

Usulan Perbaikan Layanan LTE Di Jalan Daan Mogot Dari Kota Tangerang Sampai Kota Jakarta Barat

Proposed Improvement Of LTE Services On Daan Mogot Road From Tangerang City To West Jakarta City

1st Muhammad Fadly Aliansyah

Fakultas Teknik Elektro
Universitas Telkom
Bandung, Indonesia

fadlyaliansyah@student.telkomuniversi-
ty.ac.id

2nd Uke Kurniawan Usman

Fakultas Teknik Elektro
Universitas Telkom
Bandung, Indonesia

ukeusman@telkomuniversity.ac.id

3rd Dhoni Putra Setiawan

Fakultas Teknik Elektro
Universitas Telkom
Bandung, Indonesia

setiawandhoni@telkomuniversity.ac.id

Abstrak—Jalan Daan Mogot merupakan rute utama non – Tol yang menghubungkan kota Tangerang dan kota Jakarta. Telah dilakukan dua kali LTE drive test pada area ini dengan layanan yang berbeda dan mendapatkan nilai persentase 95% RSRP, SINR, dan RSRQ yang rendah pada kedua studi kasus dan belum memenuhi standar key performance indicator operator. Jalan Daan Mogot juga mengalami beberapa kasus yang terjadi seperti radio link failure, handover failure, dan connection drop. Tercatat 7 bad spot area yang ada di sepanjang Jalan ini dari kedua studi kasus yang telah dianalisa. Dilakukan perbaikan menggunakan aplikasi Atoll dengan empat metode usulan perbaikan, yaitu physical tuning, dengan cara mengubah kedudukan antena secara langsung melalui teknik pendekatan mechanical tilting, perubahan azimuth, dan ketinggian antena. Metode kedua adalah power configuration secara homogen, yaitu dengan menyamakan daya pada transmitter yang mengarah langsung ke area bad spot sesuai dengan nilai tertinggi daya pada engine parameter. Metode ketiga adalah penambahan site coverage terdekat agar ikut melayani daerah bad spot, dan metode terakhir dengan penambahan site baru. Setelah dilakukan perbaikan dari 7 bad spot, didapatkan rata – rata setelah perbaikan RSRP -97,7 dBm, SINR 10,39 dBm, RSRQ -13,9 dB, dan throughput 52,923,33 kbps. Dengan metode utama perbaikan adalah physical tuning.

Kata Kunci—LTE, drive test, LTE optimization, physical tuning, site baru, penambahan coverage

Abstract—Daan Mogot Road is the main route of non-highway that connect the city of Tangerang and Jakarta. LTE Drive Test has been carried out twice in this area with different services and got a percentage value of 95% RSRP, SINR, and RSRQ which are low in both case studies and do not meet the operator's key performance indicator standards. Daan Mogot Road also experienced several cases that occurred such as radio link failure, handover failure, and connection drop. Recorded 7 bad spot areas along this road from the two

case studies that have been analyzed. Repairs are carried out using the Atoll application with four methods of proposed improvement, namely physical tuning, by changing the position of the antenna directly through the mechanical tilting approach technique, azimuth change, and antenna height. The second method is a homogeneous power configuration, namely by equating power on the transmitter that leads directly to the bad spot area according to the highest value of power in the engine parameter. The third method is the addition of the nearest site coverage to participate in serving the Bad Spot area, and the last method with the addition of a new site. After repairs from 7 bad spots, averaged after repair of RSRP -97.7 dBm, sinr 10.39 dBm, RSRQ -13.9 dB, and Throughput 52,923.33 Kbps. With the main method of improvement is physical tuning.

Keywords—LTE, drive test, LTE optimization, physical tuning, new site, adding coverage

I. PENDAHULUAN

Sebagai Jalan utama penghubung kota Tangerang dan kota Jakarta, Jalan ini selalu padat setiap harinya [1]. Rute ini menjadi Jalan utama bagi pekerja dan pelajar yang melakukan aktivitasnya di Jakarta atau yang beraktivitas di Tangerang. Dengan kepadatan lalu lintas yang sering terjadi, tentu para pengendara maupun warga yang menaiki angkutan umum mengalami kejenuhan dan biasanya menggunakan internet untuk browsing, chat, atau melakukan streaming via Youtube, atau aplikasi musik berbayar guna mengatasi masalah tersebut.

