

ANALISIS OPTIMASI *COVERAGE* JARINGAN *LONG TERM EVOLUTION* (LTE) TDD PADA FREKUENSI 2300 MHZ DI WILAYAH DKI JAKARTA

Andi Chaerunisa Utami Putri ¹⁾, Uke Kurniawan Usman ²⁾, Sigit Puspito Wigati Jarot ³⁾

^{1),2),3)} Teknik Telekomunikasi, Universitas Telkom
Jl. Telekomunikasi No. 1 Bandung
Email : utamichaerunisa@gmail.com

Abstrak . Pada tahap perencanaan, jaringan LTE didesain agar dapat mencapai KPI (Key Performance Indicator) yang telah ditentukan. KPI merupakan acuan para engineer dalam menentukan performansi kondisi akses radio frekuensi. Pada jaringan yang telah digelar, layanan LTE sulit untuk memenuhi target KPI sehingga diperlukan optimasi perbaikan kualitas jaringan. Beberapa parameter yang diukur adalah mean throughput, RSRP (Radio Signal Received Power), dan SINR (Signal to Interference Noise Ratio).

Pada penelitian ini, dilakukan analisis optimasi jaringan LTE (Long Term Evolution) mode TDD (Time Division Duplexing) frekuensi 2300 MHz di Daerah DKI Jakarta dengan menggunakan konfigurasi bandwidth 20 MHz. Penelitian ini menggunakan skenario penggunaan struktur TDD subframe yang berbeda, physical tuning, dan implementasi higher-order MIMO sebagai rekomendasi perbaikan untuk jaringan LTE TDD di DKI Jakarta.

Berdasarkan hasil perhitungan dan simulasi, diperoleh nilai mean throughput meningkat dari 4,3 Mbps menjadi 23,5 Mbps dengan target KPI ≥ 20 Mbps. Persebaran nilai rata-rata RSRP meningkat dari $100\% \leq -80$ dBm menjadi $94,48\% \geq -80$ dBm dengan target KPI $80\% \geq -80$ dBm. Persebaran nilai rata-rata SINR meningkat dari $16,4\% \geq 5$ dB menjadi $50,531\% \geq 5$ dB dengan target KPI $50\% \geq 5$ dB. Parameter tinjauan menunjukkan telah memenuhi target KPI pada jaringan LTE TDD di DKI Jakarta.

Kata kunci: LTE, TDD, mean throughput, RSRP, SINR, network optimization

1. Pendahuluan

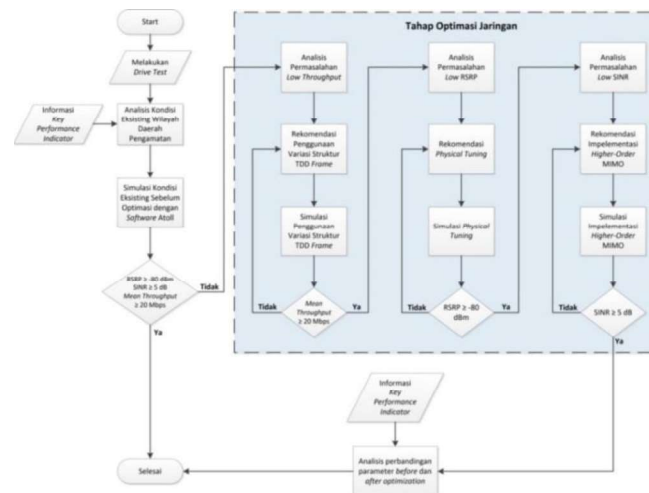
Penggelaran jaringan LTE di Indonesia dilakukan di berbagai kota di Indonesia, salah satunya di wilayah DKI Jakarta. Penggelaran jaringan LTE harus dilakukan perencanaan secara baik agar dapat memenuhi KPI (Key Performance Indicators) yang telah ditetapkan. Kendatipun demikian, diperlukan pemeriksaan kualitas sinyal setelah jaringan LTE digelar. Pemeriksaan sinyal tersebut dinamakan *drive test*. Hasil data *drive test* disebut *logfile*. Namun, pada *logfile* sering kali diperoleh hasil yang tidak sesuai yang diinginkan pada saat perencanaan. Oleh karena itu, diperlukanlah perbaikan jaringan LTE yang ada untuk menemukan permasalahan yang terjadi pada jaringan ^[1].

