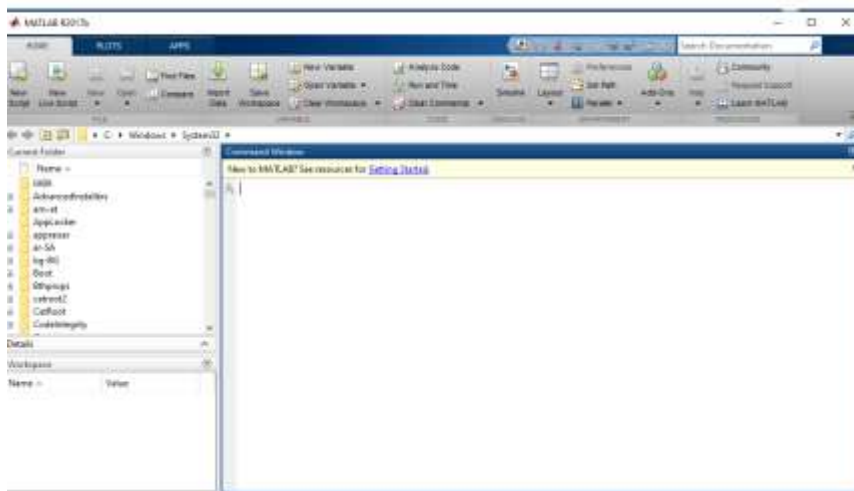


BAB III METODE PENELITIAN

3.1 ALAT DAN BAHAN

3.1.1 Matlab Versi 2017a

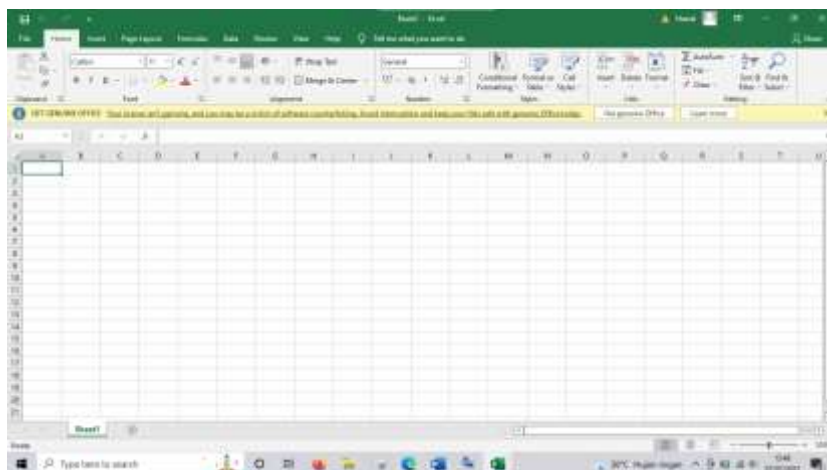
Matlab merupakan sebuah aplikasi yang berfungsi untuk menganalisis data-data numerik untuk pembuatan grafik yang memudahkan pada saat menganalisa hasil dari parameter perancangan sistem. Hasil parameter dari perancangan sistem akan ditampilkan dalam bentuk grafik dengan menggunakan matlab.



Gambar 3. 1 Tampilan *Software* Matlab

3.1.2 *Microsoft Excel*

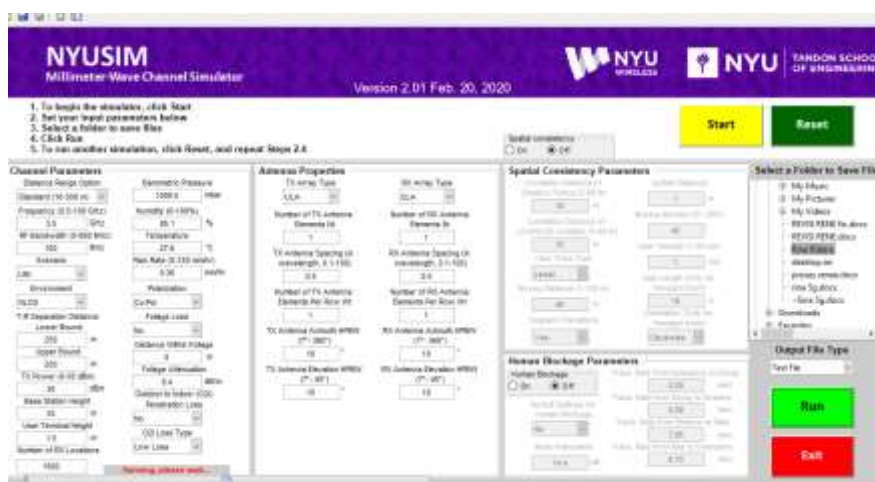
Microsoft excel merupakan sebuah *software* yang memiliki fungsi untuk mengelola data daya berbentuk angka, yang memudahkan dalam proses menghitung data dan pengelompokan. Aplikasi MS Excel dalam statistika diberikan dapat membantu mahasiswa ketika tahap pengolahan data dalam penyelesaian tugas akhir. Pengolahan data statistik secara manual dapat diperiksa hasilnya menggunakan bantuan MS *Excel*. Selain itu, mahasiswa juga dapat menggunakan beragam fungsi matematika dan statistik untuk melakukan perhitungan cepat disertai dengan penyajian data berbentuk tabel, grafik dan beragam jenis diagram.



