

Analisa Perancangan Jaringan Akses Data Menggunakan Microwave Backhaul 3G Di Wilayah Situ Lembang Bandung

Boby Bagus Setiawan¹, Uke Kurniawan Usman², M. Irfan Maulana³
Prodi S1 Teknik Telekomunikasi,
Fakultas Teknik Elektro, Universitas Telkom,
Bandung, Indonesia

¹bobysetiawan924@yahoo.co.id, ²ukeusman@telkomuniversity.ac.id, ³muhammadirfanm@telkomuniversity.ac.id

Abstrak— Pada paper ini, membahas tentang perancangan jaringan UMTS untuk wilayah Situ Lembang yang mencakup perancangan *microwave backhaul*, *coverage planning* dan *capacity planning*. Kemudian dilakukan empat skenario perancangan jaringan UMTS agar memberikan hasil yang lebih optimal. Hal ini dilakukan agar terdapat peningkatan teknologi jaringan serta untuk meningkatkan layanan seluler pada wilayah tersebut. Berdasarkan hasil perhitungan dan simulasi, skenario II yang menunjukkan hasil yang paling baik. Hal ini disekukan oleh nilai parameter $RSCP \geq -92$ dB mencapai 35,4 %, $Ec/No \geq -12$ dB mencapai 79,5 % dan $Throughput \geq 5$ Mbps mencapai 51,6 % lebih besar dari hasil skenario lainnya. Kemudian dari hasil perancangan *microwave backhaul*, seluruh *link* melebihi nilai *availability* di atas 99,99%. Hal tersebut terjadi karena level daya terima tiap *link* lebih besar dari level daya minimum perangkat sebesar -85 dBm.

Kata kunci— *Microwave Link*, *Coverage Planning*, *Capacity Planning*, *Drop Call*

I. PENDAHULUAN

Saat ini Situ Lembang Bandung memiliki layanan GSM *voice* dan SMS tetapi terdapat permasalahan seperti *drop call* dan masyarakat pada wilayah tersebut menginginkan adanya layanan akses data internet. Saat ini solusi yang sudah dilakukan yaitu dengan menangkap sinyal dari BTS GSM Cisarua kemudian dikuatkan kembali menggunakan *repeater* pada Tower PERTAMINA. Dari hasil *drive test* didapatkan $RxLev$ -87 dBm menjadi -83,79 dBm dan $RxQual$ 0,88 dB menjadi 0,79 dB.

Dari hasil yang diperoleh dari penelitian ini dapat memberikan saran kepada pihak operator terkait untuk melakukan perbaikan jaringan agar memenuhi permintaan pelanggan pada lokasi tersebut untuk bisa beralih ke layanan Data 3G UMTS di daerah Situ Lembang Bandung.

II. DASAR TEORI

A. Karakteristik Jaringan UMTS

Universal Mobile Telecommunication System (UMTS) saat ini dipandang sebagai sebuah sistem impian yang menggantikan *Global System for Mobile Communication*

(GSM). UMTS merupakan salah satu evolusi generasi ke tiga (3G) dari jaringan mobile. UMTS juga memperlihatkan permintaan yang makin berkembang dari aplikasi mobile dan aplikasi internet untuk kapasitas baru sehingga dunia komunikasi mobile makin ramai. Transmisi peningkatan jaringannya mencapai kecepatan sampai 2 Mbps per pemakai mobile dan menetapkan suatu standar penjelajahan yang global [1].

TABEL I. KARAKTERISTIK JARINGAN UMTS [1][6]

TYPE SPESIFIKASI	JENIS / NILAI
<i>Radio access</i>	DS-CDMA / FDD
<i>Services</i>	<i>Voice</i> , <i>Packet Data</i> <i>Unrestricted information transmission</i>
<i>Chip Rate</i>	1,024 / 4,096 / 8,192 / 16,384 Mcps
<i>TCH Rate</i>	384 Kbps – 2 Mbps
<i>Detection (Reverse & Forward link)</i>	<i>Pilot Symbol Aided Coherent</i> RAKE
<i>Services</i>	<i>Voice</i> , <i>Packet Data</i> , <i>Unrestricted information transmission</i>

B. Capacity Planning

Capacity planning memiliki output berupa jumlah sel yang diperlukan berdasarkan kebutuhan jumlah trafik di area perencanaan. Berikut adalah tahapan dalam melakukan *capacity planning* [3].

