

Desain Camouflage Tower di Kawasan Kota Baru Parahyangan Padalarang-Bandung

Hasanah Putri, Radial Anwar, dan Dea Farah Amalia
Fakultas Ilmu Terapan, Telkom University
Jl. Telekomunikasi No.1, Terusan Buah Batu, Bandung 40257
e-mail: hasanahputri@tass.telkomuniversity.ac.id

Abstrak—Kawasan perumahan Kota Baru Parahyangan yang terletak di kecamatan Padalarang Bandung memiliki kualitas dan cakupan layanan seluler 3G dan 4G yang tidak optimal, sehingga hal ini menjadi keluhan para pelanggan kepada pihak provider seluler. Oleh sebab itu pada artikel ini didesain *camouflage tower* atau *Outdoor Distributed Antenna System (ODAS)* yang merupakan sebuah konsep unik dalam membantu penyediaan konektivitas di lokasi tertentu dimana pembangunan tower konvensional tidak diizinkan karena berbagai regulasi. Desain *camouflage tower* ini bertujuan untuk menambah jumlah antena seluler namun dengan biaya, lahan dan sumber daya manusia yang minimalis. Selain itu, desain *camouflage tower* ini memiliki nilai estetika yang tinggi untuk diimplementasikan di kawasan perumahan elite tersebut. Dari hasil desain dan implementasi untuk 4G diperoleh nilai *Reference Signal Received Power (RSRP)* sebesar 70 % pada nilai > -90 dBm dan *Signal-to-Interference Noise Ratio (SINR)* 70% pada nilai > 5 dB sesuai dengan standar *Key Performance Indicator (KPI) provider*. Sedangkan untuk 3G diperoleh nilai *Received Signal Code Power (RSCP)* sebesar 70% pada nilai > -78 dBm dan $E_c/N_0 > -12$ dB. Hal ini menunjukkan bahwa kualitas dan cakupan layanan seluler baik 3G maupun 4G di kawasan ini telah mencapai target *provider seluler*.

Kata kunci: 3G, 4G, *camouflage tower*, kota baru parahyangan bandung

Abstract—Kota Baru Parahyangan residential area, located in Padalarang sub-district of Bandung, has the quality and coverage of 3G and 4G cellular services that are not optimal, thus it has become a complaint of customers to the cellular providers. Therefore in this article a camouflage tower or Outdoor Distributed Antenna System (ODAS) is designed, which is a unique concept that helps in providing connectivity in location where conventional tower construction is not permitted due to various regulations. This camouflage tower design aims to increase the number of cellular antennas but with minimal costs, land and human resources. In addition, this camouflage tower design has a high aesthetic value to be implemented in these elite residential areas. From the design and implementation results for 4G, the Reference Signal Received Power (RSRP) value is 70% at a value > -90 dBm and Signal-to-Interference Noise Ratio (SINR) 70% at a value > 5 dB according to the Key Performance Indicator (KPI) provider standard, while for 3G the Received Signal Code Power (RSCP) value is 70% at a value > -78 dBm and $E_c / N_0 > -12$ dB. This shows that the quality and coverage both of 3G and 4G cellular services in this region have reached the target cellular providers.

Keywords: 3G, 4G, *camouflage tower*, kota baru parahyangan bandung

I. PENDAHULUAN

Saat ini, teknologi komunikasi seluler memiliki peranan yang sangat penting dalam menunjang aktivitas sehari-hari. Peningkatan kebutuhan pelanggan akan layanan data yang berkapasitas besar (multimedia) dan berkecepatan tinggi (*broadband wireless access*) [1] menyebabkan penyedia jasa layanan telekomunikasi seluler dituntut untuk terus meningkatkan kualitas, kapasitas, dan cakupan layanannya.

Perumahan Kota Baru Parahyangan Bandung merupakan salah satu lokasi dengan akses layanan data seluler 3G dan 4G yang tergolong buruk. Keadaan tersebut tidak sebanding dengan kebutuhan akan layanan data di daerah tersebut yang didominasi oleh usia produktif.

Berdasarkan hasil pengukuran dengan metode *drive test*, di area ini masih terdapat banyak *blankspot area* maupun *shadow area* yang tidak mendapatkan layanan secara optimal. Berdasarkan hasil *survei* kepuasan para pelanggan di kawasan Kota Baru Parahyangan, diperoleh data bahwa tingkat kualitas dan cakupan layanan seluler 3G dan 4G masuk kedalam kategori “sedang – buruk”.

Beberapa penelitian sebelumnya telah merekomendasikan penggunaan *camouflage tower* untuk mengatasi permasalahan *blankspot* atau *shadow area*, *existing tower* yang jauh, juga regulasi setempat yang melarang pembangunan *Base Transceiver Station (BTS)* konvensional dengan alasan keamanan maupun estetika lokasi. Penggunaan *camouflage tower* telah didesain di kawasan industri Pulogadung dengan hasil yaitu jumlah

pole sebanyak 13 *pole* dengan tinggi 15 m, dan cakupan area 0.098 km²[2]. Perencanaan *camouflage tower* juga telah dilakukan di Universitas Hasanudin berdasarkan perhitungan link budget jaringan 3G dan 4G dengan jumlah *pole* sebanyak 14 *pole* dan ketinggian 15 m serta cakupan area dalam satu sel 0,098 km²[2]. Penelitian serupa juga telah dilakukan yaitu berupa perencanaan di kawasan industri Sentul City, yang memperoleh cakupan area sebesar 1.1072 km²[3].

Pada penelitian [5] dan [6] diperoleh bahwa dengan implementasi *camouflage tower* terjadi peningkatan jumlah *pole* atau *new site camouflage tower*, luas cakupan sel serta ketinggian *pole*. Berdasarkan penelitian terdahulu juga diketahui bahwa desain *camouflage tower* untuk jaringan fiber optik dapat menggunakan topologi *ring* agar dapat mem-*backup* apabila terdapat salah satu kabel optik yang rusak. Penggunaan jenis konfigurasi *camouflage tower* ada yang menggunakan *Single Carrier Multiple Technology* (SCMT) atau konfigurasi *Multiple Carrier Multiple Technology* (MCMT). Pengumpulan data dan pelaporan dapat menggunakan metode inisialisasi *site existing* yang sama yaitu dengan menggunakan metode *drive test*.

