

BAB II

DASAR TEORI

2.1 KAJIAN PUSTAKA

Penelitian Ferdinan Karo Karo “5G New radio (NR) Network Planning at Frequency of 2.6 GHz in Golden Triangle of Jakarta” tahun 2021 tentang perancangan jaringan 5G NR pada frekuensi 2,6 GHz. Penelitian ini direncanakan hanya pada sisi *coverage* dengan studi kasus dengan luas wilayah perancangan 7.2 km² pada Kawasan segitiga emas Jakarta dengan. O2O LOS dan O2I NLOS merupakan dua skenario yang digunakan sebagai metode perancangan 5G NR pada kondisi *Downlink*. *Urban Macro – Street canyon* (UMa) merupakan model propagasi yang digunakan dalam perencanaan ini sesuai standar dari 3GPP TR 38.901. Nilai rata-rata SS-RSRP tertinggi dari simulasi pada skenario 2 (*Downlink*-O2O-NLOS) adalah sebesar -65,873dBm dan nilai rata-rata SS-RSRP terendah dari simulasi pada skenario 1 (*Downlink*- O2OLOS) adalah sebesar -95,94dBm. Berdasarkan pengamatan parameter (SS-SINR), nilai rata-rata SS-SINR tertinggi yaitu 4,71dB dihasilkan oleh skenario 1 (*Downlink*-O2O-LOS) [6].

Ghina Fahira tahun 2020 meneliti tentang perancangan jaringan berdasarkan *coverage* frekuensi mmWave 28 GHz pada kawasan industri Pulogadung. Perencanaan pada penelitian ini hanya dari sisi *coverage*. Terdapat 8 buah skenario yang digunakan pada kondisi *uplink* dan *downlink* menggunakan model propagasi *Urban Micro* (UMi). Skenario perancangan penelitian ini ialah O2O dan O2I; serta LOS dan NLOS. Hasil penelitian ini ialah dibutuhkan lebih banyak *site* pada skenario *downlink* daripada *uplink*; dibutuhkan lebih banyak *site* pada skenario O2I daripada skenario O2O; dan dibutuhkan lebih banyak *site* pada skenario NLOS daripada skenario LOS. Simulasi *downlink* menghasilkan nilai minimum parameter SS-RSRP yaitu -110,96 dBm; nilai maksimum -68,66 dBm; dan nilai rata-rata -98,82 dBm. Hasil simulasi pada *uplink* menunjukkan parameter SS-RSRP memiliki nilai minimum -110,96 dBm; nilai maksimum -68,66 dBm; dan nilai rata-rata -99,54 dBm [7].

Penelitian Desi Rianti tahun 2020, mengenai ekonomi dan teknologi pada jaringan 5G dalam merancang radio warna diwilayah industri Pulogadung. Hasil perancangan untuk skenario *uplink* LOS memiliki rata-rata *power* SS-RSPP tertinggi sebesar -89,78 dBm dan rata-rata *power* SS-SINR tertinggi dengan nilai 6,07 dB, di mana nilai keduanya ditunjukkan dari hasil *key performance indicator*. Hasil simulasi untuk skenario *downlink* NLOS memiliki rata-rata *power* SS-RSPP terkecil sebesar -68,23 dBm dan rata-rata *power* SS-SINR terendah dengan nilai -1,90 dB, di mana nilai keduanya ditunjukkan dari hasil *key performance indicator*. Berdasarkan simulasi menggunakan *Automatic Site Planning* (ASP) diperlukan skenario *downlink* (LOS) 21, *uplink* (LOS) 19 *site*, skenario *downlink* (NLOS) 599 *site*, skenario *uplink* (NLOS) 547 *site*, pada awal perencanaan 2021 dan tidak terjadi peningkatan jumlah *site* diakhir tahun perencanaan pada tahun 2030 [8].

Penelitian Stevani Br Barutu tahun 2020 dengan judul “Perencanaan 5G New Radio (NR) mmWave 26 GHz di Kawasan Industri Karawang”. Perencanaan pada penelitian ini hanya dari sisi *coverage*. Metode perencanaan jaringan 5G NR menggunakan model propagasi UMi sesuai standar 3GPP TR 38.901. Digunakan dua skenario pada perancangan ini yaitu pada kondisi O2O LOS dan O2O NLOS. Hasil simulasi menunjukkan nilai rata-rata parameter SS RSRP adalah -86,67 dBm pada kondisi O2O skenario *downlink* LOS; Parameter SS-SINR memiliki nilai rata-rata 1,70 dB; nilai rata-rata kecepatan data parameter adalah 202,95 Mbps. Adapun *downlink* O2O NLOS skenario, parameter SS-RSRP yang diamati memiliki rata-rata nilai -70,88 dBm; parameter SS-SINR memiliki rata-rata nilai -4,52 dB; parameter data rate memiliki nilai rata-rata 51,05Mbps [9].

