

REPUBLIC INDONESIA
KEMENTERIAN HUKUM DAN HAK ASASI MANUSIA

SURAT PENCATATAN CIPTAAN

Dalam rangka perlindungan ciptaan di bidang ilmu pengetahuan, seni dan sastra berdasarkan Undang-Undang Nomor 28 Tahun 2014 tentang Hak Cipta, dengan ini menerangkan:

Nomor dan tanggal permohonan : EC00202168960, 24 November 2021

Pencipta

Nama : **Ir. Sirmayanti, S.T., M.Eng., Ph.D, IPM**
Alamat : Jl Dg Ramang, Komp. Griya Mulia Asri F1, Makassar, SULAWESI SELATAN, 90242
Kewarganegaraan : Indonesia

Pemegang Hak Cipta

Nama : **P3M Politeknik Negeri Ujung Pandang**
Alamat : Jl.Perintis Kemerdekaan Km 10, Makassar, SULAWESI SELATAN, 90245
Kewarganegaraan : Indonesia
Jenis Ciptaan : **Program Komputer**
Judul Ciptaan : **Coding Model Of Cooperative Relaying Communications**
Tanggal dan tempat diumumkan untuk pertama kali : 27 September 2021, di Makassar
di wilayah Indonesia atau di luar wilayah Indonesia
Jangka waktu perlindungan : Berlaku selama 50 (lima puluh) tahun sejak Ciptaan tersebut pertama kali dilakukan Pengumuman.
Nomor pencatatan : 000290709

adalah benar berdasarkan keterangan yang diberikan oleh Pemohon.

Surat Pencatatan Hak Cipta atau produk Hak terkait ini sesuai dengan Pasal 72 Undang-Undang Nomor 28 Tahun 2014 tentang Hak Cipta.



a.n Menteri Hukum dan Hak Asasi Manusia
Direktur Jenderal Kekayaan Intelektual
u.b.
Direktur Hak Cipta dan Desain Industri

Dr. Syarifuddin, S.T., M.H.
NIP.197112182002121001

Disclaimer:

Dalam hal pemohon memberikan keterangan tidak sesuai dengan surat pernyataan, Menteri berwenang untuk mencabut surat pencatatan permohonan.

DESKRIPSI CIPTAAN

JENIS: PROGRAM KOMPUTER

JUDUL:

Coding Model of Cooperative Relaying Communications

PENCIPTA/INVENTOR:

**Ir. SIRMAYANTI, S.T., M.Eng., Ph.D., IPM
Contact: sirmayanti.sirmayanti@poliupg.ac.id**

**Diumumkan/dimodifikasi pertama kali:
Makassar, 27 September 2021**

**Tanggal Pencatatan:
Makassar, 21 November 2021**

DAFTAR GAMBAR

	Halaman
<i>Gambar 1 Simulasi BER pada skema AF dengan variasi Gain (G)</i>	3
<i>Gambar 2 Simulasi BER pada skema AF dengan variasi μ</i>	4
<i>Gambar 3 Simulasi BER pada skema AF melalui metode MRC dan SC</i>	6
<i>Gambar 4 Simulasi BER pada skema DF dengan variasi μ</i>	5
<i>Gambar 5 Simulasi BER pada skema DF melalui metode MRC dan SC</i>	11

DO NOT COPY

DAFTAR TABEL

Halaman

<i>Tabel 1</i> Parameters rata-rata SNR dengan $\bar{\gamma}_1$ dan $\bar{\gamma}_2$ pada nilai μ variasi 1-5	3
-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------	---

DO NOT COPY

CODING MODEL OF COOPERATIVE RELAYING COMMUNICATIONS

Dasar sistem komunikasi co-operative relay (Cooperative Relaying Communications) berdasarkan pada sistem co-operative pentransmisian antara terminal (node) pengirim (Tx) dan terminal penerima (Rx) melalui terminal relay. Sebuah channel informasi terkirim dari terminal pengirim menuju terminal relay dahulu sebelum tiba pada terminal penerima. Sistem relay yang digunakan untuk analisis performance pada wireless co-operative relay terdiri atas:

