

# PERENCANAAN JARINGAN LTE DENGAN MEMANFAATKAN LAMPU PENERANGAN JALAN SEBAGAI TITIK *BASE STATION* DI WILAYAH DENPASAR

Aprilindo Purba<sup>1</sup>, Pande Ketut Sudiarta<sup>2</sup>, I G.A.K Diafari Djuni Hartawan<sup>3</sup>.

<sup>1,2,3</sup> Program Studi Teknik Elektro, Fakultas Teknik Universitas Udayana

Email: [aprilindoparkahap@gmail.com](mailto:aprilindoparkahap@gmail.com)<sup>1</sup>, [sudiarta@unud.ac.id](mailto:sudiarta@unud.ac.id)<sup>2</sup>, [igakdiafari@unud.ac.id](mailto:igakdiafari@unud.ac.id)<sup>3</sup>

## Abstrak

Perkembangan teknologi seluler LTE dengan kecepatan data yang tinggi mengakibatkan cakupan BTS menjadi lebih kecil. Akibatnya jumlah BTS yang dibutuhkan bertambah dan ketinggiannya menurun. Kebutuhan BTS dalam penelitian ini memanfaatkan LPJ di kota Denpasar. Jumlah LPJ sebanyak 16.685 titik dengan ketinggian 11meter hingga 23meter. Dengan memanfaatkan 16.685 titik LPJ pada penelitian ini, maka dapat mencakupi layanan LTE di wilayah Denpasar. Metode yang digunakan dalam penelitian yaitu mengumpulkan data dan gambaran LPJ, melakukan desain BTS pada lampu penerangan jalan, melakukan perhitungan dengan menggunakan model propagasi Cost-231 dan simulasi dengan menggunakan software Atoll, menghapus beberapa titik apabila terjadi overlapping coverage, melakukan tilt antena apabila terjadi blankspot. Sehingga hasil simulasi dari jumlah LPJ yang digunakan untuk mencakupi seluruh wilayah Denpasar yaitu 30 titik yang terdiri dari 5 site dengan tinggi antena 23meter, 4 site dengan tinggi antena 15meter, 2 site dengan tinggi antena 13meter, dan 21 site dengan tinggi antena 11meter.

**kata kunci:** Base Station, Blankspot, Coverage Area, Lampu Penerangan Jalan.

## 1. PENDAHULUAN

Meningkatnya kondisi kebutuhan membuat permintaan layanan komunikasi mengalami peningkatan. Komunikasi dengan laju tinggi, kapasitas yang besar, dan mobilitas yang tinggi merupakan tuntutan lebih lanjut yang diinginkan oleh pelanggan. Sedangkan dari segi penyedia jaringan diperlukan desain jaringan sederhana namun dapat bekerja seoptimal mungkin [1].

Pemenuhan kebutuhan akan cakupan layanan merupakan salah satu hal yang menjadi pertimbangan desain agar dapat memenuhi kebutuhan tersebut. Untuk itu memenuhi cakupan dengan cepat, maka salah satu caranya adalah memanfaatkan infrastruktur yang telah ada. Berdasarkan hal itu, maka tiang lampu penerangan jalan dapat dimanfaatkan. Sehingga pada penelitian ini dilakukan desain penempatan *base station* pada lampu penerangan jalan. Hal yang dilakukan adalah melakukan perhitungan dan

simulasi pada ketinggian lampu penerangan jalan yang berbeda. melakukan simulasi pada seluruh wilayah kota Denpasar dengan menggunakan titik koordinat lampu penerangan jalan, melakukan *tilt* antena apabila terdapat wilayah *blankspot*.

Penelitian perencanaan jaringan *Long Term Evaluation* (LTE) dengan memanfaatkan lampu penerangan jalan dilakukan karena terdapat beberapa wilayah tidak tercakupi layanan LTE. Dengan menggunakan lampu penerangan jalan sebagai titik *base station* maka mencakupi layanan LTE seluruh Denpasar dikarenakan jumlah titik lampu penerangan jalan sangat banyak di wilayah Denpasar dan juga dari pihak provider dapat mempermudah penentuan lahan dan perijinan lampu penerangan sebagai titik *base station*.

Penelitian ini juga bertujuan untuk mengetahui jumlah lampu penerangan jalan dengan tinggi yang berbeda yang digunakan

sebagai solusi penempatan *base station* di wilayah Denpasar.

Penelitian ini dibuat mengacu pada mengembangkan penelitian yang pernah dilakukan mengenai perencanaan jaringan LTE [2]. Dalam penelitian tersebut dilakukan perhitungan dan simulasi jarak jangkauan antena dan simulasi pengaruh *tilt* antena terhadap jarak jangkauan antena. Pengembangan yang dilakukan adalah simulasi menggunakan *software* Atoll dengan mengambil topik penelitian sebelumnya, yaitu perhitungan dan simulasi jarak jangkauan antena dan *tilt* antena. Hasil perbandingan yang dilakukan digunakan untuk melakukan simulasi perencanaan jaringan LTE pada wilayah Denpasar.

