata-rata tiap simbol dan energi rata-rata tiap bit sebagai fungsi  $A$ .
- b. Misalkan sebuah sistem NRZ bipolar (biner) dengan amplitudo satu dan laju 1000 bit per detik. Tentukan  $E_b$  dan bandingkan dengan energi rata-rata tiap bit pada bagian a).
- c. Untuk sistem 4-level, berapakah nilai yang dibutuhkan untuk mendapatkan margin terhadap derau yang sama dengan sistem biner pada bagian b), pada semua tiga bukaan mata pada output matched filter?
- d. Tradeoff apakah yang dijumpai jika kita berpindah dari sistem biner ke sistem 4-level?

## Hasil Simulasi

### 1. Matched filter sebagai penerima optimal

#### 1.1. Hasil

Gambar 1.1. Sinyal Unipolar NRZ

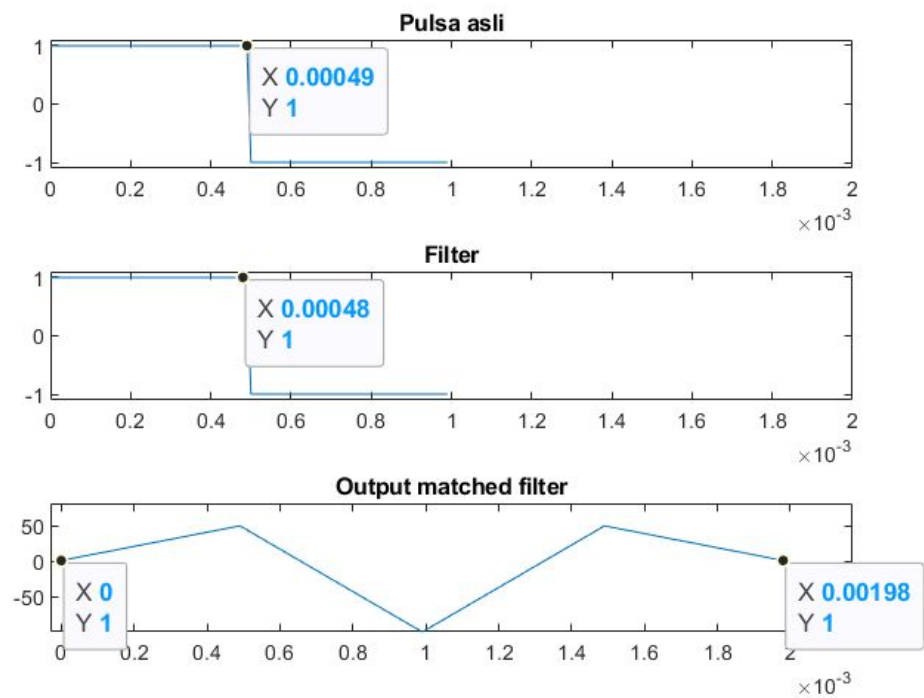


Pada waktu berapa output dari filter mencapai nilai puncak?

**t = 1 mdtk**

## 1.2. Hasil

Gambar 1.2. Sinyal Manchester



Dari pengamatan plot-plot di atas, pada waktu berapakah seharusnya gelombang disampel?

