

PERENCANAAN COVERAGE AREA PICOSEL LTE DI RUMAH SAKIT PERMATA CIBUBUR

LTE Picocell Coverage Planning On Permata Cibubur Hospital

Reza Abdul Rozaq¹, Miftadi Sudjai, Ir., M.Sc., Ph.D.²,
Ir. Achmad Ali Muayyadi, M.Sc., Ph.D.³

^{1,3}Prodi S1 Teknik Telekomunikasi, Fakultas Teknik, Universitas Telkom
¹ojaaak@student.telkomuniversity.ac.id, ²miftadi@telkomuniveristy.co.id,
³alimuayyadi@telkomuniversity.ac.id

Abstrak

Kebutuhan manusia akan informasi data dengan *transfer data rate* yang tinggi dan dapat diakses dimana saja merupakan hal penting bagi semua *user* yang menggunakan layanan teknologi komunikasi seluler. Terlebih lagi, kecepatan tersebut dibutuhkan untuk memberikan informasi yang penting, serta sistem yang dapat menjangkau seluruh area yang akan dibutuhkan. sehingga ketika suatu area tersebut sudah tercakup, maka akan mendapatkan akses internet yang baik dan stabil seperti yang dibutuhkan pada Rumah Sakit Permata Cibubur. Tujuan dilakukannya penelitian ini adalah untuk merancang suatu sistem dengan *coverage area*, *capacity planning*, serta jumlah *cell* yang dibutuhkan untuk membangun sistem jaringan *indoor* di Rumah Sakit Permata Cibubur menggunakan *picocell*. Dimana *picocell* sendiri merupakan *base station* dengan ruang lingkup yang kecil dan digunakan di gedung perkantoran atau rumah sakit, sehingga akan maksimal penggunaannya. Perancangan *picocell* menggunakan aplikasi simulasi RPS (*Radio Propagation Simulator*) untuk *coverage* dan menggunakan COST 231 *Multiwall*. Perencanaan jaringan akses ini terdiri dari 3 Skenario berdasarkan jumlah dari antenna yang digunakan, dan masing – masing skenario mendapatkan 2 rancangan penempatan antenna yang berbeda. terdapat skenario Berdasarkan perhitungan dan simulasi, didapat nilai dari RSL skenario 1 sebesar -45.58 dBm, skenario 2a sebesar -35.8 dBm, skenario 2b sebesar -38.2 dBm, skenario 3a sebesar -32.1 dBm, dan skenario 3b sebesar -32.2 dBm.

Kata kunci : Cellular network, Picosel, Coverage planning, Capacity planning, RSL, SIR.

Abstract

Human needs for data information with high data rate transfer and can be accessed anywhere is important for all users who use cellular communication technology services. What's more, speed is needed to provide important information, also the system that can cover a whole area that need to get covered. When an area has been covered, it will get a good and stable internet access like what Permata Cibubur Hospital needs. The purpose of this final task is to design a system with coverage area, capacity planning, and number of required cell that needed to planning an indoor network system on Permata Cibubur Hospital using picocell. Where Picocell itself is a base station with small coverage area and is used in office buildings or hospital, so it will be maximum use. Picocell designing using simulation software RPS (*Radio Propagation Simulator*) for coverage and using COST 231 *Multiwall*. This access network planning consist of 4 scenario based on how many antenna used, each scenario got 2 different antenna placement. Based on counting and simulation, result of RSL scenario 1 is -45.58 dBm, scenario 2a is -35.8 dBm, scenario 2b is -38.2 dBm, scenario 3a is -32.1 dBm, and scenario 3b is -32.2 dBm.

Key words : Cellular network, Picocell, Coverage planning, Capacity planning, RSL, SIR.

