

BAB 3

METODOLOGI PENELITIAN

3.1 Metode Penelitian

Metodologi yang digunakan dalam menyelesaikan dalam menyelesaikan masalah pada tugas akhir ini adalah

1. Studi literatur

Pencarian dan pengumpulan literatur-literatur dan kajian-kajian yang berkaitan dengan masalah-masalah yang ada pada tugas akhir ini, baik berupa artikel, buku referensi, internet, dan sumber-sumber lain yang berhubungan dengan masalah tugas akhir.

2. Perancangan simulasi

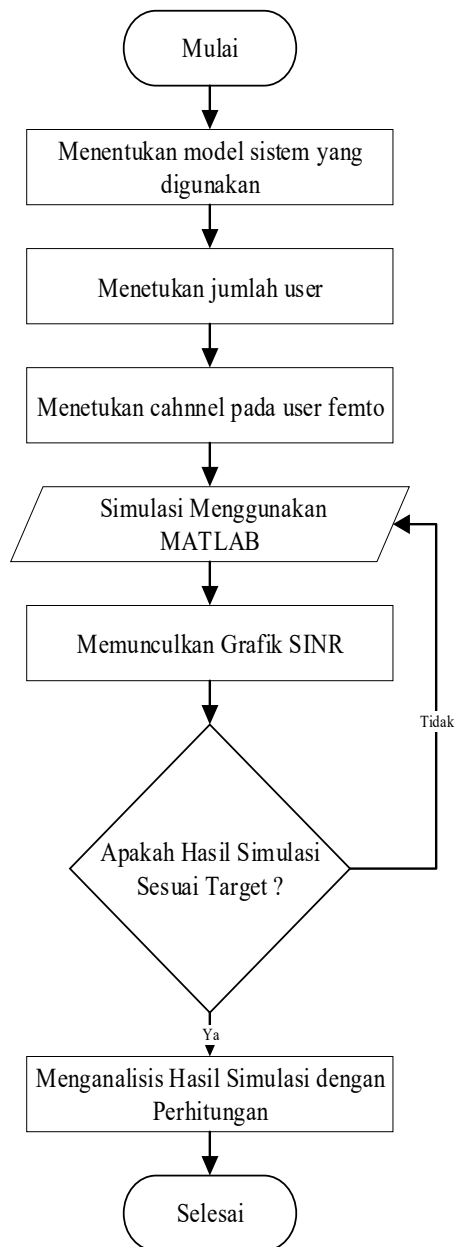
Perancangan berdasarkan studi literatur yang telah didapatkan dengan melihat rumus-rumus yang berkaitan dengan masalah.

3. Analisis hasil

Setelah tahap perancangan, akan menghasilkan grafik yang mewakili masalah dari tugas akhir. Tahap selanjutnya adalah menganalisa grafik tersebut dan mengambil informasi yang dihasilkan oleh grafik.

3.2 Alur Penelitian

Pada tugas akhir ini , skenario dan simulasi dalam *co-tier femtocell* dengan menggunakan metode *centralized power control* terbagi menjadi beberapa tahap. Tahap pertama pembangkitan data *user* dan *channel* yang kemudian menentukan jumlah *user* yang akan digunakan. Tahap selanjutnya menentukan model sistem yang digunakan. Tahap keempat adalah menentukan *channel* pada tiap *user femto*. Tahap kelima melakukan perancangan model sistem yang telah ditentukan menggunakan *software* simulasi MATLAB. Dan tahap terakhir adalah melakukan perhitungan simulasi untuk pengambilan data yang digunakan pada analisis. Diagram alir penelitian secara umum dapat dilihat pada Gambar 3.1.



