

PERENCANAAN BTS HOTEL DI UNIVERSITAS HASANUDDIN BERDASARKAN PERHITUNGAN LINK BUDGET JARINGAN 3G DAN 4G

Wardi*, Dewiani, Merna Baharuddin, Muh. Yusuf Pratama

Departemen Teknik Elektro, Fakultas Teknik, Universitas Hasanuddin
Jl. Poros Malino Km.6, Bontomarannu, Kabupaten Gowa, Sulawesi Selatan 92171
*E-mail: wardi@unhas.ac.id

Abstrak

Blank spot area atau shadow area jaringan seluler terjadi di beberapa lokasi di lingkungan kampus Unhas sehingga pelanggan tidak mendapatkan layanan dengan maksimal. Oleh karena itu, dilakukan perencanaan penggunaan BTS Hotel untuk memperluas area layanan. Penelitian ini dilakukan berdasarkan link budget jaringan 3G dan 4G. Perencanaan BTS Hotel dilakukan dengan melakukan perencanaan capacity dan perencanaan coverage. Perencanaan capacity dilakukan pada teknologi 4G LTE sedangkan perencanaan coverage dilakukan pada teknologi 4G LTE dan 3G UMTS. Hasil yang diperoleh adalah nilai radius pada perencanaan capacity 4G LTE sebesar 0,329 km. Nilai radius pada perencanaan coverage 4G LTE sebesar 0,188 km untuk uplink dan 4,092 km untuk arah downlink. Nilai radius pada perencanaan 3G UMTS sebesar 0,220 km untuk arah uplink dan 1,659 km untuk downlink. Nilai yang digunakan dalam menentukan luas cakupan sel adalah nilai radius terkecil yaitu 0,188 km. Luas cakupan sel didapatkan dari radius tersebut sebesar 0,178 km² dengan jumlah pole sebanyak 12 buah.

Kata kunci: *BTS Hotel, 3G UMTS, 4G LTE, Capacity, Coverage Area, Link Budget*

PENDAHULUAN

Universitas Hasanuddin (Unhas) adalah salah satu kampus yang terbaik di Indonesia yang semestinya dapat memberikan akses layanan seluler yang baik. Berdasarkan pengamatan hasil *drive test* yang dilakukan, terdapat beberapa area di dalam kampus Unhas yang masih mengalami *blank spot* atau *shadow area* karena banyaknya bangunan tinggi. Solusi yang dapat diterapkan untuk mengatasi adanya *blank spot* adalah pembangunan BTS konvensional. Namun, pembangunan BTS konvensional dengan bentuk *tower* yang tinggi di kampus Unhas tentu tidak mudah dilakukan. Hal tersebut disebabkan oleh regulasi, keterbatasan lahan, dan dapat mengganggu estetika lingkungan. Oleh karena itu, dibutuhkan solusi teknologi alternatif dalam upaya dapat memberikan layanan seluler secara maksimal.

Salah satu solusi alternatif dalam pemecahan masalah *blank spot area* di Unhas adalah penggunaan perangkat BTS Hotel. BTS Hotel menggunakan konsep DAS (*Distributed Antenna System*) yang dapat dikonfigurasi berada jauh dari antena pemancar. BTS Hotel dapat digunakan untuk skenario *multi-carrier*, *multi-operator*, dan *multi-band* dimana perangkat-perangkat BTS ditempatkan pada satu ruangan (Itas P., M. Imam RF., Djoko SR., 2015).

Beberapa peneliti sudah merekomendasikan menggunakan BTS hotel untuk mengatasi *blank spot area*. Penelitian oleh (Fahmi, Rahmat MI, 2016) merekomendasikan bahwa kawasan kampus ITS Sukolilo menggunakan BTS Hotel dengan jumlah pole sebanyak 14 buah dengan tinggi 15 m. Penelitian oleh (Yus N., Makhdir R., Eka SR., 2014) melakukan perencanaan sistem BTS Hotel di area Sentul City. Penelitian oleh (Yus N, Brigas NI., 2014 dan Teguh DHP., A Aly M, Uke KU., 2016) telah menganalisis kemungkinan penggunaan BTS Hotel untuk area Bandung.

Berdasarkan penelitian-penelitian tersebut, maka penelitian ini melakukan perencanaan penerapan BTS Hotel di area kampus Universitas Hasanuddin berdasarkan perhitungan link budget jaringan 3G dan 4G. Penelitian ini mencakup penentuan titik koordinat lokasi pemasangan BTS Hotel dan jumlah serta tinggi pole BTS Hotel yang akan digunakan.

TINJAUAN PUSTAKA

BTS Hotel

BTS Hotel adalah konsep pengembangan dari teknologi *microcell*, *repeater*, *micro tower*, *power sharing*, dan kamuflase *pole* yang dapat digunakan untuk memperluas area layanan jaringan seluler. BTS Hotel secara umum memiliki karakteristik sebagai berikut (Yus N., Makhdir., dan Eka SR., 2014):

- Beberapa BTS dari berbagai operator dapat dikumpulkan dalam satu ruangan sebagai BTS Hotel *Room*.
- Menggunakan Teknologi *pole* atau *micro tower* untuk penggunaan *outdoor*.
- Menggunakan konsep *Distribution Antenna Systems* (DAS) yang fleksibel terhadap perubahan arsitektur sistem serta mendukung *multiple frekuensi band*.

Teknologi 3G UMTS – 4G LTE

Universal Mobile Telecommunication System (UMTS) merupakan evolusi generasi ketiga (3G) dari jaringan *mobile cellular*. UMTS dikembangkan dengan melihat kebutuhan dari aplikasi *mobile cellular* dan aplikasi internet yang membutuhkan kapasitas dan kecepatan yang lebih tinggi sehingga komunikasi *cellular* semakin baik. Selain menyediakan layanan akses internet berupa e-mail, mms, dan *browsing*, UMTS juga menyediakan layanan *video conference*, *video streaming*, dan *video calling*. Kecepatan akses teknologi UMTS mencapai 2 Mbps (Fadrol R, Febrizal, 2017).

