

Analisis Peningkatan Kualitas dan Kapasitas Jaringan Seluler PT. XL Axiata pada Area Jawa Tengah bagian Utara melalui Proyek *Swap* dan Modernisasi

Eva Yovita Dwi Utami¹, Pravita Ananingtyas Hanika²

Program Studi Teknik Elektro,
Fakultas Teknik Elektronika dan Komputer,
Universitas Kristen Satya Wacana, Salatiga
¹eva.utami@staff.uksw.edu,² irenepravita@yahoo.co.id,

Ringkasan

Dengan meningkatnya jumlah pelanggan dan permintaan berbagai jenis layanan menuntut ketersediaan *coverage*, kapasitas dan kualitas jaringan komunikasi bergerak yang handal. Pembangunan *Base Transceiver Station* (BTS) diperlukan agar operator mampu mencakup area lebih luas serta menyediakan kapasitas trafik yang mencukupi dan kualitas jaringan yang baik. Namun demikian pembangunan BTS baru seringkali mengalami permasalahan antara lain biaya yang mahal dan membutuhkan waktu yang cukup lama untuk mendapatkan ijin dari pemerintah maupun warga setempat. Proyek *swap* dan modernisasi di PT. XL Axiata Area Jawa Tengah bagian Utara merupakan sebuah proyek yang akan menukar perangkat 3G yang sebelumnya menggunakan BTS 3900 milik Huawei menjadi RBS 6000 milik Ericsson dan melakukan modernisasi perangkat 2G RBS 2000 menjadi RBS 6000. Dalam makalah ini akan dilaporkan hasil penelitian unjuk kerja jaringan seluler setelah dilakukannya proyek *swap* dan modernisasi ditinjau dari segi peningkatan kualitas dan kapasitas. Penelitian dilakukan di PT. XL Axiata Area Jawa Tengah bagian Utara pada *cluster* D5. Hasil penelitian menunjukkan peningkatan kualitas dilihat dari hasil *drive test* yaitu perbaikan *Rx Qual* sebesar 23,85%, E_c/N_0 sebesar 4,02% dan SQI sebesar 96,38%. Selain itu terdapat penurunan persentase *Call Drop Rate* (CDR) dan kenaikan persentase *Handover Success Rate*. Peningkatan kapasitas diperoleh dari penambahan kanal karena adanya perubahan arsitektur *hardware*, yaitu sebelumnya BTS untuk 2G hanya mempunyai 12 TRX per modul DRU menjadi 24 TRX per modul DRU dan BTS untuk 3G sebelumnya 256 CE per modul WRFU (UL/DL) menjadi 512 CE per modul DUW (UL/DL). Jumlah trafik yang mampu ditangani jaringan setelah adanya proyek *swap* dan modernisasi meningkat sebesar 34328,21 Erlang untuk 2G dan 36451674 Erlang untuk 3G. Penambahan kapasitas juga menurunkan terjadinya *blocked call*, yang ditunjukkan dengan berkurangnya *TCH Congestion Rate*.

Kata kunci: kapasitas, kualitas, trafik

1. Pendahuluan

Base Transceiver Station (BTS) atau *Radio Base Station* (RBS) merupakan elemen penting dalam jaringan bergerak seluler karena menyediakan koneksi fisik berupa kanal radio untuk *mobile station* yang berada dalam *cell site*-nya [1]. Karena itu BTS harus mampu memberikan kualitas sinyal yang bagus dalam jangkauannya dan menekan luas daerah

blank spot. Selain itu ketersediaan kanal untuk melayani panggilan maupun permintaan akses data dan kualitas sinyal terima yang baik menjadi penentu kualitas suatu jaringan akses radio.

Dengan meningkatnya jumlah pelanggan dan permintaan berbagai jenis layanan menuntut ketersediaan *coverage*, kapasitas dan kualitas jaringan komunikasi bergerak yang handal. Pembangunan BTS baru diperlukan agar operator mampu mencakup area yang lebih luas, menyediakan kapasitas trafik yang mencukupi dengan kualitas jaringan yang baik. Namun demikian pembangunan BTS baru sering mengalami permasalahan seperti biaya yang mahal dan membutuhkan waktu yang cukup lama untuk mendapatkan ijin dari pemerintah maupun warga setempat. Proyek *swap* dan modernisasi di PT. XL Axiata Area Jawa Tengah bagian Utara merupakan sebuah proyek yang akan menukar perangkat 3G yang sebelumnya menggunakan BTS 3900 milik Huawei menjadi RBS 6000 milik Ericsson dan melakukan modernisasi perangkat 2G RBS 2000 menjadi RBS 6000.