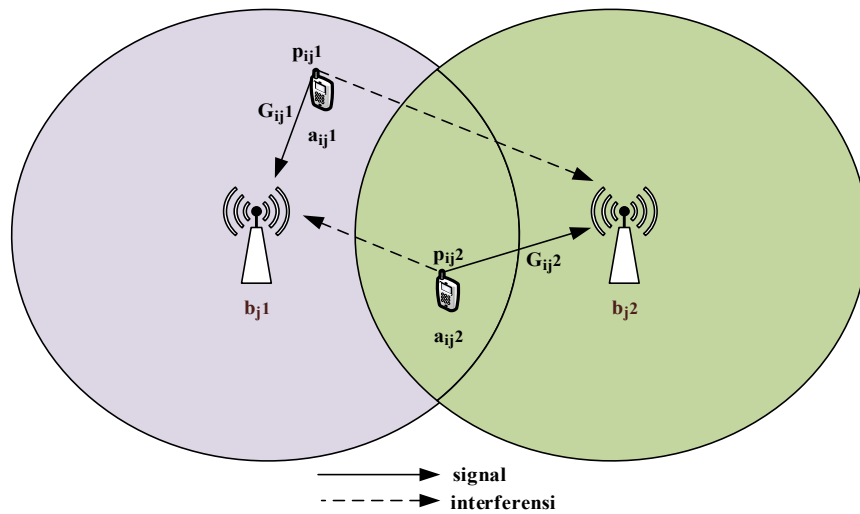
Gambar 3.1 *Flowchart* alur pengerjaan

3.3 Pembangkitan Data *User* dan *Channel*

. Data dalam penelitian ini meliputi 2 jenis yaitu data *user* dan data *channel* yang dibangkitkan berdasarkan skema jaringan yang ditentukan. Pembangkitan data dilakukan dengan cara inialisasi diawal program tentang jumlah *user* dan jumlah *channel* yang digunakan. Sedangkan posisi atau jarak *user* disebar secara acak tetapi masih dalam *range* dari *coverage area Femtocell* pada topologi jaringan *co-tier*.

3.4 Pemodelan Sistem

Model sistem yang digunakan dalam penelitian ini, seperti yang ditunjukkan pada Gambar 3.2 ini terdiri dari beberapa pengguna *Femtocell* (FUE) sebagai pemancar dan jalur akses *Femtocell* (FAP) sebagai penerima untuk setiap *node*. Pada sistem model ini terdapat sejumlah n *Femtocell* yang saling berdekatan sehingga setiap *Femtocell* mengirimkan sinyal kepada FUE.



Gambar 3.2 Interferensi antar *Femtocell* (*co-tier*)

Pada Gambar 3.2 ditunjukkan *link gain* dari *transmitter user* i pada FAP b_{j1} (a_{ij1}) menuju ke *receiver* FAP $j1$ (b_{j1}) dilambangkan dengan G_{ij1} , sedangkan *gain* dari *transmitter user* i pada FAP $j2$ (a_{ij2}) menuju ke *receiver* $j2$ (b_{j2}) dilambangkan dengan G_{ij2} . Interferensi terjadi akibat pengaruh adanya *user* lain yang menggunakan *Channel (resource block, RB)* yang sama. *Gain* dari *user* lain akan dianggap sebagai penginterferen terhadap *user* tersebut. Interferensi yang dirasakan oleh *user* i pada FAP $j1$ dan *noise* yang seragam pada setiap *user* dinotasikan dengan I_{ij1} dan σ_0^2 . Dengan P_{ij1} merupakan daya pancar dari *user* i pada FAP $j1$ (b_{j1}) dan p_{ij2} adalah daya pancar *user* i pada FAP $j2$ (b_{j2}). Dalam penelitian ini akan dilakukan beberapa skenario, yaitu:

1. Skenario pada *single channel - multi user* dengan menggunakan 5 *user* dan 10 *user*
2. Skenario pada *multi channel - multi user* dengan menggunakan 5 *user* dan 10 *user*.