Long Term Evolution (LTE) merupakan standar komunikasi seluler generasi ke-4 atau yang biasa disebut 4G LTE. Teknologi ini memiliki akses layanan data yang cepat. LTE dirilis oleh 3GPP (3rd *Generation Partnership Project*) dengan tujuan meningkatkan kapasitas dan kecepatan layanan yang dapat menggunakan *radio interface* secara bersamaan dengan perbaikan pada *core network*. Teknologi 4G LTE juga dapat meningkatkan efisiensi spektrum pada jaringan. *Bandwidth* LTE berkisar antara 1,4 MHz dan 20 MHz. Teknologi modulasi yang digunakan pada teknologi LTE adalah *Orthogonal Frequency Division Multiple Access* (OFDMA) untuk arah *downlink* dan *Single Carrier Frequency Division Multiple Access* (SC-FDMA) untuk arah *uplink* (Fadrol R., Febrizal, 2017).

Perhitungan Perencanaan Coverage

Perencanaan *coverage* dihitung berdasarkan nilai MAPL (*Maximum Allowed Pathloss*) pada *radio link budget*. Nilai MAPL berpengaruh pada kualitas sinyal yang diterima oleh receiver-UE (*user equipment*). Adapun persamaan-persamaan yang digunakan adalah sebagai berikut (Teguh DHP., A. Aly M., Uke KU., 2016):

MAPL arah Uplink

- Persamaan MAPL arah *uplink* 4G sebagai berikut:

$$MAPL_{UL-4G} = EIRP_{UL} - S_{RX} - IM - G_{Antenna-Rx} + L_{Cable} \quad (1)$$

dimana:

$$EIRP_{UL} = S_{Max-TX} + G_{Antenna-Tx} - L_{Body}$$

$$S_{RX} = N_{jRX} + SINR$$

$$N_{jRX} = NF + Pn$$

- Persamaan MAPL arah *uplink* UMTS sebagai berikut:

$$MAPL_{UL-UMTS} = EIRP_{UL} - S_{RX} + G_{Antenna-Rx} - FM - IM - L_{Body} \quad (2)$$

MAPL arah Downlink

- Persamaan MAPL arah *downlink* 4G sebagai berikut:

$$MAPL_{DL-LTE} = EIRP_{DL} - S_{RX} - IM - CCO - G_{Antenna-Rx} + L_{Body} \quad (3)$$

dimana:

$$EIRP_{DL} = P_{Max-Tx} + G_{Antenna-Tx} - L_{Cable}$$

$$S_{Rx} = N_{jRX} + SINR$$

$$N_{jRx} = NF_{UE} + Pn$$

- Persamaan MAPL arah *downlink* UMTS sebagai berikut:

$$MAPL_{DL-UMTS} = EIRP_{DL} - S_{RX} + G_{Antenna-Rx} - FM - IM - L_{Body} \quad (4)$$

dimana:

EIRP	=	Effective Isotropic Radiated Power (dBm)
P_{Max-Tx}	=	Max. Tx Power (dBm)
$G_{Antenna-Tx}$	=	Tx Antenna Gain (dBi)
L_{Body}	=	Body Loss (dB)
NF	=	Noise Figure (dB)
NF_{UE}	=	Noise Figure User Equipment (dB)
P_n	=	Thermal Noise (dBm)
N_{jRx}	=	Receiver Noise Floor (dBm)
S_{RX}	=	Receiver Sensitivity (dBm)
SINR	=	Signal to Interference Noise Ratio (dBm)
IM	=	Interference Margin (dB)
$G_{Antenna-Rx}$	=	Rx Antenna Gain (dBi)
L_{Cable}	=	Cable Loss (dB)
FM	=	Fading Margin (dB)

EIRP (Effective Isotropic Radiated Power)

EIRP merupakan nilai daya yang dipancarkan antena untuk menghasilkan puncak daya yang diamati pada arah radiasi maksimum penguatan antena. Nilai EIRP tersebut akan menentukan kualitas penerima RSCP (*Received Signal Code Power*). Perhitungan EIRP dan RSCP menggunakan Persamaan 5 dan 6 (Yus N., Makhdir R., dan Eka SR., 2014).

$$EIRP = Tx \text{ power dBm} + Antena \text{ Gain dBi} - Cable \text{ Loss dB} \quad (5)$$

$$RSCP \text{ dBm} = EIRP - wall \text{ loss} - body \text{ loss} - path \text{ loss} - \sum (hand \text{ over} + fading \text{ margin}) \quad (6)$$

Perhitungan Perencanaan Capacity

Capacity planning (CP) merupakan nilai kapasitas atau kebutuhan yang harus disediakan oleh sistem untuk melayani permintaan trafik (Nafiz I., Mohammad TK., Ashraful H., 2012). Perhitungan CP meliputi (Huwawei Technologies, 2017):

Estimasi Jumlah Pelanggan

Estimasi jumlah pelanggan (*Traffic forecasting*) merupakan perhitungan untuk memperkirakan jumlah pelanggan pada kurun waktu perencanaan. Perhitungan *traffic forecasting* digunakan Persamaan 7 dan Persamaan 8.

$$U_n = U_o (1 + Fp)^n \quad (7)$$

dimana:

U_o	=	Jumlah penduduk saat tahun perencanaan
F_p	=	Faktor pertumbuhan
n	=	Tahun perencanaan

Perhitungan jumlah total pelanggan dari operator seluler yang diprediksi sebagai berikut.

$$C_f = U_n \times P_p \times M_s \times PNT \quad (8)$$

dimana:

C_f	=	Jumlah total pelanggan	M_s	=	Market share
U_n	=	Jumlah penduduk saat tahun ke-n	PNT	=	Penetrasi layanan
P_p	=	Penetrasi pengguna seluler			

Service Model

Service model adalah parameter yang digunakan untuk mengetahui nilai *throughput* layanan pada area perencanaan. Adapun parameter *service model* adalah sebagai berikut:

- *Session time*: durasi per layanan.
- *Session duty ratio*: rasio transmisi data per sesi.
- *Bearer Rate* :Bit rate pada *layer* aplikasi.
- *Penetration Rate*: besarnya layanan yang digunakan oleh pelanggan.
- BHCA : *Busy Hour Service Attempt*

Berikut ini perhitungan *throughput* suatu layanan menggunakan parameter *service model*.

$$\text{Throughput} = \text{Bearer Rate} \times \text{Session Time} \times \text{Session Duty Ration} \times \left[\frac{1}{(1 - \text{BLER})} \right] \quad (9)$$

Single User Throughput

Single user throughput adalah besarnya *bandwidth* yang dibutuhkan per *user* terhadap suatu layanan. Perhitungan *single user throughput* sebagai berikut:

$$\text{Throughput}_{UN} = \frac{\left[\left(\frac{\text{Throughput}}{\text{Session}} \right) \times \text{BHCA} \times \text{PR} \times (1 + \text{Peak to Average Ratio}) \right]}{3600s} \quad (10)$$

Network Throughput

Network throughput adalah besarnya kebutuhan *throughput* yang diperlukan dalam suatu area perencanaan. *Network throughput* dihitung dengan menggunakan Persamaan 11 dan 12.