Kinerja jaringan radio ketika beroperasi dimonitor dengan nilai *key performance indicators* (KPI) [1]. Parameter KPI yang berkaitan dengan kualitas *voice* didasarkan pada statistik yang dihasilkan oleh jaringan yang bisa diperoleh dengan metode *drive test*. Ukuran kualitas adalah BER (*bit error rate*), FER (*frame error rate*) dan CDR (*call drop rate*). CDR juga berkaitan dengan *call success rate* (CSR) dan *handover success rate*.

Penggantian perangkat BTS dapat meningkatkan kapasitas, karena penambahan *Transmitter-Receiver* (TRX) dalam setiap modul *Digital Radio Unit* (DRU) di jaringan 2G dan *Channel Element* (CE) dalam setiap modul *WCDMA Radio Filter Unit* (WRFU) arah *uplink/downlink* (UL/DL) pada jaringan 3G. *Digital unit* yang dipakai pada RBS 6000 adalah *Digital Unit for WCDMA* (DUW). Perbaikan dari segi kualitas diharapkan terpenuhi pada jaringan 2G dan 3G karena sudah dalam *brand* yang sama dan menjadi *Single RAN* (*Radio Access Network*). Seperti halnya pada *coverage* dan kualitas, untuk menguji kapasitas jaringan setelah proses *swap* dan modernisasi, diperlukan juga data yang dikumpulkan dari *drive test* maupun dari *database* jaringan. Aspek yang penting untuk kapasitas adalah *dropped call* dan *congestion rate*.

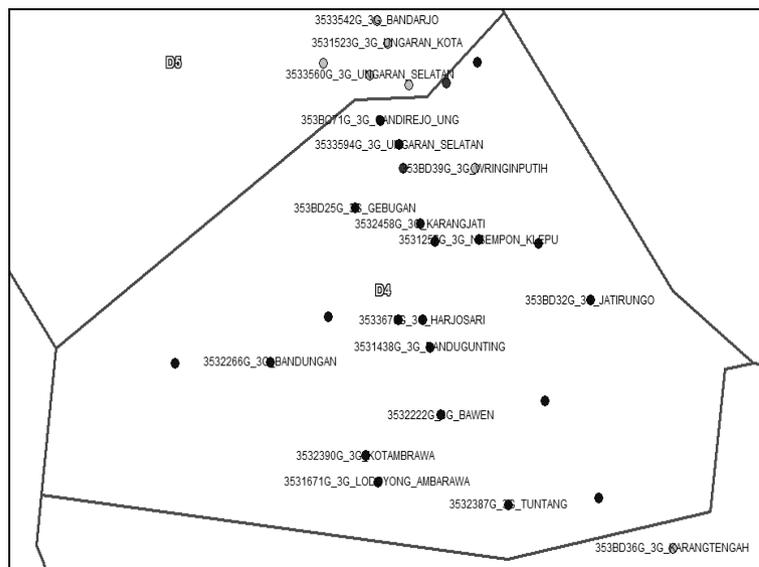
Hasil penelitian unjuk kerja jaringan seluler dengan proyek *swap* dan modernisasi ditinjau dari segi peningkatan *coverage* telah dibahas dalam [2]. Makalah tersebut melaporkan hasil peningkatan pada nilai *Rx Level* dan nilai RSCP sebagai parameter kuat sinyal terima masing-masing pada jaringan 2G dan 3G. Dilaporkan juga perluasan jarak jangkauan sel sebagai akibat peningkatan kuat sinyal terima tersebut. Oleh karena itu dalam makalah ini, pembahasan akan difokuskan pada peningkatan kinerja dari aspek kualitas dan kapasitas pada jaringan seluler PT. XL Axiata Area Jawa Tengah bagian Utara setelah proyek *swap* dan modernisasi.

Dalam bagian berikutnya yaitu bagian 2 akan dijelaskan metode penelitian yang telah dilakukan. Selanjutnya hasil dan analisis penelitian dibahas pada bagian 3 dan ditutup kesimpulan pada bagian 4.