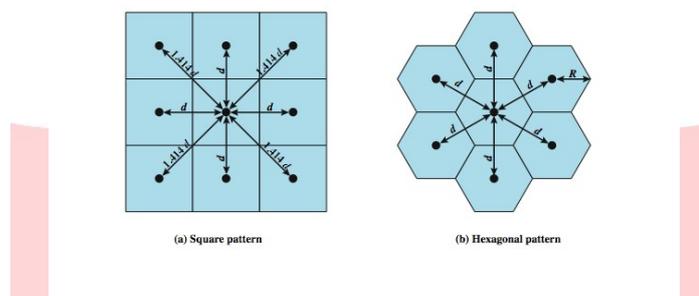
1. Pendahuluan

Meningkatnya kebutuhan pelanggan akan koneksi maupun layanan seluler yang cepat harus diimbangi pula oleh teknologi yang dapat mewujudkan dan melayani hal tersebut. Kini, teknologi seluler itu harus merambat ke hal – hal yang baru yang dapat dimanfaatkan oleh berbagai macam kebutuhan, salah satunya kebutuhan di dalam rumah sakit dengan memakai jaringan seluler yang dapat menawarkan fitur dengan kecepatan yang tinggi. Dewasa ini, perancangan penggunaan jaringan seluler belum merata di semua tempat dan masih hanya difokuskan di beberapa lokasi yang didalamnya terdapat calon pengguna dalam jumlah yang besar, contohnya seperti di kota-kota besar di Indonesia yang tingkat penduduknya dapat dikatakan padat, sehingga potensi pengguna pun akan semakin besar. Namun, tidak dapat dipungkiri bahwa rumah sakit merupakan salah satu fasilitas penting yang digunakan untuk kepentingan pengguna tersebut. Untuk dapat dilakukan penyelenggaraan perencanaan jaringan seluler yang menggunakan *picocell*, maka diperlukan perancangan yang akan menggunakan *coverage planning*, dan *capacity planning* yang akan menghasilkan hasil berupa parameter – parameter seperti, RSRP (*Reference Signal Received Power*), RSRQ (*Reference Signal Received Quality*), RSL (*Received Signal Level*), dan SIR (*Signal Interference Ratio*), yang akan menjadi bahan pertimbangan dari hasil perancangan ini. Dengan sistem *wireless* ini, dapat memudahkan jalannya suatu operasi di dalam rumah sakit karena tidak akan ada kabel yang melintang dan dikhawatirkan akan mengganggu proses operasi tersebut.

2. Dasar Teori
2.1 Jaringan Seluler

Jaringan seluler merupakan jaringan nirkabel yang bertujuan untuk meningkatkan kapasitas penggunaan *device mobile*. Jaringan ini yang secara perlahan akan menggantikan fungsi dari *transmitter* dan *receiver* berdaya tinggi, seperti yang digunakan radio komersial saat ini. Sistem yang digunakan pada jaringan seluler adalah sistem yang menggunakan daya rendah, sehingga lebih efektif dalam penggunaannya. Setiap *device* yang berperan dalam jaringan seluler akan memiliki antena, yang setiap antenanya menggunakan daya yang relatif rendah, dan antara *device* yang satu saling berhubungan dengan *device* yang lainnya.

Setiap *base station* yang memberikan *service* pada pengguna akan dibagi menjadi area – area yang berbentuk heksagonal (*cell*) dengan *station* yang berada tepat di tengah tiap area heksagonal tersebut. Hali ini bertujuan agar sinyal yang dipancarkan oleh setiap *base station* terbagi secara merata pada setiap area yang ada, sehingga daya yang dibutuhkan lebih sedikit dan dapat mengurangi kemungkinan interferensi sinyal.

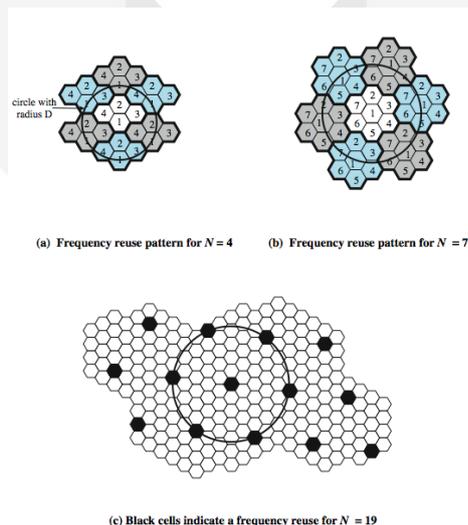


Gambar 2. 1 Pembagian Area pada jaringan seluler

Pada gambar 2.1.a area yang digunakan berbentuk persegi. Jarak antara suatu *base station* ke *base station* lainnya akan bervariasi mulai dari “*d*” sampai “*1.414 d*” sehingga tidak efisien dalam penggunaannya, sedangkan pada gambar 1.b area yang digunakan berbentuk heksagonal, sehingga jarak antara satu *base station* ke *base station* lainnya tetap sejauh “*d*” dan lebih efisien.

Penggunaan *cell* pada jaringan seluler juga berguna untuk melakukan metoda *Frequency Reuse*. Setiap provider yang menyediakan layanan jaringan seluler akan diberikan batas penggunaan frekuensi sinyal yang dapat digunakannya, sehingga diperlukan suatu metoda untuk menjaga keefektifan penggunaan frekuensi yang terbatas tersebut. Salah satu cara ialah menggunakan metoda *Frequency Reuse*, dimana frekuensi yang digunakan pada suatu tempat akan digunakan kembali di tempat yang lain dengan memperhitungkan kemungkinan interferensi yang mungkin terjadi.

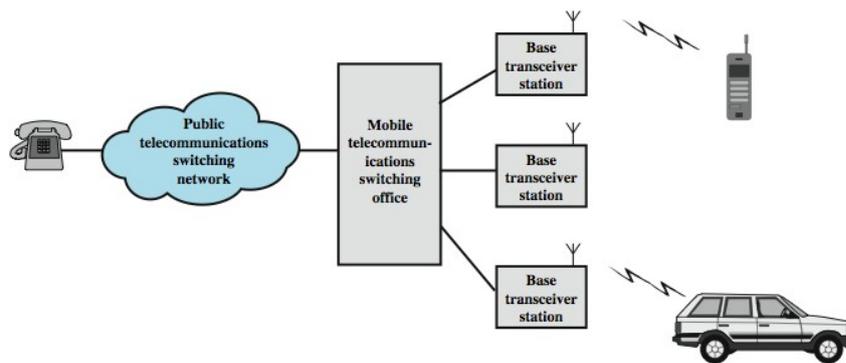
Frekuensi yang diberikan pada sebuah provider jaringan seluler akan dibagi menjadi frekuensi – frekuensi yang lebih kecil dan kemudian frekuensi – frekuensi kecil tersebut akan dibagikan ke *cell – cell* yang ada. Kumpulan *cell – cell* tersebut akan membentuk sebuah cluster. *Cell* yang berada pada sebuah cluster hanya mungkin memiliki frekuensi yang sama dengan *cell* yang berada pada cluster yang lain (*frequency reuse*), atau dengan kata lain setiap *cell* yang berdekatan tidak boleh memiliki frekuensi yang sama. Hal ini bertujuan untuk menghindari kemungkinan interferensi ataupun crosstalk yang mungkin terjadi antar *cell*.



