

BAB III

METODE PENELITIAN

3.1 Alat dan Bahan

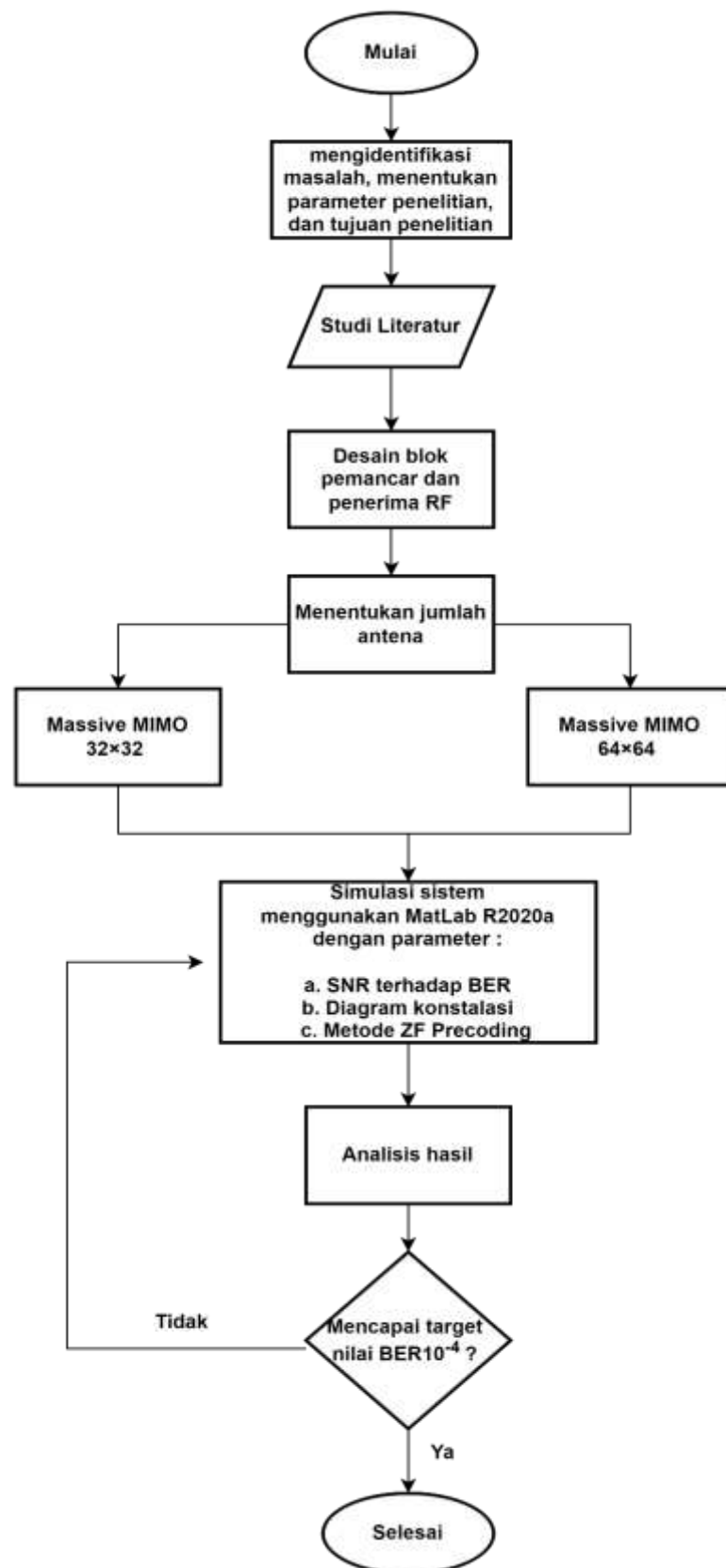
Dalam melakukan penelitian diperlukan alat dan bahan serta dilakukan beberapa tahapan, mulai dari studi literatur serta menentukan antenna yang akan digunakan. Kemudian dilakukan simulasi perancangan model sistem komunikasi serta melihat hasil pengaruh penggunaan *ZF Linear Precoding* dan perubahan jumlah antenna terhadap nilai BER. Simulasi perancangan ini menggunakan software MatLab R2020a.