Telah dilakukan drive test sebanyak dua kali menggunakan Tems Pocket pada Jalan Daan Mogot dengan awal rute Kota Tangerang dan berakhir di Kota Jakarta. Studi kasus pertama dilakukan menggunakan

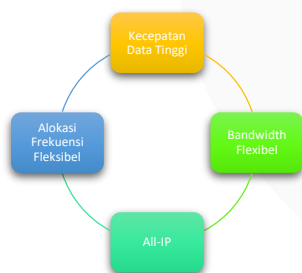
layanan *video call* melalui LINE Apps, dan studi kasus kedua dilakukan menggunakan layanan Youtube *streaming* melalui *script* yang telah disediakan pada aplikasi Tems Pocket. Didapatkan nilai persentase 95% untuk studi kasus pertama dengan RSRP -108,88 dBm, SINR -5,64 dB, dan RSRQ -19,03 dB, sedangkan studi kasus kedua mendapatkan nilai RSRP sebesar -99,29 dBm, SINR -4,66 dB, dan RSRQ -18,21 dB. Dimana standar ketetapan operator X memiliki nilai minimum untuk rata – rata RSRP berada di >-100 dBm, SINR > 3 dB, dan RSRQ >-15 dB. Dari 2 studi kasus dengan masing-masing tiga parameter pengamatan, hanya nilai RSRP studi kasus dua saja yang memenuhi standar KPI dari operator X.

Oleh karena itu, dilakukan penelitian ini guna meningkatkan performansi LTE pada Jalan Daan Mogot Raya kota Tangerang dan Jakarta. Dengan melakukan empat metode pendekatan, yaitu *physical tuning*, *homogen power configuration*, penambahan *site* terdekat untuk ikut melayani area *bad spot*, dan pembangunan *site* baru. Dengan target setiap *bad spot* area memiliki nilai RSRP, SINR, RSRQ, dan *throughput* yang sesuai dengan standar *key performance indicator*.

II. KAJIAN TEORI

A. Long Term Evolution

Istilah ini dikemukakan pertama kali oleh badan standarisasi seluler dunia yaitu 3GPP. Lebih dikenal sebagai the fourth - generation (4G). Guna membuat penyelarasan teknologi yang ada di LTE, ITU-R sebagai badan standarisasi internasional menetapkan beberapa kriteria yang harus dipenuhi apabila vendor ingin membuat teknologi generasi keempat, dengan kriteria sebagai berikut [2].



GAMBAR 1

KRITERIA LTE MENURUT ITU-R

B. LTE Drive Test

Drive Test merupakan kegiatan yang dilakukan untuk mengumpulkan suatu informasi dari kualitas jaringan LTE pada suatu *area* secara *real*, dimana data yang dikumpulkan adalah informasi dan kondisi frekuensi dari eNodeB [2]. Beberapa parameter yang sering digunakan dalam *drive test* adalah RSRP, SINR, RSSI, RSRQ, daya transmisi, dan *uplink downlink throughput* [3]. *Drive test* hanya bisa dilakukan dengan perangkat atau aplikasi khusus, misalnya Tems, Genex Probe, atau Nemo.

C. Key Performance Indicator

Isitlah *key performance indicator* (KPI) merujuk kepada parameter standar yang biasa digunakan untuk menunjukkan suatu kualitas performansi yang diterima. Berikut adalah nilai KPI untuk RSRP [4], SINR, Throughput [5], dan RSRQ [6]

1. RSRP

Reference Signal Received Power merupakan salah satu parameter utama dalam pelaksanaan perbaikan performansi jaringan. Semakin dekat *user equipment* dengan sebuah *transmitter*, maka nilai RSRP akan meningkat. Berikut adalah KPI dari RSRP.