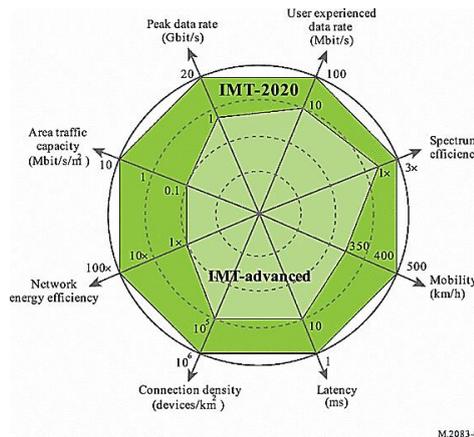
2.2 OVERVIEW JARINGAN 5G NEW RADIO (NR)

Fifth Generation yang biasa disebut dengan Teknologi 5G, merupakan teknologi lanjutan dari 4G. Teknologi 5G dianggap sebagai teknologi yang efektif untuk mendukung berlangsungnya era IoT dan juga *industry* 4.0. Namun dengan berbagai keunggulan yang dimiliki dan

juga peluang yang ditawarkan oleh teknologi 5G ini, masih terdapat tantangan dalam pelaksanaannya.

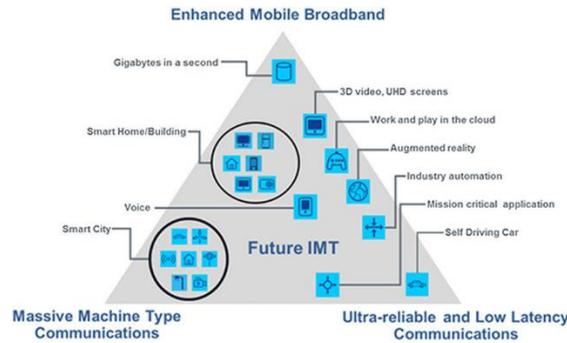
Standar jaringan nirkabel 5G telah berkembang menjadi teknologi tercanggih saat ini. Beberapa yang telah mengadopsi teknologi 5G diantaranya *Smart Cities*, *Internet of Things (IoT)*, dll [10]. Dalam artian lain, *Internet of Things (IoT)* dan komunikasi *Machine to Machine (M2M)* dengan skala besar akan memanfaatkan sistem nirkabel 5G, sehingga akan ditentukan berbagai persyaratan pada jaringan perihal biaya pernagkat, kehandalan, konsumsi energi, latensi, dan sebagainya.

Perkembangan jaringan 5G didasari oleh teknologi *New Radio (NR)* yang dikembangkan oleh 3GPP sebagai pedoman bagi *air interface* pada teknologi 5G. Selain itu, NR juga merupakan *Radio Access Technology (RAT)* yang dikembangkan sedemikian rupa mendasari teknologi berbasis radio menjadi lebih baik dari generasi sebelumnya[11].



Gambar 2.1 Persyaratan 5G IMT untuk 2020 [12]

Sistem jaringan 5G dibangun secara kuantitatif dengan parameter kinerja yang ditentukan oleh ITU-R pada teknologi 5G melalui IMT-2020. Pembangunan sistem jaringan 5G sesuai kebutuhan dan layanan masa depan yang ditunjukkan pada Gambar 2.1.



Gambar 2.2 Skenario Penggunaan IMT untuk 2020 dan seterusnya [13]

Parameter sistem komunikasi 5G ditentukan dengan mempertimbangkan pembagian sistem yang telah disarankan menjadi tiga tujuan utama: Tujuan utama 5G ditunjukkan Gambar 2.2, termasuk *broadband* seluler *Enhanced Mobile Broadband* (eMBB) sebagai perpanjangan langsung layanan 4G. Layanan eMBB memberikan kecepatan internet sangat tinggi, yaitu *downlink* mencapai 20 Gbit/s dan *uplink* mencapai 10 Gbit/detik. Kecepatan ini diperlukan untuk akses web, konferensi video, dan layanan game. Skenario penggunaan ini mencakup kasus yang beragam, termasuk cakupan area yang luas dan *hotspot* dengan persyaratan berbeda untuk peningkatan kinerja. Pengiriman data hingga 20 Gbit/s pada eMBB memerlukan frekuensi yang sangat. Maka diperlukan suatu perangkat mikroseluler 5G gNB dengan frekuensi mmWave (misalnya, 26 GHz) [14].