3.2 Jenis Penelitian

Penelitian ini menggunakan tipe penelitian kuantitatif eksperimental atau suatu penelitian yang dilakukan dengan cara yang sistematis, terencana, dan diawasi. Dimana hal tersebut dapat dilihat baik dalam bentuk alur penelitian, desain dan fungsional. Dimana dalam proses penelitiannya dilakukan uji coba untuk mengetahui pengaruh dari penggunaan *ZF Linear Precoding* dengan antenna *Massive MIMO* 32×32 dan 64×64 terhadap perubahan nilai BER untuk mencapai target nilai BER 10^{-4} pada komunikasi RF

3.3 Alur Penelitian

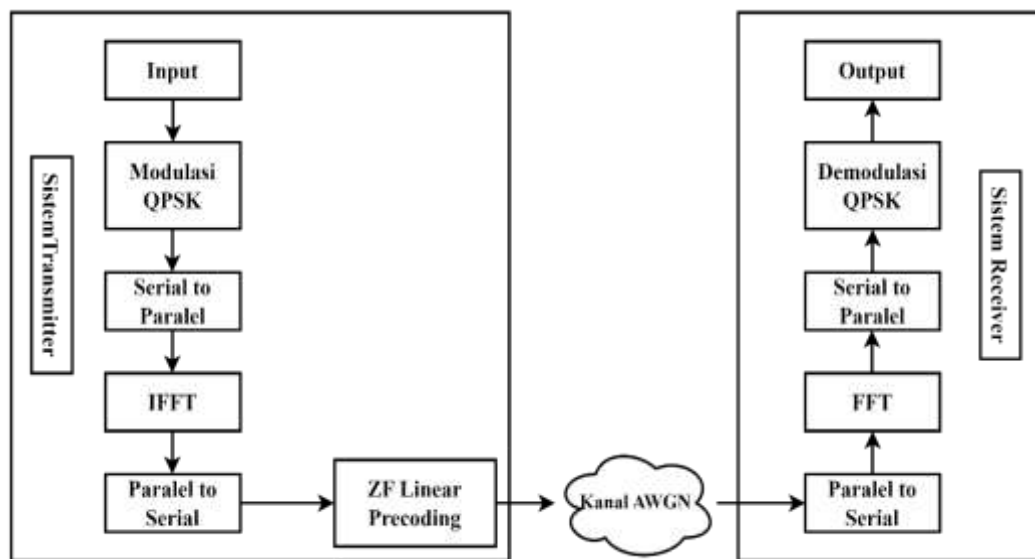
Proses perancangan pada penelitian ini serta performansi diukur dan dianalisis menggunakan MatLab R2020a. Selanjutnya akan didapatkan hasil nilai BER dan dari pengaruh penggunaan *Massive MIMO* dengan *ZF Linear Precoding*. Kemudian dilakukan analisis terkait hasil yang sudah didapatkan. Diagram alur penelitian yang akan dilakukan dapat dilihat pada Gambar 3.1



Gambar 3. 1 Flowchart Alur Penelitian

3.4 Gambaran Sistem Komunikasi

Gambar 3.2 menjelaskan mengenai perancangan yang lebih detail untuk mengetahui kinerja ZF *Linear Precoding* pada *Massive MIMO*. Selanjutnya dilakukan simulasi perancangan blok diagram sistem komunikasi OFDM pada antenna pengirim dan antenna penerima. Susunan ini mengacu pada blok dan seperti pada Gambar 3.2



Gambar 3. 2 Blok Diagram Sistem Komunikasi RF

Berdasarkan blok diagram yang telah dibuat data bit berupa *random* bit dalam bentuk biner dikirimkan dalam bentuk data serial. Setelah itu data bit yang dikirimkan akan dimodulasi menggunakan QPSK. Pada proses modulasi ini nantinya akan diproses melalui OFDM sehingga menghasilkan sinyal OFDM. Sinyal yang telah dihasilkan dari proses modulasi akan diubah terlebih dahulu dalam bentuk *Serial to Parallel* (S/P).

