

BAB II

DASAR TEORI

2.1 KAJIAN PUSTAKA

Penelitian [7] mencari perbedaan dalam merancang jaringan 5G *New Radio* (NR) *standalone* (SA) pada frekuensi 2,6 GHz dan 26 GHz dengan mengambil wilayah di Kawasan Jababeka Industrial Estate yang memiliki luas 22,7 km². Merancang jaringan 5G NR ini menggunakan *software mentum planet* versi 7.3 dan mengaplikasikan model propagasi *Urban Macro* (Uma) dan *Urban Micro* (Umi) dalam skenario *Downlink Outdoor-to-Outdoor* (O2O) dengan kondisi *Line of sight* (LOS) dan *non-Line of sight* (NLOS). Parameter yang diukur yaitu *Synchronization Signal - Reference Signal Received Power* (SS-RSRP), *Synchronization Signal - Signal Interference to Noise Ratio* (SS-SINR), dan *Data Rate*. Kecepatan data maksimum yang dihasilkan pada 2,6 GHz adalah 436,31 Mbps dengan nilai rata-rata SS-RSRP -96,01 dBm dan nilai rata-rata SS-SINR 4,21 dB. Sementara itu, kecepatan data maksimum pada 26 GHz adalah 1,83 Gbps dengan nilai rata-rata SS-RSRP -78,14 dBm dan nilai rata-rata SS-SINR 0,46 dB.

Penelitian [8] difokuskan pada perencanaan jaringan 5G dengan menggabungkan dua frekuensi yang berbeda, yaitu *Low-Band* 700 MHz dan *Mid-Band* 3500 MHz, dikawasan Karawang Industrial Estate, Jawa Barat yang memiliki luas sebesar 94.39 km². Perencanaan ini dilakukan dengan menggunakan metode cakupan (*Coverage planning*) dan dua skenario yaitu *Downlink Outdoor-to-Indoor Line of sight* dengan model propagasi *Rural Macro* (RMa) dan *Urban Macro* (UMa). Parameter yang diamati meliputi SS-RSRP, SS-SINR, dan *Data Rate*. Hasil penelitian menunjukkan bahwa menggabungkan dua frekuensi tersebut tidak mempengaruhi kualitas sinyal, tetapi dapat meningkatkan *Data Rate* secara drastis. Site yang diperlukan di wilayah seluas 94,39 km² sebanyak 14 site.

Penelitian [9] membahas perbandingan teknologi *Carrier Aggregation* pada jaringan *LTE-Advanced* di kota Semarang Tengah. Penulis menggunakan *software Atoll* Versi 3.3.0 dan teknik *Inter-Band Carrier Aggregation* pada *band* 3 dan *band* 40. Penelitian ini menggunakan dua jenis perencanaan yaitu *Coverage planning* dan *capacity planning*. Parameter yang diukur yaitu jumlah site yang diperlukan, RSRP,

CINR, dan *throughput*. Dibutuhkan hanya 1 site untuk mencakup wilayah Semarang baik dengan atau tanpa CA. Nilai CINR terbaik dicapai pada perancangan jaringan LTE-Advanced CADS 5 dengan rata-rata CINR 21,89 dB seangkan nilai *throughput* terbesar dicapai pada jaringan LTE-Advanced CADS 2 dengan *throughput* sebesar 1.152,2 Mbps.

Peneliti [5] meneliti tentang Studi Akademik Kelayakan Koeksistensi Antara Kandidat Band 5G dan Layanan yang Ada di Indonesia. Penelitian ini menganalisis kelayakan koeksistensi antara kandidat band 5G dan layanan yang ada di Indonesia. Analisis berdasarkan penelitian yang telah dilakukan, regulasi, rekomendasi yang telah dibuat dan simulasi menggunakan *software* SEAMCAT. Dari hasil studi kelayakan ada Ada frekuensi yang menjadu kandidat untuk dijadikan frekuensi 5G, pada *low band* yang menarik untuk penggelaran 5G berada di frekuensi 700 MHz. Pada kategori *middle band* adalah frekuensi 3.5 GHz, dan pada frekuensi high band adalah 28 GHz.

