

## ANALISIS DAN PERENCANAAN JARINGAN LONG TERM EVOLUTION INDOOR STUDI KASUS DI PABRIK PT.SOUTH PACIFIC VISCOSE

Dimas Rangga Wisnuadi <sup>1</sup>, Ir. Uke Usman Kurniawan M.T.<sup>2</sup>, Hafidudin S.T.M.T.<sup>3</sup>

<sup>1</sup> dimsrangga@gmail.com, Universitas Telkom Bandung

<sup>2</sup> usman.uke@gmail.com, Universitas Telkom Bandung

<sup>3</sup> hafid@tas.telkomuniversity.ac.id, Universitas Telkom Bandung

### Abstrak

Lokasi industri di Indonesia saat ini membutuhkan kualitas layanan data yang bagus dan cepat, karena industri membutuhkan akses Internet yang bagus untuk meningkatkan kualitas perusahaan tersebut. Pada pengerjaan penelitian ini menganalisis perencanaan LTE indoor yang berada pada lingkungan pabrik PT.South Pacific Viscose.

PT.South Pacific Viscose sebagai salah satu industri pembuat bakal kain dan kapas membutuhkan kualitas layanan data yang dapat menunjang kebutuhan layanan data baik untuk pekerja ataupun untuk perusahaan itu sendiri sehingga diperlukan perencanaan jaringan Indoor Long Term Evolution (LTE) untuk memenuhi kebutuhan user di sekitar lokasi.

Pada penelitian di pabrik PT South Pacific Viscose memerlukan analisis pemasangan terhadap jumlah antenna. Analisis ini dilakukan oleh 2 parameter yang diperhitungkan, yaitu terhadap kualitas coverage dan capacity dan diambil untuk jumlah antenna terbanyak dari kedua parameter perhitungan planning tersebut. Pada perencanaan indoor LTE kali ini diperlukan software Radio Program Simulator (RPS 5.4) untuk menganalisis kualitas jaringan indoor dengan menggunakan frekuensi 1800 MHz dan bandwidth sistem 20 MHz.

Hasil dari perhitungan coverage, jumlah antenna yang didapat adalah 10 FAP dan untuk perhitungan capacity jumlah antenna yang didapat adalah 3 FAP. Dari hasil simulasi yang telah dilakukan dipilih skenario terbaik untuk tiap lantai gedung. Untuk parameter RSL (Receive Signal Level) didapatkan rata-rata nilai terbaik sebesar -55,83 dBm, sedangkan untuk parameter SIR didapatkan nilai rata-rata terbaik sebesar 41,39 dB.

**Keywords :** Long Term Evolution, Indoor, RSL, SIR, walktest, coverage, capacity

### 1. Pendahuluan

Pabrik merupakan tempat yang digunakan oleh suatu perusahaan yang memiliki perlengkapan mesin tempat membuat atau memproduksi barang tertentu untuk diperdagangkan membutuhkan suatu layanan untuk komunikasi baik itu voice maupun data yang memadai untuk menunjang kegiatan di sekitar lokasi industri itu sendiri. Banyak Pekerja dari suatu pabrik yang menggunakan layanan indoor atau di dalam ruangan pabrik dapat mengalami penurunan kualitas sinyal.

Dari kondisi tersebut sehingga diperlukan perencanaan jaringan indoor LTE yang diharapkan mampu memenuhi kebutuhan layanan user baik voice ataupun data di sekitar lokasi pabrik. Dengan adanya perencanaan jaringan indoor LTE ini diharapkan mampu memberikan perencanaan jaringan serta informasi untuk pengimplementasian jaringan indoor femtocell LTE.

Perencanaan jaringan indoor femtocell LTE ini dilakukan dengan menggunakan metode coverage dan capacity. Parameter yang diukur dalam perencanaan kali ini yaitu nilai receive signal strength (RSL), signal to interference ratio (SIR), radius antenna, nilai pathloss, dari perhitungan link budget serta jumlah antenna yang diperlukan pada perencanaan ini. Perencanaan ini menggunakan software RPS 5.4 yang disimulasikan agar mendapatkan nilai RSL dan SIR dari peletakan jumlah antenna yang didapat dari perhitungan coverage dan capacity.