TABEL I
KPI RSRP

Level (dBm)	Keterangan
≤ -140 s.d. < -110	Very Bad
≤ -110 s.d. < -100	Bad
≤ -100 s.d. < -90	Fair
≤ -90 s.d. < -80	Good
≤ -80 s.d. < -44	Very Good

2. SINR

Signal to Interference Noise Ratio merupakan parameter perbandingan sinyal yang diterima dengan *noise*. Semakin sedikit sebuah *transmitter* yang mengarah ke titik yang sama, nilai SINR akan meningkat. Berikut adalah *key performance indicator* dari SINR.

TABEL II
KPI SINR

Level	Keterangan
≤ -20 s.d. < 0	Bad
≤ 0 s.d. < 3	Fair
≤ 3 s.d. < 10	Good
≤ 10 s.d. < 30	Very Good

3. Throughput

Throughput merupakan parameter yang berhubungan dengan tingkat kecepatan pengiriman data unggah maupun data unduh. Berikut adalah nilai KPI untuk *throughput*.

TABEL III
KPI THROUGHPUT

Kecepatan (Kbps)	Kategori
≤ 324	Very Bad
$324 \leq \text{Throughput} \leq 1,500$	Bad
$1,500 \leq \text{Throughput} \leq 7,200$	Fair
$7,200 \leq \text{Throughput} \leq 12,000$	Good
$\geq 12,000$	Very Good

4. RSRQ

Reference Signal Received Quality merupakan sebuah parameter yang mengacu kepada kualitas sinyal yang diterima dan merupakan parameter yang membantu RSRP untuk melakukan *handover*. Adapun nilai KPI RSRQ adalah sebagai berikut.

TABEL IV
KPI RSRQ

Nilai (dBm)	Keterangan
-------------	------------

< -15	Bad
-15 s.d. < -12	Fair
-12 s.d. < -9	Good
-9 s.d. < -6	Very Good
> -6	Excellent

D. Metode Usulan Perbaikan Optimasi Jaringan

Guna meningkatkan performansi jaringan di Jalan Daan Mogot dari hasil *drive test* yang telah dilakukan. Diusulkan empat metode guna memperbaiki *coverage*, *interferensi*, *mobility*, *capacity*, dan *network quality*. Berikut adalah metode usulan perbaikan yang telah dilakukan.

1. Physical Tunning

Metode ini dilakukan dengan merubah kedudukan antena secara langsung, baik dari segi *azimuth antena*, *tilting antena*, dan *ketinggian antena* dengan tujuan untuk memaksimalkan *coverage* pada suatu area tertentu.

2. Power Configuration

Power configuration merupakan sebuah teknik untuk meningkatkan daya *transmitter* sampai batas tertentu. Biasanya daya dapat ditingkatkan dengan batas maksimum nilai tertinggi pada data *engine parameter* yang melayani area fokus perbaikan. Metode ini bisa dilakukan apabila metode *physical tuning* belum dapat memenuhi nilai *key performance indicator* yang telah ditentukan. Keuntungan dari metode ini adalah dapat meningkatkan performansi secara signifikan, namun dapat mengurangi *throughput* yang diterima tiap user, karena status awal dari *site* akan berubah. Misal pada awalnya *site* hanya melayani area yang kecil dan kapasitas yang kecil, dan dengan daya yang meningkat, maka jumlah kapasitas dan *coverage* akan meningkat, sehingga kecepatan yang diterima tiap *user* akan dibagi dengan lebih banyak *user* yang dilayani oleh *site* tersebut.

3. Penambahan Coverage Site Terdekat

Metode ini digunakan dengan memanfaatkan *site* terdekat dari area perbaikan yang pada awalnya tidak melayani area perbaikan tersebut. Selain dapat meningkatkan performansi jaringan pada area perbaikan, alasan lain hal ini dilakukan adalah untuk mengurangi *cost* yang harus dikeluarkan oleh operator untuk membangun sebuah *site* baru. Penggunaan *site* terdekat ini dapat digunakan apabila empat parameter belum memenuhi target *key performance indicator* pada kedua metode sebelumnya.