1. Mengestimasi jumlah pengguna layanan.
2. Menentukan *service model* milik UMTS yang paling cocok digunakan untuk daerah tersebut
3. Menghitung OBQ (*Offered Bit Quantity*)
4. Melakukan perhitungan jumlah sel yang dibutuhkan berdasarkan OBQ yang mungkin degenerate oleh *subscriber*.

Terdapat *service model* layanan sebagai berikut:

TABEL II. SERVICE MODEL LAYANAN UMTS [3][4]

Data Type	Downlink	Uplink	Penetrasi	BHCA	Session Time (s)
Voice	12.2 Kbps	12.2 Kbps	0,73	0,9	120
High Interactive Multimedia	128 Kbps	64 Kbps	0,9	0,25	144
High Multimedia	2000 Kbps	128 Kbps	0,15	0,01	53
Medium Multimedia	384 Kbps	64 Kbps	0,15	0,2	14
Low Volume Data	14,4 Kbps	14,4 Kbps	0,13	0,2	156
Text Messaging	14,4 Kbps	14,4 Kbps	0,4	0,06	30

Selanjutnya nilai OBQ didapat dari jumlah kebutuhan data per jam dikalikan dengan jumlah pengguna. Jumlah tersebut dibagi dengan *data rate* 1 *base station* UMTS yaitu 2 Mbps akan menghasilkan jumlah sel yang dibutuhkan.

C. Coverage Planning

Coverage planning merupakan dimensioning berdasarkan *loss* yang mungkin terjadi antara transmitter dan receiver baik itu *loss* akibat propagasi gelombang diudara, akibat lingkungan maupun *loss-loss* internal dari perangkat yang digunakan. Untuk melakukan *coverage planning* diperlukan Tabel *radio link budget* yang akan digunakan seperti yang ditunjukkan pada Tabel III arah *downlink*.

TABEL III. LINK BUDGET ARAH DOWNLINK [1][6]

Transmitter (UE)	Value	Calculation
Max. TX power (dBm)	21	A
TX antenna gain (dBi)	0	B
Connector+Combiner loss (dB)	0	C
EIRP (dBm)	21	d = a + b - c
UE noise figure (dB)	6	E
Thermal noise density (dBm/Hz)	-174	g = k * T * B
Receiver noise density (dBm/Hz)	-168	g = e + f
Receiver noise power (dBm)	-102,2	h = g + 10log [chip rate]
Interference margin (dB)	6	I
Total effective noise + interference (dBm)	-96,2	J = h + i
Processing gain (dB)	25	k = 10 log (chip rate / data rate)
Required Eb/No (dB)	1,5	L
Receiver sensitivity (dBm)	-115,2	m = l - k + j
Mobile antenna gain (dBi)	18,2	N
Max Path loss (dB)	154,4	o = d - m + n
Log normal fading margin (dB)	6	P
Indoor Loss	15	q
Maximum Allowed Propagation Loss (dB)	133,4	r = o - p - q

D. Perancangan Microwave Backhaul

Pada jaringan nirkabel, backhaul didefinisikan sebagai bagian dari jaringan yang membawa informasi dari sel pada bagian controller-nya. Untuk merancang sebuah *link backhaul* biasanya ditinjau oleh beberapa tahap, diantaranya ialah perhitungan *loss/attenuation*, *fading*, dan *fade margin*, interferensi dan *frequency planning* serta *quality* dan *availability*. Suatu hubungan komunikasi disebut *Line of Sight*

(LOS) jika antara antena pengirim dan penerima dapat saling "melihat" tanpa adanya penghalang pada lintasan. Dalam komunikasi *microwave*, LOS merupakan syarat yang harus terpenuhi. Beberapa parameter dalam propagasi *Line of Sight* diantaranya panjang lintasan, faktor k, *Fresnel zone*, tinggi tonjolan bumi, tinggi penghalang dan tinggi penghalang tambahan [2].

- Faktor "k".

