

Analisa Pengaruh *Issue Overshooting Cell* Terhadap *Coverage* dan *Quality* Jaringan 4G LTE Kelurahan Jati Baru Kota Padang

Sonia Trirahmi¹, Siska Aulia^{1*}, Dikky Chandra¹

¹ Jurusan Teknik Elektro, Politeknik Negeri Padang, Jl. Limau Manih Padang, 25164

*E-mail : siska.auliaa@gmail.com

ABSTRAK

Peningkatan pengguna layanan menimbulkan permasalahan jaringan, seperti kualitas sinyal yang buruk, sinyal yang hilang secara tiba-tiba, atau tidak adanya jaringan sama sekali. Untuk meningkatkan kualitas jaringan dilakukan perbaikan terhadap cakupan layanan (*coverage*). Salah satunya dengan cara penambahan *eNodeB*. Dengan penambahan *eNodeB*, *maintenance* jaringan wajib dilakukan untuk memastikan identifikasi dan perbaikan terkait dengan cakupan dan kinerja jaringan. Jika tidak dilakukan *maintenance* dapat menimbulkan *bad spot*, salah satunya yaitu *overshooting cell*. Tujuan penelitian ini untuk menganalisis pengaruh *overshooting cell* terhadap parameter *coverage* dan *quality* jaringan 4G LTE. Parameter *coverage* jaringan 4G yaitu: *Reference Signal Received Power (RSRP)* dan parameter *quality* jaringan 4G yaitu *Signal to Interference Noise Ratio (SINR)*. Dari hasil *drive test* didapatkan 80.77 % dari 546 sampel pada parameter *RSRP* ≥ -100 dBm dan 32,78 % dari 546 sampel pada parameter *SINR* ≥ 3 dB. Rendahnya parameter *SINR* hasil *drive test* disebabkan oleh interferensi *bad spot overshooting cell* yang terjadi pada site 4253364E dan site MC425CC02E dengan site disekitar area *bad spot*. Dari analisis dapat diketahui *bad spot overshooting cell* mempengaruhi *quality* jaringan, sedangkan parameter *coverage* jaringan tidak. Hasil parameter *RSRP* pada titik *bad spot* yaitu -87 dBm dan -92 dBm dan untuk parameter *SINR* pada titik *bad spot* yaitu -1 dB dan -3 dB.

Kata Kunci: *Coverage, Overshooting Cell, Quality*

ABSTRACT

The increase in service users causes network problems, such as poor signal quality, sudden signal loss, or no network at all. To improve network quality, improvements are made to service coverage. One of them is by adding *eNodeB*. With the addition of *eNodeB*, network *maintenance* must be carried out to ensure identification and improvement related to network coverage and performance. If *maintenance* is not performed, it can cause *bad spots*, one of which is *cell*

overshooting. The purpose of this research is to analyse the effect of *cell overshooting* on 4G LTE network coverage and quality parameters. 4G network coverage parameters are: *Reference Signal Received Power (RSRP)* and 4G network quality parameters namely *Signal to Interference Noise Ratio (SINR)*. From the *drive test* results obtained 80.77% of 546 samples on *RSRP* parameters ≥ -100 dBm and 32.78% of 546 samples on *SINR* parameters ≥ 3 dB. The low *SINR* parameter of the *drive test* results is caused by *bad spot overshooting cell interference* that occurs at site 4253364E and site MC425CC02E with sites around the *bad spot* area. From the analysis, it can be seen that *bad spot overshooting cell* affects network quality, while network coverage parameters do not. Where the *RSRP* parameters at the *bad spot* point are -87 dBm and -92 dBm and *SINR* parameters at the *bad spot* point are -1 dB and -3 dB.

Key Word: *Overshooting Cell, Coverage, Quality*

1. PENDAHULUAN

Peningkatan pengguna layanan jaringan seluler menimbulkan permasalahan jaringan. Beberapa permasalahan yang ditemui pada layanan jaringan seluler adalah kualitas sinyal yang buruk, sinyal yang hilang secara tiba-tiba, atau tidak adanya jaringan sama sekali. Permasalahan ini disebabkan oleh alasan teknis maupun nonteknis[1]. Untuk meningkatkan kualitas jaringan dilakukan perbaikan terhadap cakupan layanan (*coverage*). Salah satunya dengan cara penambahan Evolved Node B (*eNodeB*) [2][3][4]. Dengan penambahan *eNodeB*, *maintenance* jaringan wajib dilakukan untuk memastikan identifikasi dan perbaikan terkait dengan cakupan dan kinerja jaringan. Tujuan utamanya adalah untuk menyediakan cakupan untuk semua pelanggan dan memastikan pelanggan dapat menggunakan layanan dengan baik [5].