Gambar 2. 2 Frekuensi Reuse dengan metode cell dan cluster

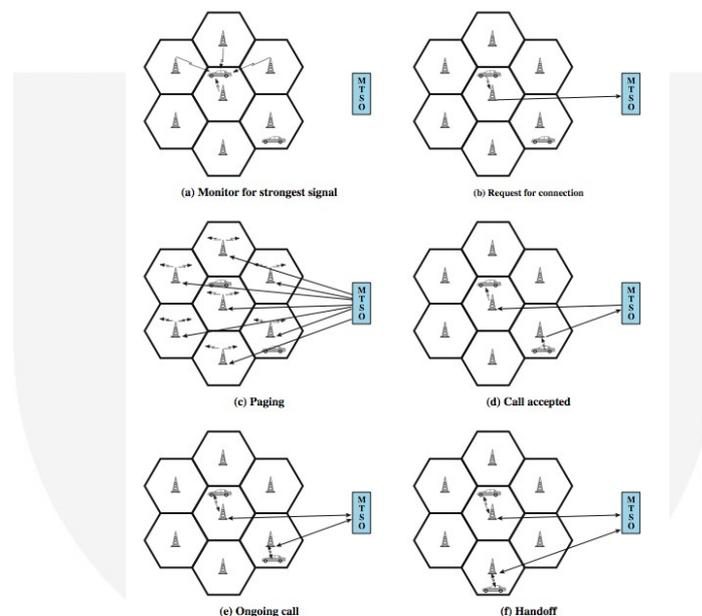
Untuk memperbesar kapasitas jaringan yang dapat digunakan pada jaringan seluler, terdapat beberapa hal yang dapat dilakukan yaitu menambah *channel* ataupun *base station* yang menyediakan service jaringan pada pengguna, meminjam frekuensi yang digunakan oleh *cell* yang terdekat untuk menyediakan servis pada *cell* yang lainnya, ataupun melakukan pemotongan *cell*, sehingga jaringan dari *cell* yang dipotong tersebut dapat digunakan untuk melayani area yang lebih membutuhkan, ataupun dengan menambahkan *microcell* pada area tertentu yang sangat membutuhkan jaringan.

Dalam cara berkomunikasi, setiap *device* yang menggunakan jaringan seluler akan terkoneksi ke BTS (*Base Transceiver Station*) masing masing. Jika suatu *device* ingin berkomunikasi dengan *device* lain, *device* tersebut akan terkoneksi ke BTS, BTS tersebut akan menerima kode wilayah dari *device* yang dituju dan meneruskannya ke MTSO (*Mobile Telecommunication Switching Office*) yang bertanggungjawab melayani BTS tersebut. MTSO akan mencari kode dari *device* yang akan dituju, jika *device* tersebut masih berada dalam lingkup MTSO tersebut, maka MTSO akan secara langsung meneruskan koneksi ke BTS yang melayani *device* yang dituju, jika tidak berada pada lingkungannya, maka MTSO tersebut akan meneruskan koneksi ke MTSO lain yang melayani *device* yang dituju. MTSO juga akan berperan sebagai penyambung jaringan seluler dengan PTSN (*Public Telecommunication Switching Network*).



Gambar 2.3 Overview Jaringan Seluler

Tahap – tahap melakukan panggilan atau komunikasi dalam jaringan seluler dapat dilihat pada gambar berikut:



Gambar 2.4 Call Stages pada Jaringan Seluler

Tahapan tahapan komunikasi pada jaringan seluler adalah sebagai berikut.

- Device* mobile akan memonitor BTS mana yang memiliki signal strength yang paling baik untuk digunakan oleh *device* mobile tersebut.
- Setelah menemukan BTS yang sesuai, *device* akan melakukan *request connection* ke BTS tersebut dan BTS yang bersangkutan akan meneruskan koneksi tersebut ke MTSO yang bersesuaian.
- Setelah menerima koneksi, maka MTSO akan melakukan proses *paging* untuk memetakan *base station* yang ada dalam lingkungannya.

- d) Setelah dipetakan, maka MTSO akan menghubungkan BTS *device* yang melakukan panggilan dengan BTS *device* yang dipanggil. Dengan itu, kedua *device* dapat saling berkomunikasi.
- e) Kedua *device* berkomunikasi melalui BTS yang bersesuaian dengan lokasi masing masing dengan perantara MTSO
- f) Handoff adalah suatu keadaan jika salah satu *device* penerima ataupun sumber bergerak keluar lingkup dari *cell* awal ke *cell* yang lain selama berkomunikasi. Jika terjadi maka secara otomatis, *device* akan di *assign* ke BTS yang bertanggung jawab pada lingkup *cell* yang dimasuki *device* tersebut.