2.3 SPEKTRUM SELULER DI INDONESIA

Idealnya, kandidat frekuensi 5G harus lengkap, ada beberapa 3 jenis *layer* frekuensi yaitu : *lower band*, *middle band*, dan *high band* . Indonesia memiliki frekuensi 26 GHz untuk *upper band*, yang saat ini masih kosong dan dijadikan salah satu opsi dalam implementasi 5G, frekuensi 2,6 Ghz dan 3,5 Ghz berada pada *middle band*. Keduanya digunakan untuk koneksi satelit, seperti BRI dan Indovision, sedangkan *lower band*, terdapat opsi 700 MHz dan 800 MHz. Frekuensi 700 MHz digunakan untuk siaran TV analog, yang sedang direncanakan akan dimigrasi menjadi digital [15].

Dalam pengaplikasian frekuensi 5G, Kominfo menunggu UU Penyiaran yang telah dilegalkan. Layanan operator selular 4G telah

menggunakan frekuensi 800 MHz yang telah dilaksanakan *refarming* pada April 2019. Didalam komunikasi seluler, pita frekuensi yang lebih rendah mendukung daerah dengan kualitas penyebaran yang lebih baik. Hampir semua negara, termasuk indonesia, memakai spektrum pita rendah dan menengah (dibawah 6 GHz) untuk sistem teknologi 2G, 3G, dan 4G. Selain mencapai *throughput* data tingkat tinggi, penting juga untuk memastikan cakupan luas dan luar ruang. Dengan itu maka pita spektrum di bawah 6 GHz mewakili bagian yang penting dari spektrum 5G [15].

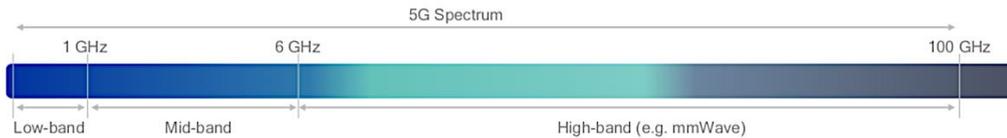
2.4 FREKUENSI JARINGAN 5G DI DUNIA

Pada 2020 dilaksanakan Acara teknologi *International Mobile Telecommunication* yang menjadikan teknologi 5G berkembang cepat. Beberapa negara membentuk konsorsium seperti METIS, 5GNOW, dan sebagainya yang merupakan gabungan beberapa *provider* telekomunikasi bersama akademisi serta regulator untuk mengkaji penerapan teknologi 5G dan mengembangkan penemuan teknologi sesuai persyaratan teknologi generasi ke-5. Pelengkapan standar teknologi 5G menjadi pembahasan penting dalam pertemuan nasional dan internasional [15].



Gambar 2.3 Roadmap Pengembangan 5G [15]

Untuk menciptakan ekosistem 5G yang memenuhi kebutuhan perlu ditentukan spektrum frekuensi sehingga membawa manfaat untuk kegiatan bisnis dan masyarakat serta bersaing secara global.



Gambar 2.4 5G *Spectrum Bands* [16]

Pita Sub-1 GHz cocok untuk mendukung layanan IoT dan memperluas jangkauan *broadband* seluler dari daerah perkotaan ke pinggiran kota dan pedesaan karena sifat propagasi sinyal pada frekuensi ini. *Bandwidth* 1-6 GHz memberikan perpaduan yang adil antara kapasitas dan cakupan bagi layanan 5G. Spektrum pada pita di atas 6 GHz menawarkan kapasitas yang besar berkat *bandwidth* yang dapat dialokasikan bagi komunikasi seluler yang memungkinkan peningkatan aplikasi pita lebar seluler [17].

