JTERA (Jurnal Teknologi Rekayasa), Vol. 7, No. 2, Desember 2022, Hal. 243-250
Terakreditasi "**Peringkat 3"** oleh Kemenristek/BRIN, Nomor SK: 85/M/KPT/2020
DOI: 10.31544/jtera.v7.i2.2022.243-250
p-ISSN 2548-737X
e-ISSN 2548-8678

Pengaruh *Modulation Coding Scheme* Terhadap Cakupan dan Kualitas Level Sinyal pada Jaringan 4G LTE

Hajiar Yuliana[#], Muhammad Iqbal Maulana, 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

Pada sistem komunikasi baik analog maupun digital, suatu sistem komunikasi memerlukan proses modulasi. Modulasi merupakan proses pengkodean informasi dari sumber pesan menggunakan cara yang sesuai dengan proses transmisi. Hal ini dilakukan agar sinyal informasi dapat dikirimkan dan diterima dengan baik di penerima. Pada teknologi 4G LTE terdapat 3 jenis modulasi yang digunakan yaitu *Quadrature Phase Shift Keying* (QPSK), 16-*Quadrature Amplitude Modulation* (16-QAM), dan 64-*Quadrature Amplitude Modulation* (64-QAM). Modulasi tersebut akan berpengaruh terhadap data *rate* yang diterima di pelanggan. Pelanggan akan menerima data *rate* yang optimal, jika pelanggan mendapatkan modulasi 64-QAM. Akan tetapi, tidak semua pelanggan bisa mendapatkan kondisi 64-QAM. Terdapat beberapa hal yang mempengaruhi tipe modulasi yang dapat diterima oleh pelanggan, salah satunya adalah level sinyal yang diterima oleh pelanggan. Pada penelitian ini, penelitian dilakukan di area Kota Cimahi yaitu area sekitar site Puri Fajar Cibeber. Berdasarkan hasil analisis, didapatkan bahwa tipe modulasi QPSK selalu mendukung untuk disemua kondisi level sinyal baik level sinyal yang bagus yaitu RSRP > -90 dBm dan SINR > 0 dB maupun kondisi level sinyal yang kurang bagus yaitu RSRP < -90 dBm dan SINR < 0 dB. Sedangkan untuk tipe modulasi 64-QAM sebanyak 40,4% didapat jika kondisi level sinyal RSRP-nya berada di atas -90 dBm.

Kata kunci: *Modulation Coding Scheme* (MCS), 4G LTE, RSRP, SINR

Abstract

In analog and digital communication systems, a communication system requires a modulation process. Modulation is the process of encoding information from the source using a method that is suitable for the transmission process, and the information signal can be sent and received properly at the receiver. In 4G LTE technology, there are 3 types of modulation, there are Quadrature Phase Shift Keying (QPSK), 16-Quadrature Amplitude Modulation (16-QAM), and 64-Quadrature Amplitude Modulation (64-QAM). The modulation will affect the data rate received by the customer. The customer will receive the optimal data rate, if the subscriber gets 64-QAM modulation. However, not all customers can get 64-QAM conditions. There are several things that affect the type of modulation that can be received by the subscriber, one of which is the signal level received by the subscriber. In this study, the research was conducted in the Cimahi City area, namely the area around the Puri Fajar Cibeber site. Based on the results of the analysis, it was found that the QPSK modulation type always supports all signal level conditions, both good signal levels, namely RSRP > -90 dBm and SINR > 0 dB and poor signal level conditions, namely RSRP < -90 dBm and SINR < 0 dB. . As for the 64-QAM modulation type, 40.4% is obtained if the RSRP signal level is above -90 dBm.

Keywords: *Modulation Coding Scheme (MCS), 4G LTE, RSRP, SINR*

I. PENDAHULUAN

Perkembangan teknologi komunikasi semakin hari semakin terus mengalami perkembangan yang signifikan. Hal ini juga menyebabkan kebutuhan akan standar komunikasi khususnya *wireless* semakin meningkat. Masyarakat memiliki standar dan kebutuhan akses data dengan kecepatan tinggi, sehingga penyedia sarana telekomunikasi pun harus terus mengembangkan kemampuan teknologi terkini, khususnya di jaringan 4G *Long Term Evolution* (LTE).

Diterima: 26 Juli 2022; Direvisi: 18 November 2022; Disetujui: 19 November 2022
JTERA, Vol. 7, No. 2, Desember 2022

© 2022 JTERA (Jurnal Teknologi Rekayasa), Politeknik Sukabumi

Secara teori, kemampuan akses data 4G LTE ini mencapai 300 Mbps saat kondisi *downlink* dan 75 Mbps saat *uplink*. Kemampuan ini juga didukung dengan kemampuan jaringan 4G LTE memberikan area cakupan atau *coverage* dan kapasitas yang lebih baik jika dibandingkan teknologi sebelumnya, serta fleksibel dalam penggunaan *bandwidth*.

