

Simulasi Performansi Dan Kapasitas Kanal Pada Komunikasi Jaringan 5G Menggunakan Simulator Nyusim

Intan Aqlidazari Aristya¹, Baso Maruddani²

^{1,2} Pendidikan Teknik Elektronika, Universitas Negeri Jakarta

Abstrak. Penelitian ini bertujuan melakukan pengukuran simulasi software NYUSIM untuk mendapatkan pemodelan kanal komunikasi jaringan 5G yang sesuai dengan daerah Kota Tangerang. Untuk mendapatkan pemodelan kanal komunikasi jaringan 5G yang sesuai dengan daerah Kota Tangerang dimulai dengan pengumpulan data parameter lingkungan seperti suhu, tekanan udara, curah hujan dan kelembapan. Pemodelan kanal berupa instan PDP pada frekuensi mmWave 26 GHz kondisi NLOS. Berdasarkan hasil simulasi NYUSIM yang telah dilakukan, menghasilkan Lima output yaitu: spektrum daya AOA tiga dimensi 3- D, spektrum daya AOD 3-D, Omnidirectional PDP, PDP directional dengan daya terkuat, dan Small scale PDP yang sesuai dengan pengukuran dan pemodelan kanal 5G. Dimana output dari hasil simulasi mempresentasikan model kanal berupa instan PDP sesuai kebutuhan desain sistem komunikasi antena omnidirectional atau directional pada pemancar dan penerima di Kota Tangerang.

Kata Kunci: 5G, model kanal, *power delay profile*, NYUSIM

Abstract. *This reasearch paper aims to measure the NYUSIM software simulation to obtain a 5G network communication channel model that is suitable for the Tangerang City area. To get a 5G network communication channel modeling suitable for the Tangerang City area, it begins with the collection of environmental parameter data such as temperature, air pressure, rainfall and humidity. Channel modeling is PDP instant at 26 GHz mmWave frequency under NLOS conditions. Based on the results of the NYUSIM simulation that has been carried out, it produces five outputs, namely: 3-D 3-D AOA power spectrum, 3-D AOD power spectrum, Omnidirectional PDP, directional PDP with the strongest power, and Small scale PDP which is suitable for 5G channel measurement and modeling. . Where the output of the simulation results presents a channel model in the form of PDP instant according to the needs of the omnidirectional or directional antenna communication system design for transmitters and receivers in Tangerang City.*

Keyword: 5G, channel model, *power delay profile*, NYUSIM

*Corresponding author: intanaristy97@gmail.com

1 Pendahuluan

Bagian pendahuluan jurnal ini membahas perkembangan teknologi telekomunikasi, khususnya evolusi dari 4G ke 5G di Indonesia. Saat ini, teknologi telekomunikasi menjadi kebutuhan primer manusia, mendorong terus berkembangnya teknologi seluler. Indonesia telah memasuki era 4G, yang menghadirkan peningkatan kapasitas, kecepatan, dan efisiensi penggunaan spektrum frekuensi. Pertumbuhan ini menandai transisi menuju 5G, teknologi berikutnya yang menawarkan bandwidth dan kecepatan jaringan yang belum pernah terjadi sebelumnya. Teknologi 5G memanfaatkan spektrum frekuensi gelombang millimeter, menghadirkan tantangan baru seperti redaman propagasi gelombang yang dipengaruhi oleh kondisi alam geografis. Keterbatasan pita spektrum frekuensi menjadi pendorong utama dalam pencarian pita frekuensi baru untuk 5G. Frekuensi yang diprediksi digunakan berkisar antara 500 MHz hingga 100 GHz, dengan pembagian frekuensi untuk wilayah Rural, Urban, dan Urban Hotspot. Fokus penelitian ini adalah pada frekuensi 26 GHz, dengan tantangan redaman propagasi yang dipelajari dalam konteks kondisi geografis tertentu. Model kanal menjadi kunci dalam merancang sistem komunikasi yang meminimalkan kesalahan dan memaksimalkan transmisi informasi. Pentingnya kapasitas kanal sebagai parameter desain sistem komunikasi wireless menjadi dasar identifikasi masalah. Penelitian ini mengidentifikasi beberapa masalah, termasuk persiapan diterapkannya teknologi 5G di Indonesia, pentingnya kapasitas kanal, dan peran PDP dalam mengukur parameter kapasitas kanal. Pembatasan masalah kemudian dijelaskan, termasuk simulasi dengan karakteristik wilayah tropis, penggunaan frekuensi 26 GHz dengan skenario Urban Microcell, dan penggunaan software NYUSIM versi 2.0 untuk simulasi PDP. Pembatasan ini membentuk landasan bagi perumusan masalah, yang bertujuan untuk mensimulasikan pemodelan kanal dengan parameter lingkungan Kota Tangerang. Tujuan penelitian mencakup melakukan simulasi menggunakan NYUSIM untuk mendapatkan pemodelan kanal yang sesuai dengan kondisi Kota Tangerang dan menganalisis hasil simulasi untuk persiapan teknologi 5G di daerah tersebut. Manfaat penelitian dibagi menjadi manfaat teoritis dan praktis. Manfaat teoritis melibatkan kontribusi terhadap ilmu pengetahuan, sementara manfaat praktis berfokus pada informasi yang dapat membantu peningkatan jaringan 5G di masa mendatang, terutama di wilayah Tangerang. Dengan demikian, bagian pendahuluan ini membawa pembaca melalui latar belakang, identifikasi masalah, pembatasan masalah, perumusan masalah, tujuan penelitian, dan manfaat penelitian, membentuk landasan yang kokoh untuk pemahaman lebih lanjut terhadap simulasi pemodelan kanal 5G di Indonesia.