2.2 DASAR TEORI

2.2.1 Overview Jaringan 5G New Radio (NR)

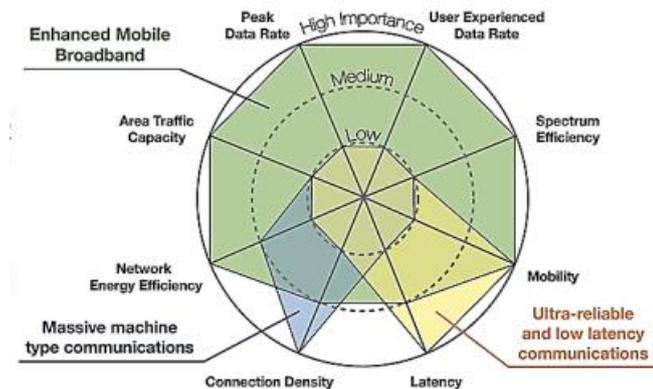
5G adalah generasi kelima dari teknologi jaringan seluler yang digunakan untuk menyediakan jaringan nirkabel yang lebih cepat dan kuat dibanding generasi sebelumnya. Ini menawarkan kecepatan yang lebih tinggi, latensi yang lebih rendah, dan kapasitas yang lebih besar untuk menangani jumlah perangkat yang terhubung yang semakin meningkat. 5G juga diharapkan akan menyediakan dukungan yang lebih baik untuk aplikasi seperti internet of things (IoT), real-time video, dan virtual reality. Jaringan 5G menggunakan teknik pengkodean dan modulasi data yang sangat canggih. Sekitar 100 Mbps untuk mobilitas kecepatan rendah dan 1 Gbps untuk mobilitas kecepatan tinggi disediakan oleh 5G. [10].

ITU dalam rilisnya menggaris bawahi penggunaan teknologi 5G harus dapat mencapai kriteria sebagai berikut:

- a. *Enhanced Mobile Broadband* (eMBB) adalah salah satu dari tiga bidang utama dari 5G yang menyediakan peningkatan kinerja dalam hal kecepatan dan kapasitas jaringan seluler. Ini menyediakan kecepatan *download* yang lebih tinggi dan latensi yang lebih rendah dibanding generasi sebelumnya,

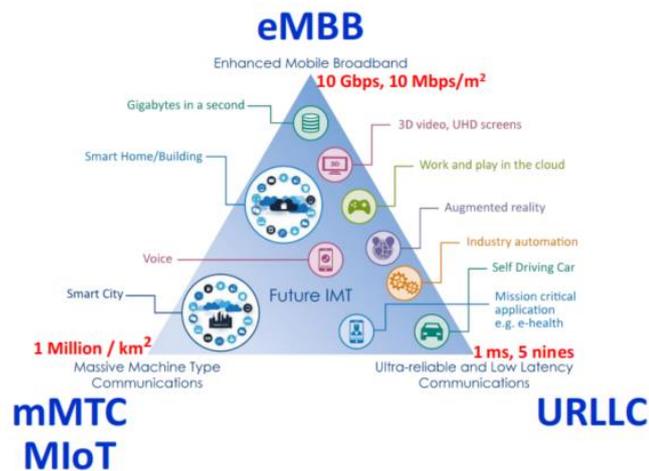
yang memungkinkan aplikasi seperti *streaming video*, *gaming online*, dan aplikasi *mobile* yang memerlukan data yang cepat untuk beroperasi dengan lebih baik.

- b. *Ultra-reliable and low latency communication*, 5G harus dapat memberikan latensi <1 ms, *availability*, *reliability* dan keamanan yang sangat tinggi dalam layanan tertentu seperti *autonomous vehicle*, *mobile healthcare*. Hal ini disebabkan *autonomous vehicle* dan *mobile healthcare* merupakan layanan yang sangat beresiko dan membutuhkan akurasi yang sangat tinggi.
- c. *Massive machine-type communication*, teknologi 5G harus mampu mendukung satu juta koneksi IoT per kilometer persegi. Perangkat harus memiliki masa pakai baterai yang lebih lama dengan *local Coverage*, seperti di gedung [11].



Gambar 2.1 5G Requirement of IMT for 2020 [12].

Pada Gambar 2.1 sistem jaringan 5G dibangun berdasarkan kebutuhan dan layanan di masa depan, secara kuantitatif parameter kinerja yang ditentukan oleh ITU-R pada teknologi 5G melalui IMT-2020.



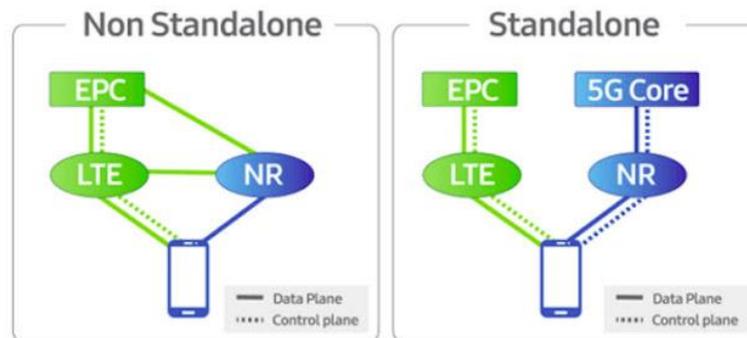
Gambar 2.2 5G Usage Scenarios of IMT for 2020 [13].

Pada Gambar 2.2 memperlihatkan tujuan utama 5G yang terdiri dari eMBB (*enhanced Mobile BroadBand*). eMBB ini merupakan teknologi yang memungkinkan kita untuk mengunduh sebuah film berdurasi panjang hanya dengan waktu singkat.

