

# PEMODELAN KANAL 38 GHZ UNTUK KOMUNIKASI 5G MENGGUNAKAN NYUSIM

Irfan Alwandi Pohan<sup>[1]</sup>, Yusnita Rahayu<sup>[2]</sup>

<sup>[1]</sup>Mahasiswa Program Studi Teknik Elektro S1, <sup>[2]</sup>Dosen Teknik Elektro  
Kampus Bina Widya Km 12,5 Simpang Baru, Panam, Pekanbaru 28293  
Jurusan Teknik Elektro, Universitas Riau  
Email: irfan.alwandi@student.unri.ac.id

## ABSTRACT

*The development of fifth-generation network telecommunications technology (5G) in Indonesia can make commercial, medical, academic, and governmental services more efficient and faster in the field of communication so that 5G technology is needed for the future. The 5G telecommunications technology can be optimally applied in Indonesia in 2020 if the parameters are designed following Indonesia's 5G channel. Channel Modeling 38 GHz for 5G communication using NYUSIM (New York University Simulator) using Matlab-based SSCM (Software Statistical Channel Modeling) data. This research was conducted in Pekanbaru City sub-District for the urban microcell (UMi) scenario, the resulting value was in the form of Pathloss value (125.5 dB), Power Receive (-95.5 dBm), AOA (Angle of Arrival) angle of arrival (from receiver to transmitter) displays the angle received is  $\pm 180$  degree, while the AOD (Angle of Departure) departure angle (from the transmitter to the receiver) shows the angle of departure is  $\pm 270$  degree, and the Omnidirectional Power Delay Profile (PDP) value is 750 ns with standard deviation is 12.3 ns. The results displayed are a reference source and make future predictions for researchers for installer, planners and commercial communication with 5G.*

*Keywords : NYUSIM, Power Delay Profile, Pathloss*

## 1. PENDAHULUAN

5G merupakan teknologi terbaru yang akan datang yang merupakan generasi kelima dari wireless mobile network. Teknologi ini menawarkan internet dengan kecepatan yang tinggi. 5G adalah transformasi baru dalam sistem komunikasi yang berfungsi untuk mengembangkan teknologi di berbagai bidang mulai dari teknologi medis, industri, komersial dan akademis pada tahun 2020. Jaringan 5G 100x lebih cepat dari 4G dihitung dari aggregate data rate, kecepatan 5G mulai dari 100 Mbps yang mendukung streaming berdefinisi tinggi hingga 1 Gbps, dari latency kecepatan 4G saat ini adalah 15 ms sedangkan latency untuk 5G adalah 1 ms, untuk masalah konsumsi tenaga 5G akan lebih hemat tenaga daripada 4G (Jeffrey, 2014).

yang terjadi pada perkembangan jaringan seluler 5G yang akan datang mempunyai banyak aspek seperti latency dan beamforming, backward compatibility dengan older generations, multiplexing, efisiensi tenaga dan green network,

aplikasi 5G, standarisasi, masalah kesehatan terkait dengan dampak negatif dari tinggi gelombang frekuensi pada manusia, masalah konektivitas dan QoS (Marwan et al. 2017). Sebelum memasang sistem komunikasi dibutuhkan pemodelan untuk mengoptimalkan performance link, perform system architecture tradeoffs, dan memberikan penilaian realistis terhadap kinerja sistem secara keseluruhan. Desain dan implementasi pemodelan kanal sangat penting, simulator kanal memainkan peran kunci untuk analisis kinerja sistem komunikasi. Banyak faktor yang dipertimbangkan dalam membangun pemodelan kanal, seperti frequency carrier, bandwidth, lokasi pemancar dan penerima, serta kondisi cuaca. Frekuensi 38 GHz dapat digunakan untuk komunikasi 5G saat menggunakan antenna directional yang dapat dikendalikan di base station dan perangkat selular. Bahwa cakupan yang konsisten dapat dicapai dengan memiliki base station dengan sel-radius 200 meter.(Theodore, 2013).