2. Dasar Teori

2.1 Long Term Evolution [1]

Long Term Evolution (LTE) adalah istilah yang diberikan pada sebuah proyek dari Third Generation Partnership project (3GPP) untuk memperbaiki standar teknologi seluler generasi ke-3 (3G) yaitu UMTS WCDMA. LTE merupakan pengembangan dari teknologi sebelumnya, yaitu UMTS (3G) dan HSDPA (3,5G) dimana LTE disebut juga sebagai generasi ke-4 (4G). Long term Evolution (LTE) diciptakan untuk memperbaiki teknologi sebelumnya. Kemampuan dan keunggulan dari Long Term evolution (LTE) terhadap teknologi sebelumnya selain dari kecepatan transfer data tetapi juga karena LTE dapat memberikan coverage dan capacity dari layanan yang lebih besar, mengurangi biaya dalam operasional, mendukung penggunaan multiple-antena, fleksibel dalam penggunaan bandwidth dan juga dapat terhubung atau terintegrasi dengan teknologi yang sudah ada.

2.2 Arsitektur Jaringan LTE [7]

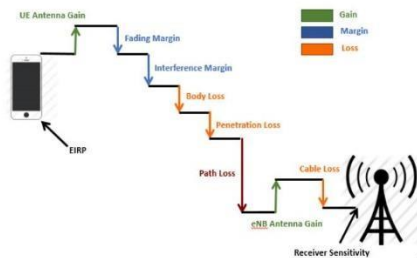
Arsitektur LTE merupakan pengembangan konfigurasi dari teknologi sebelumnya, yaitu baik UMTS (3G) dalam hal ini merupakan Release 99/4 dan HSPA Release 6, Arsitektur LTE memungkinkan interoperability dengan teknologi 3GPP maupun non-3GPP, yang memungkinkan terjadinya integrasi dengan teknologi UMTS Release 99/4, HSDPA Release 5, HSUPA Release 6, dan HSPA+ Release 7. LTE memiliki radio access dan core network yang dapat mengurangi network latency serta dapat meningkatkan performansi dari sistem. Jaringan LTE dibagi menjadi dua jaringan dasar, yaitu E-UTRAN ( Evolved Universal Terrestrial Radio Access Network ) dan EPC ( Evolved Packet Core). Dalam arsitektur jaringan LTE, terdapat tiga level utama, yakni User Equipment (UE), Evolved UTRAN (E-UTRAN) dan Evolved Packet Core Network (EPC).

2.3 Femtocell Access Point (FAP) [5]

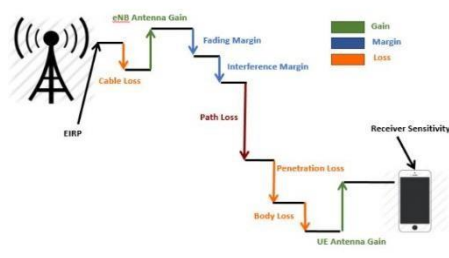
Suatu jaringan seluler memiliki sel untuk mencover atau mencakup daerah layanan user. Pada jaringan indoor seluler memiliki daerah cakupan yang lebih kecil dibandingkan dengan dengan jaringan seluler outdoor. Jaringan indoor memiliki luas daerah cakupan sekitar 10 – 300 m karena letaknya didalam gedung.

Femtocell atau juga dikenal sebagai 'home base station' adalah access point jaringan seluler yang menghubungkan perangkat mobile ke jaringan operator seluler menggunakan distribusi residential DSL, koneksi kabel broadband, serat optik atau wireless lastmile.

2.4 Coverage Planning [4]



Gambar 1. MAPL Uplink [4]



Gambar 2. MAPL Downlink [4]

Coverage Planning adalah perhitungan Maximum Allowable Pathloss link (MAPL) pada arah uplink (reverse).[6] Hal tersebut diperlukan untuk menentukan nilai redaman propagasi maksimum yang diijinkan dari UE ke access point. Persamaan MAPL untuk arah uplink dan downlink ditunjukkan pada persamaan (1) dan (2) [4] sebagai berikut :

$$MAPL\ uplink = UE_{TxP} + G_{UE} - BL + G_{eNodeB} - FL + TMA_{IL} - RS_{UE} - PL - FM - IM \tag{1}$$

$$MAPL\ downlink = eNB_{TxP} + G_{eNodeB} - FL - BL + TMA_{IL} - RS_{UE} - PL - FM - IM + G_{UE} \tag{2}$$

Keterangan :

- UE<sub>TxP</sub> : Transmitter power (dBm)
- eNB<sub>TxP</sub> : Transmitter power (dBm)
- BL : Body Loss (dB)
- GeNodeB : Gain eNodeB Rx (dBi)
- TMA<sub>IL</sub> : TMA Insertion Loss (dB)
- FL : Feeder Loss (dB)

