

Optimasi Jaringan 4G LTE pada Area Padat Penduduk Menggunakan Antena Multisektoral

Hajiar Yuliana[#], Ni Made Diasti Putri, Sofyan Basuki

Program Studi Teknik Elektro, Fakultas Teknik, Universitas Jendral Achmad Yani

Jalan Terusan Jend. Sudirman PO. BOX 148, Cimahi 40531, Indonesia

[#]hajiar.yuliana@lecture.unjani.ac.id

Abstrak

Teknologi 4G *Long Term Evolution* (LTE) menawarkan kecepatan akses paket data yang jauh lebih cepat dari generasi sebelumnya. Namun pada kondisi area-area padat penduduk, kecepatan akses paket data yang dirasakan oleh pengguna akan dirasakan berbeda. Hal ini juga diimbangi dengan meningkatnya pertumbuhan *user*, seperti di area urban dan kawasan padat penduduk, yang memiliki trafik dan *payload* data yang tinggi. Kondisi tersebut ternyata tidak diimbangi dengan penyediaan kapasitas jaringan yang memadai sehingga hal tersebut menyebabkan kondisi jaringan berlebihan dan menurunnya performansi jaringan di area tersebut. Untuk memperbaiki kondisi tersebut maka perlu dilakukan suatu proses optimasi, salah satunya dengan menggunakan metode *swap* antena. Penelitian ini bertujuan untuk mengoptimasi jaringan 4G LTE di area padat penduduk menggunakan antena multisektoral. Metode ini memiliki konsep mengganti antena sektoral *single beam* yang terpasang dengan antena multisektoral *dual beam* pada *site* yang dominan mencakup area tersebut. Penelitian ini mengambil lokasi di kawasan Matahari Kopo Bandung yang memiliki karakteristik padat penduduk. Hasil penelitian menunjukkan bahwa optimasi yang dilakukan dengan menggunakan metode *swap* antena ini dapat memperbaiki kinerja *site* tersebut. Hal ini ditunjukkan dengan menurunnya *payload site* mencapai 41% dan penurunan trafik mencapai 30,8%, serta peningkatan *downlink throughput* hingga 42,5%. Selain itu *coverage level* sinyal *Reference Signal Receive Power* (RSRP) mengalami peningkatan sebesar 6,93% untuk level diatas -100 dBm.

Kata kunci: *swap* antena, multisektor, *dual beam*, optimasi

Abstract

4G *Long Term Evolution* (LTE) technology offers faster packet data access speeds than the previous generation. However, in the case of densely populated areas, the speed of data packet access felt by the user will be felt differently. This is also offset by increased user growth, such as in urban areas, one of which is the Matahari Kopo Bandung area. Matahari Kopo Bandung area is one of the densely populated areas that has high data traffic and payload. However, this condition was not matched by the provision of adequate network capacity so that it caused excessive network conditions and decreased network performance in the area. To improve these conditions it is necessary to do an optimization process, one of which is by using the antenna swap method. This method has the concept of replacing the currently installed single beam sektoral antenna with a dual beam multisektoral antenna at the dominant site covering the area, the Matahari Kopo Site. Optimization which is done by using this antenna swap method, can improve the site's performance. This is indicated by a decrease in site payload by 41% and a decrease in traffic reaching 30.8%, and an increase in downlink throughput of up to 42.5%. In addition, the coverage level of the RSRP (Reference Signal Receive Power) signal has increased up to 6.93% for levels above -100 dBm.

Keywords: *swap* antenna, multisektor, *dual beam*, optimization

I. PENDAHULUAN

Teknologi telekomunikasi berkembang dengan sangat pesat disebabkan oleh kebutuhan pelanggan akan layanan komunikasi dan informasi yang meningkat dari waktu ke waktu. Telah terjadi suatu

peralihan kebutuhan pelanggan, yaitu dari kebutuhan layanan suara (telepon konvensional) ke kebutuhan layanan data. Sebagai jawaban atas tantangan peralihan kebutuhan tersebut, diciptakanlah suatu teknologi telekomunikasi yang dapat menyediakan layanan data berkecepatan

tinggi yang dikenal sebagai *Long Term Evolution* (LTE) [1]. LTE menawarkan kecepatan akses paket data yang jauh lebih cepat dari generasi sebelumnya, dimana kecepatan data yang ditawarkan adalah 100 Mbps untuk kecepatan *download* maksimum dan 50 Mbps untuk kecepatan *upload* maksimum. Namun pada kondisi area-area padat penduduk, kecepatan akses paket data yang dirasakan oleh pengguna akan menurun. Hal ini dipengaruhi oleh meningkatnya pengguna layanan jaringan yang mengakibatkan *throughput* yang dihasilkan dan diterima oleh pelanggan tidak optimal.

Seiring dengan pesatnya perkembangan teknologi 4G LTE, ternyata hal tersebut diimbangi dengan meningkatnya pertumbuhan *user* di area urban, seperti pada area Matahari Kopo Bandung. Area Matahari Kopo Bandung merupakan salah satu kawasan padat penduduk yang memiliki tingkat kebutuhan dan trafik data yang tinggi. Meningkatnya penggunaan jaringan LTE di area ini menyebabkan beberapa masalah yang sering terjadi diantaranya kondisi *full user* dan *throughput* yang diterima tidak optimal. Kondisi tersebut ternyata tidak diimbangi dengan penyediaan kapasitas jaringan yang memadai sehingga hal tersebut menyebabkan menurunnya performansi jaringan di area tersebut. Kondisi ini menyebabkan performansi *site* seperti *payload* yang tinggi dan melebihi dari kapasitas dan level *throughput* yang diterima tidak optimal, sehingga tidak sesuai dengan standar *Key Performance Indicator* (KPI) yang diharapkan.

Untuk mengatasi kebutuhan tingginya kapasitas di area tersebut, maka perlu dilakukan proses optimasi agar jaringan dapat optimal melayani kebutuhan *user*. Salah satu proses optimasi yang bisa dilakukan adalah dengan melakukan *swap* antenna sektoral menjadi antenna multisektoral. Proses *swap* antenna ini merupakan suatu proses optimasi yang dilakukan dengan melakukan aktifitas pertukaran atau penggantian perangkat antenna dengan jenis yang berbeda dan kemampuan perangkat yang lebih baik dari sebelumnya. Salah satu kelebihan dari antenna multisektor dibanding antenna satu sektor adalah antenna multisektoral ini memiliki dua *main lobe* atau yang bisa disebut dengan *Dual Beam Array* (DBA) [2], [3]. Dengan adanya DBA ini diharapkan *coverage* dan *capacity* yang ditawarkan dapat lebih baik dibandingkan dengan antenna sektoral biasa yang hanya memiliki satu *main lobe*.