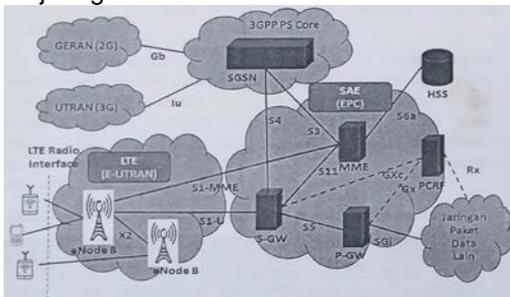
## 2. KAJIAN PUSTAKA

Tinjauan Pustaka pada penelitian ini mengacu kepada beberapa literatur yang terkait dengan penelitian yang dilakukan. Teori yang diambil berupa *Long Term Evolution*, MAPL, model propagasi, *tilting* antena, dan lampu penerangan jalan.

### 2.1 Long Term Evolution (LTE)

*Long Term Evolution* (LTE) adalah jaringan akses radio evolusi jangka panjang keluaran dari 3<sup>rd</sup> *Generation Partnership Project* (3GPP). LTE merupakan kelanjutan dari teknologi generasi ketiga (3G). LTE diperkenalkan dalam satu rangkaian dengan *System Architecture Evolution* (SAE) sebagai inti dari jaringan generasi keempat menurut standar 3GPP [3].

Gambar 1 merupakan arsitektur jaringan LTE. Data dipertukarkan antara *User Equipment* (UE) dan *Evolved NodeB* (eNB). Stasiun induk melalui antar muka udara. eNB adalah bagian E-UTRAN, yaitu semua fungsi dan jaringan servis disetarakan.



**Gambar 1** Arsitektur jaringan LTE.

Arsitektur LTE terdiri atas dua bagian utama yakni LTE itu sendiri yang dikenal juga sebagai E-UTRAN dan Bagian *Sentral* (SAE) yang merupakan jantung dari sistem LTE yang dikenal juga sebagai EPC. Berikut ini adalah penjelasan masing-masing bagian dari arsitektur LTE:

1. Bagian akses radio (LTE)
  - *User equipment* (UE): UE adalah perangkat komunikasi pengguna. Perangkat ini dapat berupa telepon genggam, tablet, computer, maupun segala perangkat cerdas yang dapat terhubung dengan internet.
  - *Evolved NodeB* (eNB): eNB adalah antar muka jaringan LTE dengan pengguna perangkat komunikasi. Pada jaringan GSM dikenal sebagai BTS dan pada jaringan UMTS dikenal sebagai *Node B*. perbedaan eNB dengan BTS maupun *Node B* adalah kemampuannya untuk melakukan fungsi control sambungan dan *Handover*. Dengan demikian tidak ada lagi pengatur tambahan seperti BSC atau RNC pada sistem LTE
2. Bagian sentral (SAE):
  - *Mobility Management Entity* (MME) : MME merupakan elemen control utama yang terdapat pada EPC. Biasanya pelayanan MME pada lokasi keamanan operator. Pengoperasiannya hanya pada *control plane* dan tidak meliputi *data user plane*. Fungsi utama MME pada arsitektur jaringan LTE adalah sebagai *authentication* dan *security*, *mobility management*, *managing subscription profile* dan *service connectivity*.
  - *Serving Gateway* (S-GW) : Pada arsitektur jaringan LTE, level fungsi tertinggi S-GW adalah jembatan antara manajemen dan *switching user plane*. S-GW merupakan bagian dari infrastruktur jaringan sebagai pusat operasional dan *maintenance*. Peranan S-GW sangat sedikit pada fungsi pengontrolan. Hanya bertanggung jawab pada sumbernya sendiri dan mengalokasikannya berdasarkan permintaan MME, P-GW, atau PCRF, yang memerlukan set-up, modifikasi atau penjelasan pada UE.

- P-GW/ gateway PDN : PDN- gateway adalah komponen penting pada LTE untuk melakukan terminasi dengan paket data network (PDN). P-GW bertugas untuk mengatur hubungan jaringan data antara UE dengan jaringan paket data lain di luar 3 GPP seperti WLAN, Wimax, CDMA 2000, dan EVDO.
- Policy and charging rules function (PCRF): PCRF merupakan bagian dari arsitektur jaringan yang mengumpulkan informasi dari jaringan, sistem pendukung operasional, dan sumber lainya seperti portal secara *real time*, yang mendukung pembentukan aturan dan kemudian secara otomatis membuat kebijakan untuk setiap pelanggan aktif di jaringan. PCRF berfungsi untuk menentukan Quality of Service (QoS) dan charging untuk masing-masing LTE.
- Home Subscriber Server (HSS): HSS merupakan sistem database yang bertugas untuk membantu MME dalam melakukan manajemen pelanggan dan pengamanan. Penerimaan atau penolakan UE saat autentikasi bergantung pada data HSS.[2].