2. Metode Penelitian

2.1. Kondisi Daerah yang Diteliti

Penelitian dilakukan pada jaringan PT. XL Axiata *cluster* D5 di daerah Ungaran Jawa Tengah, seperti terlihat pada Gambar 1. Pada *cluster* D5 terdapat 24 *site* 2G dan 21 *site* 3G.



Gambar 1. Peta Cluster D5 PT. XL Axiata

2.2. Metode Pengumpulan Data

Pengumpulan data diperoleh dari hasil *drive test* dan *database SQL Server* PT. XL Axiata Tbk Semarang. *Drive test* merupakan pengumpulan data yang dilakukan pada saat berada di luar ruangan (*outdoor*) dan dilakukan dengan berkendara (*drive*) menggunakan mobil [3]. Parameter yang diukur pada saat *drive test* adalah *Rx Level*, *Rx Qual*, *RSCP*, E_c/N_0 dan *SQI* [4]. Parameter yang diukur untuk melihat *voice quality* saat panggilan adalah *Call Drop Rate* dan *Handover Success Rate* yang diperoleh dari *report generator* hasil *drive test* pada *software TEMS Investigation 11.0*. Data yang diambil dari *database SQL Server* meliputi *SDCCH*, *TCH* dan *Payload Data Services*. Pengambilan data dilakukan sebelum dan setelah dilakukan proyek *swap* dan modernisasi. Parameter-parameter penelitian dijelaskan di bawah ini.

2.2.1. Rx Qual

Rx Qual merupakan tingkat kualitas sinyal 2G dari sinyal termodulasi yang diterima *MS*, yang merupakan konversi nilai BER [3][4]. Rentang nilai *Rx Qual* PT. XL Axiata ditunjukkan pada Tabel 1. Persentase peningkatan *Rx Qual* dinyatakan dalam Persamaan (1).

$$\text{Perbaikan}_{RxQual} = \frac{\%(RxQual \leq 4_{\text{sesudah}}) - \%(RxQual \leq 4_{\text{sebelum}})}{100 - \%(RxQual \leq 4_{\text{sebelum}})} \times 100\% \quad (1)$$

Tabel 1. Rentang Nilai *Rx Qual*, E_c/N_0 dan *SQI*

<i>Rx Qual</i>			E_c/N_0			<i>SQI</i>		
Level <i>Rx Qual</i>	Simbol Warna	Keterangan	E_c/N_0 (dB)	Simbol Warna	Keterangan	Level <i>SQI</i>	Simbol Warna	Keterangan
6 s/d 8	Merah	Buruk	-10 s/d 0	Biru Tua	Baik	-20 s/d 0	Merah	Buruk
4 s/d 8	Kuning	Cukup	-15 s/d -10	Biru Muda	Cukup	0 s/d 18	Kuning	Cukup
0 s/d 4	Hijau	Baik	-34 s/d -15	Abu-abu	Buruk	18 s/d 30	Hijau	Baik

2.2.2. E_c/N_0

Level interferensi yang berasal dari sel-sel lain dalam jaringan UMTS sering dikuantitaskan oleh perbandingan energi per *chip* terhadap daya total yang diterima atau disingkat E_c/N_0 [5]. Daya total terima ini mengandung sinyal dari penginterferensi sehingga diacu sebagai derau terhadap sinyal yang diinginkan. Rentang nilai E_c/N_0 yang digunakan oleh PT. XL Axiata Tbk dapat dilihat pada Tabel 1. Persentase peningkatan E_c/N_0 dinyatakan dalam Persamaan (2).

$$\text{Perbaikan}_{E_c/N_0} = \frac{\%(E_c/N_0 \geq -18\text{dB}_{\text{sesudah}}) - \%(E_c/N_0 \geq -18\text{dB}_{\text{sebelum}})}{100 - \%(E_c/N_0 \geq -18\text{dB}_{\text{sebelum}})} \times 100\% \quad (2)$$

2.2.3. *Speech Quality Index (SQI)*

SQI merupakan taksiran kualitas pembicaraan yang dirasakan oleh pendengar [3][4]. SQI merupakan parameter yang terdapat pada *software TEMS Investigation*. Nilai dari parameter SQI ini didasarkan pada nilai FER, BER dan *speech codec* yang digunakan. Rentang nilai SQI yang digunakan oleh PT. XL Axiata Tbk dapat dilihat di Tabel 1.

