

PERANCANGAN INDOOR BUILDING COVERAGE (IBC) PADA JARINGAN UMTS STUDI KASUS GEDUNG FAKULTAS ELEKTRO IT TELKOM

Agil Firnando¹, Uke Kurniawan Usman², Leanna Vidya Yovita³

¹Teknik Telekomunikasi, Fakultas Teknik Elektro, Universitas Telkom

Abstrak

Sinyal yang bagus di dalam gedung merupakan salah satu bagian yang penting dalam menarik dan memuaskan pelanggan mobile cellular. Biasanya coverage dari jaringan outdoor dapat mencakup ke dalam sebuah gedung yang bertingkat dan mempunyai banyak ruangan didalamnya. Kapasitas data yang lebih besar dan kemampuan dari jaringan UMTS memberikan servis data dengan kecepatan tinggi merupakan kebutuhan yang sangat penting pada jaringan seluler. Gedung Fakultas Elektro IT TELKOM merupakan salah satu gedung yang mempunyai banyak ruangan dan bangunannya yang bertingkat, sehingga akan mengakibatkan lemahnya jaringan sinyal UMTS di dalam gedung tersebut. Padahal gedung tersebut merupakan tempat pembelajaran yang berbasis teknologi informasi (IT). Oleh sebab maka sangat diperlukan jaringan komunikasi yang baik sebagai penunjang dalam berkomunikasi. Untuk mengatasi masalah tersebut perlu dibangun suatu jaringan seluler UMTS indoor atau IBC (Indoor Building Coverage).

Sistem IBC (Indoor Building Coverage) adalah cara untuk memperbaiki kualitas sinyal dalam ruangan dan untuk membantu memodelkan propagasi indoor. Untuk perancangan IBC UMTS di gedung fakultas elektro IT TELKOM menggunakan software TEMS dalam melakukan Walk Test, perencanaan coverage area serta link budget dengan menggunakan Cost 231 Multiwall model dan mensimulasikannya dengan software RPS.

Melalui perhitungan link budget dengan menggunakan Cost 231 Multiwall model didapatkan jumlah cell yang dibutuhkan yaitu 9 cell yang terbagi ke 3 lantai yang ada. Berdasarkan simulasi yang dilakukan maka didapatkan rata-rata daya terima di gedung fakultas elektro IT TELKOM adalah sebesar -33.57 dbm. Hal ini menunjukkan perubahan yang signifikan dari hasil yang didapatkan pada saat walkt test sebesar -91.76 dbm. Dengan kata lain perancangan ini menunjukkan hasil yang lebih baik daripada hasil walktest dan telah memenuhi standar KPI.

Kata Kunci : Indoor building coverage (IBC), Walkt Test, UMTS.

Telkom
University

Abstract

Good signal inside the building is one important part in attracting and satisfying customers of mobile phones. Usually outdoor coverage of the network can not cover in a multi-storey building and has a lot of room in it. Larger data capacity and capabilities of the UMTS network to provide high speed data service is a very important requirement in mobile networks. Faculty of Electrical Building IT TELKOM is one of many building that has a lot of room and multi storied building so will result the poor network UMTS signal inside the building. Though the building is a place of learning based on information technology (IT). Therefore, it is necessary that both the communication network supporting communication. To overcome these problems need to be built an indoor UMTS cellular networks or IBC (Indoor Building Coverage).

IBC Systems (Indoor Building Coverage) is the way to improve indoor signal quality and to help the indoor propagation model. For the design of UMTS IBC faculty building electro IT TELKOM using TEMS software in performing Walk Test, planning coverage area and link budget using multiwall 231 Cost model and simulate the RPS software.

Through the link budget calculation using multiwall Cost 231 Model earned the required number of cell is 9 cell that is divided into 3 floors. Based on the simulations carried out are obtained average power received in the faculty building electro IT TELKOM is equal to -33.57 dbm. This shows a significant change of the results obtained during walk tests of -91.76 dbm. In other words, this design shows better results than the results walktest and meets KPI standards.

Keywords : Indoor building coverage (IBC), Walkt Test, UMTS.



BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar belakang

Meningkatnya jumlah mahasiswa IT Telkom tiap tahunnya akan berbanding lurus dengan meningkatnya kebutuhan mahasiswa untuk mengakses layanan data dan layanan suara pada jaringan UMTS di gedung fakultas elektro IT Telkom. Sehingga dibutuhkan adanya kualitas sinyal yang baik dalam bangunan tersebut. Gedung fakultas elektro merupakan bangunan yang memiliki banyak ruangan dan bertingkat, sehingga sinyal UMTS dari Node B menurun drastis karena terhalang oleh dinding dan beton. Jaringan UMTS memiliki kapasitas data yang besar dan dapat memberikan servis data dengan kecepatan tinggi, oleh karena itu, di butuhkan memperbaiki cakupan jaringan di dalam ruangan sekaligus meningkatkan kapasitas, memasang pemancar di dalam ruangan merupakan salah satu solusi terbaik. Metode yang tepat adalah sistem IBC (*Indoor Building Coverage*).