Secara umum, respons impuls kanal dari sistem komunikasi nirkabel bervariasi secara acak dari waktu ke waktu. Untuk prediksi kinerja dan rancangan sistem di dunia nyata pemodelan kanal harus akurat dan intuitif, dan harus didasarkan pada pengukuran berulang tentang bagaimana saluran berperilaku dalam kenyataan. Model kanal yang akurat juga diperlukan untuk menentukan arsitektur pemrosesan sinyal dan persyaratan pada pemancar dan penerima (Theodore et al, 2017). Pemodelan kanal 38 GHz untuk komunikasi 5G dapat dilakukan dengan software NYUSIM, dengan perbandingan scenarionya macrocell pedesaan (RMa), macrocell perkotaan (UMa), microcell perkotaan (UMi) dengan keadaannya line of sight (LOS) dan non-line of sight (NLOS) dalam kondisi suhu, kelembapan, curah hujan, dan tekanan udara di suatu daerah. Kota Pekanbaru adalah kota metropolitan yang pemerintahnya mendukung pengembangan smart city. NYUSIM adalah simulator kanal sistem GUI berbasis MATLAB open-source dikembangkan oleh NYU Wireless yang diteliti selama 5 tahun dengan data yang akurat dalam tampilan 3D ruang dimensi elevasi, 3D statistik spasial pemodelan kanal dengan komponen pemodelan prediksi nilai LOS, pemodelan pathloss dalam skala besar, parameter dalam skala besar, parameter dalam skala kecil dan juga terdapat seperti penundaan waktu kluster, penundaan pada subpath, waktu daya kluster, daya subpath, spatial lobe (SL), shadow fading, penundaan nilai RMS omnidirectional dan sudah di download lebih dari 7000 kali (Shu Sun et al, 2017). Pada penggunaan NYUSIM terdapat kolom untuk mengisi antara suhu, kelembapan, curah hujan, dan tekanan udara, namun dalam kolom curah hujan nilai maksimal yang dapat digunakan adalah 0-150 mm/hr. Pada skripsi ini akan ada nilai suhu, kelembapan, curah hujan dan tekanan udaranya untuk pengaruh pada sistem komunikasi 5G yang disesuaikan di kota Pekanbaru, provinsi Riau, Indonesia, dengan iklim tropis. Tentu nilai curah hujannya akan lebih tinggi dibandingkan negara non-tropis, penelitian sebelumnya di kota New York, USA. Jadi curah hujannya lebih rendah dibandingkan di Indonesia karena faktor iklim. Namun penelitian yang dilakukan oleh Badan Meteorologi, Klimatologi, dan Geofisika kota Pekanbaru menghasilkan nilai rata-rata curah hujan pada bulan juli tahun 2017 adalah 119 mm/hr nilai

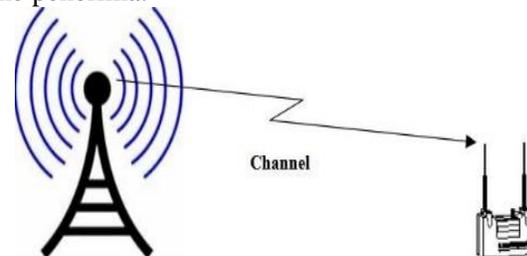
ini dapat dimasukkan kedalam NYUSIM, sebab nilai rata-rata curah hujan di kota Pekanbaru pada tahun 2017 adalah 312,35 mm/hr. Pengaruh ketinggian BTS pada pemodelan kanal dalam komunikasi 5G, pengaruh polarisasi seperti cross polarization dan co polarization pada pemodelan kanal dalam komunikasi 5G dan pengaruh perbedaan lingkungan juga akan mempengaruhi hasil dari nilai dalam analisa menggunakan NYUSIM (Prasada, 2018).