Gambar 3. 2 Tampilan *Microsoft Excel*

3.1.3 New York University Wireless Simulator (NYUSIM) versi 2.01a

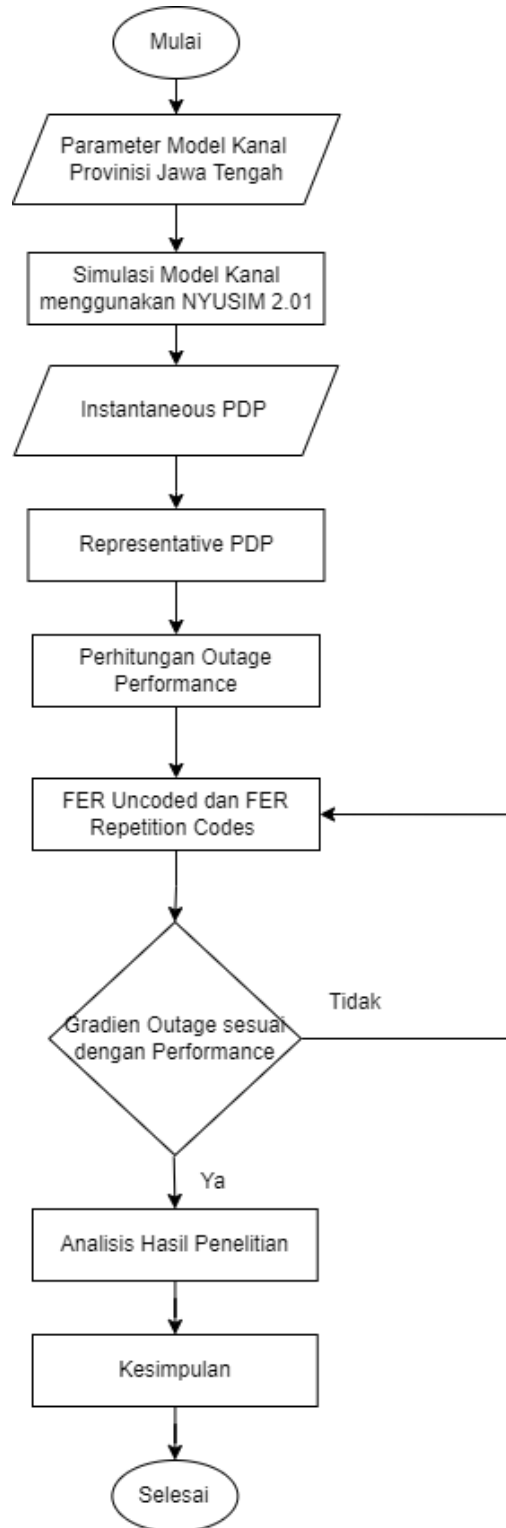
NYUSIM menggunakan konsep *time cluster* (TC) dan *spatial lobe* (SL) untuk menggambarkan perilaku *multipath* di *Omni directional Channel Impulse Responses* (CIR). TC terdiri dari komponen *multipath* yang berjalan dalam waktu dekat, dan tiba dari arah yang berpotensi berbeda dalam jendela waktu propagasi pendek. SLs menunjukkan arah utama keberangkatan atau kedatangan dimana energi tiba selama beberapa ratus nano/detik. Per definisi yang diberikan diatas, sebuah TC berisi komponen *multipath* yang berjalan dalam waktu dekat, tetapi mungkin tiba dari arah sudut SL yang berbeda, seperti itu bahwa statistik temporal dan spasial dipisahkan dan dapat dipulihkan secara terpisah [6].



