

Propagasi Gelombang Radio Pada Teknologi Seluler

Uke Kurniawan Usman

Fakultas Teknik Elektro, Program Studi Teknik Telekomunikasi,
Universitas Telkom
ukeusman@telkomuniversity.ac.id

Abstrak

Beberapa tahun belakang ini telah menjadi isu yang menarik tentang generasi ke lima (5G) untuk kemudian menjadi sebuah standar teknologi seluler. Seperti telah kita ketahui tentang Long-term Evolution (LTE) yang menjadi bagian dari generasi ke empat (4G), perkembangan generasi ke empat ini telah mencapai titik kesempurnaan. Pada paper ini membahas masalah propagasi gelombang yang akan dipergunakan pada teknologi seluler 5G yang mana teknologi ini merupakan perkembangan dari teknologi sebelumnya yaitu 1G, 2G, 3G, dan 4G. Model propagasi gelombang radio pada 5G diprediksi akan lebih rumit disbanding dengan teknologi sebelumnya dikarenakan spesifikasi teknologi 5G yang harus dapat melakukan komunikasi antara M2M dan juga D2D.

Kata kunci: Pathloss, propagasi, seluler, 5G

1. Pendahuluan

Pathloss adalah suatu metode yang digunakan untuk mengukur suatu loss yang disebabkan oleh cuaca, kontur tanah dan lain-lain, agar tidak mengganggu pemancaran antar 2 buah antenna yang saling berhubungan. Semakin jauh jarak antara pengirim dan penerima dalam komunikasi seluler akan mengakibatkan terjadinya rugi-rugi (pathloss) sinyal yang terjadi disepanjang saluran transmisi, yang akan mempengaruhi kualitas sinyal yang akan diterima, sehingga perlu dilakukan perhitungan rugi-rugi (pathloss) untuk jaringan teknologi 5G.

2. Definisi Propagasi Gelombang Radio

Propagasi adalah rambatan gelombang microwave melalui udara dari antena pemancar ke antena penerima yang jaraknya bisa mencapai ribuan kilometer. Media perambatan atau biasa juga disebut saluran transmisi gelombang dapat berupa fisik yaitu sepasang kawat konduktor, kabel koaksial dan berupa non fisik yaitu gelombang radio atau sinar laser.

Propagasi gelombang radio merupakan sesuatu yang sangat penting untuk mengetahui dan mengerti rintangan dan gangguan dalam lingkungan radio bergerak. Pengetahuan terhadap propagasi gelombang radio juga sangat penting dalam perencanaan dan pengoperasian komunikasi dengan gelombang radio agar komunikasi dapat berjalan dengan lancar.

Sistem komunikasi bergerak atau biasa dikenal dengan system cellular menggunakan gelombang radio sebagai media untuk mengkoneksikan antara perangkat satu dengan yang lain. Pada konsep komunikasi dengan gelombang radio ini dikenal suatu mode propagasi. Propagation model atau model propagasi adalah suatu cara untuk memprediksi daya sinyal rata-rata. Ada tiga mekanisme dominan dari propagasi pada sistem komunikasi bergerak (mobile) yaitu pantulan (reflection), difraksi, dan hamburan (scattering).

2.1. Path Loss

Pathloss adalah suatu metode yang digunakan untuk mengukur suatu loss yang disebabkan oleh cuaca, kontur tanah dan lain-lain, agar tidak mengganggu pemancaran antar 2 buah antenna yang saling berhubungan. Nilai pathloss menunjukkan level sinyal yang melemah (mengalami attenuation) yang disebabkan oleh propagasi free space seperti refleksi, difraksi, dan scattering. Path loss sangat penting dalam perhitungan Link Budget, ukuran cell, ataupun perencanaan frekuensi. Faktor-faktor yang mempengaruhi nilai level daya dan pathloss adalah jarak pengukuran antara Tx dan Rx, tinggi antena (Tx dan Rx), serta jenis area pengukuran.

Link budget merupakan sebuah cara untuk menghitung mengenai semua parameter dalam transmisi sinyal, mulai dari gain dan losses dari Tx sampai Rx melalui media transmisi. Link merupakan parameter dalam merencanakan suatu jaringan yang menggunakan media transmisi berbagai macam. Link budget ini dihitung berdasarkan jarak antara transmitter (Tx) dan receiver (Rx). Link budget juga dihitung karena adanya penghalang antara Tx dan Rx misal gedung atau pepohonan. Link budget juga dihitung dengan melihat spesifikasi yang ada pada antenna. Manfaat Link Budget ialah:

- Untuk menjaga keseimbangan gain dan loss guna mencapai SNR yang diinginkan di receiver.
- Mengetahui radius sel sebab maksimum loss diperoleh.

