

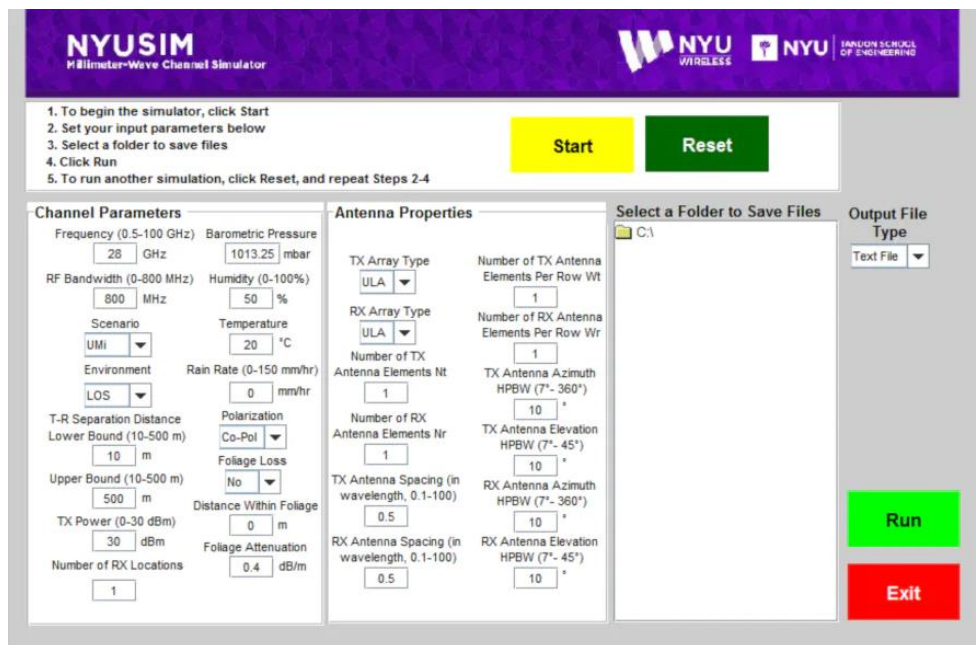
BAB 3

METODE PENELITIAN

3.1 Alat Yang Digunakan

3.1.1 *New York University Wireless Simulator (NYUSIM) versi 2.01*

Pada penelitian tugas akhir saya ini menggunakan perangkat lunak (*software*) NYUSIM versi 2.01 untuk memodelkan kanal 5G yang dirilis oleh *New York University* serta untuk menghasilkan keluaran berupa nilai *instantaneous* PDP sebagai representasi kanal komunikasi nirkabel secara virtual dan mengatur parameter – parameter dalam NYUSIM. Sesuai dengan kondisi lingkungan seperti curah hujan, kelembapan, tekanan udara di Kota Sidoarjo.