Banyak faktor yang dipertimbangkan dalam membangun pemodelan kanal, seperti frequency carrier, bandwidth, lokasi pemancar dan penerima, serta kondisi rata-rata cuaca. Pemodelan kanal juga sangat dibutuhkan untuk menghasilkan jaringan yang lebih efisien dalam membangun base station untuk hasil yang maksimal.

## 2. LANDASAN TEORI

### 2.1. Pemodelan Kanal

Kanal dalam komunikasi adalah media yang digunakan untuk mengirimkan informasi dari satu titik ke titik lainnya. Jadi pemodelan kanal yaitu menghitung semua proses physical dari pemancar ke penerima.



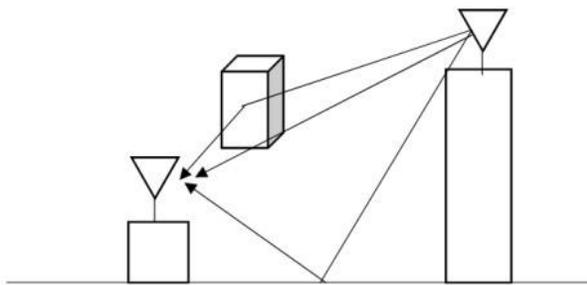
**Gambar 2.1** Bentuk Kanal (Jain, 2007)

Karakteristik sinyal nirkabel berubah ketika ia berpindah dari antenna pemancar ke antenna penerima. Karakteristik ini tergantung pada jarak antara dua antenna, jalur yang diambil oleh sinyal, dan lingkungan (bangunan dan objek lainnya) di sekitar jalur. Profil sinyal yang diterima dapat diperoleh dari sinyal yang dikirim jika kita memiliki model medium di antara keduanya, model media ini disebut pemodelan kanal. Secara umum, profil daya dari sinyal yang diterima dapat diperoleh dengan mengaitkan profile power dari sinyal yang ditransmisikan dengan channel impulse responses (Jain, 2007).

2.2. Pathloss

Pathloss adalah degradasi dalam daya yang diterima dari sinyal elektromagnetik ketika merambat melalui ruang. Pathloss disebabkan oleh beberapa efek seperti refraksi, difraksi, refleksi, coupling dan cable loss, dan penyerapan. Pathloss tergantung pada beberapa faktor seperti jenis propagasi, lingkungan, jarak antara pemancar dan penerima, ketinggian dan lokasi antenna. Sinyal dari antenna pemancar dapat mengambil beberapa jalur (multipath) untuk mencapai sisi penerima, yang menghasilkan peningkatan atau penurunan tingkat sinyal yang diterima tergantung pada gangguan konstruktif atau destruktif dari gelombang multipath (Kelvin et al, 2015).

$$PL^{CI}(f, d)[dB] = FSPL(f, 1m)[dB] + 10 \log_{10}(d) + AT[dB] + X_{\sigma}^{CI} \dots\dots\dots(2.1)$$



Gambar 2.5 Multipath (Jain, 2007)

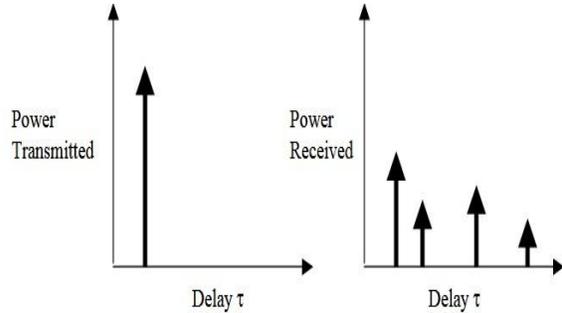
Objek yang berada di sekitar jalur sinyal nirkabel mencerminkan sinyal. Beberapa gelombang yang dipantulkan ini juga diterima di penerima. Karena masing masing sinyal yang dipantulkan ini mengambil jalur yang berbeda, ia memiliki amplitudo dan fasa yang berbeda. Karena jalur yang berbeda memiliki panjang yang berbeda, impuls tunggal yang dikirim dari pemancar akan menghasilkan banyak salinan yang diterima pada waktu yang berbeda.