Penelitian [6] menuturkan bahwa daerah dengan level kualitas jaringan yang diterima pengguna buruk dan tidak sesuai dengan standar, disebabkan oleh masalah *overshooting cell*. *Overshooting cell* merupakan situasi dimana *coverage* suatu site dilayani oleh site yang jauh dengan sinyal yang kuat, sehingga *cell* mengalami

overshoot menjadi dominan. Penanganan untuk *overshooting cell* ini dengan cara *downtilt* secara *mechanical tilt* atau dengan pengaturan kembali daya *transmitter* [7]. Pengurangan power lebih baik digunakan ketika besaran nilai daya *transmitter* tidak sesuai saat *on air*. Sedangkan peningkatan daya *transmitter* merupakan optimasi yang dilakukan untuk memperbaiki kualitas jaringan sehingga meningkatkan performansi layanan [3]. Namun penggunaan daya tinggi dapat menimbulkan interferensi yang akan menyebabkan kinerja dari jaringan menurun [8].

Metode optimasi basic parameter merupakan metode yang sering digunakan, parameter optimasi berupa *tilting antenna*, mengganti kabel feeder, dan penambahan *new site* [9]. Berdasarkan penelitian[10], untuk meningkatkan kualitas jaringan menggunakan empat metode perbaikan yang diusulkan yaitu; *physical tuning*, *power configuration*, *-serving cell* terdekat *bad spot*, dan penambahan *new site*. Metode *physical tuning* adalah metode yang selalu digunakan dari semua metode yang diusulkan.

Pada penelitian ini melakukan analisa pada jaringan 4G (LTE) di Kelurahan Jati Baru Kota Padang. Penelitian dilakukan karena pada daerah tersebut didapet level kualitas sinyal yang diterima user buruk dan tidak sesuai dengan standar yang dikarenakan *overshoot*, penelitian dilakukan untuk mengetahui pengaruh *overshoot* terhadap parameter *coverage* dan *quality* jaringan 4G, serta dilakukan analisa penyebab terjadinya permasalahan *overshoot* pada site tersebut.

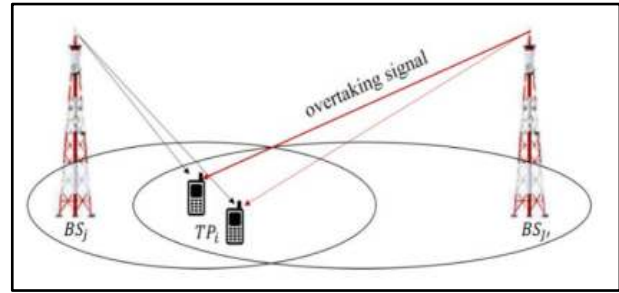
2. KERANGKA TEORITIS

2.1 Long Term Evolution

Long Term Evolution (LTE) merupakan teknologi nirkabel generasi keempat (4G) yang mencakup teknologi sepenuhnya berbasis all-IP network dan *Quality of Service* yang lebih baik dibandingkan teknologi generasi sebelumnya. LTE adalah standar komunikasi akses data nirkabel tingkat tinggi untuk jaringan seluler berkecepatan tinggi, pertama kali diperkenalkan oleh *3rd Generation Partnership Project (3GPP)* project pada rilis 8 tahun 2008. Di LTE, kecepatan transfer data meningkat hingga 50 Mbps untuk *uplink* dan dapat mencapai kecepatan hingga 100 Mbps untuk *downlink* [11].

2.2 Overshooting Cell

Overshooting Cell terjadi ketika suatu sektor dalam jaringan mencakup area yang terlalu jauh, atau area yang tidak seharusnya berada dalam jangkauan sektor dengan sinyal yang kuat. Hal ini menyebabkan sektor mendominasi site-site di dekat area cakupan [12].



Gambar 1. Overshooting Cell

2.3 Parameter Jaringan 4G

1. Reference Signal Received Power (RSRP)

RSRP merupakan parameter yang menampilkan besarnya daya sinyal yang diterima UE dalam satuan dBm. Semakin besar jarak antara UE dan BTS maka semakin kecil nilai parameter RSRP. Tabel 1 menunjukkan rentang parameter RSRP.

TABEL 1
Rentang Parameter RSRP

Rentang (dBm)	Warna	Kategori
≥ -85 x	Dark Blue	Excellent
≥ -95 x ≤ -85	Light Blue	Very Good
≥ -100 x ≤ -95	Green	Good
≥ -105 x ≤ -100	Yellow	Poor
≥ -115 x ≤ -105	Orange	Bad
$x \leq -140$	Red	Very Bad

2. Signal to Interference Noise Ratio (SINR)

SINR merupakan parameter kualitas sinyal berupa perbandingan kekuatan sinyal antara sinyal utama yang dipancarkan dengan jumlah interferensi dan noise pada sinyal utama selama pengiriman dan penerimaan oleh UE. Tabel 2 adalah rentang parameter SINR.