Terdapat Hal hal yang harus diperhatikan dalam penggunaan Jaringan Seluler, yaitu antara lain kekuatan sinyal dan fading. Kekuatan sinyal menjadi salah satu hal penting untuk diperhatikan karena jika kekuatan sinyal terlalu besar, maka kemungkinan terjadinya interferensi antar *cell* semakin besar, disisi lain jika kekuatan sinyal terlalu kecil, maka akan sulit untuk mempertahankan kualitas sinyal antara penerima dan pengirim.

Fading juga merupakan salah satu hal yang perlu diperhatikan. Fading merupakan suatu keadaan dimana terjadi variasi kuat sinyal yang diterima oleh *device* penerima dikarenakan adanya perubahan jalur transmisi sinyal antara pengirim dan penerima sehingga memungkinkan terjadinya kerusakan komunikasi antar *device* yang ada.

Perkembangan teknologi jaringan seluler dapat dilihat pada gambar berikut.

Tabel 2. 1 Perkembangan Generasi Jaringan Seluler

Technology	1G	2G	2.5G	4G
Design began	1970	1980	1985	2000
Implementation	1984	1991	1999	2012
Services	Analog voice	Digital voice	Higher capacity packetized data	Completely IP based
Data rate	1.9. kbps	14.4 kbps	384 kbps	200 Mbps
Multiplexing	FDMA	TDMA, CDMA	TDMA, CDMA	OFDMA, SC-FDMA
Core network	PSTN	PSTN	PSTN, packet network	IP backbone

2.2 Picocell

Picocell adalah salah satu *base station* yang berguna untuk meningkatkan *coverage signal* dan mengurangi *energy consumption* dari perangkat *wireless* (Lan & Harada, 2012). Seperti *access point* pada standar IEEE 802.11 atau disebut juga *Wireless Fidelity* (Wi-Fi) yang dapat digunakan oleh orang sebagai *broadband access* koneksi internet melalui udara, *picocell* juga sama seperti itu, hanya saja *picocell* konsep pada *mobile network*. (Zhang & Roche, 2010) *Picocell* termasuk *base station* kecil yang mampu menjangkau jarak hingga beberapa puluh meter. Cara kerja *picocell* sama seperti *macrocell* pada umumnya namun dalam *coverage area* yang lebih kecil. *Picocell* biasa digunakan untuk memperluas *coverage* jaringan seluler skala kecil seperti di gedung perkantoran, pusat perbelanjaan, hotel, atau mall. Skala jangkauan area untuk *picocell* adalah 100-200 meter. Perbedaannya dengan BTS *outdoor* seperti *microcell* dan *macrocell* yaitu pada sisi pemakaian daya dan jangkauannya.

Selain itu, *picocell* juga digunakan untuk menambah kapasitas *user* serta memperkuat sinyal untuk pengiriman *voice* dan data. *Picocell* mampu menambah kapasitas *user* hingga ratusan *user*. Dengan daya yang tidak terlalu tinggi, *picocell* dapat menjadi solusi untuk mengurangi redaman sinyal dan *pathloss* yang terjadi di dalam gedung. *Picocell* juga memiliki ukuran bentuk yang kecil seperti ukuran kertas A4 dengan ketebalan hanya beberapa centimeter. (Zhang & Roche, 2010) Dalam perancangannya pun tidak memakan biaya yang mahal seperti perancangan BTS *outdoor macrocell* dan *micro cell*. (Serra & Rodrigues) Sehingga *picocell* sering digunakan oleh operator untuk meng-cover daerah di dalam gedung.

2.2.1 Distribusi Energy Picocell (GIRY, et al., 2011)

Konsumsi energi dari *Base Station* (BTS) didominasi oleh *radio equipment* (RE). Seperti yang kita ketahui bahwa *radio equipment* sangat berperan penting sebagai *interface* antara *cloud* dari *mobile user* dengan *network*. RE juga menjamin terus terjadinya pengiriman informasi dengan menyediakan *Quality of Service* (QoS) yang cukup. Untuk mengurangi konsumsi energi dari RE, sangat penting untuk menghitung energi konsumsi serta mempertimbangkan penggunaan RE yang tepat.