Sistem IBC (*Indoor Building Coverage*) adalah sistem yang bertujuan untuk memperbaiki kualitas sinyal dan trafik didalam gedung yang memiliki kualitas sinyal yang jelek dan trafik yang padat. Oleh karena itu sistem ini dapat menjawab semua permasalahan yang ada diatas.

1.2 Tujuan dan Manfaat

Tujuan dan manfaat dari pembuatan tugas akhir ini adalah :

- Dapat merancang *Indoor Building Coverage* (IBC) pada jaringan UMTS di gedung fakultas elektro IT Telkom, sehingga menghasilkan sinyal ataupun jaringan yang lebih baik daripada sebelumnya dan sesuai dengan standar KPI. Sehingga seluruh civitas akademik pada gedung fakultas elektro IT TELKOM dapat menggunakan akses teknologi UMTS dengan baik.

1.3 Perumusan Masalah

Berdasarkan latar belakang di atas ditemukan beberapa permasalahan dalam proses perancangan IBC pada jaringan UMTS di gedung fakultas elektro IT TELKOM. Permasalahannya dapat dirumuskan sebagai berikut:

- Bagaimana bentuk perancangan IBC pada jaringan UMTS yang sesuai di gedung fakultas elektro IT TELKOM.
- Bagaimana cara mensimulasikan perancangan UMTS indoor tersebut dalam *software*.
- Apakah perancangan tersebut sesuai dengan *standard* KPI (*Key Performance Indikator*) dari jaringan UMTS.

1.4 Batasan Masalah

Adapun batasan permasalahan dari Tugas Akhir ini adalah sebagai berikut:

- Perancangan dilakukan pada gedung fakultas elektro IT TELKOM.
- Penelitian yang dilakukan tidak membahas mengenai analisis perencanaan frekuensi, modulasi dan PN code dalam sistem WCDMA.
- Penempatan antena (DAS) dan simulasi daya pancar sinyal UMTS *indoor* dilakukan dengan menggunakan *software* RPS (*Radio Propagation Simulator*).
- Simulasi memuat data tentang besarnya daya pancar *antenna* dan level daya terima oleh user.
- Mengukur beberapa parameter untuk mendapatkan performansi UMTS seperti : RSCP, Ec/No.
- Pemodelan propagasi *Indoor* menggunakan COST-231 *Multy Wall Model*.
- Tidak membahas secara detail perangkat BTS dan merek material yang digunakan.

1.5 Metode Penelitian

Metode penelitian yang digunakan dalam Tugas Akhir ini antara lain :

1. Studi Pustaka
Metode ini penulis mendapatkan informasi yang diperlukan melalui tugas akhir terdahulu, buku, buletin, majalah, brosur, jurnal, dan browsing internet.
2. Historis
Pada metode ini dilakukan suatu analisis bahwa dikarenakan belum adanya pemasangan IBC UMTS di gedung fakultas elektro IT TELKOM menyebabkan buruknya kualitas sinyal yang ada.
3. Konsultasi
Melalui metode ini didapatkan informasi dengan cara tukar pendapat dengan dosen pembimbing, para dosen dengan ilmu terkait, pihak luar yang terkait dengan proyek IBC, pihak operator seluler dan sesama mahasiswa.

1.6 Sistematika Penulisan

Dalam penyusunan laporan tugas akhir ini diuraikan dalam beberapa bab. Setiap babnya dibedakan oleh topik pembahasan, untuk lebih jelas dan memudahkan topik pembahasan bagi penyusun, maka setiap bahasan babnya sebagai berikut :

BAB I PENDAHULUAN

Pada bab ini diuraikan tentang latar belakang, rumusan masalah, tujuan, pembatasan masalah dan sistematika pembahasan.

BAB II TEORI DASAR

Pada bab ini teori-teori dasar mengenai sejarah sistem seluler, perkembangan sistem seluler, penjelasan *IBC planning*, proses perencanaan jaringan *indoor*, model propagasi *Indoor* dan teori lain yang berkaitan dengan tema proyek akhir.