- **Arah Uplink**

$$\text{UL Network Throughput} = \text{Total Pelanggan} \times \text{Uplink Throughput}_{SU} \quad (11)$$

- **Arah Downlink**

$$\text{DL Network Throughput} = \text{Total Pelanggan} \times \text{Downlink Throughput}_{SU} \quad (12)$$

Cell Throughput

Cell throughput adalah kemampuan maksimum suatu sel dalam membangkitkan *throughput*. Perhitungan nilai *cell throughput* menggunakan Persamaan 13 dan 14.

- **Arah Uplink**

$$\text{UL Cell Throughput} = ((168 - 24) \times \text{Code Bit} \times \text{Code Rate} \times \text{Nrb} \times C \times 1000) - 24 \quad (13)$$

- **Arah Downlink**

$$\text{DL Cell Throughput} = ((168 - 36 - 12) \times \text{Code Bit} \times \text{Code Rate} \times \text{Nrb} \times C \times 1000) - 24 \quad (14)$$

dimana :

- 168 = *The number resource element RE/ms.*
- 36 = *The number of control channel RE/ms*
- 12 = *The number of reference signal RE/ms*
- 24 = *The number of reference signal RE /ms*
- Code bits* = *Modulation efficiency.*
- Code rate* = *Channel coding rate.*
- Nrb* = *Number of Resource Blocks (RBs).*
- C* = *MIMO Antena Mode.*
- CRC* = 24 (1 resource element)

Perhitungan Jumlah Sel

Proses perhitungan jumlah sel dilakukan dengan menentukan jumlah sel dan jumlah *site* pada area perencanaan. Perhitungan tersebut menggunakan Persamaan 15 dan 16.

$$Jumlah\ Sel = \frac{Network\ Throughput}{Cell\ Throughput} \quad (15)$$

Adapun perhitungan jumlah *site* sebagai berikut.

$$Jumlah\ Site = |Jumlah\ Sel\ Downlink - Jumlah\ Sel\ Uplink| \quad (16)$$

- *Perhitungan Jumlah User per Site*

Banyaknya user per *site* digunakan untuk menentukan seberapa banyak user yang dapat dilayani oleh satu *site*. Perhitungan jumlah user per *site* menggunakan Persamaan 17-19.

$$Jumlah\ User\ Per\ Site = \frac{Total\ Target\ User}{Jumlah\ Site} \quad (17)$$

- *Perhitungan Luas Cakupan Sel*

Perhitungan luas cakupan sel sebagai berikut:

$$Luas\ Cakupan\ Sel = \frac{Luas\ Wilayah}{Jumlah\ Site} \quad (18)$$

- *Perhitungan Radius Sel*

Perhitungan radius sel atau jari-jari sebagai berikut:

$$Radius\ Sel = \sqrt{\frac{Luas\ Cakupan\ Sel}{2,6 \times 1,95}} \quad (19)$$

Model Propagasi Cost-231

Propagasi Model Cost-231 merupakan kombinasi antara model J. Walfisch dan F. Ikegami. Model tersebut menggunakan parameter bangunan antara *transmitter* dan *receiver* (Fadrol R., Febrizal, 2017). Propagasi Cost-231 digunakan pada frekuensi kerja 3G UMTS dan 4G untuk menentukan nilai radius sel yang dapat dilayani. Model propagasi Cost - 231 dapat dihitung menggunakan Persamaan 20 (Teguh DHP., Aly M., Uke KU., 2016).

$$L_p = 46,3 + 33,9 \log(f) - 13,82 \log(h_{re}) + [(44,9 - 6,55 \log(h_{te})) \log(d)] + C_M \quad (20)$$

dimana:

f = Frekuensi kerja (MHz)

$A(h_{te})$ = Faktor koreksi tinggi *antenna receiver*

$A(h_{re})$ = $3,2(\log(11,75h_{re}))^2 - 4,97\text{ dB}$

h_{te} = Tinggi *transmitter* (m)

h_{re} = Tinggi *transmitter* (m)

C_M = 0 dB untuk daerah kota sedang dan sub urban atau 3 dB untuk daerah metropolitan

Jumlah Pole

Jumlah pole dihitung berdasarkan nilai radius terkecil dari hasil perhitungan perencanaan *capacity* dan perencanaan *coverage*.

- *Perhitungan Luas Sel*

$$Luas\ Sel = 2,6 \times 1,95 \times d \quad (21)$$

- *Perhitungan Jumlah Pole*

$$Jumlah\ Pole = \frac{Luas\ Area}{Luas\ Sel} \quad (22)$$


Parameter Perencanaan BTS Hotel

Beberapa parameter yang digunakan pada perencanaan sistem BTS Hotel. Adapun parameter-parameter tersebut adalah sebagai berikut (Huawei home Service Makassar, 2017):

RSRP (Reference Signal Received Power)

RSRP adalah kuat sinyal radio frekuensi yang diterima oleh *mobile station* dari *e-nodeB* atau antenna. Nilai dari RSRP menunjukkan baik atau buruknya kualitas sinyal. Tabel 1 memperlihatkan standar kriterium RSRP salah satu operator seluler.