Gambar dibawah ini menunjukkan block diagram dari pico/femto *Base Station Transceiver* yang mendukung multiple *transceiver*, antena, dan *antenna interfaces* (L). *Transceiver* meliputi *Power Amplifier* (PA), *Radio Frequency* (RF) *transceiver*, *Baseband* (BB) *interface*. DC-DC *power regulator*. RF dan BB dapat menerima dan mentransmisikan untuk *Uplink* dan *Downlink*. Gambar dibawah ini menunjukkan macam-macam energi konsumsi yang dibutuhkan pada *base station* yang berbeda *coverage*. (Energy efficiency analysis of the reference systems, areas of improvements and target breakdown, 2010)

2.3 Konsep Perencanaan

Konsep perencanaan yang digunakan pada perencanaan jaringan seluler meliputi tiga langkah berikut:

2.3.1 Pendimensian Jaringan

Pendimensian ini dilakukan agar pada tahap perencanaan dapat memperkirakan cakupan, kapasitas, dan *Quality of Service* (QoS) berdasarkan kebutuhan penyedia layanan seluler. Berikut detail mengenai pendimensian jaringan:

- *Radio Link Budget*: merupakan proses tahapan perencanaan dengan melakukan prediksi perencanaan sesuai dengan spesifikasi jaringan yang disesuaikan dengan spesifikasi alat. Pertama, melakukan perhitungan *pathloss* sistem yang meliputi arah *uplink* dan *downlink* serta memperhitungkan parameter-parameter yang bersangkutan, diantaranya, *transmit power*, *gain antenna*, *fading margin*, *sensitivity*, dan lain-lain.
- Penentuan Cakupan: Hasil perhitungan diatas diambil nilai maksimumnya dan kemudian digunakan pada perhitungan *coverage cell* untuk memperkirakan cakupan dari sistem yang telah disesuaikan. Nilai MAPL tersebut adalah *input* dari perhitungan jari-jari *cell* yang dihitung menggunakan rumus model propagasi.
- Perkiraan Kapasitas: Selanjutnya adalah memprediksi kapasitas per *cell*. Trafik data yang ditentukan disini adalah *uplink load factor* dan *downlink load factor*.

2.3.2 Perencanaan Kapasitas dan Cakupan

Pada tahap perencanaan kapasitas dan cakupan ini, hasil inti yang dikeluarkan adalah berupa letak posisi pemancar, konfigurasi dan parameter jaringan, dengan menggunakan proses iterasi dalam penempatan posisi pemancar dan kapasitas dengan bantuan *planning tool*.

2.3.3 Pengoptimalan Jaringan

Pada tahap ini, pengoptimalan akan dapat mengurangi jumlah titik yang diperlukan tetapi dengan tetap memenuhi target cakupan dan QoS yang diinginkan menggunakan perangkat *optimizer* (mendapatkan data otomatis mengenai kemiringan, arah dan pensektoran untuk memperoleh target).

2.4 Coverage Planning

Coverage planning dilakukan agar dapat mengetahui perhitungan luas cakupan sel serta jari-jari sel yang dibutuhkan dari tiap sel agar dapat tercakup semua areanya, untuk luas cakupan sel sendiri, dapat dihitung menggunakan persamaan:

2.4.1 Model Propagasi COST 231 Multiwall

Pada COST 231 Model, seluruh dinding pada bidang vertikal antara *transmitter* dan *receiver* serta properties material dinding akan diperhitungkan. Jenis dan jumlah dari lantai yang ada pun menjadi pertimbangan dalam perhitungan. Dengan bertambahnya dinding yang dilewati sinyal maka attenuasi oleh dinding bertambah, sehingga pada model COST 231 model ini akan mendapatkan hasil sesuai dengan kondisi ruangan.

2.4.2 Perhitungan MAPL Uplink dan Downlink

Maximum Allowable Path Loss (MAPL) digunakan untuk menghitung pelemahan sinyal yang dibutuhkan *user* dengan eNodeB. Langkah pertama yang dilakukan dalam perencanaan *coverage* yaitu menghitung nilai MAPL *uplink* (UL). Selanjutnya perhitungan MAPL *downlink* (DL) diperlukan untuk menentukan nilai redaman maksimum propagasi yang diperbolehkan agar BTS dapat memenuhi kebutuhan komunikasi semua terminal *station* pada *coverage* layanan.

Pada perhitungan MAPL arah *downlink*, parameter perhitungan yang digunakan meliputi daya kirim pada eNodeB, gain antenna eNodeB, *Noise Figure* penerima oleh UE, *Receiver Noise*, *Fading Margin*, *Interference Margin*, *Rx antenna gain* (dB) dan *Body Loss*.

2.4.3 Perhitungan Jumlah Sel

Jumlah sel yang dibutuhkan dapat dihitung dengan membagi luas dari daerah perancangan dengan luas *coverage* sel.

2.5 Capacity Planning

Perencanaan *capacity* merupakan perhitungan yang dilakukan dengan memperhatikan jumlah pelanggan pada suatu area perancangan serta kemampuan suatu *site* dalam melayani kebutuhan pelanggan dengan langkah langkah perancangan sebagai berikut.

2.5.1 Forecasting jumlah pelanggan

Kebutuhan akan layanan LTE pada rumah sakit tentunya sangat dibutuhkan untuk memenuhi permintaan pelanggan serta memberikan pelayanan maksimal. Peningkatan jumlah pengunjung rumah sakit juga menimbulkan peningkatan trafik komunikasi. Oleh karena itu, diperlukan perencanaan kapasitas jaringan yang baik agar dapat memprediksi jumlah *user* pada rumah sakit untuk beberapa tahun kedepan. *Forecasting* merupakan metode yang digunakan untuk memprediksi jumlah pelanggan dalam suatu area dalam kurun waktu beberapa tahun.