- FM : Fading Margin (dB)
- RS<sub>UE</sub> : receiver sensitivity (dBm)
- IM : Interference Margin (dB)
- PL : Penetration Loss (dB)
- G<sub>UE</sub> : Gain UE Tx (dBi)

**2.5 Model Propagasi [2]**

Untuk penggunaan model propagasi dibedakan berdasarkan penggunaan frekuensi yang digunakan. Pada perancangan ini menggunakan frekuensi 1800 MHz, dan untuk untuk LTE indoor digunakan model propagasi Cost 231 *Mutiwall*. Persamaan model propagasi Cost 231 *Mutiwall* ditunjukkan pada persamaan (3) [2] sebagai berikut :

$$L_T = L_{FSL} + L_C + \sum_{i=1}^M L_{wi} + n_f L_f + n_{wi} L_f + L_r \tag{3}$$

Keterangan :

- L<sub>FSL</sub> = Free Space Loss = 20 10Logf(MHz) + 20 10Logd(km) + 32,5
- L<sub>C</sub> = Constant Loss (0 dB)
- L<sub>wi</sub> = Wall Type Loss i=1,2,...
- L<sub>f</sub> = Loss Per Floor = 18,3 dB
- b = Empirical Parameter (0.46)
- M = Number Off Wall Type
- n<sub>f</sub> = Number of Floors Crossed by The Path
- n<sub>wi</sub> = Number of Wall Crossed by The Direct Path

**2.6 Capacity Planning [3]**

• Trafik dan Model Layanan

Pada perhitungan trafik dan layanan diperlukan nilai *throughput per session* dari setiap layanan masing-masing berdasarkan table trafik dan model layanan yang ditentukan oleh operator dan vendor. Persamaan *throughput per session* ditunjukkan pada persamaan (4) [3] sebagai berikut :

$$T_{PS} = PPP_{ST} \times PPP_{SDR} \times BR \times \left[ \frac{1}{1 - BLER} \right] \tag{4}$$

Keterangan:

- T<sub>PS</sub> = Throughput per session (kbit)
- BR = Bearer rate (Kbit)
- PPP<sub>ST</sub> = Point to point protocol (s)
- BLER = Block error rate (%)
- PPP<sub>SDR</sub> = Point to point session duty ratio

• Single User Throughput

*Single user throughput* adalah kecepatan yang didapatkan oleh satu user dalam suatu jaringan. Persamaan *Single user throughput* ditunjukkan pada persamaan (5) [3] sebagai berikut :

$$S_{UT} = \sum T_{PS} \times BHSA \times P_R \times \left( \frac{PAR}{PAR} \right) \tag{5}$$

Keterangan :

- S<sub>UT</sub> = Single User Throughput (Kbit)
- P<sub>R</sub> = Penetration Rate (%)
- T<sub>PS</sub> = Throughput per session (Kbit)
- PAR = Peak to Average Ratio (%)
- BHSA = Busy Hour Service Attempt

• Uplink dan Downlink Cell Capacity

Untuk mendapatkan *cell capacity* pada DL dan UL, maka kita harus menyesuaikan pada jenis modulasi untuk *code bit, code rate, SINR Probability* yang digunakan. Persamaan DL dan UL *cell capacity* ditunjukkan pada persamaan (6) dan (7) [3] sebagai berikut :

$$\text{DL MAC layer Capacity} + \text{CRC} = (168 - 36 - 12) \times (C_B) \times (C_R) \times \text{Nrb} \times C \times 1000 \quad (6)$$

$$\text{UL MAC layer Capacity} + \text{CRC} = (168 - 24) \times (C_B) \times (C_R) \times \text{Nrb} \times C \times 1000 \quad (7)$$

Keterangan:

- CRC = *Cyclic Redudancy Check* (24)
- 168 = *The number of RE in 1 ms*
- 36 = *The number of control channel RE in 1 ms*
- 12 = *The number of reference signal RE in 1 ms*
- $C_B$  = *modulated bits*
- $C_R$  = *channel coding rate*
- $Nrb$  = *numbers of RBs*
- C = MIMO TRX

• Network Throughput

Nilai *throughput* yang kita cari adalah perkalian *total target user* dengan *single user throughput*. Nilai yang kita dapat masih berbasis layer IP maka dari itu kita harus mengubahnya ke dalam layer MAC berdasarkan *radio overhead*. Persamaan *network throughput* ditunjukkan pada persamaan (8) dan (9) [3] sebagai berikut :

$$\text{UL/DL } N_T (\text{IP}) = \text{UL/DL } S_{UT} \times T_{TU} \quad (8)$$

$$N_T (\text{IP-MAC}) = \text{UL/DL } N_T (\text{IP}) \times a \times b \times c \quad (9)$$