Berdasarkan sudut pandang seni dan keindahan, sebuah upaya telah diusulkan untuk mempertahankan dan menguatkan eksistensi Kota Yogyakarta melalui inovasi infrastruktur komunikasi berupa desain kamufase menara BTS yang berbasis zonasi wilayah yang telah ditentukan dalam Peraturan Daerah Kota Yogyakarta Nomor 1 Tahun 2015 tentang Rencana Detail Tata Ruang Dan Peraturan Zonasi Kota Yogyakarta Tahun 2015–2035 [6], [7]. Selain didorong oleh kepentingan aspek komunikasi yang merupakan salah satu unsur penting dalam kota kreatif, inovasi desain tersebut juga diharapkan dapat menunjukkan kepedulian seluruh *stakeholder* akan pentingnya harmonisasi dan estetika dalam sebuah wilayah kota.

Selain itu, pertumbuhan teknologi nirkabel dan seluler juga telah mendorong perkembangan infrastruktur telekomunikasi, dimana penempatan tower BTS di kawasan perkotaan cenderung menyebabkan permasalahan lingkungan. Seperti penyediaan ruang yang tidak memadai sementara operator seluler memasang menara sendiri yang mengarah ke “hutan menara” sehingga menimbulkan gangguan estetika dan masalah sosial lainnya [8]. Metode yang digunakan adalah *concurrent engineering-integrated digital design* untuk kualitas. Analisis kelayakan *camouflage tower* untuk meningkatkan kualitas lingkungan perkotaan telah diusulkan pada penelitian [9], [10]. *Camouflage tower* yang disamakan sebagai pohon dapat mengatasi polusi visual, juga dapat mengurangi kemungkinan bahaya *electromagnetic field* (EMF) dengan memasang menara terselubung ini di ruang kosong, daripada di atap gedung, sekolah, dan rumah sakit. Penerapan *camouflage tower* sangat baik untuk kota besar seperti Koya.

Camouflage tower menawarkan solusi untuk perbaikan kondisi *coverage* seluler dengan penyesuaian terhadap

kebutuhan *minimal space* dan estetika. Konsep *Outdoor Distributed Antenna System* (ODAS) atau dikenal dengan istilah *camouflage tower* menawarkan teknologi BTS yang dipusatkan pada satu lokasi yang akan melayani beberapa *remote site*. Dari *remote site* tersebut akan dihubungkan dengan menggunakan media berupa *fiber optic* untuk menjangkau area yang tidak terlayani secara optimal hingga jarak jangkauan mencapai 15 km [11]. Untuk melakukan desain *camouflage tower* kali ini, diperlukan analisis penentuan skenario jenis *camouflage tower*, *capacity planning*, *coverage planning*, penentuan jumlah *pole*, beserta lokasinya. Metode perancangan yang digunakan pada penelitian ini yaitu menggunakan konfigurasi SCMT dengan jumlah *pole* 9 dan teknologi seluler yang digunakan adalah 3G dan 4G. Target dari penerapan skenario ini yaitu memberikan kualitas layanan yang optimal bagi pelanggan seluler operator Tri (3) di kawasan Kota Baru Parahyangan, Bandung, dengan parameter pengamatan antara lain *Reference Signal Received Power* (RSRP) dan *Signal-to-Interference Noise Ratio* (SINR) untuk jaringan 4G, dan *Received Signal Code Power* (RSCP) dan *Ec/No* untuk jaringan 3G.

II. STUDI PUSTAKA

A. Camouflage Tower

Camouflage tower merupakan gabungan atau pengembangan dari *microcell*, *repeater*, teknologi *pole* atau *micro tower*, *camouflage antenna*, *camouflage pole* dan *power sharing*. Penggunaan *camouflage tower* menyebabkan sinyal dari BTS dapat disebar melalui *pole* atau *tower* dengan jarak yang relatif lebih jauh. Sarana yang digunakan untuk mengantarkan sinyal dengan degradasi yang relatif sangat kecil adalah *fiber optic* dengan jarak jangkauan mencapai 15 km [3].

Teknologi *camouflage tower* mampu mengakomodasi beberapa konfigurasi, diantaranya yaitu [12]:

- a. *Single-Carrier Single-Technology* (SCST) *configuration*. Pada konfigurasi ini hanya bisa menggunakan satu operator dan satu teknologi saja.
- b. *Single-Carrier Multiple-Technology* (SCMT) *configuration*. Pada konfigurasi ini bisa menggunakan satu operator, namun bisa menggunakan beberapa teknologi misalnya 2G, 3G atau 4G.
- c. *Multiple-Carrier Multiple-Technology* (MCMT) *configuration*. Pada konfigurasi ini bisa menggunakan beberapa operator dan bermacam-macam teknologi sesuai dengan kebutuhan rancangan.

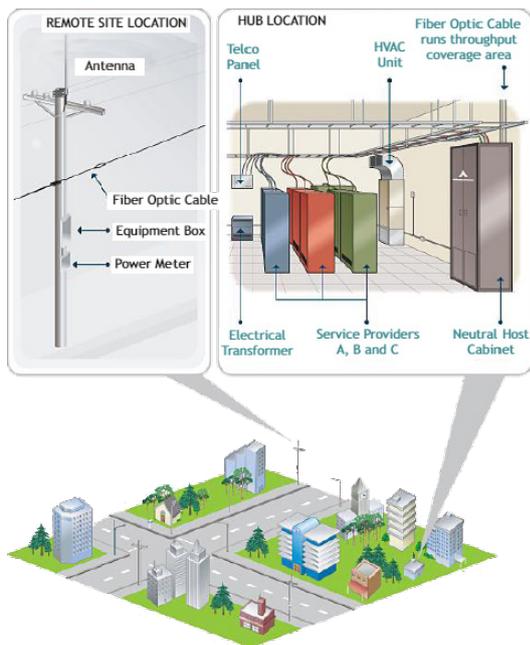
Berdasarkan ketiga konfigurasi tersebut, pada penelitian ini menggunakan konfigurasi SCMT sesuai dengan permintaan dari pihak *provider* seluler Tri (3) berdasarkan survei dan data kebutuhan pengguna di kawasan Kota Baru Parahyangan, Bandung. Gambar 1 berikut merupakan komponen perangkat yang ada dalam

