

PERANCANGAN JARINGAN LTE FEMTOCELL PADA GEDUNG P UNIVERSITAS TELKOM***DESIGN OF FEMTOCELL LTE at P BUILDING TELKOM UNIVERSITY***Rizki Nurdin¹, Yuyun Siti Rohmah, S.T., M.T.,² Moszes A. Anggara, S.T.,M.T³^{1,2}Prodi D3 Teknik Telekomunikasi, Fakultas Ilmu Terapan, Universitas Telkom¹rizkinurdin18@gmail.com, ²yuyunsr@tass.telkomuniversity.ac.id, ³mosses.a.anggara@gmail.com**Abstrak**

Gedung perkuliahan selalu ramai setiap harinya baik oleh mahasiswa, dosen maupun civitas kampus. Ramainya gedung tersebut membutuhkan koneksi jaringan yang bagus bagi user. Tentu koneksi jaringan di dalam gedung (*indoor*) tidak sebagus koneksi jaringan di luar yang langsung mendapatkan *service* dari jaringan *outdoor*. Teknologi *Femtocell* merupakan solusi yang tepat untuk meningkatkan kualitas sinyal, memperluas coverage dan meningkatkan trafik di *indoor* karena penempatan antena pemancar yaitu *Femtocell Access Point* (FAP) yang berada dekat dengan *user*. *Femtocell* merupakan solusi yang murah, baik bagi *user* maupun operator untuk meningkatkan kualitas sinyal pada *indoor*. Untuk melakukan perancangan jaringan *Femtocell* dilakukan perhitungan berdasarkan *capacity* dan *coverage* untuk mendapatkan jumlah FAP yang dibutuhkan disetiap lantainya. Hasil simulasi perencanaan diperoleh hasil simulasi untuk nilai parameter RSSI di lantai satu, dua, tiga dan empat masing-masing adalah -38,46 dBm, -36,08 dBm, -35,97 dBm, dan -34,11 dBm dan untuk nilai parameter SINR diperoleh dari hasil simulasi di lantai satu, dua, tiga dan empat masing-masing adalah 9,10 dB, 12,00 dB, 12,16 dB, dan 16,27 dB. Hasil yang diperoleh dari perencanaan ini telah mencapai target standar parameter RF yang digunakan oleh operator smartfren.

Kata kunci: Femtocell, RSSI, SINR, FAP.**Abstract**

The lecture building is always crowded every day by students, lecturers and campus community. The crowded building requires a good network connection for the user. Of course the network connection inside the building (indoor) is not as good as the outside network connection that immediately gets service from the outdoor network. Femtocell technology is the right solution to improve signal quality, expand coverage and increase traffic on the indoor because of the placement of the transmitter antenna, namely Femtocell Access Point (FAP) which is close to the user. Femtocell is a cheap solution, both for users and operators to improve signal quality on the indoor. To do a Femtocell network design, calculation is done based on capacity and coverage to get the required number of FAPs on each floor. The results of the planning simulation obtained the simulation results for RSSI parameter values on floors one, two, three and four respectively -38.46 dBm, -36.08 dBm, -35.97 dBm, and -34.11 dBm and for SIR parameter values obtained from the simulation results on floors one, two, three and four respectively 9.10 dB, 12.00 dB, 12.16 dB, and 16.27 dB. The results obtained from this plan have reached the standard RF parameters used by smartfren operators.

Key Word: Femtocell, RSSI, SINR, FAP.**1. Pendahuluan**

Perkembangan teknologi telekomunikasi saat ini terus menerus mengalami peningkatan terutama pemakaian jaringan komunikasi seluler, pengguna jaringan seluler saat ini membutuhkan komunikasi berkecepatan tinggi, untuk dapat menikmati fasilitas yang ditawarkan seperti *VoIP*, *Streaming*, *Web Browsing*, *Email* dan lain-lain.^[7] Penyedia layanan kebutuhan telekomunikasi harus menyediakan layanan yang baik untuk area *outdoor* dan area *indoor* khususnya, karena 60% trafik data dihasilkan saat pengguna berada dalam ruangan seperti rumah dan kantor. Karena itulah sangat dibutuhkan perancangan jaringan *indoor*.