3.4.1 Skenario I: *Single Channel Multi User (User Group)*

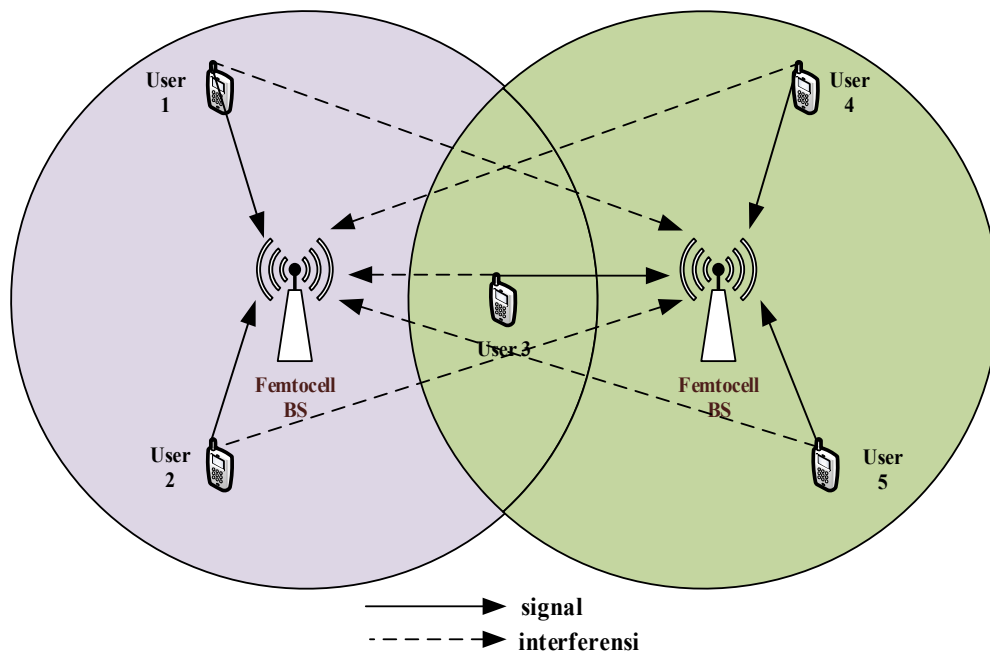
Skenario menggunakan sekelompok *user* yang akan menggunakan satu *Channel* secara bersamaan. Pada skenario ini dilakukan percobaan pertama dengan menggunakan *user* sebanyak 5 *user*. Selanjutnya menambahkan 5 *user* sehingga menjadi 10 *user* yang menggunakan *channel* secara bersamaan.

3.4.2 Skenario II: *Multi Channel - Multi User I (Channel Group)*

Pada skenario ini sekelompok *user* akan menggunakan *channel* yang ada secara bersamaan dengan masing-masing *user* menggunakan jumlah *channel* yang berbeda. Kemudian, dilanjutkan dengan menambahkan *user* sampai dengan 10 *user*.

3.4.2.1 *Multi Channel - Multi User (5 user)*

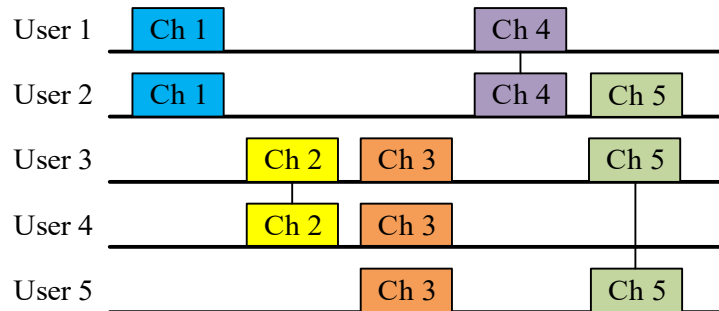
Pada skenario ini menggunakan 5 pasang pemancar-penerima atau disebut 5 pengguna (kelompok kecil) dalam model sistem. Garis tebal mewakili *link* komunikasi, sedangkan yang putus menunjukkan *link* gangguan, model sistem tersebut ditunjukkan pada Gambar 3.3.



