

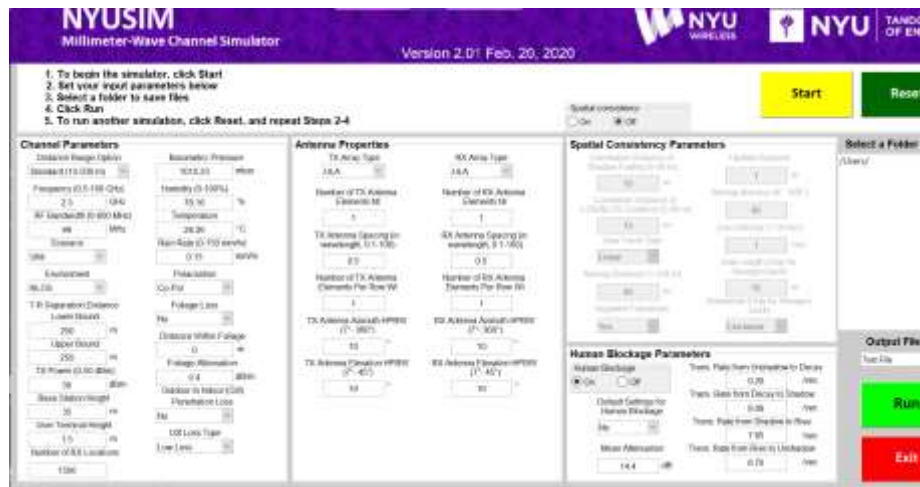
BAB 3

METODE PENELITIAN

3.1 Alat yang digunakan

3.1.1 New York University Wireless Simulator (NYUSIM) versi 2.01

Penelitian ini menggunakan *software* NYUSIM versi 2.01 yang digunakan untuk melakukan simulasi *human blockage* yang disebabkan karena seseorang (*user*) yang berada didekat ponsel sehingga dapat menghalangi proses pentransmisi data.



Gambar 3.1 Tampilan *software* NYUSIM versi 2.01

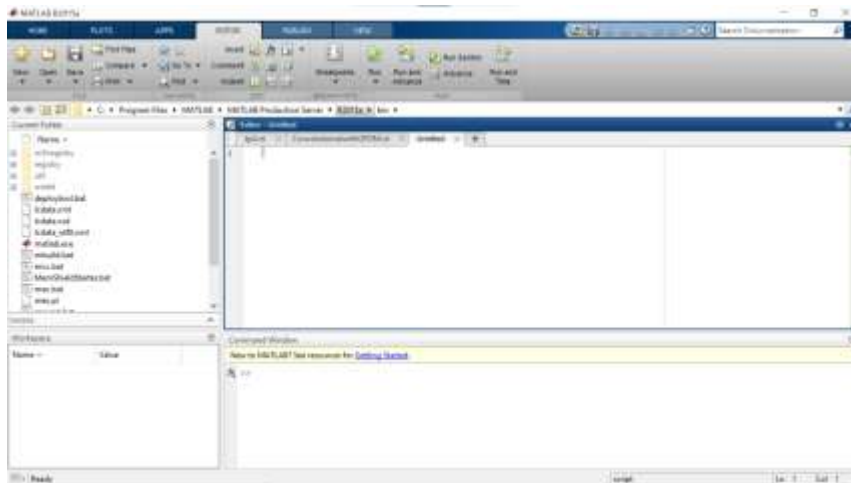
Tabel 3.1 *Input Channel Parameter* NYUSIM versi 2.01

No	<i>Channel Parameter</i>	Nilai
1	<i>Scenario</i>	<i>Urban Microcell (UMi)</i>
2	<i>Frequency</i>	2,3 GHz
3	<i>Radio Frequency Bandwidth</i>	99 MHz
4	<i>Environment</i>	<i>Non Line of Sight (NLOS)</i>
5	<i>Tx-Rx Separation Distance Lower Bound</i>	250 Meter
6	<i>Tx-Rx Separation Distance Upper Bound</i>	250 Meter
7	<i>Tx Power</i>	40 dBm
8	<i>Number of Rx Locations</i>	1000 rx
9	<i>Barometric Pressure (Tekanan Udara)</i>	1010,23 mBar

10	<i>Humidity</i> (Kelembaban)	78,16 %
11	<i>Temperature</i> (Suhu)	28,26 C
12	<i>Rain Rate</i> (Curah Hujan)	0,15 mm/hr