2 Metodologi

Metode pengukuran simulasi digunakan untuk mendapatkan pemodelan kanal komunikasi jaringan 5G yang sesuai dengan daerah Kota Tangerang. Pendekatan ini melibatkan pengumpulan data parameter lingkungan seperti suhu, tekanan udara, curah hujan, dan kelembapan sebagai input untuk simulasi. Output dari simulasi mencakup spektrum daya AOA dan AOD tiga dimensi, Omnidirectional PDP, PDP directional dengan daya terkuat, dan Small scale PDP. Hasil simulasi ini dipresentasikan sebagai model kanal instan PDP untuk mendukung desain sistem komunikasi antena omnidirectional atau directional di Kota Tangerang, khususnya pada frekuensi mmWave 26 GHz dengan kondisi NLOS.

3 Hasil dan Pembahasan

3.1 Analisis data penelitian

Model Kanal 5G *mmWave* 26 GHz di Kota Tangerang dipresentasikan PDP dengan menggunakan *environment parameter* yang didapat dari data *world weather online* dengan rentang waktu 1 tahun yang dihitung dari bulan November 2019 - November 2020 yang kemudian dirata-rata nilainya agar mempresentasikan kondisi alam sesungguhnya dan jarak Tx-Rx sebesar 200 meter, menggunakan skenario *Urban Micro* (UMi), tekanan udara sebesar

1009,6 mbar, kelembapan udara 67,85%, curah hujan 150 mm/h, kemudian mendefinisikan lingkungan sebagai NLOS, dengan menggunakan *software* NYUSIM.

Dari simulasi tersebut didapat 2 fungsi *output* yaitu fungsi *output Omnidirectional PDP* UMi NLOS 26 GHz dan spektrum daya AOA 3-D dan fungsi *output Directional PDP* UMi NLOS 26 GHz dan spektrum AOD 3-D. Untuk PDP *Omnidirectional* diasumsikan transmisinya menggunakan antenna dengan pola radiasi *omnidirectional* yang terpancar ke segala arah untuk skenario UMi, pada daerah urban. Dan didapatkan hasil dengan nilai PL (*Path Loss*) sebesar 146,6 dB dan Pr (*Received Power*) sebesar -116,6 dBm dengan PLE (*Path Loss Exponen*) sebesar 3,7 dB dan menghasilkan *delay* propagasi sebesar 33.3 ns. Sedangkan *output* fungsi PDP *Directional* merupakan daya terkuat, di mana pola penguatan antenna *directional* diimplementasikan pada Tx dan Rx skenario UMi, pada daerah urban. Didapatkan nilai PL (*Path Loss*) sebesar 150,7 dB dan Pr (*Received Power*) sebesar -71,5 dBm dengan PLE (*Path Loss Exponen*) sebesar 3,9 dB dan menghasilkan *delay* propagasi sebesar 7.8 ns. Dan untuk pola penguatan antenna Tx dan Rx pada *output* simulasi *software* NYUSIM berdasarkan *azimuth* dan elevasi HPBW dari antenna Tx dan Rx yang ditentukan parameter *input*. *Directional path loss* sama dengan daya pancar ditambah penguatan antenna TX dan Rx, dikurangi *directional* daya terima (*Received Power*) (Shu Sun, dkk, 2017). Untuk menghasilkan Gambar 15 antenna *azimuth* dan elevasi HPBW diatur ke 10° dan 10° masing-masing pada Tx dan Rx, untuk mencocokkan antenna HPBW yang digunakan dalam pengukun 26 GHz.