Beberapa penelitian sebelumnya telah banyak membahas mengenai *beam* yang dihasilkan pada antenna multisektoral. Misalkan pada penelitian [4] dan [5] dilakukan simulasi untuk mengetahui *coverage* yang dihasilkan dari sebuah antenna yang bersifat multisektoral. Hasil *coverage* yang

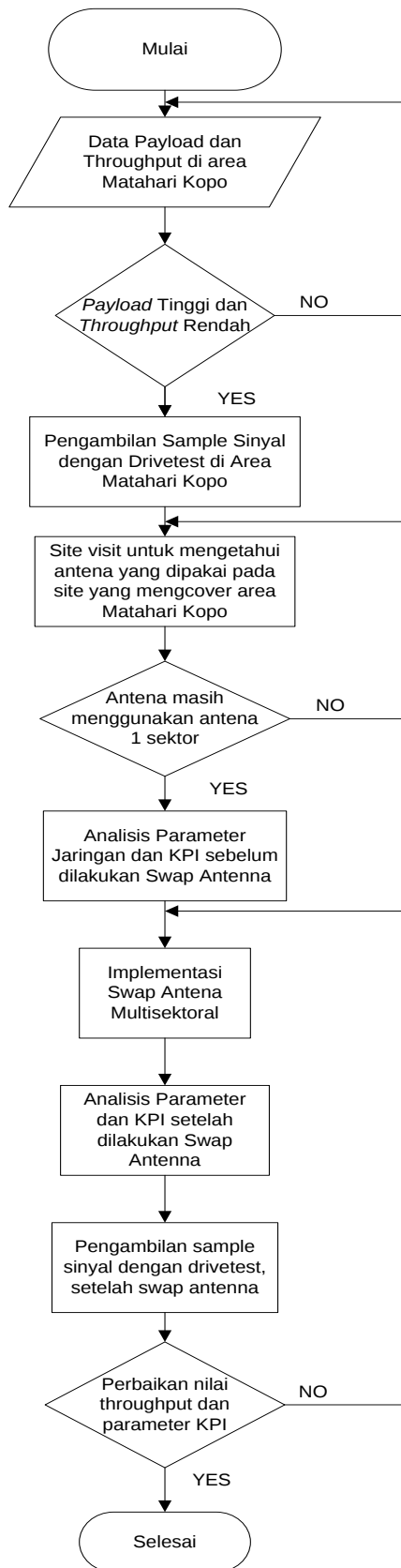
dihasilkan dari simulasi tersebut menunjukkan improvisasi *beam* khususnya untuk *coverage* di area *dense-urban* atau padat penduduk. Improvisasi *coverage* tersebut selanjutnya dicoba untuk diimplementasikan secara acak di area tertentu yang jangkauannya lebih kecil yaitu hanya sekitar 250 m pada penelitian [3] untuk mengetahui *coverage* yang dihasilkan. Dari hasil penelitian [3], ditunjukkan perbaikan dari sisi level sinyal setelah dilakukan *swap* antenna multisektoral.

Penelitian ini bertujuan untuk mengoptimasi jaringan 4G LTE dengan metode *swap* antenna di area Matahari Kopo Bandung. *Swap* antenna dilakukan dengan mengganti antenna yang dipakai sekarang dan masih satu sektor menjadi antenna multisektoral [4]. Hal tersebut dilakukan agar nilai kapasitas dan *coverage* yang dihasilkan bisa lebih baik dan memperbaiki kualitas sinyal di area tersebut. Selain itu, diharapkan performansi yang dihasilkan dan *user experience* mengalami perbaikan daripada kondisi semula dan sesuai dengan standar KPI.

II. METODE PENELITIAN

Penelitian ini dilakukan sebagai bentuk proses optimasi pada suatu kinerja sistem seluler dengan tujuan untuk mendapatkan kualitas dan kinerja jaringan yang jauh lebih baik dibandingkan dengan kondisi sebelumnya. Optimasi dilakukan dengan menggunakan metode *swap* antenna dimana diagram alir proses penelitiannya digambarkan pada Gambar 1. Pada diagram alir tersebut, penelitian ini dimulai dengan menentukan area yang akan dianalisis yaitu area Matahari Kopo Bandung. Berdasarkan data performansi *site* yang didapatkan dan *user experience* di area tersebut, menunjukkan bahwa area tersebut memiliki kebutuhan *throughput* yang tinggi sedangkan *throughput* yang diterima *user* masih kecil dan kondisi *payload* juga cukup tinggi. Untuk membuktikan data tersebut, maka selanjutnya dilakukan pengambilan *sample logfile* dengan menggunakan metode *drive test* untuk mengetahui kondisi aktual sinyal yang terukur di lapangan. Selanjutnya, setelah dilakukan *drive test*, dilakukan *site visit* pada *site* yang dominan *cover* area Matahari Kopo Bandung dan *site* yang dominan mencakup area tersebut adalah *site* 1983_MTHARIKOPO. *Site visit* tersebut dilakukan sebagai tahap untuk *site* audit untuk untuk mengetahui jenis antenna yang dipakai di *site* tersebut dan juga memastikan bahwa antenna yang dipakai masih menggunakan antenna satu sektoral.

Gambar 2 menunjukkan antenna yang dipakai *site* saat sebelum dilakukan *swap* antenna. Antenna tersebut merupakan tipe antenna sektoral satu sektor.



Gambar 1. Diagram alir penelitian

Antena tersebut merupakan Huawei DXXXX Model AQU4518R9v06 yang memiliki *single beam* dan HPBW sebesar 63°. Setelah diketahui dan memastikan bahwa antenna yang dipakai masih



Gambar 2. Antena eksisting site 1983_MTHARIKOPO sebelum swap antenna



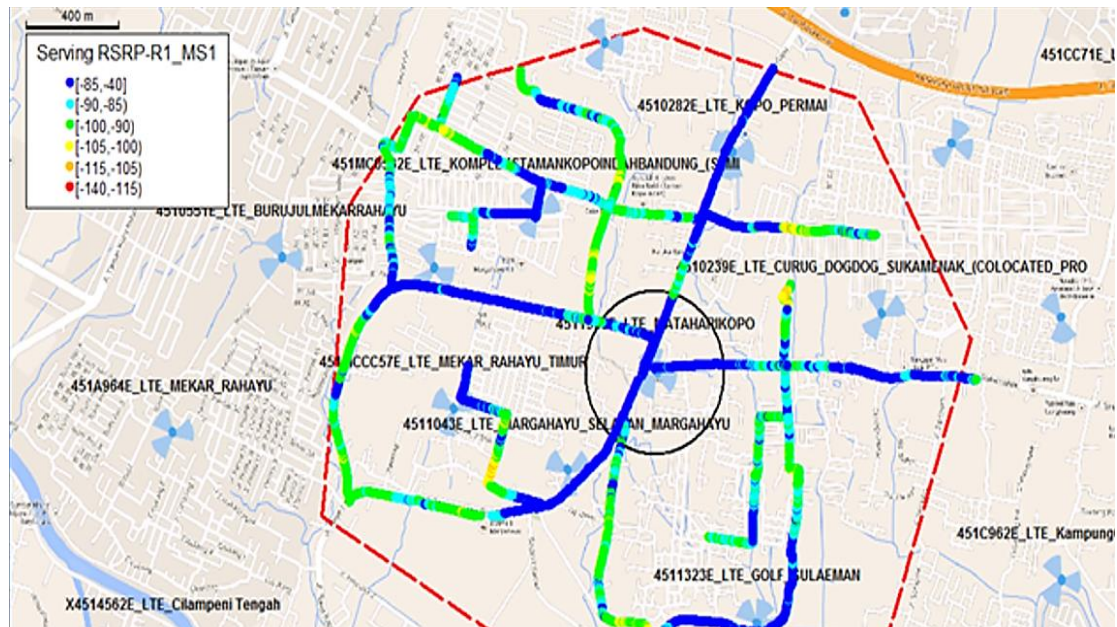
Gambar 3. Perangkat drive test

antena sektoral, maka selanjutnya diperlukan pengambilan data parameter atau KPI untuk dianalisis dan selanjutnya dijadikan acuan sebagai pembandingan setelah dilakukan *swap antenna* untuk mengetahui kondisi *site* setelah dilakukan *swap antenna*. Diharapkan setelah dilakukan proses optimasi berupa *swap antenna*, kondisi KPI yang dimiliki *site* 1983_MTHARIKOPO menjadi lebih baik dari kondisi sebelumnya. Data KPI yang dianalisis adalah data *payload* untuk level *cell*, *user traffic*, dan *downlink user throughput*.