TABEL 2
Rentang Parameter SINR

Rentang (dB)	Warna	Kategori
≥ 20 x ≤ 50	Dark Blue	Excellent
≥ 10 x ≤ 20	Light Blue	Very Good
≥ 3 x ≤ 10	Green	Good
≥ 0 x ≤ 3	Yellow	Poor
≥ -5 x ≤ 0	Orange	Bad
≥ -20 x ≤ 5	Red	Very Bad





3. Throughput Download

Throughput adalah jumlah bit yang diterima oleh UE (*user equipment*) dalam jaringan per satuan waktu. *Throughput* memiliki satuan bit per second (bps). *Throughput* merupakan parameter yang dapat dirasakan langsung oleh pengguna, sehingga parameter ini mempengaruhi tingkat kepuasan pengguna. Tabel 3 merupakan rentang parameter *throughput*.

Perintis Kemerdekaan Jl. Jenderal Sudirman dan Jl. H. Agus Salim. Tujuan perencanaan rute adalah untuk menghindari pengumpulan data yang berulang.

TABEL 3

Rentang Parameter Throughput

Rentang (Kbps)	Warna	Kategori
30.000 to 100.000		<i>Excellent</i>
10.000 to 30.000		<i>Very Good</i>
5.000 to 10.000		<i>Good</i>
3.000 to 5.000		<i>Bad</i>
0 to 3.000		<i>Very Bad</i>

2.4 Key Performance Indicator (KPI)

Key Performance Indicator atau KPI merupakan nilai indikator performansi dari suatu jaringan. Bagus tidaknya suatu jaringan dapat dilihat dari nilai KPI yang dicapai. Nilai indikator performansi ditunjukkan oleh Tabel 4.

TABEL 4

Key Performance Indicator

Parameter	Target	Persentase
RSRP	≥ -100 dBm	95%
SINR	≥ 3 dB	80%
Mean Throughput	≥ 5000 kbps	

3. METODE RISET

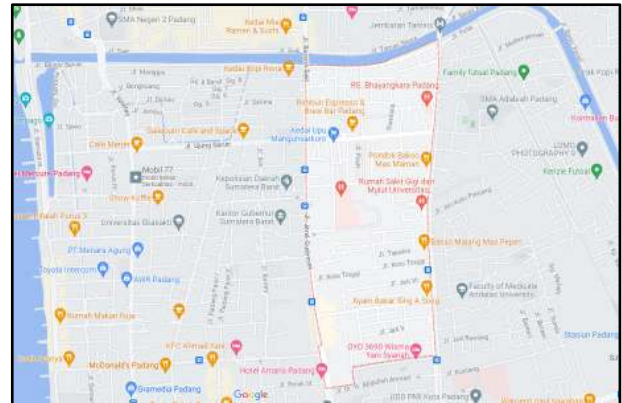
Pada penelitian ini, analisa performansi jaringan 4G LTE dilakukan pada daerah yang mengalami bad spot *overshooting cell*. Pengambilan data kualitas jaringan dilakukan dengan metode *drive test*. Metode *drive test* merupakan metode yang digunakan untuk mengambil sampel data jaringan secara real pada suatu area. Proses *drive test* menggunakan software *Tems Pocket* untuk mengukur kinerja jaringan seluler dan mengumpulkan informasi tentang kualitas jaringan seluler di area tersebut. Sedangkan untuk analisis datanya menggunakan *Tems Discovery* dan *MapInfo Professional*. Analisis kinerja kualitas jaringan bertujuan untuk menganalisis kinerja kualitas jaringan sesuai dengan standar *Key Performance Indicator (KPI)* yang telah ditetapkan oleh masing-masing provider penyedia jasa layanan komunikasi. Pada perencanaan analisis kualitas jaringan ini, proses yang akan dilakukan pada perencanaan analisis kualitas jaringan 4G LTE ini yaitu:

1. Pemilihan Lokasi Penelitian

Pada tahun 2021, kecamatan Padang Timur memiliki populasi tertinggi dengan 9.433 orang per km² [13]. Salah satu kelurahan pada kecamatan Padang Timur yaitu Kelurahan Jati Baru. Di Jati Baru terdapat fasilitas pendidikan dan fasilitas kesehatan yang mengakibatkan daerah tersebut padat. Kepadatan daerah tersebut mengakibatkan peningkatan pengguna layanan jaringan dan penurunan kualitas layanan.

2. Perencanaan Rute Drive Test

Perancangan rute daerah dengan tujuan untuk mengidentifikasi rute atau lokasi yang akan memudahkan pengambilan data (*drive test*). *Drive test* dilakukan di Jl.



Gambar 2. Peta Jati Baru, Kota Padang

1. Pengambilan Data Drive Test

Pengambilan data menggunakan metode *drive test* sebagai media pengukuran kualitas jaringan. *Drive test* menggunakan software *Tems Pocket*, yang kemudian logfile diproses di *Tems Discovery* dan di *import* ke *MapInfo professional* untuk dilakukan analisis.