URLLC (*Ultra Reliable & Low Latency Communications*) menyediakan komunikasi yang sangat dapat diandalkan dan latensi yang sangat rendah, yang diperlukan untuk aplikasi kritikal seperti kendali industri, transportasi tanpa pengemudi, dan komunikasi medis. URLLC juga digunakan dalam aplikasi yang memerlukan respons yang sangat cepat, seperti kendali robot, kendali mobil tanpa pengemudi, dan komunikasi misi kritis.

mMTC (*massive Machine-Type Communications*). Adalah komunikasi mesin ke mesin melalui jaringan kabel atau nirkabel di mana transfer data, pertukaran informasi, dan sedikit intervensi manusia. Teknologi mMTC ini kompatibel dengan sebagian besar perangkat digital. Sedangkan teknologi 5G akan memungkinkan mesin untuk terhubung satu sama lain dan dengan mesin lainnya. [14].

2.2.2 Arsitektur Jaringan 5G



Gambar 2.3 Arsitektur Jaringan 5G *Standalone* dan *Non-Standalone* [15].

5G *Standalone* (SA) merupakan arsitektur yang menggunakan jaringan 5G yang independen dari jaringan sebelumnya (4G atau 3G) untuk menyediakan konektivitas 5G. Ini menggunakan jaringan kontrol dan jaringan data yang terpisah dari jaringan 4G atau 3G, yang memungkinkan kinerja jaringan yang lebih cepat dan kapasitas yang lebih besar. 5G SA juga memungkinkan dukungan yang lebih baik untuk aplikasi seperti *internet of things* (IoT) dan *virtual reality*. Frekuensi yang digunakan untuk 5G dibedakan menjadi dua *range* yaitu *sub-6GHz* dan *mmWave*:

1. *Sub-6GHz range* : Frekuensi di bawah 6GHz yang digunakan untuk 5G, termasuk spektrum yang digunakan dalam 4G seperti 700 MHz, 800 MHz, dan 1800 MHz. Frekuensi ini memberikan jangkauan yang lebih luas dan penetrasi yang lebih baik melalui bangunan dibandingkan dengan *mmWave*.
2. *MmWave range* : Frekuensi di atas 24GHz yang digunakan untuk 5G, termasuk spektrum di atas 30GHz. Frekuensi ini memberikan kapasitas yang lebih tinggi dibandingkan dengan *sub-6GHz*, tetapi jangkauannya lebih terbatas dan penetrasi yang lebih buruk melalui bangunan.

Frekuensi yang digunakan untuk 5G dapat bervariasi berdasarkan negara dan operator seluler. Beberapa negara menggunakan spektrum yang berbeda untuk 5G, dan beberapa negara mengalokasikan spektrum yang sama untuk 5G dan 4G.

Istilah 5G *Non-Standalone* (NSA) mengacu pada fakta bahwa jaringan 5G akan didukung oleh infrastruktur 4G yang ada. Dalam hal ini, *smartphone* berkemampuan 5G akan terhubung ke frekuensi radio 5G untuk *throughput* data yang lebih besar sambil tetap menggunakan jaringan *core* 4G. [15].

2.2.3 Path loss

Path loss adalah penurunan sinyal yang terjadi selama transmisi dari sumber sinyal ke penerima sinyal. Ini terjadi karena adanya penghalang fisik seperti bangunan, pohon, dan tanah. *Path loss* juga dapat terjadi karena adanya interferensi dari sinyal lain. *Path loss* dapat dinyatakan dalam unit *decibel* (dB) dan dapat dihitung dengan menggunakan persamaan yang menggambarkan kondisi jaringan dan lingkungan. Untuk formula dari *path loss* pada 3GPP sebagai berikut [16]:

$$PL (dB) = A - (10 \times \log(C)) + D - E - F - G - H - I - J - K + L - P - Q - R \quad (2.1)$$

Keterangan :

PL = nilai <i>path loss</i> (dBm)	I = <i>interference margin</i> (dB)
C = <i>Subcarrier quantity</i>	J = <i>Rain/ice margin</i> (dB)
D = Tx <i>antenna gain</i> (dBi)	K = <i>Slow fading margin</i> (dB)
E = <i>gNodeB cable loss</i> (dBi)	L = <i>GNodeB antenna gain</i> (dB)
F = <i>penetration loss</i> (dB)	P = <i>Thermal noise power</i> (dBm)
G = <i>foliage loss</i> (dB)	Q = <i>GNodeB noise figure</i> (dB)
H = <i>body block loss</i> (dB)	R = <i>Demodulation threshold SINR</i> (dB)

Untuk mendapatkan nilai dari *Pathloss*, perlu menghitung terlebih dahulu nilai parameter dari *Thermal noise*. *Thermal noise* adalah suatu *noise* yang diakibatkan karena adanya efek panas dari suatu perangkat dapat dicari dengan menggunakan rumus [16]:

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

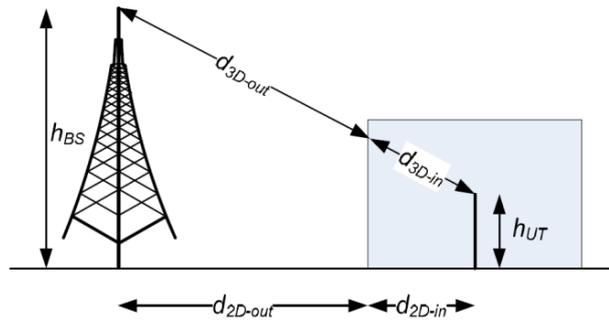
Keterangan:

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

T = *Temperature* (K)

B = *Bandwidth* (MHz)

Frekuensi dan jarak merupakan salah satu parameter yang mempengaruhi besarnya *path loss*. Pada pentransmisian gelombang radio di suatu jaringan, tinggi *antenna* pemancar (h_{BS}) dan tinggi *antenna* penerima (h_{UT}) [17].



Gambar 2.4 Definisi d_{2D} - d_{3D} untuk penggunaan *Outdoor dan Indoor* [17].

$$d_{3D-out} + d_{3D-in} = \sqrt{(d_{2D-out} + d_{2D-in})^2 + (h_{BS} + h_{UT})^2} \quad (2.3)$$

Keterangan:

d_{3D} = sisi miring antara antenna pemancar dengan *user*

h_{UT} = tinggi *user*

h_{BS} = tinggi antenna

Setelah mendapatkan nilai dari d_{3D} maka mencari nilai dari d_{2D} sebagai *cell radius* dari rumus *pythagoras* sesuai pada gambar 2.5 dengan rumus [16].

$$d_{2D} = \sqrt{(d_{3D})^2 - (h_{BS} - h_{UT})^2} \quad (2.4)$$

Keterangan:

d_{2D} = *cell radius*

d_{3D} = sisi miring antara antenna pemancar dengan *user*

h_{UT} = tinggi *user*

h_{BS} = tinggi antenna

Dalam propagasi gelombang radio, ada dua situasi yang dapat terjadi yaitu situasi LOS (*Line of sight*) dan situasi NLOS (*Non-Line of sight*). Situasi LOS adalah kondisi di mana tidak ada halangan antara antenna pengirim dan penerima, sehingga sinyal langsung lebih dominan dibandingkan sinyal tidak langsung. Sedangkan pada situasi NLOS, ada benda-benda seperti gedung atau bukit yang menghalangi jalur antara antenna pengirim dan penerima, sehingga sinyal yang diterima merupakan gabungan dari sinyal langsung dan sinyal tidak langsung, di mana sinyal langsung tidak dominan.

2.2.4 Model Propagasi 3GPP ETSI TR 138 900

Pemodelan propagasi 3GPP ETSI TR digunakan untuk perhitungan path loss pada frekuensi lebih dari 6 GHz dan dapat digunakan untuk implementasi jaringan 5G. Model ini memperhitungkan kondisi area *Rural Macro* (RMa), *Urban Micro* (Umi), dan *Urban Macro* (UMa) serta kondisi LOS (*Line of Sight*) dan NLOS (*Non-Line of Sight*).

a. *Rural Macro* (RMa)

Pemodelan *rural macro* digunakan untuk daerah pedesaan atau daerah yang memiliki penduduk yang sedikit, sehingga pengaruh dari bangunan sangat kecil. Sinyal yang diterima lebih banyak berasal dari sinyal langsung daripada sinyal tidak langsung. Berdasarkan standar 3GPP 38.900 dalam merencanakan jaringan, rumus untuk skenario LOS (*Line of sight*) adalah: [16]

$$PL_1 = 20\log_{10}(40\pi d_{3D}f_c/3) + \min(0.03h^{1.72}, 10)\log_{10}(d_{3D}) - \min(0.044h^{1.72}, 14.77) + 0.002\log_{10}(h)d_{3D} \quad (2.5)$$

$$PL_1 = PL_1(d_{BP}) + 40\log_{10}(d_{3D}/d_{BP}) \quad (2.6)$$

Keterangan :

- PL = nilai *path loss* (dBm)
- d3D = resultan dari nilai (h'BS-h'UT) dan nilai d2D
- fc = frekuensi (GHz)
- d'BP = jarak *break point* (m)
- hBS = tinggi gNB (m)
- hUT = tinggi UT (m)

b. *Urban Macro* (UMa)