Camouflage Tower [13]. *Hub location* atau *BTS room* merupakan tempat dimana perangkat-perangkat BTS diletakkan. Pada bagian *hub location* terdapat beberapa perangkat, yaitu: *Distribution Antenna System (DAS)*, *fiber distribution hub*, dan *power rank*. Sedangkan *remote site location* merupakan tempat dimana perangkat *camouflage tower* diletakkan.

Perangkat dari *camouflage tower* seperti *pole*, antena, dan kabel fiber optik yang masing-masing memiliki peran tersendiri. *Pole* adalah perangkat yang berfungsi sebagai penyangga antena atau *Remote Unit (RU)* yang bisa diartikan sebagai tower samaran/ menyerupai pohon dengan dedaunan dari plastik ataupun berbentuk menyerupai lampu jalan [14].

B. Camouflage Tower dan Conventional Tower

Perbedaan antara *camouflage tower* dan *conventional tower* secara berurutan diperlihatkan pada Gambar 2.a dan 2.b. Pada *camouflage tower*, *pole* dibuat semirip mungkin dengan tiang penerangan jalan dengan tinggi maksimal yaitu 25 m dan diberi aksesoris pepohonan supaya



Gambar 1. *Hub location* dan *remote site location* [12]



Gambar 2. a. Ilustrasi implementasi *camouflage tower*

terkamufase (*camouflage pole*) dan juga peletakan *BTS*

Tabel 1. Perbedaan *camouflage tower* dan *conventional tower* [3]

No	Parameter	Conventional tower	Camouflage tower
1	Ketinggian tower	Bervariasi, namun secara umum di atas 30 m	Menggunakan <i>pole</i> di bawah 20 m sebagai penyangga antena Sama dengan <i>conventional tower</i> , namun dapat digunakan ketika BTS biasa tidak bisa mengatasi kebutuhan penyediaan kapasitas trafik yang lebih tinggi
2	Kapasitas	Sesuai kebutuhan kapasitas trafik	Ruang bisa dipisah secara fleksibel antara ruang untuk BTS dan ruang untuk <i>pole</i> , karena BTS dapat ditempatkan jauh dari <i>pole</i>
3	Kebutuhan ruang	Membutuhkan ruang untuk tower dan BTS sekaligus	
4	Transmisi	Menggunakan teknologi transmisi / <i>backhaul wireline</i> maupun <i>wireless</i>	Menggunakan <i>backhaul optic</i>
5	DAS	Tidak didesain menggunakan DAS	Didesain menggunakan DAS
6	Feeder	Secara umum menggunakan <i>coaxial</i>	Menggunakan optik dan <i>coaxial</i> Lebih kecil karena didesain untuk <i>microcell</i> yang memiliki area layanan lebih kecil daripada <i>BTS tower</i> biasa.
7	Daya (power)	20 W/Trx	Menggunakan <i>power sharing</i> sehingga jika lebih banyak operator bergabung menggunakan RU yang sama, maka <i>output power</i> dari RU tersebut akan semakin kecil
8	Antena	Umumnya menggunakan antena <i>directional</i>	Menggunakan <i>camouflage antenna</i> . Ini dibutuhkan karena antena dipasangkan di <i>pole</i>
9	Posisi BTS atau shelter BTS	BTS dan shelter diletakkan di bawah tower	BTS dapat diletakkan dimana saja, bisa diletakkan dalam jarak 40 km dari <i>pole</i>



Gambar 2. b. Ilustrasi implementasi *conventional tower*

room yang memanfaatkan *minimal space*. Sedangkan jika membangun BTS konvensional, selain mengurangi estetika keindahan di Kota Baru Parahyangan yang merupakan elite, dan juga pembangunan *conventional tower* tidak diizinkan oleh regulasi setempat. Hal ini karena BTS konvensional memerlukan lahan yang cukup luas. banyaknya perangkat yang digunakan dan tinggi tower mencapai 45 m.

Kondisi daerah layanan yang termasuk kedalam kriteria perencanaan *camouflage tower* adalah sebagai berikut [15]:

- a. Trafik data tinggi dan tidak bisa dibangun *conventional tower*;
- b. Trafik data rendah dan harus terliput layanan, misalnya hotel, perkantoran dan perumahan; dan
- c. *Blank spot* dan *shadow area*.

III. METODE

A. Identifikasi Wilayah

Hal yang perlu diperhatikan dalam sebuah perencanaan jaringan seluler adalah identifikasi wilayah, karena setiap daerah memiliki karakteristik yang berbeda-beda seperti kontur bumi, kepadatan penduduk, kepadatan bangunan dan lain sebagainya. Hal tersebut mempengaruhi kualitas sinyal pada suatu wilayah.

Perencanaan *camouflage tower* di Kota Baru Parahyangan Bandung yang merupakan salah satu lokasi dengan *high potential market* untuk *provider* jaringan seluler, salah satunya operator Tri. Gambar 3 memperlihatkan kawasan Kota Baru Parahyangan, yang merupakan salah satu *cluster* dengan konsep kota berwawasan mandiri yang terdiri dari beberapa fasilitas mewah yaitu area bersepeda, lapangan golf, fasilitas

pendidikan, kesehatan dan masih banyak lagi. Area ini ramai dikunjungi oleh banyak orang sehingga aktivitas yang ada didalamnya harus tetap diimbangi dengan kebutuhan kanal trafik yang memadai khususnya untuk layanan data.