Gedung P Universitas Telkom merupakan Gedung perkuliahan dan selain itu juga merupakan pusat kegiatan untuk beberapa prodi. Gedung ini setiap harinya selalu ramai oleh mahasiswa, dosen dan karyawan Universitas Telkom. Dengan banyaknya user yang berada pada Gedung ini setiap harinya sehingga dibutuhkan jaringan. *Femtocell* merupakan salah satu solusi untuk meningkatkan kualitas jaringan seluler pada *indoor*. *Femtocell* bekerja pada spektrum berlisensi dengan menggunakan level daya yang lebih rendah dan juga cakupan yang lebih kecil. Dalam perancangan jaringan *Femtocell* digunakan analisis berdasarkan *capacity* dan *coverage* sehingga didapatkan jumlah FAP yang diperlukan.

2. Dasar Teori

2.1 Long Term Evolution

Kebutuhan masyarakat akan informasi dan komunikasi terus berkembang sangat pesat dari waktu ke waktu. Berbagai macam kebutuhan konsumen menuntut kepada pihak penyedia jasa layanan telekomunikasi seluler untuk terus mengembangkan layanannya terutama dalam akses data dengan kecepatan yang tinggi kapanpun dan dimanapun. Komunikasi paket data mulai diperkenalkan kepada konsumen pada era GSM kemudian dikembangkan menjadi teknologi 3GPP yaitu GPRS, EDGE, UMTS, HSDPA, HSUPA, HSPA+, LTE, selanjutnya berkembang generasi yang keempat dengan teknologi *LTE Advance*.^[11]

2.2 Femtocell

Femtocell merupakan solusi *alternative* bagi operator seluler dalam memperluas jaringan aksesnya hingga perumahan-perumahan atau perkantoran yang sering kali tidak terjangkau oleh BTS konvensional atau pada area dengan tingkat trafik pelanggan yang sangat tinggi.^[11] *Femtocell* merupakan pengembangan dari konsep arsitektur BTS di jaringan seluler dengan menggunakan level daya rendah dan memiliki cakupan yang lebih kecil dibandingkan dengan makro.

2.3 Arsitektur Dasar Femtocell^[14]

Pada jaringan *femtocell* terdapat 3 elemen utama yang terdapat di setiap arsitektur jaringan, yaitu:

- a. *Femtocell Access Point*
Femtocell Access Point (FAP) merupakan node utama dalam suatu jaringan *femtocell* yang berada pada sisi pengguna.
- b. *Security Gateway* (SeGW)
SeGW merupakan node jaringan yang mengamankan koneksi internet antara pengguna *femtocell* dari jaringan inti operator seluler.
- c. *Femtocell Devices Management System* (FMS)
Manajemen sistem *femtocell* terletak pada jaringan operator, yang juga memiliki peranan penting dalam manajemen pengadaan, aktivasi dan operasional *femtocell*.

2.4 Capacity Planning^[7]

Capacity planning bertujuan untuk menghitung jumlah FAP berdasarkan kapasitas user yang ada pada gedung perencanaan. Pada *capacity planning* dilakukan perhitungan *throughput session*, *single user throughput*, *network throughput* dan jumlah FAP berdasarkan kapasitas *user*.

2.5 Coverage Planning^[6]

Perhitungan *coverage* membutuhkan data seperti luas gedung dari Gedung P Universitas Telkom, nilai *link budget*, besarnya nilai redaman material gedung, dan model propagasi. Menentukan model propagasi yang sesuai akan memberikan hasil perhitungan yang akurat. *Coverage planning* juga memberikan gambaran daya yang dibutuhkan untuk memenuhi layanan pada area yang telah ditentukan.