Gambar 3. 3 Tampilan NYUSIM Versi 2.01a

3.2 ALUR PENELITIAN

Penelitian ini akan dilakukan dengan beberapa tahapan, berikut merupakan *flowchart* dari penelitian ini. Dapat dilihat pada gambar dibawah:



Gambar 3. 4 Diagram Alur Penelitian

Pada Gambar 3.4 diagram alur penelitian ini menggunakan skenario pengujian untuk menganalisis performansi dari OFDM *numerology* pada sistem 5G NR di Indoensia yang ditunjukkan seperti pada gambar 3.4. Untuk langkah yang pertama yang akan dilakukan yaitu mencari dan mengumpulkan parameter lingkungan dari data BPS Jawa Tengah. Langkah kedua yang dilakukan ialah dari hasil parameter lingkungan yang diperoleh, akan digunakan untuk mendapatkan *instantaneous* PDP, dengan menggunakan frekuensi sebesar 3,5 GHz dan *bandwithnya* sebesar 100 MHz dengan kanal SSCM pada aplikasi simulator NYUSIM. Langkah ketiga yaitu melakukan proses untuk mendapatkan hasil dari *representative* PDP. Langkah keempat yaitu *outage performance* yang akan digunakan dikanal untuk memperhitungkan kapasitas pada kanal yang kurang dari *coding rate*. Langkah kelima menghitung nilai FER pada *Uncoded* dan *repetition codes*.Selanjutnya, melakukan validasi FER *Uncoded* dan FER *repetition codes* terhadap *teoritical outage*. Langkah terakhir, jika kemiringan grafik FER sesuai dengan kemiringan grafik *gradien outage* maka dapat dianalisis.

3.2.1 *Representative PDP*

Representative PDP adalah hasil-hasil dari perhitungan setelah mendapatkan *instantaneous* PDP dengan efek iklim kondisi alam dan dengan efek kanal SSCM dari *channel* model kota. Berikut adalah langkah-langkah yang digunakan untuk merepresentative PDP yang sudah dilakukan pada penelitian.

1. Pembulatan *delay* untuk PDPi dengan rentang pembulatan $\Delta T \leq 1/B$
2. Waktu *delay* di tambahkan ke semua PDPi.
3. Menggunakan CDF percentil 90 dari power yang sesuai dari semua PDP.
4. Menggunakan *threshold* -140 dB dari PDP *representative*. *Threshold* tersebut diasumsikan sebagai sensitivitas 5G di Indonesia.
5. Menggunakan *Scaling method* untuk mendapatkan ukuran FFTsize yang dibutuhkan (FFTor_i) agar semua path yang diperoleh dapat memenuhi persyaratan panjang CP harus lebih besar atau sama dengan total path asli ($Q \geq \sum Path_{ori}$).

$$\sum Path_{modif} = \frac{FFT_{modif}}{FFT_{real}} \cdot PDP_{real} \quad (3.1)$$

6. Normalisasi *Pathsim* untuk mendapatkan PDP akhir [6].

3.2.2 Simulasi NYUSIM Versi 2.01

Pada penelitian ini akan menggunakan *software* NYUSIM dengan versi 2.01a untuk pemodelan kanal 5G. NYUSIM memiliki fitur-fitur yang berfungsi untuk mengatur parameter yang akan digunakan, diantaranya yaitu ada frekuensi, *bandwidth*, daya pemancar dan *scenario*. maka jarak antara pemancar dan penerima, parameter *environment*, dan parameter yang menggunakan kanal SSCM. Penelitian menggunakan frekuensi sebesar 3,5 GHz, *bandwidth* sebesar 100 MHz dengan menggunakan *scenario urban micro* (Umi), perumpamaan jarak antara pemancar dan penerima sekitaran 250 m. maka kondisi *non line of sight* (NLOS), dan pengaruh kanal SSCM, maka keluaran dari NYUSIM adalah *Instantaneous PDP* yang terjadi dari daya dan *delay* untuk setiap *patch*. Penelitian ini akan melakukan 1500 kali percobaan pada *Instantaneous PDP* untuk digunakan dalam penentuan nilai *PDP Representative*.