Fading adalah gangguan karena pantulan serta lapisan udara yang tidak seragam. Fading terjadi karena adanya fenomena lebih dari satu lintasan, dan bahkan banyak/ganda lintasan (multipath fenomena). Fading bisa terjadi di sembarang tempat, dimana kedua sinyal gelombang tanah dan gelombang ionosfir/langit diterima. Fading jenis ini dijumpai dalam komunikasi jarak jauh yang melewati daerah berair

dimana propagasi gelombang bisa mencapai tempat yang jauh. Di tempat/daerah di luar jangkauan gelombang tanah, yaitu daerah yang hanya bisa dijangkau oleh gelombang langit. Fading bisa terjadi karena adanya akibat propagasi dari gelombang radio, meliputi pembiasan, pantulan, difraksi, hamburan, redaman dan ducting. Pengaruh fading terhadap sinyal terima dapat memperkuat ataupun memperlemah, tergantung besar fasa dari sinyal resultan antara sinyal langsung dan sinyal tidak langsung.

3. Masalah Propagasi Gelombang Radio Dalam Sistem Seluler

3.1. Absorsi/Penyerapan

Pada saat gelombang elektromagnetik menabrak sesuatu material, biasanya gelombang akan menjadi lemah atau teredam. Banyak daya yang hilang akan sangat tergantung pada frekuensi yang digunakan dan tentunya material yang ditabrak. Untuk gelombang microwave, ada dua material utama yang menjadi penyerap, yaitu:

1) Metal

Elektron bergerak bebas di metal dan siap untuk berayun oleh karenanya akan menyerap energy dari gelombang yang lewat.

2) Air

Gelombang microwave akan menyebabkan molekul air bergetar, yang pada prosesnya akan mengambil sebagian energi gelombang.

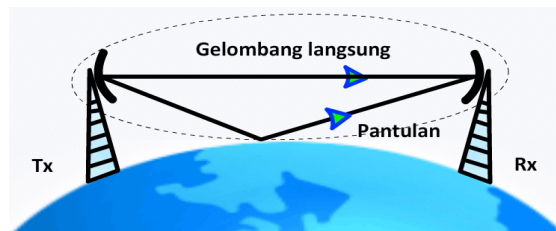
Untuk kepentingan pembuatan jaringan nirkabel secara praktis, kita akan melihat metal dan air sebagai penyerap gelombang yang baik. Lapisan air merupakan penghalang gelombang microwave, kira-kira sama dengan tembok pada cahaya. Air mempunyai banyak dampak yang besar dan dalam banyak kesempatan perubahan cuaca sangat mungkin untuk membuat sambungan jaringan nirkabel menjadi putus.

Ada material lain yang mempunyai efek yang lebih kompleks terhadap penyerapan gelombang radio, yaitu pohon dan kayu. Banyaknya penyerapan sangat tergantung pada jumlah air yang ada pada material yang terkena gelombang microwave.

3.2. Refleksi/Pantulan

Gelombang radio juga akan terpantul jika gelombang tersebut bersentuhan dengan material yang cocok untuk itu. Untuk gelombang radio, sumber utama dari pantulan adalah metal dan permukaan air. Aturan terjadinya pantulan cukup sederhana, sudut masuknya gelombang ke permukaan akan sama dengan sudut sinyal di pantulkan. Dalam pandangan gelombang radio sebuah terali besi atau sekumpulan tiang besi yang rapat sama dengan sebuah permukaan yang padat, selama jarak antar tiang lebih kecil dari panjang gelombang radio-nya.

Sudut masuk gelombang akan sama dengan sudut dari pantulan. Sebuah bentuk parabolik akan menggunakan efek ini untuk mengkonsentrasikan gelombang radio yang tersebar dipermukaannya menuju satu tujuan.



Gambar 1. Ilustrasi fenomena refleksi pada propagasi gelombang radio

3.3. Difraksi

Difraksi adalah lenturan yaitu peristiwa pematahan gelombang oleh celah sempit sebagai penghalang. Difraksi dapat membuat sinyal radio mampu merambat melalui kelengkungan bumi, melewati horizon dan merambat dibelakang halangan. Difraksi akan tampak seperti pembelokan dari gelombang pada saat menabrak sebuah objek, hal ini merupakan efek dari sifat gelombang. Jika kita melihat barisan gelombang yang mungkin saja berupa gelombang elektromagnetik seperti sinar yang lurus, akan susah untuk menerangkan bagaimana caranya mencapai titik-titik yang tersembunyi dibalik penghalang. Dengan model barisan gelombang maka fenomena ini menjadi masuk akal.