2.2.4. *Call Drop Rate (CDR)*

Call Drop Rate (CDR) merupakan persentase perbandingan antara *dropped call* dengan panggilan yang terlayani. *Dropped call* adalah suatu kondisi bilamana pembicaraan yang sedang berlangsung terputus sebelum *user* berniat mengakhiri pembicaraan [1]. Hal tersebut membuat ketidaknyamanan pelanggan saat berkomunikasi atau melakukan panggilan. Untuk mengetahui banyaknya *call drop* dan *call setup* dapat diketahui dari hasil *report generator* pada *software TEMS Investigation 11.0*.

2.2.5. *Handover Success Rate (HSR)*

Handover Success Rate merupakan persentase jumlah *handover* yang berhasil terjadi dibandingkan permintaan *handover*[1]. Saat melakukan panggilan dan dengan adanya mobilitas *user*, MS berpindah dari suatu sel ke sel yang lain, oleh karena itu diperlukan *handover* agar tidak terjadi *dropped call*. Idealnya nilai HSR adalah 100% karena jika kurang dari 100% terdapat kemungkinan terjadinya *dropped call*. Kegagalan *handover* dapat terjadi karena tidak tercantumnya BTS tujuan pada *neighbor list* BTS semula sehingga kedua BTS tidak saling mengenal. Efek ping-pong dapat dialami MS pada proses *handover* dikarenakan kedua BTS mempertahankan melayani MS. Kegagalan dapat juga terjadi jika pada saat dilaksanakan *handover* sel tujuan mengalami *overload traffic* sehingga panggilan dipertahankan oleh BTS hingga nilai kuat sinyal jatuh di bawah minimum dan akhirnya terjadi pemutusan panggilan.

2.2.6. *TCH Congestion Rate*

TCH Congestion Rate merupakan jumlah panggilan yang ditolak (*blocked call*) dibandingkan dengan jumlah permintaan untuk mengakses TCH yang terjadi saat *busy hour*[1]. *TCH Congestion* terjadi jika kanal TCH tidak tersedia.

3. Hasil dan Analisis Penelitian

3.1. Analisis Peningkatan Kualitas

3.1.1. Analisis Hasil *Drive Test* dengan Parameter *Rx Qual*

Hasil pengolahan *drive test* pada *MapInfo Profesional* 11.0 yang dilakukan pada *cluster* D5 dengan parameter *Rx Qual* ditunjukkan pada Gambar 2. Terlihat adanya perbedaan warna rentang *Rx Qual* di beberapa titik. *Rx Qual* merupakan parameter tingkat kualitas jaringan 2G. Semakin kecil nilai *Rx Qual* maka semakin baik pula kualitas jaringan 2G karena tingkat BER semakin kecil. Hasil pengolahan data *drive test* *Rx Qual* sebelum dan sesudah proyek *swap* dan modernisasi dapat dilihat pada Tabel 2.

Tabel 2. Hasil Perbandingan *Rx Qual* Sebelum dan Sesudah Proyek *Swap* dan Modernisasi.

Level <i>Rx Qual</i>	Sebelum (%)	Sesudah (%)
0 s.d. 4	80,76%	85,34%
4 s.d. 8	8,98%	7,62%
6 s.d. 8	10,25%	7,08%

Tabel 2 memperlihatkan pada level *Rx Qual* 0 sampai dengan 4 terjadi peningkatan sebesar 4,58%. Level tersebut menunjukkan tingkat kualitas sinyal 2G yang baik. Pada *cluster* D5 sebelumnya terdapat 80,76% area yang memiliki kualitas sinyal yang baik, namun di sisi lain masih cukup banyak area dengan *Rx Qual* pada rentang 6 sampai dengan 8 atau kualitas sinyalnya buruk. Pada hasil tersebut juga dapat dilihat berkurangnya persentase pada tingkat kualitas 2G yang buruk sebesar 3,17%. Secara keseluruhan peningkatan kualitas sinyal 2G pada *cluster* D5 dengan perhitungan sesuai Persamaan (1) adalah 23,85%.