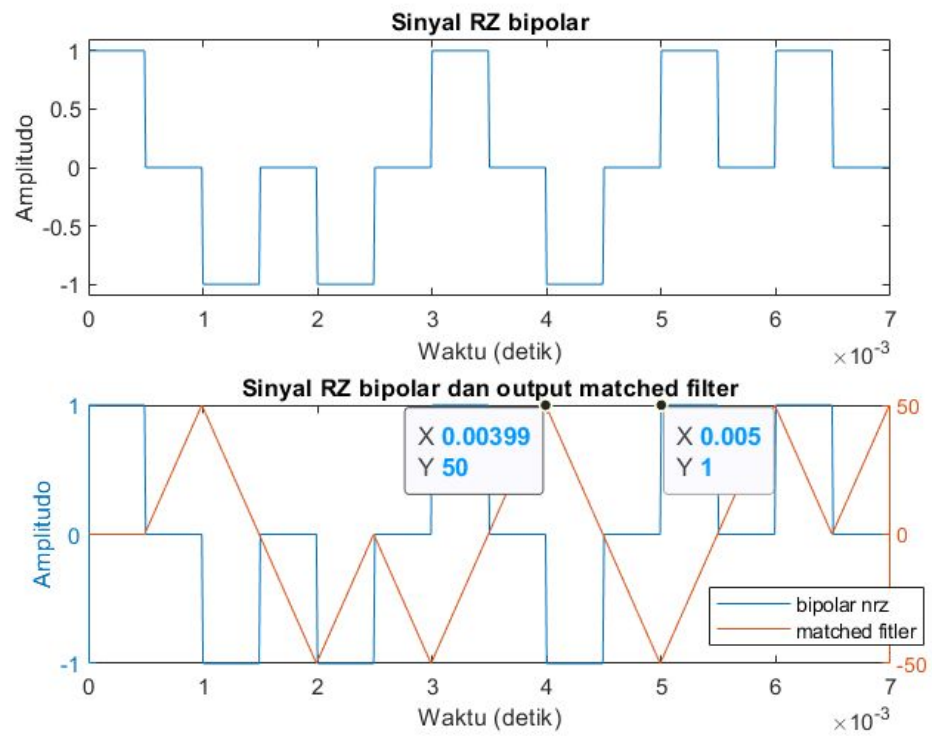
**t = 1 mdtk**

Berapakah energi bit  $E_b$  dari pulsa Manchester dengan amplitudo satu?