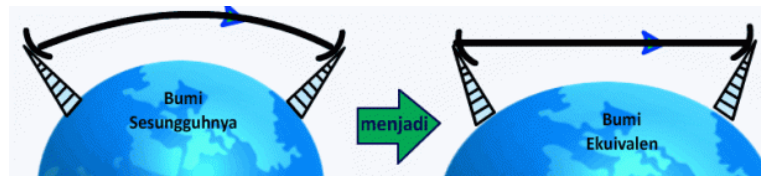


Gambar 2. Ilustrasi fenomena difraksi pada propagasi gelombang radio

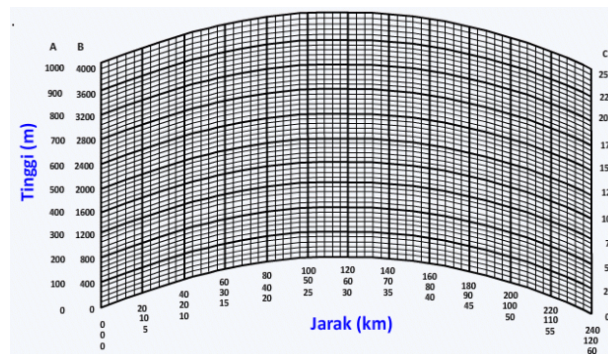
Prinsip Huygens memberikan sebuah model untuk mengerti perilaku ini. Pada gelombang microwave, dimana panjang gelombangnya beberapa centimeter, akan menampilkan efek difraksi saat gelombang menabrak tembok, puncak gunung, dan berbagai halangan lainnya. Efek ini akan tampak seperti penghalang akan menyebabkan gelombang mengubah arahnya dan mengitari sisi atau pojokan penghalang.

3.4. Pembiasan/Refraksi

Pada atmosfer bumi terjadi pembiasan Gelombang sekitar 18 km dari permukaan bumi di daerah khatulistiwa dan sampai sekitar 8 dan 11 km di daerah kutub selatan dan utara. Untuk itu radius bumi diubah disesuaikan demikian hingga kelengkungan relatif antara gelombang dan bumi tetap seperti yang ditunjukkan Gambar 6 Radius kelengkungan bumi yang telah disesuaikan dengan perbandingan antara radius efektif bumi dan radius bumi yang sesungguhnya disebut dengan faktor K. Pada kondisi atmosfer normal, dalam perhitungan radius bumi ekuivalen biasanya digunakan $K = 4/3$ (J, Herman, 1986: 3.2).



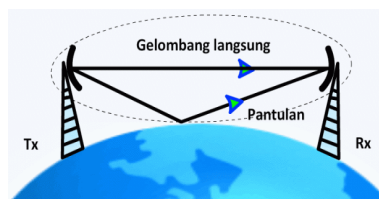
Gambar 3. Radius Efektif Bumi



Gambar 4. Profil lintasan (path profile) dengan faktor $K = 4/3$

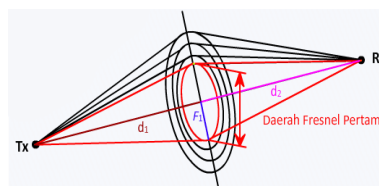
3.5. Propagasi Line of Sight

Propagasi gelombang pada frekuensi diatas 30 MHz memanfaatkan gelombang langsung dan gelombang pantul oleh permukaan bumi. Pada Gambar 5 berikut ini adalah gambaran dari propagasi Line of Sight (LOS).



Gambar 5. Daerah Freshnel di sekitar lintasan langsung

Pada propagasi LOS terdapat daerah yang harus dan wajib terhindar dari halangan, daerah itu disebut dengan daerah fresnel (fresnel zone). Seperti yang ditunjukkan pada gambar dibawah ini.



Gambar 6. Pemetaan daerah-daerah Fresnel

Berdasarkan Gambar 9 dan keterangan di atas, F_1 disebut sebagai radius daerah Freshnel pertama, yang dirumuskan dengan (Aswoyo, 2006: 101) :

$$F_1 = 17,3 \sqrt{\frac{d_1 \times d_2}{f(d_1 + d_2)}}$$

F_1 = radius daerah Freshnel pertama (m)
 f = frekuensi kerja (GHz)
 d_1 = jarak antara Tx dengan halangan (km)
 d_2 = jarak antara Rx dengan halangan (km)
 $d = d_1 + d_2$ = jarak antara Tx dan Rx (km)