1. Amplify-and-Forward Scheme (AF Scheme)
2. Decode-and-Forward Scheme (DF Scheme)

Amplify-and-Forward (AF)

Masing-masing node secara co-operative menerima sebuah versi signal noise dari hasil penerimaan signal. Kemudian, node ini akan menguatkan dan mengirimkan kembali versi signal noise tersebut. Dengan kata lain, terminal relay akan mengirimkan signal informasi yang diterimanya ke dalam channel kedua di terminal pengirim setelah memberikan penguatan dan kemudian meneruskannya kembali ke terminal penerima yang diinginkan.

Simulasi-1: coding model pada AF untuk menghitung kinerja Bit-Error-Rate (BER)

(File Matlab name: BER_AF.m)

```
% Gambar 1: BER performance of the AF scheme with different Gains
% Gambar 2: BER performance of the AF scheme with different values of  $\mu$ 

clear all
close all
clc

% set parameters
N = 10000; % bit number
K = 1; % /mu (change variety K of 1-5)
G = 1; % Gain of C konstans, change variety G of 1-5
C = 1; % a constant for a fixed G

% generating the random data
st = randint(1,N); %data input
st_BPSK = 2*st-1; % BPSK modulation 0 -> -1; 1 -> 1

% set the value of SNR1 and SNR2
EbNo1_dB = [0:2:12]; % SNR1 on dB (S-Rlink)
EbNo1_lin = 10 .^(EbNo1_dB/10); % SNR1 on linear
```

```

% set value of fading channel
A1= ((1/sqrt(2))* abs(randn(1,N) + j*randn(1,N))); %channel fading of S-R link
A2= ((1/sqrt(2))* abs(randn(1,N) + j*randn(1,N))); %channel fading of R-D link

% set value of noise
n1 = (randn(1,N) + j*randn(1,N)); %adding noise on relay
n2 = (randn(1,N) + j*randn(1,N)); %adding noise on destination

% Plotting curve BER of Amplify and Forward
for m = 1:length(EbNo1_dB);

    for k = 1:length(A1);

        % Sending data to Relay
        Rb = (A1(k) * st_BPSK(k)) + (sqrt(1/EbNo1_lin(m))*n1(k));

        % Amplify with value G and forward to Destination
        Rc = (A2(k) * G * Rb) + (sqrt(1/EbNo2_lin(m))*n2(k));

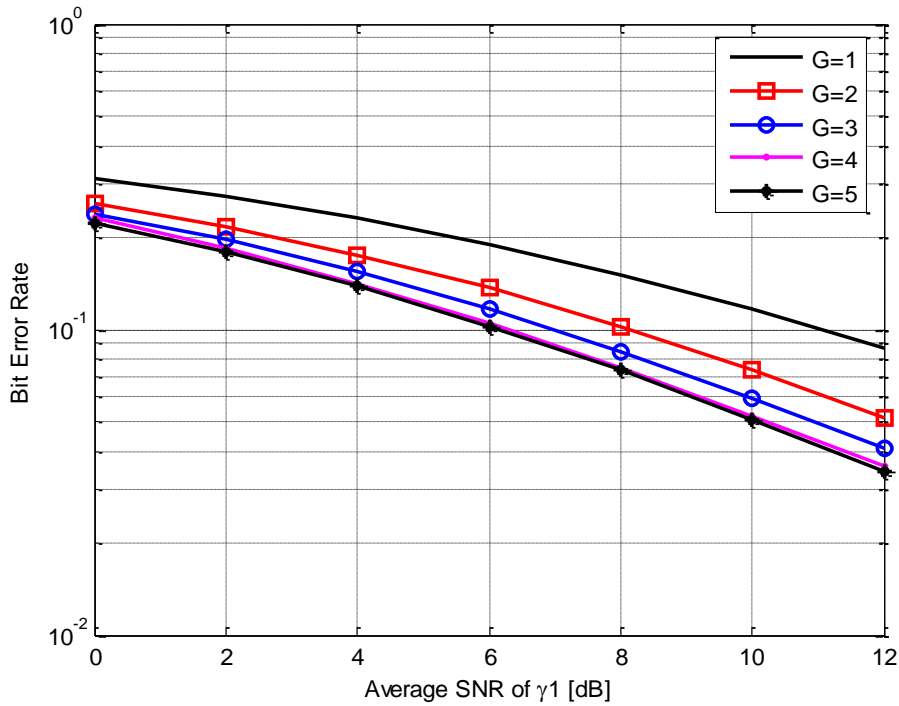
        if (real(Rc))>= 0;
            ans1 = 1;
            end
            st_end(k) = ans1;
        end
        [NUM BER] = biterr(st_end,st);
        relay_biterr(m) = BER;
    end

semilogy(EbNo1_dB,relay_biterr,'k*-');
hold on
grid on
xlabel('Average SNR of \bar{\gamma}_1 [dB]'); %\bar{\gamma}_1 is for simbol
command
ylabel('Bit Error Rate');
legend('G=1', 'G=2', 'G=3', 'G=4', 'G=5');