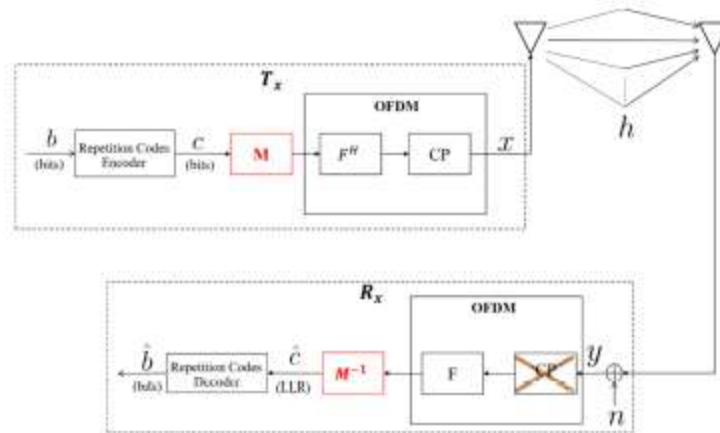
3.2.3 Environment Parameter

Pada penelitian ini melakukan simulasi menggunakan frekuensi 3,5 GHz dengan *bandwidth* 100 MHz berdasarkan *numerology* OFDM 1 untuk komunikasi seluler 5G. Pada penelitian ini menggunakan dua skenario yaitu pemodelan kanal yang dipengaruhi oleh kanal SSCM. Penggunaan frekuensi ini sensitif dengan pengaruh alam seperti suhu, kelembapan udara, tekanan udara, dan curah hujan. Sehingga penelitian dimulai dengan mengumpulkan data-data parameter *environment* yang diperoleh dari Badan Pusat Statistik (BPS) Jawa Tengah, untuk digunakan sebagai nilai *input channel* parameter yang digunakan pada NYUSIM. Rentang waktu pengambilan data *environment* yaitu dari bulan Juli 2021 – Desember 2021. Tabel 3.1 menunjukkan data rata-rata parameter lingkungan di Provinsi Jawa Tengah dari bulan Juli 2021 – Desember 2021.

Tabel 3. 1 Parameter *Environment* Jawa Tengah

Parameter	Nilai
Suhu	28,62°C
Kelembapan Udara	78,16%
Tekanan Udara	1010,23 mBar
Curah Hujan	0,21 mm/hr

3.2.4 Pemodelan Sistem 5G NR



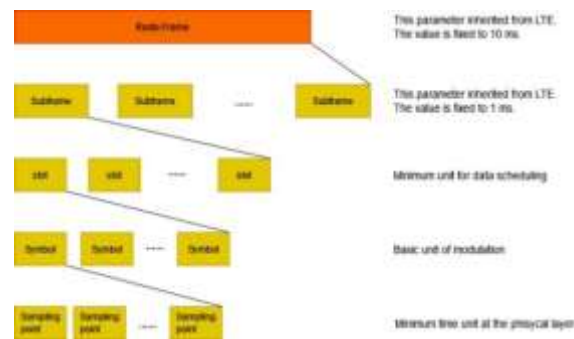
Gambar 3. 5 Pemodelan Sistem 5G Menggunakan *Repetition Codes*

Penelitian ini memanfaatkan teknik CP-OFDM pada sistem 5G yang dirancang sehingga *outage performances* dari *representative* PDP untuk OFDM *numerology* 1 akan dievaluasi dan diuji menggunakan konsep CP-OFDM. Parameter validasi yang diujikan adalah FER berdasarkan penerapan modulasi QPSK.

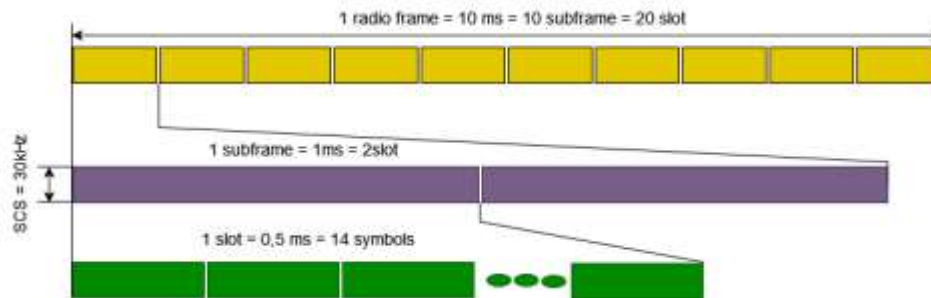
Dapat dilihat pada Gambar 3.5 merupakan struktur Pemodelan sistem 5G menggunakan *repetition codes* untuk memvalidasi hasil *outage performances* pada kanal 5G. *Bits* informasi \hat{b} dibangkitkan pada sisi *transmitter* secara acak sebanyak jumlah bit tertentu dengan probabilitas kemunculan bit 0 dan 1. Setelah bit dibangkitkan kemudian dilakukan pengkodean dengan menggunakan teknik *repetition codes* yang digunakan sebagai koreksi *error* dan deteksi *error*. Hasil bit yang didapatkan setelah dilakukan *channel coding* atau pengkodean disebut *codeword*. Berikutnya dilakukan proses modulasi yaitu penumpangan sinyal informasi ke sinyal *carrier*, pada modulator MM akan menghasilkan simbol yang berisikan *bit-bit* informasi.