3.6. Redaman pada ruang bebas (free space loss)

Redaman LOS berharga rata-rata sama dengan redaman ruang bebas. Dalam perhitungan redaman lintasan dianggap tetap sehingga untuk LOS adalah (J, Herman, 1986: 3.29):

$$L_p = 32,5 + 20 \log d \text{ (km)} + 20 \log f \text{ (MHz)}$$

4. Model Propagasi Gelombang Radio Pada Sistem Seluler

Model propagasi pada sistem transmisi radio komunikasi bergerak atau sistem komunikasi seluler ini diperlukan karena Karakteristik propagasi pada jaringan bergerak (seluler) berbeda dibandingkan dengan karakteristik propagasi pada jaringan tetap. Pada jaringan bergerak fading yang terjadi lebih hebat dan fluktuatif dibandingkan dengan jaringan tetap. Selain itu biasanya daerah yang dilayani berupa daerah yang tidak teratur permukaannya, sehingga model propagasi ini dapat digunakan untuk memperkirakan redaman lintasannya. Ada dua model propagasi yang sering digunakan untuk memperkirakan redaman lintasan sepanjang permukaan daerah yang tidak teratur. Yaitu model propagasi okumura dan model propagasi hatta, namun karena kedua model propagasi ini saling melengkapi satu sama lain dan memiliki karakteristik yang hampir sama sehingga kedua model propagasi ini sering disebut sebagai model propagasi Okumura – Hatta.

4.1. Model Propagasi Okumura

Model propagasi Okumura adalah salah satu model yang terkenal dan paling banyak digunakan untuk melakukan prediksi sinyal di daerah urban (kota). Model ini cocok untuk range frekuensi antara 150-1920 MHz dan pada jarak antara 1-100 km dengan ketinggian antenna base station (BS) berkisar 30 sampai 1000 m. Okumura membuat kurva-kurva redaman rata-rata relatif terhadap redaman ruang bebas (Amu) pada daerah urban melalui daerah quasi-smooth terrain dengan tinggi efektif antenna base station (high transmitter equipment) 200 m dan tinggi antenna mobile station (high receiver equipment) 3 m. Kurva-kurva ini dibentuk dari pengukuran pada daerah yang luas dengan menggunakan antenna omni directional baik pada Base Station maupun Mobile Station.

4.2. Model Propagasi Hatta

Model propagasi Hatta adalah model yang menggunakan bentuk persamaan empirik dari kurva redaman lintasan yang dibuat oleh Okumura, karena itu model ini lebih sering disebut sebagai model Okumura-Hatta. Model ini valid untuk daerah range frekuensi antara 150-1500 MHz. Hatta membuat persamaan standard untuk menghitung redaman lintasan di daerah urban, sedangkan untuk menghitung redaman lintasan di tipe daerah lain (suburban, open area, dll), Hatta memberikan persamaan koreksinya.

Model Hatta merupakan suatu hubungan empiris yang diturunkan dari laporan teknik yang dibuat oleh OKUMURA, sedemikian sehingga hasilnya dapat digunakan dalam perangkat-perangkat komputasi.

1) Daerah Urban

Dipadati dengan bangunan-bangunan besar dan perumahan-perumahan, atau pedesaan besar yang dipenuhi dengan rumah-rumah disana-sini.

$$L_{HU} = C_1 + C_2 \log(f) - 13,82 \log(h_B) - a(h_M) + [44,9 - 6,55 \log(h_B)] \log(d)$$

Dimana :

f = MHz

h_B = tinggi antena BS (meter) ; $30m \leq h_B \leq 200m$

h_M = tinggi antena MS (meter) ; $1m \leq h_M \leq 10m$

d = jarak BS - MS (km) ; $1 \text{ km} \leq d \leq 20 \text{ km}$

$C_1 = 69,55$ untuk $400 \leq f \leq 1500$

$= 46,3$ untuk $1500 < f \leq 2000$

$C_2 = 26,16$ untuk $400 \leq f \leq 1500$

$= 33,9$ untuk $1500 < f \leq 2000$

$$a(h_M) = [1,1 \log(f) - 0,7]h_M - [1,56 \log(f) - 0,8] \quad \text{untuk small atau medium-sized city}$$

$$a(h_M) = 3,2(\log 11,75 h_M)^2 - 4,97 \text{ dB} ; f \geq 400 \text{ MHz} \quad \text{untuk large city}$$

2) Daerah Sub-urban

Desa atau jalan raya dengan rumah-rumah tersebar, bangunan-bangunan kecil dan pepohonan.

$$L_{HS} = L_{HU} - 2 \left[\log \frac{f}{28} \right]^2 - 5,4$$

3) Daerah Rural Terbuka

Lintasan propagasi dengan sedikit penghalang, daerah bebas sepanjang 300 - 400 m (tanah pertanian, ladang-ladang terbuka).

