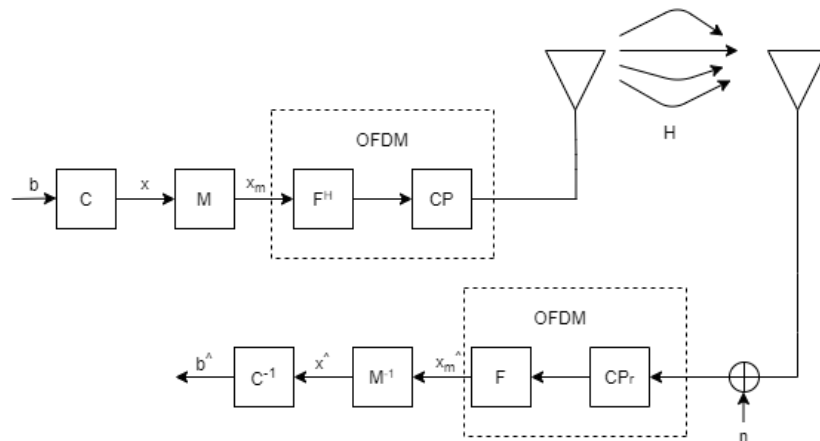


BAB 3

METODE PENELITIAN

Pada BAB 3 membahas mengenai metode penelitian, seperti pemodelan sistem, pengumpulan data, dan alur penelitian yang meliputi *software* simulasi, parameter unjuk kerja pada simulasi.

3.1 Pemodelan Sistem



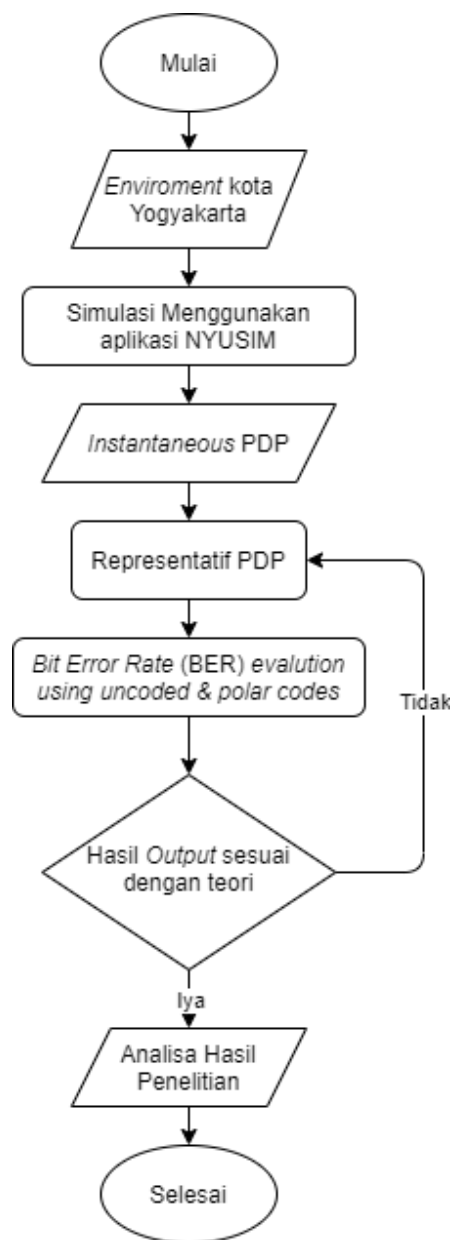
Gambar 3. 1 *Block Diagram Komunikasi 5G.*

Penelitian ini menggunakan teknik CP-OFDM pada sistem 5G dan Parameter validasi yang diujikan adalah *bit error rate* (BER) berdasarkan penerapan modulasi *Binary Phase Shift Keying* (BPSK). Gambar 3.1 menunjukkan struktur CP-OFDM yang akan digunakan untuk simulasi pengujian BER.

Pada sisi *transmitter* bit informasi b dibangkitkan pada sisi transmitter secara acak sebanyak jumlah bit dengan probabilitas kemunculan bit 0 dan 1 yang sama. Kemudian akan melalui proses *encoding polar codes* dari bit informasi yang masuk, M adalah proses modulasi bit-bit yang telah di-*encode* menjadi simbol-simbol x_m dengan modulasi yang digunakan adalah modulasi BPSK. Simbol keluaran dari modulator ditransformasikan menggunakan IFFT pada blok F^H dengan panjang blok sebesar 128. Block CP berfungsi untuk menambahkan *Cyclic Prefik* dengan panjang sama dengan atau lebih dari jumlah *path*. Simbol OFDM kemudian ditransmisikan pada kanal *multipath fading*. Model kanal *representative* digunakan sebagai kanal *multipath* H . pada sisi penerima sinyal akan

dipengaruhi oleh *noise* sebelum masuk ke blok *cyclic prefix removal*. Blok CP_r menghapus CP lalu kemudian dilanjutkan dengan proses FFT F sebelum masuk ke blok *equalization* EQ. Simbol yang telah diekualisasi akan didemodulasi MM^{-1} adalah proses demodulasi dari sinyal-sinyal yang telah diterima menjadi *log likelihood ratio* (LLR). Kemudian blok C^{-1} merupakan proses *decoding polar codes* dari LLR yang didapat dari demodulasi yang menghasilkan keluaran bentuk bit-bit informasi \hat{b} yang diterima.