3.1.2 Matlab versi 2015a

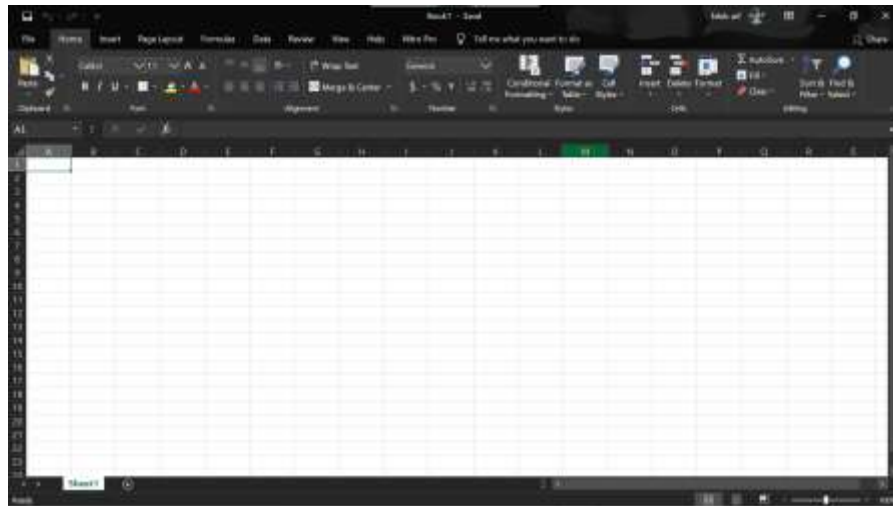
MATLAB (*Matrix Laboratory*) merupakan sebuah bahasa pemrograman tingkat tinggi yang secara khusus digunakan untuk komputasi numerik, pemrograman, visualisasi serta untuk pembuatan grafik yang memudahkan pada saat menganalisa hasil dari parameter perancangan sistem. Hasil parameter dari perancangan yang sudah disimulasikan akan ditampilkan dalam bentuk grafik.



Gambar 3.2 Tampilan *Software* Matlab 2015a

3.1.3 Microsoft Excel

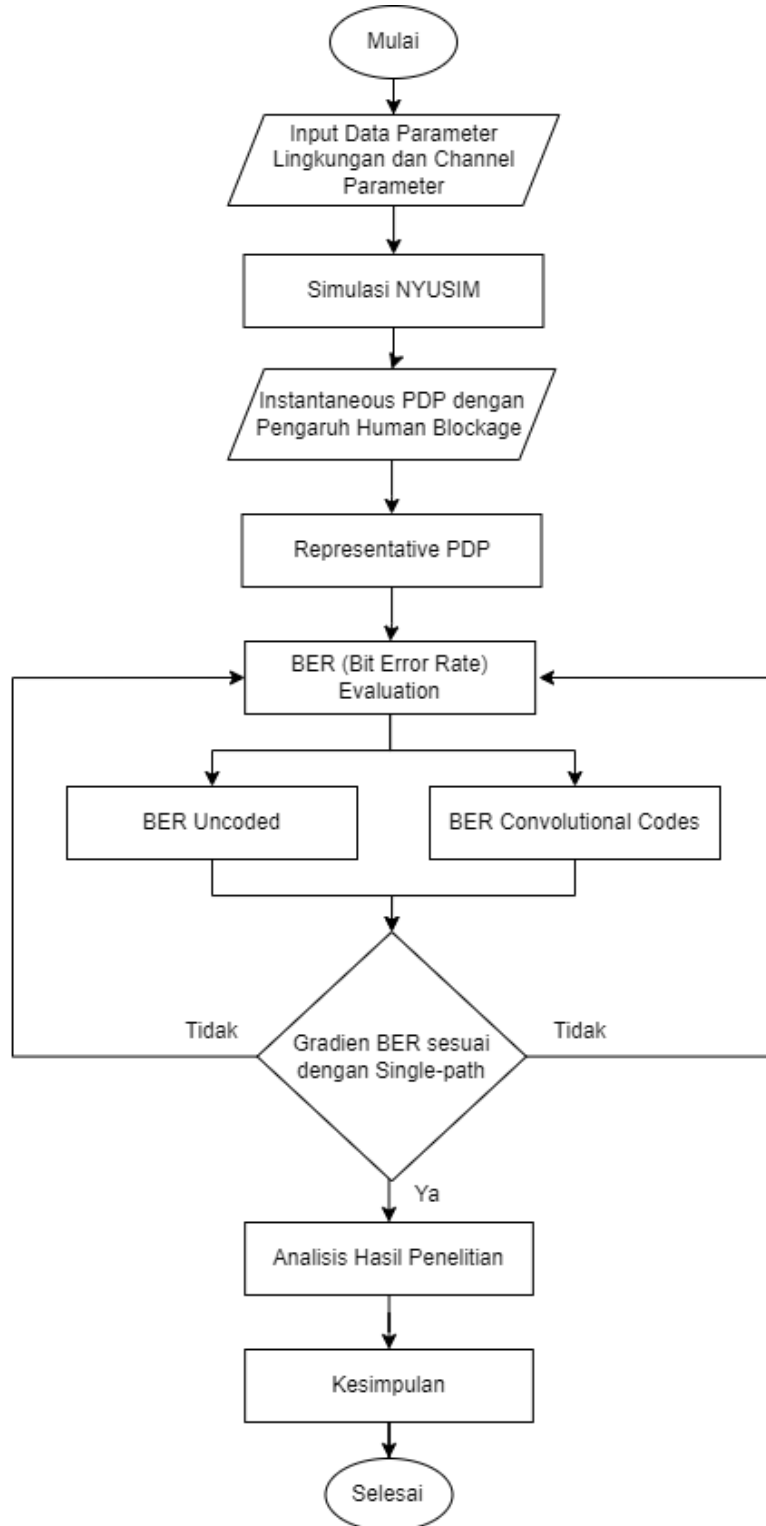
Microsoft excel merupakan sebuah *software* yang memiliki fungsi untuk melakukan pengolahan data dalam bentuk angka, yang memudahkan dalam proses mengurutkan, pengelompokan dan menghitung data.