2.6 Radio Propagation Simulator

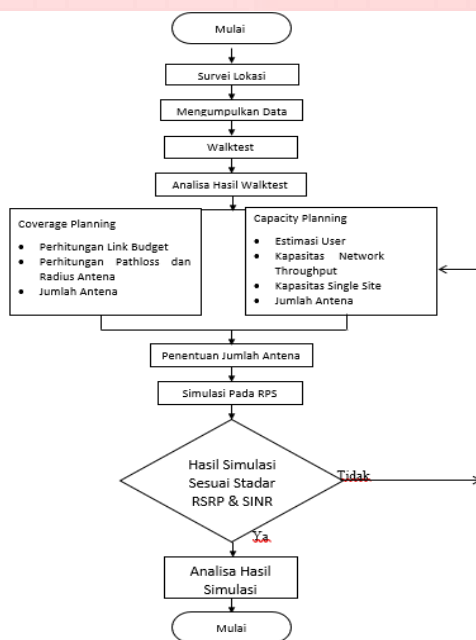
Radio Propagation Simulator merupakan sebuah program aplikasi *desktop* yang dikeluarkan oleh organisasi *development software*. RPS merupakan program perangkat lunak yang biasa difungsikan untuk analisa propagasi gelombang radio yang sebelumnya dilakukan perhitungan terlebih dahulu. Program ini bisa digunakan untuk perencanaan performansi sinyal radio berbagai macam sistem jaringan dengan range frekuensi kerja 300 MHz – 300 GHz

3. Perancangan Jaringan Femtocell

3.1 Deskripsi Proyek Akhir

Dalam perancangan jaringan *Femtocell* ada beberapa tahapan yang dilakukan, tahap pertama yang dilakukan yaitu *survey* dan menentukan gedung, *survey data* dan melakukan *walktest* untuk melihat nilai *RSRP* dan *RSRQ* pada Gedung tersebut. Selanjutnya melakukan perhitungan secara *capacity* dan *coverage* untuk mendapatkan jumlah *FAP* yang dibutuhkan. Kemudian dilanjutkan dengan simulasi penempatan *FAP* menggunakan *software RPS*.

3.2 Proses Perencanaan



Gambar 3.1 Diagram Alir Perancangan Jaringan *Femtocell*

3.3 Survei Lokasi & Data

Tahap pertama kali yang dilakukan yaitu melakukan survei gedung, setelah melakukan survei gedung dan gedung bisa dijadikan studi kasus pada proyek akhir ini maka dilakukan pengumpulan data. Data yang dibutuhkan yaitu denah gedung, kapasitas masing-masing ruangan gedung, luas gedung keseluruhan dan perlantai dan jenis material gedung.



Gambar 3.2 Gedung P Universitas Telkom

3.4 Layout Gedung

Denah Gedung P didapat dari bagian logistik FTE. Masing-masing lantai memiliki denah yang berbeda tergantung pada jenis ruangan di lantai tersebut. Pada *layout* tersebut juga sudah terdapat luas dari masing-masing lantai dan jenis ruangan yang ada. Layout Gedung akan ditampilkan pada lampiran.

3.5 Capacity Planning

Pada *capacity planning* dilakukan perhitungan berdasarkan kapasitas user untuk mendapatkan jumlah site yang dibutuhkan untuk *cover* seluruh ruangan. Untuk estimasi *user* diambil kapasitas maksimum masing-masing ruangan pada Gedung P. Setiap user diasumsikan sebagai pengguna Operator Smartfren. Pada perhitungan *capacity* terdiri dari perhitungan Single User Throughput, Network Throughput, Single Site Capacity dan juga jumlah antenna/FAP.

Tabel 3.1 Jumlah Antena

Lantai	User	Network Throughput (MAC)		Single Site Throughput (MAC)		Jumlah Antena		Jumlah Antena
		Uplink	Downlink	Uplink	Downlink	Uplink	Downlink	
Lantai Dasar	370	15.77223041	157.912945 5	17.04	20.45	0.925600376 2	7.72190442 5	8
Lantai 2	365	15.55909216	155.778986 7	17.04	20.45	0.913092262 9	7.61755436 2	8
Lantai 3	360	15.34595392	153.645028	17.04	20.45	0.900584150 2	7.51320430 3	8
Lantai 4	270	11.50946543	115.233771	17.04	20.45	0.675438112 1	5.63490322 7	6