3.1.2. Analisis Hasil *Drive Test* dengan Parameter E_c/N_0

Tingkat kualitas sinyal 3G diukur dengan parameter E_c/N_0 yang mempunyai rentang yang menggambarkan tingkat kualitas 3G. Hasil perbandingan nilai E_c/N_0 dapat dilihat pada Tabel 3. Tabel 3 menunjukkan bahwa setelah adanya proyek *swap* dan modernisasi seluruh area *cluster* D5 sudah dicakup oleh tingkat kualitas sinyal 3G yang bagus yaitu pada rentang -10 dB sampai dengan 0 dB. Sehingga total perbaikan kualitas sinyal 3G pada area *cluster* D5 berdasarkan Persamaan (2) adalah sebesar 4,02%.

Tabel 3. Hasil Perbandingan E_c/N_0 Sebelum dan Sesudah Proyek *Swap* dan Modernisasi.

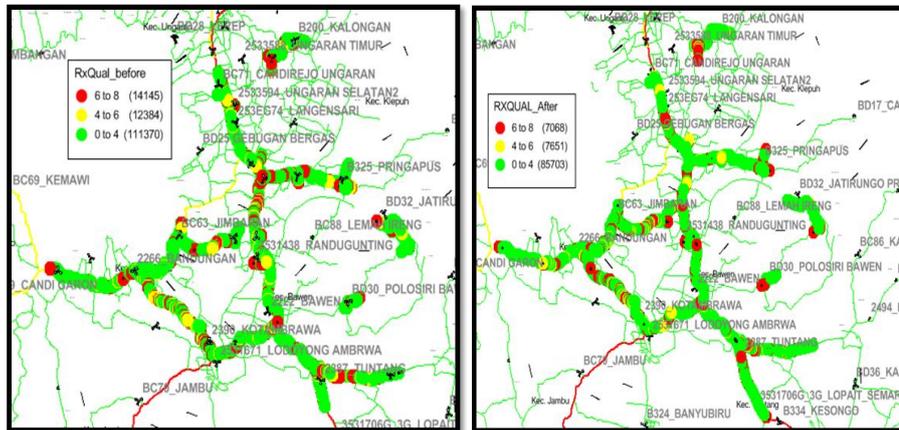
Rentang E_c/N_0 (dB)	Sebelum (%)	Sesudah (%)
-10 s.d. 0	88,83%	100%
-15 s.d. -10	7,15%	-
-34 s.d. -15	4,01%	-

3.1.3. Analisis Hasil *Drive Test* dengan Parameter SQI

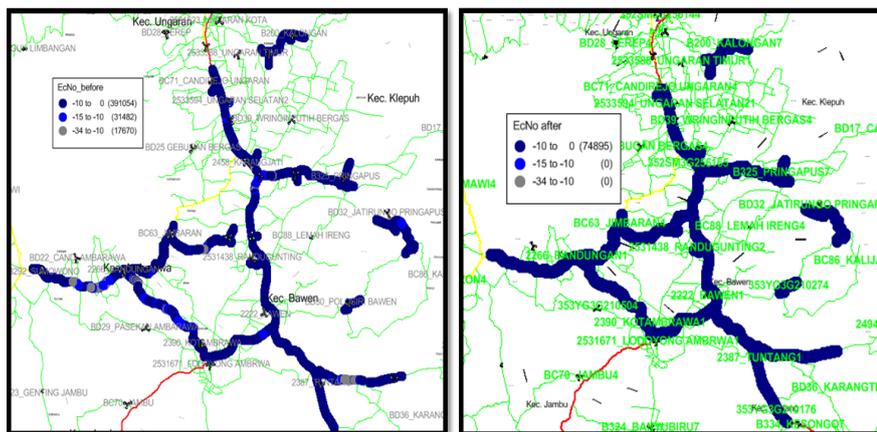
SQI merupakan kualitas sinyal yang dirasakan langsung oleh pendengar. Dari hasil penelitian SQI sebelum dan sesudah proyek *swap* dan modernisasi terlihat banyak perbedaan. Hal ini dapat dilihat dari *plot* hasil *drive test* pada *MapInfo Profesional* 11.0 pada Gambar 4 dan hasil perbandingan nilai SQI pada Tabel 4.

Tabel 4. Hasil Perbandingan SQI Sebelum dan Sesudah Proyek *Swap* dan Modernisasi.