```

Hasil simulasi-1

- ✓ Grafik perbandingan kinerja Bit Error Rate (BER) terhadap nilai fixed-gain (G) relay.



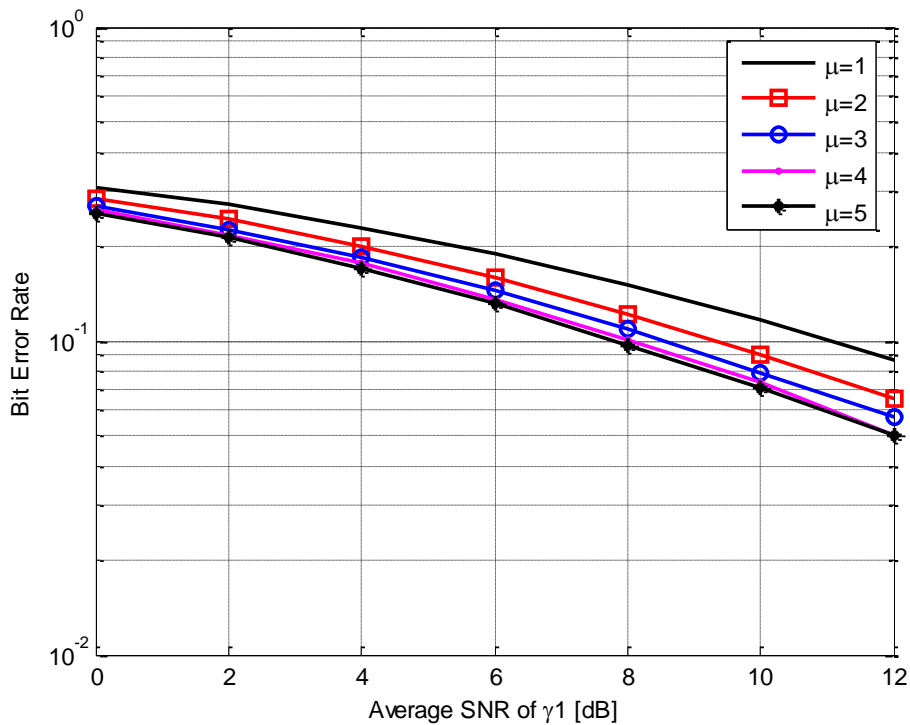
Gambar 1. Simulasi BER pada skema AF dengan variasi Gain (G).

- ✓ Grafik perbandingan kinerja Bit Error Rate (BER) dengan Rician model- μ .