**2.2 Maximum Allowable Path Loss (MAPL)**

Maximum Allowable Path Loss merupakan nilai maksimum dari nilai propagasi antara perhitungan nilai dari perangkat eNodeB dan mobile station, dengan nilai perhitungan MAPL ini dibagi menjadi dua, yaitu arah MAPL uplink dan downlink. Nilai uplink digunakan untuk menentukan nilai maksimum redaman propagasi dari mobile station ke eNodeB, dan nilai downlink. Maximum Allowable Path Loss merupakan nilai redaman maksimum propagasi dari eNodeB ke mobile station agar tetap dapat melayani keperluan dari komunikasi untuk seluruh user dalam suatu cakupan daerah.

**2.3 Model Propagasi Cost-231 Hatta**

Redaman propagasi pada transmisi radio antara MS dan BTS dapat berpengaruh terhadap besarnya cakupan yang dapat dilayani BTS. Model propagasi Cost 231 Hatta digunakan untuk

mengetahui radius sel pada Personal Communication System (PCS) pada wilayah urban density yang dalam hal ini digunakan pada frekuensi dengan range frekuensi 1500-2000 MHz.

Persamaan yang digunakan untuk menghitung propagasi yang terjadi di daerah urban adalah sebagai berikut.

$$L_u = 46.3 + 33.9 \log f_c - 13.82 \log h_m - a(h_m) + (44.9 - 6.55 \log h_b) \log d + C_m \dots (1)$$

$$C_m \begin{cases} 0 \text{ dB} & \text{for medium sized city and urban areas} \\ 3 \text{ dB} & \text{for metropolitan center} \end{cases}$$

$a(h_m)$  adalah faktor koreksi antena mobile yang nilainya sebagai berikut:

$$a(h_m) = 3.2 (\log 11.75 h_m)^2 - 4.97 \text{ dB} \dots (2)$$

dengan :

- $L_u$  = Path loss rata-rata (dB).
- $f$  = Frekuensi ( MHz).
- $h_b$  = Tinggi antena Base station (m).
- $h_m$  = Tinggi antena Mobile Station (m) .
- $d$  = Jarak antara MS dan BS (km)[3].

**2.4 Major Quality of Service (QOS) KPI Pada LTE**

**A. Reference Signal Received Power**

Tabel 1 merupakan mayoritas parameter yang digunakan pada teknologi LTE.

**Tabel 1.** parameter yang digunakan pada LTE

Parameter	GSM	UMTS	LTE
Daya (e)NodeB per Tx (dBm)	43	43	43
Bandwidth (MHz)	0,2	5	20
Jumlah resource Block	N/A	N/A	100
Daya BCCH /Daya CIPCH/Daya RS per RE	43	33	15,2
RX lev /RSCP/RSRP	-77	-87	-104.8
Kuat Sinyal RS Signal yang Diterima dari Keseluruhan Bandwidth			-81.8

Tabel 2 merupakan contoh range RSRP yang digunakan pada suatu operator [4].

**Tabel 2.** Reference Signal Received Power pada LTE.

Nilai	Keterangan
-70 dBm to -90 dBm	Baik
-91 dBm to - 110 dBm	Normal
-110 dBm to -130 dBm	Buruk

## 2.5 Tilting Antena

*Tilting* adalah aktivitas perubahan konfigurasi antena secara fisik untuk memperoleh jangkauan sel yang diinginkan. *Tilting* antena bertujuan untuk menambah jangkauan antena. *Tilting* terbagi menjadi dua yaitu *mechanical tilting* dan *electrical tilting*.

1. *Mechanical tilting* adalah mengubah azimuth antena dan tingkat kemiringan antena secara fisik. Dampak yang dihasilkan oleh *mechanical tilting* adalah berubahnya luas *coverage area* secara keseluruhan.
2. *Electrical Tilting* adalah kegiatan mengubah daya fasa pancar antena dengan cara mengatur parameter kelistrikan pada antena. Berbeda dengan *mechanical tilting*, perubahan pada *electrical tilt* hanya akan berdampak pada ukuran *main lobe* yang dipancarkan oleh antena. Semakin besar nilai *electrical* maka semakin kecil pula *coverage* yang diberikan. [5]