Radius bumi Effective = k x Radius bumi sebenarnya. *True Earth's radius* = 6371 Km, k = 4/3 = 1.33

- Fresnel Zone

$$F_1 = 17,3 \times \sqrt{\frac{d_1 \times d_2}{f \times d}} \quad (1)$$

Dimana:

F1 = jari-jari fresnel (m)

d1 = jarak dari pengirim ke *obstacle* (km) d2 = jarak dari *obstacle* ke penerima (km) f = frekuensi (Ghz)

- Faktor Kelengkungan Bumi

$$H_c = \frac{0,079 \times d_1 \times d_2}{1,333} \quad (2)$$

- Ketinggian Bebas Obstacle

$$H_{tot} = H_c + H_0 + F_1 \quad (3)$$

E. Skenario Perencanaan

Pada skenario perancangan jaringan seluler dan microwave link dilakukan empat skenario pada wilayah yaitu:

1. Skenario I menggunakan lokasi *site existing* yaitu *site* Cisarua menuju Tower PERTAMINA.
2. Skenario II menggunakan *site existing* dan menambahkan BTS baru dekat dengan lokasi Situ Lembang.
3. Skenario III menggunakan lokasi *site existing* hanya saja *site* PERTAMINA ditambah ketinggiannya mencapai 70 meter.
4. Skenario IV menghilangkan *site* PERTAMINA kemudian menggantinya dengan *site* baru pada lokasi yang berbeda dengan *site* baru yang berada pada skenario II.

III. PARAMETER SIMULASI

Terdapat parameter-parameter yang digunakan untuk mengukur kualitas jaringan UMTS dan *microwave backhaul* seperti RSCP, Ec/NO, *Throughput*, *availability* dan *fading margin*. Adapun target dari KPI (*Key Performance Indicator*) yang harus dicapai dari setiap parameter tersebut seperti Tabel IV, V, VI dan VII di bawah ini.

TABEL IV. RSCP[5][4]

LEVEL SINYAL (DBM)	KATEGORI KUAT SINYAL
ABOVE -92	BAGUS
≥ -102 TO < -92	CUKUP
BELOW -102	BURUK

TABEL V. EC/NO[5][4]

LEVEL SINYAL (DB)	KATEGORI KUALITAS SINYAL
ABOVE -12	BAGUS
≥ -15 TO < -12	CUKUP
≥ -25 TO < -15	BURUK

TABEL VI. THROUGHPUT [5][4]

Throughput	Indeks
> 5 Mbps	5
4 Mbps	4
3 Mbps	3
2 Mbps	2
< 1 Mbps	1

TABEL VII. AVAILABILITY & FADING MARGIN [5]

AVAILABILITY	FADING MARGIN
$\geq 99.99\%$	30 DB - 40 DB

IV. HASIL PERHITUNGAN DAN SIMULASI

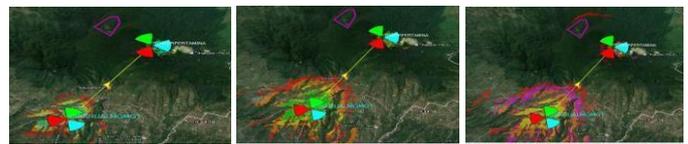
Hasil perhitungan dan simulasi ini menunjukkan hasil dari perhitungan *coverage planning*, *capacity planning* dan *microwave backhaul* pada jaringan UMTS. Dari hasil perhitungan *capacity planning* menghasilkan kapasitas sebesar 6.143.557 Kbps untuk pelanggan sebanyak 2560. Kemudian dibagi dengan *data rate 1 base station* UMTS yaitu 2 Mbps sehingga didapatkan 3 buah *site* untuk melayani pelanggan di wilayah Situ Lembang. Kemudian berdasarkan hasil *coverage planning* menghasilkan MAPL dengan referensi arah *uplink* sebesar 133,4 dB menghasilkan satu buah *site* dari sisi *coverage planning*. Kemudian untuk perhitungan *microwave backhaul* menghasilkan *fading margin* dan *availability* pada setiap *link* sebagai berikut:

TABEL VIII. HASIL PERANCANGAN MICROWAVE BACKHAUL[5]

SITE A	SITE B	WORST MONT SES (DETIK)	NILAI DAYA TERIMA (DBM)	AVAILABILITY (%)	FADING MARGIN (DB)	KESIMPULAN
SITE CISARUA	TOWER PERTAMINA A (30 METER)	7,27	-47,0	99,99	38,0	TARGET TERPENUHI
TOWER PERTAMINA	SITE BARU	1,4	-53,73	100	32,27	TARGET TERPENUHI
SITE CISARUA	TOWER PERTAMINA (70 METER)	30,54	-53,3	99,99	31,72	TARGET TERPENUHI
SITE CISARUA	SITE BARU-2	1,40	-47,4	100	37,64	TARGET TERPENUHI

A. Analisa Simulasi Skenario 1

Analisa simulasi skenario 1 ini menunjukkan hasil dari perancangan jaringan seluler skenario I yang disimulasikan menggunakan *software* ATOLL.