Secara geografis, Kota Baru Parahyangan terletak di Bandung Barat yang berada di 2 kecamatan yaitu Kecamatan Padalarang dan Batujajar. Wilayah ini dikategorikan sebagai wilayah urban karena belum didominasi dengan bangunan bertingkat tinggi serta belum terdapat banyak penghalang yang dapat mempengaruhi kualitas sinyal terima. Pada tahun 2020, jumlah penduduk Kota Baru Parahyangan tercatat sekitar 4.136 jiwa dengan luas wilayah 12,5 km² termasuk dengan luas wilayah danau di dalamnya yaitu 4 km². Dari tahun 2016, jumlah penduduk di Kota Baru Parahyangan terbilang cukup pesat dari 2.761 menjadi 4.136 jiwa di tahun 2020, hal ini dikarenakan pembangunan perumahan tersebut masih 25% dengan jumlah 4 *cluster* yang belum dihuni. Informasi tersebut diperoleh dari survei pengambilan data secara langsung ke *marketing office* di lokasi perencanaan. Tabel 2 dan 3 masing-masing merupakan estimasi pengguna operator 3 untuk jaringan 3G dan 4G di kawasan perumahan Kota Baru Parahyangan Bandung tahun 2020.

Nilai persentase didapat dari *website The Mobile Economy Asia Pasific 2018*. Perhitungan ini, menunjukkan bahwa jumlah pengguna operator 3 pada jaringan 3G yaitu 42 pengguna dan jumlah pengguna operator 3 pada jaringan 4G yaitu 155 pengguna. Dari hasil tersebut, selanjutnya adalah estimasi untuk lima tahun kedepan yakni 2025 dari jumlah pengguna 2020 untuk melihat peningkatan pengguna. Tabel 4 dan 5 adalah estimasi peningkatan jumlah pengguna jaringan 3G dan 4G di tahun 2025.

B. Initial Drive Test

Tahap ini dilakukan di sepanjang Kota Baru Parahyangan dengan menggunakan *software TEMS Pocket*. Pengukuran performansi jaringan 3G dan 4G

Tabel 2. Estimasi pengguna jaringan 3G tahun 2020

Parameter	Persentase	Jumlah (jiwa)
Total populasi penduduk	100%	4.136
Populasi produktif (15-65 tahun)	85%	3.309
Pengguna telepon seluler	100%	3.309
Pengguna operator 3	7%	232
Pengguna 3G	18%	42

Tabel 3. Estimasi pengguna jaringan 4G tahun 2020

Parameter	Persentase	Jumlah (jiwa)
Total populasi penduduk	100%	4.136
Populasi produktif (15-65 tahun)	85%	3.309
Pengguna telepon seluler	100%	3.309
Pengguna operator 3	7%	232
Pengguna 4G	67%	155

Tabel 4. Persentase kenaikan pengguna operator 3 jaringan 3G tahun 2025

Parameter	Persentase	Jumlah (jiwa)
Pengguna 3G (2020)	Po	42
Laju pertumbuhan penduduk	R	7,5%
Rentang tahun	T	5 tahun
Pengguna 3G (2025)	Pn	60
Persentase kenaikan (2020-2025)	-	42,8 %



Gambar 3. Kawasan kota baru parahyangan

dilakukan dengan mengacu kepada *Key Performance Indicator* (KPI) operator 3. Parameter yang digunakan untuk 3G adalah RSCP dan *Ec/No* sedangkan untuk 4G adalah RSRP dan SINR.

1. Jaringan 3G

Hasil *drive test* jaringan 3G dianalisis sesuai dengan ketentuan parameter yang dibutuhkan untuk perencanaan yaitu parameter RSCP dan *Ec/No*. Apabila nilai yang diperoleh dari parameter tersebut tidak memenuhi standar operator 3, maka perlu dilakukan desain perancangan *camouflage tower* di kawasan tersebut.

Gambar 4 menunjukkan bahwa parameter RSCP untuk jaringan 3G di kawasan tersebut didominasi oleh warna biru dan biru muda yaitu berada pada rentang nilai -83 dBm hingga -74 dBm, ini termasuk kategori baik dan cukup baik. Namun di beberapa titik juga ditandai dengan warna kuning dan merah yaitu berada pada rentang nilai -120 dBm hingga -83 dBm, ini termasuk kategori cukup buruk dan buruk. Hal ini mengindikasikan bahwa daerah tersebut berada pada kategori cukup baik namun masih belum memenuhi standar KPI untuk RSCP pada jaringan 3G.

Gambar 5 menunjukkan bahwa RSCP untuk jaringan 3G di kawasan tersebut didominasi oleh warna kuning dan merah yaitu berada pada rentang nilai -30 dB hingga -12 dB, ini termasuk dalam kategori buruk dan sangat buruk. Namun beberapa titik juga ditandai dengan warna biru dan biru muda yaitu berada pada rentang nilai -12 dB hingga -4 dB dengan kategori baik dan cukup baik. Hal ini berarti bahwa daerah tersebut berada pada kategori buruk dan belum memenuhi standar untuk KPI *Ec/No* pada jaringan 3G, karena masih sangat sedikit kawasan dengan kategori sangat baik yaitu -4 dB hingga 0 dB.

Tabel 5. Persentase kenaikan pengguna operator 3 jaringan 4G tahun 2025

2. Jaringan 4G

Untuk pengukuran teknologi 4G, hasil dari *drive test* kemudian dianalisis sesuai dengan ketentuan parameter yang dibutuhkan sesuai perencanaan yaitu parameter RSRP dan SINR. Apabila nilai yang diperoleh dari parameter tersebut tidak memenuhi standar operator 3,

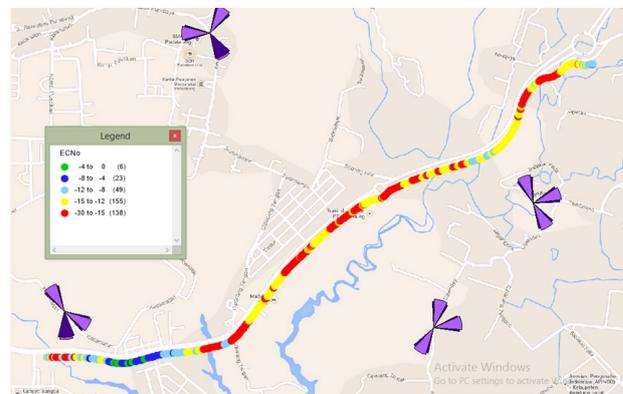
maka perlu perancangan *camouflage tower* di sekitar kawasan tersebut.