Gambar 3.3 Skema 10 *User* pada *Femtocell* pada jaringan *co-tier*

Gambar 3.4 merupakan skema *channel* yang digunakan pada 5 *user*. Pada skema tersebut, *channel* yang digunakan sebanyak 5 *channel* dengan masing-

masing *user* menggunakan jumlah *channel* yang berbeda-beda. *Channel* yang digunakan oleh *user* 1 sebanyak 2 *channel* (1 dan 4), *user* 2 sebanyak 3 *channel* (1, 4 dan 5), *user* 3 sebanyak 3 *channel* (2, 3 dan 5), *user* 4 sebanyak 2 *channel* (2 dan 3) dan *user* 5 sebanyak 2 *channel* (3 dan 5).



Gambar 3.4 Skema *Channel* pada 5 *user*

Berdasarkan Gambar 3.4, maka matriks \mathbf{H} dapat dibedakan menjadi 5 macam sesuai jumlah *channel*. \mathbf{H}_1 adalah matriks *channel* 1 yang digunakan oleh dua *user* yakni *user* 1 dan *user* 2, sehingga ukuran matriks \mathbf{H}_1 adalah 2x2 (sesuai jumlah *user* yang memakai *channel* tersebut). *User* yang menggunakan *channel* 1 sama dengan *user* yang menggunakan *channel* 4, sehingga matriks \mathbf{H}_1 akan sama dengan \mathbf{H}_4 . Untuk matriks \mathbf{H} lainnya dapat dilihat sebagai berikut :

$$\mathbf{H}_1 = \mathbf{H}_4 = \begin{bmatrix} h_{11} & h_{12} \\ h_{21} & h_{22} \end{bmatrix}$$

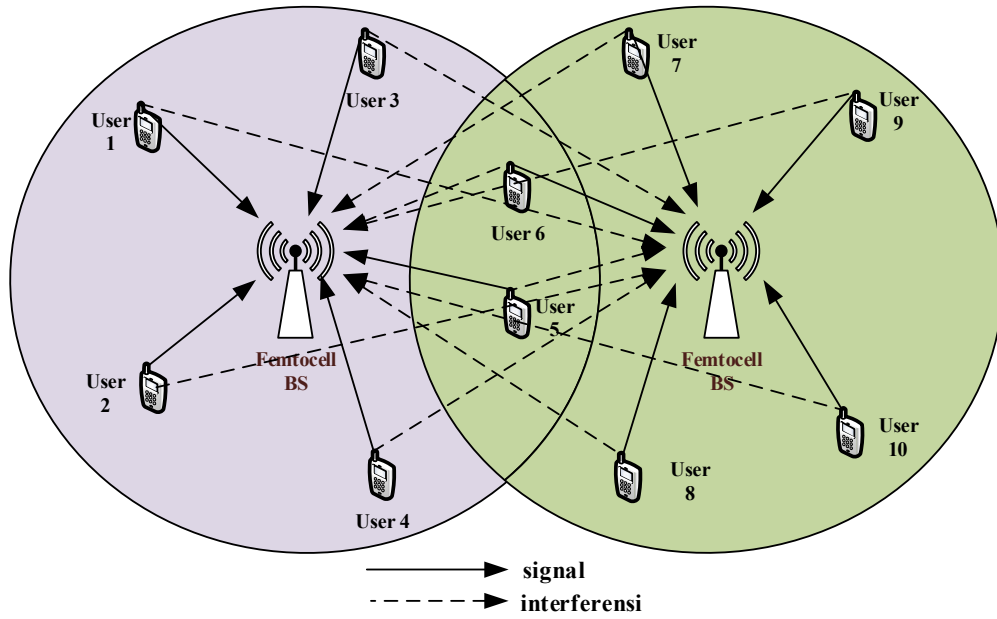
$$\mathbf{H}_2 = \begin{bmatrix} h_{33} & h_{34} \\ h_{43} & h_{44} \end{bmatrix}$$

$$\mathbf{H}_3 = \begin{bmatrix} h_{33} & h_{34} & h_{35} \\ h_{43} & h_{44} & h_{45} \\ h_{53} & h_{54} & h_{55} \end{bmatrix}$$

$$\mathbf{H}_5 = \begin{bmatrix} h_{22} & h_{23} & h_{25} \\ h_{32} & h_{33} & h_{35} \\ h_{52} & h_{53} & h_{55} \end{bmatrix}$$