Directional path loss dan *directional* PLE akan selalu lebih besar (yaitu, *directional channel* lebih *lossy*) daripada kasus *omnidirectional*, karena antenna *directional* akan secara spasial menyaring banyak komponen *multipath* karena pola arahnya, sehingga RX menerima lebih sedikit komponen *multipath* sehingga lebih sedikit energi, sehingga *path loss directional* lebih tinggi setelah menghilangkan efek penguatan (*Gain*) antenna dari daya yang diterima. Kemudian untuk Pr, daya terima (*receive power*) akan semakin kecil jika terpengaruh *multipath fading* (Eko dkk, 2014). Maka hasil simulasi NYUSIM dengan kondisi NLOS sinyal dapat diterima dan diproses dengan baik dengan pemancar dan penerima berjarak 200 m, pada daya terima *omnidirectional* sebesar -116,6 dBm lebih kecil daripada daya terima pada *directional* yaitu sebesar -71,5 dBm karena pada daya terima *omnidirectional* terpengaruh oleh *multipath fading*.

Sedangkan untuk *directional* RMS *delay spread* lebih kecil yaitu sebesar 7,8 ns daripada *omnidirectional* RMS *delay spread* yang lebih besar yaitu sebesar 33.3 ns. RMS *delay spread* merupakan parameter penting yang dapat menentukan performansi sistem digital, yang dapat membantu mengidentifikasi dan menanggulangi *multipath fading*. Dengan memperkecil nilai RMS *delay spread* maka *Inter-symbol Interference* (ISI) dapat menjadi lebih kecil, sehingga *error rate* akan menjadi lebih kecil dan *data rate* meningkat (Eko dkk, 2014: 2). Maka untuk performansi *delay* propagasi, pada *directional* PDP lebih baik karena kecilnya nilai RMS *delay spread*.

3.2 Pembahasan

3.2.1 Environment Parameter

Penulis akan melakukan simulasi pemodelan kanal 26 GHz untuk komunikasi 5G dengan menggunakan NYUSIM dalam skenario Urban Microcell (UMi), menggambarkan daerah padat penduduk. Parameter iklim Kota Tangerang, seperti tekanan barometrik, kelembapan, dan suhu, menjadi input simulasi. Dengan jarak 200 meter antara pemancar dan penerima, lingkungan dianggap Non-Line-of-Sight (NLOS) karena keberadaan bangunan dan dedaunan. Bandwidth yang digunakan adalah 200 MHz untuk frekuensi 26 GHz, dipilih sebagai kandidat kuat untuk 5G.

Pentingnya frekuensi mmWave, seperti 26 GHz, terhadap faktor-faktor alam seperti suhu, tekanan udara, curah hujan, dan kelembapan, menjadi titik awal penulisan. Data

parameter lingkungan dikumpulkan dari World Weather Online selama satu tahun (November 2019 – November 2020) dan dihitung rata-ratanya untuk mencerminkan kondisi alam sesungguhnya. Parameter lingkungan ini akan menjadi input dalam simulasi NYUSIM, khususnya dalam menentukan channel parameter.

Tabel 1. Parameter data cuaca kota Tangerang.

Parameter	Nilai
Tekanan Udara	1009,6 mbar
Kelembapan Udara	67,85 %
Temperatur	30,62 °C
Curah Hujan	150 mm/h

Data ini sangat penting pada pemodelan kanal untuk memastikan keadaan sekitar yang dirancang agar pembangunan pemancar menjadi lebih efisien dan tepat sasaran (Pohan dan Rahayu, 2020).

3.2.2 Input Parameter

Terdapat 28 parameter input untuk simulator channel, yang dapat diatur oleh pengguna dan dikelompokkan menjadi dua kategori utama, yaitu *Channel Parametes* dan *Antenna Properties*. Pada panel *Channel Parameters* berisi 16 parameter *input* dasar tentang kanal propagasi.

1. **Frekuensi (GHz):** Parameter yang menunjukkan frekuensi pembawa dalam GHz dan dapat dipilih. Nilai defalutnya adalah 28 (GHz), dan dapat bervariasi dari 0,5 hingga 100 (GHz) dengan maksimal satu koma desimal.
2. **RF Bandwidth (MHz):** Parameter yang menunjukkan *bandwidth* RF dari sinyal yang ditransmisikan dalam MHz dan dapat dipilih. Nilai defalutnya adalah 800 MHz, dan dapat divariasikan dari 0 hingga 800 MHz.
3. **Scenario:** Parameter yang menunjukkan scenario dan dapat dipilih. Terdapat tiga opsi yang berlaku yaitu, UMi, Uma, dan RMa. Opsi defalutnya adalah UMi.
4. **Environment:** Parameter yang menunjukkan lingkungan dan dapat dipilih, baik *line of sight* (LOS) atau *non line of sight* (NLOS). Pengaturan default adalah LOS.
5. **Lower Bound of T-R Separation Distance (m):** parameter yang menunjukkan jarak terkecil antara pemancar (TX) dan penerima (RX) dalam meter dengan maksimal satu koma desimal dan dapat dipilih. Nilai defalutnya adalah 10 m, dan dapat divariasikan dari 10 m hingga 500 m tetapi tidak lebih dari *upper bound of the T-R separation distance*.
6. **Upper Bound of T-R Separation Distance (m):** Parameter yang menunjukkan jarak terbesar antara TX dan RX dalam meter dengan maksimal satu koma desimal dan dapat dipilih. Nilai defalutnya adalah 500 m, dan dapat divariasikan dari 10 m hingga 500 m tetapi tidak kurang dari *lower bound of T-R separation distance*.
7. **TX Power (dBm):** Parameter yang dapat dipilih, menunjukkan daya pancar dalam dBm. Nilai defalutnya adalah 30 (dBm), dan dapat divariasikan mulai dari 0 hingga 30 (dBm).
8. **Number of RX Location:** Parameter yang dapat dipilih yang menunjukkan jumlah lokasi RX. Nilail defalutnya adalah 1, dan dapat divariasikan ke bilangan bulat dari 1 hingga 10.000.