BAB III MODEL DAN SISTEM PERANCANGAN IBC PADA JARINGAN UMTS DI GEDUNG FAKULTAS ELEKTRO KAMPUS IT TELKOM

Pada bab ini diuraikan tentang perancangan IBC pada jaringan UMTS di gedung baru IT TELKOM

BAB IV ANALISIS HASIL PERANCANGAN IBC PADA JARINGAN UMTS DI GEDUNG BARU IT TELKOM

Pada bab ini diuraikan tentang hasil analisis perancangan dan hasil pengukuran.

BAB V PENUTUP

Pada bab ini diuraikan tentang hasil akhir analisis yang didapat dalam bentuk kesimpulan serta dilengkapi dengan saran untuk mengembangkan tugas akhir ke penelitian lebih lanjut.

BAB IV

ANALISA PERANCANGAN *INDOOR*

Tahapan awal analisa perancangan yang dilakukan adalah dengan menganalisa pengukuran awal atau *walk test* sebelum dilakukan perancangan jaringan *indoor*. Tahap selanjutnya melakukan perhitungan trafik, kemudian perhitungan jumlah antenna yang akan digunakan, perhitungan ini dapat dilakukan dengan cara perhitungan link budget untuk menentukan besarnya daya yang didistribusikan dan *coverage* tiap antenna. Skema perancangan distribusi daya secara 2 dimensi yaitu dengan menggunakan *wiring diagram*. *Wiring diagram* memberikan informasi secara pasti sistem koneksinya, simbol yang digunakan harus sesuai dengan simbol material.

Tahap selanjutnya dilakukan simulasi perancangan untuk memberikan gambaran daya pancar atau *coverage* dari masing-masing antenna. Tahap akhir yang dilakukan adalah simulasi dengan menggunakan software. Simulasi pada perancangan ini menggunakan RPS atau *Radio Propagation Simulator*.

4.1 Analisa Walk Test

Sebelum dilakukan perancangan maka harus diketahui kondisi gedung sebelumnya apakah sudah baik atau belum sehingga dapat dijadikan acuan untuk melakukan perancangan. Ada beberapa *parameter* utama yang harus diperhatikan dalam *drive test* sehingga kita mengetahui kualitas sinyal yang ada didalam gedung FEK IT TELKOM diantaranya adalah RSCP (*Receive Signal Code Power*), EC/No (*Energy per Chip-to-Total Noise*), dll. Setelah dilakukan *drive test* maka hasilnya ternyata menunjukkan layanan UMTS yang ada cukup buruk dan tidak memenuhi standar KPI (*key Performance Indicator*), sehingga dapat disimpulkan bahwa di gedung fakultas elektro IT TELKOM diperlukan perancangan jaringan UMTS indoor sehingga standar KPI dapat terpenuhi dan juga kebutuhan mahasiswa dalam akses telekomunikasi dapat dipenuhi. Hasil walktest dapat dilihat pada tabel dibawah ini:

Tabel 4.1 *Kualitas jaringan data*

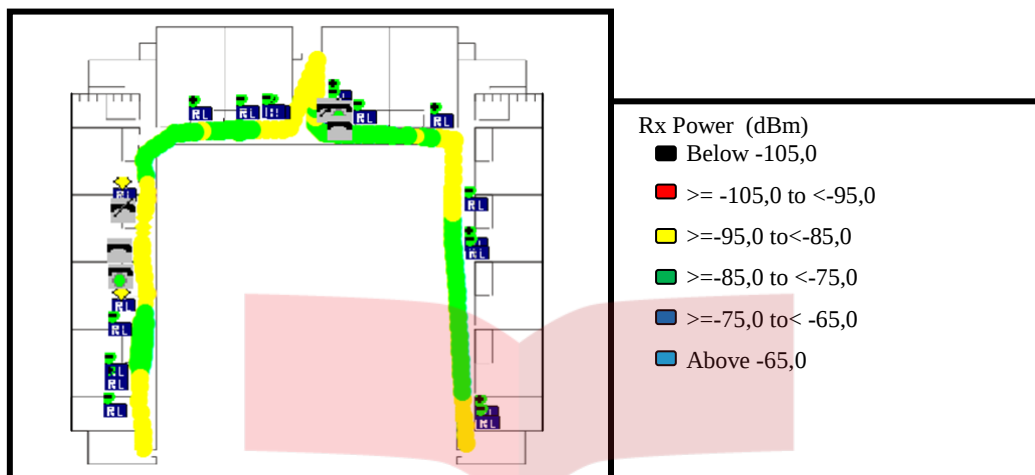
No	Lantai	Rata – rata performansi	
		RSCP (dBm)	Ec/No (dB)
1	1	-93.94	-18.41
2	2	-93.65	-18.57
3	3	-95.15	-18.18
Rata – rata		-94.24	-18.38