3.2 Alur Penelitian



Gambar 3. 2 *Flowchart* Penelitian.

Penelitian dilakukan dalam beberapa tahap yaitu tahap perancangan sistem, tahap simulasi, tahap pengujian simulasi, dan yang terakhir adalah tahap analisis dari hasil pengujian simulasi. Berikut merupakan *flowchart* dari penelitian ini yang dapat dilihat pada Gambar 3.2.

3.2.1 *Environment Parameter*

Pada penelitian ini menggunakan frekuensi 2,3 GHz dengan *bandwith* sebesar 99 MHz dengan jarak antara pemancar dan penerima 100 meter dan kanal yang dipengaruhi oleh *human blockage* untuk komunikasi seluler 5G di daerah Yogyakarta. Tahap pertama yaitu mengumpulkan data parameter *environment*. Pada tabel 3.1 pengumpulan data ini diperlukan, karena pada frekuensi bergantung dengan kondisi alam seperti suhu, kelembapan, tekanan udara, dan curah hujan. Data tersebut diperoleh dari Badan Meteorologi, Klimatologi, dan Geofisika (BMKG) dan data yang sudah diambil pada bulan januari - mei. Data yang sudah diperoleh dari BMKG akan menjadi inputan pada simulator NYUSIM.

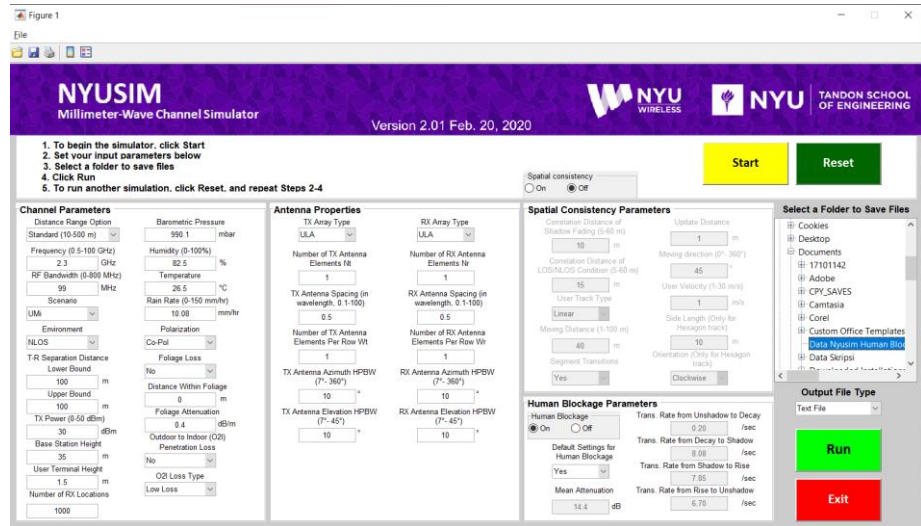
Tabel 3. 1 *Environment Parameter* Kota Yogyakarta.

Parameter	Nilai Rata-rata
Curah Hujan	10,08 mm/hr
Tekanan Udara	990,1 mbar
Suhu	26,5 °C
Kelembapan	82,5 %

3.2.2 *Simulasi Menggunakan NYUSIM*

Tahap kedua yaitu melakukan simulasi *channel model* menggunakan *Software New York University Simulator* (NYUSIM) yang ditunjukkan pada Gambar 3.3[25]. NYUSIM mempunyai beberapa fitur parameter yang dapat diatur antara lain yaitu frekuensi, *bandwidth*, skenario lingkungan, daya pemancar, jarak antara pemancar dan penerima, dan parameter *environment* meliputi tekanan udara, kelembapan, suhu udara dan curah hujan. Simulasi yang akan dilakukan yaitu dengan menggunakan nilai rata - rata dari suhu, kelembapan dan curah hujan. *Output* dari hasil simulasi

NYUSIM yaitu berupa *instantaneous* PDP yang terdiri dari daya dan delay untuk tiap *path*. Parameter *inputan* pada simulator NYUSIM ditunjukkan pada Tabel 3.2.