Simbol simbol yang telah menjadi bentuk paralel nantinya akan diproses menjadi sinyal OFDM. Selanjutnya proses OFDM melibatkan konversi simbol-simbol dalam bentuk paralel menjadi domain waktu melalui proses IFFT. Dalam langkah ini, simbol-simbol tersebut mengalami transformasi dari domain frekuensi menjadi domain waktu. Dengan proses ini maka akan mengurangi *Inter Symbol Interference* (ISI).

Adisty Nurrahmah Laili, 2023

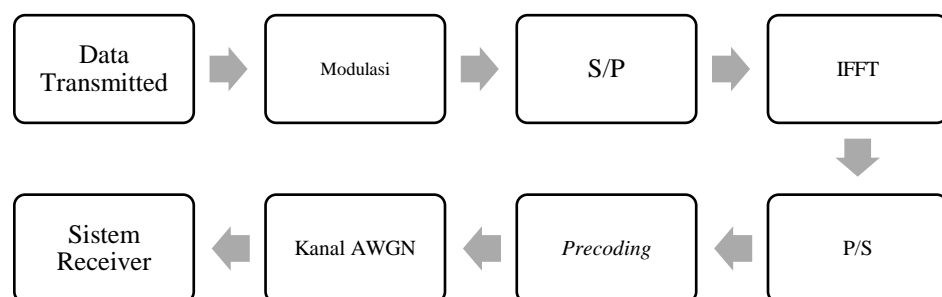
ANALISIS PENGARUH PENGGUNAAN ZERO FORCING LINEAR PRECODING PADA MASSIVE MIMO TERHADAP PERFORMANSI SISTEM KOMUNIKASI RADIO FREKUENSI

Universitas Pendidikan Indonesia | repository.upi.edu | Perpustakaan.upi.edu

Kemudian simbol-simbol tersebut mengalami proses konversi dari bentuk paralel menjadi bentuk serial menggunakan *Parallel to Serial Converter (P/S)*. Langkah berikutnya yaitu masuk pada proses *precoding*, yang menggunakan metode *ZF*. Tujuan dari proses ini adalah untuk mengurangi adanya interferensi antara data yang akan dikirimkan kepada pengguna. Selanjutnya masuk pada kanal AWGN, digunakan untuk proses transmisi data antara pengirim dan penerima. Kemudian data diubah kembali dalam bentuk *serial to parale (S/P)* dan ditransmisikan pada sisi penerima. Kemudian data yang diterima akan dipisahkan dari frekuensi pembawa dengan menggunakan FFT. Setelah proses FFT proses selanjutnya yaitu demodulasi merupakan proses pemisahan sinyal pembawa dengan sinyal informasi yang dibutuhkan. Setelah proses demodulasi maka data yang akan diterima oleh sisi penerima akan sama dengan data yang dikirimkan dari sisi pengirim.

3.4.1 Sisi Pengirim

Gambar 3.3 menjelaskan mengenai perancangan pada sisi antenna pengirim. Pada bagian ini akan menjelaskan secara terperinci mengenai fungsi setiap blok diagram yang telah dibuat. Serta akan menjeaskan cara kerja, tahapan, dan juga fungsi dari masing-masing blok diagram.

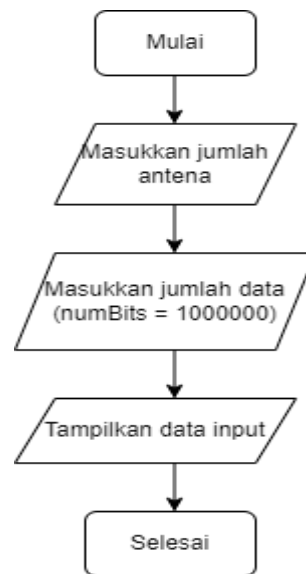


Gambar 3. 3 Blok Diagram Sisi Pengirim

1. *Data Transmitted*

Dalam proses ini, data informasi yang akan digunakan sebagai data masukan adalah sekumpulan data biner yang terdiri dari angka 0 dan 1. Bit-bit tersebut akan dihasilkan secara acak serta nilainya akan terus