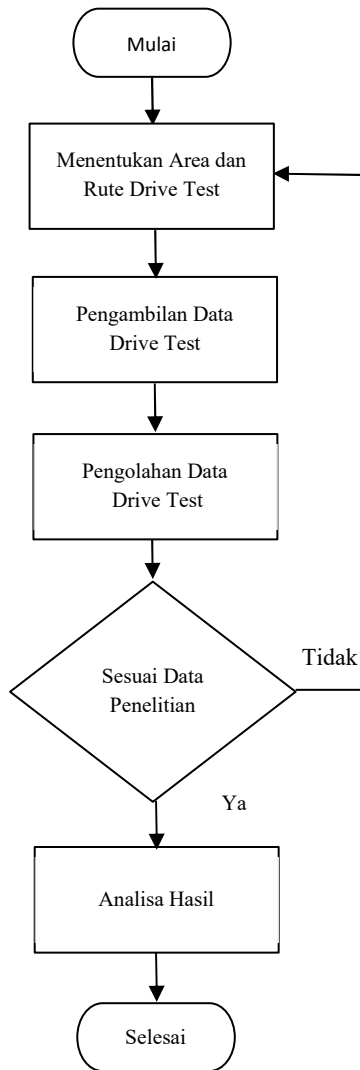
Gambar 3. Rute Drive Test

2. Analisa Data Drive Test

Analisa kinerja kualitas jaringan dilakukan untuk menganalisis hasil data sampel *drive test* yang dilakukan. Pada software *MapInfo Professional* dilakukan analisis pada titik-titik bad spot yang menyebabkan kualitas jaringan menurun. Parameter analisis meliputi: parameter *Reference Signal Received Power (RSRP)*, *Signal to Interference Noise Ratio (SINR)* dan *Physical Cell Identity (PCI)*.

Berikut alur penelitian yang akan dilakukan, dapat dilihat pada Gambar 4.

-90 hingga -85, 31.87 % pada rentang -100 hingga -90, 14.29 % pada rentang -105 hingga -100, 4.76 % pada rentang -115 hingga -105 dan 0.18 % pada rentang -140 hingga -115. Dengan standar operator RSRP \geq -100 dBm sebesar 95% sedangkan hasil pengukuran sebesar 80.77 %. Maka standar dari operator untuk parameter RSRP belum optimal.



Gambar 4. Diagram Alur Penelitian

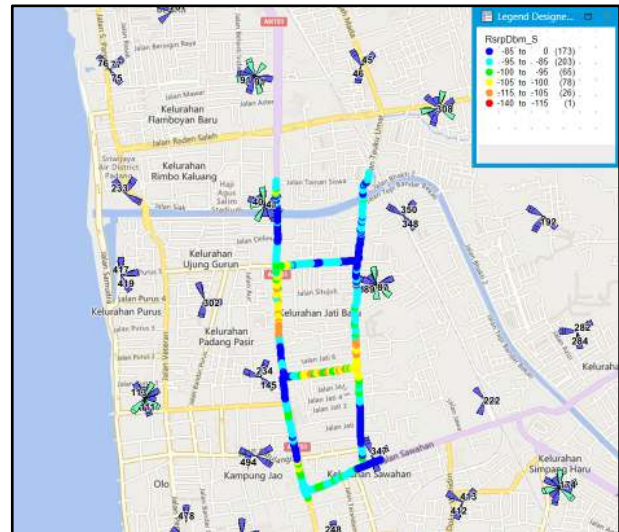
4. HASIL DAN PEMBAHASAN

Proses pengolahan data lanjutan menggunakan aplikasi *MapInfo Professional*. Untuk proses pengolahan data menampilkan tiga parameter dasar jaringan 4G LTE yaitu RSRP, SINR, dan PCI. Setiap parameter memiliki hasil persentase yang berbeda-beda karena dipengaruhi oleh jarak dan hal lainnya yang dapat mempengaruhi kualitas sinyal yang dipancarkan. Berikut adalah tampilan hasil dari proses pengolahan data.