$$L_O = L_{HU} - 4,78 \{ \log(f) \}^2 + 18,33 \log(f) - 40,94$$

3.3. Model Walfisch-Ikegami (COST-231)

Merupakan kombinasi model empiris & deterministik untuk mengestimasi path loss di daerah urban, pada range frekwensi 800 MHz - 2000 MHz. Digunakan terutama di Eropa untuk GSM dan model propagasi di Amerika. Terdiri dari 3 komponen :

- 1) Free Space Loss (L_{fs})
- 2) Roof top to Street diffraction & Scatter loss (L_{rts})
- 3) Multiscreen loss (L_{ms})

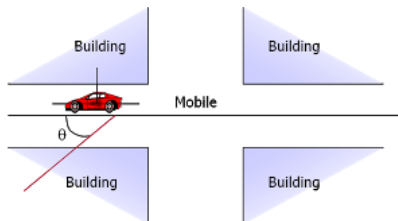
$$L_{50} = L_{fs} + L_{rts} + L_{ms}$$

$$L_{50} = L_{fs}, \text{ jika } L_{rts} + L_{ms} \leq 0$$

$$L_{50} = \text{mean path loss (dB)}$$

$$\text{Free Space Loss } (L_{fs}) = 32,4 + 20 \log r + 20 \log f_c \text{ (dB)}$$

r = jarak antara BTS dan MS dalam km
 f = frekwensi dalam MHz

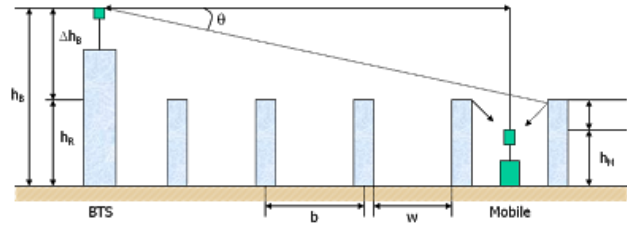


$$L_0 = -10 + 0,354 \theta \quad \text{untuk } 0 \leq \theta < 35$$

$$= 2,5 + 0,075(\theta - 35) \quad \text{untuk } 35 \leq \theta < 55$$

$$= 4,0 - 0,114(\theta - 55) \quad \text{untuk } 55 \leq \theta \leq 90$$

Dimana θ = sudut datang relatif terhadap jalan
 = road orientation with respect to the direct radio path in degrees (typically 90 for worst case).



$$L_{rts} = -16,9 - 10 \log w + 10 \log f_c + 20 \log \Delta h_M + L_0 \text{ dB}$$

Dimana :
 w = average street width (meter)
 b = average building separation (meter)
 $\Delta h_M = h_r - h_M$ (meter)

$$L_{ms} = L_{bsh} + k_a + k_d \log r + K_f \log f_c - 9 \log b \text{ dB}$$

Dimana :
 b = jarak antar bangunan sepanjang lintasan radio (m).

$$L_{bsh} = -18 \log(1 + \Delta hb) \quad ; \quad hb > hr$$

$$= 0 \quad ; \quad hb \leq hr$$

$$k_a = 5,4 \quad \text{untuk } hb > hr$$

$$= 5,4 - 0,8 \Delta hb \quad \text{untuk } r \geq 500 \text{ m}, \quad hb \leq hr$$

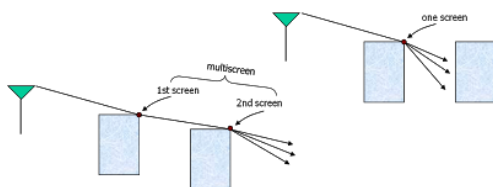
$$= 5,4 - 1,6 \Delta hb \cdot r \quad \text{untuk } r < 500 \text{ m}, \quad hb \leq hr$$

$$k_d = 18 \quad \text{untuk } hb > hr$$

$$= 18 - \frac{15 \Delta hb}{\Delta h_r} \quad \text{untuk } hb \leq hr$$

$$K_f = -4 + 0,7 \left[\frac{f}{925} - 1 \right] \quad \text{Untuk URBAN dan SUB-URBAN}$$

$$K_f = -4 + 1,5 \left[\frac{f}{925} - 1 \right] \quad \text{Untuk DENSE-URBAN}$$



3.4. Perbandingan Okumura-Hatta dengan COST-231

COST-231 sangat cocok untuk daerah Urban & Dense-Urban

- Radius sel < 5 km.
- Ketinggian antenna rendah < 50 km.
- memperhitungkan adanya difraksi & urban clutter.
- Berlaku untuk mikro-sel.
- Membutuhkan pengetahuan yang baik dari dimensi jalan & ketinggian bangunan.
- Tepat untuk jalan dengan pola grid teratur.

