

# PENENTUAN KUALITAS JARINGAN CDMA 1xEVDO Rev.B DENGAN METODE *DRIVETEST*

Anas Amrullah Hidayat  
Teknik Elektro Universitas Brawijaya  
anasamrullah@gmail.com

*Abstrak*— Mobilitas dalam berkomunikasi, sekarang ini sudah menjadi bagian penting dalam kehidupan manusia. Kenaikan jumlah pelanggan menyebabkan terjadinya penurunan *Quality of Service* sehingga komplain dari pelanggan pun akan semakin banyak pula. Oleh karena itu setiap *provider* atau operator dituntut agar dapat menyelesaikan permasalahan tersebut dengan cepat dan akurat. Permasalahan pada jaringan seluler khususnya untuk koneksi internet, yaitu terletak pada keterbatasan akses dan kecepatan *downlink*. Permasalahan tersebut dapat diketahui dari performansi level sinyal yang diterima, dimana parameter pensinyalan merupakan kunci utama dalam menentukan permasalahan yang terjadi di dalam jaringan.

Terdapat beberapa teknologi telekomunikasi seluler yang dapat menyediakan layanan data dengan koneksi internet dan kecepatan *downlink* yang lebih daripada teknologi sebelumnya, contohnya CDMA 1xEvdo Revision. B. CDMA 1xEvdo Revision. B atau yang biasa disebut CDMA EVDO Rev. B merupakan pengembangan dari jaringan EVDO Rev. A yang menawarkan kecepatan maksimum 9.3 Mbps untuk mengunduh data (*download*) dan 5.4 Mbps untuk mengunggah (*upload*). Pada Jaringan EVDO Rev. B menggunakan lebih dari satu *carrier* dengan asumsi masing-masing *carrier* bernilai 3 Mbps dengan lebar spektrum 3.75 MHz. Skripsi ini mengevaluasi kualitas jaringan CDMA EVDO Rev. B dengan metode *drivetest*. Parameter kualitas jaringan yang dipakai adalah *RX Power*, *TX Power*, dan *Troughput*. Sehingga dari hasil *drivetest* tersebut diperoleh informasi nilai parameter dan kondisi jaringan suatu *provider* masih layak atau perlu dilakukan perbaikan untuk meningkatkan kualitasnya.

Berdasarkan hasil pengukuran *drivetest* dan perhitungan secara matematis nilai *troughput* dengan *factor utilisasi* 0.9 diperoleh 3267.7 kbps. Sedangkan nilai *troughput* pada hasil pengukuran di lapangan dengan 3 kali pengukuran di jam yang berbeda, hasilnya juga berbeda yaitu : Nilai rata-rata *troughput* pada jam 11.00 yaitu 554.28 kbps, sedangkan nilai minimum *troughput* yaitu 0 dan nilai maksimum *troughput* yaitu 1812.16 kbps. Nilai rata-rata *troughput* pada jam 06.00 yaitu 754.67 kbps, sedangkan nilai minimum *Troughput* yaitu 0 dan nilai maksimum *troughput* yaitu 2183.14 kbps. Nilai rata-rata *Troughput* pada jam 20.00 yaitu 454.12 kbps, sedangkan nilai minimum *troughput*

yaitu 0 dan nilai maksimum *troughput* yaitu 1105.15 kbps.

*Kata Kunci* : *RX Power*, *TX Power*, *Troughput*, *Drivetest*, *EVDO*

## I. PENDAHULUAN

Mobilitas dalam berkomunikasi, sekarang ini sudah menjadi bagian penting dalam kehidupan manusia. Termasuk pelanggan layanan data dalam menggunakan aplikasi internet juga sudah semakin meningkat baik dari segi jumlah maupun mobilitasnya. Kenaikan jumlah pelanggan tersebut menyebabkan terjadinya penurunan *Quality of Service* sehingga komplain dari pelanggan pun akan semakin banyak pula. Oleh karena itu setiap *provider* atau operator dituntut agar dapat menyelesaikan permasalahan tersebut dengan cepat dan akurat.