Gambar 1. Pancaran RSCP

Gambar 2. Pancaran Throughput

Gambar 3. Pancaran Ec/No

Pada Gambar I, II dan III terlihat bahwa pancaran dari masing-masing parameter sangat sulit mencapai wilayah Situ Lembang Bandung. Hal ini disebabkan karena *obstacle* yang berada di sekitar Tower PERTAMINA sangat tinggi sehingga pancaran sinyal RSCP, Ec/No dan Throughput menjadi sulit untuk mencapai lokasi tujuan.

B. Analisa Simulasi Skenario 2

Analisa simulasi skenario 2 ini menunjukkan hasil dari perancangan seluler pada skenario 2 yang disimulasikan menggunakan *software* ATOLL.



Gambar 4. Pancaran RSCP

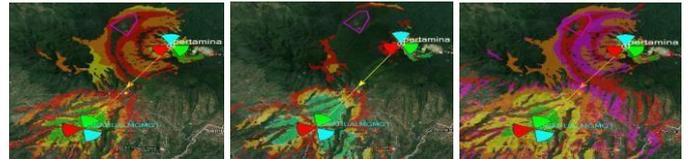
Gambar 5. Pancaran Throughput

Gambar 6. Pancaran Ec/No

Pada Gambar 4, 5, dan 6 menunjukkan hasil pancaran sinyal RSCP, Ec/No dan *Throughput* mencapai lokasi tujuan dengan baik. Hal ini disebabkan oleh adanya penambahan *site* baru yang berada dekat dengan lokasi sehingga menekan pancaran dari seluruh parameter menjadi sangat baik pada lokasi tujuan.

C. Analisa Simulasi Skenario 3

Analisa simulasi skenario 3 ini menunjukkan hasil dari perancangan seluler pada skenario 3 yang disimulasikan menggunakan *software* ATOLL.



Gambar 7. Pancaran RSCP

Gambar 8. Pancaran Throughput

Gambar 9. Pancaran Ec/No

Pada Gambar 7, 8, dan 9 menunjukkan hasil pancaran sinyal RSCP, Ec/No dan *Throughput* mencapai lokasi tujuan dengan baik. Hal ini disebabkan oleh adanya penambahan tinggi Tower PERTAMINA sehingga menyebabkan pancaran dari seluruh parameter menjadi lebih baik pada lokasi tujuan dibandingkan dengan skenario I.

D. Analisa Simulasi Skenario 4

Analisa simulasi skenario 4 ini menunjukkan hasil dari perancangan seluler pada skenario IV yang disimulasikan menggunakan *software* ATOLL.



Gambar 10. Pancaran RSCP

Gambar 11. Pancaran Throughput

Gambar 12. Pancaran Ec/No

Pada Gambar 10, 11, dan 12 menunjukkan hasil pancaran sinyal RSCP, Ec/No dan *Throughput* mencapai lokasi tujuan dengan baik. Hal ini disebabkan oleh adanya *site* Baru berada dekat

dengan lokasi tujuan sehingga menyekang pancaran dari seluruh parameter menjadi membaik pada lokasi tujuan dibandingkan dengan skenario 1 dan skenario 3.