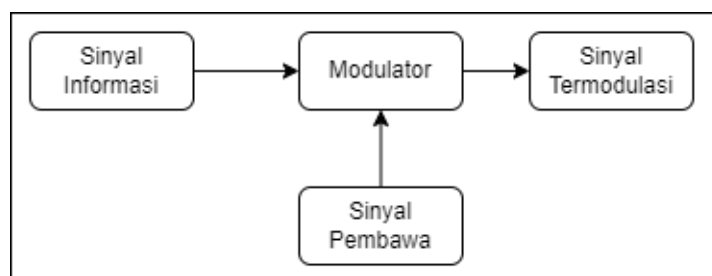
berubah saat program sedang berjalan. Gambar 3.4 merupakan *flowchart* proses masukan data informasi.



Gambar 3. 4 Flowchart *Input Data*

2. Proses Modulasi

Pada uji coba simulasi program ini, digunakan jenis modulasi QPSK. Pada sistem kerja modulasi data masukkan, data biner yang terdiri dari serangkaian angka 0 dan 1 akan dikonversi menjadi dua bentuk sinyal yang berbeda, yaitu sinyal informasi yang terdiri dari data sebenarnya dan sinyal pembawa yang membawa sinyal informasi tersebut. Hal tersebut menunjukkan data biner akan ditransmisikan dalam dua bentuk sinyal yaitu sinyal informasi dan sinyal pembawa.



Gambar 3. 5 Ilustrasi Proses Modulasi

3. *Serial to Parallel (S/P)*

Proses ini memiliki fungsi mengambil deretan bit data input yang terdiri dari sinyal serial mengubahnya menjadi sinyal parallel. Melalui perubahan ini terdapat pengaruh terhadap kecepatan transfer data. Dalam proses konversi ini, laju data pada sinyal masukan yang semula adalah R akan berubah menjadi R/N . Nilai N yang disebutkan disini merupakan jumlah jalur paralel yang digunakan juga biasanya sebanding dengan jumlah subcarrier yang ada.

4. *Inverse Fast Fourier Transform (IFFT)*

Pada proses ini penggunaan *Invers Fast Fourier Transform* (IFFT) berperan penting dalam menciptakan alokasi frekuensi yang saling tegak lurus. Proses transformasi sinyal dilakukan dengan mengubah representasi sinyal dari domain frekuensi ke domain waktu yang menghasilkan perubahan sinyal bit data diskrit menjadi representasi dalam domain waktu yang kontinu.

5. *Parallel to Serial (P/S)*

Pada tahap *parallel to serial* (P/S) merupakan proses kebalikan dari proses *serial to parallel* (S/P). Proses ini memiliki fungsi mengambil deretan bit data input yang terdiri dari sinyal parallel mengubahnya menjadi sinyal serial. Dalam proses ini akan mengubah data bit kedalam bentuk semula

6. *Precoding*

Precoding merupakan Teknik yang digunakan untuk mengoptimalkan proses transmisi sinyal dalam sistem komunikasi multi antenna. Pada penelitian ini menggunakan *Zero Forcing* untuk proses *precoding*. Pada proses ini matriks *precoding* dibangun untuk menghasilkan sinyal yang diharapkan pada setiap antenna penerima. Matriks ini dirancang sesuai dengan jumlah antenna yang digunakan untuk mengurangi interferensi antar antenna. Penggunaan metode *ZF*

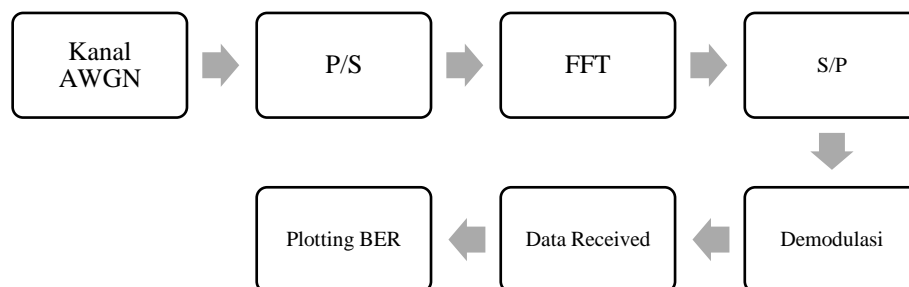
Linear precoding interferensi antar antenna dapat dikurangi atau dihilangkan sehingga dapat meningkatkan kinerja sistem *Massive MIMO*.