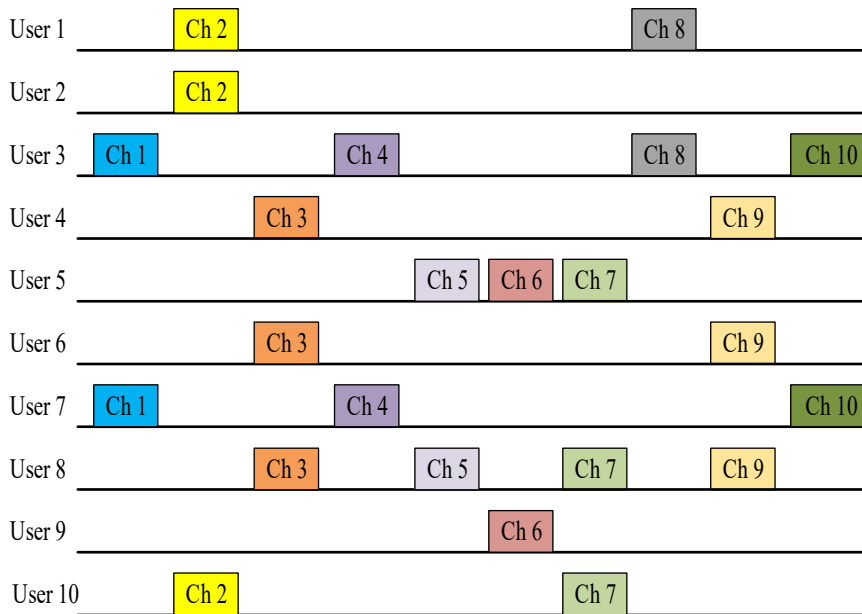
3.4.2.2 Multi Channel - Multi User (10 user)

Yang kedua, menggunakan 10 pasang pemancar-penerima atau disebut 10 pengguna (kelompok yang lebih besar). Skenario ini ditunjukkan pada Gambar 3.5.



Gambar 3.5 Skema 10 User pada Femtocell pada jaringan co-tier

Skema *channel* untuk setiap *user* pada skenario 2 ditunjukkan oleh Gambar 3.6. Penggunaan skema *channel* tersebut masih sama dengan skema *channel* dengan 5 *user*. Hal tersebut dimaksudkan untuk mengetahui apakah SINR target dapat tercapai dengan penggunaan *channel* yang sama sedangkan jumlah *user* bertambah.



Gambar 3.6 Skema Channel pada 10 user

Matrix link gain H dapat dibedakan berdasarkan *user* yang menggunakan *channel* bersamaan. Berdasarkan banyaknya *channel* yang digunakan pada gambar 3.6, maka matriks link gain H dapat dibedakan menjadi 10 macam.

$$H_1=H_4=H_{10}=\begin{bmatrix} h_{33} & h_{37} \\ h_{73} & h_{77} \end{bmatrix}$$

$$H_2=\begin{bmatrix} h_{11} & h_{12} & h_{110} \\ h_{21} & h_{22} & h_{210} \\ h_{101} & h_{102} & h_{1010} \end{bmatrix}$$

$$H_3=H_9=\begin{bmatrix} h_{44} & h_{46} & h_{48} \\ h_{64} & h_{66} & h_{68} \\ h_{84} & h_{86} & h_{88} \end{bmatrix}$$

$$H_5=\begin{bmatrix} h_{55} & h_{58} \\ h_{85} & h_{88} \end{bmatrix}$$

$$H_6=\begin{bmatrix} h_{55} & h_{59} \\ h_{95} & h_{99} \end{bmatrix}$$

$$H_7=\begin{bmatrix} h_{55} & h_{58} & h_{510} \\ h_{85} & h_{88} & h_{810} \\ h_{105} & h_{108} & h_{1010} \end{bmatrix}$$

$$H_8=\begin{bmatrix} h_{11} & h_{13} \\ h_{31} & h_{33} \end{bmatrix}$$

3.5 Parameter Simulasi

Adapun parameter yang digunakan pada simulasi tanpa dan dengan *power control* ditunjukkan pada Tabel 3.1 berikut ini.