3.6 Coverage Planning

Pada tahap *coverage planning* dilakukan perhitungan MAPL (*Maximum Allowable Path Loss*) untuk mendapatkan besarnya *radius coverage* dari masing-masing *cell*. Selain itu juga dilakukan perhitungan model propagasi yang sesuai dengan model propagasi yang digunakan untuk perancangan jaringan *indoor*. Model propagasi yang digunakan pada proyek akhir ini yaitu model propagasi *Cost 231 Multi-wall*. Berikut diagram alir dari tahap-tahap pengerjaan *coverage planning*.

Perhitungan Link Budget dilakukan untuk mendapatkan nilai power dari *Femtocell Access Point* yang akan didistribusikan ke *user*. Pada perhitungan Link Budget akan dilakukan perhitungan nilai EIRP dan perhitungan MAPL. Berikut adalah table perhitungan EIRP dan MAPL.

Tabel 3.2 Tabe Nilai MAPL^{[3][13]}

Transmitter(FAP)	Value	Calculation
Max.Tx Power (dBm)	23	A
Tx.Antena Gain (dBi)	3	B
Loss Saluran (dB)	12.975	C
EIRP	13.025	D = A + B - C
Receiver (UE)	Value	Calculation
Noise Figure (dB)	7	E
Thermal Noise (dBm)	-100.97	F=K*t*BW
Receiver Noise Floor	-93.97	G=E+F
SINR	0	H
Receiver Sensitivity (dBm)	-93.97	I=G+H
Load Factor	0.6	J (60%)
Interference Margin (dB)	3.97	$K = 10 \log \left(\frac{1}{1-J} \right)$
Rx Antena Gain (dBi)	0	L

Body Loss	3	M
Log Normal Fading Margin (dB)	4	N
MAPL	96.025	O=D-I-K+L-M-N

Berikut adalah table jumlah FAP masing-masing lantai pada Gedung P Universitas Telkom.

Tabel 3.3 Jumlah FAP Gedung P

Lantai	Jumlah FAP
Lantai Dasar	6 FAP
Lantai Dua	7 FAP
Lantai Tiga	7 FAP
Lantai Empat	2 FAP

4. Analisis Hasil Perancangan

4.1 Deskripsi Simulasi

Setelah dilakukan perhitungan jumlah FAP berdasarkan *capacity planning* dan *coverage planning*, selanjutnya akan dilakukan simulasi penempatan FAP. Jumlah FAP yang digunakan pada simulasi merupakan jumlah FAP yang didapat berdasarkan perbandingan hasil perhitungan *capacity* dan *coverage planning*.

4.2 Penentuan Jumlah FAP dan Letak FAP

Penentuan jumlah FAP diambil dari hasil perbandingan hasil simulasi perhitungan jumlah FAP berdasarkan *capacity planning* dan *coverage planning*. Jumlah FAP yang dipilih merupakan jumlah FAP yang menghasilkan nilai simulasi terbaik untuk parameter performasni LTE. Berikut adalah perbandingan jumlah FAP berdasarkan *capacity* dan *coverage*.

4.3 Wiring Diagram

Wiring diagram merupakan gambaran peletakan perangkat aktif dan perangkat pasif untuk mempermudah penggambaran ke dalam bentuk gambar teknik. *Wiring diagram* terdiri dari gambar atau simbol dari masing-masing perangkat yang akan digunakan pada saat instalasi hasil perencanaan. Berikut adalah tabel perangkat dan jumlah dari perangkat yang digunakan pada gedung P.