Secara umum, pada sistem komunikasi baik secara analog maupun digital, suatu sistem komunikasi memerlukan suatu proses yang disebut dengan proses modulasi. Modulasi merupakan proses pengkodean informasi dari sumber pesan yang menggunakan cara yang sesuai dengan proses transmisi. Hal ini dilakukan agar sinyal informasi dapat dikirimkan dan diterima dengan baik di penerima. Pada teknologi 4G LTE terdapat 3 jenis modulasi yang digunakan yaitu *Quadrature Phase Shift Keying* (QPSK), *16-Quadrature Amplitude Modulation* (16-QAM), dan *64-Quadrature Amplitude Modulation* (64-QAM). Ketiga jenis modulasi tersebut akan berpengaruh terhadap *data rate* yang akan diterima di pelanggan. Pelanggan akan menerima *data rate* yang optimal, jika pelanggan mendapatkan modulasi 64-QAM. Akan tetapi, tidak semua pelanggan bisa mendapatkan kondisi 64-QAM. Terdapat beberapa hal yang mempengaruhi tipe modulasi yang dapat diterima oleh pelanggan atau user. Kondisi level sinyal atau *coverage* di area yang ditempati oleh pelanggan juga akan mempengaruhi tipe modulasi yang akan diterima oleh pelanggan.

Berdasarkan sebuah jurnal penelitian yang berjudul *Measurement and Analysis of LTE Cell Range and Downlink Throughput in Suburban Area*, dimana pada penelitian tersebut membahas mengenai analisis jarak yang yang didukung oleh konstruksi LTE *Base Station* di Taiwan. Selain itu juga skema yang sama dalam pengukuran dan analisis LTE MCS *Cell Range* dan *Downlink Throughput* di Wilayah Perkotaan. Dalam penelitian tersebut dipaparkan bahwa kekuatan level sinyal dari 4G LTE dapat diketahui secara langsung dengan pengukuran. Perubahan nilai level sinyal baik berupa peningkatan atau redaman dari nilai RSRP dan SINR berkorelasi dengan tingkat MCS.

II. METODE PENELITIAN

Penelitian ini dilakukan dengan melakukan studi literatur serta melakukan analisis berdasarkan hasil *drive test* yang dilakukan di area yang telah ditentukan. Pada penelitian ini, analisis dilakukan di area Kota Cimahi yang merupakan area urban. Area yang dipilih yaitu area di sekitar *site* Puri Fajar Cibeber. Proses *drive test* ini untuk mendapatkan nilai level sinyal berupa *Reference Signal Received Power* (RSRP) dan *Signal to Interference Noise Ratio* (SINR) pada jaringan 4G LTE yang akan dianalisis pengaruh level sinyal tersebut terhadap MCS yang didapatkan dilevel tersebut. Proses analisis ini dilakukan dengan beberapa parameter yang akan di uji dan dilakukan analisis komparasi.

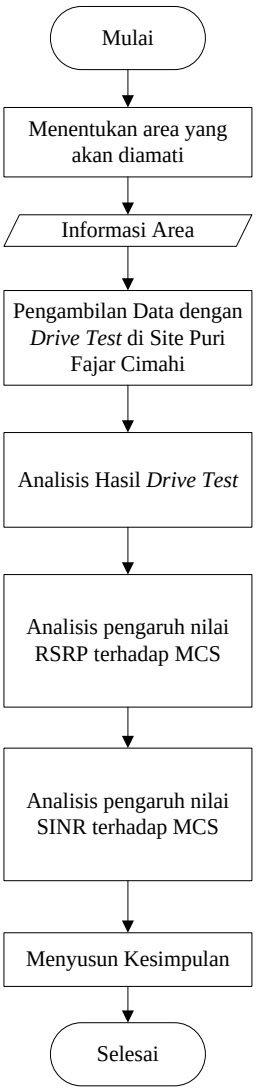
Proses penelitian secara rinci digambar seperti pada Gambar 1. Data hasil *drive test* yang didapatkan tersebut kemudian diolah dengan menggunakan *software GNEX Assistant* sehingga didapat distribusi persebaran level sinyal RSRP dan distribusi persebaran level SINR. Kemudian data tersebut dianalisis untuk mengetahui kondisi dan persebaran level sinyal di area yang sedang diamati. Kondisi level sinyal RSRP dan SINR di area site Puri Fajar Cibeber ditunjukkan seperti pada Gambar 3 dan Gambar 4. Berdasarkan hasil *drive test* yang telah didapatkan serta dianalisis, selanjutnya penulis perlu untuk melakukan analisis pengaruh level sinyal RSRP dan SINR terhadap MCS yang didapat di titik level tersebut.