Tabel 1. Kriteria RSRP

Kriteria RSRP (dBm)	Penilaian	Warna
$RSRP \geq -85$	Sangat Baik	Biru Tua 
$-95 \leq RSRP < -85$	Baik	Biru Muda 
$-100 \leq RSRP < -95$	Sedang	Hijau 
$-105 \leq RSRP < -100$	Cukup	Kuning 
$-110 \leq RSRP < -105$	Buruk	Jingga 
$RSRP < -110$	Sangat Buruk	Merah 







Throughput

Throughput adalah banyaknya paket yang diterima dalam satuan waktu pengamatan (bps).

SINR (Signal to Interference Ratio)

SINR adalah perbandingan antara daya sinyal yang dipancarkan terhadap *noise* dan interferensi yang terjadi. Semakin besar nilai SINR semakin bagus jaringan tersebut. Tabel 2 menunjukkan nilai SINR salah satu operator seluler.



Tabel 2. Kriteria SINR

Kriteria SINR (dB)	Penilaian	Warna
$SINR \geq 20$	Sangat Baik	Biru Tua 
$10 \leq SINR < 20$	Baik	Biru Muda 
$5 \leq SINR < 10$	Sedang	Hijau 
$3 \leq SINR < 5$	Cukup	Kuning 
$0 \leq SINR < 3$	Buruk	Jingga 
$SINR < 0$	Sangat Buruk	Merah 

RSCP (Received Signal Code Power)

RSCP adalah daya pada sinyal yang melayani *Mobile Station*. Kriteria RSCP untuk operator X dapat dilihat pada Tabel 3.



Tabel 3. Kriteria RSCP

Kriteria RSCP (dBm)	Penilaian	Warna
$RSCP \geq -75$	Sangat Baik	Biru Tua 
$-85 \leq RSCP < -75$	Baik	Biru Muda 
$-95 \leq RSCP < -85$	Sedang	Hijau 
$-105 \leq RSCP < -95$	Cukup	Kuning 
$-110 \leq RSCP < -105$	Buruk	Jingga 
$RSCP < -110$	Sangat Buruk	Merah 

Ec/No (Energy Chip per Noise)

Ec/No adalah perbandingan dalam dB antara *Energi chip* dan daya *noise* total yang diukur pada kanal yang utama. Tabel 4 menunjukkan nilai kriteria Ec/No pada operator X.

Tabel 4. Kriteria Ec/No

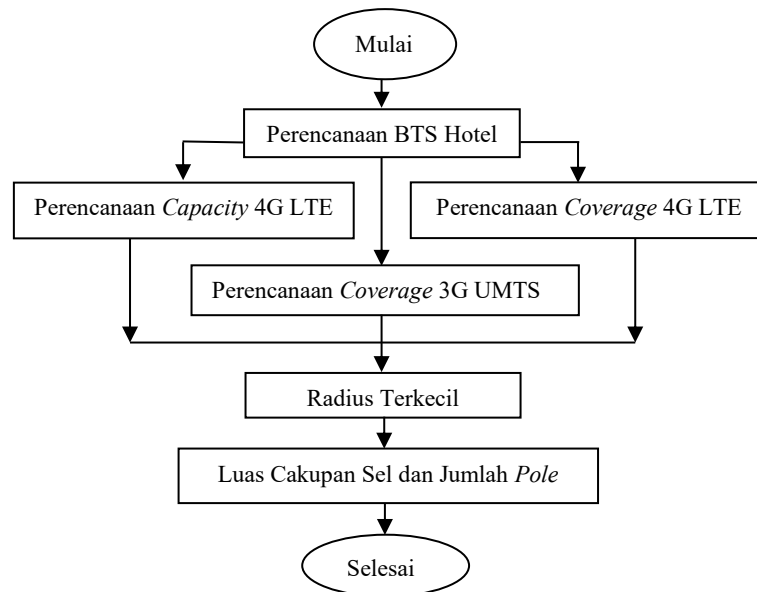
Kriteria Ec/No (dB)	Penilaian	Warna
$-10 \leq Ec/No < 0$	Baik	Biru 
$-14 \leq Ec/No < -10$	Sedang	Hijau 

Kriteria Ec/No (dB)	Penilaian	Warna	
$-18 \leq Ec/No < -14$	Cukup	Kuning	●
$-30 \leq Ec/No < -18$	Buruk	Merah	●

PERENCANAAN BTS HOTEL

Skema Perencanaan BTS Hotel

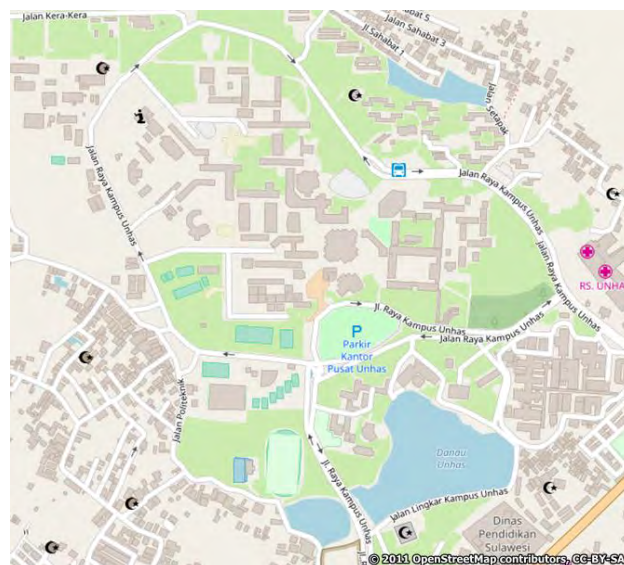
Skema perencanaan BTS Hotel digambarkan melalui diagram yang dapat dilihat pada Gambar 1.



Gambar 1. Diagram Perencanaan BTS Hotel

Kondisi Geografis Universitas Hasanuddin

Unhas secara geografis berada di Kecamatan Tamalanrea Kota Makassar. Berdasarkan data statistik Unhas tahun 2012–2017 menyebutkan bahwa Unhas memiliki luas area lahan sebesar 2,2 km² (Statistika Universitas Hasanuddin, 2017). Kampus Unhas digambarkan melalui *Map Info* sebagaimana ditunjukkan pada Gambar 2.