4.1 Pengukuran Data Kualitas Jaringan 4G LTE

1. Reference Signal Received Power (RSRP)

Parameter RSRP yang diperoleh dari pengukuran *drive test* pada area tersebut, pada tabel, warna dan rentang mewakili tingkat kekuatan sinyal yang diterima oleh UE. Untuk melihat jumlah sampel dapat diamati dari legend yang ada pada Gambar 5. Pada Tabel 5 terlihat 31.68% pada rentang -85 hingga 0, 17.22 % pada rentang



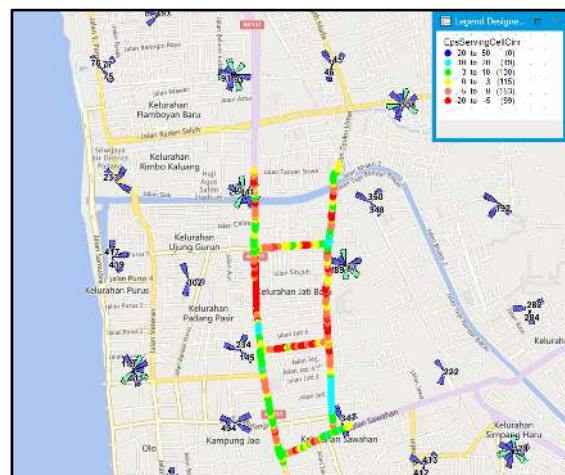
Gambar 5. Plotting RSRP

TABEL 5
 Hasil Parameter RSRP

Rentang (dBm)	Sample	Persentase	Kategori
[-85, 0]	173	31.68 %	Excellent
[-90, -85]	94	17.22 %	Very Good
[-100, -90]	174	31.87 %	Good
[-105, -100]	78	14.29 %	Poor
[-115, -105]	26	4.76 %	Bad
[-140, -115]	1	0.18 %	Very Bad
Total	546	100,00 %	
RSRP \geq 100 dBm		80.77 %	

2. Signal to Inteferece Noise Ratio (SINR)

Dari hasil pengukuran parameter SINR yang telah didapatkan, daerah tersebut memiliki kualitas jaringan yang sangat buruk, dapat dilihat pada Gambar 6.



Gambar 6. Plotting SINR

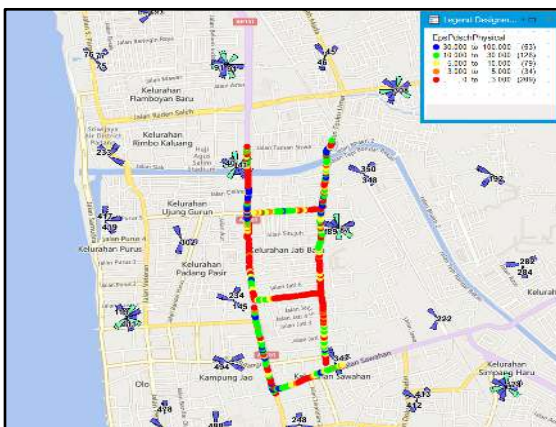
Pada Tabel 6 terdapat 8.97 % pada rentang 10 hingga 20, 23.81% pada rentang 3 hingga 10, 21.06 % pada rentang 0 hingga 3, 28.02% pada rentang -5 hingga 0, 18.13% pada rentang -20 hingga -5. Untuk standar operator SINR ≥ 3 dB sebesar 85%, hasil pengukuran belum optimal dikarenakan masih 32,78% untuk SINR ≥ 3 dB.

TABEL 6
 Hasil Parameter SINR

Rentang (dB)	Sample	Presentase	Kategori
[20, 50]	0	0.00 %	Excellent
[10, 20]	49	8.97 %	Very Good
[3, 10]	130	23.81 %	Good
[0, 3]	115	21.06 %	Poor
[-5, 0]	153	28.02 %	Bad
[-20, -5]	99	18.13 %	Very Bad
Total	546	100,00 %	
SINR ≥ 3 dB		32,78 %	

3. Throughput Download

Hasil *throughput download* pada *drive test* masih rendah. Terlihat pada Gambar 7 legend dengan warna merah masih dominan pada daerah tersebut. Terlihat pada Tabel 7, 9.81 % pada rentang 30000 kbps hingga 100000 kbps, 23.70 % pada rentang 10000 kbps hingga 30000 kbps, 14.29 % pada rentang 5000 kbps hingga 10000 kbps, 6.30% pada rentang 3000 kbps hingga 5000 kbps, 45.56 % pada rentang 0 kbps hingga 3000 kbps. Dengan standar operator *Throughput* ≥ 5000 kbps sebesar 48.15 %. Maka untuk parameter untuk *throughput* belum optimal.



Gambar 7. Plotting Throughput

TABEL 7

Hasil Parameter Throughput Download

Rentang (kbps)	Sample	Presentase	Kategori
[30000, 100000]	53	9.81	Excellent
[10000, 30000]	128	23.70	Very Good
[5000, 10000]	79	14.63	Good
[3000, 5000]	34	6.30	Bad
[0, 3000]	246	45.56	Very Bad