Gambar 6 menunjukkan bahwa RSRP di kawasan tersebut didominasi oleh warna kuning dan ungu yaitu berada pada rentang nilai -110 dBm hingga -90 dBm dengan kategori buruk dan cukup buruk. Namun di beberapa titik ditandai dengan warna hijau yaitu berada pada rentang nilai -90 dBm hingga -80 dBm. Hal ini mengindikasikan bahwa daerah tersebut berada pada kategori cukup baik namun masih belum memenuhi standar untuk KPI untuk RSRP pada jaringan 4G karena masih sangat sedikit kawasan dengan kategori baik yaitu -80 dBm hingga -40 dBm.

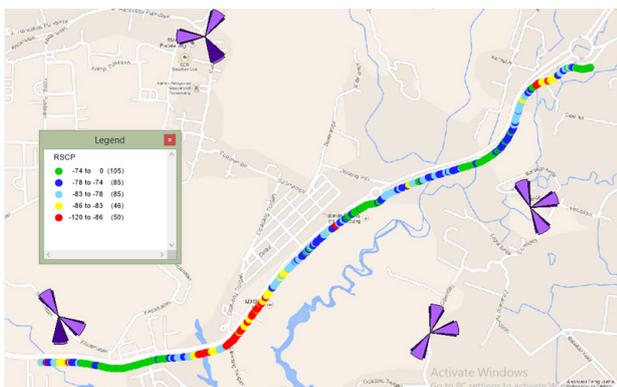
Gambar 7 menunjukkan bahwa SINR di kawasan tersebut didominasi warna merah yaitu berada nilai < 0 dB dengan kategori buruk. Namun di beberapa titik didominasi warna ungu yaitu berada pada nilai 0 dB sampai 5 dB. Hal ini menyatakan bahwa daerah tersebut masih dalam kategori buruk karena belum memenuhi standar KPI untuk SINR yaitu > 12 dB. Tetapi ada beberapa titik yang ditandai dengan warna kuning dan hijau yaitu yang termasuk dalam kategori baik karena bernilai 5 dB hingga 12 dB.

C. Capacity Planning dan Coverage Planning

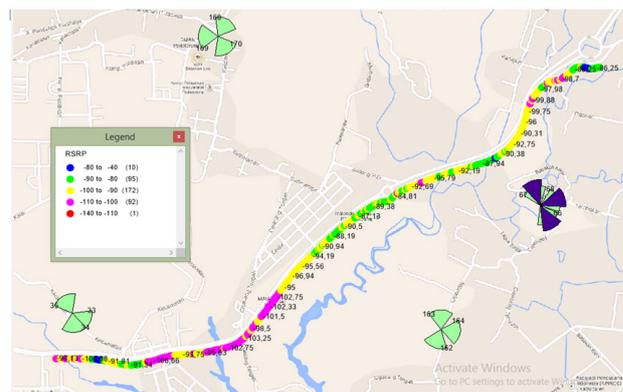
Tahap selanjutnya dalam mendesain *camouflage tower* yaitu *Radio Frequency (RF) planning* yang alurnya dapat dilihat pada Gambar 8. Secara umum, *RF planning*



Gambar 5. Hasil *reporting* parameter *Ec/No*



Gambar 4. Hasil *reporting* parameter RSCP



Gambar 6. Hasil *reporting* parameter RSRP

memiliki 3 subbagian perancangan, yaitu *capacity*, *coverage*, dan *quality planning*. *Capacity planning* adalah perencanaan jaringan di suatu wilayah tertentu yang objeknya adalah jumlah pengguna yang akan dilayani. *Capacity planning* bertujuan menentukan jumlah *site* sesuai dengan jumlah pengguna. Gambar 9 merupakan diagram blok dari *capacity planning*.

Selain itu pada tahap ini juga dilakukan *coverage planning* untuk memenuhi kebutuhan area agar tercakup sinyal seluler. Pada perhitungan *coverage* akan dilakukan pemilihan model propagasi yang cocok untuk target perencanaan, populasi dan *cluster*. Melalui pemilihan model propagasi yang tepat dan benar maka semakin tinggi tingkat akurasi pada perencanaan tersebut. Dalam melakukan *coverage planning* ada beberapa tahap yang dilakukan, seperti terlihat pada Gambar 10.

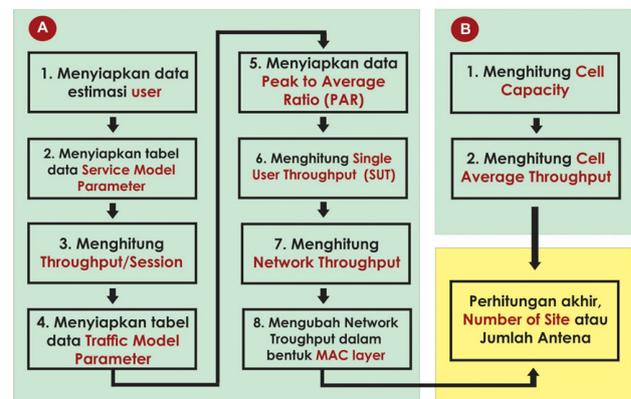
Tabel 6 dan 7 masing-masing merupakan hasil dari perhitungan *coverage planning* untuk jaringan 3G dan 4G. Berdasarkan hasil perhitungan Tabel 6 jumlah sel pada sisi *uplink* diperoleh sebanyak 4,16 atau dibulatkan menjadi 5 dan pada sisi *downlink* didapat sebanyak 6,35 yang dibulatkan menjadi 7. Besar radius sel yakni 2,52 untuk *uplink* dan 1,68 untuk *downlink*. MAPL adalah maksimal *path loss* (redaman) yang diijinkan antara *transmitter* ke *receiver*. Pada perancangan ini mengambil MAPL terkecil dengan jumlah *site* yaitu 7 *site*.