Sedangkan Hata-Okumura sangat cocok untuk daerah Pedesaan & Sub-Urban

- Efek medan harus dimodelkan, terutama untuk sel besar.
- Benar-benar mengabaikan urban clutter & difraksi.

- Tidak berlaku untuk antena dipasang di bawah atap yang tinggi.
- Rentang ketinggian antena adalah 30 - 200 m, sehingga tidak baik untuk perkotaan/Urban.
- Model Hata-Okumura hanya berlaku di 450 MHz.
- Model Hata-Okumura hanya berlaku untuk sel > 5 km.

4. Perbandingan Okumura-Hatta dengan COST-231

COST-231 sangat cocok untuk daerah Urban & Dense-Urban

- Radius sel < 5 km.
- Ketinggian antena rendah < 50 m.
- memperhitungkan adanya difraksi & urban clutter.
- Berlaku untuk mikro-sel.
- Membutuhkan pengetahuan yang baik dari dimensi jalan & ketinggian bangunan.
- Tepat untuk jalan dengan pola grid teratur.

Sedangkan Hata-Okumura sangat cocok untuk daerah Pedesaan & Sub-Urban

- Efek medan harus dimodelkan, terutama untuk sel besar.
- Benar-benar mengabaikan urban clutter & difraksi.
- Tidak berlaku untuk antena dipasang di bawah atap yang tinggi.
- Rentang ketinggian antena adalah 30 - 200 m, sehingga tidak baik untuk perkotaan/Urban.
- Model Hata-Okumura hanya berlaku di 450 MHz.
- Model Hata-Okumura hanya berlaku untuk sel > 5 km.

4. Perbandingan Okumura-Hatta dengan COST-231

4.1. Visi Teknologi 5G

Sampai dengan saat ini teknologi generasi kelima dalam bidang telekomunikasi masih belum ditetapkan standar yang berlaku di dunia, meskipun begitu para pelaku telekomunikasi di berbagai belahan dunia telah berlomba-lomba untuk mencari teknologi yang dapat memenuhi persyaratan minimal dimana teknologi tersebut dapat dikatakan sebagai teknologi 5G. Target teknologi 5G secara umum sebagai berikut (NTT Docomo, 2014):

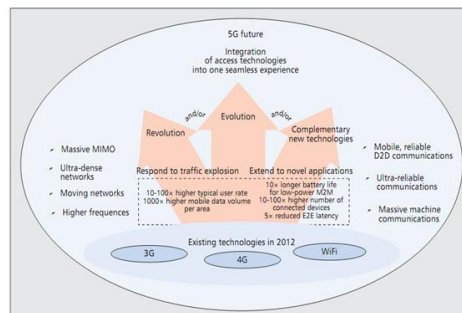
- Data rates yang tinggi (1-10 Gbps);
- Memiliki latensi dibawah 1 ms;
- Biaya dan energi yang efisien (cost & energy efficiency);
- 1000x kapasitas saat ini;
- Cakupan yang luas dengan menggunakan jaringan heterogen;
- Konektivitas yang stabil.

4.2. Standar 5G dari METIS

Mobile and wireless communications Enablers for Twenty-twenty (2020) Information Society (METIS), merupakan salah satu project konsorsium untuk standarisasi teknologi 5G, pendekatan teknologi ini berbasis dari evolusi teknologi yang telah ada untuk didesain menjadi konsep radio baru, berikut konsep yang dikembangkan dari METIS : Massal MIMO, Ultra Jaringan Padat, Jaringan Bergerak, Perangkat ke Perangkat, Ultra kehandalan, dan Massal komunikasi antar mesin.

Perkembangan sosial masyarakat telah berkembang kepada komunikasi jaringan nirkabel. Beberapa jenis layanan komunikasi seperti e-banking, e-learning, e-health dan lain-lain telah mendorong berbagai teknologi untuk mengakomodasi. Tidak sampai disana, permintaan masyarakat terhadap perkembangan informasi data dan hiburan (streaming) menjadi hal yang mutlak saat ini, sehingga kualitas layanan tidak dapat diabaikan begitu saja oleh pengelola operator telekomunikasi.

Lebih jauh akan diprediksi bahwa manusia akan menjadi pusat informasi itu sendiri (human-centric), dengan menggunakan perangkat komunikasi yang mengakibatkan komunikasi antar mesin semakin meningkat. Istilah lain yang lebih populer adalah Internet of Things (IoT), yang mempunyai prinsip lebih efisien, lebih nyaman dan lebih aman. Diperkirakan total pengguna yang terhubung dengan perangkat sekitar 50 milyar pada tahun 2020.



