

ANALISIS PERENCANAAN JARINGAN *Wi-Fi* BERBASIS 802.11n DENGAN BALON UDARA DI KOTA BANDUNG

Falih Adan Ma'arif¹⁾, Uke Kurniawan Usman²⁾, Hurianti Vidyaningtyas³⁾

^{1),2),3)} Prodi SI Teknik Telekomunikasi, Fakultas Teknik Elektro, Universitas Telkom
Jl. Telekomunikasi no.01, Terusan Buah Batu, Bandung
Email : falihadan95@gmail.com

Abstrak . Pertumbuhan layanan data sangatlah besar di kota Bandung, tetapi masih banyak masyarakat yang kurang mendapatkan layanan data. Letak geografis Bandung yang menyebabkan seperti ini. Bandung memiliki kontur tanah yang berbeda-beda. Dalam makalah ini dilakukan metode perancangan *wi-fi* menggunakan balon udara. Pada penelitian di makalah ini adalah *planning base on coverage* dan *planning base on capacity* yang disimulasikan dengan software ATOLL. Penentuan jari-jari sel berdasarkan *coverage* menggunakan model propagasi *free space loss*. Sedangkan perencanaan berdasarkan *capacity* untuk mengetahui *cell average throughput* yang bersedia menggunakan *offered bit quantity (OBQ)*. Dalam makalah ini dilakukan dua skenario. Skenario pertama balon udara terbang di ketinggian 400 meter dan yang kedua 500 meter. Parameter yang digunakan dalam simulasi Makalah ini adalah analisa *signal level* dan *throughput*. Berdasarkan hasil analisa *wi-fi* balon ini diletakkan diatas alun alun kota Bandung dengan titik koordinat longitude 107.607° dan latitude -6.921°. Berdasarkan dari dua skenario yang telah diuji, maka skenario pertama lebih baik dibandingkan skenario kedua yaitu ditinggikan 400 meter balon ini terbang. Data yang diperoleh adalah memiliki daerah yang terlayani memiliki *signal level* kurang dari -90 dBm, dan 17,6% kota Bandung yang tercover oleh *wi-fi* balon dengan luas 29,44 km². Nilai *throughput* memiliki hasil *downlink* 844,42 Mbps dan *uplink* sebesar 144,19 Mbps. Untuk banyaknya user yang dapat melakukan *high speed internet* sebanyak 79 user dari yang diminta sebanyak 724 user dan untuk *web browsing* sebanyak 150 user dari 805 user.

Kata kunci : *coverage planning, capacity planning, throughput, signal level, IEEE 802.11n, free space loss, high speed internet, web browsing, offered bit quantity.*

1. Pendahuluan

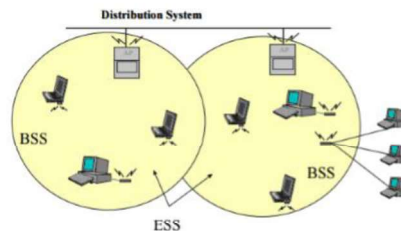
Jumlah pengguna internet di Indonesia akan terus meningkat tiap tahunnya. Meningkatnya jumlah pengguna internet ini tidak terlepas dari adanya teknologi *wi-fi* saat ini yang memberikan kelancaran akses data secara *mobile*. Semakin banyak pengguna yang mengakses data, maka kualitas sebuah jaringan akan semakin menurun. Hal ini terlihat dengan meningkatnya jumlah pelanggan yang menggunakan layanan *mobile cellular*. Kondisi ekonomi dunia yang melambat atau krisis tidak dapat menahan laju peningkatan jumlah *user mobile cellular*. Statistik terakhir bulan Januari 2015, di Indonesia 72,7 juta penduduknya adalah pengguna internet dari 255,5 juta penduduk Indonesia, terdapat pengguna sosial media di Indonesia sebanyak 72 juta [1]. Melihat dari data statistik tersebut, potensi pengguna *mobile cellular* di masa depan akan semakin besar. Kota Bandung pun memiliki letak geografis yang bermacam macam. Dimana perbedaan tinggi disetiap kecamatan berbeda. Ada yang memiliki kontur tanah seperti cekungan atau lembah dan juga memiliki kontur tanah tinggi seperti pegunungan, yang menyebabkan BTS tidak bisa mencakup semua daerah.