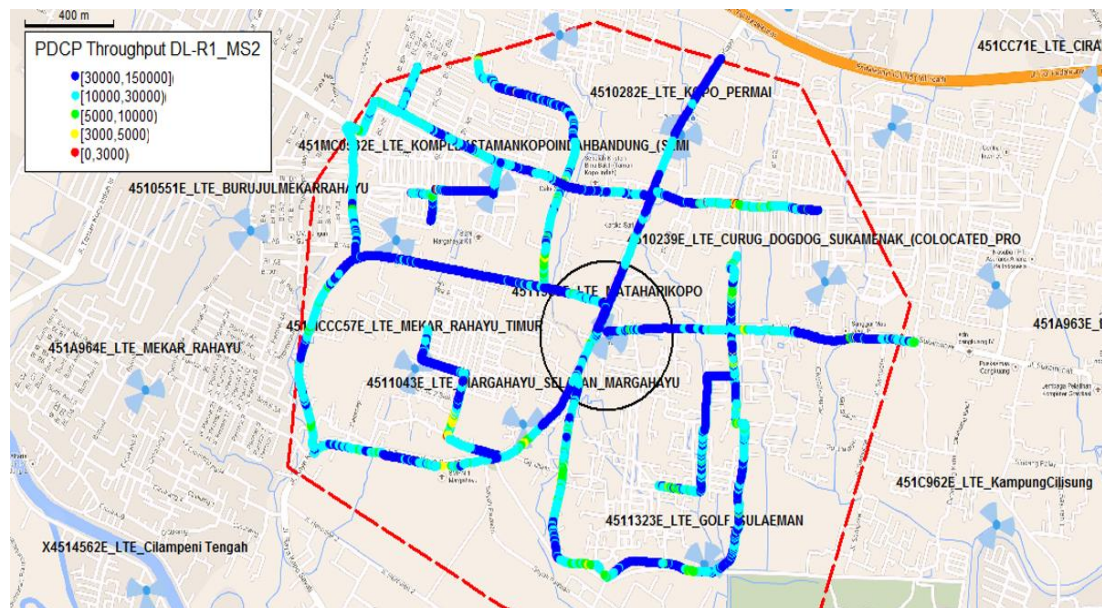
A. Drive test

Drive test adalah kegiatan mengumpulkan data pengukuran kualitas sinyal suatu jaringan yang bertujuan untuk meningkatkan kualitas suatu jaringan dan mengembangkan kapasitas jaringan [3]. Pada penelitian ini, *drive test* dilakukan dengan menggunakan kendaraan mobil berkecepatan rendah yang di dalamnya telah dipasang perlengkapan untuk *drive test*. Perlengkapan *drive test* yang dipakai adalah *mobile station* (MS), *notebook/laptop*, dan *Global Positioning System* (GPS). *Software* yang digunakan untuk melakukan proses *drive test* adalah Huawei GENEX Probe 4. Perangkat *drive test* yang digunakan ditunjukkan oleh Gambar 3.

Dalam *drive test* terdapat beberapa parameter seperti *Reference Signal Receive Power* (RSRP), *Reference Signal Received Quality* (RSRQ), dan *Signal Interference to Ratio Noise* (SINR). RSRP merupakan rata-rata daya pada *Resource Element* yang membawa *Reference Signal* (RS) dalam



Gambar 4. RSRP drive test sebelum swap antenna



Gambar 5. Downlink throughput sebelum swap antenna

subcarrier. Transmitter yang bagus akan memancarkan nilai RSRP yang lebih besar. Apabila nilai RSRP kecil berarti sinyal yang dikirimkan tidak baik. RSRQ yaitu rasio atau perbandingan antara RSRP dengan wideband power. Lebih mudahnya RSRQ yaitu kualitas sinyal yang diterima user equipment. Pengaruh noise dan interferensi juga diperhitungkan. SINR adalah perbandingan kuat sinyal dengan interferensi dan noise. Besarnya nilai SINR pada cell edge secara tidak langsung akan mempengaruhi throughput user. Besarnya nilai SINR sebanding dengan throughput [1].

Fungsi dari kegiatan drive test diantaranya adalah untuk mengetahui kondisi radio suatu Base Transceiver Station (BTS), mengetahui informasi level daya terima, kualitas sinyal, mengetahui jarak antara BTS dan MS, serta melihat proses dan kualitas handover. Kemudian fungsi dari drive test juga bisa memutuskan apakah keadaan radio suatu BTS masih layak atau perlu dilakukan suatu perbaikan setelah melihat hasil dari pengukuran tersebut.

Berdasarkan hasil drive test sebelum dilakukan proses optimasi, didapatkan hasil kualitas sinyal berupa RSRP yang ditunjukkan pada Gambar 4 dan

downlink throughput yang ditunjukkan pada Gambar 5.

B. Antena Satu Sektoral dan Antena Multisektoral

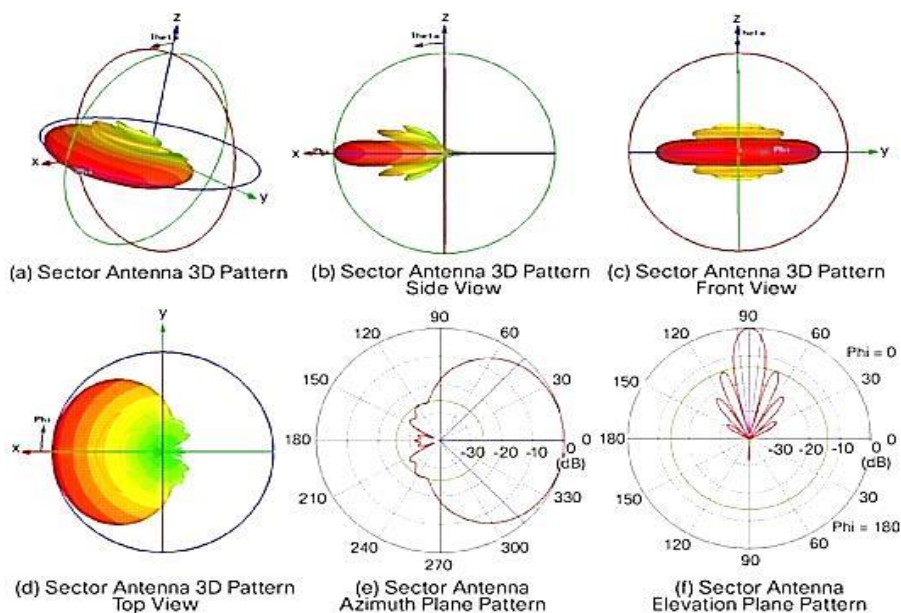
Antena satu sektoral merupakan jenis *directional microwave antenna* dengan pola radiasi berbentuk sektor. Antena sektoral memiliki pola radiasi yang terarah dan sesuai dengan karakter *beamwidth* yang berbeda misal 60° , 90° , dan 120° yang berpengaruh terhadap *coverage area*, atau sering pula ditambahkan beberapa derajat untuk memastikan *overlap* dan dipasang dalam kelipatan ketika *coverage* yang dibutuhkan lebih luas. Area jangkauan antena satu sektor ditentukan oleh proyeksi pola radiasi di tanah yang dapat disesuaikan dengan mengubah sudut kemiringan antena. Dalam beberapa model ini dilakukan secara mekanis dengan secara manual menyesuaikan kemiringan antena dengan braket pemasangan yang dapat disesuaikan. Gambar 6 menggambarkan pola radiasi yang dipancarkan oleh antena sektoral satu sektor. Pola radiasinya berada di arah derajat sesuai arah fisik *azimuth* antena dengan lebar *beam* sesuai dengan spesifikasi antena yang dipakai. Pada penelitian ini, spesifikasi lebar *beam* yang dipakai adalah 30° .