## 2.5 Lampu Penerangan jalan

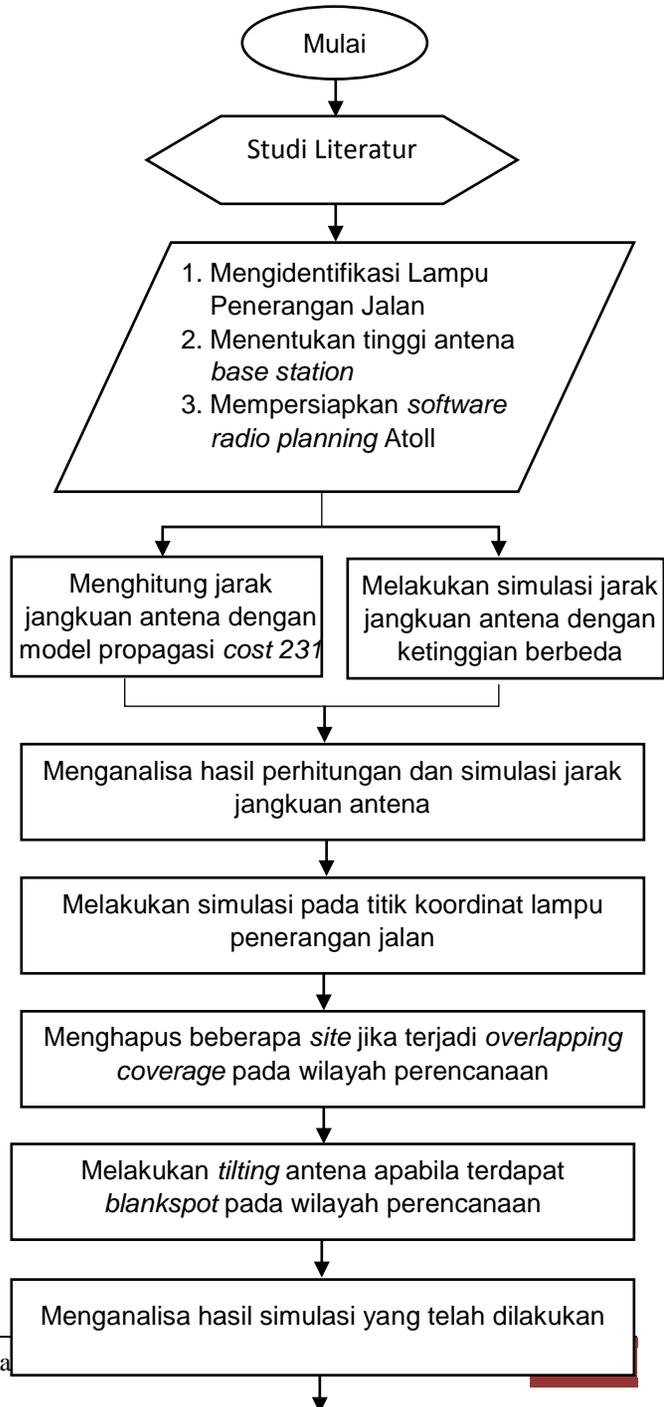
Lampu penerangan jalan merupakan bagian dari bangunan pelengkap jalan yang dapat diletakkan atau dipasang di kiri/kanan jalan dan atau di tengah (di bagian median jalan) yang digunakan untuk menerangi jalan maupun lingkungan di sekitar jalan yang diperlukan termasuk persimpangan jalan, jalan layang, jembatan dan jalan di bawah tanah. Lampu penerangan jalan perkotaan mempunyai fungsi antara lain:

1. Menghasilkan kekontrasan antara obyek dan permukaan jalan.
2. Sebagai alat bantu navigasi pengguna jalan.
3. Meningkatkan keselamatan dan kenyamanan pengguna jalan, khususnya pada malam hari.
4. Mendukung keamanan lingkungan, memberikan keindahan lingkungan jalan[6].

## 3. METODE PENELITIAN

Metode yang digunakan dalam penelitian ini yaitu melakukan klarifikasi ketinggian lampu penerangan jalan, melakukan desain penempatan *base station*

pada lampu penerangan jalan, melakukan perhitungan dan simulasi untuk mengetahui jarak jangkauan antena. Melakukan simulasi dengan lampu penerangan jalan secara keseluruhan, menghapus beberapa titik untuk mengurangi terjadinya *overlapping coverage*, melakukan *tilting* antena apabila terjadi *blankspot* pada wilayah perencanaan. Untuk lebih jelasnya, *flowchart* Penelitian dapat dilihat pada Gambar 2.



Selesai

Gambar 2. flowchart Penelitian

#### 4. HASIL DAN PEMBAHASAN

##### 4.1. Hasil Perencanaan

##### 4.1.1 Gambaran Lampu Penerangan Jalan

Lampu penerangan jalan adalah bagian dari bangunan pelengkap jalan yang dapat diletakkan/dipasang di kiri/kanan jalan dan atau di tengah (di bagian median jalan), digunakan untuk menerangi jalan maupun lingkungan di sekitar jalan, termasuk persimpangan jalan (*intersection*), jalan layang (*interchange, overpass, fly over*), jembatan dan jalan di bawah tanah. Gambar 3 merupakan gambaran lampu penerangan jalan kota Denpasar.