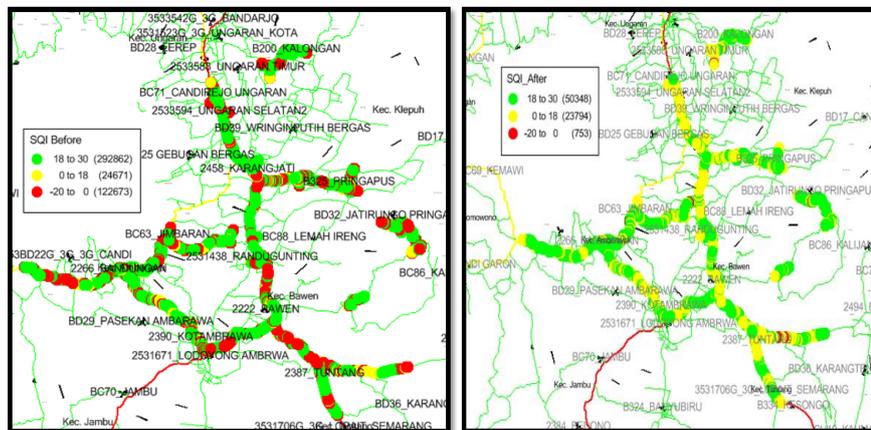
Level SQI	Sebelum (%)	Sesudah (%)
18 s.d. 30	66,55%	67,22%
0 s.d. 18	5,60%	31,76%
-20 s.d. 0	27,87%	1,00%



Gambar 2. Hasil Plot Rx Qual (a) sebelum proyek *swap* dan modernisasi (b) setelah proyek *swap* dan modernisasi.



Gambar 3. Hasil Plot E_c/N_o (a) sebelum proyek *swap* dan modernisasi (b) setelah proyek *swap* dan modernisasi.



Gambar 4. Hasil Plot SQI (a) sebelum proyek *swap* dan modernisasi (b) setelah proyek *swap* dan modernisasi.

Pada level SQI 18 sampai dengan 30 terjadi peningkatan sebesar 0,69% dimana pada rentang nilai SQI ini merupakan tingkat SQI paling baik. Level paling buruk yaitu -20 sampai dengan 0 mengalami penurunan sebesar 26,86%. Nilai SQI berdampak pada sinyal yang didengar oleh pendengar, yakni suara akan terdengar terputus-putus. Setelah adanya proyek *swap* dan modernisasi nilai SQI yang buruk yakni pada level -20 sampai dengan 0 berkurang drastis menjadi 1% saja. Sehingga pada *cluster* D5 peningkatan kualitas 3G dapat dirasakan oleh pendengar.

3.1.4. Analisis Call Drop Rate

Banyaknya *call drop* dan *call setup* dapat diketahui dari *report generator* pada *software TEMS Investigation 11.0*. Berdasarkan hasil tersebut diketahui bahwa setelah adanya proyek *swap* dan modernisasi tidak ada *dropped call* pada *cluster* D5 seperti terlihat pada Tabel 5. *Dropped call* dapat dipengaruhi oleh *Rx Level* dan *Rx Qual*. *Cluster* D5 mengalami peningkatan kuat sinyal sebagaimana dilaporkan dalam [2] dan peningkatan kualitas sinyal 2G sehingga hal ini berpengaruh pada berkurangnya panggilan yang terputus di area *cluster* D5.

Tabel 5. Hasil Perbandingan *Dropped Call* Sebelum dan Sesudah Proyek *Swap* dan Modernisasi.

	Sebelum	Sesudah
<i>Call Dropped</i>	4	-
<i>Call Setup</i>	87	93
<i>Call Drop Rate</i>	4,59%	0%

3.1.5. Analisis Handover Success Rate

Hasil perbandingan HSR sebelum dan sesudah proyek *swap* dan modernisasi yang diolah dengan *report generator drive test* pada *software TEMS Investigation 11.0* pada *cluster* D5 dapat dilihat pada Tabel 6. Dari hasil tersebut dapat dilihat bahwa target HSR yaitu 100% dapat terpenuhi. HSR juga erat hubungannya dengan kuat sinyal. Dalam [2], kuat sinyal setelah adanya proyek *swap* meningkat sehingga mempengaruhi nilai HSR menjadi lebih baik.

Tabel 6. Hasil Perbandingan HSR Sebelum dan Sesudah Proyek *Swap* dan Modernisasi.