Keterangan :

- $N_T$  = *Network Throughput*
- $S_{UT}$  = *Single User Throughput*
- $T_{TU}$  = *Total Target User*
- $a \times b \times c = 0,98$

• Site Calculation

Untuk menghitung jumlah *site* yang digunakan pada *capacity planning* dengan menggunakan rasio *network throughput* dan *cell capacity*. Persamaan *site calculation* ditunjukkan pada persamaan (10) [3] sebagai berikut :

$$N_{oS} \text{ DL/UL} = \frac{\text{DL/UL}}{\text{Cell Capacity}} \quad (10)$$

Keterangan :

- $N_{oS}$  = *Number of Site*
- $NT$  = *Network Throughput (Mbps)*
- SC = *Site Capacity (Mbps)*

3. Perancangan Jaringan LTE Indoor

3.1 Profil Gedung Purchase dan IT room PT.South Pacific Viscose

Berikut adalah spesifikasi gedung *purchase* dan *IT room* PT.SP.V yang ditunjukkan pada tabel 1.

Tabel 1. Spesifikasi Gedung Purchase dan IT room PT. SPV

Nama Gedung	Luas Tiap Lantai Gedung (m <sup>2</sup> )	Tinggi Lantai Gedung (m)
Purchasing Lantai 1	336	2,5
Purchasing Lantai 2	336	2,5
IT room Lantai 3	336	2,5

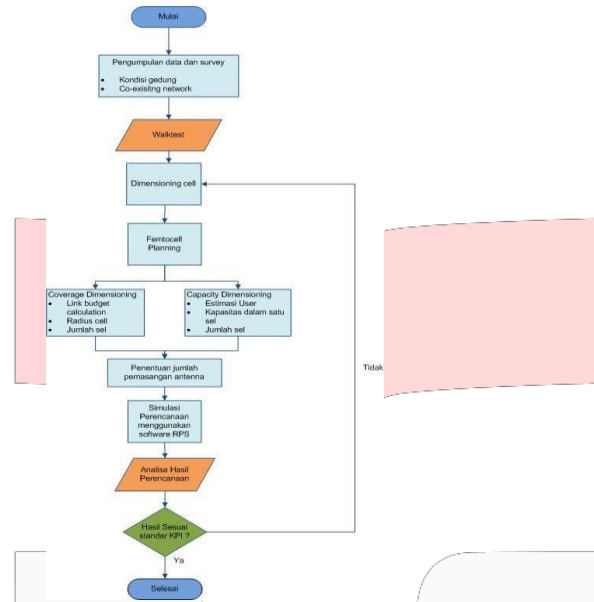
3.2 Langkah Perancangan

Adapun langkah-langkah perencanaan ini adalah sebagai berikut :

- 1) Langkah pertama adalah mencari data mengenai kondisi gedung, dari luas, denah, bentuk gedung, jaringan *co-existing* di daerah tersebut.
- 2) Survey lapangan yaitu dengan survey penggunaan teknologi telekomunikasi yang biasa digunakan oleh para pengunjung dan para karyawan yang ada di gedung yang akan dilakukan perancangan.
- 3) Melakukan pengukuran jaringan / *walk test* untuk mendapatkan hasil kualitas jaringan dalam gedung tersebut.
- 4) Melakukan perhitungan *power link budget, coverage* antenna dan kapasitas sel untuk mendapatkan jumlah antenna berdasarkan perhitungan *coverage*.
- 5) Melakukan perhitungan kapasitas sistem jaringan dan penentuan jumlah antenna berdasarkan perhitungan *capacity*.

- 6) Melakukan simulasi posisi penempatan antenna dan jumlah antenna berdasarkan perhitungan sebelumnya dengan menggunakan *software* RPS (*Radiowave Propagation Simulator*). Simulasi ini dilakukan untuk mengetahui posisi dan jumlah antenna terbaik serta mengurangi kemungkinan *blankspot*.
- 7) Membandingkan apakah hasil perencanaan sesuai dengan standar KPI.
- 8) Melakukan analisis hasil perencanaan.