Rumus Pathloss:

$$PL_{UMi-LOS} = \begin{cases} PL_1 & 10m \leq d_{2D} \leq d'_{BP} \\ PL_2 & d'_{BP} \leq d_{2D} \leq 5 km \end{cases} \dots\dots(2.2)$$

$$PL_1 = 32.4 + 21 \log_{10}(d_{3D}) + 20 \log_{10}(f_c) \dots\dots\dots(2.3)$$

$$PL_2 = 32.4 + 40 \log_{10}(d_{3D}) + 20 \log_{10}(f_c) - 9.5 \log_{10}((d'_{BP})^2 + (h_{BS} - h_{UT})^2) \dots\dots\dots(2.4)$$



Gambar 2.6 Multipath Power Delay Profile (Jain, 2007)

Maksimum delay setelah sinyal yang diterima dapat diabaikan disebut delay maksimum  $\tau_{max}$ , besar  $\tau_{max}$  menunjukkan kanal yang dispersi (cahaya yang terdiri dari harmonisasi berbagai cahaya lain dengan berbeda-beda panjang gelombang). sering kali nilai root-mean-square (rms) dari  $\tau_{rms}$  delay-spread digunakan sebagai ganti maksimum.

2.3. NYUSIM

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. Demikian pula, SL dapat mengandung banyak komponen multipath tiba (atau berangkat) dalam ruang (angular cluster) tetapi dengan penundaan waktu yang berbeda. Ini fitur pembeda diperoleh dari pengukuran propagasi real world, yang telah menunjukkan bahwa multipath komponen yang termasuk dalm TC yang

sama dapat sampai pada sudut penunjuk spasial yang berbeda dan bahwa energi tiba atau berangkat dalam arah menunjuk tertentu dapat menjangkau ratusan atau ribuan nanodetik dalam penundaan propagasi, terdeteksi karena antena directional rotatable gain tinggi. Skema pengelompokan TCSL berbasis fisik. Misalnya, ia menggunakan interval void intercluster tetap untuk mewakili waktu propagasi minimum antara penghalang yang menyebabkan refleksi, hamburan, atau difraksi, dan berasal dari pengamatan lapangan berdasarkan pada sekitar 1 Tb dari data terukur selama bertahun-tahun, dan dapat digunakan untuk mengekstrak statistik TC dan SL untuk pengukuran atau ray-tracing data sets.

Dimana  $\alpha$  adalah faktor atenuasi dalam dB/m untuk rentang frekuensi 1 GHz hingga 100 GHz, yang mencakup efek redaman kolektif dari udara kering (termasuk oksigen), uap air, hujan, dan kabut.  $d$  adalah jarak Pemisahan T-R yang berada didalam (Prasada, 2018).

Kelebihan dari NYUSIM :

1. Mempunyai 3 skenario yang dilakukan percobaan mulai dari tahun 2012 sampai dengan 2017 dari frekuensi 2 sampai dengan 73 GHz yaitu Urban Microcell (UMi), Urban Macrocell (UMa) dan Rural Macrocell (RMa).
2. Mempunyai tampilan 3D yang lebih akurat dibandingkan dengan aplikasi yang lain dan lebih real.
3. Frekuensi masukan mulai dari 500 MHz sampai dengan 100 GHz, dengan bandwidth mencapai 800 MHz.
4. Sudah di download 7000 lebih oleh peneliti-peneliti lain yang ada dunia.
5. Aplikasi ini mendukung dan bersifat opensource yang mengupgrade perkembangan dari NYUSIM.

### 3. METODE PENELITIAN

#### 3.1. Umum

Dalam Penelitian ini akan dilakukan pemodelan kanal 38 GHz untuk komunikasi 5G menggunakan NYUSIM dengan 3 skenario yaitu Urban Microcell (UMi), Pengujian Urban Microcell (UMi) berlokasi di sekitaran Gedung Dang Merdu Jl. Jend Sudirman, kecamatan Pekanbaru Kota, Kota Pekanbaru.