Total	540	100.00%
<i>Throughput</i> ≥ 5000 kbps	48.15 %	

4. Physical Cell Identity (PCI)

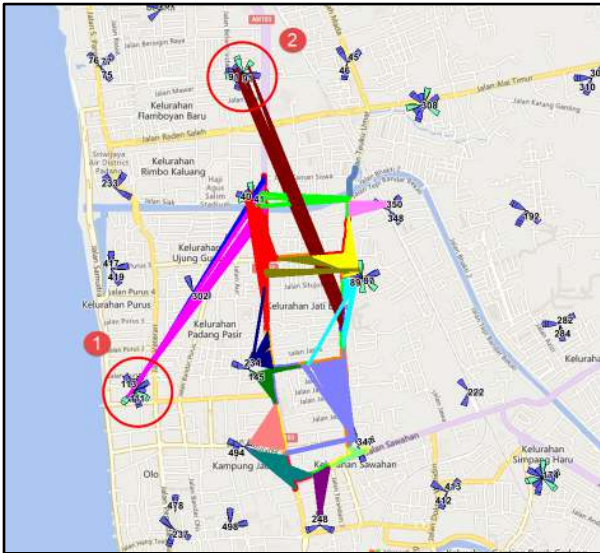
Pada tampilan data PCI dapat dilihat pada Gambar 8. Dengan digunakan Spidergraph PCI pada software *MapInfo Profesional* terdapat beberapa PCI dengan jarak yang jauh melayani UE (*user equipment*) pada pengukuran *drive test* di daerah tersebut.



Gambar 8. Plotting PCI

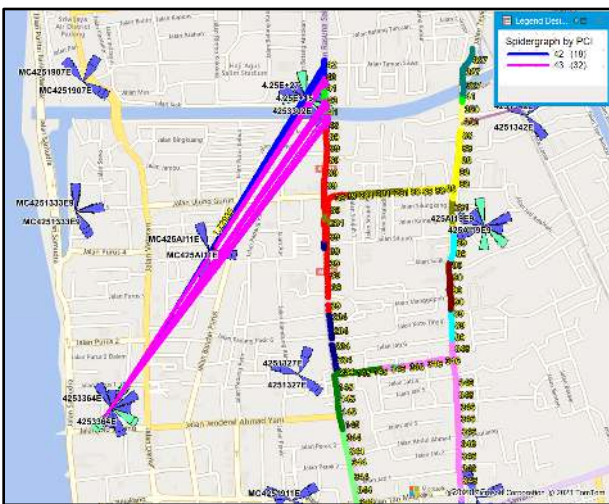
4.2 Analisis Data Bad Spot Area

Dari hasil *drivetest* yang ditunjukkan dengan software *MapInfo Profesional* diperoleh hasil bahwa pada wilayah tersebut terdapat titik-titik area yang teridentifikasi memiliki kualitas jaringan yang kurang baik. Setelah dianalisis lebih lanjut maka dapat diketahui penyebab buruknya performansi pada wilayah tersebut yaitu dikarenakan jaringan mengalami permasalahan *overshooting cell* mengakibatkan kualitas layanan menjadi menurun. Dari *-serving cell* yang diperoleh dari parameter PCI menggunakan *spidergraph*, terdapat 2 area bad spot yang mengalami permasalahan *overshooting cell*, terlihat pada Gambar 9.



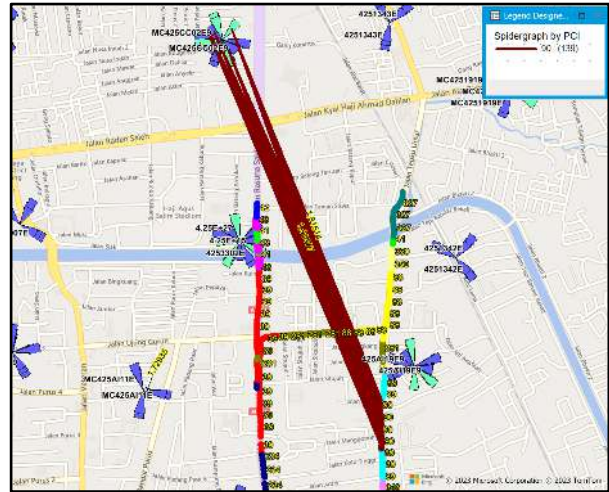
Gambar 9. Titik Bad Spot Overshooting Cell

Pada kasus bad spot overshoot 1, daerah seharusnya di *coverage* oleh site 4253302E, tetapi saat melakukan *drive test* user di layani oleh site 4253364E yang memiliki jarak ke bad spot 1,729 km, terlihat pada Gambar 10.