**$E_b = 50$  Joule**

### 1.3. Hasil

Gambar 1.3. Sinyal Bipolar NRZ

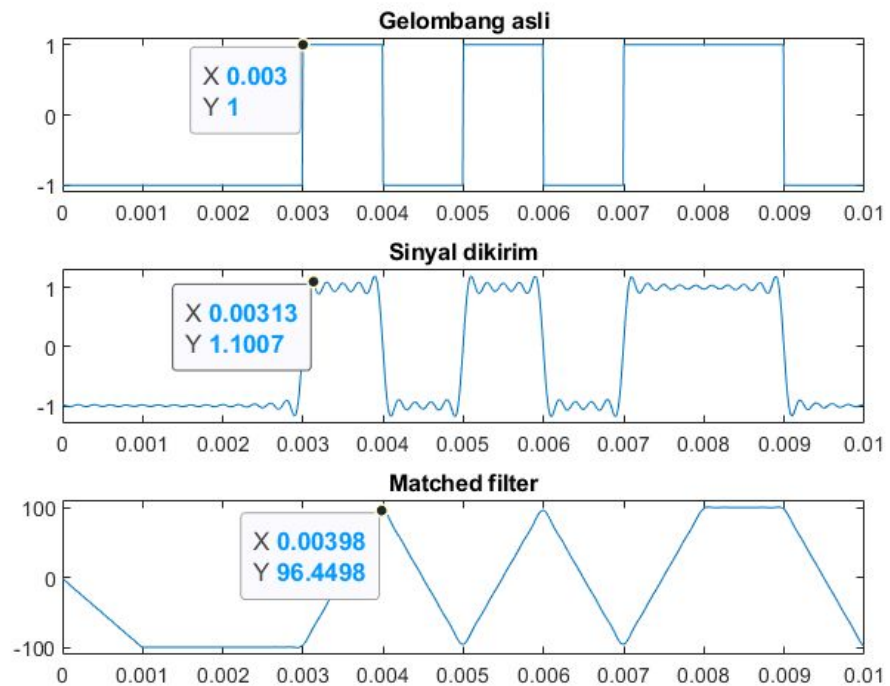


Amplitudo sinyal biru = 1 V

Amplitudo sinyal oranye = 50 Joule

## 2. Deteksi sinyal

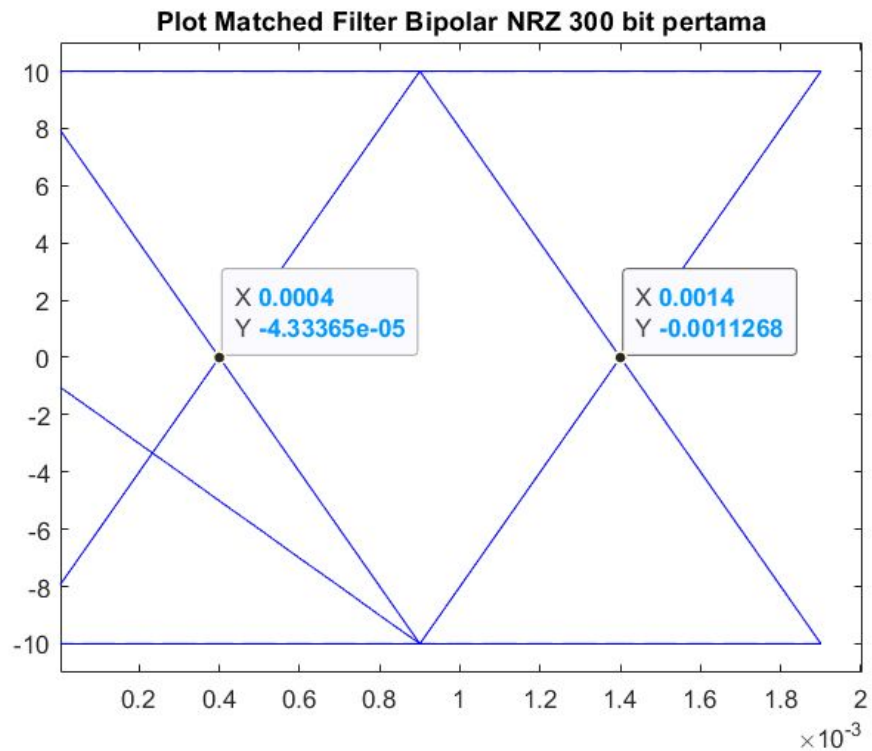
### 2.1. Biner acak 10-bit, Bipolar NRZ



Terbaca:

- Sinyal dikirim,  
 $b = 0001010110$
- Sinyal terbaca di matched filter,  
 $b = 0001010110$
- Sinyal asli,  
 $b = 0001010110$