Tabel 3. 1 Parameter Simulasi

Parameter	Value
σ^2	10^{-13} W
γ^*	9,5 dB
N	5 dan 10
K	5 dan 10
P_{max}	150 mW
$P_{initial}$	$2,22 \times 10^{-11}$ W

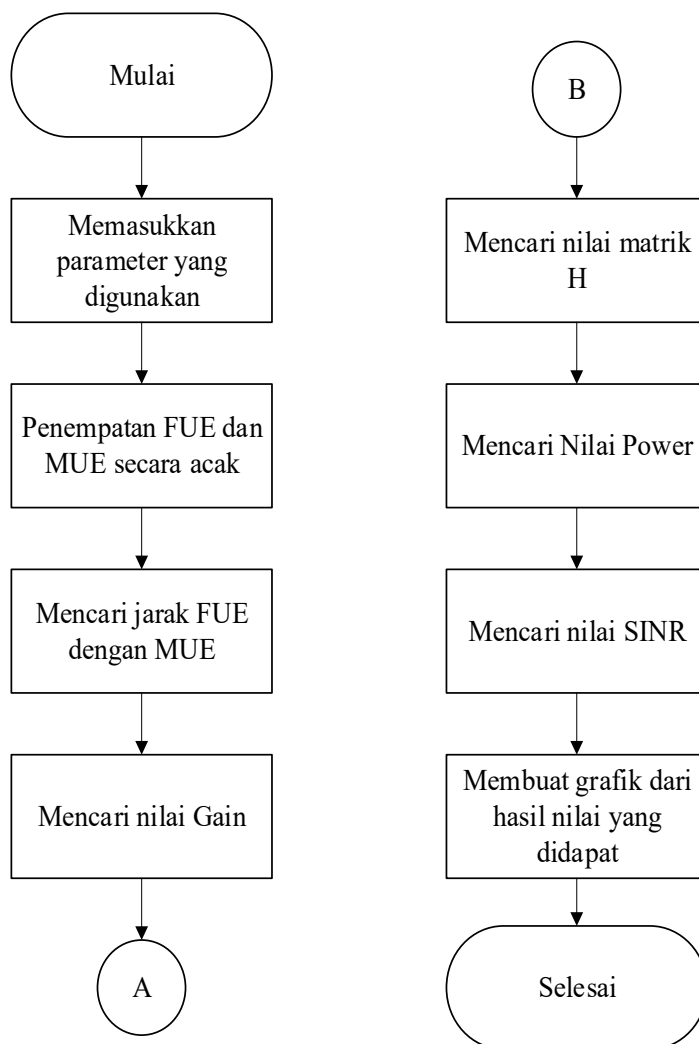
Tabel 3. 2 Standar SINR yang sesuai untuk target BER = 10^{-3}

Model Modulasi	SINR (dB)
1024 QAM	35,5
256 QAM	29,4

64 QAM	23,3
16 QAM	16,9
QPSK	9,9
BPSK	6,8

3.6 Alur simulasi

Simulasi yang dilakukan dalam tugas akhir ini dilakukan dengan menggunakan software MATLAB. Sistem yang disimulasikan pada tugas akhir ini yaitu sistem komunikasi *femtocell* pada arah *uplink*. Simulasi tugas akhir ini dapat terlihat dari diagram alur berikut:



Gambar 3. 7 Diagram alir simulasi

3.6.1 Data Masukan

Data masukan dalam simulasi ini berupa sepasang FAP dan FUE yang ditentukan secara acak pada excel sehingga diperoleh koordinat FAP dan FUE. Nilai koordinat itulah yang nantinya akan digunakan untuk mencari jarak masing-masing FAP dengan FUE. Rumus yang digunakan untuk mencari koordinat sebagai berikut :

```
=Randbetween (1;250)
```