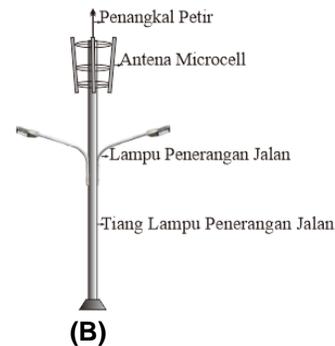
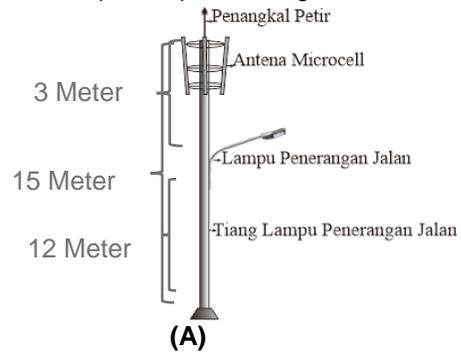


Gambar 3. Lampu Penerangan Jalan wilayah kota Denpasar

##### 4.1.2 Desain antena *microcell* pada Lampu Penerangan Jalan

Setelah mengetahui kondisi lampu penerangan di wilayah kota Denpasar maka langkah berikutnya adalah melakukan desain antena pada lampu penerangan jalan. Desain *base station* dilakukan berdasarkan ketinggian lampu penerangan jalan. Desain antena *base station* dilakukan dengan menambahkan tiang setinggi 3 meter pada tiang lampu penerangan jalan. Penambahan tiang

dilakukan sebagai penempatan antena *base station* pada lampu penerangan jalan. Penempatan antena pada lampu penerangan jalan dapat dilakukan berdasarkan kebutuhan provider, jika tidak memenuhi kriteria akan dilakukan penempatan tiang baru.



Gambar 4. Desain Antena pada Lampu Penerangan Jalan

Gambar 4 merupakan hasil desain antena pada salah satu lampu penerangan jalan. Penambahan desain dilakukan pada salah satu lampu penerangan jalan dengan tinggi 12 meter dengan menambahkan tiang 3 meter. Sehingga tinggi tiang keseluruhan pada desain lampu penerangan jalan yaitu 15 meter. Penerapan desain antena dibagi menjadi 2 yaitu, desain lampu penerangan jalan di sepanjang jalan trotoar seperti terlihat pada Gambar 3(A) dan desain lampu penerangan jalan di pembatas tengah jalan seperti terlihat pada Gambar 3(B). Tinggi *base station* yang digunakan berdasarkan tinggi lampu penerangan jalan yaitu 6 meter, 8 meter, 10 meter, 12 meter, dan 20 meter, sehingga dengan tinggi tersebut cakupan sinyal yang dipancarkan tidak sejauh *macrocell* yaitu sekitar 900 meter sampai dengan 2 km.

## 4.2. Pembahasan

Perencanaan jaringan LTE dengan memanfaatkan lampu penerangan jalan sebagai titik *base station* di wilayah Denpasar dilakukan berdasarkan perhitungan dan simulasi.

### 4.2.1 Perhitungan Model Propagasi Cost-231 Hatta

Model propagasi Cost-231 Hatta terdiri dari beberapa parameter, yaitu *path loss* rata-rata ( $L_u$ ), frekuensi ( $f_c$ ), ketinggian antenna ( $h_t$ ), dan ketinggian *mobile station* ( $h_m$ ). Berdasarkan persamaan 1, maka perhitungannya adalah sebagai berikut.

$$L_u = 46.3 + 33.9 \log f - 13.82 \log h_b - a(h_m) + (44.9 - 6.55 \log h_b) \log d + C_m$$

$$139 \text{ dB} = 46,3 + 33,9 \log 1800 \text{ MHz} - 13,82 - \log(23 \text{ m}) - 3,29 \text{ dB} + (44,9 - 6,55 \log(23 \text{ m})) \log d + 0$$

$$139 \text{ dB} = 46,3 + 33,9 \times 3,25 - 13,82 \times 1,36 - 3,29 \text{ dB} + (44,9 - 6,55 \times 1,36) \log d + 0$$

$$139 \text{ dB} = 134 + 36 \log d$$

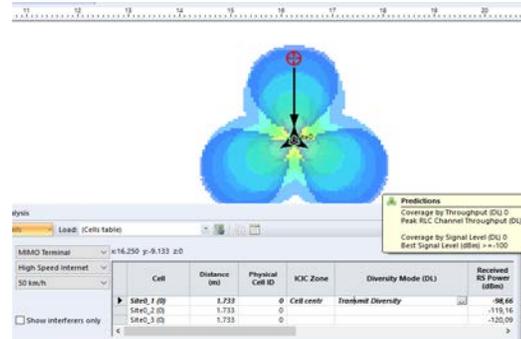
$$\log d = 0.2$$

$$d = 1,6 \text{ km}$$

Dari hasil perhitungan, maka didapatkan jarak pada model propagasi Cost -231 Hatta pada ketinggian 23 meter adalah 1,6 km.