Gambar 2. Map Info Kampus Unhas Makassar

Jumlah SDM (Sumber Daya Manusia) di Unhas pada tahun 2017 sebesar 31946 jiwa. SDM tersebut digunakan sebagai parameter dalam menentukan faktor pertumbuhan penduduk. Berdasarkan kondisi tersebut, dilakukan perhitungan faktor pertumbuhan penduduk. Adapun persamaan dalam menentukan faktor pertumbuhan penduduk dapat menggunakan metode geometri pada Persamaan 23 (Badan Pusat Statistika, 2018).

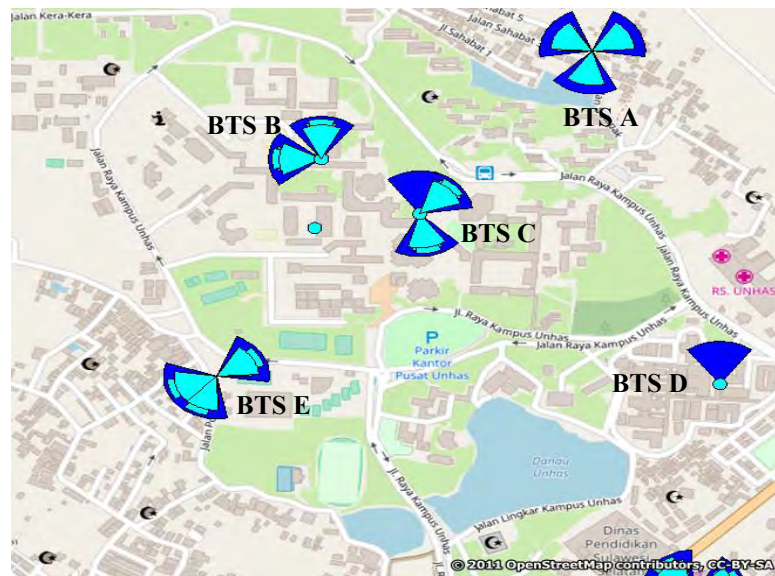
$$r = \left(\frac{P_t}{P_0} \right)^{\frac{1}{t}} - 1 \quad (23)$$

dimana:

- P_t = Jumlah penduduk tahun perencanaan
- P_0 = Jumlah penduduk tahun dasar
- r = Faktor pertumbuhan penduduk
- t = Periode waktu antara tahun dasar dengan tahun perencanaan

Jaringan Site Existing

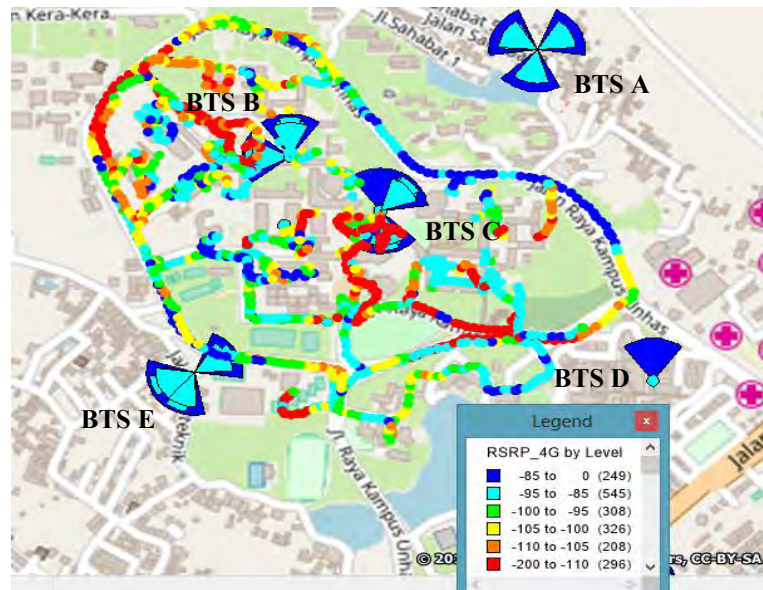
Jaringan *Site Existing* merupakan jaringan dari operator seluler yang telah tersedia dalam area layanan perencanaan. Kondisi dari jaringan *Site Existing* dapat diketahui dengan melakukan mekanisme *Drive Test*. Mekanisme *Drive Test* menggunakan *Software Genex Probe*. *Drive Test* melalui *Genex Probe* difokuskan pada layanan 3G dan 4G. Layanan 3G pada *Drive Test* dapat mengetahui kualitas RSCP dan EcNo sedangkan pada layanan 4G pada *Drive Test* dapat mengetahui kualitas RSRP dan SINR. Gambar 3 memperlihatkan kondisi jaringan *site existing* di mana warna biru muda adalah *site* 3G dan warna biru tua adalah *site* 4G operator X.



Gambar 3. Kondisi Jaringan Site Existing Operator X

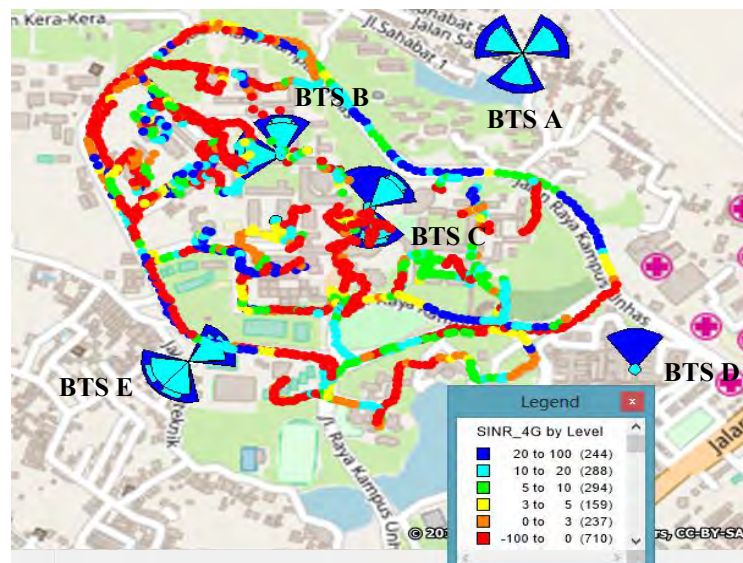
Kualitas Jaringan Site Existing

Hasil *Drive Test* untuk RSRP 4G terlihat pada Gambar 4 yang mana menampilkan daerah yang kurang mendapatkan layanan seluler berada di beberapa titik cakupan area Unhas.