## 2.2. Pola mata dari pembacaan 300 bit pertama



$t_{\text{opt}}$  = waktu sampling = 0.0014-0.0004=0.001 detik

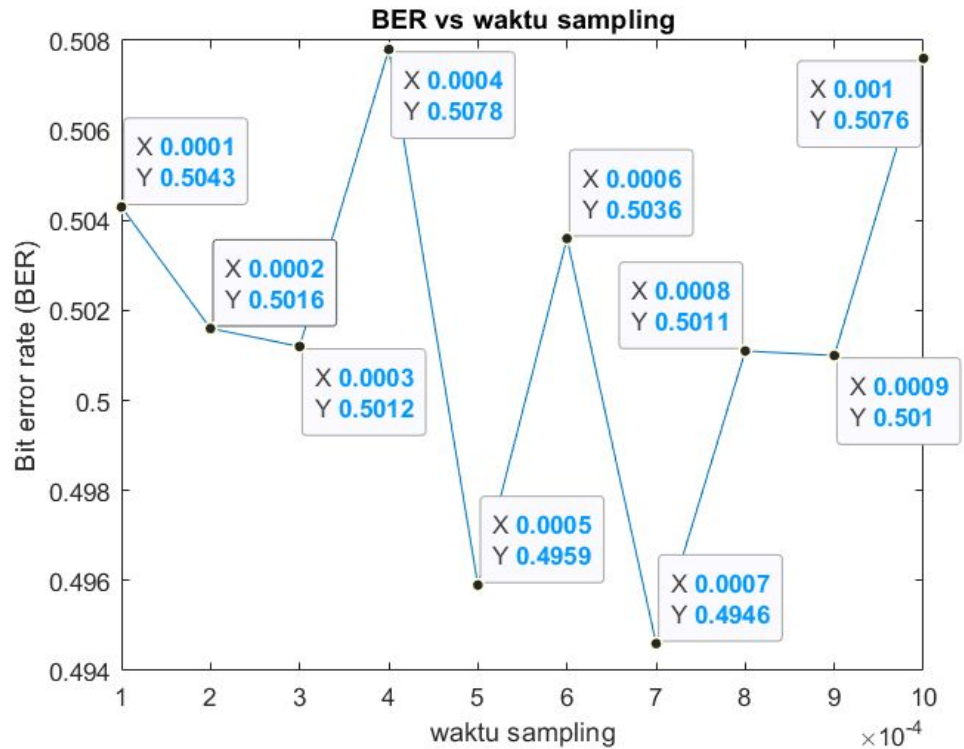
$\lambda$  = ambang  $\approx 0$  volt

Tabel 1: BER vs daya derau

$N_0/2$	$P_e$ terukur	$P_e$ teoritis
0.5	0.5038	0
10.	0.5007	0
105	0.4965	0
2.0	0.5057	0

\* \* nilai tersimpan pada matlab dengan variabel ber20-ber23

### 2.3. Pengaruh waktu sampling yang tidak optimal



### 2.4. Pengaruh bandwidth terhadap BER

Tabel 2: BER vs bandwidth kanal

Bandwidth	$P_e$ terukur
1500 Hz	0.5038
1000 Hz	0.5007
500 Hz	0.4965
350 Hz	0.5057