Wi-fi salah satu teknologi yang membantu untuk menghubungkan ke jaringan internet. Beberapa *user mobile cellular* banyak yang bergantung terhadap jaringan *wi-fi*. Bahkan ditempat tempat rekreasi dan tempat makan sudah banyak yang menyediakan jaringan *wi-fi*. Hanya saja kapasitas yang disediakan oleh penyedia jasa jaringan *wi-fi* tidak mencukupi. Oleh karena itu diperlukan kapasitas yang lebih besar. Pada penelitian makalah ini akan dilakukan inovasi dalam perencanaan jaringan *wi-fi*. Dengan menggunakan balon udara. Balon udara ini akan terbang diatas kota Bandung. Dalam makalah ini, dirancang jaringan *wi-fi* dengan menggunakan metode *planning* berdasarkan: *capacity, coverage, cell dimensioning, link Budget, throughput* dan *signal level* dengan perencanaan pada frekuensi kerja 2,4 GHz dan bandwidth 20MHz.

2. Pembahasan

2.1. *Wireless Fidelity (Wi-Fi)*

WiFi (Wireless Fidelity) distandardkan oleh IEEE 802.11 group, yang mana merupakan *working group* pada bidang LAN/MAN *standard committee* (LMSC). 802.11 mulai dicanangkan pada tahun 1991 untuk menstandarisasikan teknologi data *network* yang berbasis RF dengan data rate 1Mbps [2]. Hingga kini 802.11 group memimpin dalam perkembangan teknologi WLAN secara global. Penggunaan radio sebagai media transmisi adalah karena fleksibilitas dan skalabilitasnya. Selain itu juga data *rate* yang mampu dicapai tidak kalah dengan *copper line* walaupun masih jauh jika dibandingkan dengan fiber optik. Kelebihan lain dari 802.11 adalah *compatible* dengan IP *network*, keamanan yang memadai, kemudahan instalasi dan juga hanya membutuhkan *cost* yang rendah baik dalam pembangunan awal karena instalasi yang *simple* maupun biaya operasional karena 802.11 menduduki frekuensi *unlicensed*. Namun terdapat juga hal menjadi keterbatasan dari 802.11, yaitu *bandwidth* yang terbatas oleh spektrum RF, pengaruh lingkungan sehingga membatasi QoS, *channel non overlap* yang masih terbatas, interferensi pada band 2,4 dan 5 GHz, perlu adanya *power control* juga tingginya *overhead* dari MAC *protocol*.



Gambar 1. Topologi *Wi-Fi* [2]

2.2. *Wi-Fi 802.11n*

802.11n merupakan suksesor dari 802.11g dimana *improvement* yang paling utama adalah data *rate*-nya yang *up to* 600 Mbps. 802.11n menerapkan OFDM pada *physical layer* nya. 802.11n menerapkan skema modulasi dan *coding* yang adaptif 10 bervariasi dari yang orde modulasinya paling kecil yaitu BPSK 1/2 hingga yang terbesar yaitu 64 QAM 5/6. Teknologi antenna pada 802.11n diimprove dengan signifikan dengan diterapkannya *beam forming* dan *diversity* [2]. Perubahan paling besar yang ada pada 802.11n dimana tidak terdapat pada pendahulunya yaitu penggunaan MIMO dengan konfigurasi maksimum 4x4 sehingga menghasilkan 4 *spatial stream*. Dengan adanya transmisi yang simultan tersebut maka data *rate*-nya pun meningkat hingga 4 kali. Pendahulunya (802.11 a/b/g) hanya dispesifikasikan untuk bekerja di 1 band saja 2,4 GHz atau 5 GHz dengan *bandwidth* yang hanya 20 MHz maka perbedaan lain dari 802.11n yang merupakan *improvement* dari pendahulunya adalah *bandwidth* sebesar 40 MHz dan kemampuan 802.11n bekerja di band 2,4 GHz dan 5 GHz [2].