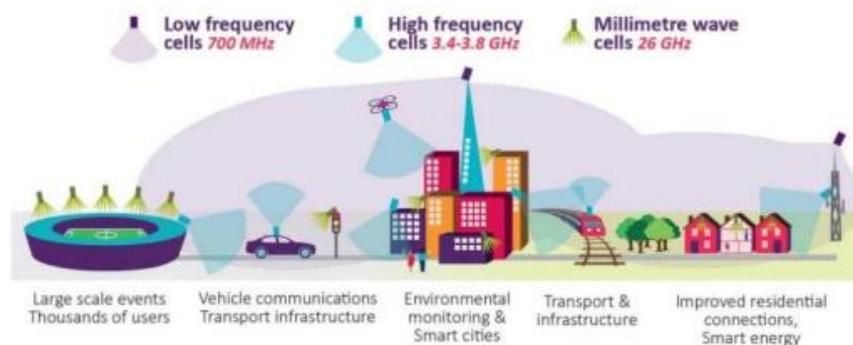
Kelemahan dari penggunaan pada pita spektrum tinggi (*millimetre wave*) adalah setiap sel mencakup lebih rendah dan kerentanannya terhadap pemblokiran. Di dunia 5G, penyediaan cakupan luas oleh operator sangat dimungkinkan pada spektrum pita rendah, namun ada kemungkinan bahwa latensi dan kecepatan jaringan 5G akan berkembang secara bertahap. Kinerja jaringan 5G sebagian besar bergantung pada jarak pengguna. Karakteristik dari spektrum pita rendah adalah sinyal nirkabel mudah menembus jendela dan dinding [17].

Spektrum *mid-band* yang berkisar 1 GHz - 6 GHz dianggap ideal untuk 5G karena data yang dapat dibawa cukup banyak dengan jarak yang besar. Spektrum dengan kisaran 3,3 - 3,8 GHz digambarkan GSMA sebagai *range* yang sangat menarik. GSMA menjelaskan bahwa banyak negara menetapkannya untuk 5G karena spektrum yang ideal. Misalnya, operator di China dan Jepang menggunakan spektrum 4,5 GHz -5 GHz untuk 5G, serta beberapa operator di AS dan Kanada direncanakan akan menggunakan spektrum 2,3 GHz dan 2,5 GHz-2,6 GHz untuk 5G [17] .

Operator nirkabel menyebarkan 5G dalam spektrum gelombang milimeter pada spektrum ketiga yang berada pada pita 24 GHz atau lebih tinggi. Bagi layanan seluler, GSMA merekomendasikan agar operator mendukung spektrum gelombang milimeter dalam pita 26 GHz, 40 GHz, 50

GHz dan 66 GHz, sehingga dikelompokkan sebagai *Extremely High Frequency* (EHF). Namun, tercatat bahwa spektrum pada 26 dan 28 GHz ini memiliki momentum kuat dari operator dan menambahkan bahwa *band-band* ini berdekatan sehingga memudahkan *handset* untuk mendukung [17].

Perjalanan sinyal yang jauh menyebabkan spektrum gelombang milimeter terbatas karena atau dapat diartikan tidak menjangkau jauh seperti *low band*. Sinyal akan berjalan kurang dari satu mil dan spektrum ini rentan terhadap gangguan seperti bangunan, pohon, bahkan kaca. Pengguna bisa mengakses dengan kecepatan antara 1 - 3 Gbps bahkan lebih jika sinyal tidak terbebani. Frekuensi gelombang milimeter yang tinggi dan karakteristik propagasi menyebabkan spektrum ini dapat digunakan bagi berbagai macam aplikasi seperti komunikasi seluler, transmisi data untuk jumlah besar, dan radar [17].



Gambar 2.5 Ilustrasi Penggunaan 5G *Spectrum Band* [18]

Gambar 2.5 menggambarkan ilustrasi penggunaan 5G *spectrum bands*, dimana *Low bands*, memenuhi kebutuhan *coverage* khususnya aplikasi *massive Machine-Type Communication* (MMTC) dapat digunakan kurang dari 1 GHz. *Mid bands*, 1-6 GHz, *bandwidth* yang lebih lebar untuk kebutuhan eMBB dan *mission-critical* dan *High bands*, diatas 24 GHz (mmWave) untuk kebutuhan *bandwidth* yang sangat besar [15].

2.5 PERENCANAAN JARINGAN BERDASARKAN *COVERAGE*

Perencanaan banyak *site* yang akan dibangun pada wilayah tertentu guna menyediakan jaringan seluler dan membangun jaringan yang efektif serta efisien disebut perencanaan jaringan. Banyak faktor yang perlu

diperhatikan dalam perencanaan jaringan yaitu standar yang digunakan sehingga dapat direncanakan tidak hanya untuk satu tahun melainkan masa yang akan datang.