Kode diatas digunakan untuk mencari koordinat untuk FAP, sedangkan untuk mencari koordinat FUE menggunakan kode program:

```
=Round(cell+10*RAND());0)
```

Yang dimana jarak sepasang FUE dengan FAP akan ≤ 10

3.6.2 Menghitung Jarak FAP dengan FUE

Setelah mencari koordinat FAP dan FUE, selanjutnya memplotkan koordinat dan memasukkan parameter yang digunakan diawal program pada MATLAB yang selanjutnya menghitung jarak FAP dengan FUE menggunakan code program:

```
x1=[167;152;163;219;56];  
y1=[127;82;183;125;24];  
x2=[169;159;166;228;57];  
y2=[129;88;191;129;34];  
plot(x1,y1,'+',x2,y2,'*')  
xlabel('x(m)'),ylabel('y(m)')  
legend ('FAP','FUE')  
axis ([0 250 0 250])  
p_init=2.22e-11;  
ytar = 20;  
noise_pow = 3.16228e-7;  
noise_sir = 1e-13;  
i = eye(5);  
for(a=1:length(x1))
```

```

for(b=1:length(x2))
    distance(a,b) = sqrt(((x2(a) - x1(b)).^2) + ((y2(a)
- y1(b)).^2)

```

3.6.3 *Link gain*

Hasil dari keluaran jarak FAP dengan FUE, selanjutnya akan digunakan untuk mencari nilai gain, code program yang digunakan sebagai berikut:

```
gain (a,b) = 1/(distance(a,b)^2)
```

3.6.4 *Matriks link gain*

Matriks link gain ini nantinya akan digunakan sebagai nilai H yang dapat dibedakan berdasarkan jumlah *channel* yang digunakan dan berdasarkan *user* yang menggunakan *channel* tersebut. Code program yang digunakan sbb:

```

for(aa=1:length(x1))
    for(bb=1:length(x2))
        if (aa == bb)
            h(aa,bb) = 0
        else
            h(aa,bb) = (gain(aa,bb) / gain(aa,aa)) * ytar
        end
    end
end

```

3.6.5 *Noise User*

Setiap *user* yang mengirim sinyal akan memiliki noise yang berbeda-beda. Untuk mencari nilai noise tersebut digunakan kode program:

```
noise(aa)= ytar*(noise_pow / gain (aa,aa));
```

3.6.6 *Nilai Power User*

Power disini sebagai acuan pada penelitian ini , yang dimana nilai *power* disini harus bernilai negative. Kode program yang digunakan untuk mencari *power*, yaitu:

```
Power = inv(i - h)*noise
```

Hasil keluaran kode program diatas digunakan untuk mencari SINR pada *single channel*. Sedangkan untuk mencari SINR pada *multi channel* menggunakan kode program :

```

I1_MCMU = eye(2);
H1_MCMU = [h(1,1) h(1,2); h(2,1) h(2,2)];
noise1_MCMU = [noise(1);noise(2)];
PC1_MCMU = inv(I1_MCMU - H1_MCMU) * noise1_MCMU
%%=====
I2_MCMU = eye (2);
H2_MCMU = [h(3,3) h(3,4); h(4,3) h(4,4)];
noise2_MCMU = [noise(3);noise(4)];
PC2_MCMU = inv(I2_MCMU - H2_MCMU) * noise2_MCMU
%%=====
I3_MCMU = eye(3);
H3_MCMU = [h(3,3) h(3,4) h(3,5); h(4,3) h(4,4) h(4,5);h(5,3)
h(5,4) h(5,5)];
noise3_MCMU = [noise(3);noise(4); noise(5)];
PC3_MCMU = inv(I3_MCMU - H3_MCMU) * noise3_MCMU
%%=====
I5_MCMU = eye(3);
H5_MCMU = [h(2,2) h(2,3) h(2,5); h(3,2) h(3,3) h(3,5);h(5,2)
h(5,3) h(5,5)];
noise5_MCMU = [noise(2);noise(3); noise(5)];
PC5_MCMU = inv(I5_MCMU - H5_MCMU) * noise5_MCMU