4. Pembangunan site baru

Usulan terakhir adalah pembangunan *site* baru. Metode ini sebaiknya tidak digunakan, alasannya karena tingkat pembiayaan yang sangat tinggi untuk membangun sebuah *site* beserta instalasi dan penyewaan atau pembelian lahan baru. Usulan ini dapat digunakan apabila

ketiga metode sebelumnya belum memenuhi standar KPI atau pada suatu area yang ramai, misalkan tempat wisata, pusat pemerintah, dan lainnya tidak ada *site* yang memadai. Sehingga layanan LTE pada area tersebut sangat buruk.

E. Target Perbaikan Tiap Parameter

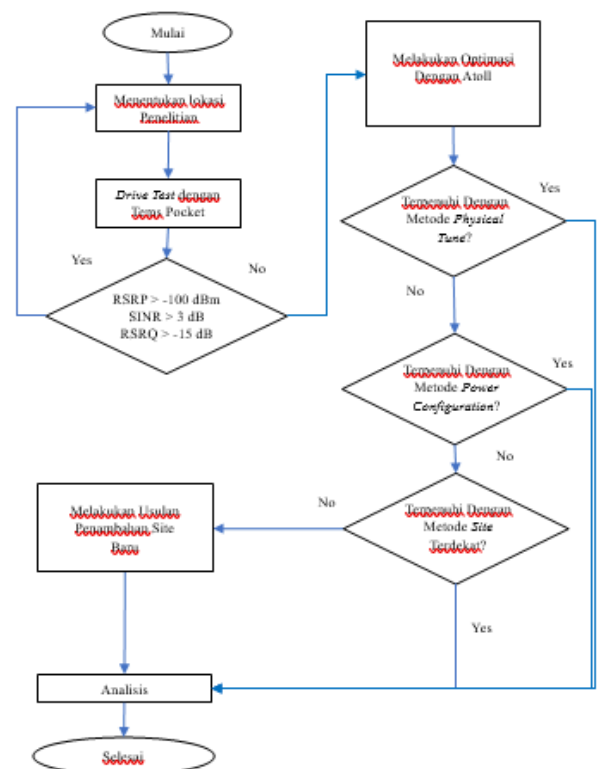
Agar nilai *quality of service* dari operator terjaga, ditargetkan tiap parameter pada setiap daerah memiliki standarisasi sebagai berikut.

TABEL V
Parameter Target Perbaikan

RSRP	SINR	RSRQ	Throughput
>-100 dBm	>3 dB	>-15 dB	> 7200 kbps

III. METODE

Berikut adalah metode penelitian yang digunakan dalam penelitian ini.



GAMBAR II
DIAGRAM ALIR PENELITIAN

Langkah pertama sebelum dilakukannya perbaikan jaringan adalah menentukan sebuah area yang diprediksi memiliki nilai performansi LTE yang buruk pada area tersebut. Berikutnya dilakukan *drive test* menggunakan *drive test device* yang telah dilakukan instalasi aplikasi Tems Pocket. Selanjutnya hasil dari *drive test* dapat dianalisis apakah salah satu dari ketiga fokus parameter yaitu RSRP, SINR, dan RSRQ memiliki nilai dibawah ketentuan. Apabila Tidak, maka dapat ditentukan kembali lokasi lain yang akan diteliti. Apabila ya, maka dapat dilanjutkan dengan optimasi jaringan. Metode pertama yang digunakan adalah *physical tuning*, apabila dengan metode ini semua parameter telah memenuhi target, maka dapat dilakukan analisis dan apabila belum maka

dilanjutkan ke metode *power configuration*. Begitupula dengan metode ini, apabila sudah memenuhi standar ketentuan KPI, maka dapat dilanjutkan ke analisis perbaikan dan apabila belum memenuhi target maka dilanjutkan menggunakan metode ketiga yaitu penggunaan *site* terdekat untuk memperbesar *coverage*.