9. **Barometric Pressure:** Parameter yang menunjukkan tekanan barometric dalam mbar yang digunakan dalam mengevaluasi hilangnya jalur propagasi yang disebabkan oleh udara kering. Nilai default dan tipikal adalah 1013,25 mbar (milibar) (yaitu, nominal untuk permukaan laut), dan dapat berkisar dari 10-5 hingga 1013,25 (mbar).
10. **Humidity:** Parameter yang dapat diubah yang menunjukkan kelembaban relative dalam persentase yang digunakan dalam mengevaluasi hilangnya jalur propagasi yang disebabkan oleh uap. Nilai defaultnya adalah 50 %, dan dapat divariasikan dari 0 dan 100 %.
11. **Temperature:** Parameter yang menunjukkan suhu dalam derajat Celcius yang digunakan dalam mengevaluasi hilangnya jalur propagasi yang disebabkan oleh embun atau kabut. Nilai default dan tipikal adalah 20°C, dan dapat berkisar dari -100 hingga 50°C.
12. **Rain Rate:** Parameter yang menunjukkan curah hujan dalam mm/jam yang digunakan dalam mengevaluasi hilangnya jalur propagasi yang disebabkan oleh hujan. Nilai defaultnya adalah 0 (mm/jam), dan kisaran tipikal adalah 0 hingga 150 (mm/jam).
13. **Polarization:** Parameter yang dapat dipilih yang menunjukkan hubungan polarisasi antara TX dan RX atau susunan antena. Pengaturan default adalah Co-Pol (*co-polarization*), dan dapat diubah ke X-Pol (*cross-polarization*). Diskriminasi polarisasi silang (XPD) dapat bervariasi dari 5 dB hingga 27 dB, tergantung pada frekuensi dan lingkungan.
14. **Foliage Loss:** Parameter yang dapat dipilih yang menunjukkan apakah *foliage loss* akan dipertimbangkan dalam simulasi atau tidak.
15. **Distance Within Foliage:** Parameter yang dapat dipilih yang mewakili jarak dalam meter yang dilalui sinyal yang ditransmisikan dalam dedaunan. Nilai defaultnya adalah 0, dan dapat diatur ke bilangan non-negatif yang tidak lebih besar dari *lower bound of the T-R separation distance*.
16. **Foliage Attenuation:** Parameter yang dapat dipilih yang menunjukkan hilangnya propagasi yang disebabkan oleh dedaunan dala, dB/m. Nilai defaultnya adalah 0,4 (dB/m), dan dapat diatur ke nilai antara 0 dan 10 dB/m.

Terdapat 12 parameter input untuk *Antenna Properties* yang terkait dengan array antena TX dan RX dan dapat diatur oleh pengguna, yaitu:

1. **TX Array Type:** Parameter yang dapat dipilih yang menunjukkan tipe *array* antena TX. Pengaturan bawaannya adalah ULA (*uniform linear array*) dan dapat diubah ke URA (*uniform rectangular array*).
2. **RX Array Type:** Parameter yang dapat dipilih yang menunjukkan jenis *array* antena RX. Pengaturan bawaannya adalah ULA, dan dapat diubah ke URA.
3. **Number of TX Antenna Elements Nt:** Parameter yang dapat diubah yang menunjukkan jumlah total elemen antena TX dalam *array*. Nilai bawaannya adalah 1, dan dapat diatur ke bilangan bulat dari 1 hingga 128.
4. **Number of RX Antenna Elements Nr:** Parameter yang dapat diubah yang menunjukkan jumlah total elemen antena RX dalam *array*. Nilai bawaannya adalah 1, dan dapat diatur ke bilangan bulat dari 1 hingga 64.
5. **TX Antenna Spacing (in wavelength):** Parameter yang dapat diubah yang menunjukkan jarak antara antena TX yang berdekatan dalam *array* dalam hal

panjang gelombang. Nilai bawaannya adalah 0,5 dan dapat diatur ke bilangan positif dari 0,1 hingga 100.