Pada teknologi 4G LTE terdapat 3 jenis modulasi yang digunakan yaitu *Quadrature Phase Shift Keying* (QPSK), 16-*Quadrature Amplitude Modulation* (16-QAM), dan 64-*Quadrature Amplitude Modulation* (64-QAM). Ketiga jenis modulasi tersebut sangat dipengaruhi oleh kondisi level sinyal RSRP dan SINR di titik tempat diterimanya sinyal tersebut. Sehingga pada penelitian ini, akan dianalisis lebih mendalam, mengenai karakteristik level sinyal RSRP dan SINR yang berpengaruh terhadap tipe modulasi yang diterima oleh user.

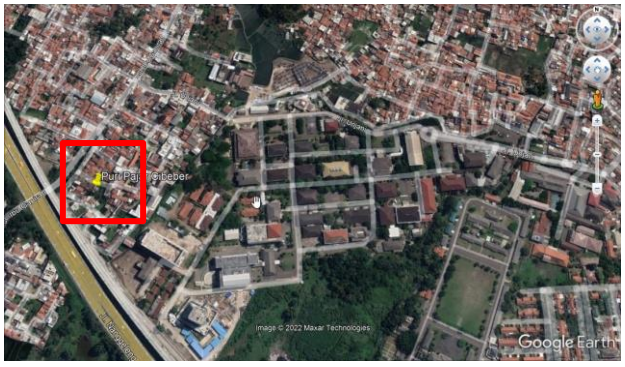
A. Lokasi Penelitian

Lokasi yang dipilih sebagai objek penelitian yaitu area Site Puri Fajar Cibeber Kota Cimahi, Jawa Barat, Indonesia. Site tersebut berada pada titik koordinat 107,522938888889 dan -6,88768055555555 atau tepat berada 400 meter disebelah Barat Daya Kampus Universitas Jenderal Achmad Yani Cimahi. Area tersebut termasuk kedalam area urban karena berada ditengah pemukiman penduduk yang cukup padat dan juga berada di perkotaan yang dekat dengan pusat pemerintahan, rumah sakit, Universitas, pusat perbelanjaan, tempat ibadah, jalan bebas hambatan, serta berada pada lingkungan dengan penduduk yang cukup padat.

Kondisi pada site tersebut, terpasang antena XL Axiata dengan tinggi 20 meter, dan dengan konfigurasi arah antenanya 20^0 untuk arah sektor 1, 210^0 unk arah sektor 2, dan 300^0 untuk arah sektor 3. Dengan kondisi tersebut, site optimal dapat menjangkau hingga jarak 500-700 meter dimana pada jarak tersebut diantaranya terdapat area



Gambar 1. Diagram alir penelitian



Gambar 2. Lokasi penelitian (Area Site Puri Fajar Cibeber)

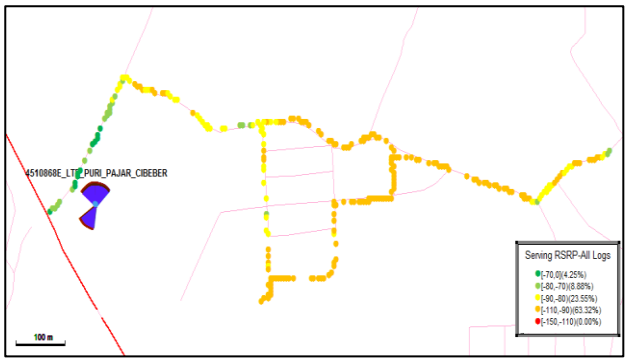
Pemukiman Cibeber, Komplek Puri Fajar Cibeber, serta area kampus Universitas Jenderal Achmad Yani dan sekitarnya.

B. Distribusi Level Sinyal RSRP di Lokasi Penelitian

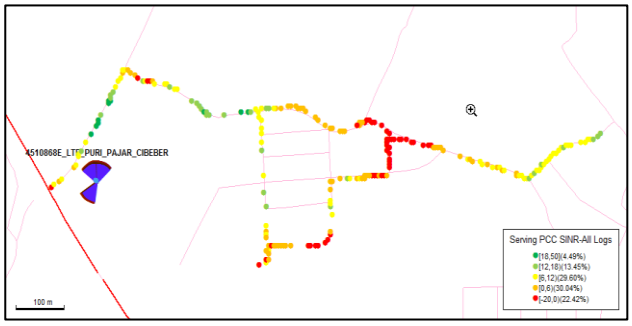
Berdasarkan hasil drive test pada site Puri Fajar Cibeber Cimahi, didapatkan data yang menunjukkan jangkauan dari antena XL Axiata pada site tersebut mampu menjangkau area hingga sejauh 500-700 meter. Dimana pada jarak tersebut termasuk menjangkau Pemukiman Cibeber, Komplek Puri Fajar Cibeber, hingga area kampus Universitas Jenderal Achmad Yani dan sekitarnya.