2.3. Balon Udara

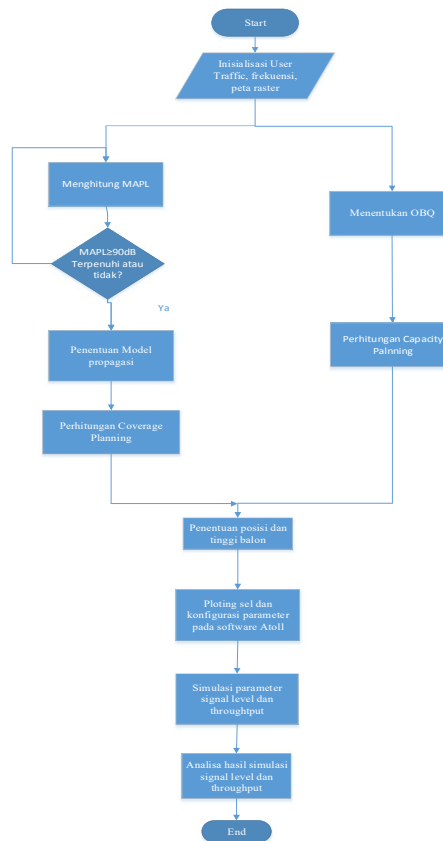
Dalam analisis kali ini akan menggunakan balon udara yang ditambatkan dengan tali. Balon udara ini akan terbang di dua skenario yaitu ketinggian 400 meter dan 500 meter. Dalam perencanaan kali ini terdapat peraturan yang mengatur tentang limitasi ketinggian balon udara bisa terbang. Dalam penerbangan balon udara tersebut terdapat peraturan peraturan yang harus dipatuhi. Pada Peraturan atau regulasi tersebut terdapat pada peraturan menteri perhubungan nomor KM 9 tahun 2009 tentang peraturan keselamatan penerbangan sipil bagian 101 (*control aviation safety regulation part 101*) tentang balon udara yang ditambatkan, layang layang, roket tanpa awak dan balon udara tanpa awak (*moored ballons, kites, unmanned rocket, and unmanned free ballons*). Di sub bagian D yang membahas balon udara bebas tanpa awak yang berbunyi, “tidak seorangpun boleh mengoperasikan balon udara bebas tanpa awak : (a) kecuali diberi hak oleh ATC, dibawah 2000 kaki diatas permukaan”. Maka dari itu dalam analisa makalah balon udara ini tidak lebih terbang dari 2000 kaki. Jika dihitung dalam meter, 2000 kaki sama dengan 609,6 meter [6].



Gambar 2. Balon Udara Bulat [3]

2.4. Diagram alir pengujian dan simulasi

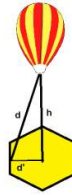
Dalam pengerjaan makalah ini dilakukan beberapa tahap pengerjaan sebagai alur kerja dengan memperhatikan beberapa aspek yang ingin diperoleh. Diagram alir dalam pengerjaan makalah ini dapat digambarkan sebagai berikut



Gambar 3. Diagram Alir Perencanaan

2.5. Perhitungan Luas Cakupan Sel dan Jari Jari Sel

Balon udara ini akan di letakkan diatas alun alun kota Bandung dengan posisi *longitude* 107.607° dan *latitude* -6.921° Berikut ini adalah rumus model propagasi propagasi LOS (*line of sight*). Hasil ini akan digunakan sebagai tinggi balon udara.



Gambar 4. Perhitungan jari jari sel ^[4]

$$PL = 32,45 + 20 \log f \text{ (MHz)} + 20 \log d \text{ (Km)} \quad (1)$$

$$114 = 32,45 + 20 \log 2400 + 20 \log d$$

$$114 = 100,0542 + 20 \log d$$

$$13,9457 = 20 \log d$$

$$\log d = 0,6972$$

$$d = 4,9806 \text{ Km}$$

2.6. Hasil Coverage planning dari kedua skenario

Pada Tabel 1 menunjukan skenario satu memiliki jari jari sel 3,975 km dan luas sel 41,08 km^2 dan untuk skenario dua memiliki jari jari sel 2,967 km dan luas sel 22,88 km^2 .