\* \* nilai tersimpan pada matlab dengan variabel ber40-ber43



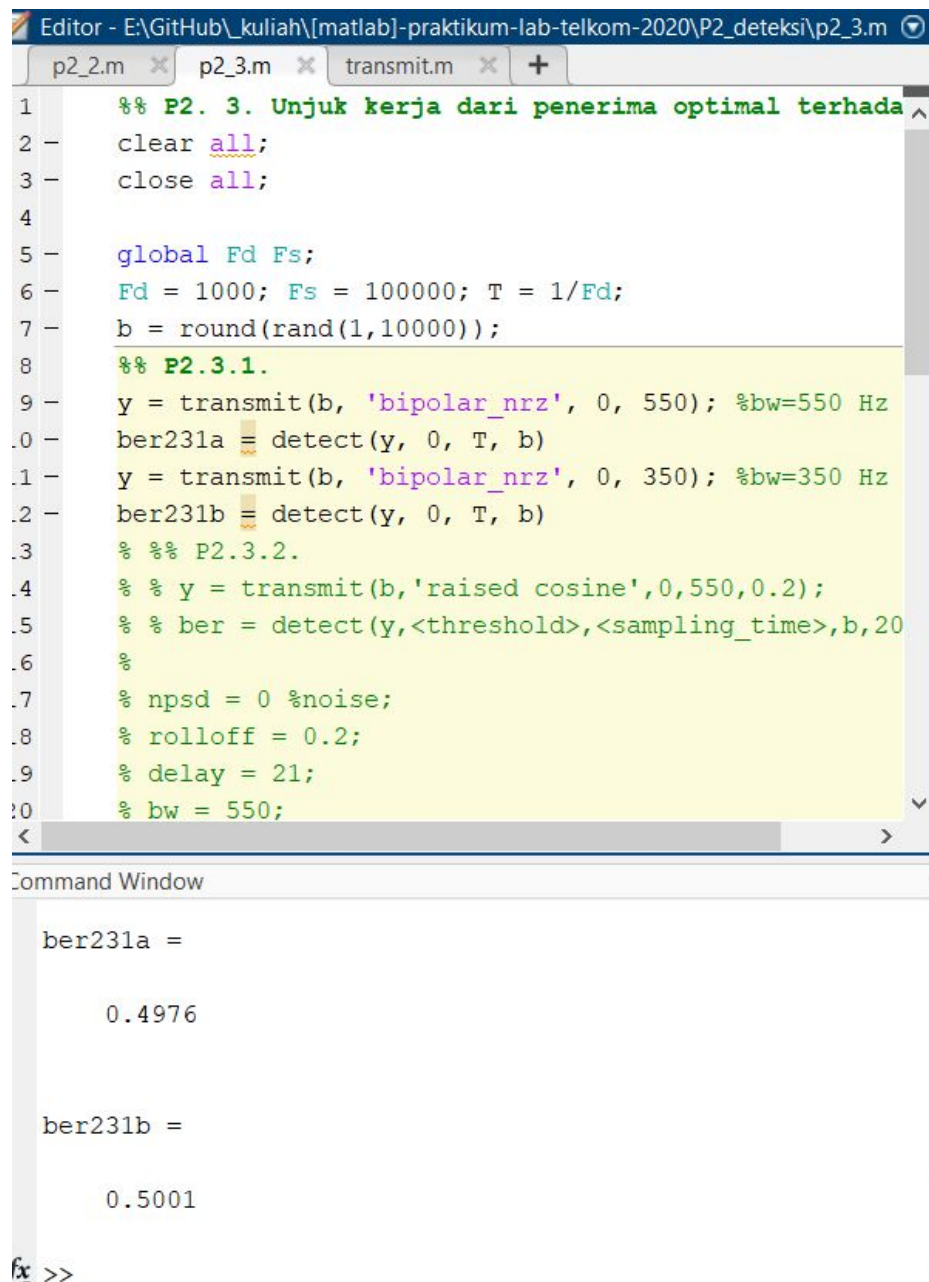
## Arsip Percobaan

b	<i>1x10000 double</i>
ber20	0.5038
ber21	0.5007
ber22	0.4965
ber23	0.5057
ber40	0.5095
ber41	0.5060
ber42	0.5051
ber43	0.5064
Fd	1000
Fs	10000
i	1x1 double (global)
pe	[0.5043,0.5016,0....
s	<i>1x100000 double</i>
st	[1.0000e-04,2.00...
T	1.0000e-03
x	<i>1x100000 double</i>
y	<i>1x100000 double</i>

### 3. Unjuk kerja dari penerima optimal terhadap ISI

#### 3.1. Pola mata Bipolar NRZ

Bandwidth	BER
550 Hz	0.4976
350 Hz	0.5001



```
Editor - E:\GitHub\kuliah\[matlab]-praktikum-lab-telkom-2020\P2_deteksi\p2_3.m
p2_2.m x p2_3.m x transmit.m x +
1 %% P2. 3. Unjuk kerja dari penerima optimal terhadap
2 clear all;
3 close all;
4
5 global Fd Fs;
6 Fd = 1000; Fs = 100000; T = 1/Fd;
7 b = round(rand(1,10000));
8 %% P2.3.1.
9 y = transmit(b, 'bipolar_nrz', 0, 550); %bw=550 Hz
10 ber231a = detect(y, 0, T, b)
11 y = transmit(b, 'bipolar_nrz', 0, 350); %bw=350 Hz
12 ber231b = detect(y, 0, T, b)
13 %% P2.3.2.
14 % y = transmit(b,'raised cosine',0,550,0.2);
15 % ber = detect(y,<threshold>,<sampling_time>,b,20
16 %
17 % npsd = 0 %noise;
18 % rolloff = 0.2;
19 % delay = 21;
20 % bw = 550;

Command Window

ber231a =

    0.4976

ber231b =

    0.5001

fx >>
```