Pada Gambar 3 telah terlihat hasil *drive test* yang menunjukkan kondisi level sinyal yang berbeda – beda sesuai dengan jangkauan dari site tersebut. Persentase yang dihasilkanpun memiliki nilai yang beda diantaranya, pada rentan jangkauan RSRP -70 hingga 0, terjangkau sebesar 4,25%, dimana range tersebut merupakan jangkauan terdekat dan juga terbaik yang dapat diterima dan dipancarkan oleh antena pada site. Pada rentan level sinyal -80 hingga -70, memiliki persentase yang lebih tinggi dari range sebelumnya yaitu terjangkau sebesar 8,88%. Selanjutnya pada rentan level sinyal -90 sampai dengan -80, mampu menjangkau sebesar 23,55%. Jangkauan pada level sinyal berikut ini merupakan yang terbesar yaitu 63,32% yaitu pada rentan level sinyal -110 sampai dengan -90. Dan pada rentan level sinyal yang terakhir yaitu -120 hingga -110 tidak terdapat area yang terjangkau.

Dari data tersebut terlihat pada rentan RSRP -110 sampai dengan -90 level sinyal mampu menjangkau hingga 63,32% yang merupakan persentase jangkauan area terbesar. Hal tersebut terjadi karena berbagai factor, diantaranya jika mengacu pada Gambar 3.4 area berwarna jingga berada pada kawasan kampus Universitas Jendral Achmad Yani yang terdapat bangunan – bangunan tinggi serta pepohonan yang dapat menyebabkan interferensi sehingga data rate yang didapatkan berada pada rentan -110 hingga -90 dBm. Range RSRP ini bukan merupakan jangkauan yang terbaik, selain dari interferensi bangunan dan lain sebagainya, juga terjadi karena jarak yang cukup jauh dari site. Selanjutnya juga terdapat range RSRP yang sangat jauh yaitu pada rentan -120 sampai dengan -110 dBm yang tidak terjangkau sama sekali oleh site karean jarak yang sangat jauh. Hal tersebut berkaitan dengan MCS (Modulation Codding Scheme) semakin jauh jarak antara site dengan pengguna, maka modulasi digital yang digunakan pun akan berubah. Jarak terdekat dengan site akan mendapatkan modulasi digital 64-QAM dengan performa yang baik, dan semakin jauh akan semakin menurun menjadi 16-QAM dan juga Q-PSK. Sama halnya dengan kualitas sinyal yang didapatkan, semakin jauh jarak site maka jangkauan area kana semakin berkurang dan kualitas sinyal akan semakin menurun.



Gambar 3. Distribusi level sinyal RSRP di area *site* Puri Fajar Cibeber berdasarkan hasil *drive test*



Gambar 4. Distribusi level sinyal SINR di area *site* Puri Fajar Cibeber berdasarkan hasil *drive test*

C. Distribusi Level Sinyal SINR di Lokasi Penelitian

Pada Gambar 4 menunjukkan kualitas sinyal atau berupa SINR yang didapatkan dari hasil *drive test* pada site Puri Fajar Cibeber Cimahi. Pada hasil yang didapatkan menunjukkan kualitas sinyal yang beragam dengan berbagai kondisi dan persetase yang berbeda. Pada Range SINR 18 sampai dengan 50 dB, mencapai 4,49%, terjadi kenaikan persentase pada range SINR 12 dB hingga 18 dB yaitu sebesar 13,45%. Selanjutnya range menengah yaitu pada rentan SINR 6 dB sampai dengan 12 dB mencapai 29,60%. Pada range SINR 0 dB sampai dengan 6 dB mencapai persentase tertinggi yaotu 30,04%, dan yang terakhir pada range SINR -20 sampai dengan 0, mencapai persentase kualitas sebesar 22,42%. Data tersebut telah tertuang pada Tabel 3.2 dimana pada tabel tersebut terdapat warna Legend sebagai penanda setiap level sinyal, range SINR, dan juga persentase covered area.

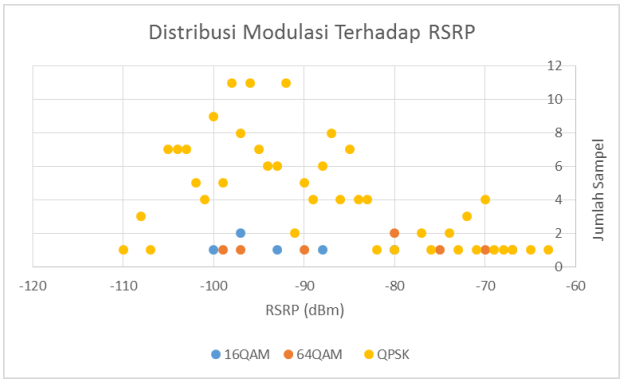
Pada level sinyal SINR -20 dB hingga 0 dB coverage area kualitas sinyal mencapai 22,42 persen atau cukup tinggi, hal tersebut terjadi karena faktor lingkungan dimana terdapat interferensi akibat adanya bangunan tinggi, dan area yang tertutupi pepohonan. Persentasi tertinggi terdapat pada level sinyal 0 dB hingga 6 dB yaitu mencapai 30,04% yang terjadi akibat tidak maksimalnya transmisi data dari site karena area yang cukup jauh.