Tabel 1. Parameters rata-rata SNR dengan $\bar{\gamma}_1$ dan $\bar{\gamma}_2$ pada nilai μ variasi 1-5

μ	SNR average							
	γ_1 (dB)	0	2	4	6	8	10	12
1		0	2	4	6	8	10	12
2	γ_2 (dB)	3.0103	5.0103	7.0103	9.0103	11.0103	13.0103	15.0103
3		4.7712	6.7712	8.7712	10.7712	12.7712	14.7712	16.7712
4		6.0206	8.0206	10.0206	12.0206	14.0206	16.0206	18.0206
5		6.9897	8.9897	10.9897	12.9897	14.9897	16.9897	18.9897

Catatan: $\bar{\gamma}_1$ adalah power signal-to-noise ration pada link Tx-Relay, dan $\bar{\gamma}_2$ adalah power signal-to-noise ratio pada link Relay-Rx.



Gambar 2. Simulasi BER pada skema AF dengan variasi μ .

Simulasi-2: coding model pada AF untuk menghitung kinerja Bit-Error-Rate (BER) dengan Diversity Combining. Terdapat dua metode yang digunakan yaitu *Selection Combining* (SC) dan *Maximal-Ratio Combining* (MRC) Diversity.

(File Matlab name: BER_AF_MRC_SC.m)

```

% Figure 3: Simulated BER of MRC and SC schemes with the AF relaying

clear all
close all
clc

% set parameters
N = 10000; % bit number
K = 1; % /mu
G = 1; % Gain of C konstans

% generating the random data
st = randint(1,N); %data input
st_BPSK = 2*st-1; % BPSK modulation 0 -> -1; 1 -> 1

```



```

% set the value of SNR1 and SNR2
EbNo1_dB = [0:2:12]; % SNR1 on dB (S-Rlink)
EbNo1_lin = 10 .^(EbNo1_dB/10); % SNR1 on linear

% set value of fading channel
A1= ((1/sqrt(2))* abs(randn(1,N) + j*randn(1,N))); %channel fading of
S-R link
A2= ((1/sqrt(2))* abs(randn(1,N) + j*randn(1,N))); %channel fading of
R-D link
A3= ((1/sqrt(2))* abs(randn(1,N) + j*randn(1,N))); %channel fading of
S-D link

% set value of noise
n1 = (randn(1,N) + j*randn(1,N)); %adding noise on relay
n2 = (randn(1,N) + j*randn(1,N)); %adding noise on destination (relay
path)
n3 = (randn(1,N) + j*randn(1,N)); %adding noise on destination (direct
path)

% Plotting curve BER_SNR of Amplify and Forward
for m = 1:length(EbNo1_dB);
    for k = 1:length(A1);
        % branch-1 : relay path (Source - Relay - Destination)
        % Amplify with value G and forward to Destination
        Rc = (A2(k) * G * Rb) + (sqrt(1/EbNo2_lin(m))*n2(k));
        RcC = abs(A1(k))* abs(A2(k))* Rc ; % transmitted signal on
relay path
        % branch-2 : direct path (Source - Destination)
        Ds = ((A3(k)* st_BPSK(k)) + (sqrt(1/EbNo2_lin(m))*n3(k)));
        DsC = abs(A3) * Ds; % transmitted signal on direct path
        % ----- Maximal Ratio Combining (MRC) -----
        MRC_rec = RcC + DsC ; % sum of the individual power ratios
between relay and direct paths
        if (real(MRC_rec))>= 0;
            ans1 = 1;
            end
            MRC_st_end_direct(k) = ans1;
    end
end