Antena multisektoral merupakan antena yang juga memiliki konsep sektoral seperti halnya antena sektoral satu sektor. Perbedaanannya adalah antena multisektoral memiliki dua pola pancar atau yang bisa disebut DBA. Gambar 7 menunjukkan konsep DBA dimana setiap *beam* yang *overlapping* dan antena ini biasanya mempunyai nilai *Horizontal Pattern Beamwidth* (HPBW) sekitar 30° hingga 33° . DBA ini dapat meningkatkan kapasitas keseluruhan

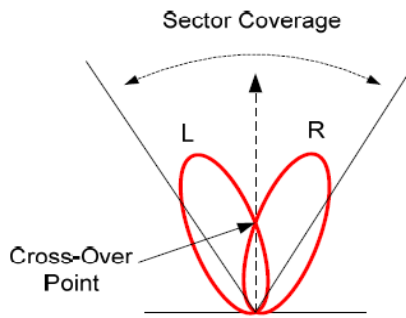
jaringan karena memiliki *beamwidth* yang lebih sempit dan *directivity* yang lebih tinggi. Namun, karena kedua *beam* ini berdekatan satu sama lain, performa antena seperti *signal interference* antara kedua *beam* dan *hand-over loss* yang terjadi membutuhkan kompromi pemilihan area *user* sesuai dengan kriteria *beam* tersebut.

Pada jaringan seluler khususnya LTE, satu antena sektoral satu sektor dikhususkan untuk membentuk satu *cell* saja, sedangkan satu antena multisektoral dapat digunakan untuk membentuk dua *cell*. *Multibeam antenna* membuat *cost capacity* lebih efisien karena tidak membutuhkan spektrum baru dan pembangunan *site* baru dengan tujuan menutup gap atau meminimalisir *overlap*. Gambar 8 menunjukkan perbedaan pola radiasi antara antena sektoral dan multisektoral dari nilai HPBW nya. Pada ilustrasi gambar tersebut terlihat bahwa perbedaan *single beam* pada normal antena satu sektor dengan dual *beam* pada antena multisektoral.

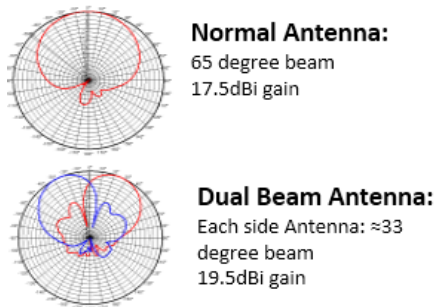
Dari Gambar 8 dapat dilihat bahwa *dual beam* ini membagi *single beam* menjadi *dual beam* dengan *horizontal beamwidth*-nya 33° , dibandingkan dengan *single beam* yang menggunakan masing-masing *beam* sebanyak dua buah dengan *beamwidth* nya 65° . Ilustrasi perbedaan *beamwidth* antara kedua jenis antena tersebut dapat dilihat pada Gambar 9 dimana gambar di sebelah kiri adalah ilustrasi arah antena pada antena *single beam* satu sektor. Jika *azimuth* nya mengarah ke 30° maka arah *beam* nya hanya ke arah 30° saja. Pada gambar sebelah kanan untuk antena multisektoral *dual beam* dengan arah yang sama yaitu ke arah *azimuth* 30° , maka arah *beam* nya menjadi dua arah yaitu 0° dan 60° sehingga cakupan atau *coverage beam*-nya menjadi lebih luas.



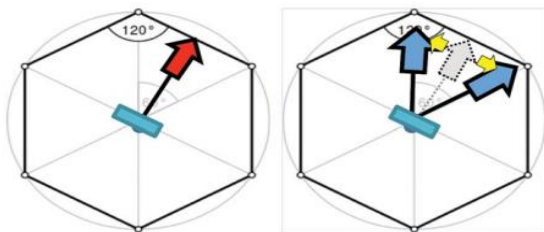
Gambar 6. Pola radiasi antena sektoral [1]



Gambar 7. Konsep *dual beam* [4]



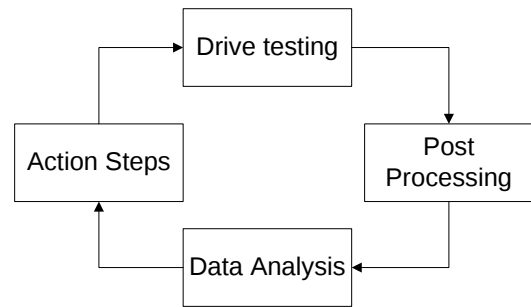
Gambar 8. Perbandingan pola radiasi antenna satu sektoral dan multisektoral [1]



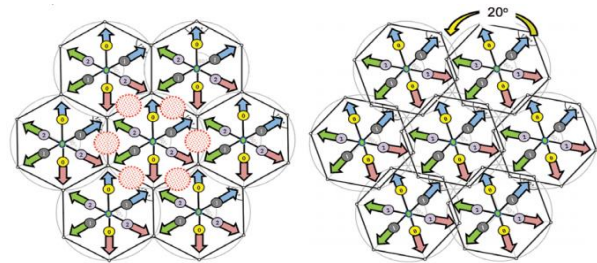
Gambar 9. Perbandingan arah *azimuth* antenna satu sektoral dan multisektoral [4]

C. Proses Optimasi Swap Antena

Optimasi merupakan suatu langkah atau siklus hidup pada suatu jaringan, khususnya pada jaringan seluler untuk dapat mempertahankan kondisi suatu jaringan agar tetap optimal dan menghasilkan kondisi yang sesuai dengan yang diharapkan pengguna/pelanggan. Gambaran siklus optimasi digambarkan seperti pada Gambar 10. Kegiatan optimasi dilakukan untuk menghasilkan kualitas jaringan yang baik dalam suatu daerah dengan menggunakan data yang tersedia seefisien mungkin. Ada beberapa hal yang harus diperhatikan ketika optimasi jaringan yaitu menemukan dan selanjutnya memperbaiki masalah yang ada setelah implementasi dan integrasi *site* yang bersangkutan, harus dilakukan secara berkala guna meningkatkan kualitas suatu jaringan secara menyeluruh, optimasi sebaiknya tidak sampai menurunkan kinerja jaringan yang lainnya, dilakukan pada cakupan



Gambar 10. Proses Optimasi



Gambar 11. Kondisi *cell* sebelum dilakukan *re-azimuth* (kiri) dan setelah dilakukan *re-azimuth* (kanan)

daerah yang lebih kecil yang disebut dengan *cluster* agar optimasi jaringan dapat segera dilakukan.