UMi atau Urban Microcell adalah suatu skenario yang menggambarkan daerah padat penduduk (*Urban*) dengan tinggi BTS 10 m dengan jarak antara Pemancar dan Penerima adalah 200 m. Ada 7 kecamatan di kota Pekanbaru yang termasuk dalam daerah *Urban* yaitu : Pekanbaru Kota, Suka Jadi, Lima Puluh, Marpoyan Damai, Bukit Raya, Senapelan, dan Sail.

Tabel 3.1 Tabel Letak Daerah Dinas Kependudukan dan Catatan Sipil tahun 2017

No.	Kecamatan	Letak Daerah	Luas Wilayah (Km <sup>2</sup> )	Presentase Luas (%)
1	Pekanbaru Kota	Urban	2,26	0,36
2	Sail	Urban	3,26	0,52
3	Sukajadi	Urban	3,76	0,59
4	Lima Puluh	Urban	4,04	0,64
5	Senapelan	Urban	6,65	1,05
6	Bukit Raya	Urban	22,05	3,49
7	Marpoyan Damai	Urban	29,74	4,70

Tabel 3.2 Nilai Pathloss Exponent (PLE) pada setiap lingkungan (Lina, 2011)

Lingkungan	Pathloss Exponent
<i>Free Space</i>	2
<i>Urban</i>	2,7 sampai 3,5
<i>Shadow Urban</i>	3 sampai 5
<i>In Building Line of Sight</i>	1,6 sampai 1,8
<i>Obstructed in Building</i>	4 sampai 6
<i>Obstructed in Factories</i>	2 sampai 3

#### 3.2. Peninjauan Lokasi

Peninjauan lokasi dilakukan pada kota Pekanbaru, Provinsi Riau, Indonesia, dimana sumber tabel diatas didapat dari Badan Meteorologi Klimatologi dan Geofisika (BMKG) Kota Pekanbaru.

Tabel 3.3 Parameter Cuaca di Kota Pekanbaru untuk komunikasi 5G (BMKG, 2017).

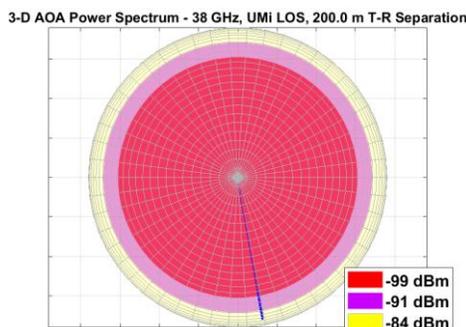
Parameter	Nilai
Tekanan Udara	1009,7 mbar
Kelembapan	80%
Suhu Rata-Rata	27°C

Data ini sangat penting pada pemodelan kanal untuk memastikan keadaan sekitar yang dirancang agar pembangunan pemancar menjadi lebih efisien dan tepat sasaran. Pada penelitian ini lokasi yang ditinjau adalah kecamatan Pekanbaru Kota.

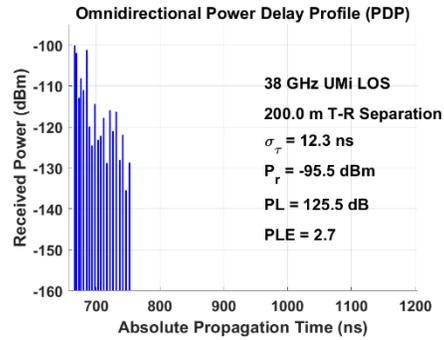
#### 4. HASIL PENELITIAN

- 4.1. Pemodelan Kanal Menggunakan Software New York University Simulator (NYUSIM) dengan keadaan LOS (Line of Sight)
  - 4.1.1. Hasil Simulasi Rancangan Pemodelan Kanal Skenario UMi LOS