### 4.2.2 Simulasi Perhitungan Jarak Jangkauan Antena dan Throughput pada Software atoll

Simulasi dilakukan menggunakan *software radio planning* atoll. Gambar 5 merupakan hasil simulasi jarak jangkauan antenna pada ketinggian 23 meter.



Gambar 5. Hasil Analisis Cakupan Area Pada Tinggi Antena 23 meter.

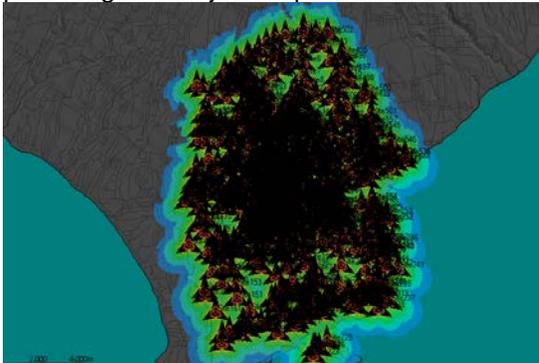
Pada ketinggian antenna 23 meter didapatkan jarak pancar 1,641 Km dengan *receiver sensitivity* -95,84 dBm. Pada hasil perhitungan yang dilakukan, jarak jangkauan antenna yang dihasilkan pada *receiver sensitivity* 96 dBm adalah 1,6 km. Perbedaan perhitungan dengan simulasi disebabkan terdapat beberapa perbedaan penggunaan parameter pada perhitungan dan simulasi. Pada saat melakukan perhitungan spesifikasi perangkat yang digunakan adalah spesifikasi perangkat 3GPP, sedangkan pada simulasi hanya menggunakan *power transmitter*, *antenna gain*, *cable loss*, *body loss*, *receiver noise figure*, *receiver sensitivity*, dan *beamwidth*. Hal ini dapat menyebabkan terjadinya perbedaan antara hasil perhitungan dengan hasil simulasi. Hasil simulasi jangkauan antenna dan ditunjukkan pada Tabel 3 merupakan hasil simulasi jangkauan antenna dan nilai *throughput* dengan tinggi yang berbeda.

Tabel 3. Hasil Simulasi Jarak Jangkauan Antena dengan Ketinggian Berbeda.

Tinggi tiang	Power Transmitter	RSRP	Jarak
23 meter	43 dBm	-95,84 dBm	1,641 km
15 meter	43 dBm	-95,84 dBm	1,468 km
13 meter	43 dBm	-95,59 dBm	1,349 km
11 meter	43 dBm	-95,78 dBm	1,297 km

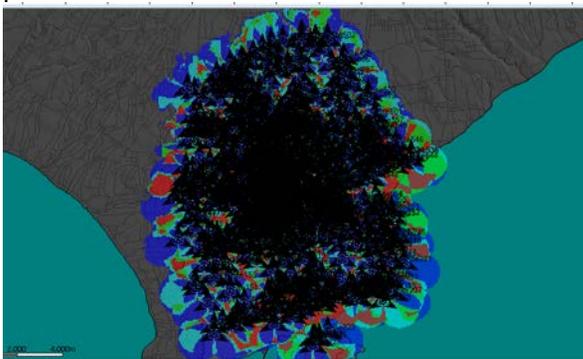
### 4.2.3 Simulasi Perencanaan LTE dengan Menggunakan Titik Lampu Penerangan Jalan Umum Kota Denpasar

Simulasi Perencanaan LTE menggunakan perencanaan *site* baru oleh karena itu penempatan *site* tidak berdasarkan *site* yang telah ada sebelumnya. Simulasi perencanaan LTE dilakukan dengan menggunakan frekuensi 1800 Mhz. hasil cakupan sinyal yang dihasilkan pada lampu penerangan ditunjukkan pada Gambar 6.



**Gambar 6.** Hasil Cakupan Area Secara Keseluruhan pada *software* Atoll.

Pada Gambar 6 terlihat bahwa seluruh wilayah kota Denpasar dapat tercakupi. Setiap *site* memiliki kuat sinyal yang berbeda-beda. Dari simulasi yang dilakukan perlu dilakukan langkah berikutnya untuk menentukan kelayakan simulasi. Simulasi yang dilakukan berikutnya bertujuan untuk mengetahui terjadinya *overlapping* setiap *site*. Simulasi lanjutan menghasilkan hasil cakupan sinyal yang dihasilkan ditunjukkan pada Gambar 7.