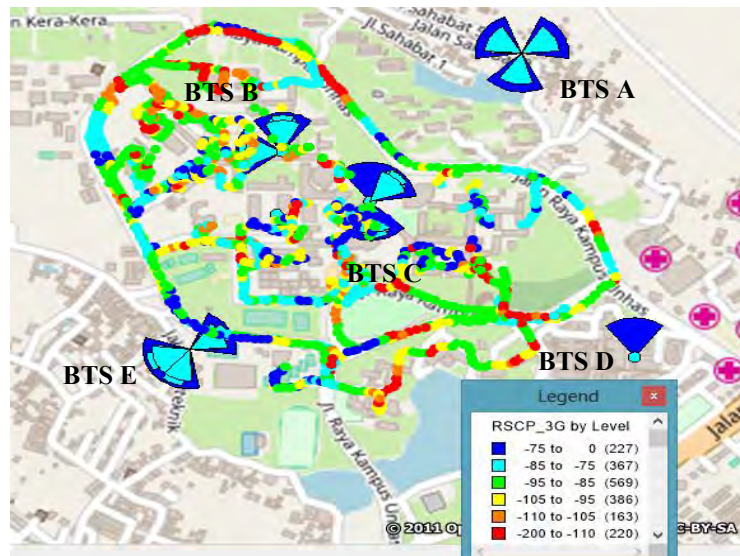
Gambar 4. Hasil *Drive Test* untuk RSRP 4G LTE

Hasil *Drive Test* untuk SINR 4G dapat dilihat pada Gambar 5. Gambar tersebut menampilkan bahwa beberapa titik dalam kawasan Unhas memiliki kualitas sinyal yang buruk.



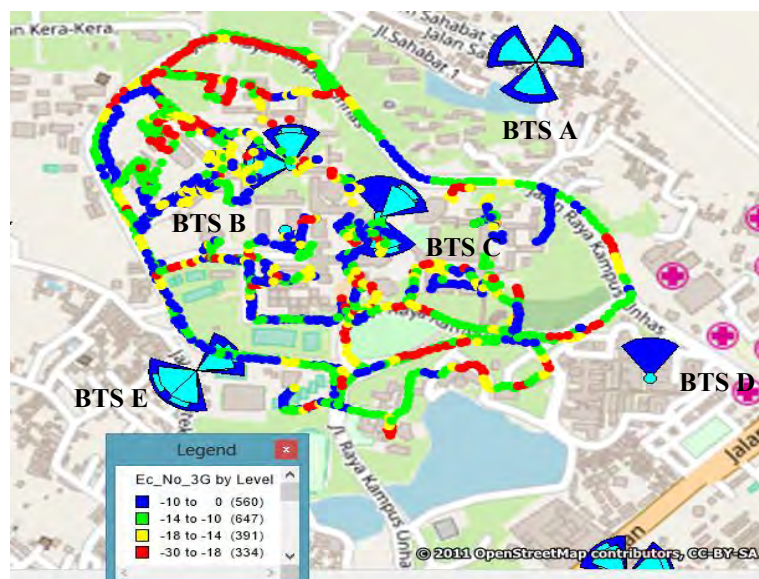
Gambar 5. Hasil *Drive Test* untuk SINR 4G LTE

Hasil *Drive Test* untuk RSCP 3G UMTS ditunjukkan pada Gambar 6. Gambar tersebut memberikan informasi tentang titik-titik lokasi yang kurang mendapatkan layanan seluler.



Gambar 6. Hasil Drive Test untuk RSCP 3G UMTS

Hasil Drive Test untuk Ec/No 3G UMTS ditampilkan pada Gambar 7. Gambar tersebut menunjukkan bahwa masih terdapat beberapa daerah di dalam kampus Unhas memiliki kualitas sinyal yang buruk.



Gambar 7. Hasil Drive Test untuk Ec/No 3G UMTS

Konfigurasi BTS Hotel

Berdasarkan kondisi geografis dan kualitas jaringan *site existing*, tipe BTS Hotel yang digunakan pada penelitian ini adalah tipe BTS Hotel *Single-Carrier, Multiple-Technology* (SCMT). Konfigurasi BTS Hotel SCMT menggunakan teknologi 3G UMTS dan 4G. Perencanaan BTS Hotel oleh operator x menggunakan dua scenario:

- Perencanaan 4G 1800 MHz yang ditentukan dari hasil perhitungan *capacity planning* dan *coverage planning*.
- 3G UMTS 2100 MHz yang ditentukan dari hasil perhitungan *coverage planning*.

Perhitungan Perencanaan Capacity 4G

Perencanaan BTS Hotel menitikberatkan pada *expand capacity* pada teknologi 4G sebab perlunya penetrasi penggunaan layanan data berbasis jaringan 4G. Jumlah sumber daya manusia di dalam area penelitian ini

berkisar 31946 jiwa dengan faktor pertumbuhan 1,8 % per tahun, usia produktif 100%, *market share* operator X 30% dan penetrasi pelanggan 4G 63% (Huawei Home Service Makassar, 2017).

Estimasi Jumlah Pelanggan

Hasil perhitungan estimasi jumlah pelanggan untuk lima tahun mendatang (2022) sebesar 34927 jiwa dan prediksi jumlah pelanggan untuk operator X sebesar 6601 pelanggan.

Service Model

Service model yang digunakan dalam perencanaan ini meliputi VoIP, *video phone*, *video conference*, *real time gaming*, *streaming media*, *IMS signaling*, *web browsing*, *file transfer email*, dan *P2P file sharing*. Layanan-layanan tersebut kemudian masing-masing dilakukan perhitungan nilai *throughput uplink* dan *downlink*. Hasil perhitungan *throughput* per layanan dapat dilihat pada Tabel 5.

Single User Throughput

Hasil perhitungan *single user throughput* arah *uplink* sebesar 12,6933486 Kbit dan arah *downlink* sebesar 38,0804004 Kbit.

Network Throughput

Hasil perhitungan *network throughput* arah *uplink* sebesar 83,76669 Mbps dan arah *downlink* sebesar 251,36608 Mbps.