Berdasarkan hasil perhitungan Tabel 7 jumlah sel pada sisi *uplink* diperoleh sebanyak 8,07 atau dibulatkan

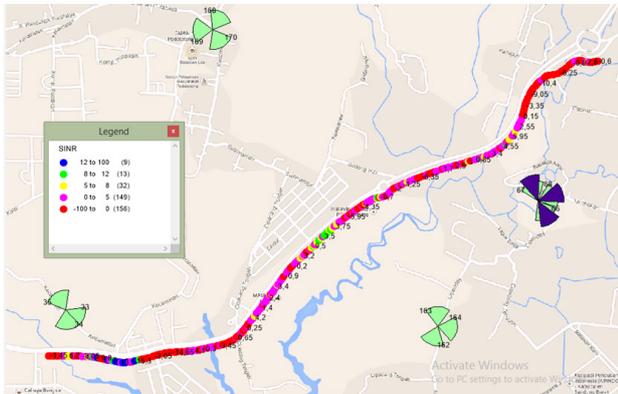
menjadi 9 dan pada sisi *downlink* didapat sebanyak 4,90 yang dibulatkan menjadi 5. Besar radius sel yakni 0,669 untuk *uplink* dan 1,101 untuk *downlink*. Namun pada perancangan kali ini hanya mengambil dari MAPL terkecil dengan jumlah *site* yaitu sebanyak 9 *site*.

D. Perencanaan Pole Camouflage Tower

Pada artikel ini dilakukan perencanaan jaringan seluler teknologi *Long Term Evolution* (LTE) untuk 4G dan *Universal Mobile Telecommunication System* (UMTS) untuk 3G yang berlaku pada 1 operator yaitu Tri (3). Peletakkan *pole* atau *new site* mengacu pada hasil perhitungan *coverage* dan *capacity planning*. Berdasarkan perhitungan *coverage planning* LTE 2100 MHz pada



Gambar 9. Diagram blok *capacity planning*



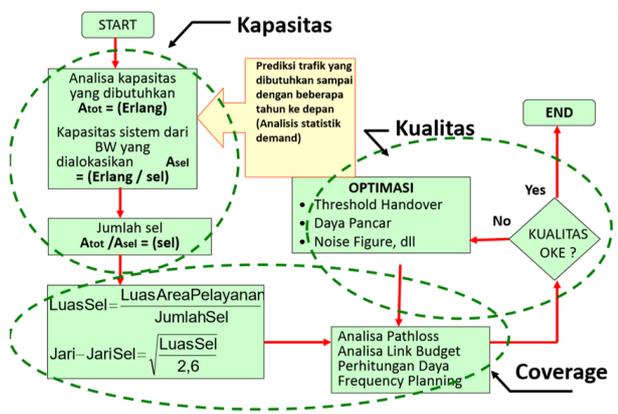
Gambar 7. Hasil reporting parameter SINR



Gambar 10. Tahapan *coverage planning*

Tabel 6. Hasil perhitungan *coverage planning* untuk 3G

Parameter	Variabel	Unit	Uplink	Downlink
Tinggi antena Base Station (BS)	h_b	m	25	25
Tinggi antena Mobile Station (MS)	h_m	m	1,5	1,5
Maximum Allowable Path Loss (MAPL)	PL	dB	143,98	137,66
Faktor koreksi daya	cm	dB	0	0
Faktor koreksi daya MS	a (hm)	-		0,049
Radius sel	h	km	1,297	0,864
Luas sel	cell coverage	km ²	2,52	1,68
Jumlah sel	number of site	-	4,16	6,35



Gambar 8. Diagram alir RF *planning*

lokasi perencanaan membutuhkan 9 *site* dan UMTS 2100 diperoleh dengan membutuhkan 7 *site*. Dari perhitungan *capacity planning* diperoleh jari-jari sel yang diperoleh adalah 0,747 km. Penentuan jumlah *pole* dipilih dari jumlah *pole* terbanyak dari perhitungan *capacity planning* dan *coverage planning* di masing-masing teknologi. Penempatan new *site* atau *pole* ditentukan berdasarkan kriteria lokasi yang sesuai dengan teori *camouflage tower* dan dengan performansi jaringan yang baik.

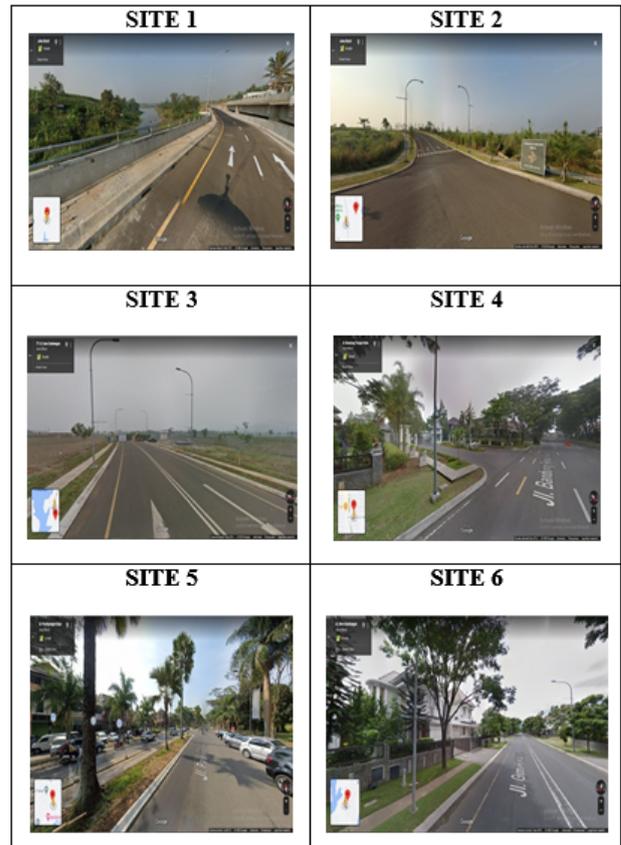
Tabel 8 menunjukkan lokasi *camouflage tower* untuk kedua teknologi pada simulasi perencanaan. Selain menentukan jumlah *pole* dan lokasinya yang dapat dilihat pada Gambar 11, terdapat juga desain *pole* yang telah dibuat dan akan diletakkan berdasarkan lokasi yang telah ditentukan. Desain *pole* ditunjukkan pada Gambar 12.