Permasalahan pada penelitian ini adalah melakukan perbaikan jaringan menggunakan skenario penggunaan variasi struktur TDD *subframe*, skenario *physical tuning*, dan implementasi *higher-order* MIMO. Daerah yang menjadi penelitian perbaikan jaringan LTE ialah DKI Jakarta yang memiliki area bermasalah (Jakarta Pusat), menggunakan pendekatan *computation zone* yang berupa sampel wilayah dari hasil *drive test* yang mengalami permasalahan. Simulasi jaringan LTE dilakukan pada operator Smartfren dengan frekuensi 2300 MHz dengan mode *duplexing* TDD mengikuti parameter dokumen *engineer parameter*. Data hasil *drive test* yang akan dianalisis menggunakan data pada bulan September 2016. Tinjauan perbaikan jaringan hanya sebatas pada layer *physical* atau layer RF (Radio Frequency) pada jaringan LTE saja. Parameter *output* yang ditinjau adalah RSRP, SINR, dan *mean throughput*. Simulasi perancangan menggunakan *software* Actix Analyzer dan *software* Atoll 3.2.

2. Pembahasan

Pada penelitian ini, tahapan yang jelas dan sistematis diperlukan agar dapat diperoleh solusi pada jaringan LTE TDD yang mengalami *low throughput*, *low* RSRP, dan *low* SINR. Dalam penelitian ini,

proses perbaikan jaringan dalam meningkatkan kualitas dan performansinya dibagi menjadi beberapa tahapan seperti pada Gambar 1.



Gambar 10. Diagram alur perbaikan jaringan LTE TDD

Seperti Gambar 1, perbaikan jaringan yang dilakukan menggunakan skenario penggunaan variasi struktur TDD *subframe*, skenario *physical tuning*, dan implementasi *higher-order MIMO*.

2.1. Kondisi Eksisting

Jaringan LTE TDD yang digelar di DKI Jakarta menggunakan band 40 yakni frekuensi 2300 MHz dengan klasifikasi morfologi daerah *dense urban* dan *urban*. Pada jaringan ini diterapkan metode *carrier aggregation intra-band contiguous* dimana komponen *carrier* bersebelahan pada *band* frekuensi yang sama dengan komponen *carrier* sebesar 20 MHz dan komponen *carrier* kedua sebesar 10 MHz, menggunakan skenario *planning* tipe 1 dimana kedua sel saling *overlaid* serta memiliki *coverage* yang sama [2]. Jenis antenna yang digunakan adalah tri-sektor *band* 2300 MHz dengan kemampuan HPBW (*Half Power Beam Width*) 65 derajat. *Site* yang ditinjau dalam penelitian ini adalah *site* yang berlokasi di sekitar area pengukuran *drive test* dengan analisis area *computation zone* yang berupa sampel wilayah dari hasil *drive test* yang mengalami permasalahan.

Dari hasil *drive test* yang ditunjukkan menggunakan *software* Actix Analyzer, diperoleh hasil layanan mengalami RRC *Connection Drop* hingga 68,2% dan *handover failure* hingga 1,2%. Setelah dianalisis lebih mendalam, penyebab performansi jaringannya buruk dikarenakan jaringan mengalami permasalahan seperti kasus *poor coverage* dan interferensi. Hal ini dapat dilihat dengan meninjau parameter *mean throughput*, RSRP, dan SINR. Pada *logfile*, ditunjukkan bahwa dari hasil pengukuran *drive test* jaringan eksisting, diperoleh nilai parameter sebagai berikut:

1. Nilai persebaran *mean throughput* adalah 4.268,3300002502 kbps.
2. Nilai persebaran RSRP memiliki rentang dari -140 dBm hingga -100 dBm dengan nilai rata-rata -117,7 dBm.
3. Nilai persebaran SINR memiliki rentang dari -20 dB hingga 15 dB dengan rata-rata -0,112.