Pada proses optimasi, proses awal yang dilakukan adalah *drivetesting* yang memiliki tujuan untuk mengumpulkan data pengukuran yang berkaitan dengan kualitas sinyal di suatu lokasi. Setelah data terkumpul seluas area cakupan yang dibutuhkan, maka data ini akan diproses dan dianalisis dengan menggunakan *software drive test*, dimana pada penelitian ini analisis hasil *drive test* dilakukan di *software* Huawei GENEX Assistant 3.19 dan Mapinfo Professional 12.

Metode optimasi yang digunakan pada penelitian ini adalah metode *swap* antenna. Metode optimasi ini dilakukan dengan mengganti antenna yang sebelumnya terpasang dan masih menggunakan antenna sektoral satu sektoral dengan antenna multisektoral. Proses *swap antenna* dari antenna satu sektor menjadi antenna multisektor menghasilkan cakupan area yang berbeda yang disebabkan perbedaan bentuk *beam antenna* yang dihasilkan. Hal ini dapat memicu timbulnya *coverage gap* antar *cell*, sehingga dibutuhkan proses *re-azimuth* antenna multisektor setelah *swap antenna* untuk mengurangi adanya *hole coverage* antar *cell*. Gambar 11 dapat dilihat contoh gambaran perbedaan kondisi *cell* sebelum dilakukannya *re-azimuth* (gambar sebelah kiri) dan kondisi *cell* setelah dilakukan *re-azimuth* dengan menggeser antenna sebanyak 20° (gambar sebelah kanan).

III. HASIL DAN PEMBAHASAN

Setelah dilakukan proses optimasi pada *site* 1983_MTHARIKOPO dengan menggunakan metode *swap* antenna, selanjutnya dilakukan analisis dari sisi parameter KPI-nya. Diharapkan setelah dilakukan proses optimasi, *site* tersebut mengalami perbaikan kinerja sehingga dapat optimal mencakup kebutuhan *coverage* dan *throughput* di area Matahari Kopo Bandung.

A. Kondisi Sektoral Antena Setelah Swap

Proses *swap* antenna yang dilakukan adalah dengan mengganti antenna eksisting seperti yang ditunjukkan pada Gambar 2 sebelumnya dengan antenna tipe Huawei 2MXXX Model AMB4519R2v06. Antena ini memiliki *dual beam* yang besar masing-masing *beam*-nya adalah 30° . Antena ini merupakan antenna multisektor yang digunakan untuk mengganti antenna lama yang masih sektoral satu sektor. Gambar 12 menunjukkan label untuk antenna yang dipasang pada *site* 1983_MTHARIKOPO.

B. Engineering Parameter Setelah Swap Antena

Site Matahari Kopo memiliki konfigurasi antenna yang terpasang di *site*-nya. Konfigurasi tersebut biasa disebut dengan *engineering parameter* (*engpar*). *Engpar* tersebut terdiri dari arah *azimuth* antenna, arah *beam* antenna, mekanikal *tilt*, elektrikal *tilt*, tinggi antenna, hingga tinggi tower. Konfigurasi sebelum dan setelah dilakukan *swap antenna* tentunya akan mengalami beberapa perubahan, khususnya di bagian arah *beam* antenna karena di antenna sebelumnya masih menggunakan antenna dengan karakteristik *single beam*. Arah *azimuth* fisik antenna akan sama dengan arah *beam* antenanya.



Gambar 12. Antena *site* 1983_MTHARIKOPO setelah *swap* antenna

Setelah dilakukan *swap antenna*, antenna yang dipakai adalah *antena* multisektor dengan karakteristik *dual beam* sehingga walaupun arah *azimuth* dari fisik antenna hanya mengarah ke satu derajat posisi, tapi *beam*-nya tidak mengarah ke arah tersebut. *Beam* pada antenna multisektor *dual beam* akan berada diantara -30° dan $+30^\circ$ dari arah *azimuth* fisik antenna yang sebenarnya.

Tabel 1 menunjukkan konfigurasi *engpar* yang dimiliki oleh *site* Matahari Kopo sebelum dilakukan *swap antenna*. Secara fisik, jumlah antenna yang terpasang adalah tiga antenna dengan masing-masing antenna hanya memiliki satu *beam*. Arah *azimuth* dari fisik antenna yang terpasang ditunjukkan oleh '*Azimuth* ($^\circ$) – Fisik', sedangkan arah *azimuth* dari *beam* antenna tersebut ditunjukkan oleh '*Azimuth* ($^\circ$) – *Beam*'. Tabel 2 menunjukkan konfigurasi *engpar* dari antenna yang dipasang setelah *swap antenna*. Dari tabel tersebut, dapat terlihat secara fisik jumlah antenna yang terpasang tetap tiga antenna, tetapi masing-masing antenna tersebut memiliki *dual beam* yang besar derajatnya tidak sama dengan fisiknya. Besar derajat *azimuth beam*-nya dapat dihitung dengan -30° dan $+30^\circ$ dari arah *azimuth* fisik antenna yang terpasang. Karena hal inilah, maka diperlukan penyesuaian arah *azimuth* fisik antenna agar dapat mencakup area secara optimal sehingga jumlah sektor *beam* yang awalnya hanya terdiri dari tiga sektor, setelah dilakukan *swap antenna* jumlahnya menjadi enam sektor, walaupun secara fisik jumlah antenanya tetap tiga.

C. Hasil Analisis Parameter KPI

Terdapat tiga parameter KPI yang dianalisis untuk mengetahui hasil kinerja *site* tersebut setelah dilakukan *swap antenna*, yaitu *payload*, *downlink user throughput*, dan *user traffic*. *Payload* merupakan jumlah data yang dipakai oleh *user* yang berasal dari *site* ataupun sel, biasanya dalam satuan Byte. Gambar 13 menunjukkan besarnya *payload* yang diterima oleh *site* Matahari Kopo. Sebelum dilakukan *swap antenna*, *site* tersebut memiliki *payload* yang cukup tinggi. Sel 1 memiliki *payload* hampir sekitar 200 GB, sektor sel 2 memiliki *payload* mencapai hampir 130 GB, dan sel 3 sendiri memiliki *payload* hingga 221 GB. Setelah dilakukan *swap antenna* dimana setiap sektor *antena* masing-masing memiliki 2 sel, maka jumlah *payload* yang diterima pun menurun karena terbagi dua dengan jumlah sel yang bertambah setiap sektornya. Hal ini membantu kinerja *site* agar tidak mengalami *overload* dalam kebutuhan data yang dibutuhkan *user*. Penurunan *payload* yang terjadi hampir mencapai 41% dari kondisi maksimum *payload* yang mencapai 221 GB dan menurun hingga 129,9 GB.