2.5.2 Perhitungan Kapasitas Uplink dan Downlink

Agar kapasitas dari perancangan sesuai dengan kebutuhan dari *user*, maka dibutuhkan perhitungan pada sisi *uplink* juga *downlink*.

2.5.3 Perhitungan jumlah Site

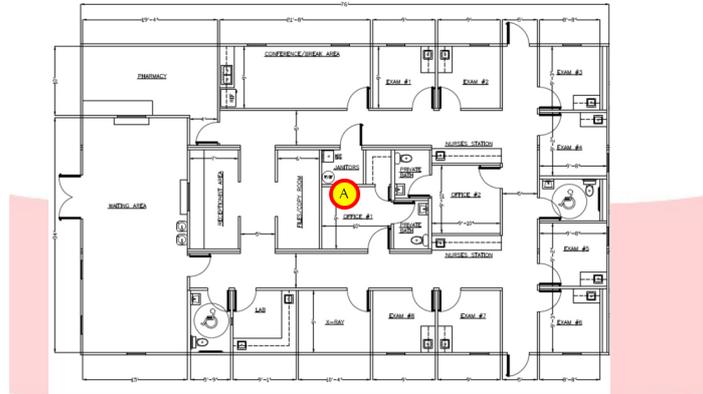
Untuk mendapatkan jumlah site yang dibutuhkan pada suatu perancangan, dibutuhkan perhitungan *throughput* pada suatu jaringan pada sisi *uplink* serta *downlink* lalu kemudian didapatkan jumlah *user* pada tiap sel.

3.1 Skenario Perencanaan

Tugas akhir ini, melakukan tujuh skenario perencanaan, yaitu perencanaan dengan menggunakan 1 buah Antenna (skenario 1), 2 buah Antenna (skenario 2a dan 2b), dan 3 buah Antenna (skenario 3a dan 3b). Penjelasan mengenai skenario-skenario tersebut adalah sebagai berikut:

3.1.1 Perencanaan Menggunakan 1 Antenna A (Skenario 1)

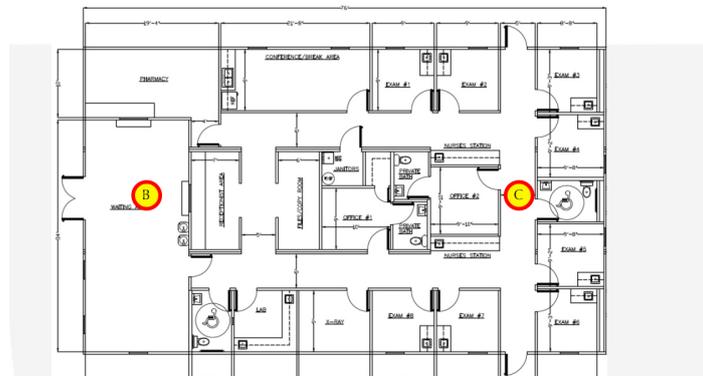
Pada skenario ini akan dilakukan perhitungan RSL dan SIR dari saluran transmisi yang terdapat pada sistem pada rumah sakit dengan menggunakan 1 buah antenna A.



Gambar 3. 1 Skenario 1 dengan 1 Antena A

3.1.2 Perencanaan Menggunakan 2 Antena B dan C (Skenario 2a)

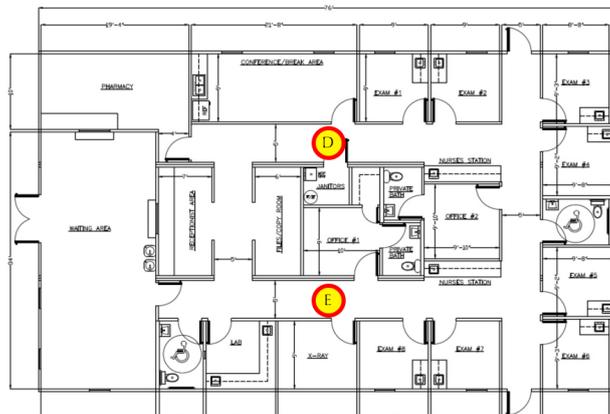
Pada skenario ini akan dilakukan perhitungan RSL dan SIR dari saluran transmisi yang terdapat pada sistem pada rumah sakit dengan menggunakan 2 buah antenna B dan C.



Gambar 3. 2 Skenario 2a dengan 2 Antena B dan C

3.1.3 Perencanaan Menggunakan 2 Antena D dan E (Skenario 2b)

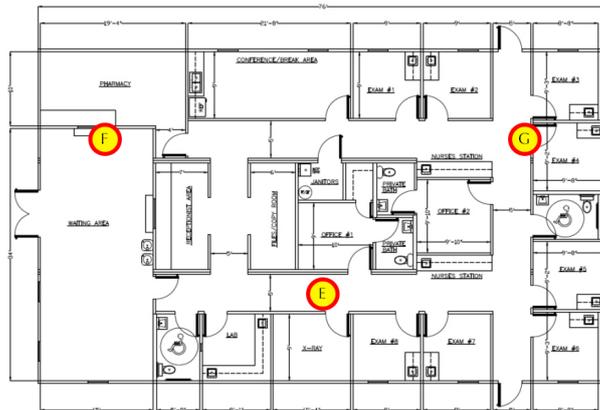
Pada skenario ini akan dilakukan perhitungan RSL dan SIR dari saluran transmisi yang terdapat pada sistem pada rumah sakit dengan menggunakan 2 buah antenna D dan E.