Pemodelan *Urban Macro* digunakan dalam lingkungan perkotaan dengan jumlah penduduk yang banyak, sehingga *propagasi loss*nya sangat besar. Sinyal yang diterima merupakan kombinasi dari sinyal langsung dan sinyal tidak langsung. Untuk formula dari *Urban Macro* pada 3GPP skenario LOS adalah

$$PL_1 = 32.4 + 20\log_{10}(d_{3D}) + 20\log_{10}(f_c) \quad (2.7)$$

$$PL_2 = 32.4 + 40\log_{10}(d_{3D}) + 20\log_{10}(f_c) - 10\log_{10}((d'_{BP})^2 + (h_{BS} - h_{UT})^2) \quad (2.8)$$

Keterangan :

- PL = nilai *path loss* (dBm)

- d3D = resultan dari nilai (h'BS-h'UT) dan nilai d2D
- fc = frekuensi (GHz)
- d'BP = jarak *break point* (m)
- hBS = tinggi gNB (m)
- hUT = tinggi UT (m)

c. *Urban Micro (UMi) - Street Canyon*

Urban Micro yaitu pemodelan digunakan pada daerah padat penduduk dengan penuh gedung-gedung bertingkat dimana sinyal yang diterima merupakan penjumlahan antara sinyal langsung dan sinyal tidak langsung yang dominan [17]. Untuk formula dari *Urban Macro* pada skenario LOS berdasarkan 3GPP 30.900 adalah:

$$PL_1 = 32.4 + 21\log_{10}(d_{3D}) + 20\log_{10}(f_c) \quad (2.9)$$

$$PL_2 = 32.4 + 21\log_{10}(d_{3D}) + 20\log_{10}(f_c) - 9.5\log_{10}((d'_{BP})^2 + (h_{BS} - h_{UT})^2) \quad (2.10)$$

Keterangan :

- PL = nilai *path loss* (dBm)
- d3D = resultan dari nilai (h'BS-h'UT) dan nilai d2D
- fc = frekuensi (GHz)
- d'BP = jarak *break point* (m)
- hBS = tinggi gNB (m)
- hUT = tinggi UT (m)

2.2.7 Frekuensi Jaringan 5G di Indonesia

Menurut Keputusan Direktur Jenderal 235 Tahun 2018 tentang penetapan pita frekuensi radio untuk uji coba penggunaan teknologi IMT-2020, dinyatakan bahwa beberapa frekuensi yang dapat digunakan dalam uji coba tersebut adalah 3,5 GHz, 15 GHz, 26 GHz, dan 28 GHz. Frekuensi-frekuensi tersebut sudah digunakan oleh pengguna eksisting selama lama dan digunakan secara masif. Pita 3,5 GHz di Indonesia sudah memiliki ekosistem penyelenggara satelit yang luas, sementara frekuensi 15 GHz di Indonesia saat ini banyak digunakan untuk jaringan *fixed service* terutama pada *microwave link* jaringan seluler. Frekuensi 28 GHz di Indonesia saat ini hanya digunakan oleh satu pengguna eksisting yaitu FSS [18].

Pita Frekuensi IMT di Indonesia		
Band	Bandwidth	Penggunaan Saat ini
450 – 470 MHz	2 x 7.5 MHz	Mobile Cellular (CDMA)
825 – 845 and 870 – 890 MHz	2 x 20 MHz	FWA and Mobile Cellular (CDMA)
890 – 915 and 935 – 960 MHz	2 x 25 MHz	Mobile Cellular (GSM)
1710 – 1785 and 1805 – 1880 MHz	2 x 75 MHz	Mobile Cellular (GSM)
1903.125 – 1910 and 1983.125 – 1990 MHz	2 x 6.875 MHz	Mobile Cellular (PCS-1900/CDMA)
1920 – 1980 and 2110 – 2170 MHz	2 x 60 MHz	Mobile Cellular (UMTS)
2300 – 2390 MHz	90 MHz	Broadband Wireless Access. 2360 – 2390 MHz licensed issued for 15 Regional Zones (Wimax / LTE TDD)
Potensi Spektrum Tambahan		
694 – 820 MHz	2 x 45 MHz	Analog TV (Potential of Digital Dividend LTE 700 MHz)
2500 – 2690 MHz	30 MHz	BWA (TDD)
	150 MHz	2520 – 2670 MHz is currently used by Broadcasting Satellite Services ³⁶

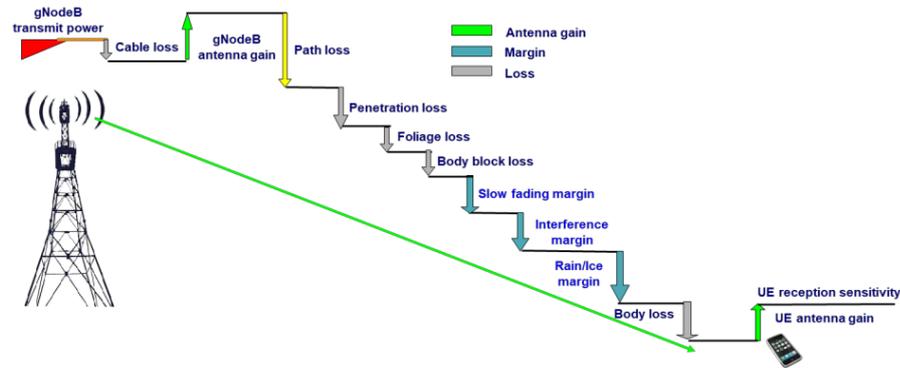
Gambar 2.5 Pita Frekuensi IMT di Indonesia [19].