E. Hasil Akhir Perencanaan Jaringan UMTS

TABEL IX. HASIL AKHIR PERENCANAAN UMTS 1

Skenario	Ec/No (dB)		RSCP (dBm)		Throughput (Mbps)		Alternatif Rekomendasi
	Target KPI	Hasil	Target KPI	Hasil	Target KPI	Hasil	
Skenario I	-25 -20: Buruk	-25 -20: 0 %	-120 -115: sangat Buruk	-120 -115: 100 %	0-2: Sangat Buruk	0-2: 0 %	<ul style="list-style-type: none"> •Teknis: dari hasil parameter Ec/No dan Throughput tersebut tidak memenuhi target KPI tetapi terdapat sinyal RSCP dominan pada kualitas terendah. •Ekonomi: biaya pembangunan BTS 3G baru tidak terlalu besar karena memanfaatkan tower yang sudah ada •Keterangan: sangat tidak direkomendasikan untuk diterapkan di lapangan.
	-20 -15: Cukup	-20 -15: 0 %	-115 -110: Buruk	-115 -110: 0 %	3-4: Cukup	3-4: 0 %	
	-15 -12: Baik	-15 -12: 0 %	-110 -102: Cukup Baik	-110 -102: 0 %	4-5: Baik	4-5: 0 %	
	≥-12: Sangat Baik	≥-12: 0 %	-102 -91: Baik	-102 -91: 0 %	≥5: Sangat Baik	≥5: 0 %	
Skenario II	-25 -20: Buruk	-25 -20: 2.1 %	-120 -115: sangat Buruk	-120 -115: 7.3 %	0-2: Sangat Buruk	0-2: 16.0 %	<ul style="list-style-type: none"> •Teknis: dari hasil ke tiga parameter tersebut memenuhi target KPI dan dominan pada kualitas tertingi. •Ekonomi: biaya pembangunan sangat besar karena memanfaatkan tower yang sudah ada dan menambah site baru. •Keterangan: sangat direkomendasikan untuk diterapkan dilapangan dari sisi teknis tetapi perlu adanya pertimbangan dari sisi ekonomi dikarenakan biaya pembangunan site Baru yang sangat mahal.
	-20 -15: Cukup	-20 -15: 8.3 %	-115 -110: Buruk	-115 -110: 7.6 %	2-3: Buruk	2-3: 17.8 %	
	-15 -12: Baik	-15 -12: 10.0 %	-110 -102: Cukup Baik	-110 -102: 18.7 %	3-4: Cukup	3-4: 7.8 %	
	≥-12: Sangat Baik	≥-12: 79.5 %	-102 -91: Baik	-102 -91: 30.7 %	4-5: Baik	4-5: 6.5 %	

Pada Tabel IX dan X menunjukkan hasil akhir dari perencanaan jaringan UMTS pada Situ Lembang. Dapat terlihat pada Gambar di atas masing-masing skenario memiliki kelebihan dan kekurangan dari sisi teknis maupun ekonomi. Dari empat skenario tersebut menghasilkan dua skenario terbaik dari sisi teknis yaitu skenario II dan skenario IV.

Pada skenario II nilai RSCP dominan berada pada ≥ -92 dBm dengan persentase sebesar 35,48 %, nilai Ec/No dominan berada pada ≥ -12 dB dengan persentase sebesar 79,5504 % dan nilai Throughput dominan pada level ≥ 5 Mbps dengan persentase sebesar 51,66 %. Pada skenario IV nilai RSCP dominan berada pada -110 dBm sampai -102 dBm dengan persentase sebesar 73,67 %, nilai Ec/No dominan berada pada -20 dB sampai -15 dB dengan persentase sebesar 63,73 % dan nilai Throughput dominan pada level 0 Mbps – 2 Mbps dengan persentase sebesar 92,72 %.