	Sebelum	Sesudah
<i>Handover Success</i>	149	167
<i>Handover Attempt</i>	153	167
HSR	97,38%	100%

Kualitas jaringan 2G dan 3G dapat dilihat dari parameter hasil *drive test* yaitu *Rx Qual*, E_c/N_0 dan SQI. Selain itu kualitas panggilan juga dapat dilihat dari *handover success rate* dan *call drop rate*. Peningkatan kualitas pada jaringan 2G berdasarkan parameter *Rx Qual* pada *cluster* D5 sebesar 23,85%. Sedangkan pada jaringan 3G di *cluster* D5 dilihat dari parameter E_c/N_0 mengalami peningkatan sebesar 4,02% sehingga seluruh area *cluster* D5 sudah memiliki tingkat kualitas di atas -10 dB. Peningkatan SQI di *cluster* D5 cukup signifikan yaitu sebesar 96,38% pada level SQI di atas -20.

Kualitas panggilan berdasarkan *handover success rate* dan *call drop rate* juga meningkat. Hal ini ditunjukkan dengan penurunan *call drop rate* dari 4,59% menjadi 0% dan peningkatan *handover success rate* sebesar 2,62% setelah proyek *swap* dan modernisasi.

3.2. Analisis Peningkatan Kapasitas

3.2.1. Peningkatan Kapasitas Jaringan 2G

Adanya penggantian perangkat 2G dari RBS 2000 menjadi RBS 6000 mempunyai dampak penambahan TRX sehingga kapasitas juga bertambah. Arsitektur *hardware* RBS 2000 hanya memiliki 12 TRX dengan konfigurasi 4 TRX untuk masing-masing sektor. Sedangkan pada RBS 6000 memiliki 24 TRX sehingga konfigurasi masing-masing sektor maksimal dapat mempunyai 8 TRX. Artinya terjadi penambahan sebesar 12 TRX dari sebelumnya.

Perhitungan di atas membuktikan bahwa adanya penambahan kapasitas sebesar 96 time slot atau bisa juga dikatakan bahwa satu RBS dapat menambah 96 ketersediaan panggilan untuk pelanggan.

Peningkatan kapasitas jaringan 2G juga dibuktikan dari data statistik PT. XL Axiata Tbk yaitu data trafik TCH dan trafik *payload* data 2G sebelum dan sesudah proyek *swap* dan modernisasi. Sebelumnya pada rentang waktu dua minggu trafik *payload* data total adalah 907816,1 Erlang dan setelah proyek *swap* dan modernisasi terjadi peningkatan pemakaian *payload* data 2G sebesar 80605,4 Erlang. Untuk trafik TCH sebelum proyek *swap* dan modernisasi total trafik TCH sebesar 135306,1 Erlang dan sesudah proyek *swap* dan modernisasi menjadi 89038,9 Erlang. Artinya terdapat penurunan trafik TCH setelah adanya proyek *swap* dan modernisasi. Hal ini dimungkinkan karena pelanggan banyak beralih menggunakan *data service* dibandingkan dengan penggunaan *voice*. Secara keseluruhan, trafik yang ditangani meningkat setelah proyek *swap* dan modernisasi.

3.2.1. Peningkatan Kapasitas Jaringan 3G

Peningkatan kapasitas 3G dilihat dari jumlah peningkatan *Channel Element* (CE). Jika pada GSM dikenal istilah kanal/TCH maka dalam WCDMA dikenal dengan istilah CE. Tabel penggunaan CE dapat dilihat pada Tabel 7.

Dari data yang diambil dari *database* statistik PT. XL Axiata Tbk dapat diketahui bahwa terjadi perubahan jumlah CE di beberapa *site* setelah adanya proyek *swap* dan modernisasi. Tabel 7 memperlihatkan bahwa terdapat 6 *site* dengan penambahan CE dari sebelumnya 256 CE per modul WRFU (UL/DL) menjadi 384 CE per modul DUW (UL/DL). Hal ini membuktikan adanya peningkatan jumlah kanal pada jaringan 3G yang dapat dipakai oleh pelanggan

Tabel 7. Jumlah CE Sebelum dan Sesudah Proyek *Swap* dan Modernisasi.