Gambar 3. 3 Skenario 2b dengan 2 Antena D dan E

3.1.4 Perencanaan Menggunakan 3 Antena E, F dan G (Skenario 3a)

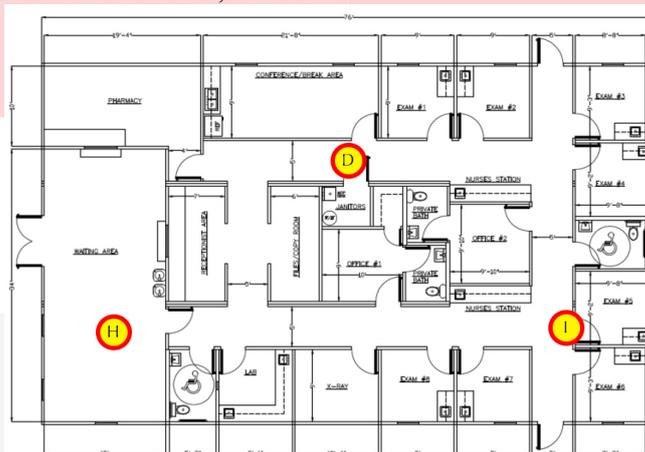
Pada skenario ini akan dilakukan perhitungan RSL dan SIR dari saluran transmisi yang terdapat pada sistem pada rumah sakit dengan menggunakan 3 buah antenna E, F dan G.



Gambar 3. 4 Skenario 3a dengan 3 Antena E, F dan G

3.4.5 Perencanaan Menggunakan 3 Antena D, H dan I (Skenario 3b)

Pada skenario ini akan dilakukan perhitungan RSL dan SIR dari saluran transmisi yang terdapat pada sistem pada rumah sakit dengan menggunakan 3 buah antena D,H dan I.

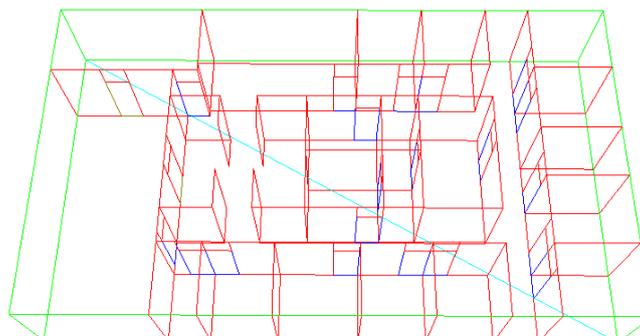


Gambar 3. 5 Skenario 3b dengan 3 Antena D, H dan I

4. Pembahasan

4.1 Pemodelan Gedung

Pada perencanaan jaringan akses di Rumah Sakit Permata Cibubur telah dibangun pemodelan 3D untuk simulasi yang akan dilakukan menggunakan aplikasi RPS 5.4.



Gambar 4. 1 Pemodelan 3D Rumah Sakit dari sisi selatan

Gambar 4.1 dan 4.2 merupakan pemodelan dari Rumah Sakit dengan menggunakan *software* RPS 5.4 dengan memperhatikan ketebalan *obstacle* (pintu, dinding, kaca dan lain – lain), jumlah *obstacle*, tipe antena, *carrier frequency*, tinggi antena, *noise figure*, dan *transmit power*.

4.2 Hasil Simulasi Receive Signal Level dan Signal to Interference Ratio

KPI yang digunakan pada perencanaan ini mengacu pada KPI untuk rumah sakit yaitu $RSL \geq -30$ dBm. Berikut hasil dari keseluruhan skenario perencanaan dengan parameter RSL dan SIR.

Tabel 4. 1 Besar RSL dan SIR pada Setiap Skenario

Nama Skenario	Antena Aktif	RSL (dBm)	SIR (dBm)
Skenario 1	A	-45.58	-
Skenario 2a	B, C	-35.8	30.39
Skenario 2b	D, E	-38.2	14.52
Skenario 3a	E, F, G	-32.1	15.23
Skenario 3b	D, H, I	-32.2	14.47

Pada tabel 4.2 merupakan hasil rangkuman dari hasil simulasi yang dilakukan pada setiap simulasi yang digunakan pada penelitian ini. Dapat dilihat bahwa nilai RSL yang terbaik adalah skenario 3a dengan -32.1 dBm, dan nilai SIR terbaik adalah skenario 2a dengan 30.39 dBm. Tetapi untuk skenario 2a memiliki nilai RSL yang lebih rendah dari skenario 3a, meskipun nilai SIR untuk skenario 2a lebih besar dari skenario 3b, tetapi menimbang dari hasil perhitungan dan simulasi, maka skenario 2a lebih stabil dibandingkan skenario 3b. Sehingga hasil yang terbaik yaitu skenario 3a dengan 3 antena aktif (E, F, dan G) karena memiliki nilai terbaik dengan nilai RSL -32.1 dBm dan SIR 15.23 dBm. Dan hasil ini terbukti sesuai dengan perhitungan jumlah *access point* yang dibutuhkan, yaitu 3 antena.