Tabel 4.2 Jumlah Perangkat

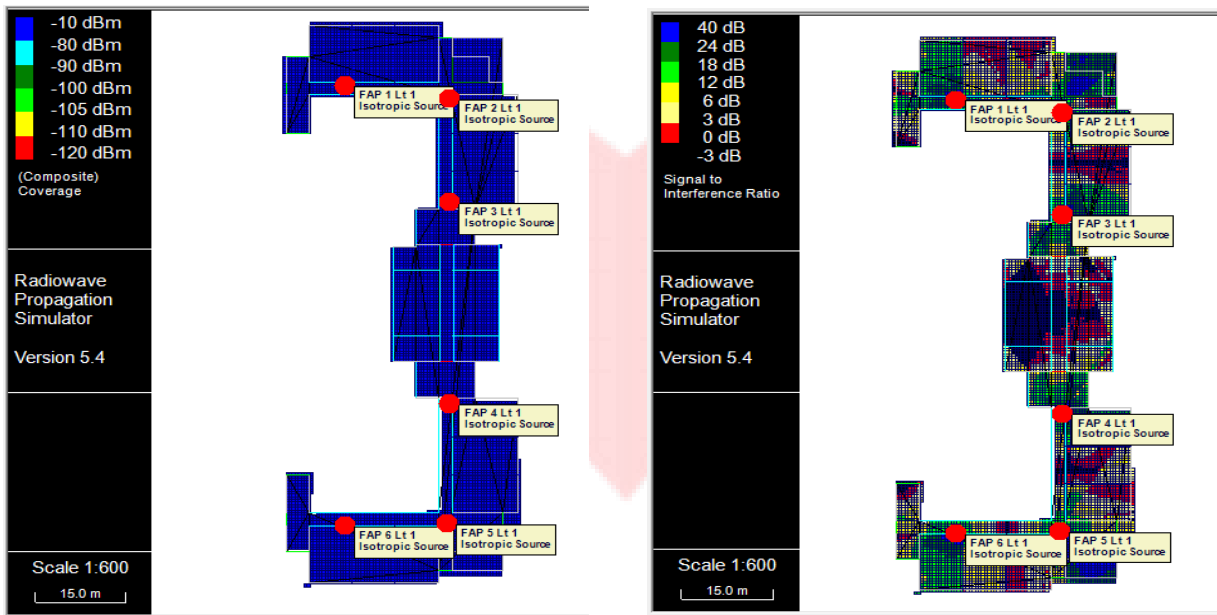
Perangkat	Jumlah
LTE LiTE Residential Outdoor CPE	1 Buah
S61 nanoLTE 4G SoHo Access Point	30 Buah
Ubiquiti PoE Adapter	1 Buah
Broadband Router	12 Buah
Copper Cable UTP category 5e	530 m
RJ45 Connector category 5e	123 Buah
CAT5E Modular Jacks	30 Buah

4.4 Simulasi Perencanaan

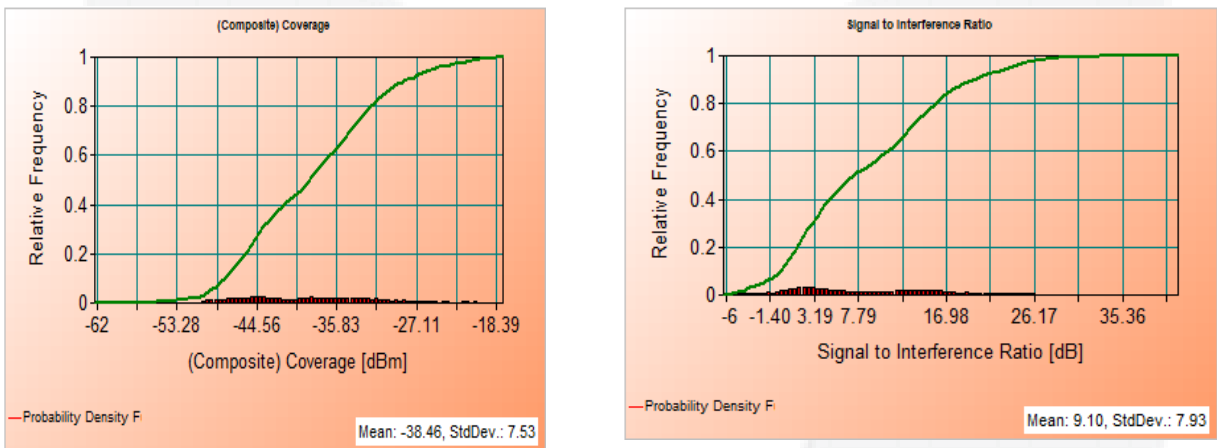
Penempatan FAP pada Gedung P merupakan hasil prediksi yang mendapatkan nilai performansi paling tinggi dari masing-masing FAP. Posisi peletakan FAP akan berpengaruh terhadap hasil simulasi pada RPS. Setelah dilakukan simulasi pada RPS akan dianalisis parameter performansi *LTE* yaitu RSSI dan SINR.