6. **RX Antenna Spacing (in wavelength):** Parameter yang dapat diubah yang menunjukkan jarak antara antena RX yang berdekatan dalam array dalam hal panjang gelombang pembawa. Nilai bawaannya adalah 0,5 dan dapat diatur ke bilangan positif dari 0,1 hingga 100.
7. **Number of TX Antenna Elements Per Row Wt:** Parameter yang dapat diubah yang menunjukkan jumlah antena TX dalam satu dimensi ketika TX Array Type adalah ULA atau URA, yang harus membagi jumlah elemen antena TX. Nilai bawaannya adalah 1.
8. **Number of RX Antenna Elements Per Row Wr:** Parameter yang dapat diubah yang menunjukkan jumlah antena RX dalam satu dimensi jika RX Array Type adalah ULA atau URA, yang harus membagi jumlah elemen antena RX. Nilai bawaannya adalah 1.
9. **TX Antenna Azimuth HPBW (degrees):** Parameter yang dapat diubah yang menunjukkan azimuth half-power-beamwidth (HPBW) dari antena TX (array) dalam derajat. Nilai defaultnya adalah 10° , dan dapat diatur dari 7° hingga 360° (karena azimuth HPBW terkecil dari antena yang digunakan dalam pengukuran untuk simulator adalah 7°).
10. **TX Antenna Elevation HPBW (degrees):** Parameter yang dapat diubah yang menunjukkan ketinggian HPBW antena TX (array) dalam derajat. Nilai defaultnya adalah 10° , dan dapat diatur dari 7° hingga 45° (karena HPBW elevasi terkecil dari antena yang digunakan dalam pengukuran untuk simulator adalah 7°).
11. **RX Antenna Azimuth HPBW (degrees):** Parameter yang dapat diubah yang menunjukkan azimuth HPBW antena RX (array) dalam derajat. Nilai defaultnya adalah 10° , dan dapat diatur ke nilai dari 7° hingga 360° .
12. **RX Antenna Elevation HPBW (degrees):** Parameter yang dapat diubah yang menunjukkan elevasi HPBW antena RX (array) dalam derajat. Nilai defaultnya adalah 10° , dan dapat diatur ke nilai dari 7° hingga 45° .

Dalam penulisan makalah ini, data masukan untuk simulasi pada Software NYUSIM antara lain yaitu parameter lingkungan Kota Tangerang seperti tekanan udara, kelembapan udara, temperatur, dan curah hujan yang berdasarkan pengumpulan data dari world weather online dengan rentang waktu 1 tahun yang dihitung dari bulan November 2019 – November 2020 yang kemudian dirata-rata nilainya agar mempresentasikan kondisi alam sesungguhnya. Frekuensi yang digunakan dalam penulisan ini adalah frekuensi 26 GHz yang menjadi salah satu kandidat frekuensi tinggi di Indonesia.

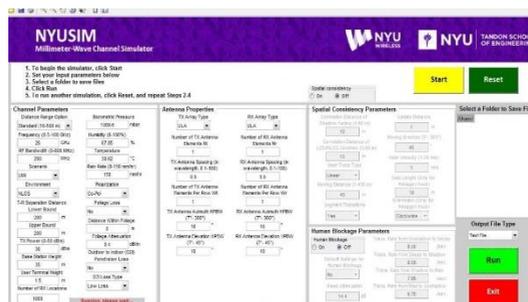
Penulisan makalah ini juga menggunakan bandwidth sebesar 200 MHz, karena sebagai salah satu kandidat kuat untuk 5G di beberapa negara. Kemudian menggunakan skenario UMi dengan kondisi NLOS karena memperhitungkan kondisi kepadatan penduduk Kota Tangerang yang tinggi. Untuk masukan parameter lainnya pada software NYUSIM penulisan makalah ini menggunakan nilai default dari channel model simulator NYUSIM. Adapun data masukan untuk *Software* NYUSIM sebagai input, yaitu antara lain :

Tabel 2. NYUSIM input parameters.

Parameter	Nilai
Frequency	26 GHz
Radio Frequency (RF) Bandwidth	200 MHz
Scenario	UMi
Environment	NLOS
Tx Power	30 dBm
T-R separation distance lower bound	200 m
T-R separation distance upper bound	200 m
Barometric pressure	1009,6 mbar
Humidity	67,85 %
Temperature	30,62 °C
Rain rate	150 mm/hr
Polarization	Set into Co-Polarization
Foliage loss	No
Distance within foliage	0 m
Foliage attenuation	0,4 dB/m
Number of Rx location	1000

3.1.1 Simulasi NYUSIM

NYUSIM memiliki fitur-fitur yang membuat saluran dapat dimodelkan dalam kondisi tertentu. Parameter yang dapat diatur antara lain: frekuensi, *bandwidth*, skenario, daya pemancar, jarak antara pemancar dan penerima, dan parameter lingkungan meliputi tekanan udara, kelembapan, suhu udara, dan curah hujan. Pada tahap ini melakukan simulasi *channel model* menggunakan NYUSIM dengan menggunakan parameter iklim di Kota Tangerang.