Tabel 1. Hasil perhitungan *coverage planning*

Parameter	Skenario 1	Skenario 2
Ketinggian balon udara (h)	400 m	500 m
Jari jari sel (d')	4,9645km	4,9554km
Luas Sel	64,08 km^2 .	63,84 km^2

2.7. Forecasting Jumlah Pelanggan

Pertumbuhan jumlah pelanggan tiap tahun semakin meningkat, hal ini mengakibatkan lonjakan trafik. Sehingga perlu adanya perencanaan kapasitas jaringan untuk prediksi jumlah pelanggan agar kebutuhan trafik. Sehingga perlu adanya perencanaan kapasitas jaringan untuk prediksi jumlah pelanggan agar kebutuhan trafik dalam beberapa tahun kedepan dapat terpenuhi.

Kemudian dilakukan studi kasus untuk daerah di pusat Kota Bandung. Berdasarkan data dari badan pusat statistika menunjukan bahwa penduduk kota Bandung adalah 2.394.873 jiwa pada tahun 2010 dengan faktor pertumbuhan 1,2% dan usia produktif 60%, untuk perkiraan pengguna WIFI sekitar 18%. Untuk *capacity planning* dilakukan di pusat kota Bandung yaitu di empat kecamatan, yaitu kecamatan Sumur Bandung, kecamatan Regol, kecamatan Andir, dan kecamatan Lengkong.

Tabel 2. perhitungan jumlah pelanggan disetiap kecamatan

Kecamatan	Usia Produktif	Luas Wilayah	kepadatan penduduk	Perkiraan jumlah penduduk 2017	Perkiraan kepadatan penduduk	Perkiraan Jumlah User WIFI	Kepadatan Pelanggan WIFI
Regol	47476	4.3	11040	51610	12002	1868	434
Lengkong	41584	5.9	7048	45205	7661	1636	277
Sumur Bandung	20512	3.4	6032	22298	6558	807	237
Andir	56537	3.71	15239	61460	16566	2224	599
TOTAL	166109	17.31	39359	180573	42787	6535	1547

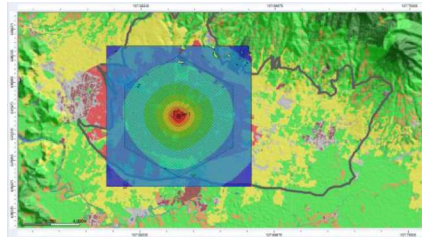
2.8. Perhitungan OBQ

Untuk perencanaan diperlukan estimasi jumlah trafik yang diperlukan untuk layanan *wi-fi* menggunakan *Offered Bit Quantity* (OBQ). Dalam *capacity planning* akan menghitung di kecamatan Regol, Lengkong, Sumur Bandung, dan Andir. Berikut ini hasil perhitungan OBQ berdasarkan persamaan.

Perencanaan kali ini hanya melakukan perhitungan di empat kecamatan yaitu Regol, Sumur Bandung, Andir, dan Lengkong dikarenakan *cell coverage* yang luasnya mencakup keempat kecamatan tersebut. Untuk total seluruh OBQ dari empat kecamatan adalah 1752497172.

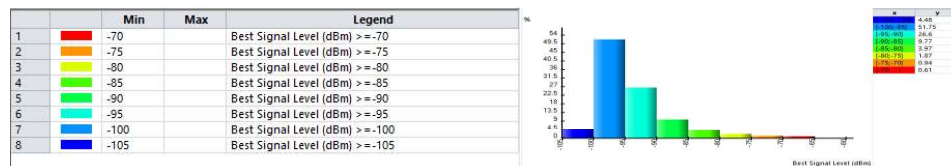
2.9. Signal Level Skenario Pertama di Ketinggian 400 M

Pada proses perencanaan *coverage* berdasarkan *radio link budget* ditargetkan setidaknya mendapatkan sinyal level -95 dBm. Setelah dilakukan simulasi di *software* Atoll, dapat dilihat hasil pancaran pada Gambar 2.5.