**3.3 Diagram Alir Perancangan**



**Gambar 3. Diagram Alir Perancangan**

**3.4 Walktest**

Pada penelitian ini pengukuran *walktest* menggunakan jaringan WCDMA atau jaringan 3G. Pada jaringan 3G terdapat beberapa parameter acuan *walktest* yang harus diperhatikan yaitu nilai RSCP dan Ec/No. RSCP (*Receive Signal Code Power*) adalah parameter kekuatan sinyal seluler yang diterima oleh user, sedangkan Ec/No adalah parameter kualitas sinyal yang diterima oleh user. Kedua parameter ini harus disesuaikan dengan standar KPI operator sebagai acuan kelayakannya. Pada standar KPI yang ditetapkan untuk RSCP  $\geq -95$  dBm dan untuk Ec/No  $\geq -15$  dB

Tabel 2. Hasil *Walktest*

Walktest		
No	Lokasi	Hasil (dBm)
1	Purchasing Lantai 1	-99,63
2	Purchasing Lantai 2	-98,58
3	IT romm Lantai 3	-99,91

### 3.5 Coverage Planning

Dengan menggunakan perhitungan *coverage* didapatkan hasil estimasi jumlah antenna yang ditunjukkan pada tabel 3.

Tabel 3. Hasil Estimasi FAP *coverage planning*

Lantai	Luas Area (m <sup>2</sup> )	Luas Cell (m <sup>2</sup> )	Jumlah cell/FAP	Estimasi Jumlah FAP
1	336	101,2025245 m <sup>2</sup>	3,32	4
2	336	101,2025245 m <sup>2</sup>	3,32	4
3	336	221,406997m <sup>2</sup>	1,51	2

### 3.6 Capacity Planning

Dengan menggunakan perhitungan *capacity* didapatkan hasil estimasi jumlah antenna yang ditunjukkan pada tabel 4.

Tabel 4. Hasil Estimasi FAP *capacity planning*

Total User		Network Throughput (MAC)		Site Throughput (MAC)		FAP		Estimasi
Lantai	$\sum User$	Uplink (Mbps)	Downlink (Mbps)	Uplink (Mbps)	Downlink (Mbps)	Uplink (Mbps)	Downlink (Mbps)	Jumlah FAP
Lantai 1	44	1,4552897	11,317252	40,43517	33,69597	0,03599	0,335863	1
Lantai 2	46	1,5214393	11,831672	40,43517	33,69597	0,03762	0,351130	1
Lantai 3	25	0,8268691	6,4302568	40,43517	33,69597	0,02044	0,190831	1

## 4. Analisis Hasil Perancangan Jaringan LTE Indoor

### 4.1 Simulasi Perencanaan RPS

Pada simulasi menggunakan RPS digunakan jumlah antenna dari jumlah terbanyak yaitu pada perhitungan *coverage* :

- Purchasing Lantai 1 : 4 FAP
- Purchasing Lantai 2 : 4 FAP
- IT room Lantai 3 : 2 FAP

Simulasi menggunakan 3 jenis skenario untuk tiap lantainya. Dimana tiap skenario dibedakan peletakan FAP s ecara acak atau *random* dan diambil untuk nilai terbaik sebagai hasil akhir skenarionya. Berikut adalah hasil untuk tiap skenarionya yang ditunjukkan pada tabel 5. :

Tabel 5. Hasil Skenario Simulasi RPS

Skenario	Uji Coba	Letak Antenna	Hasil
Skenario Lantai 1	Uji Coba 1	FAP 1 (0,-15,2.5) FAP 2 (9,5,-10.5,2.5) FAP 3 (16,-6.5,2.5) FAP 4 (24,-5,2.5)	RSL = -53,69 dBm SIR = 28,10 dB
	Uji Coba 2	FAP 1 (2,-0.5,2.5) FAP 2 (9,-5,2.5)	RSL = -52,27 dBm SIR = 39,96 dB