Tabel 4.2 *Kualitas jaringan voice*

No	Lantai	Rata – rata performansi	
		RSCP (dBm)	Ec/No (dB)
1	1	-92.13	-17.84
2	2	-92.15	-18.63
3	3	-91.00	-18.27
Rata – rata		-91.76	-18.24

Saat melakukan pengukuran (Walktest) dibagi menjadi 3 bagian, yaitu pengambilan pertama pada lantai 1 gedung FEK IT TELKOM dimana pada saat pengukuran nilai RSCP menunjukkan -92.13 dBm dan nilai Ec/No nya menunjukkan -17.84 dB. Kemudian dilanjutkan pengukuran kedua pada lantai 2 gedung FEK IT TELKOM dimana nilai RSCP saat pengukuran menunjukkan angka -92.15 dBm dan nilai Ec/No -18.63 dB. Setelah itu pengukuran terakhir dilakukan pada lantai 3 gedung FEK IT TELKOM yang menunjukkan nilai RSCP sebesar -91.00 dBm dan nilai Ec/No nya -18.27 dB. Dari pengukuran tersebut maka didapat nilai rata-rata untuk RSCP sebesar -91.76 dBm dan rata-rata nilai Ec/No -18.24. Nilai tersebut menunjukkan bahwa kualitas sinyal di dalam gedung FEK IT TELKOM tersebut buruk, karena nilainya tidak sesuai dengan standar KPI yang telah ditetapkan yaitu ≥ -80 dBm untuk RSCP dan ≥ -11 untuk Ec/No.

Berikut ini adalah gambar hasil Walktest pada gedung FEK IT TELKOM ;



Gambar 4.1 hasil walktest lantai 1 gedung FEK IT TELKOM

Pada gambar 4.1 menunjukkan kualitas sinyal pada lantai 1, dimana pada gambar tersebut tidak menunjukkan adanya warna biru yang merupakan pertanda kualitas terbaik, sedangkan warna hijau yang menunjukkan kualitas sinyal yang baik masih belum rata menutupi lantai 1. Pada gambar ini masih terdapat warna kuning yang menunjukkan kualitas sinyal yang jelek.

4.1.1 RSCP (Receive Signal Code Power)

RSCP merupakan nilai dari kuat sinyal RF yang diterima oleh *Mobile Station* atau *User Equipment* (UE) dari *node B* ataupun antena. Nilai dari RSCP inilah yang menunjukkan baik atau buruknya kualitas sinyal yang ada. Hasil dari *walk test* sendiri menunjukkan angka -94,24 dBm untuk data dan -91.76 dbm untuk voice . Angka ini adalah nilai rata – rata seluruh gedung. Sedangkan nilai RSCP yang baik adalah ≥ -80 dBm berdasarkan standar KPI.

4.1.2 Ec/No (Energy per Chip-to-Total Noise)

Ec/No merupakan parameter yang menunjukkan kualitas banyak tidaknya *error* yang terjadi disaat proses akses *user*. Sedangkan hasil yang didapat dari *walk test* menunjukkan angka -18.38 dBm untuk data dan -18.24 untuk voice sedangkan nilai Ec/No yang baik adalah ≥ -11 dbm berdasarkan standar KPI.

4.2 Analisa Trafik

Dengan mengasumsikan jumlah pengunjung dalam satu hari sebesar 460 orang, dengan memberikan kuisioner terhadap 100 orang mahasiswa IT TELKOM maka diperoleh sekitar

43% pengguna operator 3, dengan potensi user pengguna layanan voice 70% sebesar 138 user, sedangkan untuk layanan data dan video call sebesar 39 dan 19 user.

Pada perhitungan *carried traffic* didapatkan dari pendekatan reverse pole capacity sebesar 35 kanal dengan memasukkan nilai 8.5 untuk Eb/No atau 10^{-4} untuk nilai BER. Dengan nilai blocking probabilities (B) ; 2%, maka dari tabel erlang diperoleh trafik sebesar 26.435 erlang. Sehingga didapatkan jumlah user yang dapat dilayani oleh system tersebut adalah sebesar 1058 user. Jumlah tersebut jauh lebih besar dibandingkan dengan jumlah mahasiswa yang ada di gedung fakultas elektro, sehingga perancangan ini masih dapat menjadi acuan untuk beberapa tahun kedepan.