2.2. Skenario Perbaikan Jaringan

2.2.1 Key Performance Indicator

Key Performance Indicator atau KPI merupakan nilai indikator performansi dari suatu jaringan. Bagus tidaknya suatu jaringan dapat dilihat dari nilai KPI yang dicapai [3] [4]. KPI digunakan sebagai target pencapaian yang digunakan oleh vendor ataupun operator telekomunikasi. Target KPI dari parameter tinjauan pada jaringan LTE TDD dapat dilihat pada Tabel 1.

Tabel 1. *Key Performance Indicator* jaringan LTE TDD

Objective	Parameter	Target KPI
Integrity	Mean throughput	≥ 20 Mbps
Uji Coverage	RSRP	$80\% \geq -80$ dBm

Uji Kualitas Sinyal	SINR	$50\% \geq 5 \text{ dB}$
Accessibility	Blocked/rejected user	$< 2\%$

2.2.2 Skema Penggunaan Variasi Struktur TDD Subframe

Pada mode *duplexing* TDD, digunakan *unpaired spectrum* dimana *bandwidth* kanal yang digunakan untuk UL dan DL sama namun dibedakan berdasarkan waktu sehingga tidak diperlukan *duplexer* pada *receiver* dan *transmitter*. Oleh karena itu, terdapat susunan konfigurasi TDD *subframe* yang berbeda untuk proses transmisinya [5]. Dalam memilih konfigurasi yang berbeda dapat menghasilkan nilai *throughput* yang berbeda. Jenis konfigurasi dari TDD *subframe* dapat dilihat pada Gambar 2.

Config	Period (ms)	SF 0	SF 1	SF 2	SF 3	SF 4	SF 5	SF 6	SF 7	SF 8	SF 9
0	5	D	S	U	U	U	D	S	U	U	U
1		D	S	U	U	D	D	S	U	U	D
2		D	S	U	D	D	D	S	U	D	D
3	10	D	S	U	U	U	D	D	D	D	D
4		D	S	U	U	D	D	D	D	D	D
5		D	S	U	D	D	D	D	D	D	D
6	5	D	S	U	U	U	D	S	U	U	D

Gambar 11. Konfigurasi Struktur TDD Subframe [4]

Keterangan:

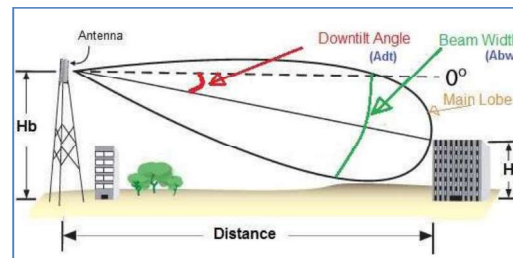
U : Uplink

D : Downlink

S : Special subframe

2.2.3 Skema Physical Tuning

Skema *physical tuning* merupakan metode perbaikan dimana perbaikan dilakukan dengan cara mengubah atau mengatur perangkat fisik yang ada pada jaringan. *Physical tuning* yang dapat dilakukan antara lain mengatur *tilting* antena, ketinggian antena, *azimuth* antena, dan lain sebagainya. *Tilting* merupakan pengarah sudut elevasi pada antena. Tujuan dari *tilting* agar pancaran dari antena mengarah pada area yang lebih spesifik sehingga setiap sel sesuai dengan desain perencanaan awal. Terdapat dua jenis *tilting* yakni *mechanical tilting* dan *electrical tilting* dengan skema *uptilt* atau *downtilt*. *Uptilt* adalah kondisi dimana pengarah inklinasi antena ke arah atas, sedangkan *downtilt* kondisi dimana pengarah inklinasi antena ke bawah [1][5][6].