Gambar 5. Pancaran *signal level* pada skenario pertama

Pada Gambar 5 dapat dilihat warna pancaran yang ada pada simulasi Atoll tidak memiliki warna yang dominan, tetapi dapat dilihat dari warna merah yang memiliki *signal level* yang baik yaitu -70 dBm sampai warna hijau muda yang memiliki kekuatan sinyal -90 dBm. Ini menunjukkan bahwa dapat diterima oleh user dengan baik.

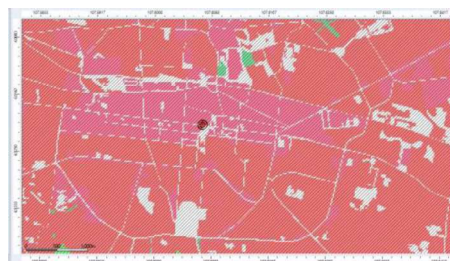


Gambar 6. *Signal level* pada skenario pertama dan Histogram *signal level* pada skenario pertama

Pada Gambar 6 nilai tersebut menunjukkan bahwa daerah yang terlayani memiliki *signal level* kurang dari -90 dBm. Sehingga kualitas sinyal tidak cukup bagus karena seluruh daerah masih mendapatkan *signal level* terkecil adalah -105 dBm. Padahal sensitifitas dari UE adalah sebesar -95 dBm. Pada skenario pertama 17.16% daerah yang tercover dengan *signal level* yang baik atau diatas -90 dBm. Ini berarti hanya 17.6% kota Bandung atau seluas 29,44 km^2 yang dapat tercover *wi-fi* dengan baik.

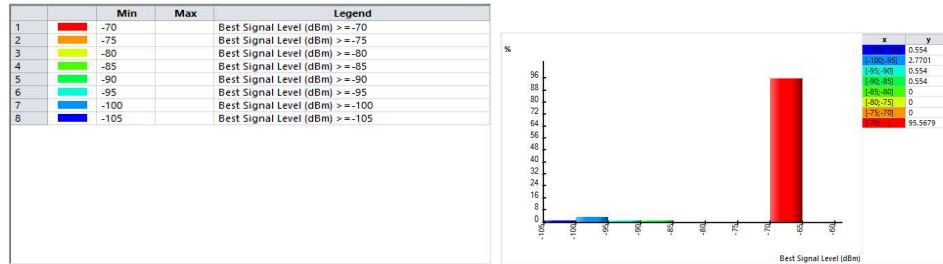
2.10. Signal Level Skenario Kedua di Ketinggian 500 M

Pada proses perencanaan *coverage* berdasarkan *radio link budget* ditargetkan setidaknya mendapatkan sinyal level -70 dBm. Setelah dilakukan simulasi di *software* Atoll, dapat dilihat hasil pancaran pada Gambar 7.



Gambar 7. Pancaran *signal level* pada skenario kedua

Pada Gambar 7 dapat dilihat warna pancaran yang ada pada simulasi Atoll hanya terlihat titik berwarna merah yang kecil yaitu memiliki *signal level* sebesar -70 dBm, ini terjadi karena limitasi ketinggian yang dimiliki oleh *wi-fi* 802.11n. Pada simulasi diskenario kedua terlihat jelas bahwa tidak sesuai dengan perencanaan dalam perhitungan secara manual di bab sebelumnya.

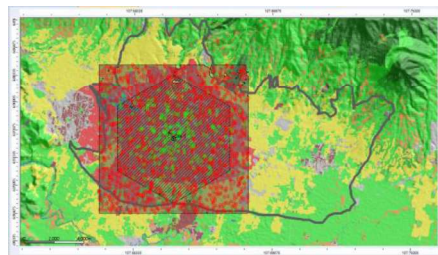


Gambar 8. *Signal level* pada skenario kedua dan Histogram *signal level* pada skenario pertama

Pada Gambar 8 nilai tersebut menunjukkan bahwa daerah yang terlayani memiliki *signal level* kurang dari -75 dBm. Sehingga kualitas sinyal cukup bagus walaupun masi hada daerah masih mendapatkan *signal level* terkecil adalah -105 dBm. Padahal sensitifitas dari UE adalah sebesar -95 dBm. Pada skenario kedua ini terlihat, karena *coverage* yang dihasilkan disimulasi Atoll sangat kecil maka hampir 96% daerah yang tercover dengan *signal level* yang baik atau diatas -70 dBm.