TABEL X. HASIL AKHIR PERENCANAAN UMTS 2

Skenario	Ec/No (dB)		RSCP (dBm)		Throughput (Mbps)		Alternatif Rekomendasi
	Target KPI	Hasil	Target KPI	Hasil	Target KPI	Hasil	
Skenario I	-25 -20: Buruk	-25 -20: 0 %	-120 -115: sangat Buruk	-120 -115: 100 %	0-2: Sangat Buruk	0-2: 0 %	<ul style="list-style-type: none"> •Teknis: dari hasil parameter Ec/No dan Throughput tersebut tidak memenuhi target KPI tetapi terdapat sinyal RSCP dominan pada kualitas terendah. •Ekonomi: biaya pembangunan BTS 3G baru tidak terlalu besar karena memanfaatkan tower yang sudah ada •Keterangan: sangat tidak direkomendasikan untuk diterapkan di lapangan.
	-20 -15: Cukup	-20 -15: 0 %	-115 -110: Buruk	-115 -110: 0 %	2-3: Buruk	2-3: 0 %	
	-15 -12: Baik	-15 -12: 0 %	-110 -102: Cukup Baik	-110 -102: 0 %	3-4: Cukup	3-4: 0 %	
	≥-12: Sangat Baik	≥-12: 0 %	-102 -91: Baik	-102 -91: 0 %	4-5: Baik	4-5: 0 %	
Skenario II	-25 -20: Buruk	-25 -20: 2.1 %	-120 -115: sangat Buruk	-120 -115: 7.3 %	0-2: Sangat Buruk	0-2: 16.0 %	<ul style="list-style-type: none"> •Teknis: dari hasil ke tiga parameter tersebut memenuhi target KPI dan dominan pada kualitas tertingi. •Ekonomi: biaya pembangunan sangat besar karena memanfaatkan tower yang sudah ada dan menambah site baru. •Keterangan: sangat direkomendasikan untuk diterapkan dilapangan dari sisi teknis tetapi perlu adanya pertimbangan dari sisi ekonomi dikarenakan biaya pembangunan site Baru yang sangat mahal.
	-20 -15: Cukup	-20 -15: 8.3 %	-115 -110: Buruk	-115 -110: 7.6 %	2-3: Buruk	2-3: 17.8 %	
	-15 -12: Baik	-15 -12: 10.0 %	-110 -102: Cukup Baik	-110 -102: 18.7 %	3-4: Cukup	3-4: 7.8 %	
	≥-12: Sangat Baik	≥-12: 79.5 %	-102 -91: Baik	-102 -91: 30.7 %	4-5: Baik	4-5: 6.5 %	

Dari dua skenario terbaik tersebut, skenario II yang paling direkomendasikan untuk diterapkan di lapangan karena dari sisi teknis kualitas dari parameter Ec/No ≥ -12 dB yang mencapai 79,5504 %, RSCP ≥ -92 dB mencapai 35,4839 % dan Throughput ≥ 5 Mbps mencapai 51,664 % lebih baik dibandingkan dengan skenario IV.

Dengan hasil tersebut skenario II sangat layak untuk diimplementasikan dilapangan dari sisi teknis yang menunjukkan hasil paling baik dari sisi parameter kualitas sinyal seperti Ec/No, RSCP dan Throughput di antara skenario yang lainnya tetapi dari sisi ekonomi, skenario II tersebut sangat mahal dalam biaya pembangunan infrastruktur dikarenakan perlu adanya pembangunan site Baru dan menggunakan site yang sudah ada sehingga perlu dipertimbangkan dari sisi biaya jika diterapkan di lapangan.

Kemudian jika diurutkan dari paling tinggi ke rendah secara teknis skenario II yang paling direkomendasikan, kemudian skenario IV, skenario III dan skenario I dikarenakan dari hasil seluruh parameter yang digunakan, skenario II menunjukkan hasil yang paling tinggi.

Kemudian jika ditinjau dari sisi ekonomi biaya pembangunan jaringan terendah adalah skenario I, dikarenakan pada skenario I dibandingkan dengan skenario lainnya tidak perlu membangun site baru ataupun meninggikan Tower yang sudah ada sehingga dalam estimasi biaya pembangunan jaringan, skenario I lebih rendah dibandingkan dengan skenario lainnya.

Dari hasil analisa tersebut jika menggabungkan antara dari sisi teknis dan ekonomi, maka skenario III patut untuk dipertimbangkan karena biaya pembangunan infrastruktur jaringan tergolong cukup rendah dibanding skenario II dan IV karena mengandalkan Tower yang sudah ada dan hanya meninggikan dari sisi Tower PERTAMINA saja dan secara kualitas masih memenuhi target standar minimum KPI operator X.

Berdasarkan hasil analisa tersebut pihak operator X dapat memilih dan mempertimbangkan skenario mana yang terbaik

untuk diimplementasikan di lapangan berdasarkan sisi teknis dan ekonomi.

F. Rekapitulasi Perancangan Microwave Link

Berdasarkan Tabel VIII menunjukkan hasil akhir dari perencanaan *microwave backhaul*. Dapat terlihat bahwa masing-masing link memiliki daya terima yang lebih besar dibanding nilai daya terima minimum yang dibutuhkan yaitu sebesar -85 dBm yang didapat dari spesifikasi perangkat.