		FAP 3 (17.5,-7.5,2.5) FAP 4 (23.5, -11.5,2.5)	
	Uji Coba 3	FAP 1 (5,-7.5,2.5) FAP 2 (8.5,-9.5,2.5) FAP 3 (17,-5,2.5) FAP 4 (25.5, -7.5,2.5)	RSL = -54,84 dBm SIR = 32,32 dB
Skenario Lantai 2	Uji Coba 1	FAP 1 (0,-3.5,5) FAP 2 (9.5,-7.5,5) FAP 3 (16.5,-5.5,5) FAP 4 (26.5, -9,5)	RSL = -55,82 dBm SIR = 27,02 dB
	Uji Coba 2	FAP 1 (0,-5.5,5) FAP 2 (10.5,-8.5,5) FAP 3 (17,-11.5,5) FAP 4 (24, -4.5,5)	RSL = -55,93 dBm SIR = 33,44 dB
	Uji Coba 3	FAP 1 (0.5,-5.5,5) FAP 2 (10.5,-8,5) FAP 3 (19,-11.5,5) FAP 4 (27.5, -5.5,5)	RSL = -55,05 dBm SIR = 32,11 dB
Skenario Lantai 3	Uji Coba 1	FAP 1 (7,-4.5,7.5) FAP 2 (22,-11.5,7.5)	RSL = -60,46 dBm SIR = 36,52 dB
	Uji Coba 2	FAP 1 (0,-6,7.5) FAP 2 (24,-7,7.5)	RSL = -64,12 dBm SIR = 50,79 dB
	Uji Coba 3	FAP 1 (6,-11.5,7.5) FAP 2 (20.5,-5.5,7.5)	RSL = -60,18 dBm SIR = 33,40 dB

### 5. Kesimpulan

Kesimpulan yang dapat diambil dari perencanaan jaringan LTE *indoor* di gedung purchase dan IT room PT.South Pacific Viscose ini adalah :

1. Hasil *walktest* didapatkan nilai RSL untuk lokasi *purchasing* lantai 1 adalah -99,63 dBm, untuk *purchasing* lantai 2 adalah -98,58 dBm, dan untuk *IT room* lantai 3 adalah -99,91. Nilai RSL dari hasil *walktest* yang telah dilakukan belum memenuhi standar KPI indosat yaitu  $\geq -90$  dBm.
2. Perencanaan jaringan LTE *indoor* ini menggunakan frekuensi 1800 MHz, *bandwidth* sistem 20 MHz, MIMO 2x2, jumlah *resource block* sebesar 100 Rb.
3. Pada perhitungan *coverage planning* diperoleh jumlah total antenna yang diperlukan adalah 10 buah. Pada perhitungan *capacity planning* diperoleh jumlah total antenna yang digunakan adalah 3.
4. Hasil parameter RSL pada skenario lantai 1 uji coba yang digunakan adalah uji coba ke-2 dengan nilai RSL -52,27 dBm, skenario lantai 2 uji coba yang digunakan adalah uji coba ke-3 yaitu dengan nilai RSL -55,05 dBm, dan untuk skenario lantai 3 uji coba yang digunakan adalah uji coba ke-3 dengan nilai RSL -60,18 dBm. Untuk satu gedung didapatkan nilai rata-rata RSL adalah -55,83 dBm.
5. Hasil parameter SIR pada skenario lantai 1 uji coba yang digunakan adalah uji coba ke-2 dengan nilai SIR 39,96 dB, skenario lantai 2 uji coba yang digunakan adalah uji coba ke-2 dengan nilai SIR 33,44 dB, dan untuk skenario lantai 3 uji coba yang digunakan adalah uji coba ke-2 dengan nilai SIR 50,79 dB. Untuk satu gedung didapatkan nilai rata-rata SIR adalah 41,39 dB.

6. Hasil analisis penentuan penggunaan *bandwidth* yang digunakan dalam perencanaan adalah *bandwidth* sistem 15 MHz dengan jumlah FAP 8 buah dan *bandwidth* sistem 20 MHz dengan jumlah FAP 10 buah.

#### Daftar Pustaka

- [1] Cox, C., 2014. "An Introduction To Lte." West Sussex: John Wiley & Sons, Ltd.
- [2] Damosso Eraldo. 2010. "Digital Mobile Radio Towards Future Generation Systems COST 231 Final Report." CSELT. Italy
- [3] Huawei Technologies Co.Ltd.. 2010. "LTE Radio Network Capacity Dimensioning. Shenzen." : Huawei
- [4] Huawei Technologies Co.Ltd.. 2010. "LTE Radio Network Coverage Dimensioning. Shenzen ." : Huawei
- [5] Jie Zhang, Guillaume de la Roche. 2010. "Femtocells : Technologies and Deployment." : John Wiley & Sons, Ltd.
- [6] Mobile Comm Laboratory. 2015. "LTE-Advanced and Wifi Femtocell Planning for Data Offload with Coverage Simulation Using RPS." Telkom University. Bandung.
- [7] Sesia, S., Toufik, I. & Baker, M., 2011. "LTE - The UMTS Long Term Evolution From Theory to Practice." West Sussex: John Wiley & Sons Ltd.