Gambar 12. Ilustrasi *mechanical tilting* [6]

Perubahan sudut *tilting* pada penelitian ini menggunakan pendekatan *mechanical tilting* dengan rumus sebagai berikut [5]:

$$\text{Sudut tilting } (\alpha) = \tan^{-1} \frac{(Hb-Hr)}{\text{jarak (m)}} \quad (1)$$

Selain itu, pengaturan tinggi antena juga diperlukan dalam metode *physical tuning* apabila daya pancar dari antena terhalang oleh *obstacle* sehingga tidak memenuhi kondisi LOS (*Line of Sight*). Pendekatan pengaturan tinggi antena menggunakan rumus sebagai berikut [5]:

$$\text{Tinggi antena (mdpl)} = (\text{jarak (m)} \cdot \tan \alpha) + Hr \text{ (mdpl)} \quad (2)$$

Keterangan:

Hb : tinggi antena pemancar (mdpl)

Hr : tinggi antena penerima (mdpl)
 α : sudut *tilting* antena

2.2.4 Skema Implementasi *Higher-order* MIMO

Teknik MIMO (*Multiple Input Multiple Output*) merupakan pendekatan revolusioner dalam pengiriman dan penerimaan data untuk komunikasi seluler generasi selanjutnya. MIMO dapat mengirimkan dua atau lebih data pada kanal radio yang sama dalam satu waktu dimana teknik ini memanfaatkan *multi-path* dalam pengiriman dan penerimaan datanya. Terdapat beberapa konsep MIMO yang distandardisasikan oleh 3GPP antara lain sebagai berikut [7] [8]:

1. *Spatial multiplexing*
Konsep ini memanfaatkan sejumlah antena untuk mengirim dan menerima data dimana sejumlah *stream* data yang berbeda dikirimkan secara bersamaan dan simultan. Hal ini bertujuan untuk meningkatkan *data rate* sehingga dapat memaksimalkan *throughput user* yang memiliki nilai SINR tinggi.
2. *Transmit diversity*
Konsep ini juga memanfaatkan sejumlah antena untuk mengirim dan menerima data dimana satu *stream* data digandakan sesuai dengan jumlah antena pemancar dan dikirimkan secara bersamaan. Hal ini bertujuan untuk mengurangi efek dari *fading* sehingga dapat meningkatkan nilai SINR, terutama bagi *user* yang berada di *cell-edge*.

2.3. Analisis dan Hasil Simulasi Jaringan

Low throughput pada jaringan dapat disebabkan oleh kondisi daya terima sinyal atau kualitas sinyal yang buruk, serta kapasitas jaringan yang tidak mencukupi dalam melayani *user* pada area tersebut. Pada penelitian ini, *low throughput* disebabkan karena kapasitas jaringan yang tidak mencukupi dalam melayani kebutuhan *user*. Hal ini ditunjukkan dari simulasi kondisi eksisting bahwa *user* mengalami *connection drop* hingga 68,2% pada jaringan. Oleh karena itu, dilakukan rekomendasi penggunaan struktur TDD *subframe* yang berbeda untuk setiap *component carrier*, yakni sebagai berikut:

1. *Component carrier* 1 dengan *bandwidth* kanal 20 MHz menggunakan struktur TDD *subframe* konfigurasi 2 yang bersifat *downlink heavy* (DSUDDSUDD).
2. *Component carrier* 2 dengan *bandwidth* kanal 10 MHz menggunakan struktur TDD *subframe* konfigurasi 6 yang bersifat *uplink heavy* (DSUUUDSUUD).

Jaringan eksisting juga mengalami *low RSRP*, disebabkan karena pada saat *drive test*, jaringan di daerah tersebut mengalami interferensi dari *site* lain dimana terdapat *site-site* yang menyebabkan interferensi dimana cakupan areanya yang terlalu jauh dimana mencapai 1 km lebih padahal radius awal yang direncanakan ialah 300 m, sehingga *coverage* dari *site-site* tersebut mengganggu *coverage* dari *site* yang berada lebih dekat dari lokasi *user*. Peristiwa ini disebut *overshooting*. Skenario perbaikan jaringan yang disarankan adalah melakukan *adjustmen tilting* antena dengan metode *downtilt*. Selain itu, penyebab dari *low RSRP* ialah *poor coverage* dimana terdapat *obstacle* antara *transmitter* dan *receiver*. Data menunjukkan bahwa *receiver* tertutup oleh suatu *obstacle* tinggi yang menyebabkan berkurangnya daya terima oleh *user*. Fenomena ini disebut dengan *shadowing*. Skenario perbaikan jaringan yang disarankan adalah mengatur ketinggian antenna untuk mencapai kondisi *Line of Sight* (LOS). Rekomendasi yang dilakukan dapat dilihat pada Tabel 2 dan Tabel 3 menggunakan persamaan (1) dan (2).