Tabel 1. Konfigurasi antena site Matahari Kopo sebelum swap antena

Site name	Matahari Kopo			
Longitude	107,57446		Latitude	-6,97203
	Antena	1	2	3
	Sektor	1	2	3
Antena	Azimuth (°) - Fisik	110	220	310
	Azimuth (°) - Beam	110	220	310
	Mech Tilt (°)	1	2	3
	Elect Tilt (°)	6	2	4
	Tipe Antena	AQU4518R9v06	AQU4518R9v06	AQU4518R9v06
	Tinggi Antena (m)	31	31	31
Tinggi Tower (m)		42	42	42

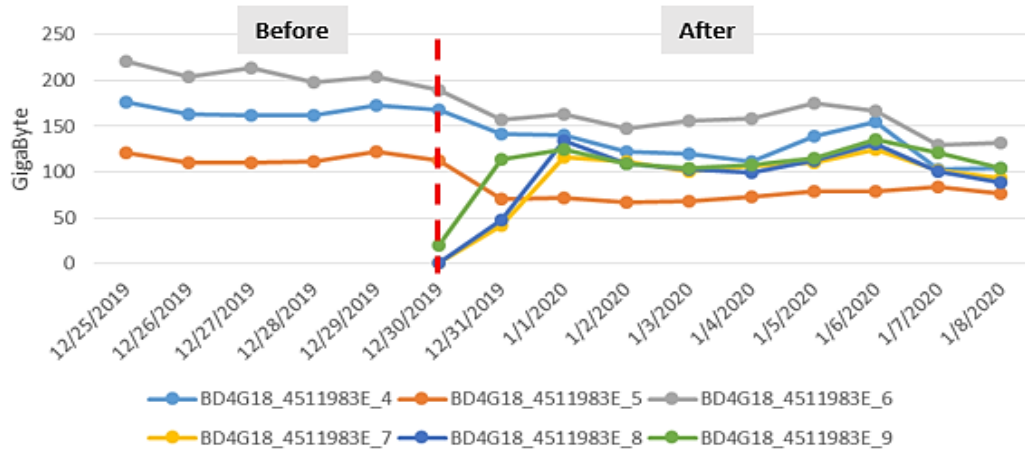
Tabel 2. Konfigurasi antena site Matahari Kopo setelah swap antena

Site name	Matahari Kopo						
Longitude	107,57446		Latitude	-6,97203			
	Antena	1		2		3	
	Sektor	1	2	3	4	5	6
Antena	Azimuth (°) - Fisik	110		230		350	
	Azimuth (°) - Beam	80	140	200	260	320	20
	Mech Tilt (°)	2		2		2	
	Elect Tilt (°)	4	4	4	4	4	4
	Tipe Antena	AMB4519R2v06		AMB4519R2v06		AMB4519R2v06	
	Tinggi Antena (m)	31		31		31	
Tinggi Tower (m)		42		42		42	

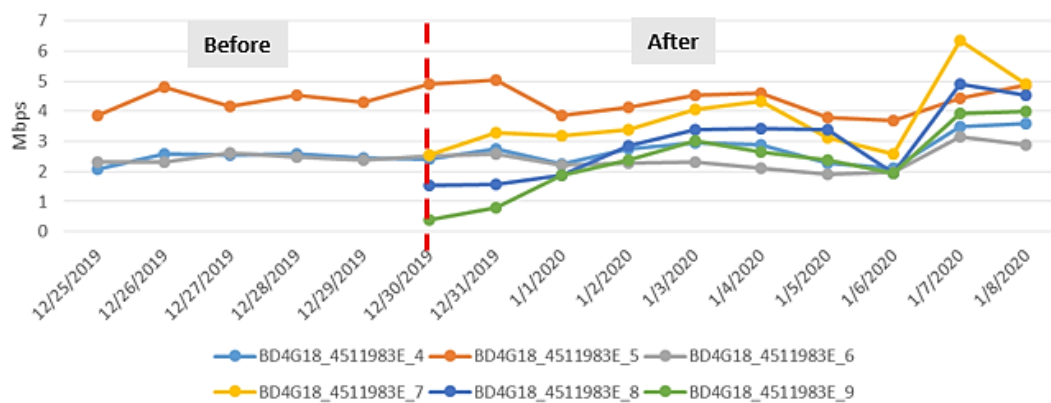
Untuk kinerja *throughput* yang diamati hanya dari sisi *downlink* yaitu *throughput* yang diterima atau dirasakan oleh pengguna. *Throughput* sendiri merupakan kecepatan yang dimiliki *site* dan dirasakan oleh *user* untuk mengakses atau dalam proses data. *Throughput* dinyatakan dalam satuan *bit per second*. Gambar 14 menunjukkan kinerja *throughput* yang dimiliki oleh *site* Matahari Kopo sebelum dan setelah dilakukan *swap antena*. Sebelum dilakukan *swap antena*, *site* tersebut memiliki kondisi *throughput* yang kecil dan tidak optimal dimana dalam kondisi minimum hanya mencapai 2 Mbps. Setelah dilakukan *swap antena*, setiap selnya yang sekarang berjumlah enam membantu kinerja *site* tersebut untuk meningkatkan nilai *throughput* hingga mencapai 5 Mbps dan rata-rata sel sebelumnya pun mengalami kenaikan *throughput* hingga 42,5%.

Kinerja *site* selanjutnya yang diamati adalah dari sisi trafiknya. Trafik menggambarkan tingkat

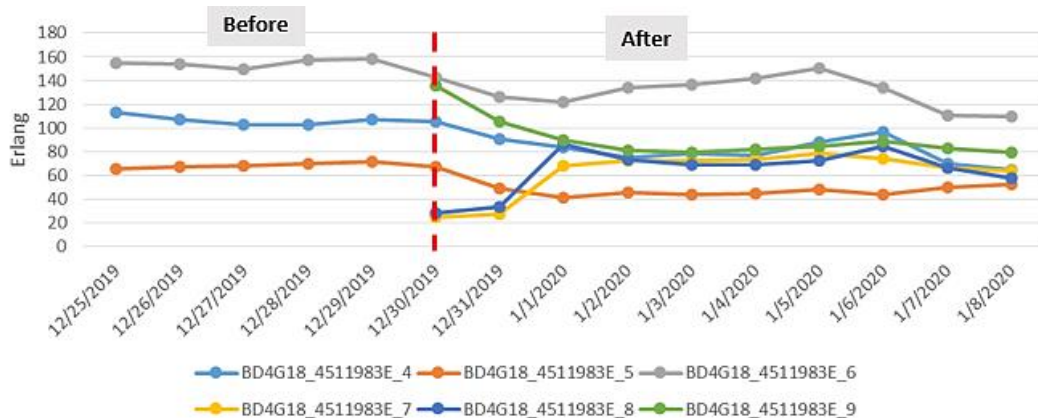
kesibukan sebuah *site* yang dinyatakan dalam satuan Erlang. Sebelum dilakukan *swap antena*, *site* Matahari Kopo ini memiliki kondisi trafik yang tinggi seperti yang ditunjukkan pada Gambar 15. Kondisi trafik yang tinggi, jika tidak diimbangi dengan keberadaan kapasitas yang memadai, akan menyebabkan banyaknya *user* yang terblokir sehingga tidak bisa melakukan aktifitas data seperti biasa. Karena hal tersebut, kondisi trafik harus diturunkan dengan membagi atau mendistribusikan trafik tersebut ke sel yang lain. Dengan melakukan *swap antena* ini jumlah sel ditambah dari tiga sel menjadi enam sel sehingga membantu untuk mendistribusikan kepadatan trafik yang dimiliki oleh sel-sel sebelumnya. Gambar 15 pun menunjukkan terjadinya penurunan trafik mencapai 30,8% dan penurunan tersebut menunjukkan bahwa trafik dari sel-sel yang sebelum terdistribusi ke sel-sel yang baru sehingga kepadatan trafik dan kondisi *overload* dapat dihindari.