1. Hasil Simulasi Lantai Satu

Dari hasil simulasi didapatkan nilai RSSI pada lantai satu didapat *mean* sebesar -38.46 dBm dengan *standar deviasi* 7.53. Untuk nilai SINR pada lantai satu didapat *mean* sebesar -9.10 dBm dengan *standar deviasi* 7.93. Pada gambar 4.2 ditampilkan grafik RSSI dan grafik CDF RSSI. Pada grafik CDF di bawah dapat dilihat *persentase* nilai RSSI dengan range sangat baik sekali sebesar 76% dan untuk *range* sangat baik sebesar 21%. *Persentase* nilai SINR tertinggi berada pada nilai SINR dengan kondisi sangat baik yaitu sebesar 30.2%.



Gambar 4.1 Hasil Simulasi RSSI dan SINR Lantai Satu



Gambar 4.2 Histogram RSSI dan SINR Lantai Satu

4.5 Analisis Performansi pada Parameter LTE

Analisis performansi pada parameter LTE yang mengacu pada nilai dari RSSI (*Received Signal Strength Indicator*) yang merupakan total daya yang diterima user ditambah dengan *noise* dan *interferensi* disaat sinyal yang ditransmisikan. Nilai dari RSSI akan di konversikan ke nilai parameter RSRP (*Reference Signal Received Power*). RSRP merupakan power sinyal LTE yang diterima oleh *user* dalam frekuensi tertentu, semakin jauh jarak *site* dengan user maka semakin kecil nilai RSRP yang diterima. User yang berada di luar jangkauan *signal* tidak akan mendapat layanan LTE

Tabel 4.7 Performansi Parameter LTE

Lantai	Parameter LTE		
	RSSI (dBm)	RSRP (dBm)	SINR (dBm)
Lantai Satu	-38.46	-69.25	9.10
Lantai Dua	-36.08	-66.87	12.00
Lantai Tiga	-35.97	-66.76	12.16
Lantai Empat	-34.11	-64.9	16.27

5. Penutup

5.1 KESIMPULAN

Berikut adalah kesimpulan dari perancangan jaringan *Femtocell* pada proyek akhir ini.

1. Hasil perhitungan *coverage planning* dan *capacity planning* di lantai satu sampai lantai empat diperoleh jumlah FAP yang berbeda, pada proyek akhir ini dipilih jumlah FAP yang menghasilkan nilai performansi LTE terbaik disimulasi.
2. Nilai EIRP dan nilai MAPL saling berhubungan pada perhitungan *link budget* yang akan berpengaruh terhadap nilai radius FAP dan jumlah FAP yang dibutuhkan.
3. Menggunakan *cost 231 Multiwall* sangat tepat untuk perancangan jaringan *indoor*, karena memperhatikan nilai *loss* setiap jenis material yang ada pada bagian dalam gedung tersebut.
4. Nilai EIRP dan RSRP masing-masing FAP mempengaruhi interferensi. Untuk mencegah interferensi maka nilai untuk EIRP dan RSRP masing-masing FAP tidak boleh memiliki selisih yang terlalu besar nilainya.
5. Hasil simulasi untuk parameter RSSI yaitu, lantai 1 38.46 dBm, lantai 2 -36.08 dBm, lantai 3 35.97 dBm dan lantai 4 -34.11 dBm.
6. Hasil simulasi untuk parameter SINR yaitu, lantai 1 9.10 dB, lantai 2 12.00 dB, lantai 3 12.16 dB, dan lantai 4 16.27 dB.
7. Hasil perhitungan untuk nilai parameter RSRP di dapat dari perhitungan, setelah dilakukan perhitungan didapat nilai RSRP untuk lantai 1 -69.25 dBm, lantai 2 -66.87 dBm, lantai 3 -66.76 dBm dan lantai 4 -64.9 dBm. Dari ketiga parameter tersebut dapat disimpulkan bahwa hasil simulasi telah sesuai dengan standar KPI operator smartfren.