```

```

% ----- Selection Combining (SC) -----

    SC_rec = max(RcC,DsC) ; % the strongest power signal between relay
and direct paths is choosen

    if (real(SC_rec))>= 0;
        ans2 = 1;
    end
    SC_st_end_direct(k) = ans2;

end
[NUM BER] = biterr(MRC_st_end_direct,st);
MRC_biterr(m) = BER;

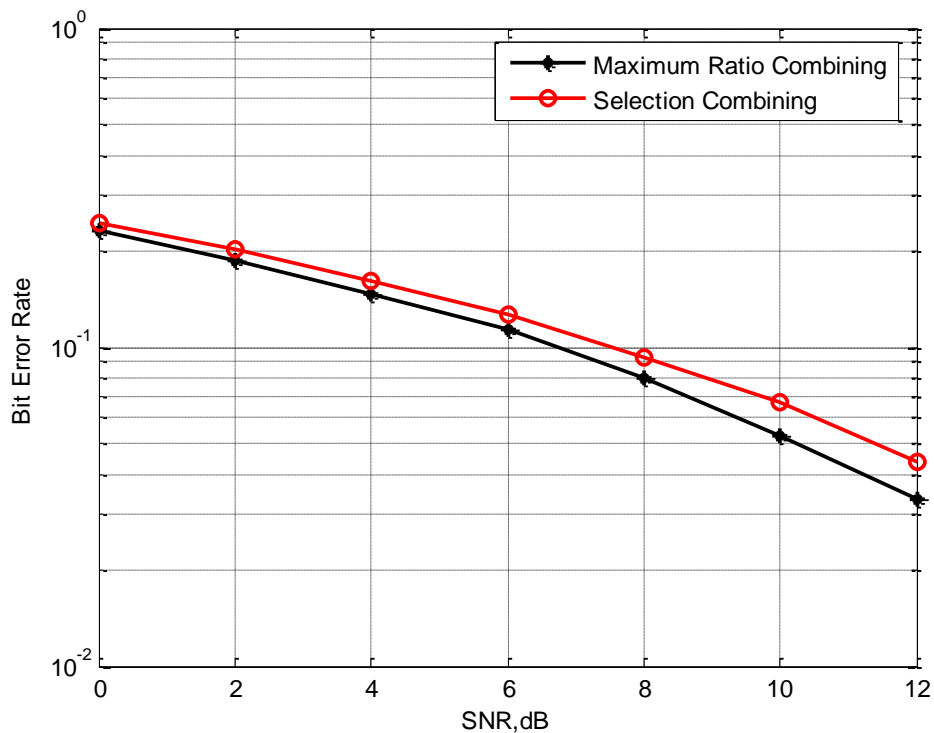
[NUM BER] = biterr(SC_st_end_direct,st);
SC_biterr(m) = BER;

end

semilogy(EbNol_dB,MRC_biterr,'k*-');
hold on
semilogy(EbNol_dB,SC_biterr,'ro-');
grid on
xlabel('SNR,dB');
ylabel('Bit Error Rate');
legend('Maximum Ratio Combining','Selection Combining');

```

Hasil Simulasi-2



Gambar 3. Simulasi BER pada skema AF melalui metode MRC dan SC.

Decode-and-Forward (DF)

Penguatan tidak dibutuhkan dalam node relay ini. Node co-operative relay terlebih dahulu mengkode ulang signal yang diterima dari terminal pengirim kemudian meneruskannya kembali ke terminal penerima. Saat relay menerima signal dari pengirim dengan daya penerimaan signal yang cukup baik, relay akan melakukan pengkodean terhadap signal tersebut sesuai dengan metode pengkodeaan yang digunakan, setelah ini signal tersebut akan diteruskan kembali ke penerima melalui channel kedua.

Simulasi-3: coding model pada DF untuk menghitung kinerja Bit-Error-Rate (BER)