Apabila sudah memenuhi target KPI, maka nilai dapat dilanjutkan ke analisis perbaikan dan apabila belum dapat menggunakan metode terakhir yaitu penambahan *site* baru. Apabila telah menggunakan metode ini, performansi jaringan pasti sudah memenuhi target KPI untuk empat parameter. Oleh karena itu dapat dilakukan analisis perbaikan guna mendapatkan kesimpulan dari penelitian yang telah dilakukan.

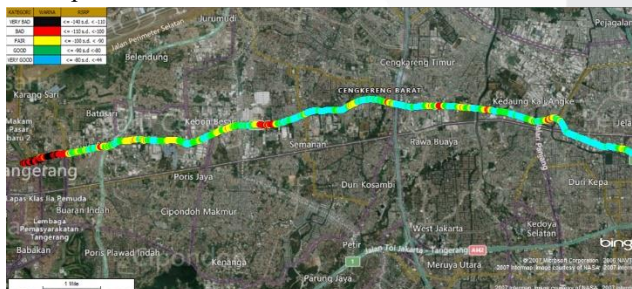
IV. HASIL DAN PEMBAHASAN

Telah dilakukan drive test di Jalan Daan Mogot dengan rute kota Tangerang menuju Jakarta. Kedua drive test ini dilakukan menggunakan layanan yang berbeda dan Jalur yang sedikit berbeda, yakni melewati *flyover* Pesing dan tidak melewati *flyover* Pesing. Adapun parameter yang digunakan selama *drive test* dilakukan adalah RSRP, SINR, dan RSRQ. Lebih jelasnya dapat dilihat pada Tabel berikut.

TABEL VI
DUA STUDI KASUS PENELITIAN

Studi Kasus	Layanan Drive Test	Perbedaan Rute	Frekuensi Penggunaan	Jumlah Bad Spot
I	Video Call by Line App	Tidak Melalui Jalan Layang Pesing	LTE 1800 MHz	6
II	Youtube Streaming by Tems	Melalui Jalan Layang Pesing	LTE 1800 MHz	7

Selanjutnya adalah hasil dari ketiga parameter yang tercatat selama *drive test* dilakukan. Berikut adalah hasil *drive test* di sepanjang Jalan Daan Mogot untuk studi kasus pertama



GAMBAR III
HASIL RSRP DRIVE TEST I

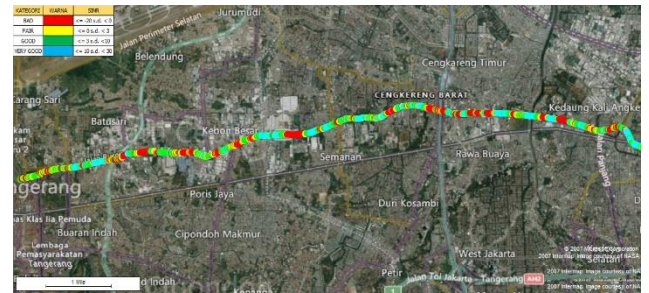
Rincian dari RSRP pada *drive test* ini adalah sebagai berikut.

TABEL VII
RINCIAN RSRP DRIVE TEST I

Level (dBm)	Kategori	Warna	Jumlah Titik
≤ -140 s.d. < -110	Sangat Buruk	Black	1408
≤ -110 s.d. < -100	Buruk	Red	2923

≤ -100 s.d. < -90	Cukup	Yellow	6582
≤ -90 s.d. < -80	Baik	Green	9671
≤ -80 s.d. < -44	Sangat Baik	Blue	12305

Parameter selanjutnya adalah SINR, yang dapat dilihat pada Gambar dan Tabel berikut.