Hasil Simulasi bentuk sudut kedatangan dari skenario UMi dapat dilihat seperti pada gambar 4.1. Pada gambar 4.1 dan 4.2 menunjukkan fungsi output dari *Omnidirectional* PDP UMi LOS 38-GHz dan spektrum daya AOA 3-D. Diperoleh dari simulator statistik berbasis MATLAB yang mengimplementasikan model saluran PDP yang dihasilkan pada gambar 4.2 dengan daya pancar 30 dBm digunakan dengan bandwidth 800-MHz dengan hasil simulasi PDP *Omnidirectional Pathloss* 125,5 dB.

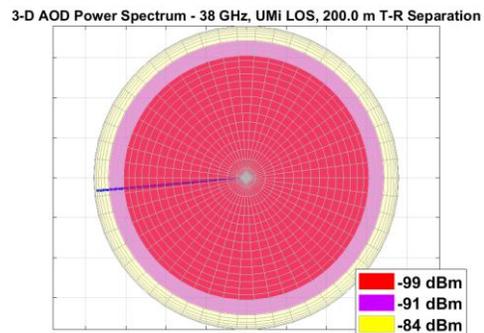


Gambar 4.1 Hasil dari AOA UMi LOS



Gambar 4.2 Hasil dari Omnidirectional PDP UMi LOS

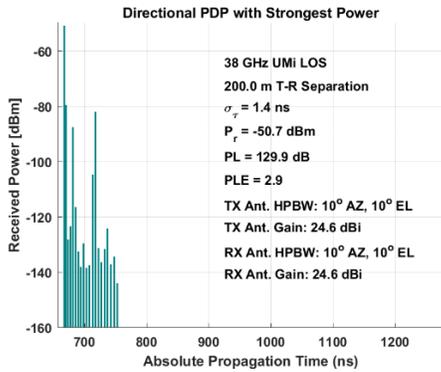
Hasil dari parameter Omnidirectional PDP dengan skala *Absolute Propagation Time* (ns) 0 sampai 1200 ns dan *Received Power* -1 dBm sampai sampai dengan -160 dBm dengan nilai *Received Power* terbaik -95,5 dBm dan nilai *Received Power* terburuk adalah -135 dBm.



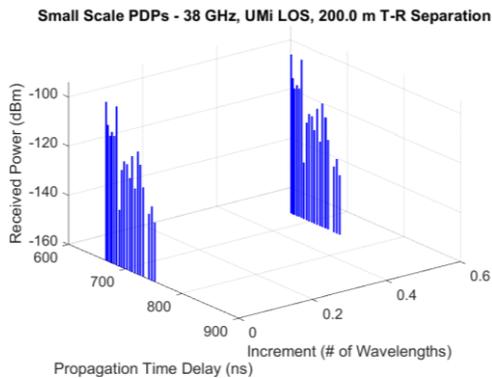
Gambar 4.3 Hasil dari AOD UMi LOS

*Angle of Departure* dari gambar 4.3 dan *Angle of Arrival* yaitu nilai dari RSRP (*Reference Signal Received Power*) dengan hasil nilai RSRP = -84 dBm nilai terbaik diwarnai kuning, -91 dBm nilai menengah, dan -99 dBm nilai terburuk.

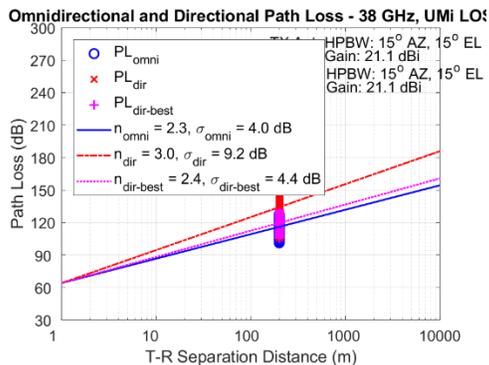
Pada gambar 4.3 dan 4.4 menunjukkan fungsi output dari *Directional* PDP UMi LOS 38-GHz dan spektrum daya AOD 3-D. Diperoleh dari simulator statistik berbasis MATLAB yang mengimplementasikan model saluran PDP yang dihasilkan pada gambar 4.4 dengan daya pancar 30 dBm digunakan dengan bandwidth 800-MHz dengan hasil simulasi PDP *Directional Pathloss* 129,9 dB.