(File Matlab name: BER_DF.m)

```
% Gambar 4: BER performance of the DF scheme with different values of  $\mu$ 

clear all
close all
clc

% set parameters
N = 10000; % bit number
K = 1; %  $\mu$  (set different values of 1-5)

% generating the random data
st = randint(1,N); %data input
st_BPSK = 2*st-1; % BPSK modulation 0 -> -1; 1 -> 1

% set the value of SNR1 and SNR2
EbNo1_dB = [0:2:12]; % SNR1 on dB (S-Rlink)
EbNo1_lin = 10 .^(EbNo1_dB/10); % SNR1 on linear
EbNo2_lin = K * EbNo1_lin; % SNR2 on dB (R-D link)

% set value of fading channel
A2= ((1/sqrt(2))* abs(randn(1,N) + j*randn(1,N))); %channel fading of R-D
link

% set value of noise
n1 = (randn(1,N) + j*randn(1,N)); %adding noise on relay
n2 = (randn(1,N) + j*randn(1,N)); %adding noise on destination

% Plotting curve BER_SNR of Decode and Forward
for m = 1:length(EbNo1_dB);
    for kk = 1:length(A1);

        % sending data to Relay
        Rb_DF = (A1(kk)* st_BPSK(kk)) + (sqrt(1/EbNo1_lin(m))*n1(kk));

        % Decoding
        if (real(Rb_DF))>= 0;
            ans3 = 1;
        end
        st_relay_DF = ans3;
    end
end
```

```

% Forward
Ds_DF = (A2(kk)*Rb_DF) + (sqrt(1/EbNo2_lin(m))* n2(kk));

if (real(Ds_DF))>= 0;
    ans4 = 1;

end
    st_end_DF(kk) = ans4;
end

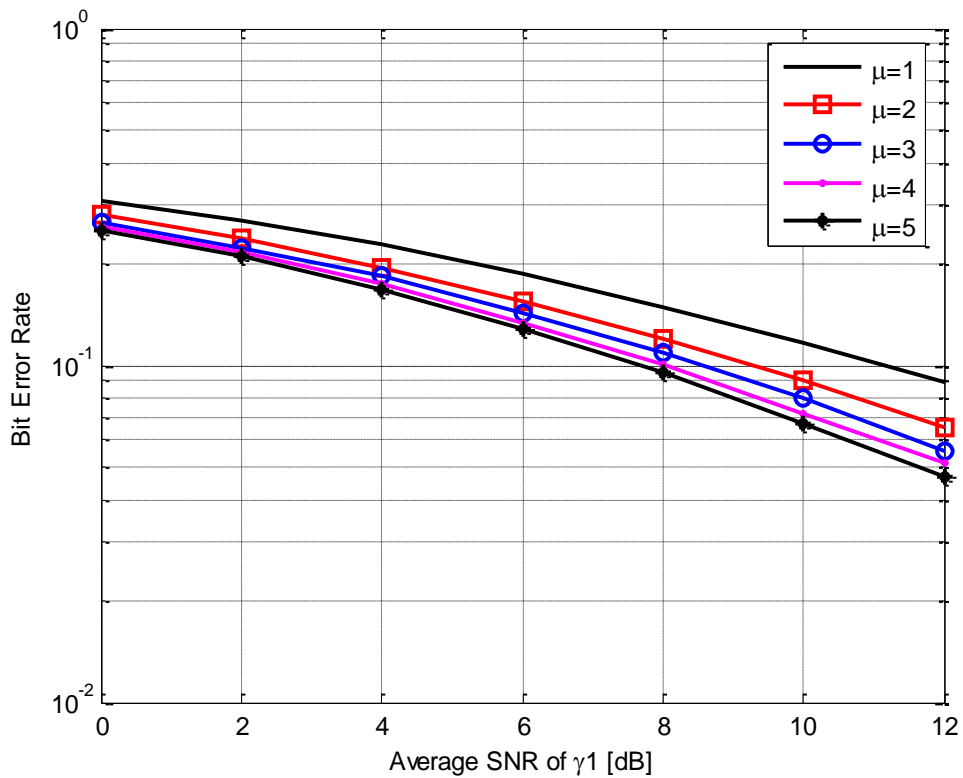
[NUM BER] = biterr(st_end_DF,st);
    relay_biterr_DF (m) = BER;

end

semilogy(EbNo1_dB,relay_biterr_DF,'ks-');
grid on
xlabel('Average SNR of \bar{\gamma}_1 [dB]');
ylabel('Bit Error Rate');
legend('\mu=1', '\mu=2', '\mu=3', '\mu=4', '\mu=5');

```

Hasil Simulasi-3



Gambar 4. Simulasi BER pada skema DF dengan variasi μ .