Tabel 3. 1
Parameter ZF *Linear Precoding*

ZF <i>Linear precoding</i>	$H = (\text{randn}(\text{numAntennasRx}, \text{numAntennasTx}) + 1i * \text{randn}(\text{numAntennasRx}, \text{numAntennasRx})) / \text{sqrt}(2 * \text{numAntennasRx});$ % Channel matrix $W = \text{inv}(H);$	
Parameter	H	W
	32×32 dan 64×64	inv(H)

3.4.2 Sisi Penerima

Gambar 3.6 menjelaskan mengenai perancangan pada sisi antenna penerima. Pada bagian ini akan menjelaskan secara terperinci mengenai fungsi setiap blok diagram yang telah dibuat. Serta akan menjeaskan cara kerja, tahapan, dan juga fungsi dari masing-masing blok diagram.



Gambar 3. 6 Blok Diagram Sisi Penerima

1. Kanal AWGN

Kanal AWGN merupakan gambaran umum untuk menggambarkan kondisi saluran komunikasi untuk proses transmisi data. Di dalam model saluran sistem komunikasi sinyal masukan $x(t)$ akan mengalami penambahan *noise* acak. Sehingga akan menghasilkan sinyal keluaran $y(t)$. *Noise* ini dapat dinyatakan dalam bentuk daya atau kekuatan pada sinyal yang asli. Dengan menggunakan model ini uji coba dapat menentukan parameter penting dengan menambahkan jumlah nilai SNR yang dibutuhkan untuk mencapai target BER yang diinginkan. Seperti pada table merupakan parameter untuk uji coba simulasi sistem

Tabel 3. 2
Parameter Kanal AWGN

Kanal AWGN	OutAWGN = awgn(x, snr, 'measured')
Parameter	
OutAWGN	Sinyal keluaran pada proses modulasi
x	<i>Precode bits</i>
snr	40 dB

2. Parallel to Serial (P/S)

Sama seperti pada proses pengiriman data dari sisi pengirim, proses ini memiliki fungsi mengambil deretan bit data input yang terdiri dari sinyal serial mengubahnya kembali menjadi sinyal paralel.

3. Fast Fourier Transform (FFT)

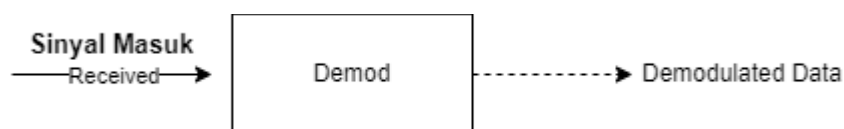
Penguraian sinyal FFT digunakan untuk menguraikan sinyal OFDM dari domain waktu menjadi domain frekuensi. Setiap subkanal frekuensi dalam sinyal OFDM direpresentasikan oleh koefisien kompleks dalam domain frekuensi. Kemudian diproses lebih lanjut untuk mendapatkan data asli yaitu data yang sama dengan data awal masukkan.

4. Serial to Parallel (S/P)

Sama seperti pada proses pengiriman data dari sisi pengirim, pada proses ini memiliki fungsi mengambil deretan bit data input yang terdiri dari sinyal serial mengubahnya kembali menjadi sinyal paralel.

5. Demodulasi

Proses demodulasi merupakan kebalikan dari proses modulasi data. Pada penelitian ini jenis demodulasi yang digunakan yaitu sama dengan jenis modulasi yang telah dijalankan yaitu QPSK. Demodulasi adalah proses untuk mengembalikan data pada bentuk semula. Proses demodulasi ini mempunyai beberapa tahapan mulai dari sinkronasi, pemisahan fase, dan penguraian data. Pada langkah ini penerima perlu melakukan sinkronasi antara sinyal pembawa dengan sinyal yang diterima, sehingga fase sinyal pembawa harus cocok dengan sinyal yang diterima. Selanjutnya proses pemisahan fase yang terdiri dari dua komponen *in-phase* (I) dan *quadrature* (Q) yang mempresentasikan informasi data antara sinyal pembawa dan sinyal asli. Setelah proses pemisahan fase data yang telah diterima akan masuk pada proses penguraian data yaitu data dikembalikan menjadi bit bit data digital yang asli.