### 3.2. Raised cosine dan BER

Hasil dari dampak BER pada kanal raised cosine:

Roll-off	Bandwidth	$P_e$
$\alpha=0.2$	550	0.5007
$\alpha=0.2$	450	0.4948
$\alpha=0.2$	400	0.5064
$\alpha=0.2$	350	0.5042

### 3.3. Dampak Roll-off pada BER

Tabel 3: BER vs faktor roll-off raised cosine

Bentuk pulsa		P <sub>e</sub> 350 Hz	P <sub>e</sub> 400 Hz
Bipolar NRZ			
Raised cosine	α=0	0.4979	0.5119
	α=0.2	0.5046	0.5074
	α=0.5	0.4960	0.4971
	α=1.0	0.5015	0.5074

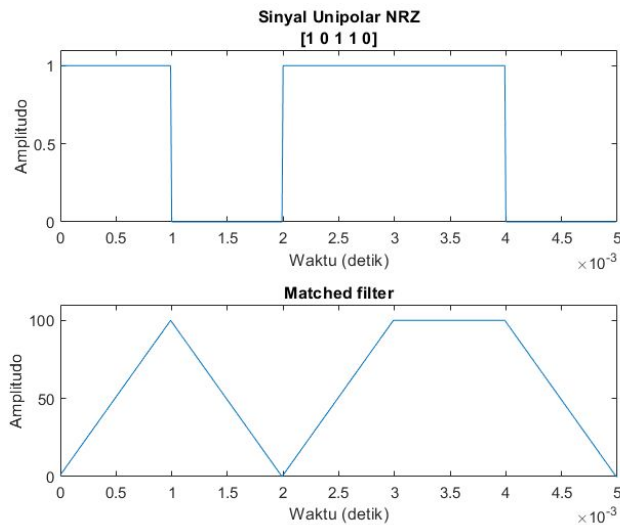
## 4. Pengkodean correlative-level (duobinary)

- 4.1. Belum dikerjakan karena kurang modul duodetector
- 4.2. Belum dikerjakan karena kurang modul duodetector
- 4.3. Belum dikerjakan karena kurang modul duodetector

# Tugas Pasca Percobaan

1. Gambarkan gelombang dari output sebuah matched filter jika inputnya adalah gelombang NRZ unipolar yang menyatakan urutan {1, 0, 1, 1, 0}.

**Jawab:**



2. Lihat Bagian 2 dari percobaan. Apakah lebih mudah untuk mendekodekan output dari kanal sebelum matched filter atau sesudahnya? Mengapa? Jika waktu sampling selain dari yang optimal (yang dapat diamati dari diagram mata) dipilih, Pe akan lebih besar. Mengapa? : coba anda pelajari apa yang terjadi jika pesan yang dikirim berupa satu saja atau nol saja.

**Jawab:**

3. Hitung probabilitas kesalahan bit teoritis untuk semua kondisi pada Tabel 1. Catat semua jawaban dalam bentuk tabel.

**Jawab:**

4. Amati pada Tabel 3 hubungan antara faktor roll-off dan BER untuk bandwidth 350 Hz. Dapatkah anda menjelaskannya berkaitan dengan sifat-sifat dari pulsa raised cosine?

**Jawab:**

5. Apakah anda jumpai pada Tabel 4 unjuk kerja yang lebih baik dengan precoding? Jelaskan hasil yang anda peroleh berdasarkan teori dari literatur (referensi atau buku teks yang anda miliki).