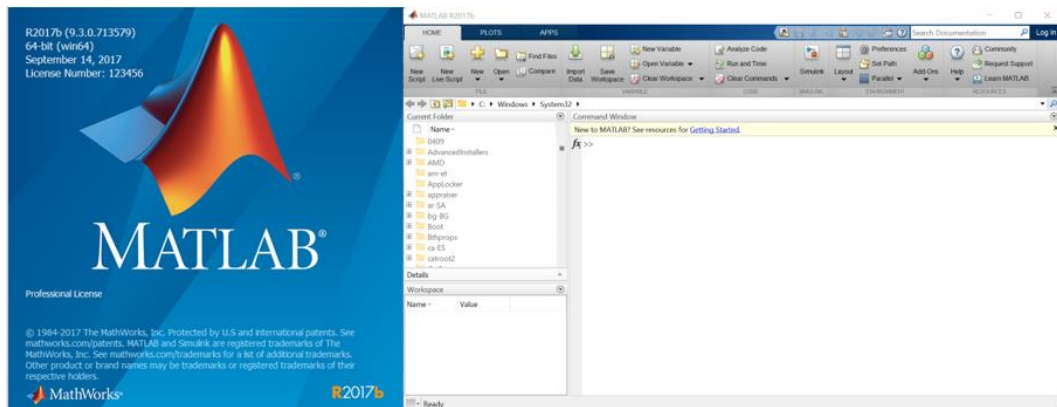
Gambar 3.1 Tampilan NYUSIM versi 2.01

New York university simulator (NYUSIM) channel simulator ialah perangkat lunak atau software berbasis computer yang bersifat *open source* untuk memodelkan kanal 5G yang dikeluarkan oleh *New York University*. Pada Skripsi ini menggunakan NYUSIM *channel Simulator* versi 2.01 untuk menghasilkan keluaran yang berupa nilai *instantaneous* PDP sebagai representasi kanal komunikasi nirkabel secara virtual dengan mengatur parameter-parameter dalam NYUSIM *Channel Simulator* sesuai dengan mengatur OFDM *numerology* dan kondisi lingkungan di kota Sidoarjo. NYUSIM *Channel Simulator* mampu

menghasilkan *respons impuls* kanal yang bersifat sesaat dan spasial dari model kanal *omnidirectional* maupun *directional* yang sesuai dengan pengukuran dan pemodelan kanal 5G dalam standar 3GPP.

NYUSIM Channel Simulator juga banyak digunakan dalam simulasi pemodelan kanal sebab memiliki parameter rentang frekuensi yang luas, yaitu 0,5-100 GHz dan rentang bandwidth yang lebar, yaitu 0-800 MHz. pada gambar menunjukkan tampilan dari NYUSIM Channel Simulator versi 2.01 yang digunakan dalam skripsi ini. Parameter kanal masukan di NYUSIM Channel Simulator berupa frekuensi dan bandwidth yang mengikuti ketentuan OFDM Numerology 5G NR. Selain itu, terdapat parameter kanal lainnya di NYUSIM Channel Simulator yang disesuaikan dengan kondisi lingkungan di kota Sidoarjo.

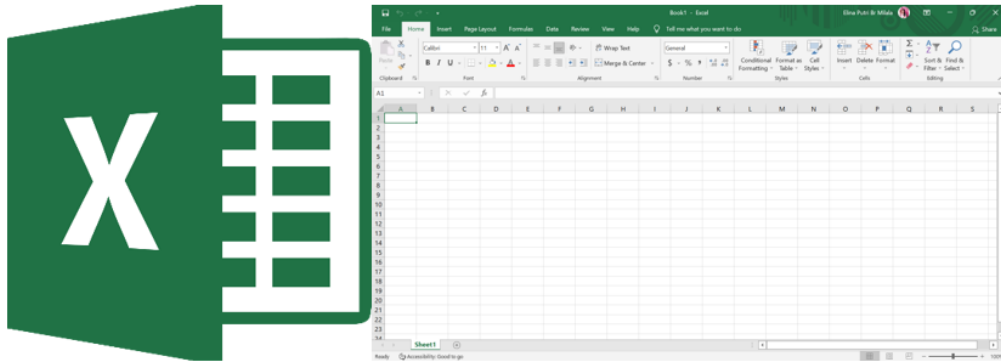
3.1.2 Matlab Versi 2018a



Gambar 3.2 Tampilan Matlab 2018a

Matlab merupakan singkatan dari *Matrix Laboratory* yang mana semua data di dalamnya menggunakan dasar-dasar matriks. Matlab termasuk salah satu bahasa pemrograman tinggi, tertutup, serta *case sensitive* di dalam lingkungan komputasi numerik dari *MathWorks*. Salah satu hal yang menjadi kelebihan dari Matlab adalah kemampuannya di dalam membuat grafik dengan visualisasi yang terbaik.