Suatu perencanaan yang memerhatikan daya terima suatu *site* dan daya pancar disebut perencanaan *coverage*. Secara umum, terdapat dua sudut pandang dalam perencanaan jaringan seluler yaitu perencanaan secara cakupan atau *coverage* dan secara kapasitas atau *capacity*.

Coverage planning jaringan 5G memerhatikan wilayah yang akan dicakup oleh jaringan tersebut. Perencanaan ini dipengaruhi oleh daya terima, *path loss*, daya pancar, sensitivitas perangkat, perhitungan radius sel, dan *radio link budget*.

Kegunaan dari perhitungan *radio link budget* 5G adalah untuk mengetahui *maximum allowable path loss* antara antena gNodeB dengan UE, sedangkan radius sel digunakan untuk pemodelan propagasi. Secara kapasitas, perencanaan akan memperhitungkan jumlah *user* yang bisa terhubung dan menggunakan layanan oleh gNodeB [19].

2.6 MODEL PROPAGASI JARINGAN 5G

Jaringan luar ruangan atau disebut *outdoor* terdiri dari beberapa skenario utama yang dipertimbangkan pada model kanal NR, diantaranya :

2.6.1 Model Propagasi *Urban Macrocell* (UMa)

Skenario UMa O2O dan O2I menyerupai 3D-Uma *Base Station* dipasang di atas *rooftop* bangunan sekitar, dengan tinggi TX kurang lebih 25 m; tinggi Rx kira-kira 1,5-2,5 m dan ISD kurang lebih 500 m [20].

Untuk skema 3D-UMa LOS, *pathloss* didapatkan dengan persamaan 2.1 [21]:

$$PL = 40 \log_{10} (d_{3D}) + 28.0 + 20 \log_{10} (F_c) - 9 \log_{10} ((d'_{BP})^2 + (h_{BS} - h_{UT})^2) \quad (2.1)$$

Keterangan :

PL = nilai *pathloss* (dBm)

d_{3D} = resultan dari jarak antara h_{BS} dan h_{UT} (m)

d'_{BP} = jarak *break point* (m)

f_c = frekuensi (GHz)

h_{BS} = tinggi gNnodeB (m)

h_{UT} = tinggi UT (m)

Klasifikasi daerah perancangan dalam propagasi radio pada jaringan seluler, memiliki gambaran kualitatif lingkungan yang dapat dibedakan menjadi beberapa daerah yaitu, daerah dense urban, urban, sub-urban, dan rural [22]

1. Daerah *dense urban* merupakan daerah pusat kota metropolis dengan gedung bertingkat dengan tinggi rata – rata lebih dari 5 tingkat dan lebar jalan lebih dari 5 m.
2. Daerah *urban* merupakan daerah yang didominasi oleh gedung tinggi, bangunan kantor dan kegiatan komersil yang lain.
3. Daerah *sub-urban* merupakan daerah yang terdiri dari pemukiman dan taman.
4. Daerah *rural* merupakan daerah pertanian dengan daerah yang tidak terdapat bangunan tinggi dan memiliki banyak hutan ataupun pohon

Klasifikasi wilayah dapat dibedakan berdasarkan kepadatan penduduk dalam setiap bagian wilayah tertera pada Tabel 2.1 berikut [22]:

Tabel 2.1 Klasifikasi Wilayah [22]

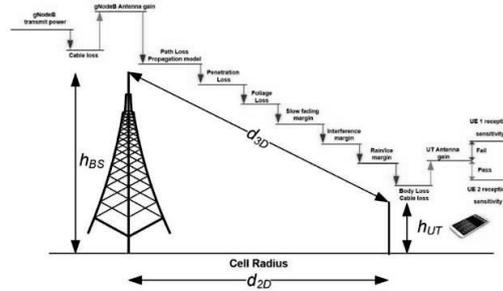
Klasifikasi	Kepadatan Penduduk Minimum (jiwa/km ²)	Kepadatan Penduduk Maksimum (jiwa/km ²)
<i>Dense Urban</i>	20.000	500.000
<i>Urban</i>	4.500	19,999
<i>Sub-Urban</i>	250	4,499
<i>Rural</i>	0	249

2.7 LINK BUDGET 5G

Penghitungan total *gain* dan *loss* dalam sebuah sistem untuk mengetahui suatu *Signal Level* yang diterima penerima *User Equipment* (UE) disebut *Link budget*. *Signal Level* yang diterima dapat dibandingkan dengan sensitivitas penerima untuk memeriksa apakah status saluran.