Permasalahan pada jaringan seluler khususnya untuk koneksi internet, yaitu terletak pada keterbatasan akses dan kecepatan *downlink*. Permasalahan tersebut dapat diketahui dari performansi level sinyal yang diterima, dimana parameter pensinyalan merupakan kunci utama dalam menentukan permasalahan yang terjadi didalam jaringan. Untuk mengetahui proses pensinyalan di dalam antar muka jaringan tersebut, dibutuhkan suatu metode yang disebut dengan *drivetest*. Metode ini digunakan untuk mengetahui kualitas sinyal dari suatu jaringan operator telekomunikasi. Istilah *drivetest* digunakan karena pekerjaan mengemudi mobil dengan rute yang sudah ditentukan untuk menguji kualitas sinyal tersebut. Sehingga dari hasil pengujian tersebut dapat diketahui apakah kondisi hasilnya memerlukan optimisasi atau tidak.

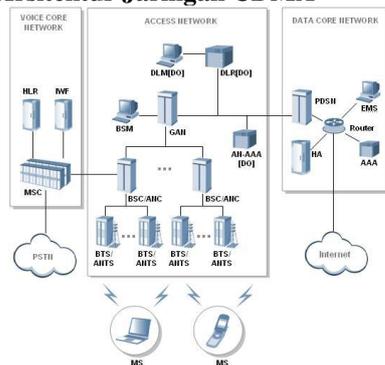
Optimisasi jaringan dilakukan ketika terdapat beberapa penurunan nilai parameter hasil *drivetest*, dengan tujuan untuk meningkatkan performansi suatu jaringan sehingga dirasakan manfaatnya oleh para pelanggan. Salah satu faktor yang menyebabkan optimisasi jaringan harus dilakukan adalah terhalangnya antena sektoral (pemancar sinyal) oleh bangunan yang tinggi sehingga level daya yang di pancarkan ke area yang telah ditentukan sebelumnya menjadi berkurang secara drastis ketika diterima oleh MS (*Mobile Station*). Setelah optimisasi dilakukan kemudian dilakukan *drivetest* lagi untuk memastikan kualitas jaringan pada area yang mengalami gangguan sebelumnya.

Kemudian hasil *drivetest* tersebut dianalisis berdasarkan parameter proses pensinyalan yang terjadi. Perangkat *drivetest* menggunakan MS (*Mobile Station*) untuk mensimulasikan masalah yang dialami pelanggan ketika akan atau saat melakukan akses internet. Sebagai contoh, jika akses internet pelanggan

terputus ketika beroperasi di dalam obyek bergerak pada suatu lokasi tertentu, maka perangkat *drivetest* harus mampu mensimulasikan masalah ini. Contoh lain masalah yang dialami pelanggan yaitu kegagalan mendapat akses, kualitas *uplink* dan *downlink* yang buruk, dan koneksi terputus secara tiba-tiba. Sistem yang dilakukan pada saat *drivetest* yaitu pengukuran, penyimpanan data pada memory yang tersedia, dan menampilkan data sesuai waktu dan tempat pada saat melakukan *drivetest*.

## II. TINJAUAN PUSTAKA

### A. Arsitektur Jaringan CDMA



Gambar. 1. Arsitektur Jaringan CDMA

### B. CDMA 1x EVDO Revision B

CDMA 1xEV-DO *Revision B* atau CDMA2000 3x menggunakan 3.75 MHz. Teknologi ini dibuat dengan menggunakan arsitektur All-IP seperti halnya IMS. CDMA 1xEV-DO *Revision B* dipublikasikan dalam dokumen 3GPP2 C.S0024-B dan TIA/EIA/IS856-B.

EVDO Rev B merupakan pengembangan dari jaringan EVDO Rev A yang menawarkan kecepatan maksimum 9.3 Mbps untuk mengunduh data (*download*) dan 5.4 Mbps untuk mengunggah (*upload*). Tidak seperti Evdo Rev A yang hanya mengijinkan penggunaan satu *carrier*, pada Evdo Rev.B mengijinkan lalu lintas untuk memakai lebih dari satu *carrier*. Sehingga ini dapat meningkatkan transaksi data.

Berikut perbandingan penggunaan *carrier* pada Evdo Rev A dan Evdo Rev B, serta kecepatan yang di hasilkan.