Simulasi-4: coding model pada DF untuk menghitung kinerja Bit-Error-Rate (BER) dengan Diversity Combining. Terdapat dua metode yang digunakan yaitu *Selection Combining* (SC) dan *Maximal-Ratio Combining* (MRC) Diversity.

(File Matlab name: BER_DF_MRC_SC.m)

```
% Figure 5: Simulated BER of MRC and SC schemes with the DF relaying

clear all
close all
clc

% set parameters
N = 10000; % bit number
K = 1; % /mu

% generating the random data
st = randint(1,N); % data input
st_BPSK = 2*st-1; % BPSK modulation 0 -> -1; 1 -> 1

% set value of SNR1 and SNR2

EbNo2_lin = K * EbNo1_lin; % SNR2 on dB (R-D link)

% set value of fading channel
A1= ((1/sqrt(2))* abs(randn(1,N) + j*randn(1,N))); %channel fading of S-R
link
A2= ((1/sqrt(2))* abs(randn(1,N) + j*randn(1,N))); %channel fading of R-D
link
A3= ((1/sqrt(2))* abs(randn(1,N) + j*randn(1,N))); %channel fading of S-D
link

% set value of noise
n1 = (randn(1,N) + j*randn(1,N)); %adding noise on relay
n3 = (randn(1,N) + j*randn(1,N)); %adding noise on destination (direct path)

% Plotting curve BER_SNR of Decode and Forward

for m = 1:length(EbNo1_dB);

    for k = 1:length(A1);

        % branch-1 : relay path (Source - Relay - Destination)

        % sending data to Relay
        Rb = (A1(k) * st_BPSK(k)) + (sqrt(1/EbNo1_lin(m))*n1(k));

        % Decoding
        if (real(Rb))>= 0;
            ans1 = 1;
        end
        st_relay = ans1;
    }
}

```

```

% Forward
Ds_relay = (A2(k)*st_relay) + (sqrt(1/EbNo2_lin(m))* n2(k));

DsC_relay = abs(A1(k))*abs(A2(k))*Ds_relay;% transmitted
signal on relay path

% branch-2 : direct path (Source - Destination)

Ds_direct = ((A3(k)*st_BPSK(k))+(sqrt(1/EbNo2_lin(m)*n3(k)))));

% ----- Maximal Ratio Combining (MRC) -----

MRC_rec = DsC_relay + DsC_direct; % sum of the individual
power ratios between relay and direct paths

if (real(MRC_rec))>= 0;
    ans3 = 1;
else
    ans3 = 0;
end
MRC_st_end_direct(k) = ans3;

% ----- Selection Combining (SC) -----

SC_rec = max(DsC_relay,DsC_direct) ; % the strongest power
signal between relay and direct paths is chosen

if (real(SC_rec))>= 0;
    ans4 = 1;
end
SC_st_end_direct(k) = ans4;

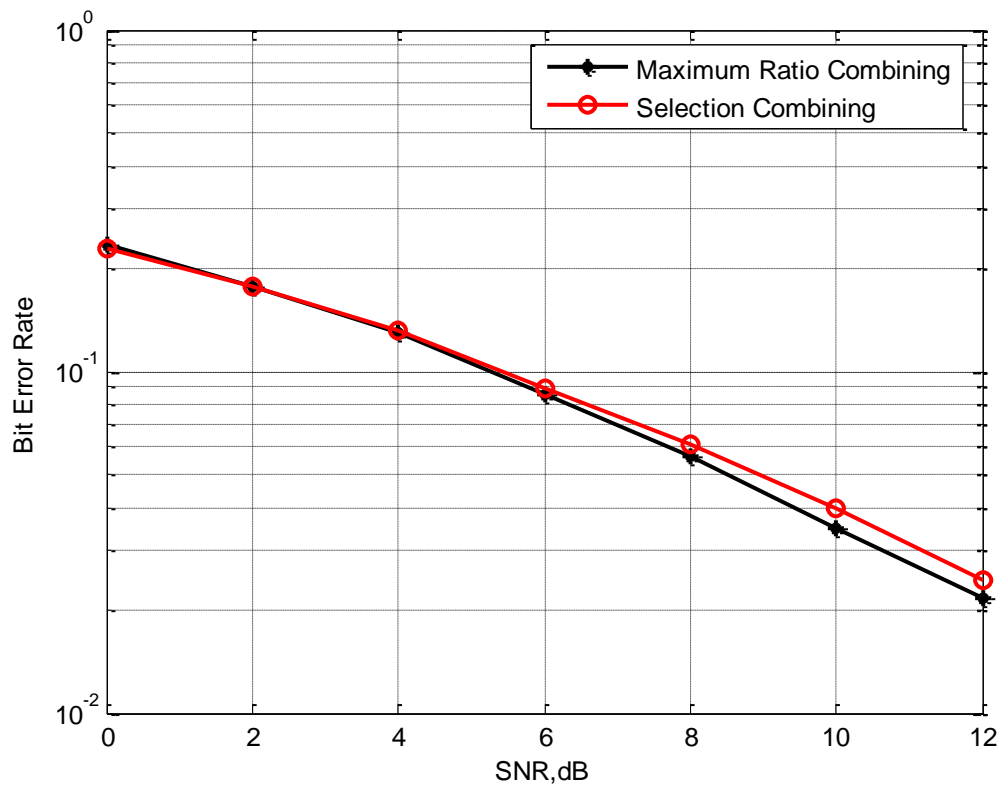
end
[NUM BER] = biterr(MRC_st_end_direct,st);
MRC_biterr (m) = BER;

[NUM BER] = biterr(SC_st_end_direct,st);
SC_biterr(m) = BER;
end

semilogy(EbNo1_dB,MRC_biterr,'k*-');
hold on
semilogy(EbNo1_dB,SC_biterr,'ro-');
grid on
xlabel('SNR,dB');
ylabel('Bit Error Rate');
legend('Maximum Ratio Combining','Selection Combining');