3.1.3 Microsoft excel

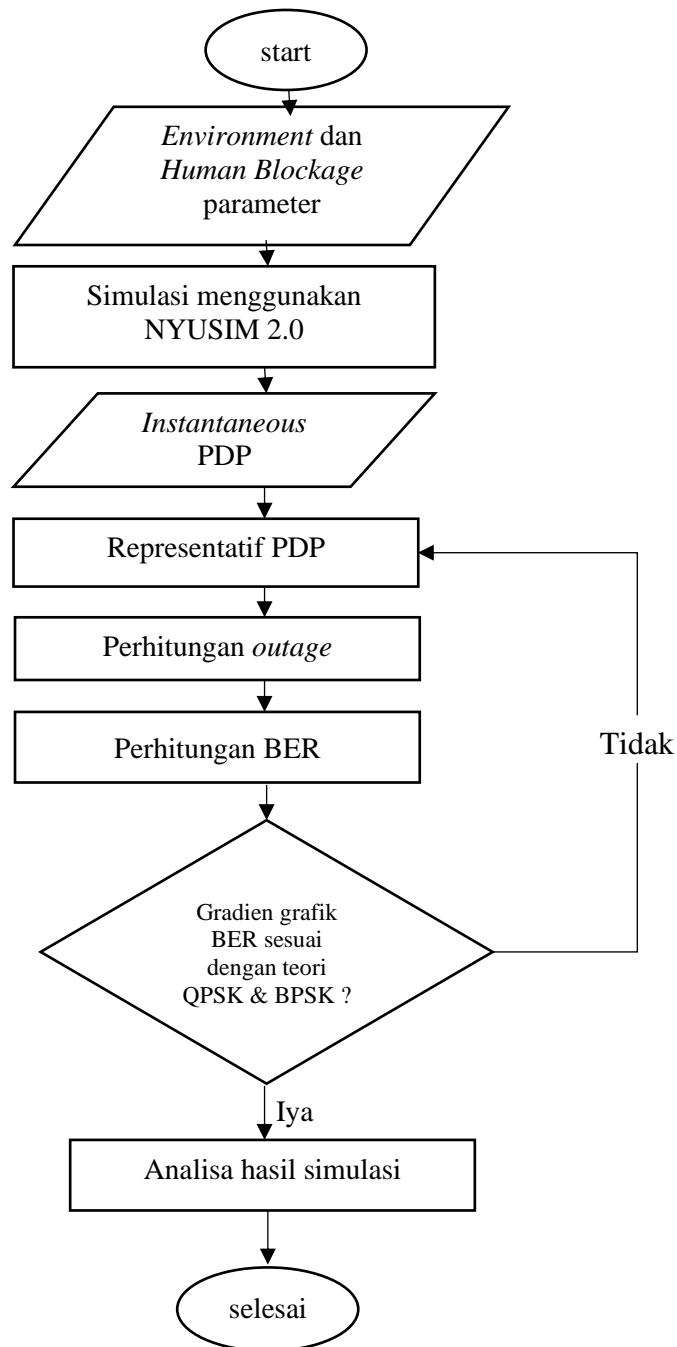


Gambar 3.3 Tampilan Microsoft Excel

Microsoft Excel berfungsi sebagai software pengolahan angka, namun secara detail Microsoft Excel berguna untuk membuat, mengedit, mengurutkan, menganalisa, serta meringkas data. Selain itu, Microsoft Excel juga untuk melakukan perhitungan aritmatika dan statistika sehingga dapat membantu menyelesaikan permasalahan-permasalahan yang berbau logika dan matematika.

3.2 Alur Penelitian

Penelitian ini akan melewati beberapa tahap, yaitu yang pertama adalah perancangan suatu *system* serta mencari dan mengumpulkan data atau parameter lingkungan dari BMKG Sidoarjo. Langkah kedua yaitu tahap simulasi dan tahap pengujian dimana data dan parameter yang telah dikumpulkan atau diperoleh yaitu dengan frekuensi 2,3 Ghz dan *bandwidth* 50 Mhz. nantinya akan dimasukkan ke dalam software NYUSIM. Selanjutnya langkah ketiga yaitu tahap analisis dari hasil pengujian simulasi seperti dapat dilihat pada gambar 3.4



Gambar 3.4 Flowchart Penelitian

3.2.1 Alur Simulasi

Penelitian ini mengusulkan *scenario* pengujian untuk menganalisis performansi dari OFDM Numerology 0 pada sistem 5G NR di indoensia. Untuk Langkah pertama yaitu mencari dan mengumpulkan data parameter lingkungan yang didapat melalui BMKG (Badan meteorologi, klimatologi, dan geofisika).