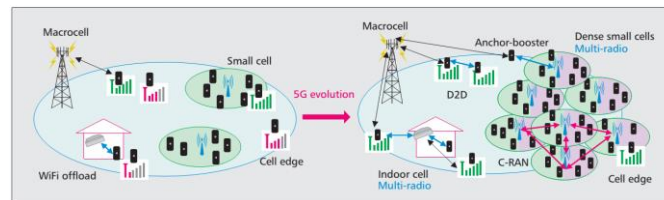
Gambar 7. Roadmap 5G by METIS

4.3. Beyond 6GHz

Gelombang milimeter / Millimetre wave (mmWave) atau disebut juga millimetre band merupakan frekuensi dengan panjang gelombang antara 10 sampai dengan 1 milimeter. Gelombang milimeter menempati spektrum 30 – 300 Ghz, sehingga dikategorikan sebagai Extremely High Frequency (EHF). Tingginya frekuensi gelombang milimeter serta karakteristik propagasi yang khusus membuat mereka berguna untuk berbagai aplikasi termasuk transmisi data dalam jumlah besar pada jaringan komputer, komunikasi seluler, dan radar. Dimungkinkannya penggunaan kanal bandwidth yang lebih besar: 2GHz, 4GHz, 10GHz bahkan 100GHz menyebabkan kecepatan yang setara dengan penggunaan kabel (fiber) (Rappaport et al., 2013).

4.4. Advanced Radio Access Networks (RANs): Heterogeneous Networks (HetNets)

HetNet mengacu pada penyediaan jaringan seluler melalui kombinasi dari berbagai jenis sel (misalnya makro, piko atau sel femto) dan teknologi akses yang berbeda (yaitu 2G, 3G, 4G, Wi-fi) (Warren & Dewar, 2014). Dengan mengintegrasikan sejumlah teknologi yang beragam tergantung pada topologi area cakupan, operator dapat berpotensi memberikan pengalaman pelanggan yang lebih konsisten dibandingkan dengan apa yang dapat dicapai dengan jaringan homogen.



Gambar 8. Evolusi infrastruktur heterogeneous networks (HetNets) (Bangerter, Talwar, Arefi, & Stewart, 2014)

Evolusi infrastruktur HetNet dalam teknologi 5G:

- Small Cells; dengan menempatkan empat smallcell dalam satu makro, tidak hanya memberikan offload data lebih dari 50 persen, tetapi juga meningkatkan kinerja jaringan makro oleh sebesar 315 persen (Hossain, Rasti, Tabassum, & Abdelnasser, 2014).
- Cloud RAN; C-RAN merupakan arsitektur jaringan seluler baru yang berbasis cloud computing.
- D2D (Device to Device) Communication.

5. Propagasi Gelombang Radio 5G

5.1. Visi Teknologi 5G

Sampai dengan saat ini teknologi generasi kelima dalam bidang telekomunikasi masih belum ditetapkan standar yang berlaku di dunia, meskipun begitu para pelaku telekomunikasi di berbagai belahan dunia telah berlomba-lomba untuk mencari teknologi yang dapat memenuhi persyaratan minimal dimana teknologi tersebut dapat dikatakan sebagai teknologi 5G. Target teknologi 5G secara umum sebagai berikut (NTT Docomo, 2014):

- Data rates yang tinggi (1-10 Gbps);
- Memiliki latensi dibawah 1 ms;
- Biaya dan energi yang efisien (cost & energy efficiency);
- 1000x kapasitas saat ini;
- Cakupan yang luas dengan menggunakan jaringan heterogen;
- Konektivitas yang stabil.

5.2. Standar 5G dari METIS

Mobile and wireless communications Enablers for Twenty-twenty (2020) Information Society (METIS), merupakan salah satu project konsorsium untuk standarisasi teknologi 5G, pendekatan teknologi ini berbasis dari evolusi teknologi yang telah ada untuk didesain menjadi konsep radio baru, berikut konsep yang dikembangkan dari METIS : Massal MIMO, Ultra Jaringan Padat, Jaringan Bergerak, Perangkat ke Perangkat, Ultra kehandalan, dan Massal komunikasi antar mesin.

Perkembangan sosial masyarakat telah berkembang kepada komunikasi jaringan nirkabel. Beberapa jenis layanan komunikasi seperti e-banking, e-learning, e-health dan lain-lain telah mendorong berbagai teknologi untuk mengakomodasi. Tidak sampai disana, permintaan masyarakat terhadap perkembangan informasi data dan hiburan (streaming) menjadi hal yang mutlak saat ini, sehingga kualitas layanan tidak dapat diabaikan begitu saja oleh pengelola operator telekomunikasi.