Tabel 7. Hasil perhitungan *coverage planning* untuk 4G

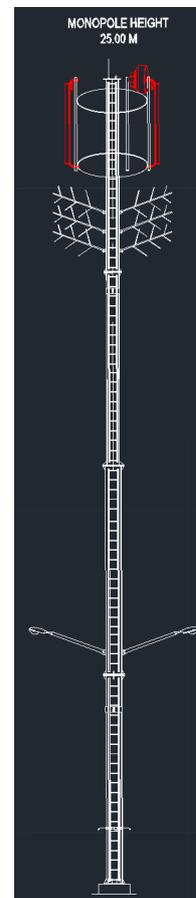
Parameter	Variabel	Unit	Uplink	Downlink
Tinggi antena BS	h_b	m	25	25
Tinggi antena MS	h_m	m	1,5	1,5
MAPL	PL	dB	133,68	141,46
Faktor koreksi daya	cm	dB	0	0
Faktor koreksi daya MS	$a (hm)$	-	0,049	
Radius sel	h	km	0,669	1,101
Luas sel	$cell\ coverage$	km ²	1,30	2,14
Jumlah sel	$number\ of\ site$	-	8,07	4,90

Tabel 8. Daftar perencanaan *camouflage tower*

Nama <i>camouflage tower</i>	Longitude	Latitude	LTE	UMTS
Kotabaru - Balepare (BTS hotel)	10,749,159	-685,938	✓	✓
Kotabarupdlrg2	10,746,314	-686,926	✓	✓
Pusdik Kavaleri - Jaya Mekar	107,470,084	-686,436	✓	✓
SITE <i>camouflage tower</i> 1	1,074,516,152	-6,869,163,607	✓	✓
SITE <i>camouflage tower</i> 2	1,074,453,562	-6,874,247,817	✓	✓
SITE <i>Camouflage tower</i> 3	107,456,317,577	-6,883,229,579	✓	✓
SITE <i>Camouflage tower</i> 4	1,074,704,213	-6,875,474,786	✓	✓
SITE <i>Camouflage tower</i> 5	107,480,964,731	-6,861,348,513	✓	-
SITE <i>Camouflage tower</i> 6	107,462,907,963	-6,875,775,606	✓	-



Gambar 11. Lokasi *pole*



Gambar 12. Desain *pole*

IV. HASIL DAN PEMBAHASAN

Area perencanaan merupakan “Kota Baru” dimana masih banyaknya *blank spot* dan *bad spot*. Hal ini dikarenakan masih ada sekitar 25% dari daerah tersebut yang masih dalam tahap pembangunan. Dari data yang diperoleh terdapat 4 *cluster* yang belum mendapatkan performansi jaringan yang baik untuk teknologi 3G maupun 4G dan mengingat akan semakin banyak penduduk yang menempati daerah tersebut beberapa tahun ke depan. Oleh karena itu, operator 3 melihat kawasan ini sebagai potential market mereka untuk mendirikan *comouflage tower*

Tabel 9. Hasil perencanaan 4G untuk parameter pengamatan RSRP

Nilai (dBm)	Kategori	Warna	Existing site	Camouflage tower
> -80 hingga -40	Sangat Baik		0,56%	2,46%
> -90 hingga -80	Baik		8,47%	29,09%
> -100 hingga -90	Cukup Baik		61,45%	55,18%
> -110 hingga -100	Cukup Buruk		29,50%	13,24%
-140 hingga -110	Buruk		0%	0%
Rata - rata			-91,87 dBm	-86,48 dBm
Target 70% > -90 dBm			9,03 %	31,55 %

Tabel 10. Hasil perencanaan 4G untuk parameter pengamatan SINR

Nilai (dBm)	Kategori	Warna	Existing site	Camouflage tower
> 12	Sangat Baik		0,56%	2,46%
> 8 hingga 12	Baik		8,47%	29,09%
> 5 hingga 8	Cukup Baik		61,45%	55,18%
> 0 hingga 5	Cukup Buruk		29,50%	13,24%
< 0	Buruk		0%	0%
Rata - rata			-91,87 dBm	-86,48 dBm
Target 70% > -90 dBm			9,03 %	31,55 %

Tabel 11. Hasil perencanaan 3G untuk parameter pengamatan RSCP

Nilai (dBm)	Kategori	Warna	Existing site	Camouflage tower
-74 hingga 0	Sangat Baik		0,44 %	0,67 %
-78 hingga -74	Baik		0,35 %	0,62 %
-83 hingga -78	Cukup Baik		1,14 %	1,60 %
-86 hingga -83	Cukup Buruk		1,82 %	3,13 %
-120 hingga -86	Buruk		96,23 %	93,96 %
Rata - rata			-91,87 dBm	-86,48 dBm
Target 70% > -78 dBm			9,03 %	31,55 %

tower di kawasan tersebut. Perencanaan *comouflage tower* yang dilakukan di Kota Baru Parahyangan menunjukkan peningkatan performansi jaringan yang lebih baik dari jaringan *existing site*. Tabel 9 hingga 12 memperlihatkan perbandingan hasil perencanaan pada teknologi 3G dan 4G.

Dari perbandingan hasil perencanaan tersebut, selanjutnya dilakukan analisis yang melibatkan kondisi *existing site* untuk melihat persentase kenaikan pada masing-masing parameter. Persentase peningkatan ditunjukkan pada Tabel 13.