Terdapat beberapa faktor yang dapat mempengaruhi dalam perhitungan link budget, hal ini mempengaruhi nilai pada perhitungan tersebut.

MAPL antara lain *gNodeB transmit power, cable loss gNodeB Antenna gain, Pathloss Propagation model, Penetration Loss, Foliage Loss, Slow fading margin, Rain/Ice margin, Body Loss, UT Antenna gain*



Gambar 2.6 Faktor yang mempengaruhi *Link budget* 5G NR [23]

Maksimal pelemahan sinyal yang diterima pada sisi *downlink* maupun *uplink* antara *mobile antenna* dan *mobile station antenna* pada sisi *downlink* maupun *uplink* didapatkan dari perhitungan *Link budget*. Perhitungan dengan parameter *link budget* dapat dilihat pada Tabel 2.2

Tabel 2.2 Parameter *Link budget* 5G New radio (NR) [6]

Maximum Allowable Path Loss (MAPL)			
Comment parameter	Downlink	Uplink	Notasi
<i>gNodeB Transmitter Power(dBm)</i>	49	49	A
<i>Resource block</i>	217	217	
<i>Subcarrier quantity</i>	2604	2604	B
<i>gNodeB antenna gain(dBi)</i>	2	2	C
<i>gNodeB cable loss(dBi)</i>	0	0	D
<i>Penetration loss(dB)</i>	26.85	26.85	E
<i>Folliage loss(dB)</i>	19.59	19.59	F
<i>Body block loss(dB)</i>	5	5	G
<i>Interference margin(dB)</i>	6	2	H
<i>Rain/Ice margin(dB)</i>	0	0	I
<i>Slow fading margin(dB)</i>	7	7	J
<i>UE antenna gain(dB)</i>	0	0	K
<i>Bandwidth(MHz)</i>	80	80	
<i>Kontanta boltzman (K) (mWs/K)</i>	$1,38 \times 10^{-20}$ mWs/K	$1,38 \times 10^{-20}$ mWs/K	
<i>Temperature(Kelvin)</i>	293	293	
<i>Thermal noise power(dBm)</i>	154,39	154,39	L
<i>UT noise figure(dB)</i>	9	9	M
<i>Demodulation threshold SINR(dB)</i>	-1,1	-1,1	N

Dalam perhitungan pada *coverage* akan mempertimbangkan *loss* diantara gNodeB dan *User* terminal (UT). Pada perhitungan *Link Budget* dapat menggunakan standar parameter yang tertera pada Tabel 2.2. Pada perhitungan *Link Budget* hal pertama ialah menentukan perhitungan nilai *Thermal Noise* menggunakan persamaan 2.2 sebagai berikut [23] :

$$N_{Thermal} = 10 \log (K \times T \times B) \quad (2.2)$$

Keterangan :

K = Konstanta *Boltzman* ($1,38 \times 10^{-20}$ mWs/K)

T = *Temperature* (293° K)

B = *Bandwidth* (80 MHz)

Setelah mendapatkan nilai *Thermal Noise* selanjutnya mencari nilai *Subcarrier Quantity* dengan persamaan 2.3 sebagai berikut [21]:

$$Scq = R_B - S_{RB} \quad (2.3)$$

Keterangan :

Scq= *Subcarrier quatity*

RB = *Resource Block*

SRB = *Subcarrier per Resource Block*

Untuk menentukan nilai pada perencanaanya menggunakan beberapa persamaan 2.4 hingga persamaan 2.11 :

Untuk mencari nilai *pathloss* menggunakan persamaan 2.14 sebagai berikut [24]:

$$Pathloss = A - 10 \log (B) + C + D + E + F + G + H + I + J + K + L + M + N \quad (2.4)$$

Nilai d_{3D} dihitung dengan mencari terlebih dahulu nilai dari d'_{BP} , nilai h'_{BS} dan nilai h'_{UT} , untuk menghitungnya dengan persamaan 2.5 hingga persamaan 2.7 sebagai berikut [21] :

$$h'_{BS} = h_{BS} - h_E \quad (2.5)$$

Keterangan :

h_{BS} = tinggi gNnodeB (m)

h_E = rata-rata tinggi bangunan (m)