3.3 Tampilan *Software* Excel

3.2 Alur Penelitian

Penelitian ini akan dilakukan dalam beberapa tahapan, berikut merupakan *flowchart* dari penelitian dapat dilihat pada gambar 3.4.



Gambar 3.4 *Flowchart* penelitian

Penelitian ini menggunakan skenario *human blockage* untuk menganalisis hasil dari BER menggunakan *channel coding convolutional codes OFDM numerology 1* pada sistem 5G NR di Indonesia yang ditunjukkan pada gambar 3.2. Langkah pertama yaitu dengan mencari data parameter lingkungan antara lain suhu, kelembapan, curah hujan dan tekanan udara yang didapat melalui BPS Jawa tengah. Langkah kedua melakukan simulasi menggunakan *software NYUSIM 2.1* dengan memasukan parameter lingkungan yang diperoleh pada frekuensi 2.3 GHz dan *bandwidth 99 MHz* dengan pengaruh *human blockage* untuk mendapatkan *instantaneous PDP*. Langkah ketiga yaitu proses mendapatkan hasil *representative PDP*. Langkah terakhir yaitu melakukan validasi BER pada *OFDM numerology 1* dengan *coding rate 1* dan $\frac{1}{2}$ menggunakan modulasi QPSK.

3.2.1 Parameter Lingkungan

Penelitian ini menggunakan parameter lingkungan yang didapat dari Badan Pusat Statistik (BPS) Provinsi Jawa Tengah antara lain suhu, kelembapan udara, curah hujan dan tekanan udara. Penelitian ini menggunakan skenario pemodelan kanal dengan pengaruh *human blockage* dengan frekuensi yang digunakan 2,3 GHz dengan *bandwidth 99 MHz*. Parameter tersebut merupakan komponen pendukung yang akan disimulasikan pada *software NYUSIM 2.01*. Tabel 3.2 merupakan nilai rata-rata parameter lingkungan pada Provinsi Jawa Tengah selama bulan Juli 2021 sampai Desember 2021.