```

Hasil Simulasi-4



Gambar 5. Simulasi BER pada skema DF melalui metode MRC dan SC.

Akses Matlab

Coding yang tersajikan ini (File terlampir) dapat dibuka menggunakan software Matlab, minimal versi 2010 keatas.

**LEMBAR
HASIL PENILAIAN SEJAWAT SEBIDANG ATAU PEER REVIEW
KARYA ILMIAH : KARYA ILMIAH YANG TELAH MEMILIKI SERTIFIKAT DARI KEMENKUMHAM**

Judul Ciptaan : Coding Model of Cooperative Relaying Communication

Jumlah Penulis : 1 (satu) orang
 Status Pengusul : **penulis pertama**/Penulis-kedua/penulis-korespondensi **

Identitas Ciptaan : a. Jenis Ciptaan : Program Komputer
 b. Nomor Pencatatan : EC00202168960/ 000290709
 c. Tanggal Pencatatan : 24-Nov-21

Hasil Penilaian *Peer Review* :

Komponen Yang Dinilai	Nilai Maksimal Ciptaan			Nilai Akhir Yang Diperoleh
	Internasional/ Internasional bereputasi** <input type="checkbox"/>	Nasional Terakreditasi <input type="checkbox"/>	Nasional *** <input type="checkbox"/>	
a. Kelengkapan unsur isi artikel (10%)				10
b. Ruang lingkup dan kedalaman pembahasan (30%)				30
c. Kecukupan dan kemutakhiran data/informasi dan metodologi (30%)				30
d. Kelengkapan unsur dan kualitas terbitan/jurnal (30%)				30
Total = (100%)				
Nilai Pengusul =				100.

Catatan Reviewer :

→ Semoga Paten ini bermanfaat kedepan.

Makassar, 21 April 2022
 Reviewer 2,

Dr. Ir. Satriani Said Akhmad, M.T.
 NIP. 19670904 199303 2 001

Unit kerja : Jurusan Teknik Elektro PNUP

*Dinilai oleh dua Reviewer secara terpisah

**coret yang tidak perlu

***nasional/terindeks di DOAJ, CABI, Copernicus