III. HASIL DAN PEMBAHASAN

Penelitian yang sudah dilakukan selanjutnya dianalisis untuk mengetahui pengaruh MCS terhadap coverage atau nilai RSRP. Dari 188 sampel titik uji dari hasil *drive test* didapatkan data persebaran terhadap MCS dan juga jangkauan dari site Puri Fajar Cibeber Cimahi. Data yang telah didapatkan dan diolah dengan software GNEX Assistant V300R014 kemudian di convert kedalam bentuk data Microsoft Excel dan dan dituangkan kedalam bentuk grafik pada Gambar 4 agar lebih mudah dalam proses pemetaan.

Pada Gambar 4, terlihat titik persebaran level sinyal RSRP yang terbagi ke dalam tiga jenis modulasi dimana modulasi QPSK ditandai dengan titik berwarna kuning, modulasi 16QAM ditandai dengan titik berwarna biru, serta modulasi 64QAM ditandai dengan titik berwarna jingga.

Jangkauan nilai RSRP dengan modulasi 64QAM ini menjadi yang terbaik yaitu berada pada range nilai RSRP -60 dBm sampai dengan -100 dBm [2]. Umumnya titik yang mendapatkan nilai RSRP dengan jangkauan modulasi 64QAM ini berada pada titik terdekat dengan site. Karena jangkauan dari site yang cukup dekat maka nilai RSRP yang didapatkan atau kekuatan sinyal yang didapatkan akan baik. Hal tersebut juga dapat berubah jika terdapat kendala atau hal yang menghambar proses transmisi sinyal dari site singga walaupun jarak site dengan pengguna cukup dekat, dapat juga mengakibatkan modualsi yang didapatkan menjadi buruk. Akan tetapi berdasarkan hasil penelitian, kondisi level sinyal yang berada pada area dekat dengan site mendapatkan kekuatan sinyal yang sangat baik.



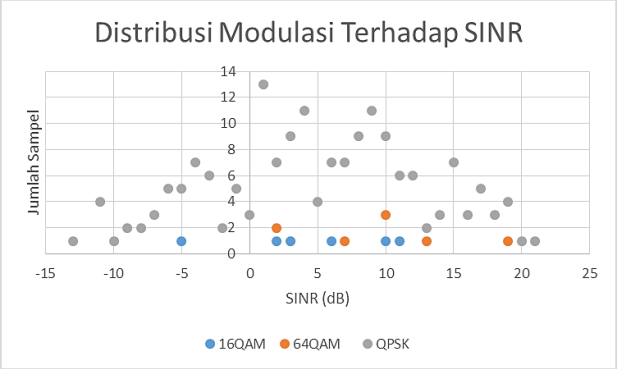
Gambar 4. Distribusi modulasi terhadap RSRP

Tabel 1. Distribusi persebaran titik sampel level sinyal RSRP terhadap tipe modulasi

Range RSRP (dBm)	QPSK	16QAM	64QAM	Total titik sampel level sinyal RSRP
-70<= RSRP < 0	9	0	2	11
-80<= RSRP < -70	11	1	3	15
-90<= RSRP < -80	43	1	1	45
-100<= RSRP < -90	76	4	2	82
-110<= RSRP < -100	35	0	0	35
-120<= RSRP < -110	0	0	0	0
Total				188

Berdasarkan Tabel 1, persebaran titik sampe untuk level sinyal RSRP dengan modulasi 16QAM mencakup jumlah titik yang lebih sedikit dibandingkan dengan persebaran level sinyal pada modulasi QPSK, yaitu hanya terdapat 6 titik sampel sinyal yang terlihat. Akan tetapi pada jangkauan level sinyal dengan modulasi 16QAM ini secara dominan memiliki nilai RSRP yang lebih baik yaitu pada rentan -90 dBm hingga -100 dBm yang mana hal tersebut menandakan jangkauan site yang cukup dekat. Nilai RSRP tersebut termasuk ke dalam standar nilai normal [2]. Kekuatan sinyal yang didapatkan masih tergolong baik dan berada pada jangkauan yang tidak terlalu jauh dengan site, sehingga mendapatkan nilai RSRP yang baik. Pada saat nilai RSRP yang didapatkan masih mencapat -90 dBm, seharusnya masih tergolong kedalam modulasi 64QAM, akan tetapi hal tersebut tidak terjadi karena berbagai faktor seperti limitasi modulasi 64QAM sehingga pada area tersebut mendapatkan modulasi 16QAM.

Persebaran level sinyal dengan modulasi QPSK menjadi yang terbanyak terlihat pada titik berwarna kuning yaitu sebanyak 174 sampel sinyal yang terlihat dan mendominasi persebaran level sinyal yang terjadi. Persebaran level sinyal RSRP dengan modulasi QPSK ini juga berada hampir di sepanjang range nilai RSRP yaitu mulai dari -60 dBm hingga -110 dBm. Hal ini terjadi karena jarak jangkauan site terhadap pengguna yang semakin jauh, maka nilai RSRP yang diterima akan semakin kecil. Selain itu juga, persebaran level sinyal dengan modulasi QPSK ini menandakan bahwa



Gambar 5. Distribusi modulasi terhadap SINR

terdapat interferensi sehingga jangkauan level sinyal yang didapatkan beragam.