Tabel 3.2 Nilai Rata-rata Parameter Lingkungan Provinsi Jawa Tengah

Parameter	Nilai Rata-rata
Suhu	28,26 °C
Kelembapan Udara	78,16 %
Tekanan Udara	1010,23 mBar
Curah Hujan	0,15 mm/hr

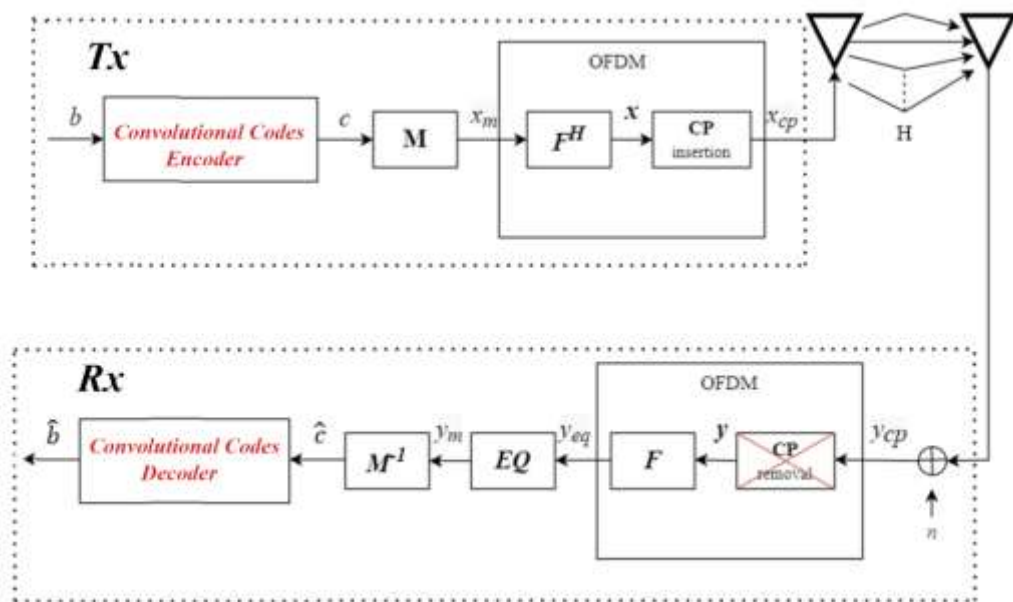
3.2.2 Simulasi NYUSIM versi 2.01

Penelitian ini akan menggunakan *software NYUSIM* versi 2.01 untuk melakukan pemodelan kanal. Gambar 3.1 menunjukkan tampilan dari *software NYUSIM*. NYUSIM memiliki fitur-fitur yang berfungsi untuk mengatur parameter

yang digunakan, diantaranya *bandwidth*, frekuensi, daya pemancar, skenario, jarak antara pemancar dan penerima, parameter *environment*, dan parameter *human blockage*. Parameter lingkungan seperti suhu, kelembapan udara, tekanan udara dan curah hujan di dapat dari BPS Provinsi Jawa Tengah.

Penelitian ini menggunakan frekuensi sebesar 2,3 GHz, *bandwidth* 99 MHz dengan menggunakan skenario *urban micro* (Umi), simulasi pada penelitian ini menggunakan 1000 *equipment user* (EU) sebagai *human blockage*, dengan perumpamaan jarak antara pemancar dan penerima sekitar 250 m. Kondisi *non line of sight* (NLOS). Keluaran dari NYUSIM adalah *instantaneous* PDP yang terdiri dari daya dan *delay* untuk setiap *path*. Penelitian ini akan melakukan 1000 kali percobaan *instantaneous* PDP untuk digunakan dalam penentuan PDP *representative*.

3.2.3 Kinerja BER dengan *Convolutional Codes*



Gambar 3.5 Pemodelan sistem 5G menggunakan *convolutional codes*

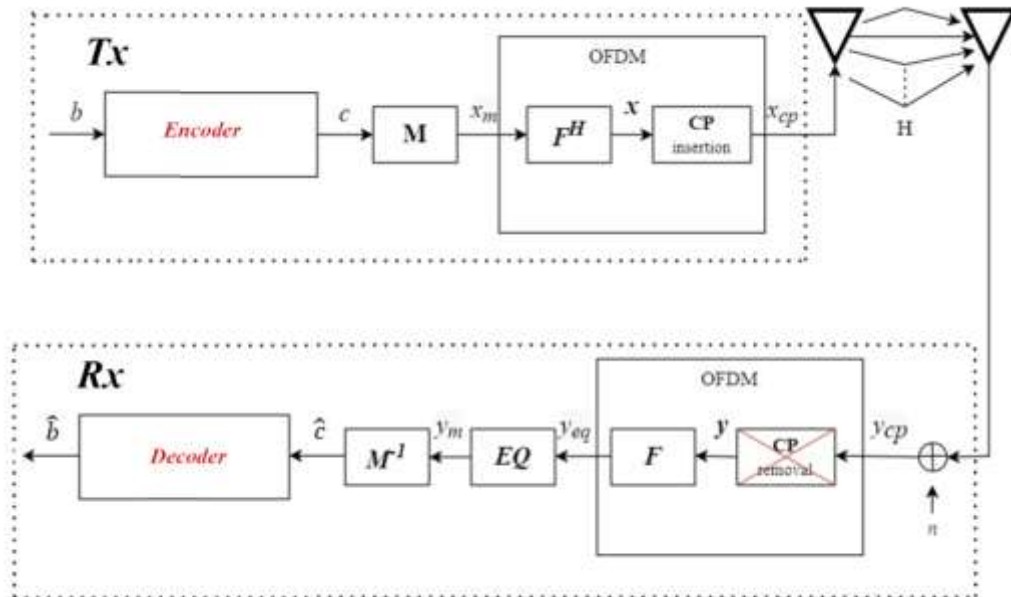
Dapat dilihat pada gambar 3.5 merupakan struktur pemodelan sistem 5G menggunakan *convolutional codes* untuk memvalidasi hasil dari *bit error rate* (BER) pada kanal 5G. Parameter validasi yang diujikan adalah BER dengan penerapan penerapan modulasi QPSK.