Tabel 2.1. Perbandingan EVDO Rev A dan Rev B

| Radio Access Network      | Required Spectrum | Peak Forward Link Throughput | Peak Reverse Link Throughput |
|---------------------------|-------------------|------------------------------|------------------------------|
| EVDO Rev.A (One Carrier)  | 1.25 MHz          | 3.1 Mbps                     | 1.8 Mbps                     |
| EVDO Rev.B (Two Carriers) | 2.50 MHz          | 6.2 Mbps                     | 3.6 Mbps                     |

|                             |          |          |          |
|-----------------------------|----------|----------|----------|
| EVDO Rev.B (Three Carriers) | 3.75 MHz | 9.3 Mbps | 5.4 Mbps |
|-----------------------------|----------|----------|----------|

### C. Upgrade Pada EVDO Rev.B

Untuk mengubah Evdo Rev.A ke dalam Evdo Rev.B ada beberapa yang perlu di *upgrade*, diantaranya adalah sebagai berikut :

Tabel. 2.2. Upgrade pada Evdo Rev B

|          |  |
|----------|--|
| Terminal | Fully backward compatible with Release 0 and Rev A handsets - new Rev B handsets |
| BTS      | Same cell sites, link budgets<br>Software upgrade of Rev A channel cards         |
| RNC      | Software upgrade of RNC  |
| PDSN     | Same platform, same software   |
| MMD/IMS  | Same platform  |

### D. DRIVETEST

*Drivetest* adalah pengukuran yang dilakukan untuk mengamati dan melakukan optimasi agar dihasilkan kriteria performansi jaringan. Yang diamati biasanya kuat daya pancar dan daya terima, tingkat kegagalan akses (*originating* dan *terminating*), tingkat panggilan yang gagal (*drop call*) serta PER.

### E. RX Power

Menunjukkan level daya yang diterima oleh MS terhadap daya pemancar BTS pada daerah tertentu.

Terdapat beberapa faktor yang dapat menyebabkan perbedaan nilai *RX power* pada suatu system komunikasi seluler khususnya system komunikasi CMDA. *Propagation loss* merupakan salah satu faktor tersebut. *Propagation loss* mencakup semua pelemahan yang diperkirakan akan dialami gelombang elektromagnetik ketika merambat dari BTS ke MS (*Mobile Station*). Adanya pemantulan dari beberapa objek dan pergerakan MS (*Mobile Station*) dapat menyebabkan kuat sinyal yang diterima oleh MS (*Mobile Station*) bervariasi dan kuat sinyal yang diterima MS (*Mobile Station*) tersebut mengalami path loss. *Path loss* merupakan pengurangan level daya karena merambat melalui sebuah media transmisi. *Path loss* akan membatasi kinerja sistem komunikasi seluler.

Faktor lain yang dapat mempengaruhi nilai *Rx Power* yaitu penerima demodulasi, akurasi dari kontrol daya, dan daya interferensi dari pengguna lain yang ada pada sel yang sama maupun pada sel tetangga. Dalam sistem komunikasi digital perbandingan *energy per bit per noise Power density* difungsikan dengan *Eb/No*. Fungsi *Eb/No* digunakan untuk menyebut probabilitas bit error. Fungsi *Eb/No* mempunyai hubungan dengan *signal-to-noise ratio* (SNR) dengan menganggap energi per bit sama dengan rata-rata daya modulasi sinyal yang dialokasikan pada setiap durasi bit.

Persamaan tersebut mengelompokkan energi per bit  $E_b/N_0$  menjadi 2 faktor, yaitu  $S/N$  dan perbandingan dari bandwidth yang ditransmisikan  $W$  dengan bit rate  $R$ . Perbandingan  $W/R$  juga dikenal dengan *gain processing*.

Dengan mempertimbangkan bahwa kapasitas *reverse-link* pada CDMA selalu dilakukan pembatasan dan diasumsikan bahwa daya yang ditransmisikan pada semua MS pengguna (yang dikontrol oleh penerima di BTS) sama dengan semua daya yang diterima oleh MS (*Mobile Station*) pengguna.

Untuk menguraikan total rugi – rugi (losses) dan penguatan (gain) yang diterima oleh MS (*Mobile Station*) dapat ditentukan dengan nilai power link budget. Link budget dapat didefinisikan sebagai maksimum path loss dan radius sel maksimum. Parameter yang digunakan pada power revers link budget yaitu:

- *Maximum Transmitter Power*; daya pancar maksimum MS yaitu daya keluaran dari terminal pelanggan. Daya maksimum MS adalah 25 dBm.
- *Cable, Connector Losses*; Merupakan rugi-rugi yang terjadi pada kabel dan konektor. Dalam MS tidak terdapat kabel maka rugi-rugi ini diasumsikan dengan 0 dBi.
- *Transmitter Antenna Gain*; adalah besar penguatan (dalam dBi) antena terminal pelanggan. Besar penguatan pada antena MS tipikalnya adalah 0 dBi.
- *Total Transmitter EIRP (Effective Isotropic Radiated Power)*; adalah penjumlahan dari transmitter power dikurangi oleh rugi-rugi kabel kemudian ditambah antena gain.
- *Body Loss*; adalah rugi-rugi akibat interaksi sinyal dengan tubuh pelanggan. Besarnya bervariasi antara 2 sampai 6 dB. Biasanya parameter ini diasumsikan sama dengan 3 dB.
- *Penetration loss*; adalah rugi-rugi dari redaman oleh bangunan, badan kendaraan dan lain-lain. Besarnya rugi-rugi ini berdasarkan daerah cakupan.
- *Receiver Antenna Gain*; adalah besar penguatan (dalam dBi) antena penerima *base station*. Besarnya penguatan bervariasi tergantung jenis antena yang digunakan.
- *Cabel, Connector and Combiner Losses*; Adalah besarnya rugi-rugi untuk kabel, konektor dan combiner pada base station. Besarnya rugi-rugi berkisar antara 3 – 5 dB.
- *Thermal Noise Density*; adalah besar *noise* alami. Besarnya *thermal noise density* ini berdasarkan persamaan:  $N = 10 \log kTB$  dBm/Hz dimana  $k$  = konstanta Boltzmann =  $1,380658 \times 10^{-23}$ ,  $T$  = temperatur dalam Kelvin, dengan asumsi  $T = 290$  K,  $B$  = bandwidth data, 9600 Hz.
- *Receiver Noise Figure*; adalah *noise* yang ditambahkan oleh rangkaian elektronik pada receiver base station. Besarnya parameter ini adalah 5 dB.
- *Rise Over Thermal*; Dirumuskan dengan:  $ROT = -10 \log [1-x]$  (3) dimana  $x = 0$  sampai 1. Jumlah persentase dari beban. Untuk CDMA2000-1X diasumsikan mempunyai beban 75% - 80%.

- *Energy per bit to interference ratio (Eb/Io)*; adalah perbandingan energi setiap bit dengan interferensi. Menunjukkan kualitas sinyal yang diterima pada base station. Dalam perencanaan besarnya  $E_b/I_0$  ditentukan yaitu sekitar 4 – 6 dB.
- *Receiver Sensitivity*; adalah sensitivitas dari receiver. Didapat dari perhitungan:  $Receiver\ sensitivity = Thermal\ noise + Receiver\ Noise\ Figure + Rise\ Over\ Thermal + Required\ Eb/I_0$
- *Cell Edge Reliability*; pada sistem selular didefinisikan sebagai probabilitas daya sinyal yang diterima lebih besar dari yang telah dibatasi (threshold,  $P_{th}$ ). Dalam perhitungan link budget, cell edge reliability biasanya mempunyai nilai 90%.
- *Log Normal Shadow Standard Deviation*; Parameter ini adalah standar deviasi untuk *log normal shadow margin*. Pada umumnya standar deviasi yang digunakan adalah 8 dB [6].
- *Log Normal Shadow Margin*; adalah rugi-rugi dari fading. Parameter ini mempunyai hubungan dengan cell edge reliability.
- *Diversity Gain*; adalah penguatan yang diperoleh dari penggunaan teknik diversitas. Untuk penggunaan *space diversity* maka mempunyai gain 3 dB.
- *MAPL (Maximum Allowable Path Loss)*;  $MAPL = Total\ Mobile\ Transmitter\ EIRP\ (dBm) - Receiver\ sensitivity\ (dBm) + Rx\ Antenna\ Gain(dBi) - RX\ Cable\ Loss(dB) - Body\ Loss(dB) - Fade\ Margin(dB) - Building\ Penetration\ Loss(dB) + Diversity\ Gain$ .

## F. Kontrol Daya

*Power* Kontrol atau kontrol daya meliputi kontrol daya *uplink* dan kontrol daya *downlink*. Kontrol daya *downlink* digunakan untuk memperbesar kapasitas sistem, sedangkan *uplink* digunakan untuk mengontrol hubungan dan batas *threshold* penerimaan MS. Pada kanal *uplink* kontrol daya yang digunakan kombinasi kontrol daya *loop* tertutup dan *loop* terbuka mendeteksi daya sinyal yang diterima dari MS.

Jika seluruh *Mobile Transmitter* pada level daya yang sama, BTS akan menerima sinyal kuat dari *Mobile* yang terdekat, sedangkan yang jauh akan lemah sinyalnya. Hal ini akan mengurangi kapasitas sistem. *Problem* tersebut disebut *Near Far Effect*.