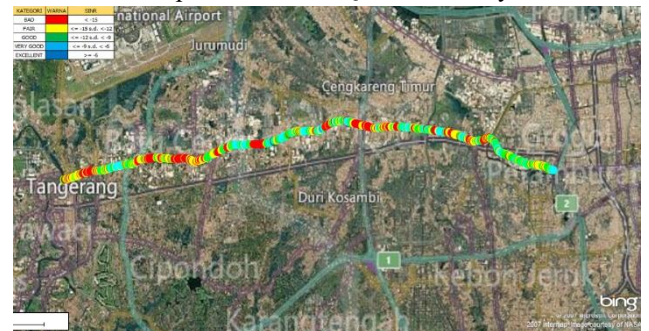


GAMBAR IV
HASIL SINR DRIVE TEST I

TABEL VIII
RINCIAN SINR DRIVE TEST I

Level (dBm)	Kategori	Warna	Jumlah Titik
≥ -20 s.d. < 0	Buruk	Red	5403
0 s.d. < 3	Cukup	Yellow	2919
3 s.d. < 10	Baik	Green	6876
10 s.d. > 30	Sangat Baik	Blue	6270

Parameter berikutnya adalah RSRQ. Berikut adalah hasil *drive test* parameter RSRQ dan rinciannya.



GAMBAR V
RSRQ DRIVE TEST I

TABEL IX
RINCIAN RSRQ DRIVE TEST I

Level (dBm)	Kategori	Warna	Jumlah Titik
< -15	Bad	Red	8244
-15 s.d. < -12	Fair	Yellow	8594
-12 s.d. < -9	Good	Green	8810
-9 s.d. < -6	Very good	Blue	6631
> -6	Excellent	Black	609

Dari hasil *drive test* yang didapatkan pada studi kasus pertama, dapat disimpulkan bahwa beberapa area di Jalan Daan Mogot mendapatkan nilai parameter yang kurang baik. Didapatkan enam titik area pada studi kasus pertama. Adapun area – area tersebut, mengacu kepada nilai RSRP yang didapatkan. Adapun hasil *drive test* studi kasus II adalah sebagai berikut.



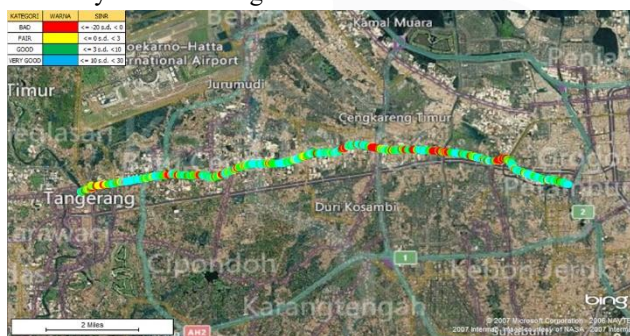
GAMBAR VI
RSRP DRIVE TEST II

Rincian dari RSRP pada studi kasus II dapat tertera pada tabel dibawah ini.

TABEL X
RINCIAN RSRP DRIVE TEST I

Level (dBm)	Kategori	Warna	Jumlah Titik
≤ -140 s.d. < -110	Sangat Buruk	Black	12
≤ -110 s.d. < -100	Buruk	Red	688
≤ -100 s.d. < -90	Cukup	Yellow	3753
≤ -90 s.d. < -80	Baik	Green	4462
≤ -80 s.d. < -44	Sangat Baik	Blue	5369

Adapun hasil *drive test* untuk parameter SINR dan rinciannya adalah sebagai berikut.

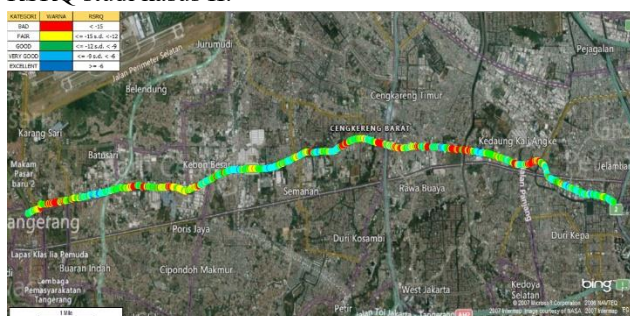


GAMBAR VIII
RINCIAN SINR DRIVE TEST II

TABEL XI
RINCIAN SINR DRIVE TEST II

Level (dBm)	Kategori	Warna	Jumlah Titik
≥ -20 s.d. < 0	Buruk	Red	1525
0 s.d. < 3	Cukup	Yellow	875
3 s.d. < 10	Baik	Green	2479
10 s.d. > 30	Sangat Baik	Blue	2601

Parameter terakhir yang diamati adalah RSRQ, berikut adalah hasil *drive test* dan rincian yang didapatkan RSRQ studi kasus II.