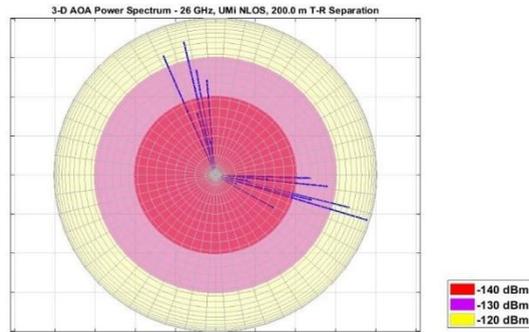


Gambar 1. NYUSIM simulasi.

Pada Gambar 1 merupakan tampilan dari NYUSIM v2.0 untuk memasukkan parameter-parameter pendukung agar menghasilkan *instantaneous* model kanal 5G. Parameter-parameter dalam NYUSIM dapat diubah untuk mendapatkan hasil yang baik. Parameter-parameter sesuai data tersebut kemudian dimasukkan kedalam input pada software NYUSIM untuk melakukan simulasi yang selanjutnya diproses dan mendapatkan hasil dari *output*. *Output* yang digunakan pada *file type* adalah *text file* dan yang akan dijadikan pembahasan.

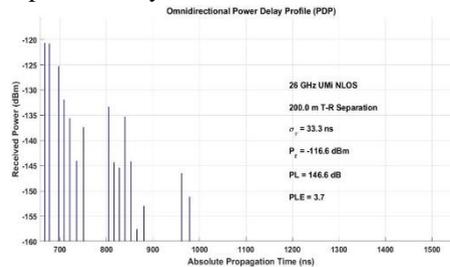
3.2.3 Hasil Simulasi NYUSIM

Hasil untuk setiap simulasi yang dijalankan, lima gambar akan dihasilkan dan disimpan berdasarkan pada hasil tertentu dari simulasi yang sedang dijalankan. *Output* dari simulasi akan muncul di layar untuk tujuan visual. Lima *output* tersebut adalah: spektrum daya AOA tiga dimensi 3-D, spektrum daya AOD 3-D, *Omnidirectional PDP*, *PDP directional* dengan daya terkuat, dan serangkaian *PDP* di berbagai elemen antenna penerima.



Gambar 2. Hasil dari AOA UMi NLOS.

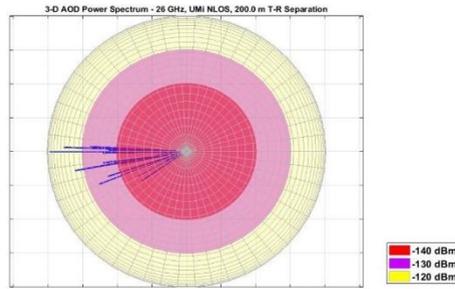
Hasil Simulasi bentuk sudut kedatangan dari scenario UMi dapat dilihat seperti pada gambar 2. Pada gambar 2 dan 3 menunjukkan output dari *Omnidirectional PDP* UMi NLOS 26 GHz dan spektrum daya AOA 3-D.



Gambar 3. Hasil dari Omnidirectional PDP UMi NLOS.

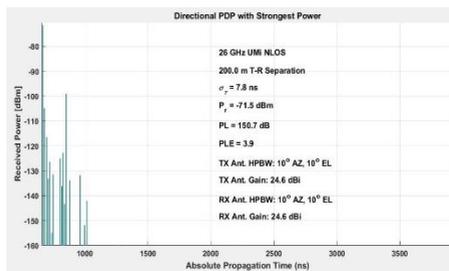
Gambar 3 menunjukkan Instantaneous Power Delay Profile (PDP) dari channel model Kota Tangerang menggunakan frekuensi 26 GHz dan parameter iklim setempat. PDP instan merupakan model saluran yang diterima oleh penerima pada jarak tertentu dari pemancar. Hasil simulasi PDP menggunakan Software NYU Wireless Simulator dengan daya pancar 30 dBm dan bandwidth 200 MHz menunjukkan Omnidirectional Path Loss Propagation sebesar 146,6 dB.

PDP instan diasumsikan transmisinya menggunakan antenna dengan pola radiasi omnidirectional, yang menyebabkan nilai PDP instan bervariasi karena efek fading skala dan skala kecil. Jarak transceiver dan receiver adalah 200 meter, menghasilkan delay propagasi sebesar 33,3 ns dengan 1000 receiver, memberikan 1000 Instantaneous PDP karena nilai channel model berubah seiring waktu. Simulasi menggunakan NYUSIM menghasilkan Instantaneous PDP pada sumbu x sebagai delay (ns) dengan rentang 0 hingga 1500 ns pada setiap path, dan sumbu y sebagai daya (dBm) dengan rentang -1 dBm hingga -160 dBm. Nilai Receiver Power terbaiknya adalah -116,6 dBm.