4.3 Analisa coverage

Pada perancangan *link budget* dengan menggunakan power output sebesar 33dbm, spesifikasi *gain* dan redaman dari tiap perangkat maka dapat dihitung nilai EIRP untuk masing-masing antenna. Kemudian nilai EIRP digunakan untuk menentukan besarnya coverage melalui perhitungan *path loss*. Perhitungan dalam perancangan ini menggunakan COST-231 Multi Wall Model. Pemakaian model propagasi ini dikarenakan memperhitungkan redaman material penyusun dinding.

Langkah selanjutnya yaitu perhitungan jumlah antenna yang didapat melalui perhitungan coverage menggunakan Cost 231 Multi wall model. Antenna yang digunakan pada perancangan ini sebanyak 9 antenna omni dan untuk penempatan letak tiap titik dilakukan dengan pendekatan konstruksi bangunan gedung. Dengan memakai parameter satandart ≥ -80 dBm untuk level daya terima oleh user maka coverage tiap antenna dapat diketahui nilainya. Coverage yang telah didapat dalam perancangan ini telah memenuhi karena mencakup seluruh ruangan dalam gedung (efektif area).

4.4 Analisa Wirring Diagram

Dalam perancangan UMTS indoor perlu memperhatikan beberapa faktor seperti: power daya pancar dari Node B, loss material (*feeder, splitter, jumper, connector, wall*), dan *gain antenna*. Dalam perancangan indoor diperlukan *desaign* perancangan sebelum simulasi untuk mempermudah dalam perancangan ataupun instalasinya.

Dalam perhitungan *coverage* diperoleh jumlah antenna sebanyak 9 antenna untuk tiga lantai bangunan, banyaknya antenna akan berbanding lurus dengan banyaknya jumlah

material yang akan digunakan dalam perancangan. Pada gambar 3.7 kita telah melihat desain perancangan, sehingga dapat ditentukan apa saja material yang digunakan dan berapa jumlahnya. Material yang digunakan dapat dilihat pada tabel berikut :

Tabel 4.3 *Material perancangan indoor*

No	Material	Jumlah
1	Antena omni	9
2	Coaxial 7/8" (m)	510
3	Splitter 3 way	4
4	Connector	15

Penempatan Node B sangat berpengaruh perhitungan loss, untuk itu dibutuhkan wirring diagram, agar dapat menentukan jarak terpendek antara Node B dengan antenna. Pada perancangan ini Node B diletakkan pada lantai 2 yang merupakan titik tengah untuk antenna sehingga nilai loss yang dihasilkan dapat diminimalkan.

4.5 Simulasi Indoor Coverage

Pada proses simulasi *indoor coverage* ini menggunakan *software* RPS 5.3 (*Radiowave Propagation Simulator*). Dengan menggunakan *software* ini dapat mensimulasikan daya pancar dari antenna secara 2 dimensi maupun 3 dimensi. Pada *software* ini juga dapat mensimulasikan dengan memperhitungkan tebal dan jenis dinding, kayu, kaca dan material lain yang dapat mempengaruhi daya pancar dari antenna atau EIRP.

Proses simulasi indoor pada perancangan ini membutuhkan denah lokasi dan juga material penyusun gedung. Denah lokasi digunakan untuk menempatkan titik antenna dan material penyusun digunakan untuk menentukan besarnya redaman material tersebut. Proses selanjutnya dilakukan input data yang sesuai dengan perhitungan link budget sebelumnya.

Model Propagasi dalam proses simulasi dengan *software* RPS ini menggunakan COST 231 Multi Wall Model. Alasan Pemakaian model propagasi tersebut karena memperhitungkan redaman material penyusun dinding yang disimbolkan pada tabel 4.3. Pemilihan model ini juga disesuaikan dengan perancangan yang menggunakan perhitungan manual. Simulasi dengan *software* RPS ini akan menghasilkan RSCP atau level daya terima

yang dipancarkan dari masing masing antenna. Pada tabel 4.4 akan menunjukkan range level daya terima oleh user dan warna indikatornya.

Tabel 4.4Dayaterima di RPS

RSCP (dBm)	
Range	Grade
-130 to -100	Poor
-100 to -90	Intermediate
-90 to -80	Very good
-80 to -30	Excellent