GAMBAR IX
RSRQ DRIVE TEST II

TABEL XII
RINCIAN RSRQ DRIVE TEST II

Level (dBm)	Kategori	Warna	Jumlah Titik
< -15	Bad	Red	2462
-15 s.d. < -12	Fair	Yellow	3199
-12 s.d. < -9	Good	Green	4125
-9 s.d. < -6	Very good	Blue	4006
> -6	Excellent	Dark Blue	311

Setelah semua hasil parameter dari kedua studi kasus telah didapatkan, selanjutnya adalah dilakukan perbaikan. Karena rute yang dilalui kedua studi kasus adalah sama, atau beririsan satu sama lain. Oleh karena itu, perbaikan akan fokus kepada *drive test* pertama. Mengacu kepada hasil yang didapatkan dari *drive test* pertama yang lebih buruk dibandingkan *drive test* kedua.

Didapatkan pula enam *bad spot* area yang akan menjadi fokus perbaikan. *Bad spot* adalah suatu area yang kurang mendapatkan cakupan dari *transmitter* sehingga mendapatkan hasil performansi yang buruk. Berikut adalah metode yang dilakukan di tiap *bad spot*.

TABEL XIII
METODE TIAP PERBAIKAN *BAD SPOT*

Kasus	Bad Spot	Metode I Physical Tune	Metode II Power Configuration	Metode III Coverage Site Terdekat	Metode IV Pembangunan Site Baru
I	1				
	2				
	3				
	4				
	5				
	6				

Tiap *bad spot* pasti memiliki nilai yang tiap parameter yang berbeda, wilayah eksisting yang berbeda, dan *site* yang berbeda. Oleh karena itu, penanganan perbaikan tiap *bad spot* tentu berbeda. Maksud dari warna krem pada Tabel adalah tahap metode yang digunakan, dan apabila berwarna putih berarti tahap metode tersebut tidak digunakan dan sudah teratasi dengan metode sebelumnya.

Tahap perbaikan diawali menggunakan metode *physical tuning*, apabila hasil dari keempat parameter perbaikan yakni RSRP, SINR, RSRQ, dan *throughput* telah memenuhi standar ketentuan KPI, maka tidak dilanjutkan ketahap berikutnya, dan apabila salah satu atau beberapa atau bahkan keseluruhan parameter belum memenuhi standar KPI, maka dilanjutkan ke tahap kedua yakni *power configuration*.

Sama dengan tahap sebelumnya, apabila sudah memenuhi target KPI maka perbaikan pada area tersebut selesai, dan apabila belum memenuhi standar KPI maka akan dilanjutkan ke tahap ketiga yakni metode penambahan *coverage* dari *site* terdekat. Apabila sudah memenuhi standar KPI, maka perbaikan selesai. Apabila belum memenuhi standar KPI, maka perbaikan akan

dilanjutkan ke tahap terakhir yakni membangun *site* baru. Tentu dengan metode ini perbaikan akan selesai, karena dengan penambahan *site* baru akan meningkatkan performansi tiap parameternya.

TABEL XIV
HASIL *BAD SPOT* SEBELUM PERBAIKAN

Studi Kasus	Bad Spot	RSRP (dBm)	SINR (dB)	RSRQ (dB)	Throughput (kbps)
I	1	-111,54	9,49	-13,96	28.739,02
	2	-108,32	11,35	-13,74	49.467,34
	3	-107,25	2,04	-16,07	13.975,06
	4	-108,15	2,44	-15,98	13.674,6
	5	-106,41	1,88	-15,85	14.562,09
	6	-106,79	2,24	-15,6	16.135,83

Keterangan Warna: Sangat Buruk (Merah) Buruk (Oranye) Cukup (Kuning) Baik (Hijau) Sangat Baik (Biru)

Dari enam *bad spot* fokus perbaikan, nilai parameter paling buruk yang tercatat adalah nilai RSRP, karena mayoritas nilai yang didapatkan berada dikategori Buruk. Selanjutnya adalah nilai RSRQ dengan empat dari enam *bad spot* mendapatkan nilai yang buruk.