V. KESIMPULAN

Perencanaan *comouflage tower* yang telah dilakukan pada penelitian ini merupakan salah satu metode perencanaan yang tepat untuk diterapkan di wilayah perumahan dengan trafik data yang rendah dan banyaknya *shadow area*. Metode ini menyediakan kanal yang lebih banyak sehingga berdampak pada perbaikan kualitas jaringan di suatu wilayah. Pertama, nilai RSRP yang diperoleh sebelum perencanaan yaitu -91,87 dBm dan setelah perencanaan mencapai -86,48 dBm, dengan persentase kenaikan sebesar 5,86 % dan nilai SINR yang mengalami peningkatan sebesar 3,99 %. Nilai RSCP sebelum perencanaan yaitu -81,28 dBm dan setelah

Tabel 12. Hasil perencanaan 3G untuk parameter pengamatan Ec/No

Nilai (dBm)	Kategori	Warna	Existing site	Camouflage tower
-4 hingga 0	Sangat Baik		0%	0%
-8 hingga -4	Baik		4,86 %	13,19 %
-12 hingga -8	Cukup Baik		46,76 %	70,63 %
-15 hingga -12	Cukup Buruk		18,20 %	13,10 %
-30 hingga -15	Buruk		30,16 %	3,06 %
Rata - rata			-91,87 dBm	-86,48 dBm
Target 70% > -12 dBm			9,03 %	31,55 %

Tabel 13. Perbandingan kondisi *existing site* dan *comouflage tower*

Teknologi 4G		
Kondisi	RSRP (dBm)	SINR (dB)
Existing Site	-91,87 dBm	9,26 dB
<i>Comouflage tower</i>	-86,48 dBm	9,63 dB
Persentase kenaikan	5,86 %	3,99%
Teknologi 3G		
Kondisi	RSCP (dBm)	Ec/No (dB)
Existing Site	-81,28	-15,19
<i>Comouflage tower</i>	-80,81	-10,4
Persentase kenaikan	0,6 %	31,5 %

perencanaan menjadi -80,81 dBm, dengan persentase kenaikan sebesar 0,6%. Nilai E_c/N_0 mengalami peningkatan sebesar 31,5%. Parameter-parameter ini menunjukkan bahwa setelah diletakkan *site* baru berupa *comouflage tower*, kualitas jaringan telah memenuhi standar KPI operator 3 dan bisa diimplementasikan di kawasan perumahan Kota Baru Parahyangan Bandung.

REFERENSI

- [1] Radiall. (view Dec. 2020). RF & Microwave Switches. [Online]. Available: <https://www.wired.com/2013/03/dillon-marsh-invasive-species/>.
- [2] W. Wardi, D. Dewiani, M. Baharudin, M. Pratama, "Perencanaan BTS hotel di Universitas Hasanudin berdasarkan perhitungan link budget jaringan 3G dan 4G," in *Proc. Seminar Ilmiah Nasional Sains dan Teknologi Ke-4*, Nov. 2018, pp. 151–164.
- [3] Y. Natali and E. Rosiana, "Perencanaan sistem BTS hotel DCS TSEL 1800 MHz di Area Sentul City," *Journal ICT Penerapan dan Teknologi*, vol. 5, no. 8, pp. 24–34, 2014.
- [4] T. Prabowo, A. Muayyadi, and U. Usman, "Planning of BTS hotel using LTE frequency 1800 MHz in Bandung," in *Proc. 6th International Annual Engineering Seminar (InAES)*, Aug. 2016, pp. 121–125.
- [5] W. P. Armstrong. (view Dec. 2020). Cell phone trees: fake trees are springing up across America. [Online]. Available: <https://www2.palomar.edu/users/warmstrong/faketree.htm>.
- [6] N. Jayadi and R. Prasetya, "Persepsi masyarakat terhadap desain kamuflase menara BTS di lingkungan perkotaan studi kasus: Kota Yogyakarta," in *Proc. Int. Symp. Art, Craft, Des. Southeast Asia*, Nov. 2017, pp. 77–98.
- [7] N. Jayadi and R. Prasetya, "Penguatan eksistensi kota kreatif melalui inovasi desain kamuflase menara BTS berbasis zonasi wilayah," *PRODUCTUM J. Desain Prod. (Pengetahuan dan Peranc. Produk)*, vol. 3, no. 3, pp. 101–106, Feb. 2018.
- [8] A. Windharto and A. Setiawan, "Multi operator BTS aesthetic tower design for metropolitan city," in *Proc. 1st CIRP Industrial Product-Service Syst.(IPS2) Conf.*, April 2009, pp. 8–15.
- [9] S. Yahya, "The use of camouflaged cell phone towers for a quality urban environment," *UKH J. Sci. Eng.*, vol. 3, no. 1, pp. 29–34, May 2019.
- [10] B. Campanelli, "Planning for cellular towers," *Planning Commissioners Journal*, no. 28, no. 1997, pp. 4–15, 1997.
- [11] P. Brook. [view Dec. 2020]. Cellphone Towers disguised as trees are a puzzling attempt at aesthetic. [Online]. Available: <https://www.wired.com/2013/03/dillon-marsh-invasive-species/>.
- [12] J. Suryana. (view Feb. 2021). BTS hotel: technical concept and market overview. [Online]. Available: <https://www.slideshare.net/jokosuryana90>.
- [13] J. Borah and J. Bora, "Traditional macro-tower to heterogeneous cellular networks: a survey," *Int. J. Adv. Sci. Technol.*, vol. 109, no. 2017, Dec. 2017, pp. 13–22.
- [14] R. D. Prasetya, N. Jayadi, and E. T. Susanto, "BTS Tower Camouflage Products Design based on Zonation of Urban Area," in *Proc. 1st Inter. Conf. on Intermedia Arts and Creative Tech.*, Jan. 2019, pp. 68–76.
- [15] B. Dietz. (view Dec. 2020). The art and science of 5G. [Online]. Available: <https://www.microwavejournal.com/blogs/22-brent-smusings/post/33504-the-art-and-science-of-5g>.