Kemudian parameter lingkungan yang diperoleh akan digunakan untuk menghasilkan *instantaneous* PDP dengan frekuensi sebesar 50 GHz dengan dan tanpa pengaruh *Human Blockage* melalui *simulator* NYUSIM. Langkah selanjutnya adalah proses *thresholding* sebesar -140 dB terhadap daya terima untuk menghasilkan *representative* PDP. Setelah itu adalah menghitung kapasitas dari kanal 5G berdasarkan OFDM *numerology* 0 yang digunakan.

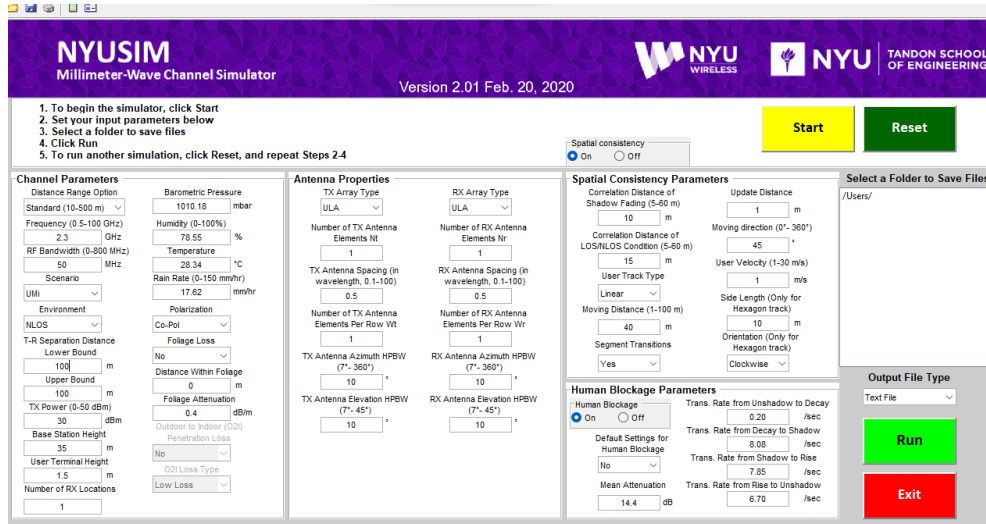
Kapasitas kanal 5G akan dihitung dari *representative* PDP berdasarkan *Shannonlimit*. Kapasitas kanal nantinya akan digunakan dalam perhitungan *outage performance* dengan asumsi bahwa kapasitas *Shannon* dicapai Ketika $R < C$. selanjutnya adalah *outage performances* yang akan dianalisis perbandingan pengaruh *human blockage* dan *non human blockage*. Langkah terakhir yaitu, memvalidasi *outage performances* OFDM *Numerology* 0 dengan *FFTsize* sebesar 128, $R=1$, dan modulasi yang digunakan adalah modulasi QPSK dan modulasi BPSK. Validasi ini juga dilakukan pada kinerja BER.

Pada penelitian ini menggunakan aplikasi NYUSIM versi 2.01 untuk memodelkan kanal kanal 5G, dimana aplikasi NYUSIM ini memiliki kelebihan dalam fitur parameter yang berfungsi untuk mengatur frekuensi, *bandwidth*, *scenario*, daya pemancar, jarak pemancar dan penerima, parameter *environment* dan parameter *human blockage*. Simulasi ini nantinya menggunakan parameter rata-rata suhu maksimum minimum, curah hujan, tekanan udara, kelembapan udara, yang diperoleh dari data BMKG Sidoarjo. Data periode rata -rata dari bulan April 2020- April 2021. Data parameter tersebut adalah data rata – rata harian. Selain parameter lingkungan, penelitian ini menggunakan frekuensi sebesar 2,3 GHz, dan *bandwidth* sebesar 50 MHz, *scenario* *Urban micro (Umi)*, jarak antar pemancar dan penerima diasumsikan sejauh 250 meter, kondisi *non line of sight* (NLOS), dengan dan tanpa pengaruh *human blockage*. Hasil dari simulasi NYUSIM yaitu berupa *instantaneous* PDP yang terdiri dari daya dan *delay* untuk tiap *path*. Penelitian ini melakukan 1000 kali percobaan *instantaneous* PDP untuk digunakan dalam penentuan PDP *representative*.