TABEL XV
HASIL PERBAIKAN TIAP *BAD SPOT*

Bad Spot	Metode	RSRP (dBm)	SINR (dB)	RSRQ (dB)	Throughput (kbps)
1	SB	-96.8	11.03	-13.85	42692.01
2	ST	-97.74	16.79	-13.53	73568.21
3	PT	-97.74	16.79	-13.53	73568.21
4	PC	-95.3	12.31	-13.84	76736.63
5	PC	-97.74	6.89	-14.46	39194.04
6	PT	-98.73	10.1	-13.85	58185.03

Keterangan: PT (Physical Tune); PC (Power Configuration); ST (Site Terdekat); SB (Site Baru)

Sesuai dengan perencanaan perbaikan, tiap metode yang digunakan untuk memperbaiki suatu daerah yang memiliki performansi yang kurang baik dilakukan pertama menggunakan metode *physical tuning*, setelah itu metode *power configuration*, metode penggunaan *site* terdekat, dan terakhir adalah penggunaan *site* baru.

Dengan kategori perbaikan sesuai dengan standar ketentuan KPI, tiap parameter dari semua *bad spot* sudah mendapatkan hasil yang mencukupi batas minimum nilai parameter dengan target RSRP > -100 dBm, SINR > 3 dB, RSRQ > -15 dB, dan *throughput* > 7200 kbps.

V. KESIMPULAN

Dari hasil analisis yang telah didapatkan dari hasil *drive test* dan perbaikan menggunakan empat metode. Disimpulkan bahwa *drive test* studi kasus pertama mendapatkan nilai yang lebih buruk dibandingkan studi kasus kedua. Karena rute yang dilakui adalah sama, digunakan studi kasus pertama sebagai sampel perbaikan. Didapatkan enam *bad spot* dan telah dilakukan perbaikan menggunakan empat metode. Metode utama perbaikan adalah metode *physical tuning*. Metode ini digunakan semua *bad spot* karena efektifitas perbaikannya. Alasannya adalah metode ini mengarahkan *transmitter* secara langsung ke *bad spot area* dan semua parameter dari hasil perbaikan yang telah dilakukan mendapatkan nilai yang diatas standar *key performance indicator*.

REFERENSI

- [1] Liputan6, "Jalan Daan Mogot Diberlakukan Satu Arah, Pengendara Keluhkan Lalu Lintas Macet Parah", [Online]. Available: <https://www.liputan6.com/news/read/4893012/jalan-daat-mogot-diberlakukan-satu-arrah-pengendara-keluhkan-lalu-lintas-macet-parah> [Accessed : 20-Jul-2022]
- [2] W. Lingga, et al., "4G Handbook Edisi Bahasa Indonesia", 2014.
- [3] RCRWireless, "Test Type and parameters for LTE Driving Testing." [Online]. Available: <https://www.rcrwireless.com/20140509/fundamentals/lte-drive-test-test-types-parameters> [Accessed: 18-Dec-2021].
- [4] S. Purnomo, M. Eko Sulistyo, and L. Alvionita, "Optimization Of 4G LTE (Long Term Evolution) Network Coverage Area In Sub Urban" 2020.
- [5] W. Setiaji, A.A. Muayyadi, and H. Wijanto, "Analisis Performansi dan Optimasi Jaringan Long Term Evolution (LTE) Pada Wilayah Tol PADALEUYNI". E-Proceeding of Engineering Vol. 5, No.1, Mar.2018
- [6] I.D.G.P Warsika, N.M.A.E.D Wirastutim and P.K. Sudiarta, "Analisa Throughput Jaringan 4G LTE dan Hasil Drive Test pada Cluster Renon", Jurnal Spektrum Vol.22, No. 1, Mar.2019.