2.11. *Throughput* Pada Skenario Pertama di Ketinggian 400 M

Pada simulasi *throughput* skenario pertama, berdasarkan *software* Atoll menghasilkan sebagai berikut:



Gambar 9. *Traffic map* pada skenario pertama

Pada Gambar 9 dapat dilihat bahwa titik titik diatas adalah jumlah *user* yang terlayani dan tidak terlayani. Yang berwarna hijau berarti *user* yang terlayani dan yang berwarna merah itu adalah *user* yang tidak terlayani.

2.12. *Throughput* Pada Skenario Kedua di Ketinggian 500 M

Pada simulasi *throughput* skenario kedua, berdasarkan *software* Atoll menghasilkan sebagai berikut :



Gambar 10. *Traffic map* pada skenario kedua

Pada Gambar 10 dapat dilihat tidak ada titik *user* yang berwarna hijau atau merah. Ini dikarenakan luas *coverage* yang sangat kecil dan sedikitnya *user* yang terlayani.

2.13. Hasil Akhir Analisa

Dalam sub-bab ini memuat perbandingan antara perencanaan hasil perhitungan secara manual dan hasil dari simulasi Atoll 3.2.1. Dalam hal ini akan membandingkan antara skenario pertama dan skenario kedua.

Tabel 3. Hasil analisa perbandingan manual dan simulasi skenario 1 dan 2

Proses	Parameter	skenario 1	skenario 2	Keterangan
Perhitungan secara manual	Luas <i>coverage cell</i>	64,08 km ²	63,84 km ²	Skenario pertama lebih baik
	Jumlah User	1547	1547	
Simulasi pada Atoll 3.2.1	Luas <i>coverage cell</i>	29,44 km ²	0,08 km ²	Skenario pertama lebih baik
	<i>Signal Level</i>	-70 dBm s/d -90 dBm	-70 dBm	
	User yang terlayani	79 user yang dapat menggunakan layanan <i>high speed internet</i> dari 724, sedangkan <i>web browsing</i> 150 user dari 805 user yang terlayani	<i>web browsing</i> 17 user dan pengguna <i>high speed internet</i> 7 user	
	<i>Throughput</i>	DL : 844,42 Mbps UL : 144,19 Mbps	DL : 4,22 Mbps UL : 1,15 Mbps	

Diperhitungan telah dilakukan perencanaan dengan cara mencari nilai dari MAPL lalu menghitung jarak jari-jari *cell coverage* dan didapat luas *cell coverage* pada skenario satu yaitu 64,08 km² dan pada skenario kedua adalah 63,84 km². Ini menunjukkan bahwa luas *cell coverage* yang lebih luas adalah skenario pertama.

Untuk banyaknya *user* dilihat dari empat kecamatan yang ada disekitar alun alun kota Bandung atau pusat kota Bandung, yaitu sebanyak 1547 orang dan diasumsikan 80% *fix* atau orang yang berdiam diri dan 20% sebagai pedestrian.

Setelah disimulasikan di *software* Atoll 3.2.1, maka didapatkan hasil yang berbeda dengan hasil perhitungan secara manual. Jika pada hasil simulasi didapatkan hasil skenario pertama yaitu *cell coverage* seluas 29,44 km² dan pada skenario kedua seluas 0,08 km². Untuk *signal level* pada skenario pertama hasilnya adalah -70 dBm s/d -90 dBm dan pada skenario kedua didapat sebesar -70 dBm.

Dari 1547 *user* yang dapat terlayani pada skenario pertama adalah sebanyak 79 *user* yang dapat menggunakan layanan *high speed internet* dari 724, sedangkan *web browsing* 150 user dari 805 *user*. Untuk skenario kedua dapat dihasilkan yang menggunakan layanan *web browsing* 17 *user* dan pengguna *high speed internet* 7 *user*, hal ini disebabkan karena luas *coverage* yang sangat kecil.