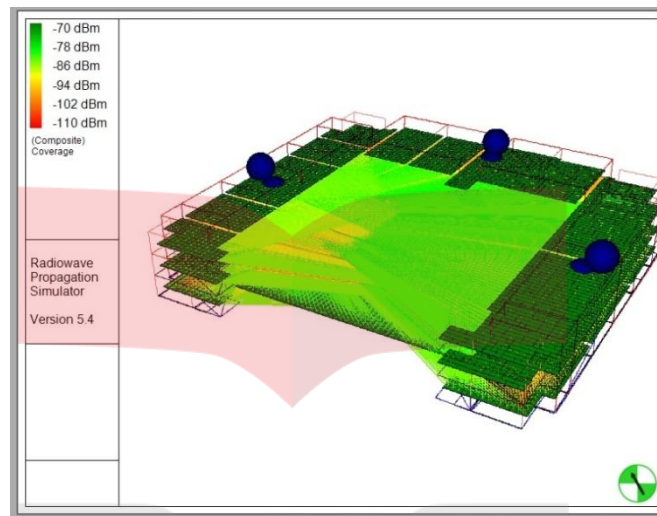
Tabel 4.5 Symbol materiil di RPS

Material	Symbol
Floor	_____
Concerete	_____
Glass	_____
Brick	_____
Metal	_____

Dalam simulasi yang digambarkan oleh pembahasan berikut akan memberikan suatu perkiraan dalam perancangan baik pada posisi antenna maupun daya terima user jika dekat dengan antenna dan posisi terjauh dari antenna. Simulasi ini digunakan untuk membantu proses perancangan walaupun terkadang hasil simulasi menggunakan software tidak memberikan gambaran secara riil saat dilapangan. Hasil simulasi akan dibandingkan dengan hasil walktest dan stansar KPI sebagai parameter keberhasilan suatu perancangan indoor, apabila hasil simulasi masih berada dibawah hasil waktess maupun standar KPI maka perancangan akan diulang pada tahap perhitungan coverage.

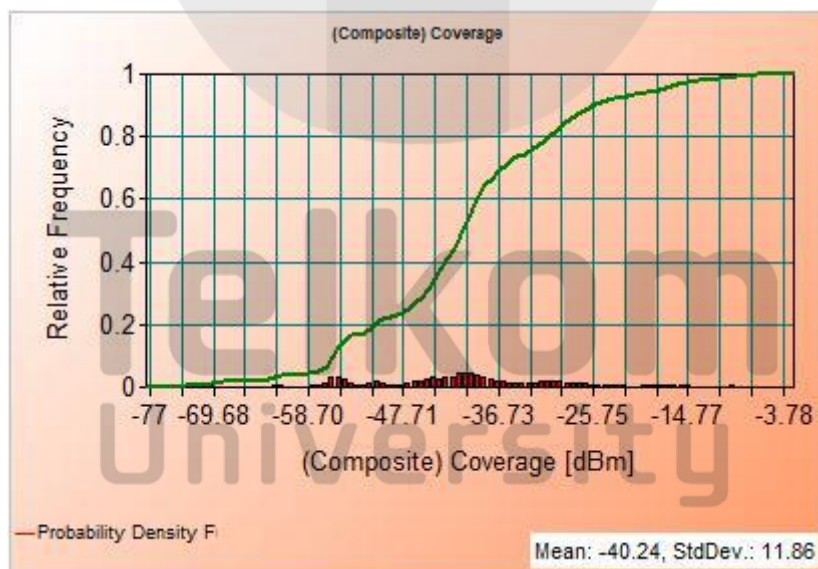
• Simulasi lantai 1

Pada tahap ini antenna yang diaktifkan hanya antenna yang terletak pada lantai 1, seperti pada gambar dibawah ini.



Gambar 4.2 Hasil simulasi lantai 1

Pada Gambar 4.1 diatas mempresentasikan penempatan DAS pada lantai 1 gedung FEK. Pada iterasi ini terlihat bahwa sinyal yang dipancarkan antenna telah mengcover seluruh ruangan yang ada pada lantai 1. Warna hijau menunjukkan bahwa level daya pada daerah tersebut ≥ -80 dbm.



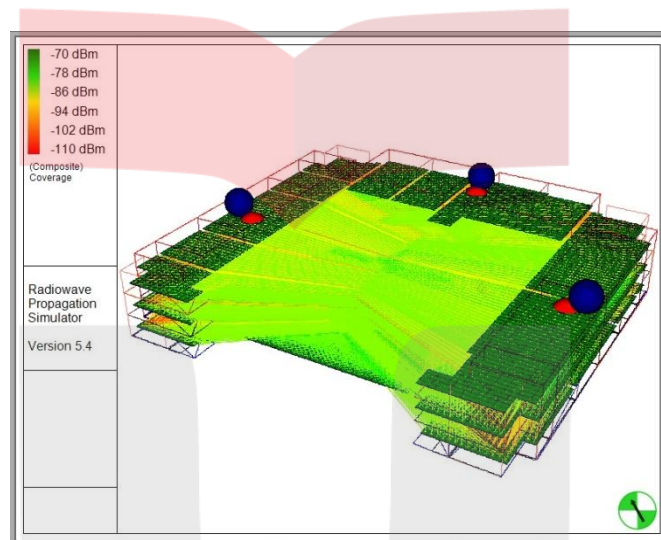
Gambar 4.3 RSCP Lantai 1

Grafik 4.2 diatas yang merupakan outputan dari *software* yang menunjukkan rata-rata level daya terima untuk keseluruhan ruangan dan tidak termasuk luar ruangan pada lantai 1. Dari keterangan diatas menunjukkan level daya terima untuk seluruh ruangan lantai 1 didapat