Dengan menghitung link budget pada parameter-parameter yang ada, didapatkan availability sebesar 99,99 % untuk *site Cisarua - Tower PERTAMINA (30 meter)* dan *site Cisarua - Tower PERTAMINA (70 meter)*. Kemudian untuk availability sebesar 100 % didapatkan pada *Tower PERTAMINA - site BARU* dan *site Cisarua - site BARU-2*. Kemudian fading margin yang diperoleh sebesar 38 dB untuk *link* dari *site Cisarua - Tower PERTAMINA*, 37,9 dB untuk arah *link* dari *site Tower PERTAMINA - site BARU*, 31,72 untuk *site Cisarua - Tower PERTAMINA (70 meter)* dan 37,64 dB untuk *link* dari *site Cisarua - site BARU-2*.

Hasil fading margin tersebut tidak jauh berbeda dengan hasil perhitungan manual yang telah dilakukan. Selanjutnya untuk hasil SES (*severely error second*) yang diperoleh sebesar 7,27 detik untuk *link* dari *site Cisarua - Tower PERTAMINA (30 meter)*, 0,31 detik untuk *link* dari *site Tower PERTAMINA - site BARU*, 30,54 detik untuk *link* *Cisarua - Tower PERTAMINA (70 meter)* dan 1,40 detik untuk arah *link* dari *site Cisarua - site BARU-2*. Dengan hasil akhir yang menunjukkan performansi serta availability yang baik, dapat dikatakan bahwa dalam perancangan *microwave backhaul* layak untuk diterapkan pada wilayah Situ Lembang Bandung secara optimal.

V. KESIMPULAN

Dari empat skenario perancangan jaringan UMTS pada wilayah Situ Lembang, menghasilkan dua skenario terbaik yaitu, skenario II dan skenario IV. Hal ini dikarenakan, skenario II menghasilkan nilai RSCP ≥ -92 dB mencapai 35,4839 %, Ec/No ≥ -12 dB mencapai 79,5504 %, dan Throughput ≥ 5 Mbps mencapai 51,664 %. Kemudian untuk skenario IV menghasilkan nilai RSCP -110 dB - -102 dB mencapai 73,6739 %, Ec/No -15 dB - -12 dB mencapai 21,4058 %, dan Throughput 2 Mbps - 3 Mbps mencapai 7,273%.

Dari dua skenario terbaik tersebut, skenario II yang paling direkomendasi untuk diterapkan di lapangan karena kualitas dari Ec/No ≥ -12 dB mencapai 79,5504 %, RSCP ≥ -92 dB mencapai 35,4839 % dan throughput ≥ 5 Mbps mencapai 51,664 % lebih baik dibanding skenario IV.

Jika meninjau dari sisi teknis dan ekonomi maka skenario III patut untuk dipertimbangkan karena biaya pembangunan infrastruktur tergolong cukup rendah dibanding skenario yang lainnya dan kualitas yang dihasilkan memenuhi target standar minimum dari KPI operator X.

Pada hasil simulasi menggunakan *software microwave link backhaul* antara *Site Cisarua - Tower PERTAMINA (30 meter)* dan *Site Cisarua - Tower PERTAMINA (70 meter)* nilai

availability mencapai 99,99 %. Kemudian *Site Cisarua - Site Baru-2* dan *Tower PERTAMINA - Site Baru* nilai *availability* mencapai 100 %. Hal ini disebabkan level daya terima setiap *site* lebih besar dari level daya minimum perangkat sebesar -85 dBm.

REFERENSI

- [1] L. Wardhana, *2G/3G RF Planning and Optimization for Consultan*, Jakarta: Nulis buku, 2015.
- [2] Sutrisno, "BSEEE, MT," *Perancangan Sistem Radio (Microwave Link Design)*, 3, 2011.
- [3] C. Braithwaite, M. Scott, *UMTS Network Planning and Development*, Elsevier, 2004.
- [4] Yanto, *Analisis QOS (Quality Of Service) Pada Jaringan Internet (Studi Kasus : Fakultas Teknik Universitas Tanjungpura)*, Pontianak, 2013.
- [5] Huwawei, *2G/3G Driver Test Training Material*, Bandung: GCI Team, 2015.
- [6] Xirio-Online. [Online]. Available: <http://www.xirio-online.com/help/en/cost231.html>. [diakses 7 oktober 2016].