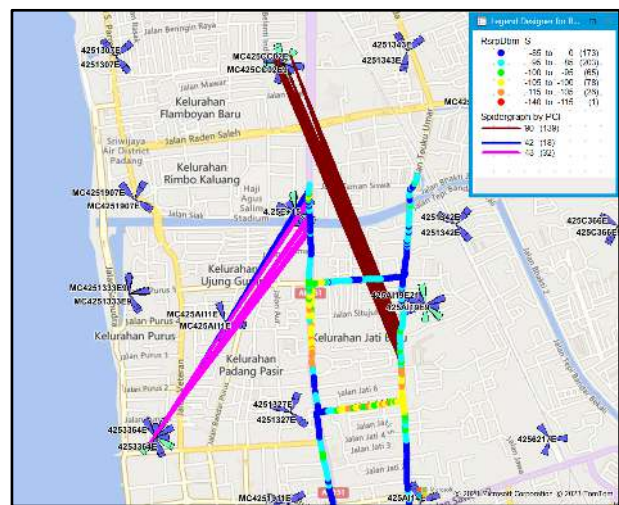
Gambar 10. Overshoot Site 4253364E

Pada kasus bad spot overshoot 2, daerah seharusnya di *coverage* oleh site 425A119E, tetapi saat melakukan *drive test* user dilayani oleh site MC425CC02E yang memiliki jarak ke bad spot 1,91 km pada Gambar 11.



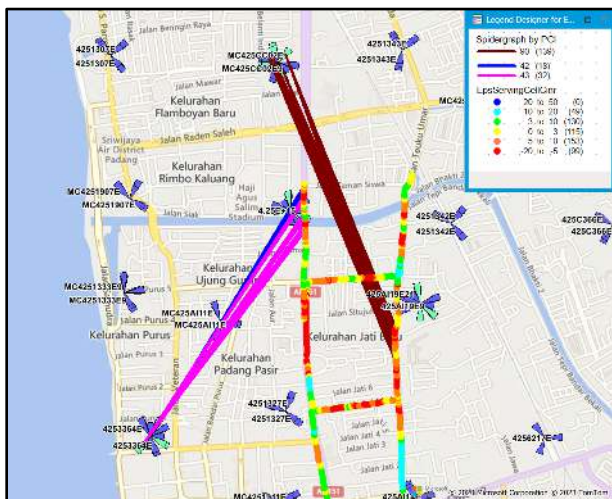
Gambar 11. Overshoot Site MC425CC02E

Pada area titik bad spot yang mengalami *overshooting cell* memiliki parameter RSRP pada kategori *excellent* atau pada rentang -85 hingga 0. Terlihat pada Gambar 12, bad spot 1 dan bad spot 2 yang mengalami *overshooting cell* memiliki RSRP dengan legend berwarna biru yang berkategori bagus. Untuk parameter SINR, terlihat pada Gambar 13. Parameter SINR pada kategori bad atau pada rentang -5 hingga 0 dengan warna legend merah yang berkategori buruk.



Gambar 12. RSRP Bad Spot Overshooting Cell

overshooting cell menyebabkan parameter parameter *coverage* yaitu RSRP mengalami Good RSRP dan parameter *quality* yaitu SINR mengalami bad SINR. Parameter RSRP dan parameter SINR titik bad spot dapat dilihat pada Tabel 8.



Gambar 13. SINR Bad Spot Overshooting Cell

Setelah dilakukan analisis lebih mendalam mengenai permasalahan *overshooting cell*. Maka dapat disimpulkan bahwa pada wilayah yang mengalami *overshooting cell* memiliki *coverage* yang bagus dan *quality* yang buruk. Kondisi ini disebabkan karena pola pengarahan pancaran antenna yang kurang optimal. Parameter RSRP yang bagus disebabkan karena arah antenna yang jauh akibat antenna yang terlalu *uptilt*. Sedangkan parameter SINR yang kategori bad disebabkan karena interferensi antara site yang berada di daerah cakupan. Dimana interferensi yang terjadi mengakibatkan penurunan kualitas jaringan. Pada permasalahan

TABEL 8

RSRP dan SINR Titik Bad Spot

PARAMETER	BAD SPOT 1	BAD SPOT 2
RSRP	-87,03199921	-92,92083391
SINR	-1,33200002	-3,141666703
THROUGHPUT	4397,540079	5531,433386

Kasus *overshooting cell* diakibatkan karena belum optimalnya arah pancaran dan kemiringan antenna. Proses optimalisasi tilting antenna dapat mengurangi jangkauan antenna sehingga tidak mengganggu *coverage* dari site tetangga (*neighbor cell*). Berikut perubahan jangkauan pancaran antenna setelah dilakukan tilting antenna pada site yang mengalami *overshooting cell* pada Tabel 9.