**Jawab:**

Belum dikerjakan karena membutuhkan library duodetect

## DOKUMENTASI MATLAB

```
%% P2.1. Matched filter sebagai penerima optimal
clear all;
close all;
```

```
%% 2.1.1.
global Fd Fs;
Fd = 1000; Fs = 100000; T = 1/Fd;
s = modul(1, 'unipolar_nrz');
```

```
mf = matched('unipolar_nrz');
```

```
figure('Name','P2-1.1. Unipolar NRZ','NumberTitle','off')
subplot(311), scope(s, 'one-shot', 2*T);
title('Pulsa asli')
subplot(312), scope(mf, 'one-shot', 2*T);
title('Filter')
subplot(313), scope(afilter(s,mf), 'one-shot', 2*T);
title('Output matched filter')
```

```
%% 2.1.2.
s = modul(1, 'manchester');
mf = matched('manchester');
```

```
figure('Name','P2-1.2. Manchester','NumberTitle','off');
subplot(311), scope(s, 'one-shot', 2*T);
```

```
title('Pulsa asli')
subplot(312), scope(mf, 'one-shot', 2*T);
title('Filter')
subplot(313), scope(afilter(s,mf), 'one-shot', 2*T);
title('Output matched filter')
```

```
%% 2.1.3.
s = modul([1 0 0 1 0 1 1], 'bipolar_rz');
```

```
figure('Name','P2-1.3. Bipolar NRZ','NumberTitle','off');
subplot(211), scope(s, 'one-shot', 7*T);
title('Sinyal RZ bipolar');
xlabel('Waktu (detik)')
ylabel('Amplitudo')
```

```
y = afilter(s, matched('bipolar_rz'));
subplot(212), scope(y, 'one-shot', 7*T);
ylabel('Amplitudo')
```

```
t = 0:1/Fs:(7*T-1/Fs);
plotyy(t, s, t, y(1:length(t)));
title('Sinyal RZ bipolar dan output matched filter');
xlabel('Waktu (detik)')
ylabel('Amplitudo')
```

```

%% P2.2. Deteksi sinyal
clear all;
close all;

global Fd Fs;
Fd = 1000; Fs = 100000; T = 1/Fd;
%% P2.2.1.
b = round(rand(1, 10));
s = modul(b, 'bipolar_nrz');

figure('Name','P2 2.1. Bipolar NRZ Matched
Filter','NumberTitle','off')
x = bbchannel(s, 1, 2e-4, 4900); %PSD No/2 =
2e-4; bw = 4900 Hz

subplot(311), scope(s, 'one-shot', 10*T);
title('Gelombang asli')

subplot(312), scope(x, 'one-shot', 10*T);
title('Sinyal dikirim')

y = afilter(x, matched('bipolar_nrz'));
subplot(313), scope(y, 'one-shot', 10*T);
title('Matched filter')

%% P2.2.2.
Fs = 10000;
b = round(rand(1,10000));
s = modul(b, 'bipolar_nrz');

x = bbchannel(s, 1, 0.0e-4, 4900); %kanal
y = afilter(x, matched('bipolar_nrz'));

figure('Name','P2 2.2. Plot Matched
Filter','NumberTitle','off')
scope(y(1:300*Fs/Fd), 'continuous', 2*T);
title('Plot Matched Filter Bipolar NRZ 300 bit
pertama');

% untuk tabel
y = transmit(b, 'bipolar_nrz', 0.5*1e-4, 4900);
%0.5 1 1.5 2
ber20 = detect(y, 0, T, b); %treshold = 0
y = transmit(b, 'bipolar_nrz', 1*1e-4, 4900);
%0.5 1 1.5 2
ber21 = detect(y, 0, T, b);
y = transmit(b, 'bipolar_nrz', 1.5*1e-4, 4900);
%0.5 1 1.5 2