Gambar 13. Payload site Matahari Kopo sebelum dan sesudah swap antenna



Gambar 14. Downlink throughput site Matahari Kopo sebelum dan sesudah swap antenna

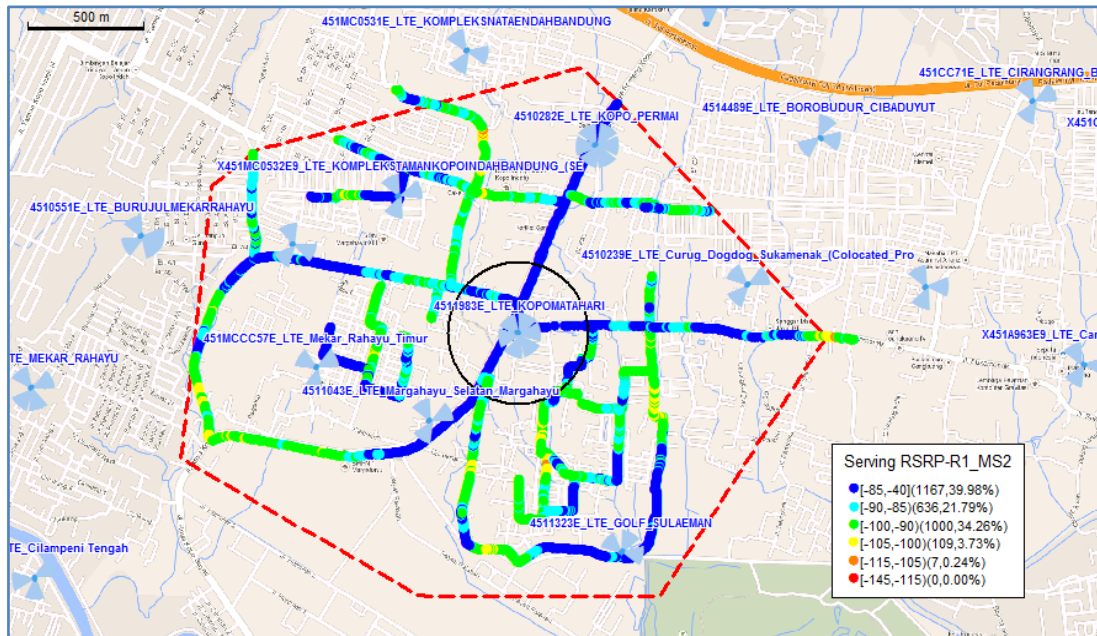


Gambar 15. User traffic site Matahari Kopo sebelum dan sesudah swap antenna

D. Hasil Drive Test Setelah Swap Antena

Pengamatan hasil optimasi ini, selain dianalisis dan diamati dari kondisi kinerja *site* atau KPI-nya, juga diamati dalam hasil *drive test*-nya. Hal ini dilakukan untuk membandingkan hasil *drive test* sebelum dilakukan *swap antenna* dan setelah dilakukan *swap antenna*. Tentunya diharapkan terjadi juga perbaikan dari sisi persentase *coverage*-nya. Pengamatan dari sisi *coverage* RSRP atau level sinyal yang diterima saat dilakukan *drive test*,

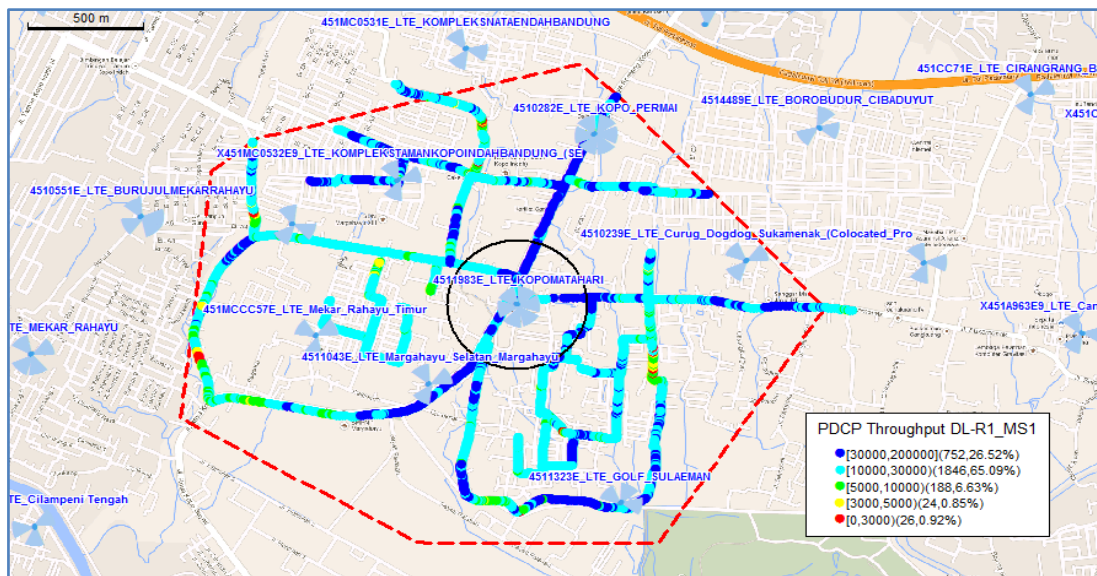
secara persebaran ditunjukkan pada Gambar 16. Gambar tersebut menggambarkan kondisi level sinyal yang diterima setelah dilakukan *swap antenna*. Secara persentase seperti yang ditunjukkan pada Tabel 3, terjadi peningkatan dan perbaikan untuk level sinyal diatas -100 dBm yaitu mengalami kenaikan atau perbaikan mencapai 96,03% dimana kondisi sebelumnya area Matahari Kopo Bandung ini hanya memiliki 90,3% *coverage* dengan level sinyal diatas -100 dBm.



Gambar 16. RSRP setelah swap antenna

Tabel 3. Persentase hasil drive test coverage RSRP sebelum dan setelah dilakukan swap antenna

Kriteria RSRP (dBm)	Persentase (%) <i>Before</i>	Persentase (%) <i>After</i>	<i>Remark</i>
RSRP (dBm) >= -85	37,65%	39,98%	<i>Improved</i>
-90 <= RSRP (dBm) < -85	21,38%	21,79%	<i>Improved</i>
-100 <= RSRP (dBm) < -90	31,27%	34,26%	<i>Improved</i>
-105 <= RSRP (dBm) < -100	6,22%	3,73%	<i>Degraded</i>
-115 <= RSRP (dBm) < -105	3,44%	0,24%	<i>Degraded</i>
RSRP (dBm) < -115	0%	0%	<i>Maintained</i>
Total RSRP ≥ -100 dBm	90,30%	96,03%	<i>Improved</i>



Gambar 17. Downlink throughput setelah swap antenna

Perbaikan kinerja ini pun dapat diamati dari sisi *coverage throughput* yang terukur saat *drive test*. Gambar 17 menunjukkan gambaran persebaran *coverage throughput* di area Matahari Kopo Bandung. Jika diamati secara detil, persentase *coverage throughput*-nya pun juga mengalami peningkatan seperti ditunjukkan pada Tabel 4. Untuk *coverage throughput* antara 5 hingga 30 Mbps mengalami peningkatan dari 48,9% menjadi 71,71%.