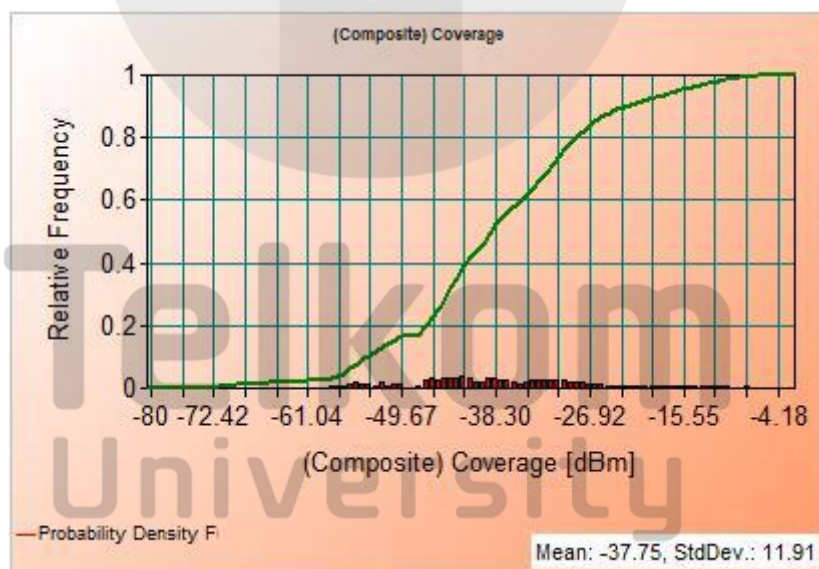
rata-ratanya sekitar -40.24 dBm. Hasil tersebut dapat dikatakan sangat memuaskan karena telah memenuhi standar KPI.

- **Simulasi Lantai 2**

Pada lantai 2 terdapat tiga buah antenna yang diletakkan tepat diatas antenna pada lantai 1.