Pada sisi *transmitter* bit informasi b dibangkitkan secara acak sebanyak bit tertentu dengan probabilitas kemunculan bit 0 dan 1. Setelah bit dibangkitkan kemudian dilakukan pengkodean menggunakan *channel coding convolutional codes* yang digunakan melakukan pengkoreksian *error*. Hasil bit yang telah dilakukan pengkodean (*codeword*), selanjutnya akan dilakukan proses modulasi penumpangan sinyal informasi ke sinyal *carrier*, kemudian pada modulator M menghasilkan simbol x_m yang berisi $bit-bit$ informasi.

Simbol keluaran dari modulator ditransmisikan menggunakan IFFT pada blok F^H dengan panjang blok sebesar 512 yang digunakan untuk mengubah simbol dari domain frekuensi menjadi simbol dalam domain waktu x . Pada blok CP yang diwakili simbol x memiliki fungsi untuk menambahkan *cyclic prefix* dengan panjang yang sama atau lebih dari jumlah *path* dengan keluaran simbol x_{cp} . Simbol OFDM kemudian ditransmisikan pada kanal *multipath fading*. Model kanal *representative* digunakan sebagai kanal *multipath H*.

Pada sisi penerima bit informasi yang ditransmisikan berkebalikan dengan sisi pengirim, yaitu dengan melewati kanal dan sampai di penerima akan terkena *noise* dan *cyclic prefix* pada sisi penerima akan dihapus agar tidak dibaca sebagai informasi kemudian akan menghasilkan keluaran simbol y . Selanjutnya adalah proses pemisahan atau pelepasan simbol OFDM pada *Fast Fourier Transform* (FFT) sebelum masuk pada blok *EQ*. Proses ekualisasi menggunakan *minimum mean square error* (MMSE) yang akan membandingkan simbol terima dengan simbol kirim, di mana hasil perbandingannya akan dikuadratkan dan digunakan untuk memperkirakan posisi simbol kirim yang sebenarnya. Kemudian simbol akan didemodulasi pada blok M^{-1} menggunakan modulasi QPSK untuk memperoleh estimasi $bit \hat{c}$. Kemudian akan dilakukan proses *decoding* dengan *convolutional codes* agar informasi yang didapatkan sesuai dengan informasi yang dikirim. Selanjutnya akan dilakukan analisis performansi sistem menggunakan parameter BER.

3.2.4 Kinerja BER dengan *Uncoded*



Gambar 3.6 Pemodelan sistem 5G *uncoded*

Dapat dilihat pada gambar 3.6 merupakan struktur pemodelan sistem 5G tanpa menggunakan *channel coding (uncoded)* untuk memvalidasi hasil dari kinerja BER pada kanal 5G dengan modulasi QPSK.