NYUSIM mempunyai beberapa fitur parameter yang dapat diatur antara lain yaitu frekuensi, *bandwidth*, *scenario* daya pemancar, jarak antara pemancar dan penerima dan parameter *environment* meliputi tekanan udara, kelembapan, suhu

udara dan curah hujan. Simulasi ini akan dilakukan dengan menggunakan *scenario human blockage* dan *non human blockage*.

pada Gambar 3.5 dan Tabel 3.1 menunjukkan parameter masukan pada NYUSIM dengan pengaruh *human blockage*.

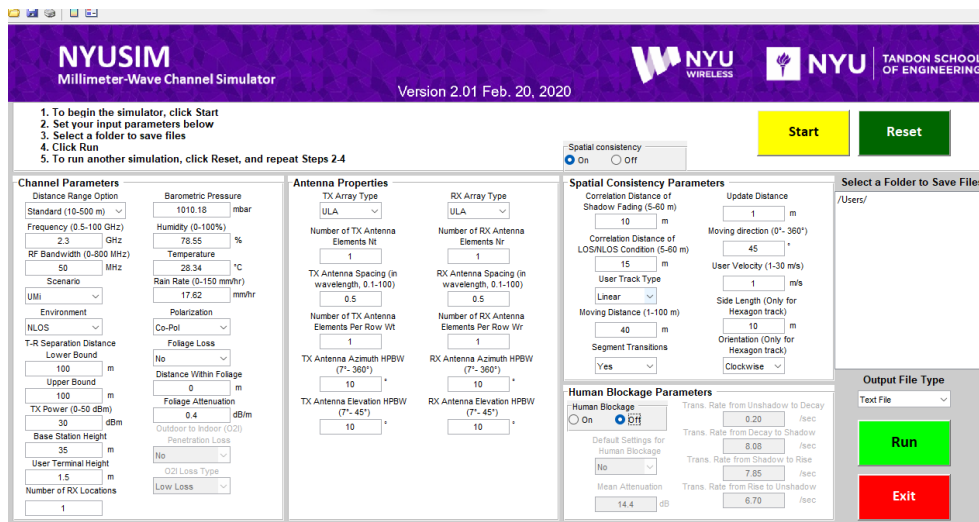


Gambar 3.5 parameter pada NYUSIM dengan pengaruh *Human Blockage*

Tabel 3.1 parameter pada NYUSIM dengan pengaruh *human blockage*

<i>Frequency (GHz)</i>	2,3 GHz
<i>RF Bandwidth</i>	50 MHz
<i>Scenario</i>	Umi
<i>Environment</i>	NLOS
<i>T-R Separation Distance Lower Band</i>	100 meter
<i>Upper bound</i>	100 meter
<i>TX power</i>	30 dBm
<i>Base station height</i>	1.5 meter
<i>Number of RX location</i>	1000
<i>Tekanan udara (barometric pressure)</i>	1010,18
<i>Kelembapan (humidity)</i>	78,55
<i>Suhu udara (temperature)</i>	28,34
<i>Curah hujan (rain rate)</i>	17,62
<i>Polarization</i>	<i>Co-Pol(Co-Polarization)</i>
<i>Foliage Los</i>	No

<i>Distance within foliage</i>	0 m
<i>Foliage Attenuation</i>	0.4 dB/m
<i>Outdoor to indoor 9(O2I) Penetration Loss</i>	No
<i>O2I Loss Type</i>	Low Loss



Gambar 3.6 parameter pada NYUSIM dengan pengaruh *non human blockage*

Pada Gambar 3.6 dan Tabel 3.2 adalah data parameter masukan pada simulator gambar NYUSIM tanpa pengaruh *human blockage*.