Lebih jauh akan diprediksi bahwa manusia akan menjadi pusat informasi itu sendiri (human-centric), dengan menggunakan perangkat komunikasi yang mengakibatkan komunikasi antar mesin semakin meningkat. Istilah lain yang lebih populer adalah Internet of Things (IoT), yang mempunyai prinsip lebih efisien, lebih nyaman dan lebih aman. Diperkirakan total pengguna yang terhubung dengan perangkat sekitar 50 milyar pada tahun 2020.

5.3. Beyond 6GHz

Gelombang milimeter / Millimetre wave (mmWave) atau disebut juga millimetre band merupakan frekuensi dengan panjang gelombang antara 10 sampai dengan 1 milimeter. Gelombang milimeter menempati spektrum 30 – 300 Ghz, sehingga dikategorikan sebagai Extremely High Frequency (EHF). Tingginya frekuensi gelombang milimeter serta karakteristik propagasi yang khusus membuat mereka berguna untuk berbagai aplikasi termasuk transmisi data dalam jumlah besar pada jaringan komputer, komunikasi seluler, dan radar. Dimungkinkannya penggunaan kanal bandwidth yang lebih besar: 2GHz, 4GHz, 10GHz bahkan 100GHz menyebabkan kecepatan yang setara dengan penggunaan kabel (fiber) (Rappaport et al., 2013).

5.4. Advanced Radio Access Networks (RANs): Heterogeneous Networks (HetNets)

HetNet mengacu pada penyediaan jaringan seluler melalui kombinasi dari berbagai jenis sel (misalnya makro, piko atau sel femto) dan teknologi akses yang berbeda (yaitu 2G, 3G, 4G, Wi-fi) (Warren & Dewar, 2014). Dengan mengintegrasikan sejumlah teknologi yang beragam tergantung pada topologi area cakupan, operator dapat berpotensi memberikan pengalaman pelanggan yang lebih konsisten dibandingkan dengan apa yang dapat dicapai dengan jaringan homogen.

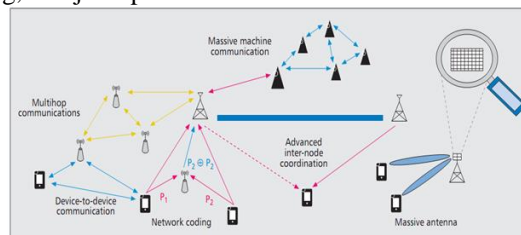
Evolusi infrastruktur HetNet dalam teknologi 5G:

- Small Cells; dengan menempatkan empat smallcell dalam satu makro, tidak hanya memberikan offload data lebih dari 50 persen, tetapi juga meningkatkan kinerja jaringan makro oleh sebesar 315 persen (Hossain, Rasti, Tabassum, & Abdelnasser, 2014).
- Cloud RAN; C-RAN merupakan arsitektur jaringan seluler baru yang berbasis cloud computing.
- D2D (Device to Device) Communication.

5.5. Transmisi Multi Node/Multi Antena

Perkembangan tentang multi node ditujukan untuk meningkatkan performansi dan kemampuan sistem nirkabel pada target 5G. Massive multiple input multiple output (MIMO) dapat meningkatkan kecepatan, meningkatkan efisiensi spektrum frekuensi, meningkatkan jaringan yang handal, memperluas coverage, dan efisiensi energi.

Koordinasi antar antar node merupakan salah satu bagian yang penting dalam meningkatkan efisien spektrum, dan meningkatkan throughput di sisi user. METIS mengusulkan pemadatan jaringan dapat menggunakan infrastruktur jaringan relay dan teknik dari backbone wireless, seperti wireless network coding, buffer-aided relaying, dan joint proses antar komunikasi.



Gambar 9. Transmisi Multi Node by METIS

6. Kesimpulan

Pita frekuensi yang tinggi diharapkan dapat digunakan pada teknologi 5G, sehingga karakteristik propagasi radio harus dijelaskan untuk mempelajari sistem 5G. Pada paper ini telah dijelaskan masalah yang berkaitan dengan propagasi gelombang radio dan tantangan masalah propagasi yang akan dihadapi pada era 5G.

Daftar Pustaka

- [1] NTT Docomo. (2014). 5G Radio Access: White Paper Requirements , Concept and Technologies.
- [2] IEEE Communications Surveys & Tutorials, Vol. 15 No. 1, Firt Quarter 2013 “A Survey of Wireless Path Loss Prediction and Coverage Mapping Methods”.
- [3] Osseiran, A., Boccardi, F., Braun, V., Kusume, K., Marsch, P., Maternia, M., Fallgren, M. (2014). Scenarios for 5G mobile and wireless communications: the vision of the METIS project. IEEE Communications Magazine, 52(5),26–35. <http://doi.org/10.1109/MCOM.2014.6815890>