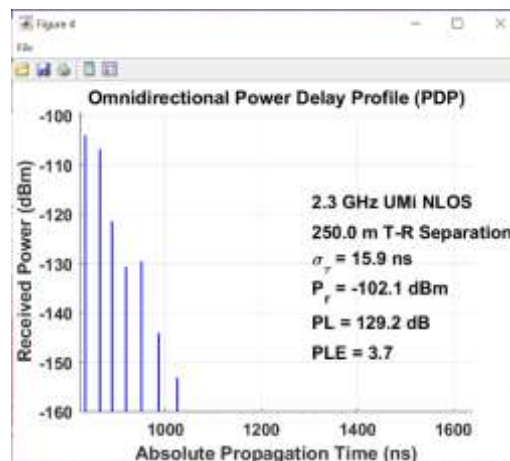
Pada sisi *transmitter bit* informasi b dibangkitkan secara acak sebanyak *bit* tertentu dengan probabilitas kemunculan *bit* 0 dan 1. Setelah *bit* dibangkitkan kemudian dilakukan tanpa pengkodean. Hasil *bit* selanjutnya akan langsung dilakukan proses modulasi penumpangan sinyal informasi ke sinyal *carrier* tanpa melakukan pengkodean dengan *channel coding*, sistem pada *uncoded* menggunakan OFDM mampu mengurangi ISI (*Inter Symbol Interference*) kemudian pada modulator M menghasilkan simbol x_m yang berisi *bit-bit* informasi.

Simbol keluaran dari modulator ditransmisikan menggunakan IFFT pada blok F^H dengan panjang blok sebesar 512 yang digunakan untuk mengubah simbol dari domain frekuensi menjadi simbol dalam domain waktu x . Pada blok *CP symbol* x memiliki fungsi untuk menambahkan *cyclic prefix* dengan panjang yang sama atau lebih dari jumlah *path* dengan keluaran simbol x_{cp} . Simbol OFDM kemudian ditransmisikan pada kanal *multipath fading*. Model kanal *representative* digunakan sebagai kanal *multipath H*.

Pada sisi penerima *bit* informasi yang di transmisikan berkebalikan dengan sisi pengirim, yaitu dengan melewati kanal dan sampai dipenerima akan terkena *noise* dan *cyclic prefix* pada sisi penerima akan dihapus agar tidak dibaca sebagai informasi kemudian akan menghasilkan keluaran simbol y . Selanjutnya adalah proses pemisahan atau pelepasan simbol OFDM pada *Fast Fourier Transform* (FFT) sebelum masuk pada blok *EQ*. Proses ekualisasi menggunakan *minimum mean square error* (MMSE) yang akan membandingkan simbol terima dengan simbol kirim, di mana hasil perbandingannya akan dikuadratkan dan digunakan untuk memperkirakan posisi simbol kirim yang sebenarnya. Kemudian simbol akan demodulasi pada blok M^{-1} menggunakan modulasi QPSK untuk memperoleh estimasi *bit* \hat{c} . Kemudian akan dilakukan proses *decoding* yang akan dilakukan analisis performasi sistem menggunakan parameter BER.

3.2.5 Instantaneous PDP

Berdasarkan simulasi *channel* model menggunakan NYUSIM didapatkan hasil *instantaneous* PDP pada sumbu x adalah *delay* (ns) pada tiap *path* dan sumbu y merupakan daya (dBm). *Instantaneous* PDP dari *channel* model *multipath* dengan menggunakan percobaan 1000 *receiver* sehingga didapat 1000 *instantaneous* PDP yang bertujuan pada akurasi *representative* PDP dikarenakan nilai *channel* akan berubah-ubah terhadap waktu.



Gambar 3.7 *Instantaneous* PDP

3.2.6 Representative PDP

Representative PDP merupakan hasil dari perhitungan dari *instantaneous* PDP dengan efek kondisi alam dan dengan efek *human blockage*. Berikut langkah-langkah untuk merepresentatif PDP:

1. Melakukan pembulatan untuk setiap PDPi, dengan rentang pembulatan $\Delta T \leq 1/B$ dimana $\Delta T = 10$ ns.
2. Menambah semua *path* pada *delay* yang sama untuk semua PDPi.
3. Melakukan CDF sebesar 90% dari daya pada daya dari semua PDP untuk dijadikan representatif daya.
4. Melakukan *threshold* sebesar -140 dB dari PDP *representative*.
5. Melakukan metode *scaling* dari ukuran FFT yang asli, jadi semua *path* yang dihasilkan memenuhi persyaratan dimana panjang CP lebih besar atau sama dengan jumlah total *path* asli ($Q \geq \Sigma \text{Path}_{ori}$).

$$\Sigma \text{Path}_{sim} = \frac{FFT_{sim}}{FFT_{ori}} \cdot \Sigma \text{Path}_{ori} \quad (3.1)$$

6. Normalisasi untuk mendapatkan *representative* PDP akhir