```

3.6.7 SINR User

SINR pada *single channel* disini hanya menggunakan satu buah *channel*. Sehingga, hanya ada satu matriks link gain. kode program yang digunakan untuk mencari nilai tersebut, yaitu :

```

SIR_PC_U1=Power(1)*gain(1,1)/(((Power(2)*gain(2,1))+(Power(3)
)*gain(3,1))+(Power(4)*gain(4,1))+(Power(5)*gain(5,1)))+nois
e_sir);
SIR_PC_U2=Power(2)*gain(2,2)/(((Power(1)*gain(1,2))+(Power(3)
)*gain(3,2))+(Power(4)*gain(4,2))+(Power(5)*gain(5,2)))+nois
e_sir);

```

```

SIR_PC_U3=Power(3)*gain(3,3)/(((Power(1)*gain(1,3))+(Power(2)
)*gain(2,3))+(Power(4)*gain(4,3))+(Power(5)*gain(5,3)))+nois
e_sir);
SIR_PC_U4=Power(4)*gain(4,4)/(((Power(1)*gain(1,4))+(Power(2)
)*gain(2,4))+(Power(3)*gain(3,4))+(Power(5)*gain(5,4)))+nois
e_sir);
SIR_PC_U5=Power(5)*gain(5,5)/(((Power(1)*gain(1,5))+(Power(2)
)*gain(2,5))+(Power(3)*gain(3,5))+(Power(4)*gain(4,5)))+nois
e_sir);
SIR_PC=[SIR_PC_U1 SIR_PC_U2 SIR_PC_U3 SIR_PC_U4 SIR_PC_U5]';

```

Sedangkan SINR pada multi *channel*, banyaknya matrik *link gain* (H) dan ordo pada *multi channel* akan berbeda-beda, tergantung jumlah *channel* dan *user* yang memakai *channel* tersebut, untuk mencari SINR tersebut menggunakan kode program:

```

SIR_PCH1_U1 = PC1_MCMU(1)*gain(1,1)/(PC1_MCMU(2)*gain(2,1) +
noise_sir);
SIR_PCH1_U2 = PC1_MCMU(2)*gain(2,2)/(PC1_MCMU(1)*gain(1,2) +
noise_sir);
%%=====
SIR_PCH2_U3 = PC2_MCMU(1)*gain(3,3)/(PC2_MCMU(2)*gain(4,3) +
noise_sir);
SIR_PCH2_U4 = PC2_MCMU(2)*gain(4,4)/(PC2_MCMU(1)*gain(3,4) +
noise_sir);
%%=====
SIR_PCH3_U3=PC3_MCMU(1)*gain(3,3)/(((PC3_MCMU(2)*gain(4,3))+
(PC3_MCMU(3)*gain(5,3))) + noise_sir);
SIR_PCH3_U4=PC3_MCMU(2)*gain(4,4)/(((PC3_MCMU(1)*gain(3,4))+
(PC3_MCMU(3)*gain(5,4))) + noise_sir);
SIR_PCH3_U5=PC3_MCMU(3)*gain(5,5)/(((PC3_MCMU(1)*gain(3,5))
+ (PC3_MCMU(2)*gain(4,5))) + noise_sir);
%%=====

```

```
SIR_PCH5_U2=PC5_MCMU(1)*gain(2,2)/(((PC5_MCMU(2)*gain(3,2))+  
(PC5_MCMU(3)*gain(5,2))) + noise_sir);  
SIR_PCH5_U3=PC5_MCMU(2)*gain(3,3)/(((PC5_MCMU(1)*gain(2,3))+  
(PC5_MCMU(3)*gain(5,3))) + noise_sir);  
SIR_PCH5_U5=PC5_MCMU(3)*gain(5,5)/(((PC5_MCMU(1)*gain(2,5))+  
(PC5_MCMU(2)*gain(3,5))) + noise_sir);
```