Tabel 5. Perhitungan *Throughput uplink* dan *downlink* per layanan

<i>Traffic</i>	UL	DL
	<i>Throughput/session (Kbit)</i>	<i>Throughput/session (Kbit)</i>
VoIP	1760,72727	1760,72727
<i>Video Phone</i>	2273,81818	2273,81818
<i>Video Conference</i>	113690,909	113690,909
<i>Real Time Gaming</i>	11367,2727	90952,7273
<i>Streaming Media</i>	5683,63636	45454,5455
<i>IMS Signalling</i>	22,1030303	22,1030303
<i>Web Browsing</i>	5684,54545	22737,2727
<i>File Transfer</i>	85266,6667	454751,515
<i>Email</i>	7105,55556	11368,7879
<i>P2P File Sharing</i>	303163,636	909503,03

Jumlah Sel dan Jumlah User per Site

Hasil perhitungan jumlah sel sebanyak 4 dan jumlah *user* per *site* sebesar 1650 *user/site*.

Luas Cakupan Sel dan Radius Sel

Hasil perhitungan luas cakupan sel sebesar 0,55 km²/*site* dengan radius sel sejauh 0,3290 km.

Perhitungan Perencanaan Coverage

Perhitungan *link budget* dilakukan sebagai dasar dalam menentukan MAPL yaitu total maksimum *path loss* layanan seluler.

Teknologi 4G LTE

MAPL arah *uplink* dan *downlink* dalam perencanaan *coverage* LTE digunakan sebagai parameter untuk menentukan radius sel. Hasil perhitungan MAPL arah *uplink* sebesar 115,2 dB dengan radius sel sebesar 0,1872 km dan arah *downlink* sebesar 163,94 dB dengan radius sel sebesar 0,6521 km.

Teknologi 3G UMTS

MAPL arah *uplink* dan *downlink* dalam perencanaan *coverage* UMTS digunakan sebagai parameter untuk menentukan radius sel. Hasil perhitungan MAPL arah *uplink* sebesar 120 dB dengan radius sel sebesar 0,1985 km dan arah *downlink* sebesar 151,94 dB dengan radius sel sebesar 0,3864 km.

Perhitungan Jumlah Pole dan Kualitas *Coverage* Sinyal Perencanaan

Jumlah Pole

Dari hasil-hasil perhitungan nilai radius baik *uplink* maupun *downlink* untuk masing masing teknologi 3G dan 4G, maka digunakan nilai radius yang terkecil yaitu sebesar 0,1872 km. Nilai radius tersebut selanjutnya digunakan untuk memperoleh jumlah pole yang akan digunakan. Hasil perhitungan tersebut menghasilkan jumlah pole sebanyak 12 buah dengan tinggi antenna sebesar 20m.

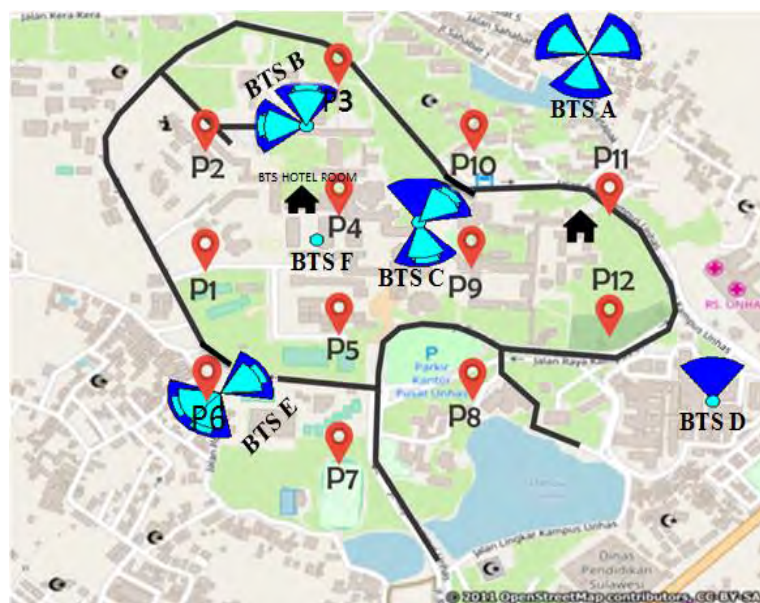
Kualitas Coverage Sinyal Perencanaan

Kualitas *coverage* sinyal hasil perencanaan dilakukan dengan perhitungan RSRP 4G dan RSCP 3G UMTS. Hasil perhitungan RSRP 4G minimum sebesar -98,92 dBm dan maksimum sebesar -,79,20 dBm. Hasil perhitungan RSCP 3G UMTS minimum sebesar -92,92 dBm dan maksimum sebesar -82,4 dBm.

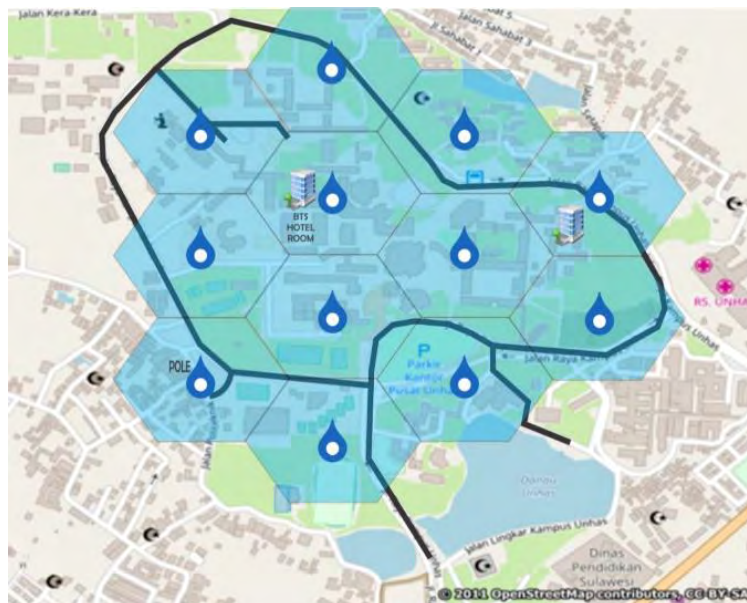
Model Perencanaan BTS Hotel

BTS Hotel yang digunakan adalah BTS Hotel *Room* dan *pole*. Penggunaan BTS Hotel *Room* didasarkan pada ketersediaan lahan ataupun bangunan yang memungkinkan digunakan untuk *BTS Hotel Room*, di mana pada bangunan tersebut terdapat perangkat utama BTS dari operator.