Persebaran level sinyal yang mendapatkan modualsi QPSK ini beragam mulai dari -60 dBm hingga -110 dBm yang mana seharusnya pada rentan nilai tersebut terdapat titik yang mendapatkan modualsi yang lebih baik yaitu 16QAM atau 64QAM. Setelah diamati, hal tersebut tidak terjadi akrena beberapa hal seperti jangkauan yang cukup jauh akan tetapi area yang terlalui tidak terdapat halanagan atau iterferensi apapun sehingga nilai RSRP yang didapatkan masih tergolong sangat baik. Pengaruh MCS tersebut terjadi dan mejandiakn pembagian segmentasi level sinyal yang didapatkan pada setipa titiknya berbeda.

Hasil penelitian kedua yang telah dilakukan yaitu untuk menganalisis pengaruh MCS terhadap level sinyal SINR atau kualitas sinyal yang di pancarkan oleh site Puri Fajar Cibeber Cimahi. Dari hasil penelitian didapatkan data yang telah tertuang pada pada Gambar 5 yaitu grafik Distribusi Modulasi Terhadap SINR dimana pada grafik tersebut terlihat titik persebaran level sinyal SINR.

Pada Gambar 5 juga terdapat titik persebaran dengan tiga modulasi yang berbeda, yang mana perbedaan jenis modulasi ditandai dengan warna titik yang berbeda pula. Pada modulasi QPSK ditandai dengan titik level sinyal berwarna abu, sedangkan untuk modulasi 16QAM ditandai dengan titik berwarna biru. Pada modulasi 64QAM ditandai dengan titik berwarna jingga. Selain keterangan warna titik untuk membedakan jenis modulasi, pada grafik tersebut juga terdapat jumlah sampel level sinyal untuk sumbu y yaitu dimulai dari 0 hingga 14. Selain itu juga terdapat range level sinyal SINR pada sumbu x yang tertuang dalam satuan dB dimulai dari 25 dB hingga –15 dB.

Berdasarkan MCS, persebaran level sinyal terbagi kedalam tiga jenis modulasi. Pada modulasi 64QAM dimana modulasi ini menandakan kualitas sinyal yang didapatkan sangat baik. Titik persebaran kualitas sinyal pada modulasi ini

ditandai dengan warna jingga pada grafik. Jumlah persebaran titik berwarna jingga atau modulasi 64QAM ini mencapat 8 titik yang terlihat dan berada pada range nilai SINR diantara 20 dB sampai dengan 0 dB yang mana nilai tersebut menunjukkan kualitas sinyal yang sangat baik. Standar Range nilai SINR untuk LTE yang sangat baik berada pada 30 dB hingga kurang dari 15 dB. Dari hasil analisis ini didapatkan kualitas sinyal yang sangat baik dengan jumlah sedikit disebabkan karena beberapa faktor yang menginterferensi sehingga didapatkan kualitas yang menurun [3]. Hal tersebut terjadi akibat kondisi lingkungan yang tidak mendukung, seperti terdapat bangunan yang cukup tinggi dann juga padat sehingga distribusi sinyal dari site kurang maksimal dan juga kualitas sinyal yang didapatkan menurun. Selain itu juga penurunan kualitas sinyal ini diakibatkan oleh banyaknya pengguna pada provider XL Axiata sehingga kualitas sinyal baik yang didapatkan terbatas [4].

Modulasi berikutnya yaitu 16QAM yang ditandai dengan titik berwarna biru, dimana pada grafik terlihat persebaran level sinyal tersebut tidak terlalu luas dan tidak telalu banyak. Pada grafik hanya terlihat persebaran titik berwarna biru sebanyak 6 titik dengan range nilai level sinyal SINR diantara 10 dB hingga -5 dB. Kualitas sinyal yang dihasilkan pada modulasi ini cukup baik ditandai dengan range nilai SINR yang baik [3]. Penurunan modulasi didapatkan akibat kualitas sinyal menurut yang disebabkan oleh terbatasnya MCS untuk modulasi yang lebih baik sehingga didapatkan kualitas sinyal yang baik tetapi pada modulasi 16QAM.