Gambar 3. 7 Ilustrasi Proses Demodulasi

6. Data Received

Setelah melewati kanal AWGN dan proses demodulasi proses akhir yaitu akan dilakukan Analisa terkait performansi sistem *Massive* MIMO menggunakan 32×32 antena dengan *Zero Forcing Linear Precoding* dan tanpa *Zero Forcing Linear Precoding* dibandingkan dengan sistem *Massive* MIMO menggunakan 64×64 antena dengan *Zero Forcing Linear Precoding* dan tanpa *Zero Forcing Linear Precoding*. Hasil simulasi akan dipresentasikan dalam bentuk grafik BER. Hasil tersebut dapat menunjukkan

bahwa terdapat perbedaan hasil performansi sistem komunikasi RF menggunakan *ZF Linear Precoding* dan tanpa *ZF Linear Precoding* pada antena *Massive MIMO* 32×32 dan 64×64 dengan melihat parameter BER to SNR untuk melihat *error* yang terjadi pada saat proses transmisi.

7. Plotting BER

Pada tahap ini grafik BER ditampilkan untuk memperlihatkan perbandingan dua kasus yang berbeda pertama, untuk memperlihatkan hasil performansi sistem komunikasi RF menggunakan *ZF Linear Precoding*, yang kedua tanpa *ZF Linear Precoding*. Pada grafik akan memperlihatkan angka BER serta nilai SNR. Tabel 3.1 menunjukkan kode BER pada matlab untuk mengetahui hasil nilai target BER sudah sesuai dengan batasan permasalahan yang telah ditentukan yaitu 10^{-4} .

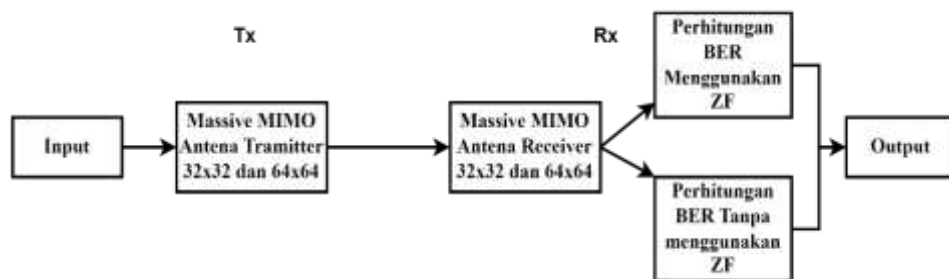
Tabel 3. 3
Plotting hasil BER vs SNR

Kode untuk <i>plotting</i> hasil nilai BER
<pre> %% Plotting the Results figure; semilogy(snrValues, aaa, 'bo-', 'LineWidth', 2); hold on; semilogy(snrValues, bbb, 'rs-', 'LineWidth', 2); hold off; grid on; xlabel('SNR (dB)'); ylabel('Bit Error Rate (BER)'); legend('Zero Forcing', 'Without Precoding'); title('Massive MIMO-OFDM System with Zero Forcing and Without Precoding'); % Display results fprintf('Bit Error Rate (without Zero Forcing):\n'); disp(berWP); fprintf('Bit Error Rate (with Zero Forcing):\n'); disp(berZF); </pre>