Gambar 4.4 Hasil dari Directional PDP UMi LOS



Gambar 4.5 Small Scale pada UMi LOS



Gambar 4.6 Pathloss pada UMi LOS

Pada gambar 4.5 dan 4.6 menunjukkan bentuk skala kecil dari PDP UMi LOS 38-GHz dengan jarak Tx-Rx 200 meter. Diperoleh dari simulator statistik berbasis MATLAB yang mengimplementasikan model saluran PDP yang dihasilkan pada gambar 4.6 dengan daya pancar 30 dBm dan bandwidth 800-MHz dengan hasil simulasi PDP *Directional Pathloss* terbaik 8,5 dB, *gain antenna* 21,1 dBi.

## KESIMPULAN

Ada beberapa kesimpulan yang diperoleh dari hasil perancangan dan proses simulasi pemodelan kanal 38 GHz menggunakan NYUSIM untuk komunikasi 5G, diantaranya sebagai berikut:

1. Dengan melakukan karakterisasi dari setiap skenario (UMi, pada daerah urban), didapatkan hasil dengan nilai PL = 125.5 dB dan  $P_r = 95,5$  dBm dengan PLE sebesar 2.7 dB dengan frekuensi 38 GHz pola radiasi yaitu omnidirectional.
2. Ketika dilakukan simulasi performansi pada pemodelan kanal 38 GHz pada jarak antar TX-RX sepanjang 200 m nilai root mean square (RMS delay) adalah 12,3 ns.

## DAFTAR PUSTAKA

Badan Pusat Statistik Kota Pekanbaru Tahun 2017, Hasil Sensus Penduduk 2017 Kecamatan Pekanbaru Kota.

ETSI 3GPP TR 38.900 version 14.2.0 Release 14 Technical Report, 2017, "Study On Channel Model for Frekuensi Spectrum Above 6 GHz.

H. J. Liebe et al, 1993. "Propagation modeling of moist air and suspended water/ice particles at frequencies below 1000 GHz".

Jeffrey G. Andrews, Stefano, Buzzi, Wan Choi, Stepen Hanly, Angel Lozano, Anthony C.K. Soong, Jianzhong Charlie Zhang, 2014, "What Will 5G be?".

Lina Mubarakah, Okkie Puspito rini, Nur Adi Siswandari, 2011. "Pengukuran dan perhitungan pathloss untuk cluster residences, central business distric (CBD) dan perkantoran didaerah *urban*.

M.M Prasada Reddy, 2018, Effect of Base Station Height on Channel Modeling in 5G Communications.

Raj Jain, 2007. "Channel models A Tutorial".

NYUSIM, NYU, 5G Millimeter Wave (mmWave) simulator. 2016 [online] Available from : <http://wireless.engineering.nyu.edu/5gmillimeter-wave-channel-modeling-software/>.

Shu Sun, George R. MacCartney Jr, and Theodore S. Rappaport, 2017. “A Novel Millimeter-Wave Channel Simulator (NYUSIM) and Applications for 5G Wireless Communications”.

Theodore S. Rappaport, Shu Sun, Rimma Mayzus, Hang Zhao, Yaniv Azar, Kevin Wang, George N. Wong, Jocelyn K. Schulz, Mathew Samimi, and Felix Gutierrez, 2013, “Millimeter Wave Mobile Communications for 5G”.

Y. S. Meng, Y.H. Lee, 2010. “Investigations of Foliage Effect on Modern Wireless Communications Systems”.