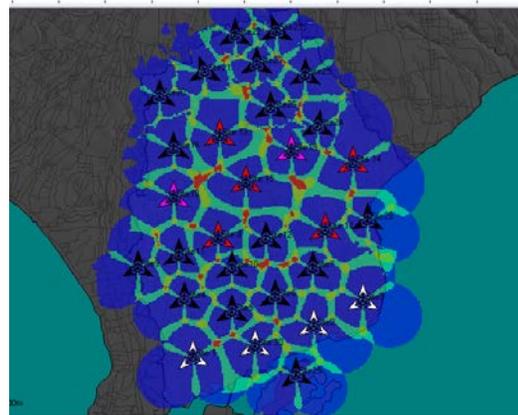


**Gambar 7.** Hasil *overlapping coverage* keseluruhan pada *software* Atoll.

Gambar 7 menunjukkan terjadinya *overlapping coverage* pada simulasi yang dilakukan, ada beberapa *site* terjadi *overlapping coverage*. Dengan kondisi seperti

ini maka kualitas sinyal yang diberikan setiap *site* akan mengalami penurunan karena terjadinya interferensi sinyal. Untuk mengatasi terjadinya *overlapping coverage*, maka perlu dilakukan tahap berikutnya dengan mengurangi jumlah *site* agar dapat mencakupi seluruh wilayah perencanaan dengan menggunakan jumlah *site* yang sedikit.

Hasil pengurangan jumlah *site* pada daerah *overlapping coverage* pada simulasi yang telah dilakukan ditunjukkan pada Gambar 8.



**Gambar 8.** Hasil Pengurangan *Site* pada *Overlapping Coverage* pada *Software* Atoll.

Gambar 8 merupakan hasil pengurangan jumlah *site* yang telah dilakukan. Pada simulasi yang telah dilakukan, penggunaan tinggi antenna dapat diberikan dengan warna yang berbeda. Hal ini bertujuan untuk mempermudah mengetahui tinggi antenna yang digunakan. Untuk mengetahui tinggi *site* pada simulasi tersebut dapat dilihat pada Tabel 4.

**Tabel 4.** Pembagian Warna Berdasarkan Tinggi Antena.

Warna <i>site</i>	keterangan
Red	23 meter
Yellow	15 meter
Pink	13 meter
Black	11 meter

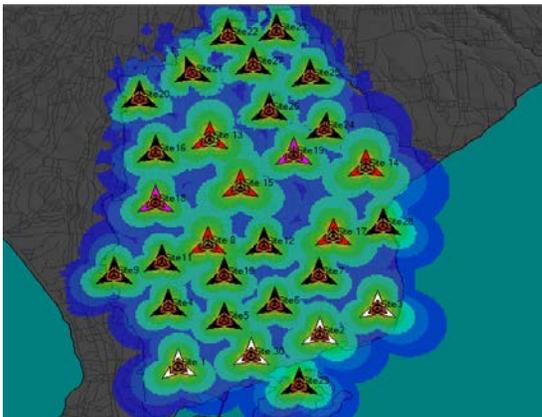
Pengurangan jumlah *site* dilakukan agar dapat mengurangi *overlapping coverage* pada simulasi yang dilakukan. Dengan pengurangan jumlah *site* yang dilakukan dapat dikatakan bahwa kota Denpasar telah

tercakupi secara keseluruhan, sesuai dengan perencanaan yang dilakukan. Namun terdapat beberapa wilayah yang *blankspot*. Untuk mengetahui wilayah *blankspot* dapat dilihat pada Gambar 9.



**Gambar 9.** Lokasi Wilayah *Blankspot* pada Software Atoll

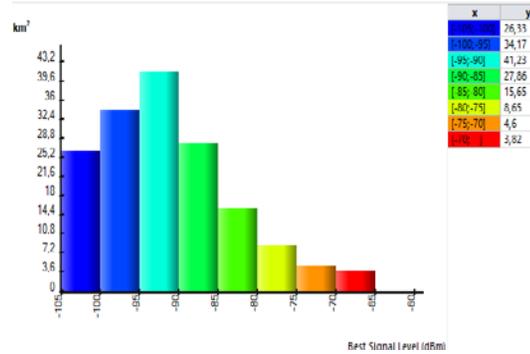
Gambar 9, pada Gambar kotak merah merupakan daerah *blankspot* yaitu pada *Site 6\_2*, *Site 24\_1*, *Site21\_1*, *Site25\_2* dan *site 29\_3*. Karena adanya *blankspot* maka diperlukan tahapan berikutnya, yaitu mengubah *tilt* antena agar dapat mencakupi wilayah *blankspot*. Pada simulasi ini parameter yang diubah adalah sudut kemiringan antena yang semula  $0^0$  menjadi  $1^0$  hingga  $10^0$ . sehingga didapatkan hasil yang ditunjukkan pada gambar 10.