Setelah menghitung tinggi gNodeB menggunakan persamaan 2.5, Selanjutnya menghitung tinggi *user terminal* menggunakan persamaan 2.6 [19], [21]:

$$h'_{UT} = h_{UT} - h_E \quad (2.6)$$

Keterangan :

h_{UT} = tinggi UT (m)

h_E = rata-rata tinggi bangunan (m)

Setelah itu melanjutkan perhitungan *breakpoint distance* dengan menggunakan persamaan 2.7 dibawah ini [21] :

$$d'_{BP} = \frac{4 \times h'_{BS} \times h'_{UT} \times f_c}{c} \quad (2.7)$$

Keterangan :

d'_{BP} = jarak *break point* (m)

f_c = frekuensi (GHz)

h_{BS} = tinggi gNnodeB (m)

h_{UT} = tinggi UT (m)

h_E = rata-rata tinggi bangunan (m)

Untuk mendapatkan Nilai dari d_{3D} dapat menggunakan persamaan 2.8 setelah mengetahui nilai dari d'_{BP} , nilai h'_{BS} dan nilai h'_{UT} [21] :

$$PL = 40 \log_{10} (d_{3D}) + 28.0 + 20 \log_{10} (F_c) - 9 \log_{10} (d'_{BP})^2 + (h_{BS} - h_{UT})^2 \quad (2.8)$$

Keterangan :

PL = nilai *pathloss* (dBm)

d_{3D} = resultan dari jarak antara h_{BS} dan h_{UT} (m)

d'_{BP} = jarak *break point* (m)

f_c = frekuensi (GHz)

h_{BS} = tinggi gNnodeB (m)

h_{UT} = tinggi UT (m)

Nilai pada d_{2D} dapat dihitung dengan persamaan 2.9 dibawah ini [21]:

$$d_{2D} = \sqrt{((d_{3D})^2 - (h_{BS} - h_{UT})^2)} \quad (2.9)$$

Keterangan :

d_{3D} = resultan dari jarak antara h_{BS} dan h_{UT} (m)

d_{2D} = cell radius (m)

h_{BS} = tinggi gNnodeB (m)

h_{UT} = tinggi UT (m)

Nilai coverage area satu site dihitung dengan persamaan 2.10 dibawah [19] :

$$C_A = 2,6 \times d^2 \quad (2.10)$$

Keterangan :

C_A = coverage area (m)

d^2 = cell radius (m)

dalam wilayah perencanaan untuk menghitung Jumlah site dapat dilakukan perhitungan dengan persamaan 2.11 [19]:

$$NgNodeB = \frac{\ell_{area}}{C_A} \quad (2.11)$$

Keterangan :

C_A = coverage area (m)

2.8 PARAMETER SS-RSRP

Parameter SS-RSRP atau dengan kata lain *Secondary Synchronization - Reference Signal Received Power* digunakan dalam pengukuran daya 15 linier rata-rata pada *resource elements* yang membawa informasi *reference signal* dengan rentang frekuensi *bandwidth* yang digunakan. *Reference signal* dibawa oleh simbol tertentu pada satu *subcarrier* dalam *resource block*, sehingga pengukuran hanya dilakukan pada *resource element* yang membawa informasi *cell-specific reference signal* dan untuk tampilan kategori nilai sesuai dengan Tabel 2.3 sebagai berikut:

Tabel 2.3 Kategori Nilai SS-RSRP [25]

Kategori	Batas Nilai SS-RSRP (dBm)
Bagus	-70 s/d -90
Normal	-91 s/d -110

Buruk	-111 s/d -130
-------	---------------

2.9 PARAMETER SS-SINR

Parameter SS-SINR atau dengan kata lain *Signal-to-Noise and Interference Ratio* digunakan dalam perhitungan rasio kekuatan sinyal antara sinyal utama dengan interferensi terhadap *noise background* yang muncul dengan kata lain nilai rata-rata *interferensi* dan *noise* dengan rata-rata *power* diterima.

Dibawah ini merupakan kategori nilai Parameter SS-SINR menurut standar 3Gpp :

Tabel 2.4 Kategori nilai SS-SINR [25]

Kategori	Batas Nilai SS-SINR (dB)
Bagus	16 s/d >30
Normal	1 s/d 15
Buruk	<-10 s/d 0