Tabel 2. Rekomendasi optimasi pada kasus *overshooting*

Nama Site	ID Site	ID eNodeB	Sebelum Optimasi (<i>Tilting</i> Eksisting)	Sesudah Optimasi (<i>Downtilt</i>)
Wisma Bhakti M	NJKT_0411	NJKT 0411 1	4°	6°
		NJKT 0411 3	4°	6°
IBS MCP	NJKT_1395	NJKT 1395 1	0°	6°
MGK Kemayoran	NJKT_0547	NJKT 0547 1	7°	12°
		NJKT 0547 2	7°	12°
		NJKT 0547 3	7°	12°
Bentengan	NJKT 1510	NJKT 1510 2	0°	5°

Tabel 3. Rekomendasi optimasi pada fenomena *shadowing*

Nama Site	ID Site	ID eNodeB	Tinggi Antena Sebelum Optimasi	Tinggi Antena Sesudah Optimasi
IBS	NJKT_1388	NJKT_1388_1	15 m	25 m
		NJKT_1388_2		
		NJKT_1388_3		
Martinizing	NJKT_0540	NJKT_0540_1	10 m	15 m
		NJKT_0540_2		
		NJKT_0540_3		
Gedung Linggar Jati	NJKT_0665	NJKT_0665_1	21 m	26 m
		NJKT_0665_2		
		NJKT_0665_3		

Pada jaringan eksisting ditemui permasalahan *low SINR*. Rekomendasi bertujuan agar nilai *SINR* pada jaringan memenuhi target KPI sehingga jumlah *user* yang ditolak oleh jaringan berada di bawah 2%. Pada jaringan eksisting, digunakan konfigurasi MIMO 2x2 dengan teknik *spatial multiplexing*. Konsep ini dapat meningkatkan *data rate* dan *throughput* pada *user* yang memiliki *SINR* tinggi karena *stream* data berbeda dikirimkan secara bersamaan dan simultan. Rekomendasi perbaikan jaringan yang dilakukan yakni implementasi *higher-order* MIMO dimana konfigurasi MIMO yang digunakan ialah MIMO 4x4 [9]. Jaringan LTE ini merupakan 3GPP Release 8 sehingga orde maksimum MIMO yang digunakan ialah 4 [10]. Dalam meningkatkan *SINR*, konsep MIMO yang digunakan ialah teknik *transmit diversity* dimana *stream* data direplika menjadi sejumlah *stream* data sesuai dengan orde MIMO yang digunakan. Setiap *stream* data akan mengalami *fading* yang berbeda dimana terjadi pemanfaatan transmisi secara *multi-path*. Teknik *transmit diversity* ini bertujuan untuk mengurangi efek *fading* dan meningkat nilai *SINR* jaringan secara keseluruhan.

Pada penelitian ini, dilakukan simulasi trafik untuk mengetahui jumlah *user* yang mengalami *blocked call* (KPI *accessibility*) atau *rejected user* dengan menggunakan parameter sebagai berikut:

Tabel 4. Parameter simulasi *traffic*

Parameter	Keterangan	Parameter	Keterangan
Luas area tinjauan	58,274 km ²	Layanan	High speed internet
Mobility user	• 50% fixed • 10% pedestrian • 30% mobile (50 km/jam) • 10% mobile (90 km/jam)	Min. throughput layanan	UL : 12 kbps DL : 64 kbps
Lokasi user	Random	Jenis terminal user	100% MIMO terminal

Setelah dilakukan simulasi menggunakan skenario perbaikan jaringan yang disarankan. Skenario 1 adalah skenario penggunaan variasi struktur TDD *subframe*, skenario 2 adalah skenario *physical tuning*, dan skenario 3 adalah skenario implementasi *higher-order* MIMO.