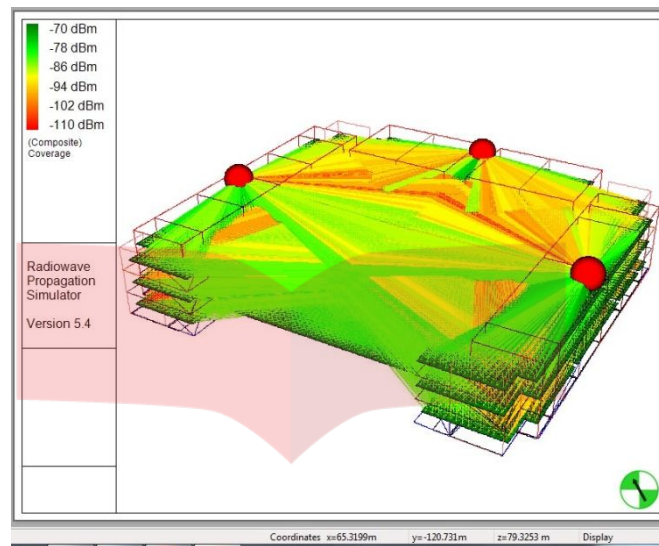
Gambar 4.4 Hasil simulasi lantai 2



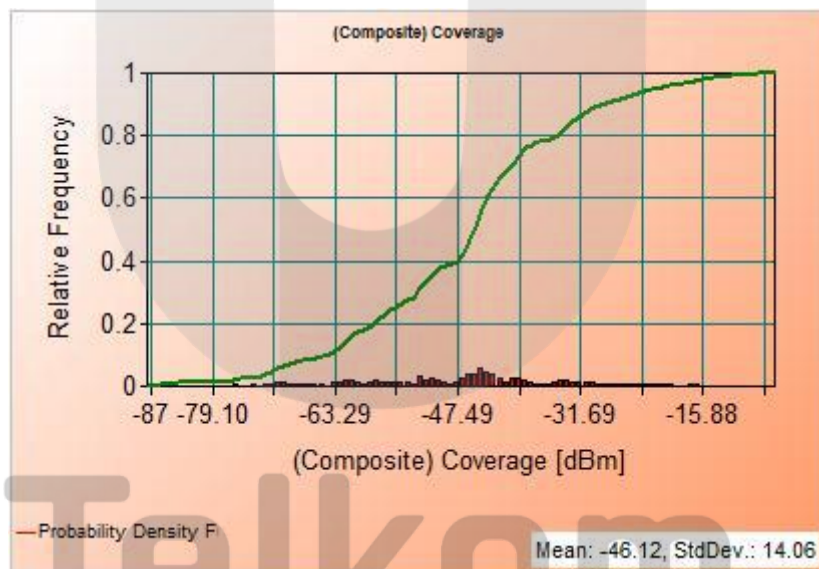
Gambar 4.5 RSCP lantai 2

Dari Gambar 4.4 diatas diperoleh nilai RSCP sebesar -37.75 dBm, merupakan hasil yang lebih baik daripada lantai 1 dan berada pada kategori exelent pada standar KPI.

- Simulasi Lantai 3



Gambar 4.6 Hasil simulasi lantai 3



Gambar 4.7 RSCP lantai 3

Dari gambar 4.6 dapat ditarik kesimpulan bahwa perancangan yang dilakukan berhasil karena RSCP bernilai -46.12 dbm merupakan angka yang sangat baik dalam standar KPI.

Setiap lantai mempunyai nilai RSCP yang berbeda, namun masih berada dalam kategori sangat baik untuk standar KPI. Lantai 2 memiliki nilai RSCP yang paling baik dikarenakan sedikitnya loss yang terjadi pada lantai 2. Lantai 2 memiliki loss paling sedikit

karna Node B diletakkan pada lantai 2 yang mengakibatkan pendeknya jarak antenna ke Node B, sehingga feeder yang diperlukan juga pendek.

4.6 Rekapitulasi Hasil Percobaan

Berikut merupakan hasil dari simulasi yang menunjukkan nilai rata-rata kuat sinyal yang dapat dicakup serta jari-jari masing-masing antenna

Tabel 4.6 Hasil Simulasi

Lantai	Antenna	RSCP	Jari-jari antenna
Lantai 1	LA1-A1	-92,13 dBm	28.57m
	LA1-A2		16.94m
	LA1-A3		16.94m
Lantai 2	LA2-A1	-92,15 dBm	29m
	LA2-A2		17.43m
	LA3-A3		17.43m
Lantai 3	LA3-A1	-91,00 dBm	27.73m
	LA3-A2		15.94m
	LA3-A3		15.94m

Setelah melihat hasil simulasi yang dilakukan Dapat disimpulkan bahwa hasil simulasi dari daya pancar keseluruhan antenna dapat me-cover setiap lantai dengan baik karena memenuhi standart KPI yaitu > -80 dBm. Perbedaan jari-jari antenna yang terjadi, dipengaruhi oleh besarnya loss yang ada, serta akan berbanding lurus dengan nilai RSCP yang didapat. Simulasi pada software akan bisa bernilai berbeda dengan kondisi lapangan. Hasil pancaran yang dihasilkan juga kurang bisa memberikan gambaran yang sesuai dengan kondisi *real* di lapangan karena ada beberapa jenis material yang tidak dimiliki oleh *software*. Dalam simulasi ini dianggap semuanya ideal. Simulasi hanya bertujuan membantu proses dalam perancangan. Oleh karena itu perlu diadakan evaluasi atau optimasi jaringan setelah dilakukan implementasi perancangan jaringan baru.

DAFTAR PUSTAKA

1. Ariefianto, Tody. "*Perancangan Indoor WCDMA Study Kasus Gedung Utama Jayabaya*". IT Telkom. Bandung : 2005
2. Kurniawan Usman, Uke. "*Diktat Kuliah Siskomber*". 2006
3. Laboratory, mobilecomm. " Femtocell For UMTS ". IT Telkom : 2011
4. Maulita,Diah Pangestu. "Perencanaan Coverage Area Femtocell di Gedung B IT.Telkom". IT.Telkom : 2011
5. Tolstrup, Morten. "Indoor Radio Planning a practical Guide for GSM, DCS, UMTS, and HSPA". John Wiley & Sons, Ltd, Publication.
6. Rappaport, Theodore S., Wireless Communications, Prentice Hall, New Jersey ; 1996.
7. Rameo, Jordi Perez, Oriol Sallent, "*radio resource management strategies in UMTS*". Wiley, John & sons, England: 2001.
8. Smith, Clint dan Colli Daniel. " 3G Wireless Network" .McGraw-Hill, New York 2002.

Telkom
University