TABEL 9

Perubahan Tilting dan Jangkauan Antena Site Overshoot

Bad Spot	Site ID	Height	Elec	Before				After			
				Mech	Main Beam	Inner Cell Radius	Outer Cell Radius	Mech	Main Beam	Inner Cell Radius	Outer Cell Radius
#1	4253364E	37	2	3	422,911	253,625	1.246,659	7	233,608	169,697	370,692
		37	2	2	526,124	288,830	3.028,340	7	233,608	169,697	370,692
		37	2	2	526,124	288,830	3.028,340	6	263,268	185,166	450,039
#2	4253364E	37	2	3	457,621	233,605	9.167,287	7	202,040	140,848	351,620
		37	2	2	365,761	206,707	1.527,664	6	277,691	153,175	435,757
		37	2	2	457,621	233,605	9.167,287	5	260,619	167,749	572,361

5. PENUTUP

Berdasarkan hasil penelitian yang telah dilakukan didapatkan kualitas jaringan atau parameter SINR sebesar 32,78 % dan jangkauan jaringan atau parameter RSRP sebesar 80,77 % dari 546 sampel. Dari parameter tersebut dikatakan untuk kualitas sinyal pada daerah tersebut berada pada kategori buruk. Buruk nya kualitas jaringan pada daerah tersebut disebabkan karena permasalahan *overshooting cell*. *Overshooting cell* yang terjadi karena *coverage* site melebihi lebih *coverage* seharusnya. Sehingga kuat sinyal site pada area tersebut lebih dominan. Ini ditandai dengan nilai parameter RSRP yang bagus.

Sedangkan untuk parameter SINR menjadi buruk akibat interferensi antara site pada area yang mengalami *overshooting cell*.

REFERENSI

- [1] M. A. Wibowo, N. K. Hariyawati, and H. Yuliana, "Simulasi Optimasi Jaringan 4G Indosat Ooredoo Di Daerah Bandung Timur Menggunakan Metode Electrical Tilt," 2021.
- [2] Q. Alfian, U. Kurniawan Usman, and N. Andini, "PERFORMANCE OPTIMIZATION OF THE LTE NETWORK COVERAGE AREA ALONG RAILINK

- TRACKS FROM SOEKARNO-HATTA AIRPORT STATION TO BATUCEPER STATION,” 2021.
- [3] L. M. Silalahi, S. Budiyanto, F. A. Silaban, I. U. V. Simanjuntak, and A. D. Rochendi, “Improvement of Quality and Signal Coverage LTE in Bali Province Using Drive Test Method,” in *Proceedings - 2021 Institute of Electrical and Electronics Engineers Inc.*, Jul. 2021, pp. 376–380. doi: 10.1109/ISITIA52817.2021.9502227.
- [4] S. Pramono, L. Alvionita, M. D. Ariyanto, and M. E. Sulisty, “Optimization of 4G LTE (long term evolution) network coverage area in sub urban,” in *AIP Conference Proceedings*, American Institute of Physics Inc., Apr. 2020. doi: 10.1063/5.0000732.
- [5] Lotlikar Ankita and Periyasamy Sasikumar, *eNodeB configuration, performance and fault management for coverage optimization*. 2018.
- [6] M. Hanif, I. Uke, K. Usman, and H. Vidyaningtyas, “Analysis and Optimization Overshoot On Network 4G LTE 1800 Mhz In Area Pondok Benda South Tangerang,” 2019.
- [7] N. Khansa Hartono, A. Wulandari, F. Rizza, J. Teknik Elektro, P. Broadband Multimedia, and P. Negeri Jakarta, “Analisa Sistem Automasi Monitoring Worst Performance Cell pada Jaringan 4G,” 2022.
- [8] H. Yuliana, S. Annisa, S. Basuki, A. Charisma, and H. Rusiana Iskandar, “Optimasi Downlink Throughput LTE Dengan Metode Antenna Physical Tuning,” 2020. [Online]. Available: <http://jurnal.umj.ac.id/index.php/semnaslit>
- [9] Y. Rahmaddian and Y. Huda, “Analisis Performansi Jaringan 4G LTE di Gedung ITL Ft Unp Kampus Air Tawar Barat,” *Jurnal Vokasional Teknik Elektronika dan Informatika*, 2019.
- [10] M. F. Aliansyah, U. K. Usman, and D. S. P. Setiawan, “Analisis Pengukuran Layanan LTE di Jalan Daan Mogot dari Kota Tangerang sampai Kota Jakarta Barat dan Perbaikannya,” *AVITEC*, vol. 5, no. 1, p. 13, Dec. 2022, doi: 10.28989/avitec.v5i1.1395.
- [11] Christopher Cox, “An Introduction to LTE: LTE, LTE- Advanced, SAE, VoLTE and 4G Mobile Communications: Second Edition,” 2014.
- [12] M. A. Ouamri and M. Azni, “New optimisation method to minimise overshooting problem in LTE using genetic algorithms based on Laplace crossover,” *International Journal of Ultra Wideband Communications and Systems*, vol. 4, no. 2, pp. 49–56, 2020, doi: 10.1504/IJUWBCS.2020.110544.
- [13] Badan Pusat Statistik, “Kepadatan Penduduk Menurut Kecamatan di Kota Padang Tahun 2022 [Online]”, Accessed: Jul. 19, 2023. [Online]. Available: <https://padangkota.bps.go.id/indicator/12/665/1/kepadatan-penduduk.html>