Pada Gambar 2.8 merupakan pita frekuensi jaringan selular yang ada di Indonesia, Pada frekuensi 450 – 470 MHz dimiliki oleh PT Sampoerna Telekomunikasi Indonesia, untuk frekuensi 825 – 890 MHz dimiliki oleh operator Smartfren, Indosat Ooredoo, dan juga Telkomsel digunakan untuk teknologi komunikasi CDMA. Pada *range* frekuensi 890 – 960 MHz dimiliki oleh operator Telkomsel, Indosat Ooredoo, dan XL Axiata, digunakan untuk teknologi komunikasi GSM. Pada *range* frekuensi 1710 – 1990 MHz dimiliki oleh operator Telkomsel, Indosat Ooredoo, XL Axiata, dan Hutchison 3 (Tri) Indonesia digunakan untuk teknologi komunikasi GSM dan CDMA. Pada frekuensi 2110 – 2170 MHz dimiliki oleh operator Telkomsel, Indosat Ooredoo, XL Axiata, dan Hutchison 3 (Tri) Indonesia digunakan untuk teknologi komunikasi UMTS. Pada *range* frekuensi 2300 – 2390 MHz dimiliki oleh operator Telkomsel dan Smartfren digunakan untuk teknologi LTE TDD [20].

Ada dua tambahan *range* frekuensi yang akan berpotensi untuk dimanfaatkan pada teknologi selular yaitu *range* frekuensi 694 – 820 MHz. *Range* frekuensi tersebut pada saat ini masih digunakan pada teknologi tv Analog dan diakhir tahun 2022 tv analog semuanya sudah berpindah ke tv digital. Frekuensi kedua yaitu di 2500 – 2690 MHz sebesar 30 MHz dipakai oleh BWA (*Base Station Broadband Wireless Access*) dan sebesar 150 MHz saat ini digunakan untuk teknologi (*Broadcasting Satellite Services*) [19].

2.2.8 Link Budget

Analisis radio *Link Budget* digunakan untuk menentukan tingkat penurunan sinyal maksimum yang diizinkan antara antena perangkat pengguna dengan antena *gNodeB*. Nilai *Maximum Allowable Path Loss* (MAPL) berbeda pada arah *upload* dan *download* yang dihitung sehingga model propagasi perlu disesuaikan. [21].



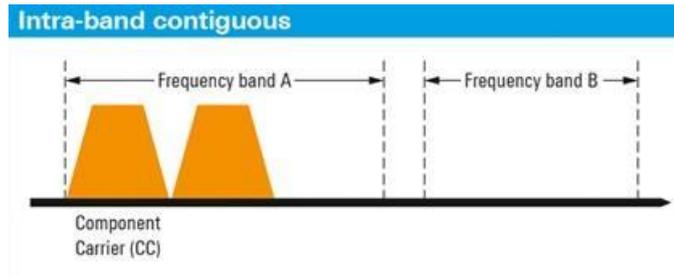
Gambar 2.6 Parameter *Link Budget* 5G NR [22].

Link Budget pada *system* perencanaan di bagi menjadi dua bagian yaitu : *Uplink/ Link reverse* (dari MS menuju BTS) dan *Downlink / Link Forward* (dari BTS menuju MS), untuk mendapatkan nilai *path loss* tersebut di ketahui dulu besar nilai MAPL (*Maximum Allowable Path Loss*). Pada *Link Budget* terdapat parameter [23].

2.2.10 Carrier Aggregation

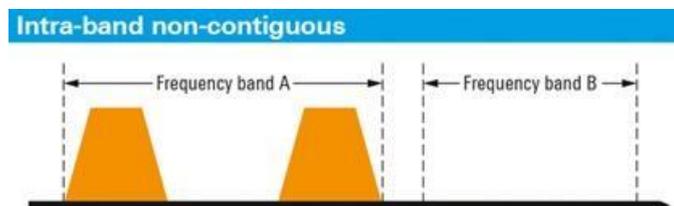
Carrier Aggregation (CA) adalah teknik yang digunakan dalam jaringan 5G untuk menggabungkan dua atau lebih kanal frekuensi menjadi satu kanal yang lebih lebar untuk meningkatkan kecepatan data dan kapasitas jaringan. Hal ini memungkinkan perangkat untuk menggunakan lebih dari satu sumber frekuensi sekaligus, sehingga dapat meningkatkan efisiensi spektrum dan meningkatkan kinerja jaringan [24]. Secara umum ada tiga skenario *spectrum* yang ada dalam teknologi *Carrier Aggregation* dapat dilihat seperti berikut:

- Carrier Aggregation intra-band contiguous* adalah salah satu jenis carrier aggregation yang digunakan dalam jaringan 5G. Dalam hal ini, dua atau lebih kanal frekuensi yang digabungkan berada dalam satu band frekuensi yang sama dan berdekatan secara fisik.[25].