Implementasi *swap antenna* multisektoral ini pun telah dibahas pada penelitian sebelumnya untuk di suatu area yang peneliti ambil secara acak [3]. Dari hasil *drive test* menunjukkan bahwa terjadi perbaikan kinerja dan optimasi *coverage* yang diamati dari sisi RSRP. Hasil dari penelitian tersebut, ditunjukkan pada Tabel 5. Jika kita melihat pada Tabel 5 dan Tabel 3, hasil tersebut menunjukkan bahwa optimasi dengan menggunakan metode *swap antenna* sektoral dengan antenna multisektoral dapat memperbaiki kinerja dan *coverage* suatu area. Berbeda dengan penelitian [4] dan [5] yang melakukan simulasi untuk mengetahui *coverage* yang dihasilkan dari sebuah antenna multisektoral, penelitian ini dilakukan melalui studi kasus di lapangan yang bertujuan untuk mengoptimasi jaringan 4G LTE di kawasan padat penduduk.

IV. KESIMPULAN

Optimasi jaringan 4G LTE pada kawasan padat penduduk menggunakan metode *swap antenna* secara pengamatan dan analisis dapat memperbaiki kinerja *site* dan memperbaiki kualitas sinyal. Pada penelitian ini, dimana area pengamatan dilakukan di area Matahari Kopo Bandung, setelah dilakukan proses optimasi, *coverage* di area ini mengalami perbaikan dari sisi level sinyal RSRP dari 90,3% menjadi 96,03% dan perbaikan *coverage throughput* dari 48,9% menjadi 71,71%. Dari sisi KPI-nya pun juga mengalami perbaikan. Hal ini ditunjukkan dengan penurunan *payload* yang terjadi hampir mencapai 41% dan penurunan trafik mencapai 30,8%. Kondisi *throughput* di sisi *downlink* pun mengalami peningkatan hingga 42,5%. Dari analisis tersebut, dapat disimpulkan bahwa optimasi dengan menggunakan metode *swap antenna* dapat membantu untuk memperbaiki kinerja *site* dan memperbaiki kondisi jaringan di suatu area yang mengalami kondisi trafik dan *payload* yang tinggi. Penelitian selanjutnya dapat dilakukan analisis proses optimasi *swap antenna* multisektoral dengan jumlah sektoral yang lebih beragam, untuk dapat mengetahui banyaknya jumlah *beam* terhadap *coverage* yang dihasilkan, serta analisis terhadap ukuran *beam* yang dipakai pada setiap sektornya.

Tabel 4. Persentase hasil *drive test downlink (DL) throughput* sebelum dan setelah dilakukan *swap antenna*

<i>Min Value (Mbps)</i>	<i>DL Throughput (Mbps)</i>	<i>Persentase (%) Before</i>	<i>Persentase (%) After</i>	<i>Remark</i>
30	DL Throughput (Mbps) >= 30	49,01%	26,52%	<i>Improved</i>
10	10 <= DL Throughput (Mbps) < 30	43,81%	65,08%	<i>Improved</i>
5	5 <= DL Throughput (Mbps) < 10	5,13%	6,63%	<i>Improved</i>
3	3 <= DL Throughput (Mbps) < 5	1,23%	0,85%	<i>Degraded</i>
0	0 < DL Throughput (Mbps) < 3	0,82%	0,92%	<i>Degraded</i>

Tabel 5. Persentase hasil *drive test coverage RSRP* sebelum dan setelah dilakukan *swap antenna* pada penelitian [3]

<i>Kriteria RSRP (dBm)</i>	<i>Persentase (%) Before</i>	<i>Persentase (%) After</i>	<i>Remark</i>
DL RSRP (dBm) >= -85	34,83%	41,98%	<i>Improved</i>
-90 <= DL RSRP (dBm) < -85	21,72%	26,22%	<i>Improved</i>
-100 <= DL RSRP (dBm) < -90	40,24%	31,59%	<i>Improved</i>
-105 <= DL RSRP (dBm) < -100	3,10%	0,22%	<i>Degraded</i>
-115 <= DL RSRP (dBm) < -105	0,11%	0,00%	<i>Degraded</i>
DL RSRP (dBm) < -115	0,00%	0,00%	<i>Maintained</i>
Total RSRP ≥ -100 dBm	96,79%	99,79%	<i>Improved</i>

REFERENSI

- [1] M. S. Sharawi, "RF Planning and Optimization for LTE Network," in *LTE Planning and Optimization*, Boca Raton Florida, CRC Press, 2010, pp. 399-431.
- [2] J. Perajing and P. Uthansakul, "Multisector Optimization of Antena Tilt Angle Based Empirical Knowledge from Drive Test," in *3th International Conference on Electrical Engineering/Electronics, Computer, Telecommunications and Information Technology (ECTI-CON)*, Thailand, 2016, pp. 1-6.
- [3] K. S. Mantirri, Y. S. Rohmah, and R. I. Putri, "Optimasi Capacity dan Coverage Menggunakan Antena Multisektor pada Teknologi 4G LTE," *e-Proceeding of Applied Science*, vol. 4, p. 2490, 2018.
- [4] D. Fan, Z. Wu, A. Huang, H. Zhuang, and T. Q. Quek, "Joint coverage optimization of multiple sectors for cellular networks," in *IEEE 78th Vehicular Technology Conference (VTC Fall)*, 2013, pp. 1-5.
- [5] B. Vassilakis, "Adjustable Multi-Sector Cellular Base Station Antena," *International Journal On Advances in Networks and Services*, vol. 2, pp. 25-26, 2011.
- [6] J. D. Matyjas, F. Hu, and S. Kumar, *Wireless Network Performance Enhancement via Directional Antenas*, New York: CRC Press, 2016.
- [7] V. Savaux, I. Siaud, and R. Legouable, "Closed-form approximation of the capacity in multi-sector cells," *The Institution of Engineering and Technology (IET) Journals*, vol. 11, no. 6, pp. 936-941, 2017.
- [8] T. Rapaport, *Wireless Communications Principles and Practice Second Edition*, Ericsson: Prentice Hall, 2002.
- [9] W. C. Y. Lee, *Mobile Cellular Telecommunicatios Second Edition*, Ericsson: McGraw-Hill, 2002.
- [10] L. Wardhana, Menuju Broadband Wireless Access 4G&5G in 4G Handbook, Jakarta: www.nulisbuku.com, 2014.
- [11] U. K. Usman, G. Prihatmoko, D. K. Hendraningrat, and S. D. Purwanto, *Fundamental Teknologi Seluler LTE*, Bandung: Rekayasa Sains, 2012.