3.5 Skenario Penelitian

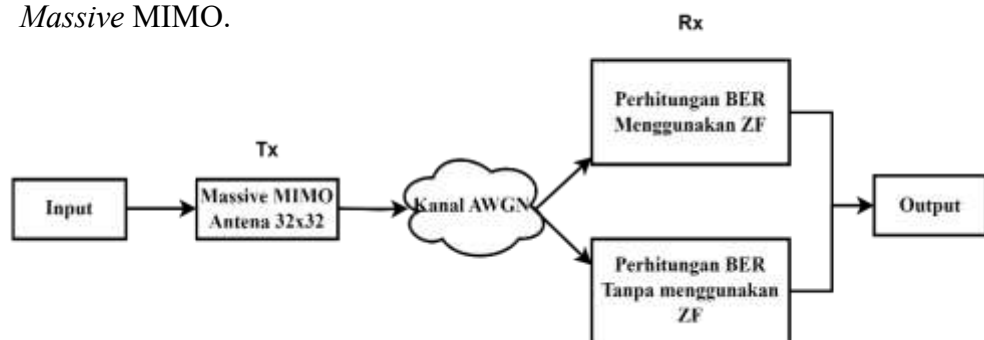
Pada penelitian ini menggunakan tiga skenario untuk dapat menerapkan ZF *Linear Precoding* dan perbedaan jumlah antena yang dipasang berpengaruh untuk menganalisis nilai BER pada *Massive MIMO*.

- a. Gambar 3.8 merupakan skenario pertama dilakukan dengan menggunakan antena 32×32 dan 64×64 tanpa menambahkan kanal AWGN dengan modulasi QPSK. Selanjutnya dapat menganalisis hasil nilai BER dengan menambahkan metode ZF *Linear Precoding* dan tanpa menambahkan ZF *Linear Precoding* pada *Massive MIMO*.



Gambar 3. 8 Ilustrasi Penelitian Skenario 1

- b. Gambar 3.9 merupakan skenario kedua dilakukan dengan menggunakan antena 32×32 serta kanal AWGN dengan modulasi QPSK. Selanjutnya dapat menganalisis hasil nilai BER dengan menambahkan metode ZF *Linear Precoding* dan tanpa menambahkan ZF *Linear Precoding* pada *Massive MIMO*.



Gambar 3. 9 Ilustrasi Penelitian Skenario 2

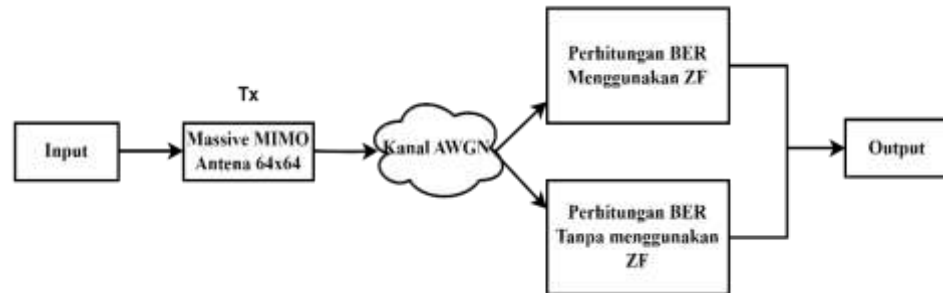
- c. Gambar 3.10 merupakan skenario ketiga dilakukan dengan menggunakan antena 64×64 serta kanal AWGN dengan modulasi QPSK. Selanjutnya

Adisty Nurrahmah Laili, 2023

ANALISIS PENGARUH PENGGUNAAN ZERO FORCING LINEAR PRECODING PADA MASSIVE MIMO TERHADAP PERFORMANSI SISTEM KOMUNIKASI RADIO FREKUENSI

Universitas Pendidikan Indonesia | repository.upi.edu | Perpustakaan.upi.edu

dapat menganalisis hasil nilai BER dengan menambahkan metode ZF *Linear Precoding* dan tanpa menambahkan ZF *Linear Precoding* pada Massive MIMO.



Gambar 3. 10 Ilustrasi Penelitian Skenario 3

3.6 Jadwal Penelitian

Jadwal penelitian yang meliputi persiapan, perencanaan, pelaksanaan dan penyusunan laporan penelitian. Jadwal maksimal 6 bulan.

Tabel 3. 4
Jadwal Kegiatan Penelitian

No	Kegiatan	Bulan					
		1	2	3	4	5	6
1.	Persiapan dan Penentuan Judul Penelitian	■					
2.	Studi Literatur		■	■			
3.	Perancangan Sistem		■	■	■	■	
4.	Penyusunan Skripsi	■	■	■	■	■	■
5.	Publikasi	■	■	■	■	■	■