Analisis selanjutnya pada modulasi QPSK dimana pada modulasi ini kualitas sinyal yang didapatkan cukup buruk. Pada grafik ditandai dengan titik berwarna abu dengan jumlah titik yang terlihat sebanyak 174 titik terlihat. Titik tersebut juga berada pada range nilai level sinyal SINR 25 dB hingga -15 dB. Persebaran tersebut menandakan bahwa kualitas sinyal dengan modulasi QPSK cukup buruk [3]. Penyebab dari kurang baiknya kualitas sinyal yang didapatkan yang memepengaruhi MCS yaitu berbagai interferensi seperti kondisi yang cukup jauh dari site sehingga kualitas semakin menurun karena jika lokasi uji semakin menjauh, kualitas sinyal akan semakin menurun. Akan tetapi terdapat pula hasil uji yang menunjukkan lokasi uji yang cukup jauh, tetapi mendapatkan MCS yang baik dan kualitas sinyal yang baik, hal tersebut terjadi karena dari lokasi site sampai dengan titik uji tidak terdapat interferensi apapun seperti Gedung, pohon media penghambat lainnya sehingga masih mendapatkan nilai SINR yang baik [4]. Secara rinci, persebaran jumlah titik sampel sinyal untuk setiap modulasi berdasarkan analisis SINR-nya disampaikan pada Tabel 2.

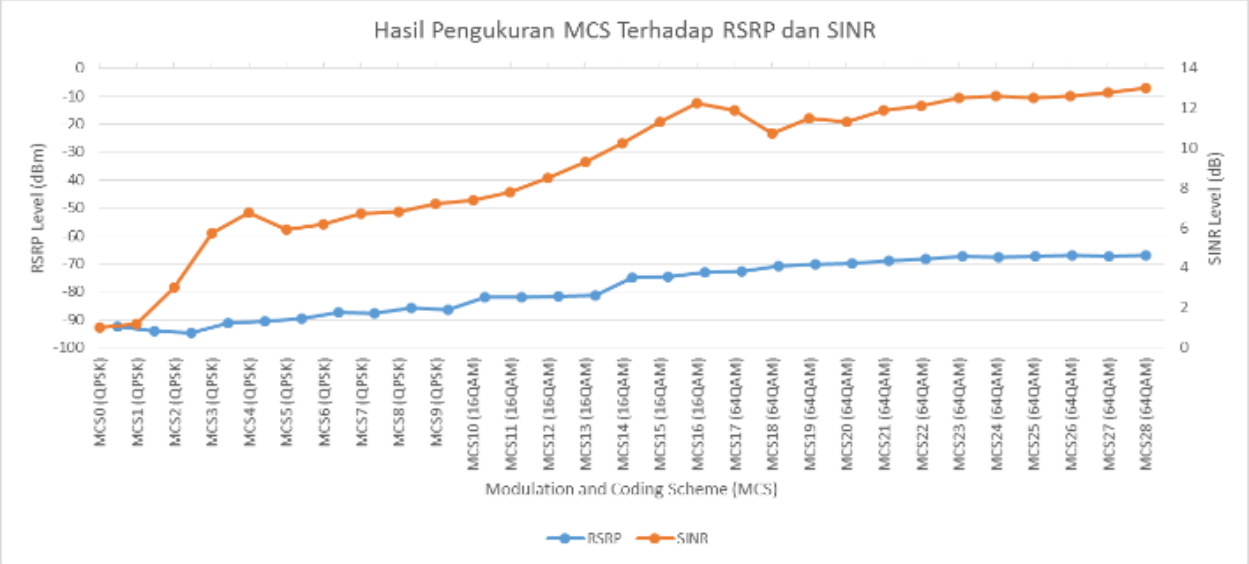
Berdasarkan hasil analisis data *drive test* sebelumnya dan juga berdasarkan analisis dan data distribusi persebaran level sinyal RSRP maupun SINR terhadap tipe modulasi yang didapatkan, maka dapat dibuatkan grafik seperti pada Gambar 6. Gambar 6 merupakan hasil pengukuran dan keterkaitan antara MCS berdasarkan indeksnya dengan level sinyal RSRP dan SINR yang didapatkannya.

MCS pada 4G dibagi-bagi menjadi beberapa indeks, yaitu menjadi 32 indeks, mulai dari MCS0 hingga MCS31 berdasarkan standar 3GPP yang sudah ditetapkan. Setiap indeksnya memiliki tipe modulasi yang mendukung untuk setiap MCS-nya, yang juga ditentukan dengan Q_m atau modulation order-nya.

Pada grafik yang ditunjukkan pada Gambar 5, menunjukkan bahwa semakin besar nilai indeks MCS-nya, makin semakin baik tipe modulasi MCS yang didapatkan, juga semakin besar level sinyal RSRP-nya. Begitu juga dengan level sinyal SINR. Semakin tinggi level sinyal SINR yang terukur, maka semakin tinggi pula indeks MCS yang didapatkan.