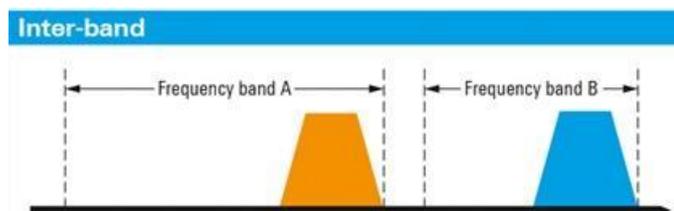
Gambar 2.7 CA *intra-band contiguous* [26].

- b. *Carrier Aggregation intra-band non-contiguous* adalah salah satu jenis carrier aggregation yang digunakan dalam jaringan 5G. Dalam hal ini, dua atau lebih kanal frekuensi yang digabungkan berada dalam satu band frekuensi yang sama namun tidak berdekatan secara fisik.[25].



Gambar 2.8 CA *intra-band non-contiguous* [26].

- c. *Carrier Aggregation Inter-band Non-Contiguous* adalah salah satu jenis carrier aggregation yang digunakan dalam jaringan 5G. Dalam hal ini, dua atau lebih kanal frekuensi yang digabungkan berada dalam band frekuensi yang berbeda dan tidak berdekatan secara fisik.[26].



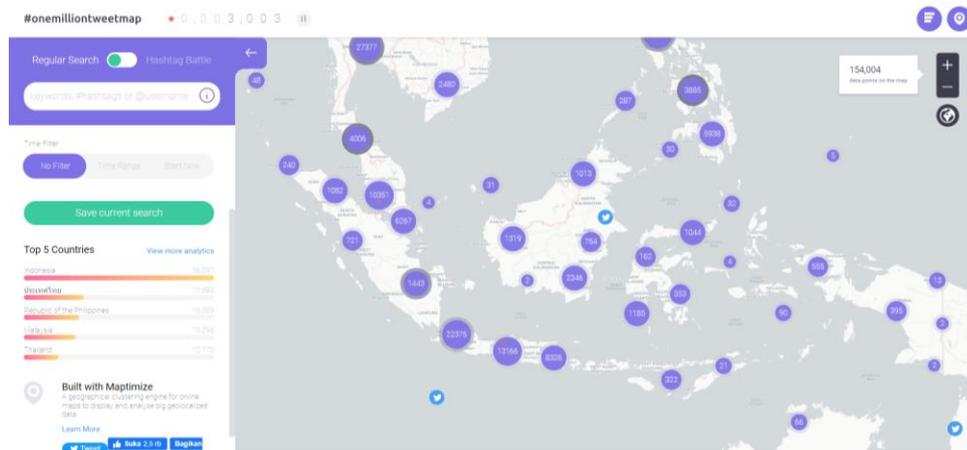
Gambar 2.9 CA *inter band non-contiguous* [26].

2.2.11 Traffic Twitter di Indonesia

Twitter Inc. adalah perusahaan yang memiliki dan mengelola situs *web Twitter*, yang dibentuk pada tahun 2006 oleh Jack Dorsey. Lokasi pembuatan situs ini berada di *San Brunomor, California*, yang berdekatan dengan *San Francisco*. *Twitter* menyediakan layanan *microblogging online*, yang memungkinkan pengguna untuk membagikan konten dengan jumlah karakter sebanyak 280 [27].

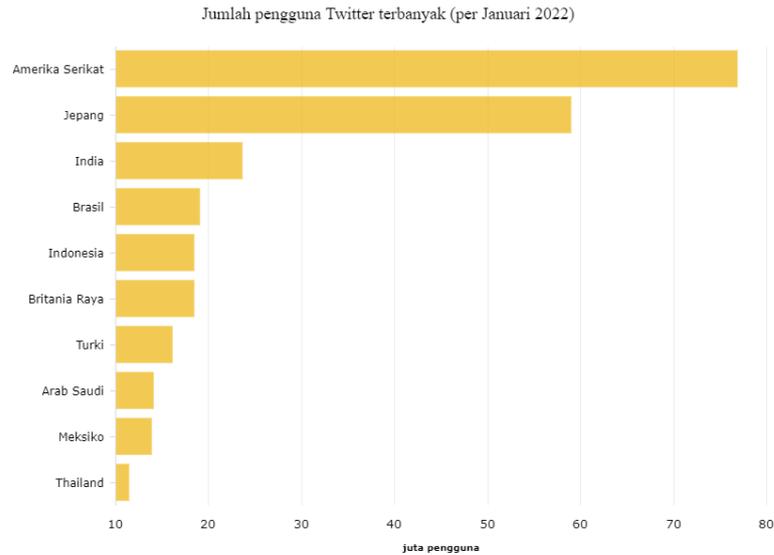
Twitter adalah satu dari sekian banyak jejaring sosial yang digemari masyarakat di Indonesia. Laporan Statista menunjukkan bahwa di Tanah Air pada Januari 2022 terdapat 18,45 juta pengguna aktif [28].