Kemudian simbol keluaran dari modulator ditransmisikan menggunakan IFFT pada blok F^H dengan panjang blok sebesar 128. Pada blok CP memiliki fungsi untuk menambahkan *cyclic Prefix* dengan panjang yang sama atau lebih dari jumlah path. Simbol OFDM kemudian ditransmisikan pada kanal *multipath fading* dan model kanal *representative* digunakan sebagai kanal *multipath* H.

Pada sisi penerima proses yang terjadi berkebalikan dengan sisi pengirim. *Bit* informasi yang ditransmisikan melewati kanal dan sampai di penerima akan terkena *noise*, kemudian *cyclic prefix* pada sisi terima akan dihapus agar tidak terbaca sebagai informasi. Selanjutnya adalah proses pemisahan atau pelepasan simbol OFDM pada *Fast Fourier Transform* (FFT). Kemudian simbol akan dimodulasi pada blok M^{-1} dengan menggunakan sistem demodulator QPSK. Kemudian akan dilakukan proses *decoding* agar informasi yang didapatkan sesuai dengan informasi yang dikirim. Selanjutnya akan dilakukan analisis performansi sistem dengan menggunakan parameter FER.



Gambar 3. 6 Susunan struktur *frame*



Gambar 3. 7 *Time slot*

3.2.5 Perhitungan *Frame Error Rate* (FER)

Pada penelitian ini menganalisis kinerja FER dengan sistem CP-OFDM pada $R = 1$ (*uncoded*) $R = 1/3$ (*repetition codes*), FER dapat dituliskan pada persamaan 2.2.9 dimana F_e adalah jumlah *frame* yang *error* dan F_t adalah *frame* yang ditransmisikan. *Frame* dapat dianggap *error* jika didalamnya terdapat setidaknya bit dalam *frame* tersebut *error*.

3.2.6 Model kanal dengan sistem (OFDM)

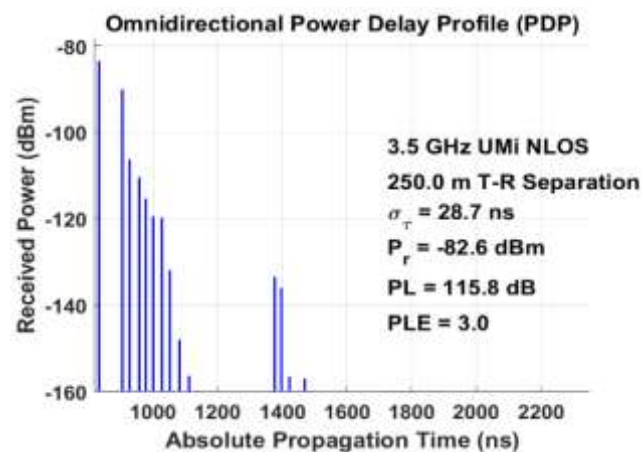
Pada penelitian ini sistem OFDM pada kanal SSCM divalidasi menggunakan performansi FER (*uncoded*). *Outage performance* dari kanal SSCM untuk OFDM *numerology* 1 dapat divalidasi menggunakan FER bahwa grafik dari *outage performance* memiliki *gradien* yang sama dengan grafik FER yang sudah diperoleh.

3.2.7 Pengkodean kanal *Repetition Codes*

Pada penelitian ini menggunakan *software* Matlab untuk melakukan simulasi pada sistem. Kemudian melakukan pengujian kinerja FER *repetition codes* dan *uncoded*. Setelah panjang pada blok ditentukan, dilakukan proses sistem komunikasi berdasarkan pemodelan sistem yang sudah dirancang. Kemudian bit akan dimodulasi dengan menggunakan modulasi QPSK sehingga menjadi bentuk *symbol* yang dapat dikirimkan. Penelitian ini menggunakan panjang blok FFT sebesar 128.

3.2.8 *Instantaneous PDP*

Hasil dari keluaran simulasi NYUSIM adalah *instantaneous PDP* yang terdiri dari nilai daya dan delay untuk setiap *path*.



Gambar 3. 8 Contoh *Instantaneous PDP*

Dapat dilihat pada Gambar 3.6 Merupakan contoh gambar keluaran *instantaneous PDP*. Penelitian pada *instantaneous PDP* ini masing-masing

percobaan sebanyak 1500 sehingga diperoleh 1500 *instantaneous* PDP yang bertujuan untuk akurasi pada *representative* PDP dikarenakan nilai *channel* akan berubah-ubah terhadap waktu untuk perbandingan *channel* dan *capacity*.