NodeB_id	Jumlah CE Sebelum	Jumlah CE Sesudah
3531251G	384	512
3531266G	384	512
3531523G	384	512
3531636G	384	512
3533588G	384	512

Peningkatan jumlah kapasitas pada jaringan 3G juga dibuktikan dari data *speech traffic* dan trafik *payload* data 3G. Dari data yang diambil dari *database* statistik didapatkan adanya penambahan trafik *payload* data setelah adanya proyek *swap* dan modernisasi sebesar 36453062 Erlang. Sedangkan *speech traffic* sebelum proyek *swap* dan modernisasi lebih banyak yaitu sebesar 4327,771 Erlang dan setelah proyek *swap* dan modernisasi menurun menjadi 2920,417 Erlang. Namun demikian secara total, trafik yang ditangani pada jaringan 3G meningkat setelah proyek *swap* dan modernisasi

3.2.3. TCH Congestion Rate

Perbandingan nilai *TCH Congestion Rate* sebelum dan sesudah proyek *swap* dan modernisasi ditunjukkan pada Tabel 8. Adanya kenaikan kapasitas pada RBS selain dengan dibuktikan adanya kenaikan trafik dapat dibuktikan juga dengan berkurangnya *TCH Congestion Rate*. Sebelumnya, nilai *TCH Congestion Rate* lebih besar daripada 50%, sedangkan setelah adanya proyek *swap* dan modernisasi nilai *TCH Congestion Rate* menjadi kurang dari 10%. Hal ini menunjukkan kapasitas yang disediakan jaringan mampu menekan jumlah *blocked call* atau adanya penambahan kanal TCH mampu mencukupi permintaan trafik pada *site* tersebut.

Tabel 8. Perbandingan Nilai *TCH Congestion Rate* sebelum dan sesudah Proyek *Swap* dan Modernisasi.

CELL ID	SITE	TCH_Congestion Sebelum (%)	TCH_Congestion Sesudah (%)
SM14381	Randugunting	91,65882	5,186495
SM41714	Randugunting2	81,31013	0,933831
23257	Pringapus	70,85109	0,348554
49868	Candirejo_Ung	59,48973	6,321349

4. Kesimpulan

Peningkatan kualitas jaringan setelah proyek *swap* dan modernisasi ditunjukkan dari hasil *drive test* yaitu perbaikan parameter *Rx Qual* sebesar 23,85%, perbaikan *Ec/No* sebesar 4,02% dan perbaikan *SQI* sebesar 96,38% pada *cluster* D5. Selain itu diperoleh peningkatan kualitas dari segi penurunan persentase *Call Drop Rate* dan kenaikan persentase *Handover Success Rate*.

Peningkatan kapasitas setelah adanya proyek *swap* dan modernisasi diperoleh dari penambahan kanal karena adanya perubahan arsitektur *hardware*, BTS 3900 dan RBS 2000 menjadi RBS 6000. Sebelumnya, BTS untuk 2G hanya mempunyai 12 TRX per modul DRU menjadi 24 TRX per modul DRU dan BTS untuk 3G sebelumnya 256 CE per modul WRFU (UL/DL) menjadi 512 CE per modul DUW (UL/DL). Peningkatan kapasitas ini dibuktikan dengan hasil pengukuran trafik yang mampu ditangani jaringan setelah adanya proyek *swap* dan modernisasi yaitu bertambah sebesar 34328,21 Erlang untuk 2G dan 36451674 Erlang untuk 3G. Penambahan kapasitas juga menurunkan terjadinya *blocked call*, hal ini ditunjukkan dengan berkurangnya *TCH Congestion Rate*.

Daftar Pustaka

- [1] A.R. Misra., *Fundamentals of Cellular Network Planning & Optimization*, John Wiley & Sons, Ltd, 2004
- [2] E.Y.D. Utami, P.A. Hanika, "Peningkatan *Coverage* pada Jaringan Seluler PT. XL Axiata di Area Jawa Tengah Bagian Utara melalui Proyek *Swap* dan Modernisasi", *Jurnal Rekayasa Elektrika*, submitted.
- [3] L. Wardhana, *2G/3G RF Planning and Optimization for Consultant*, nulisbuku.com, 2011.
- [4] 2G Drive Test Methodology, Reporting and Study Case, Training Material, Floatway System, 2011.
- [5] Qualcomm Engineering Services Group (ESG), WCDMA Network Planning and Optimization, ESG 80-W0853-1 Revision B, May 2006.