Tabel 2. Distribusi persebaran titik sampel untuk level SINR terhadap tipe modulasi

Range SINR (dB)	QPSK	16QAM	64QAM	Total titik sampel level sinyal SINR
SINR >= 15	24	0	1	25
0 <= SINR < 15	107	5	7	119
-5 <= SINR < 0	25	1	0	26
-11 <= SINR < -5	17	0	0	17
-20 <= SINR < -11	1	0	0	1
Total				188



Gambar 5. Hasil pengukuran MCS terhadap level RSRP dan SINR

IV. KESIMPULAN

Berdasarkan hasil *drive test* yang dilakukan di area site Puri Fajar Cibeber, didapatkan 188 titik sampel untuk dianalisis. Berdasarkan persebaran titik sampel sinyal tersebut didapatkan kondisi persebaran untuk tipe modulasi QPSK, 16-QAM, dan 64-QAM. Tipe modulasi QPSK hampir mendukung dan berada pada setiap kondisi level sinyal, baik untul level sinyal yang bagus yaitu RSRP $\geq$ -90 dBm dan SINR $\geq$ 0 dB maupun kondisi level sinyal yang kurang bagus yaitu RSRP < -90 dBm dan SINR > 0 dB. Sedangkan untuk tipe modulasi 64-QAM, sebanyak 40,4% dari keseluruhan titik sampel sinyal berada pada kondisi level sinyal RSRP diatas -90 dBm. Berdasarkan hasil analisis tersebut, menunjukkan bahwa tipe modulasi MCS yang diterima pelanggan juga akan berpengaruh terhadap level sinyal yang saat itu sedang diterima oleh pelanggan. Sehingga data *rate* yang diterima pelanggan, juga akan berbeda-beda dipengaruhi oleh level sinyal yang diterima. Selain itu, penurunan level sinyal yang diterima juga sangat berpengaruh terhadap perubahan tipe MCS yang didapatkan oleh pengguna. Semakin kecil level sinyal RSRP dan SINR yang diterima maka kemungkinan tipe MCS yang akan lebih dominan diterima oleh pelanggan adalah tipe QPSK. Begitupun sebaliknya, semakin besar level sinyal RSRP dan SINR yang diterima, maka kemungkinan tipe MCS yang diterima juga akan berubah menjadi 16-QAM dan optimal di 64-QAM.

REFERENSI

[1] W. Pamungkas, A. F. Isnawati and A. Kurniawan, "Modulasi Digital Menggunakan Matlab," *Jurnal Infotel*, vol. 4, no. 2, November 2012.

[2] F. A. Marpalinda, "IMPLEMENTASI DAN EVALUASI KINERJA SISTEM KOMUNIKASI M-ARY QUADRATURE AMPLITUDE MODULATION (M-QAM) MENGGUNAKAN WIRELESS OPEN-ACCESS RESEARCH PLATFORM (WARP)," *Institut Teknologi Sebelas Nopember*, Surabaya, 2015.

[3] Ferry, "Binus University," School Of Information System, 09 Maret 2018. [Online]. Available: sis.binus.ac.id.

[4] F. Fauzi, G. S. Harly and H. HS, "Analisis Penerapan Teknologi Jaringan LTE 4G di Indonesia," *Majalah Ilmiah UNIKOM*, vol. 10 , no. 2, pp. 281-290.

[5] M. U. d. A. S. Irawaty, "Optimasi Jaringan 4G LTE (Long Term Evolution) Pada Kota Balikpapan," *Jurnal Ecotype*, vol. 5, no. 2, 2018.

[6] N. A. Jafar, Y. S. Rohmah and S. Aulia, "PERANCANGAN SIMULATOR TEKNIK MODULASI M-ARY QAM MENGGUNAKAN MATLAB," *e-Proceeding of Applied Science*, vol. 4, no. 3, pp. 2758, Desember 2018.

[7] R. D. Wibisono, S. and Y. Christyono, "PERANCANGAN MODULATOR DAN DEMODULATOR QUADRATURE PHASE SHIFT KEYING (QPSK) DENGAN RANGKAIAN BALANCE MODULATOR," *TRANSMISI*, vol. 16, pp. 70, 2014.

[8] D. T. Setiadi, S. Pramono and B. Basuki, "Modulation Coding Scheme Performance Analysis (MCS) Wireless 802.11ac Indoor At 5 Ghz Frequency In West And East Telecommunication Labs Politechnic State Of Semarang," *JAICT, Journal of Applied Information and Communication Technologies*, vol. 3, no. 1, 2018.

[9] I. Pramulia, P. Sudiarta and G. Sukadarmika, "Analisis Pengaruh Jarak Antara User Equipment dengan EnodeB terhadap Nilai RSRP (Reference Signal Received Power) Pada Teknologi LTE 600 Mhz," *E-Journal SPEKTRUM*, vol. 2, no. 3, September 2015.

[10] A. D. Haq, I. Santoso and A. A. Z. Macrina, "Estimasi Signal To Noise Ratio (SNR) Menggunakan Metode Korelasi," *TRANSIENT*, vol. 1, pp. 327-332, 2012.

[11] F. Susanto, A. G. Santoso, and B. Abimanyu, "Analisis Pembobotan T2 Turbo Spin Echo (TSE) Brain MRI Potongan Axial dengan Penggunaan Sensitifvity Endcoding (sense) dan Tanpa Penggunaan Sense : Evaluasi pada Signal To Noise Ratio (SNR) dan Scan Time," *JImeD*, vol. 2, 2012.