Jumlah pengguna *Twitter* di Indonesia setiap tahun terus meningkat. Bahkan, Indonesia menjadi negara kelima dengan jumlah *tweet* paling banyak per hari, dengan terbanyak *tweet* tersebut berasal dari kota Jakarta. Menurut sumber dari Techinasia, kota ini menyumbangkan 2,4% dari total 10,6 juta *tweet* dari bulan Januari hingga Maret tahun 2019. Selain itu, Indonesia berada di peringkat kelima dalam jumlah pengguna *Twitter* terbanyak setelah Amerika Serikat, Brasil, Jepang, dan Inggris [29].



Gambar 2.10 *Traffic Twitter Maps in Indonesia* [30].

Selain itu, di Indonesia *Twitter* termasuk dalam sepuluh media sosial yang paling sering digunakan oleh masyarakat Indonesia. Jumlah persentase pengguna twitter sebesar 27%.



Gambar 2.11 *Top 10 Country User Twitter's in Global* [28].

Twitter sangat mudah digunakan untuk berinteraksi dengan pengguna lain. Fitur *Top Trending* juga memudahkan pengguna untuk melihat kicauan apa yang paling populer dan sering dibicarakan di *Twitter*. *Twitter* juga memiliki konten *Verified Account*, yang merupakan konten yang digunakan untuk mendapatkan lencana verifikasi di *Twitter*. Namun, tidak semua orang dapat memiliki lencana akun terverifikasi ini, hanya kalangan selebritis, politikus dan orang-orang yang berpengaruh di suatu negara serta orang-orang tertentu yang dapat memilikinya.

Twitter digunakan oleh banyak orang karena cara pendaftarannya yang mudah, hanya dengan menggunakan *email* saja, pengguna sudah bisa menikmati layanan yang ada di *Twitter*. Salah satu fitur yang paling banyak digunakan adalah fitur *tweet* yang biasa digunakan untuk memberikan opini, kritik, dan saran. Namun, dengan banyaknya *tweet* yang muncul setiap hari, diperlukan suatu teknik untuk mengelola *tweet-tweet* tersebut untuk menghasilkan informasi yang berguna.

2.2.12 Parameter Secondary Synchronization – Reference Signal Receiver Power (SS-RSRP)

Synchronization Signal – Reference Signal Received Power (SS-RSRP) merupakan parameter yang mengukur daya linier rata-rata pada *resource elements* yang mengirimkan informasi *reference signal* dalam 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*. SS-RSRP merupakan informasi *level* kuat sinyal pada suatu sel. Tabel 2.1 merupakan kategori rentang nilai SS-RSRP.

Tabel 2.1 Kategori Nilai SS-RSRP [31]

Kategori	Range SS-RSRP (dBm)	Warna
Sangat Buruk	(-150) – (-120)	
Buruk	(-120) – (-100)	
Normal	(-100) – (-90)	
Baik	(-90) – (-80)	
Sangat Baik	(-80) – (0)	
Tidak Terjangkau	<i>Outside Range</i>	

2.2.13 Parameter Secondary Synchronization – Signal to Noise and Interference Ratio (SS-SINR)

Synchronization Signal – Signal interference noise ratio (SS-SINR) adalah rasio yang antara daya rata-rata isyarat yang diterima dengan interferensi dan derau. Dalam arti rasio yang antara rata-rata power diterima dengan rata-rata interferensi dan noise. *Minimum* RSRP dan SINR yang sesuai tergantung dengan bandwidth frekuensinya. Nilai SINR user pada perbatasan sel (cell edge) secara tidak langsung akan mempengaruhi throughput user, jika nilai SINR besar maka throughput juga besar akan tetapi jika SINR kecil maka nilai throughput semakin kecil. Tabel 2.2 merupakan kategori rentang nilai SS-SINR.

Tabel 2.2 Kategori Nilai SS-SINR [31]

Kategori	Range SS-SINR (dB)	Warna
Sangat Buruk	(-20) ~ (-11)	
Buruk	(-11) ~ (-5)	
Normal	(-5) ~ 0	
Baik	0 ~ 15	
Sangat Baik	15 ~ 30	
Tidak Terjangkau	<i>Outside Range</i>	