Tabel 5. Kondisi performansi parameter tinjauan sebelum dan sesudah perbaikan jaringan

Skenario	Parameter	Sebelum Perbaikan	Rekomendasi Perbaikan Jaringan	Setelah Perbaikan
1	Mean throughput	4,3 Mbps	Penggunaan variasi struktur TDD <i>subframe</i>	29,8 Mbps
	RSRP	100% < -80 dBm		73,31% ≥ -80 dBm
	SINR	16,4% ≥ 5 dB		39,918% ≥ 5 dB
	Rejected user (< 2%)	68,2%		38,6%
2	Mean throughput	29,8 Mbps	<i>Physical tuning</i> (pengaturan <i>tilting</i> antena untuk <i>overshooting site</i> dan pengaturan tinggi antena untuk <i>site</i> yang memiliki <i>obstacle</i> pada <i>coverage area</i>)	31,5 Mbps
	RSRP	73,31% ≥ -80 dBm		87,6% ≥ -80 dBm
	SINR	39,918% ≥ 5 dB		48,05% ≥ 5 dB
	Rejected user (< 2%)	38,6%		36,1%
3	Mean throughput	31,5 Mbps	Implementasi penggunaan	23,5 Mbps

Skenario	Parameter	Sebelum Perbaikan	Rekomendasi Perbaikan Jaringan	Setelah Perbaikan
	RSRP	$87,6\% \geq -80 \text{ dBm}$	MIMO 4x4	$94,48\% \geq -80 \text{ dBm}$
	SINR	$48,05\% \geq 5 \text{ dB}$		$50,531\% \geq 5 \text{ dB}$
	<i>Rejected user</i> ($< 2\%$)	36,1%		1,7%

3. Simpulan

Kesimpulan dari penelitian ini adalah setelah dilakukan perbaikan jaringan menunjukkan adanya peningkatan nilai *mean throughput*, RSRP dan SINR, serta jumlah *connected user*. Diperoleh nilai *mean throughput* meningkat dari 4,3 Mbps menjadi 23,5 Mbps dengan target KPI $\geq 20 \text{ Mbps}$. Persebaran nilai rata-rata RSRP meningkat dari $100\% \leq -80 \text{ dBm}$ menjadi $94,48\% \geq -80 \text{ dBm}$ dengan target KPI $80\% \geq -80 \text{ dBm}$. Persebaran nilai rata-rata SINR meningkat dari $16,4\% \geq 5 \text{ dB}$ menjadi $50,531\% \geq 5 \text{ dB}$ dengan target KPI $50\% \geq 5 \text{ dB}$. Hal ini menunjukkan bahwa skenario perbaikan jaringan yang dilakukan berhasil memenuhi target KPI dan berhasil mengatasi permasalahan *low mean throughput*, *low RSRP*, dan *low SINR* pada jaringan LTE TDD di wilayah DKI Jakarta.

Daftar Pustaka

- [1] Huawei, "LTE Optimization Guide V1.0 LTE RNPS," Huawei Technologies Co., Ltd., Shenzhen, 2013.
- [2] C. Cox, An Introduction of LTE, New Jersey: Wiley, 2012.
- [3] Huawei, "KPI Reference," Huawei Technologies Co., Ltd., Shenzhen, 2012.
- [4] R. Kreher and K. Gaenger, LTE Signaling: Troubleshooting and Optimization, New Jersey: Wiley, 2010.
- [5] A. ElNashar, M. A. El-saidny and M. Sherif, Design, Deployment and Performance of 4G-LTE Networks, New Jersey: Wiley, 2014.
- [6] Leopedrini, "What is Antenna Electrical and Mechanical Tilt (and How to use it)?," telecomHall, 13 October 2011. [Online]. Available: <http://www.telecomhall.com/what-is-antenna-electrical-and-mechanical-tilt-and-how-to-use-it.aspx>. [Accessed 5 August 2016].
- [7] B. Y. Cho, "3GPP Release 8 Overview," 23 September 2010. [Online]. Available: <http://www.slideshare.net/allabout4g/3gpp-lte-rel-8-overview>. [Accessed 12 March 2016].
- [8] S. Sesia, I. Toufik and M. Baker, LTE - The UMTS Long Term Evolution, New Jersey: Wiley, 2009.
- [9] Huawei, "LTE RF Optimization Guide v1.0," Huawei Technologies Co., Ltd., Shenzhen, 2012.
- [10] J. Furuskog, B. Hagerman, K. Werner and M. Riback, "Field trials of LTE with 4x4 MIMO," Ericsson, Stockholm, 2010.