Setelah *user* didapat maka parameter selanjutnya yaitu *throughput*, untuk skenario pertama didapatkan DL: 844.42 Mbps UL : 144.19 Mbps dan pada skenario kedua didapatkan hanya DL: 4.22 Mbps UL : 1.15 Mbps.

3. Simpulan

Kesimpulan yang dapat diambil dari penelitian ini adalah:

1. Jika dilihat dari hasil yang dapat maka dari skenario pertama dan skenario kedua lebih baik atau bagus skenario pertama. Dari luas *coverage area* dan nilai *throughput* yang lebih baik.
2. Dalam makalah ini didapat MAPL arah *downlink* 122 dB dan arah *uplink* 114 dB. Agar *signal* pada arah *uplink* dan *downlink* diterima dengan baik, maka MAPL yang digunakan adalah MAPL arah *uplink*. Hal itu disebabkan toleransi *loss downlink* lebih besar dibanding dengan *loss uplink*.
3. Hasil perencanaan *wi-fi* balon pada ketinggian 400 meter pada skenario pertama memiliki daerah yang terlayani memiliki *signal level* kurang dari -90 dBm, dan 17,16% atau seluas 29,44 km² kota Bandung yang tercover oleh *wi-fi* balon. Sementara Hasil perencanaan *wi-fi* balon pada ketinggian 500 meter pada skenario kedua memiliki *signal level* kurang dari -75 dBm, dan hanya 0,05% atau seluas 0,08 km² kota Bandung yang tercover oleh *wi-fi* balon.
4. Nilai *throughput* pada skenario pertama memiliki hasil *downlink* 844,42 Mbps dan *uplink* sebesar 144,19 Mbps. Sedangkan nilai *throughput* pada skenario kedua memiliki hasil *downlink* hanya sebesar 4,22 Mbps dan *uplink* sebesar 1,15 Mbps.
5. Untuk skenario pertama banyaknya *user* yang dapat melakukan *high speed internet* sebanyak 79 *user* dari yang diminta sebanyak 724 user dan untuk *web browsing* sebanyak 150 user dari 805

user. Sedangkan pada skenario kedua banyaknya *user* yang melakukan *high speed internet* sebanyak 7 *user* dari permintaan 7 *user* dan web browsing sebanyak 24 diminta dari 24 *user* yang diminta. Hal ini dikarenakan *coverage area* yang sangat kecil.

Daftar Pustaka

- [1] January 2015. [Online]. Available: <https://id.techinasia.com/laporan-pengguna-website-mobile-media-sosial-indonesia/>.
- [2] B. Corporation, "802.11n: Next-Generation Wireless LAN Technology," in *Broadcom Corporation*, California, 2006.
- [3] S. Electric, "WiFi in the 5 GHz Band," Schneider Electric, France.
- [4] "Balon udara panas," [Online]. Available: https://id.wikipedia.org/wiki/Balon_udara_panas. [Accessed 16 february 2015].
- [5] M. F. Young, Planning a Microwave Radio Link, Virginia: YDI Wireless.
- [6] K. Perhubungan, "peraturan keselamatan penerbangan sipil bagian 101 (control aviation safety regulation part 101) tentang balon udara yang ditambatkan, layang layang, roket tanpa awak dan balon udara tanpa awak," 2009.
- [7] Y. D. Komala, Analisis perancangan universal mobile telecommunication service (UMTS) menggunakan high altitude platform station (HAPS), Bandung, 2014.
- [8] H. Technologies, "LTE Radio Network Capacity Dimensioning," 2013.
- [9] C. Langton, "Link Budets," 2002. [Online]. Available: www.complextoreal.com.
- [10] P. N. Al-Holou, "New Approach To Enhance And Evaluate The Performance Of," Michigan Department of Transportation, Michigan, 2010.
- [11] G. Jonatan, Diktat Lengkap Rekayasa Radio, Bandung, 2008.
- [12] H. Lehpamer, Microwave Transmission Network Planning, Design, and Deployment, San Diego: The Mc-Graw Hill Companies, 2010.
- [13] I. 8. B. W. A. W. Group, "Channel Models for Fixed Wireless Applications," 2001.