```

```

ber22 = detect(y, 0, T, b);
y = transmit(b, 'bipolar_nrz', 2*1e-4, 4900);
%0.5 1 1.5 2
ber23 = detect(y, 0, T, b);

%% P2.2.3.
y = transmit(b, 'bipolar_nrz', 0.5e-4, 4900);
st = 1e-4:1/Fs:1/Fd;
pe = zeros(1,length(st));
for i = 1:length(st)
    pe(i) = detect(y, 0, st(i), b); %treshold = 0
end;

figure('Name','P2 2.3. Plot BER vs waktu
sampling','NumberTitle','off')
plot(st, pe);
xlabel('waktu sampling');
ylabel('Bit error rate (BER)');
title('BER vs waktu sampling');

%% P2.2.4
y = transmit(b, 'bipolar_nrz', 0.5*1e-4, 1500);
%bw=1500 1000 500 350
ber40 = detect(y, 0, T, b);
y = afilter(x, matched('bipolar_nrz'));

figure('Name','P2 2.2. Plot Matched
Filter','NumberTitle','off')
scope(y(1:500*Fs/Fd), 'continuous', 2*T);
title('Plot Matched Filter Bipolar NRZ 300 bit
pertama');
figure('Name','P2 2.4. Plot Matched
Filter','NumberTitle','off')
scope(y(1:300*Fs/Fd), 'continuous', 2*T);
title('Plot Matched Filter Bipolar NRZ 500 bit
pertama');

y = transmit(b, 'bipolar_nrz', 0.5*1e-4, 1000);
%bw=1500 1000 500 3500
ber41 = detect(y, 0, T, b);
y = transmit(b, 'bipolar_nrz', 0.5*1e-4, 500);
%bw=1500 1000 500 350
ber42 = detect(y, 0, T, b);
y = transmit(b, 'bipolar_nrz', 0.5*1e-4, 350);
%bw=1500 1000 500 350
ber43 = detect(y, 0, T, b);

```

```

%% P2. 3. Unjuk kerja dari penerima
optimal terhadap ISI
clear all;
close all;

global Fd Fs;
Fd = 1000; Fs = 100000; T = 1/Fd;
b = round(rand(1,10000));
%% P2.3.1.
y = transmit(b, 'bipolar_nrz', 0, 550);
%bw=550 Hz
ber231a = detect(y, 0, T, b)
y = transmit(b, 'bipolar_nrz', 0, 350);
%bw=350 Hz
ber231b = detect(y, 0, T, b)
%% P2.3.2. dan P2.3.3.
% y = transmit(b,'raised cosine',0,550,0.2);
% ber =
detect(y,<threshold>,<sampling_time>,b,2
0)

% browsing
npsd = 0 %noise;
rolloff = 0.5;
%^rolloff=0.2 untuk P2.3.2.
%^rolloff=0 0.2 0.5 1.0 untuk P2.3.3.
delay = 21;
%^delay=20 dan 21 untuk P2.3.2.
%^delay=21 untuk P2.3.3.
bw = 400; %bw = 550 450 400 350
%^^ganti manual untuk P2.3.2.
samptime = 0.001;
th = 0;

```

```

%
%raised Cosine
s = rcosflt(b,Fd,Fs,'sqrt',rolloff,delay);
ls = length(s);
ff = [1:ls];
fco = floor(bw/Fs*ls); % cutoff freq
flp = (ff<=fco|ff>=(ls-fco+2)); % low pass
filter
Sf = fftshift(s);
Sfbl = Sf.*flp;
sbl = real(iff(Sfbl));
chnlout = sbl + sqrt(npsd)*randn(1,ls);
y = chnlout;

% plot(y)
%
MM=length(b)*(Fs/Fd);
sT=round(Fs*samptime);
ysamp=y(sT:Fs/Fd:sT+Fs/Fd*(length(b)-1)
);
% yshifted = delayseq(ysamp,21,100);
%y=y(1:MM);
%ymat=reshape(y,(length(y))/length(b),len
gth(b));
%yy=ymat(sT,:);
ydet=sign(ysamp-th);
%ya=sign(ya);
ya1=0.5*(ydet+1);
berall=biterr(b,ya1);
ber=berall/length(b)
% y = transmit(b,'raised cosine',0,550,1);

%% P2.3.3.

```