5. Kesimpulan dan Saran

5.1 Kesimpulan

Sesuai dengan perhitungan dan analisis perancangan jaringan seluler pada rumah sakit, didapatkan kesimpulan sebagai berikut:

1. Berdasarkan Perhitungan *link budget* dengan daya pancar antena 30 dBm, didapatkan nilai MAPL arah *downlink* sebesar 122.066 dB. Jari-jari *coverage* sebesar 30.5 m. Dengan luas sel 2418.65 m². Dengan luas *coverage* tersebut didapatkan jumlah akses poin sebanyak 3 antena.
2. Berdasarkan perhitungan *capacity*, didapatkan jumlah *access point* yang dibutuhkan pada Rumah Sakit Permata Cibubur sebanyak 1 *access point*.
3. Berdasarkan simulasi dari skenario 1 hingga 3b yang telah dilakukan, didapatkan bahwa skenario 3a dengan 3 antena aktif (E, F, dan G) adalah hasil yang paling baik dengan nilai RSL sebesar -32.1 dBm.
4. Berdasarkan simulasi dari skenario 1 hingga 3b yang telah dilakukan, didapatkan bahwa skenario 3a dengan 3 antena aktif (E, F, dan G) adalah hasil yang paling baik dengan SIR sebesar 15.23 dBm.
5. Total antena yang dibutuhkan pada perencanaan *coverage area picocell* LTE di Rumah Sakit Permata Cibubur sebanyak 3 antena jenis *isotropic*.

5.2 Saran

Terdapat beberapa saran penulis yang dapat digunakan untuk mengembangkan penelitian ini selanjutnya:

1. Penelitian dilakukan untuk seluruh gedung rumah sakit agar lebih efektif.
2. Dilakukan penambahan jumlah *user* pengambilan data dengan situasi yang sesungguhnya di lapangan. Penggunaan lebih banyak *access point* agar layanan rumah sakit lebih baik lagi dari sebelumnya.

Daftar Pustaka:

- [1] Usman, U. K., Prihatmoko, G., Kusuma Hendranigrat, D., & Dedi Perwanto, S. (2012). *Fundamental Teknologi Seluler Long Term Evolution*. Bandung, West Java, Indonesia: Rekayasa Sains.
- [2] Huawei Technologies Co.Ltd. (2010). *LTE Radio Network Capacity Dimensioning*. Co.Ltd., H. T. (2010). *LTE Radio Network Coverage Dimensioning*.
- [3] D.J., D., J., H., D., H., & D.J., V. (2005). *RPS-Radiowave Propagation Simulator*.
- [4] Sinaga, B. (2016). *Perencanaan Jaringan Indoor Untuk Teknologi LTE Di Gedung Fakultas Ilmu Terapan Universitas Telkom*.
- [5] Pranoto, Slamet. "Coverage Planning." *Teknologi 4G LTE*, 2015.
- [6] Pranoto, Slamet. "LTE RF Measurement." *Teknologi 4g LTE*, 2015.
- [7] A. Muayyadi, R. P. Astuti, U. Kurniawan dan S. D. Mardiyanto, *wireless communication system*, 2015.
- [8] H. T. C. Ltd, "Radio Network Capacity Dimensioning," shenzhen, 2010.
- [9] J. Christophe Nanan dan B. Stern, "Small Cells Call for Scalable Architecture," *Free Scale*, p. 2, 2012.
- [10] E. E. Rodrigues, "LTE Radio Network Capacity Dimensioning," Huawei Technologies Co. Ltd, Shenzen, 2010.
- [11] A.A. Atayero, M. K. Luka, M. K. Orya dan J. O. Iruemi, "3GPP Long Term Evolution: Architecture, Protocols and Interfaces," *IJICT*, pp. 1-2, 2011.
- [12] J. Zhang dan G. d. I. Roche, *Femtocells Technology and Deployment*, UK: John Wiley and Sons, 2010.
- [13] T. J. PEDRO, "4G LTE subscriber base reaches 5 million," *RCR Wireless News*, 2016
- [14] A. Husni, "ANALISIS PERENCANAAN JARINGAN AKSES LONG TERM EVOLUTION DI AREA RUANG TUNGGU KEBERANGKATAN TERMINAL 2 BANDARA SOEKARNO-HATTA," Telkom University, Bandung, 2016.
- [15] "Energy efficiency analysis of the reference systems, areas of improvements and target breakdown," *INFSO ICT-24773 EARTH-Report*, 2010.
- [16] A. GIRY, M. J. Gonzalez, B. Debaillie, L. Dussopt, V. Giannini dan D. Ferling, "Opportunities for Energy Savings in Pico/Femto-cell Base-Stations," dalam *Future Network & MobileSummit*, Stuttgart, 2011.
- [17] C. Cox, *INTRODUCTION TO LTE*, UK: John Wiley & Sons Ltd, 2012.
- [18] G. Whyley, "LTE Network Architecture," *Aircom LTE*, 2013.