**Gambar 10.** Hasil Cakupan Area pada Wilayah *Blankspot*

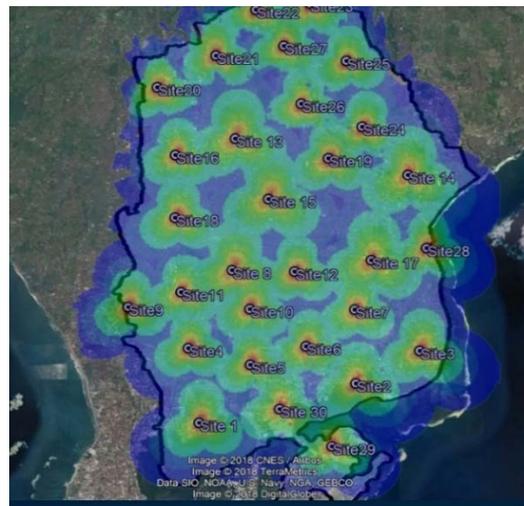
Gambar 10 merupakan perubahan sudut antena pada daerah *blankspot*. Terlihat bahwa pada *Site 6\_2*, *Site 24\_1*, *Site21\_1*

dan *Site25\_2* pada wilayah *blankspot* sudah dapat tercakupi namun terdapat daerah *blankspot* seperti *Site29\_3*. Untuk mengetahui luas daerah cakupan yang dilakukan pada simulasi tersebut dapat dilihat pada Gambar 11.



**Gambar 11.** Hasil Coverage Area Secara Keseluruhan

Pada simulasi yang telah dilakukan cakupan area yang dihasilkan secara keseluruhan yaitu  $162,31 \text{ km}^2$ . Dengan kondisi seperti ini dapat dikatakan bahwa wilayah kota Denpasar sudah dapat tercakupi. Hal ini dikarenakan luas wilayah kota Denpasar yaitu  $127,78 \text{ km}^2$ . Untuk mengetahui apakah benar-benar tercakupi di wilayah kota Denpasar. maka langkah berikutnya yaitu dengan mengimport hasil simulasi ke *google earth*.



**Gambar 12.** Hasil Perencanaan Pada *Google Earth*

Gambar 12 menunjukkan bahwa wilayah kota Denpasar sudah dapat tercakupi. Dari hasil simulasi yang telah dilakukan jumlah *site* yang dibutuhkan 30 untuk mencakupi wilayah kota Denpasar, *Site* ini terdiri dari 5 *site* dengan tinggi antena 23 meter, 4 *site* dengan tinggi antena 15 meter, 2 *site* dengan tinggi antena 13 meter serta 21 *site* dengan tinggi antena 11 meter.

## 5 SIMPULAN

Hasil penelitian ini dapat disimpulkan bahwa jarak jangkauan yang dihasilkan pada ketinggian 11 meter, 13 meter, 15 meter, dan 23 meter adalah 1,2 km, 1,3 km, 1,4 km, dan 1,6 km. Dengan jarak jangkauan yang dihasilkan ini maka jumlah lampu penerangan jalan yang digunakan untuk layanan LTE di wilayah Denpasar adalah 21 *site* dengan ketinggian 11 meter, 2 *site* dengan ketinggian 13 meter, 4 *site* dengan ketinggian 15 meter, dan 5 *site* dengan ketinggian 23 meter. Jadi total secara keseluruhan adalah 30 *site*.

Dari hasil penelitian yang telah dilakukan dapat dikatakan kota Denpasar sudah dapat tercakupi, namun terdapat wilayah *blankspot*. Wilayah *blankspot* tersebut wilayah pesisir hutan dan tidak adanya penduduk menetap pada wilayah tersebut. Sehingga lampu penerangan jalan tidak terdapat pada wilayah *blankspot* tersebut.

Penelitian ini dilakukan berdasarkan perencanaan baru. Sehingga penelitian selanjutnya dapat dilakukan berdasarkan lampu penerangan jalan yang sudah ada. Sehingga lampu penerangan jalan digunakan sebagai solusi jika satu wilayah tidak tercakupi layanan LTE.

## 6 DAFTAR PUSTAKA

- [1] Bursandy, A., Ziad I., Suroso. 2017. Analisis Kinerja Perbandingan Jaringan 4G Long Term Evolution Bandwidth 10 Mhz dan 15 Mhz dengan Metode Global Frequency Retuning (Tugas Akhir) Sumatera Selatan. Politeknik Negeri Sriwijaya.
- [2] Hikmaturokhman, A., Wardhana. L. 2014. 4G Handbook Jakarta selatan :www.nulisbuku.com.
- [3] Putra, T.G.A.S. 2015. Analisis Pengaruh Model Propagasi dan Perubahan Antena Terhadap Coverage Area Sistem Long Term Evolution Menggunakan Software Atoll. (Tugas Akhir) Denpasar. Universitas Udayana.
- [4] Dewantara.W., Windi, A.W., widiathmoko. 2010. Analisa Pengaruh Down tilt Antena untuk Mengurangi Kegagalan Handover pada Jaringan Seluler GSM PT. Indosat, Tbk Porweketo (Tugas Akhir) Purbalingga. Universitas Jenderal Soedirman.
- [5] Standar Nasional Indonesia (SNI). 2008 : Spesifikasi Penerangan Jalan di Kawasan Perkotaan.
- [6] Dinas Perhubungan Wilayah Kota Denpasar. 2017: Lampu Penerangan Jalan Kota Denpasar