Gambar 3. 3 Tampilan NYUSIM v2.0.

Tabel 3. 2 Parameter masukan NYUSIM.

No	Channel Parameter	Nilai
1.	Frequency (GHz)	2,3 GHz
2.	Radio Frequency (RF) Bandwidth	99 MHz
3.	Scenario	Urban Microcell (UMi)
4.	Environment	Non Line of Sight (NLOS)
5.	Tx Power	30 dBm
6.	Tx-Rx Separation Distance Lower Bound	100 Meter
7.	Tx-Rx Separation Distance Upper Bound	100 Meter
8.	Tekanan Udara (Air pressure)	990,1 mbar
9.	Kelembaban (Humidity)	82,5 %
10.	Suhu Udara (Temperature)	26,5 °C
11.	Curah Hujan (Rain Rate)	10,08 mm/hr
12.	Polarization	Co-Pol (Co-Polarization)
13.	Foliage Loss	-
14.	Distance Within Foliage	0 m
15.	Foliage Attenuation	0,4 dB/m

16.	<i>Number of Rx Location</i>	1000
-----	------------------------------	------

3.2.3 *Instantaneous PDP*

Instantaneous PDP dari *channel model* Yogyakarta dengan skenario *human blockage* dengan masing – masing percobaan 1000 Rx sehingga diperoleh 1000 *Instantaneous PDP* yang bertujuan pada akurasi representatif PDP dikarenakan nilai *channel* akan berubah – ubah terhadap waktu untuk perhitungan *capacity* dan *channel*. Berdasarkan simulasi *channel model* menggunakan NYUSIM didapatkan hasil *Instantaneous PDP* pada sumbu x menunjukkan *delay* (ns) pada tiap *path* dan sumbu y menunjukkan daya (dBm).

3.2.4 *Representatif PDP*

Tahap berikutnya adalah melakukan perhitungan untuk memperoleh representatif PDP dari *channel model* kota Yogyakarta menggunakan *instantaneous PDP* dari hasil simulasi terhadap tekanan udara, kelembapan, suhu dan curah hujan. Berikut langkah – langkah yang dilakukan dalam mempresentasikan PDP yang sudah dilakukan pada penelitian[19]:

1. Pembulatan untuk setiap PDP_i dengan rentang pembulatan adalah $\Delta T \leq \frac{1}{B}$, oleh karena itu $\Delta T \approx 10 \text{ ns}$.
2. Tambahkan semua jalur τ tunda waktu yang sama untuk semua PDP_i.
3. Menggunakan persentil CDF sebesar 90 dari *power* semua yang sesuai PDP.
4. Menggunakan *threshold* -140 dB dari PDP *representative*. *Threshold* diasumsikan sebagai perangkat sensitifitas 5G NR masa depan di Indonesia.
5. Lakukan metode *scalling* dengan mempertimbangkan ukuran FTT nyata yang sebenarnya diperlukan (FTT_{ori}) sehingga semua jalur yang diperoleh dapat memenuhi persyaratan bahwa CP panjangnya harus lebih besar atau sama dengan y total *original path* ($Q \geq \sum Path_{ori}$). Perhitungan metode *scalling* dapat dinyatakan sebagai berikut.

$$\sum Path_{sim} = \frac{FTT_{sim}}{FTT_{ori}} \cdot \sum Path_{ori} \quad (3.1)$$

6. Normalisasi $Path_{sim}$ untuk mendapatkan *representative PDP* akhir.

3.2.5 Pengkodean *Channel Coding Polar Codes*

Perancangan dan pengujian penelitian ini menggunakan *software* MATLAB untuk melakukan simulasi sistem. Pada skenario pengujian dilakukan dengan beberapa variable tertentu, seperti SNR $\gamma = 0 - 40$ dB untuk kanal *fading*. Jumlah iterasi yang diperlukan, setelah parameter tersebut dimasukkan, performansi diuji berdasarkan panjang blok sebanyak 128 bit. Kemudian akan diuji dalam performansi FER dan BER-nya. Setelah panjang blok ditentukan, dilakukan proses sistem komunikasi berdasarkan sistem blok yang sudah dibuat. Kemudian bit tersebut dimodulasikan dengan modulasi BPSK sehingga menjadi bentuk simbol yang dapat dikirimkan.

3.2.6 Perhitungan *Bit Error Rate*

Perhitungan dan analisis *bit error rate* (BER) dalam penelitian ini dapat dituliskan pada persamaan (2.11) dimana *bit error* adalah jumlah bit yang error dan *bit transmitted* adalah jumlah bit yang ditransmisikan. Kinerja BER pada kanal *multipath fading* akan lebih baik dibandingkan kanal *single path*.