Hasil observasi yang dilakukan, terdapat dua pilihan bangunan yang dapat digunakan untuk *BTS Hotel Room* yaitu gedung Fakultas Pertanian dan gedung Fakultas Hukum. Oleh karena itu, untuk *BTS Pole* sebanyak 10 buah yang ditempatkan di pinggir jalan-jalan umum. Gambar 8 dan Gambar 9 memperlihatkan hasil perencanaan penempatan BTS Hotel di kampus Unhas.



Gambar 8. Perencanaan Lokasi BTS Hotel Room dan Pole



Gambar 9. Model Perencanaan BTS Hotel beserta Coverage Area

Koordinat lokasi BTS Hotel Room dan Pole secara rinci dapat dilihat pada Tabel 6.

Tabel 6. Koordinat lokasi BTS Hotel Room

BTS Hotel	Latitude	Longitude	Keterangan Lokasi
Room 1	5° 7'54.47"S	119°29'10.69"E	Gedung Baru Fakultas Pertanian
Room 2	5° 7'55.13"S	119°29'28.28"E	Gedung Baru Fakultas Hukum
Pole 1	5° 7'59.04"S	119°29'6.37"E	Jalan Kompleks Fakultas MIPA
Pole 2	5° 7'46.02"S	119°29'4.48"E	Jalan Raya Kampus Unhas
Pole 3	5° 7'43.25"S	119°29'14.10"E	Jalan Kompleks Fakultas Kesehatan Masyarakat
Pole 4	5° 7'51.95"S	119°29'14.26"E	Jalan Kompleks Fakultas Kedokteran
Pole 5	5° 8'1.50"S	119°29'13.48"E	Jalan Kompleks Fakultas Teknik
Pole 6	5° 8'5.89"S	119°29'5.86"E	Workshop Unhas
Pole 7	5° 8'10.73"S	119°29'10.35"E	Pusat Kegiatan Mahasiswa
Pole 8	5° 8'5.96"S	119°29'22.12"E	Jalan Kompleks Penelitian Unhas
Pole 9	5° 7'56.52"S	119°29'21.65"E	Jalan Kompleks Fakultas Ekonomi
Pole 10	5° 7'46.15"S	119°29'22.63"E	Asrama Mahasiswa
Pole 11	5° 7'51.36"S	119°29'30.19"E	Jalan Raya Kampus Unhas
Pole 12	5° 7'59.30"S	119°29'29.80"E	Fakultas Hukum

KESIMPULAN

1. Nilai MAPL dalam perhitungan *link budget* untuk jaringan 3G UMTS untuk arah *uplink* sebesar 120 dB dengan radius sel sebesar 0,1985 km sedangkan arah *downlink* sebesar 151,94 dB dengan radius sel sebesar 0,3864 km.
2. Nilai MAPL untuk jaringan 4G pada arah *uplink* sebesar 115,2 dB dengan radius sel sebesar 0,1872 km dan arah *downlink* sebesar 163,94 dB dengan radius sel sebesar 0,6521 km.
3. Jumlah pole BTS Hotel yang dibutuhkan untuk melayani area kampus Unhas adalah sebanyak 12 pole dengan tinggi pole 20 m.

4. Terdapat 2 lokasi dalam kawasan kampus Unhas yang dapat menggunakan BTS Hotel jenis room karena disekitar bangunan di kedua lokasi tersebut terdapat perangkat utama BTS.

DAFTAR PUSTAKA

- Istas Pratomo, Moh. Imam Rahmat Fahmi, Djoko Suprajitno Rahardjo, 2015. *Analisis Perancangan BTS Hotel pada Kawasan Kampus di Institut Teknologi Sepuluh November Sukolio-Surabaya*. JAVA Journal of Electrical and Electronics Engineering. Vol. 13(2), pp. 46-53.
- Yus Natali, Makhdir Rosadi, dan Eka Sartika Rosiana, 2014. *Perencanaan Sistem BTS Hotel DCS TSEL 1800 MHz di Area Sentul City*. Jurnal ICT Penelitian dan Penerapan Teknologi, Vol. 5(8), pp 24-34.
- Yus Natali, Brigas Nur Ikhwan, 2014. *Analisis Penerapan BTS Hotel untuk Wilayah Bandung*, Jurnal ICT Penelitian dan Penerapan Teknologi, Vol. 5(8), pp.13-19.
- Teguh Dwi Heri Prabowo, A. Aly Muayyadi, Uke Kurniawan Usman, 2016. *Planning of BTS hotel using LTE frequency 1800 MHz in Bandung*. Proceeding of the 6th International Annual Engineering Seminar (InAES), Yogyakarta, Indonesia.
- Fadrol Rahman, Febrizal, 2017. *Perencanaan Jaringan Long Term Evolution (LTE) Berdasarkan Node B 3G Existing di Kota Pekanbaru*. Jurnal Online Mahasiswa (JOM) Bidang Teknik Elektro, Vol. 4(1), pp. 1-11.
- Nafiz Imtiaz Bin Hamid, Mohammad T. Kawser, Mohammad T. Kawser, 2012. *Coverage and Capacity Analysis of LTE Radio Network Planning considering Dhaka City*. International Journal of Computer Application, Vol. 46(15), pp. 49-56.
- Huawei Technologies CO. LTD Jakarta, 2017. *LTE Radio Network Planning Introduction*.
- Huawei Home Service Makassar, 2017. *Data M-site operator X*.
- Statistika Universitas Hasanuddin, 2017. *Data Statistik Universitas Hasanuddin 2012 – 2017*
- Badan Pusat Statistik. 2018. *Laju Pertumbuhan Penduduk*.
<https://sirusa.bps.go.id/index.php?r=indikator/view&id=86> [Diakses 19 Juni 2018]