Tabel 3.2 parameter pada NYUSIM dengan pengaruh *non human blockage*

<i>Frequency (GHz)</i>	2.3 GHz
<i>RF Bandwidth</i>	50 MHz
<i>Scenario</i>	Umi
<i>Environment</i>	NLOS
<i>T-R Separation Distance Lower Bound</i>	100 meter
<i>Upper bound</i>	100 meter
<i>TX power</i>	30 dBm
<i>Base station height</i>	1.5 meter
<i>Number of RX location</i>	1000

Tekanan udara (<i>barometric pressure</i>)	1010,18 mbar
Kelembapan (<i>humidity</i>)	78,55 %
Suhu udara (<i>temperature</i>)	28,34 C
Curah hujan (<i>rain rate</i>)	17,62 mm/hr
<i>Polarization</i>	Co-Pol (Co-Polarization)
<i>Foliage Los</i>	No
<i>Distance within foliage</i>	0 m
<i>Foliage Attenuation</i>	0.4 dB/m
<i>Outdoor to indoor 9 (O21) Penetration Loss</i>	No
<i>O21 Loss Type</i>	Low Loss

3.2.2 Environment Parameter

Pada penelitian ini memakai frekuensi 2,3 GHz dengan *bandwidth* sebesar 50 MHz dan kanal yang dipengaruhi oleh *human blockage* untuk komunikasi seluler 5G di daerah Sidoarjo. Langkah pertama yaitu mengumpulkan data parameter *environment*. Setelah pengumpulan data ini masih dibutuhkan pada frekuensi bergantung dengan kondisi alam di kota Sidoarjo seperti suhu, kelembapan, curah hujan dan tekanan udara. Data itu didapatkan dari Badan Meterologi, Klimatologi, dan Geofisika (BMKG). Untuk rentang waktu 1 tahun terhitung dari bulan april 2020 – april 2021 kemudian di rata – rata nilainya supaya merepresentasikan kondisi alam yang sesungguhnya. Parameter *environment* ini akan menjadi input pada channel parameter pada simulator NYUSIM[1]

Tabel 3.3 Parameter Data Cuaca Kota Sidoarjo

Parameter	Nilai
Suhu maksimum	24,26 C
Suhu minimum	32,22 C
Tekanan udara	1010,18 %
Kelembapan udara	78,55 %
Curah hujan	17,62 mm/h

3.2.3 Instantaneous Power Delay Profile (PDP)

Pada penelitian ini akan menggunakan software NYUSIM versi 2.01 untuk pemodelan kanal *multipath*. NYUSIM memiliki fitur-fitur yang berfungsi untuk mengatur parameter yang digunakan, diantaranya ada frekuensi, daya pemancar, *bandwidth*, *scenario*, jarak antara pemancar dan penerima, parameter *environment*. Penelitian ini akan menggunakan frekuensi sebesar 2,3 GHz, *bandwidth* sebesar 50 MHz dengan menggunakan *scenario Urban Micro* (Umi), simulasi pada penelitian ini akan melakukan 1000 kali percobaan *instantaneous power delay profile* (PDP) untuk digunakan dalam penentuan *power delay profile* (PDP) *representative*.

3.2.4 Representatif PDP

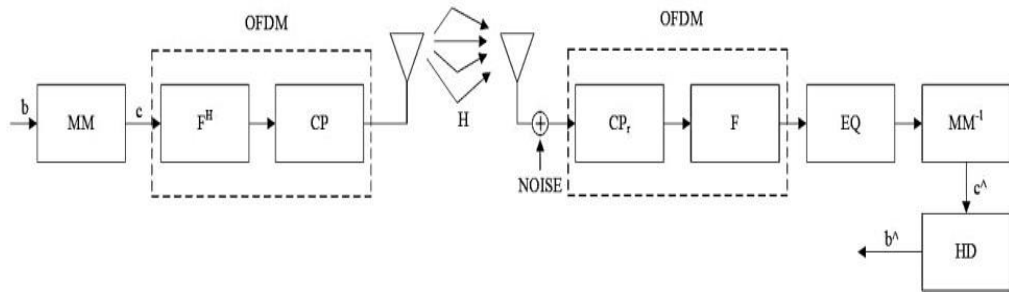
Representatif PDP adalah hasil-hasil dari perhitungan setelah mendapatkan *instantaneous PDP* dengan efek iklim kondisi alam dan dengan efek *human blockage* dari *channel* model kota Sidoarjo. Berikut adalah langkah-langkah yang digunakan untuk merepresentatif PDP yang sudah dilakukan pada penelitian[11]:

1. Mencari nilai *power* maksimum setiap *path* pada bagian PDP.
2. Menormalisasikan nilai *power* pada setiap *path* terhadap nilai *power* maksimum.
3. Melakukan pengubahan PDP_i dari dBm kedalam bentuk numerik, *i* adalah angka indeks dari PDP, $i = \{ 1,2,\dots,K \}$ *K* adalah banyaknya dari percobaan PDP.
4. Melakukan penghitungan nilai *timeslot* per *path* dari PDP untuk dapat dikelompokkan ke dalam *grouping indeks*.
5. Melakukan *grouping indeks*, mempertimbangkan *grouping indeks* $\alpha = 40$ dan $1 = 1,2,\dots,L$, dimana *L* adalah total *timeslot* τ pada PDP dibagi dengan α .
6. Menghitung nilai *averaging* dan hasil numerik dibagi dengan 40.

$$\tau_{(l-1)\alpha+1}^{PDPi} = \frac{1}{\alpha} \sum_{n=(l-1)\alpha+1}^{l.\alpha} \tau_n^{PDPi} \quad (3.1)$$

7. Menggabungkan pada setiap $\tau_{(l-1)\alpha+1}$ dari seluruh PDP_i serta menghitung CDF dan *thresholding*.

3.2.5 Validasi Model kanal 5G



Gambar 3.7 Model Kanal 5G dengan dan tanpa pengaruh *human blockage*

Pada penelitian ini menggunakan Teknik CP-OFDM pada sistem 5G yang dirancang sehingga *outage performances* dari *representative* PDP untuk OFDM *Numerology* 0 akan diuji dan divalidasi menggunakan konsep CP-OFDM. Parameter validasi yang diujikan adalah BER berdasarkan penerapan modulasi QPSK. Bit informasi dibangkitkan pada sisi *transmitter* secara acak sebanyak total bit tertentu dengan probabilitas kemunculan bit 0 dan 1 yang sama. Setelah dibangkitkan, informasi akan dimodulasi pada modulator MM untuk menghasilkan *symbol* yang berisi bit-bit informasi. *Symbol* keluaran dari modulator kemudian ditransformasikan menggunakan IFFT pada blok F^H dengan Panjang blok sebesar 128.

Blok CP berfungsi guna menambahkan *Cyclic Prefix* dengan Panjang sama dengan atau lebih dari total path. *Symbol* 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* CP_r . Blok CP, menghapus CP lalu kemudian dilanjutkan dengan proses FFT F sebelum masuk ke blok *equalization* EQ. *symbol* yang telah di ekualisasi akan didemodulasi MM^{-1} menggunakan demodulator QPSK. Langkah terakhir adalah proses *harddecision* HD untuk mengembalikan *symbol* kedalam bentuk bit-bit informasi dan menentukan apakah bit-bit yang diterima tersebut adalah bit 0 atau 1 yang diharapkan sesuai dengan bit informasi yang ditransmisikan.

Dengan serangkaian Langkah-langkah diatas peneliti dapat mevalidasi *outage performance* dengan BER. *Outage performance* dari kanal 5G untuk OFDM

numerology 0 dapat divalidasi menggunakan BER dengan syarat bahwa kurva *outage performances* memiliki gradien yang sama dengan kurva FER yang diperoleh. Sistem CP-OFDM pada kanal 5G dapat divalidasi menggunakan performansi BER. Performansi BER dari model kanal 5G untuk OFDM *Numerology 0* dianggap benar Ketika kurva BER memiliki gradien yang sama dengan kurva teori dari BER fading QPSK

3.2.6 Perhitungan Bit Error Rate

Perhitungan dan analisi *bit error rate (BER)* setelah penelitian ini nantinya akan mengacu pada system *CP-OFDM*. Dengan Bit_{error} merupakan jumlah bit yang *error* dan $Bit_{transmitted}$ merupakan jumlah total yang ditransmisikan. Frame dianggap *error* ketika terdapat setidaknya satu bit dalam frame tersebut yang *error*.