5.2 SARAN

Adapun saran yang ingin disampaikan penulis pada Proyek Akhir ini yaitu.

1. Hasil simulasi pada RPS akan ada sedikit perbedaan dengan keadaan nyatanya. Karena itu perlu dilakukan kembali evaluasi penempatan FAP secara presisi dan akurat.
2. Menggunakan *software* simulasi yang lebih baik dan akurat untuk *indoor planning* dan juga gunakan *software* yang berlisensi agar bisa mengakses lebih banyak fitur pada *software* tersebut.
3. Mengkaji kembali dan memahami penelitian mengenai perencanaan jaringan Femtocell indoor.
4. Mengkaji dan mempelajari tentang instalasi perancangan jaringan *indoor* setelah terlebih dahulu mengerjakan perancangannya.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] Ascom. 2014. TEMSTM Pocket 14.1 Technical Product Description : Ascom.
- [2] *Celuler Communication Laboratory*, Modul Training 4G LTE Drive Test, 2017, Bandung.
- [3] Hikmaturokhman, Alfin, Berlianti, Lita, 2015, Analisa Model Propagasi Cost231 Multi Wall pada Perancangan Indoor Femtocell HSDPA menggunakan Radiowave Propagation Simulator, Yogyakarta.
- [4] Huawei Technologies Co. 2019. LTE Link Budget Introduction : Huawei.
- [5] Huawei Technologies Co. 2013. LTE Radio Network Capacity Dimensioning : Huawei.
- [6] *Mobilecomm Laboratory*, Modul Training Network Parameter Tuning Strategy for TDD LTE Planning and Optimization, 2017, Bandung.
- [7] Mahyu, Tri Abi, Amalia, Norma, Amanaf, Muntaqo Alfin, Perancangan dan Analisis Jaringan Indoor Femtocell LTE 2300 MHz di Gedung Java Heritage Hotel Purwokerto Dengan Menggunakan Radiowave Propagation.
- [8] Muryono, Aji Hidayat, Hendratoro, Gamantyo, Kuswidiastuti, Devy, 2013, Desain dan Analisa Kinerja Femtocell LTE-Advance Menggunakan Metode Inter Cell Interference Coordination, Surabaya.
- [9] Nugraha, Toha Ardi, 2017, Perencanaan dan Simulasi Jaringan Small Cell Indoor Hotspots Studi Kasus di Gedung Vokasi Universitas Telkom, Bandung.
- [10] Oktauliah, Farah, Setiabudi, Dodi, Supeno, Bambang, Analisa Perencanaan Jaringan 4G LTE Pada Gedung A Fakultas Teknik Universitas Jember Menggunakan Radiowave Propagation Simulator 5.4.
- [11] Setiawan, Diki Sofyan, Muayyadi, Achmad Ali, Usman, Uke Kurniawan, 2016, Analisis Perancangan dan Performansi LTE Femtocell di Gedung A dan B Telkom University, Bandung.
- [12] Sistem Informasi dan Logistik Telkom University. 2018
- [13] Ulfah, Mariah, 2017, Analisis Coverage Area Jaringan 4G LTE, Teknik Elektronika, Politeknik Negeri Balikpapan, Balikpapan.
- [14] Utami, Fitri Kemala, Hikmaturokhman, Alfian, 2016, Perencanaan Femtocell 4G LTE 1800 MHz Studi Kasus Gedung Baru ST3 Telkom Purwokerto, Purwokerto.
- [15] Utomo, Budi, Santoso, Imam, Z, Ajub Ajulian, Simulasi Link Budget Pada Femto Teknologi Telekomunikasi LTE (Long Term Evolution), Semarang.