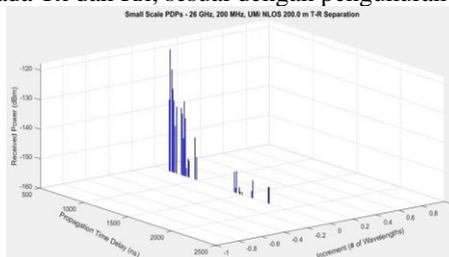
Gambar 4. Hasil AOD UMi NLOS.

Angle of Departure (AOD) dari gambar 4 dan dari gambar 12 *Angle of Arrival* (AOA) yaitu nilai RSRP (*Reference Signal Received Power*) dengan hasil nilai RSRP = -120 dBm nilai terbaik diwarnakan kuning, -130 dBm nilai menengah, dan -140 dBm nilai terburuk pada warna merah.



Gambar 5. Hasil dari Directional PDP UMi NLOS.

Gambar 4 dan 5 menampilkan fungsi output dari Directional Power Delay Profile (PDP) UMi NLOS 26 GHz dan spectrum daya Absolute Propagation Time 3-D. Hasil simulasi PDP Directional Path Loss Propagation pada Gambar 5 menggunakan daya pancar 30 dBm dan bandwidth 200 MHz menghasilkan nilai sebesar 150,7 dB. Directional PDP mengasumsikan transmiternya menggunakan antenna dengan pola radiasi directional yang terpancar hanya pada satu arah. Jarak antara transceiver dan receiver adalah 200 meter, menghasilkan delay propagasi sebesar 7,8 ns. Parameter Directional PDP mencakup skala Absolute Propagation Time (ns) dari 0 hingga 3500 ns dan Received Power dari -1 dBm hingga -160 dBm. Nilai Received Power terbaik adalah -71,5 dBm. Pola penguatan antenna Tx dan Rx dihitung oleh NYUSIM berdasarkan azimuth dan elevasi Half Power Beamwidths (HPBW) dari antenna Tx dan Rx, yang ditentukan oleh parameter input. Directional path loss dihitung dengan menambahkan daya pancar, penguat antenna TX dan Rx, dan mengurangi directional daya terima (Received Power) (Shu Sun, dkk, 2017). Gambar 5 dibuat dengan mengatur antenna azimuth dan elevasi HPBW ke 10° masing-masing pada Tx dan Rx, sesuai dengan pengukuran 26 GHz.



Gambar 6. Small scale pada UMi NLOS.

Pada gambar 6 merupakan keluaran rangkaian PDP *Omnidirectional* melalui elemen

antena RX yang berbeda dan menunjukkan bentuk skala kecil dari PDP UMi NLOS 26 GHz dengan jarak Tx-Rx 200 meter. *Output* ini berisi tiga kolom yaitu: pemisah antenna RX dalam hal jumlah panjang gelombang (*Increment (# of wavelengths)*), penunda waktu propagasi dalam nanodetik (*Propagation Time Delay (ns)*), dan daya yang diterima dalam dBm (*Received Power (dBm)*).

4 Kesimpulan

Ada beberapa kesimpulan yang diperoleh dari pembahasan yang sudah dipaparkan, diantaranya Simulasi pemodelan kanal 26 GHz kondisi NLOS dengan parameter lingkungan pada daerah Tangerang menggunakan NYUSIM channel simulator menghasilkan Lima *output* yaitu: spektrum daya AOA tiga dimensi 3-D, spektrum daya AOD 3-D, *Omnidirectional PDP*, *PDP directional* dengan daya terkuat, dan *Small scale PDP* yang sesuai dengan pengukuran dan pemodelan kanal 5G. Pada fungsi keluaran *directional path loss* dan *directional PLE* akan selalu besar dari pada *omnidirectional path loss* dan *omnidirectional PLE* karena antenna *directional* menghilangkan efek penguatan (*Gain*) antenna dari daya yang diterima. Yaitu pada *directional path loss* sebesar 150,7 dB sedangkan *omnidirectional path loss* sebesar 146,6 dB, dan *directional PLE* sebesar 3,9 dB sedangkan *omnidirectional PLE* sebesar 3,7 dB. Dan untuk nilai *delay propagasi*, *directional* lebih baik karena kecilnya nilai *delay propagasi* yaitu sebesar 7,8 ns. Untuk hasil *directional RMS delay spread* lebih kecil yaitu sebesar 7,8 ns daripada *omnidirectional RMS delay spread* yang lebih besar yaitu sebesar 33.3 ns. Maka untuk performansi *delay propagasi*, pada *directional PDP* lebih baik karena kecilnya nilai *RMS delay spread*.

Referensi

- [1] Larasati, Solichah, Serli Ridho Yuliani, dan Achmad Rizal Danisya. (2020). *Outage Performances of 5G Channel Model Influenced by Barometric Pressure Effects in Yogyakarta*. Banyumas: Institut Teknologi Telkom Purwokerto.
- [2] Ni'amah, Khoirun, Shelly Nurjanah, dan Achmad Rizal Danisya. (2020). *Model Kanal 5G Frekuensi 28 GHz dengan Pengaruh Suhu di Kota Yogyakarta*. Banyumas: Institut Teknologi Telkom Purwokerto.
- [3] Nurjanah, Shelly. (2019). Analisis Performansi mmWave Frekuensi 28 GHz 16 QAM OFDM Dengan Pengaruh Suhu di Kota Yogyakarta. Banyumas: Institut Teknologi Telkom Purwokerto.
- [4] Hidayat, Rahmad. (2017). *Analisis Potensi Kunci Teknologi 5G Untuk Implementasi Optimal: Studi Kasus di Jawa Barat*. Bandung: Sekolah Tinggi Teknologi Mandala.
- [5] Kurniawan Usman, Uke, dan M. Abid Irwan. (2019). *Key Technology 5G mmWave, Small Cell and Massive MIMO*. Universitas Telkom.
- [6] Nugraha, Toha Ardi dan Alfin Hikmaturokhman. (2017). *Simulasi Penggunaan Frekuensi Millimeter Wave Untuk Akses Komunikasi Jaringan 5G Indoor*. Yogyakarta: Universitas Muhammadiyah Yogyakarta.
- [7] Wibisono, Gunawan, Uke Kurniawan Usman, dan Gunadi Dwi Hantoro. (2008). *Konsep Teknologi Seluler*. Bandung: Informatika Bandung.
- [8] Anwar, Khoirul., dkk. (2019). *Studi Sistem Komunikasi Nirkabel Untuk Pensinyalan Kereta Cepat Indonesia*. Bandung: Telkom University.
- [9] Alfaro, M. E., Khoirul Anwar, dan Ardiansyah, N. M. (2018). *5G Channel Model Indonesia Menggunakan Teknik Statistical Spatial Channel Model (Sssm) Indonesia 5G Channel Model Based on Statistical Spatial Channel Model (Sscm)*. Bandung: Universitas Telkom.
- [10] Eko, Wisnu P., Priyono, W. A., dan Dwi Fadilla K. (2014). *Pengaruh Multipath Fading Terhadap Performansi Pada Downlink Jaringan CDMA2000 1X EV-DO Revision A*. Malang: Universitas Brawijaya.
- [11] Pohan, Irfan Alwandi dan Yusnita Rahayu. (2020). *Pemodelan Kanal 38 GHz*

- Untuk Komunikasi 5G Menggunakan NYUSIM*. Pekanbaru: Universitas Riau.
- [12] Alfaresi, Bengawan, Taufik Barlian, dan Muhardanus. (2020). *Analisa Path Loss Radio Jaringan 5G frekuensi High band 26 GHz dengan Model 3GPP ETSI*. Palembang: Universitas Muhammadiyah Palembang.
- [13] Setiyawan, Jossi, Fitri Imansyah dan Dedy Suryadi. (2018). *Pengaruh Penggunaan 4 Model Reflektor Terhadap Penguatan Sinyal Pada Antena Yagi Studi Kasus Pada Wifi 2,4 GHz*. Pontianak: Universitas Tanjungpura.
- [14] Alfaresi, Bengawan, dkk,. (2020). *Humidity Effect To 5G Performances Under Palembang Channel Model At 28 GHz*. Bandung: Telkom University.
- [15] Irtawaty, Andi Sri., dkk. (2018). *Pengaruh Beamwidth, Gain dan Pola Radiasi terhadap Performansi Antena Penerima*. Balikpapan: Politeknik Negeri Balikpapan.
- [16] Kurnia, Windi Perangin-angin. (2010). *Rancangan Bangun Antena 2,4 GHz Untuk Jaringan Wireless LAN*. Depok: Universitas Indonesia.
- [17] Sun Sun, George R, dkk. (2017). *A Novel Millimeter-Wave Channel Simulator and Applications for 5G Wireless Communications*. Brooklyn: New York University.
- [18] Nistanto, Reska. K. 2019. "Kominfo Ungkap Tiga Opsi Frekuensi Untuk 5G di Indonesia", <https://tekno.kompas.com/read/2019/11/28/20170087/kominfo-ungkap-tiga-opsi-frekuensi-untuk-5g-di-indonesia>, (Diakses 3 Desember 2020).
- [19] Tim Peneliti Puslitbang SDPPI. (2018). *Studi Lanjutan 5G Indonesia 2018 Spektrum Outlook dan Use Case Untuk Layanan 5G Indonesia*. Jakarta: Puslitbang Sumber Daya, Perangkat, dan Penyelenggaraan Pos dan Informatika.
- [20] Tim Penyusun. (2017). *NYUSIM User Manual*. New York University.