*Power control* sangat penting untuk mengatur proses kerja sistem CDMA. Hal ini dikarenakan semua pengguna CDMA menggunakan pita RF yang sama menggunakan *PN code*. Oleh karena itu diperlukan suatu pengendali daya sehingga tidak ada pengguna yang mengganggu pengguna lain dikarenakan kelebihan daya.

Kontrol daya adalah teknik yang mengatur daya transmisi pada BS dan MS dengan level minimum yang diperlukan untuk performansi yang sesuai. Pada *reverse link*, kontrol daya digunakan untuk mengatur daya pancar MS.

Kontrol daya pada sistem selular CDMA bergantung pada algoritma kontrol daya, kecepatan sistem adaptif kontrol daya, jarak transmitter (BS)

dengan receiver (MS), ruang distribusi user, dan kondisi propagasi.

Oleh karena banyak dipengaruhi oleh factor-faktor tersebut beserta efeknya, besarnya daya sinyal dapat ditentukan dengan distribusi log normal berdasarkan nilai standar deviasinya.

Berikut adalah kontrol daya berdasarkan nilai standar deviasinya :

- Kontrol Daya Sempurna (*Perfect Power Control*) Kontrol daya dimana MS dikontrol dengan kontrol daya sempurna sehingga setiap BS menerima daya dari setiap MS dengan level daya yang sama, dengan standar deviasi 0 dB.
- Kontrol Daya Tidak Sempurna (*Imperfect Power Control*) Kontrol daya dimana MS dikontrol dengan mengontrol nilai  $E_b/I_0$  yang diinginkan, yaitu sesuai dengan distribusi log-normal dengan standar deviasi pada range 1-4 dB, sehingga level daya yang diterima BS sesuai dengan level daya yang diinginkan.
- Tanpa Kontrol Daya (*Without Power Control*) Daya pada MS tidak dikontrol, sehingga setiap BS menerima daya dari setiap pengguna/MS dengan level daya yang jauh berbeda, dengan standar deviasi lebih dari 4 dB

### G. Tx Power

Penambahan nilai daya pancar pada MS akan menyebabkan interferensi terhadap *user* lain. Sehingga *user* lain juga akan meningkatkan daya pancarnya.

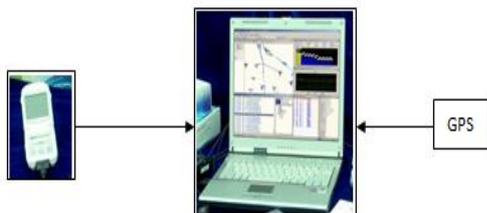
### H. Throughput

Merupakan jumlah total kedatangan paket yang sukses yang diamati pada *destination* selama interval waktu tertentu dibagi oleh durasi *interval* waktu tersebut.

## III. METODE PENELITIAN

Kajian dalam skripsi ini bersifat analisis yaitu menganalisis kualitas pelayan penyedia jaringan *CDMA EVDO Rev.B*. Bab III ini menjelaskan tentang jenis data dan cara pengambilan data, variabel dan cara analisis data berdasarkan hasil *drivetest* yang dilakukan. Rangkaian solusi masalah didesain dalam bentuk diagram alir.

Jenis data yang digunakan dalam penyusunan skripsi ini adalah data primer dan sekunder. Data primer diperoleh dari hasil *drivetest* yang dilakukan. Sedangkan data sekunder yang digunakan bersumber pada buku referensi, jurnal, skripsi, internet, tesis, dan forum-forum yang mengkaji tentang kualitas layanan *provider*.



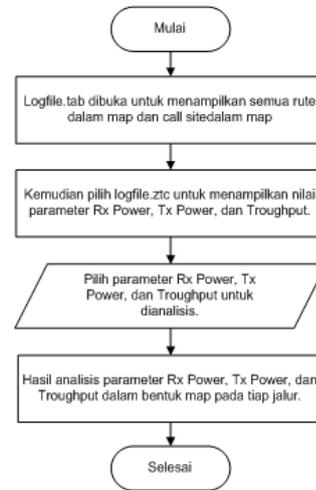
Gambar. 2. Blok diagram perangkat *drivetest*

Pengoperasian untuk memperoleh data dari blok diagram diatas dapat digambarkan pada diagram alir dibawah ini :

### A. Rencana Lokasi Drivetest

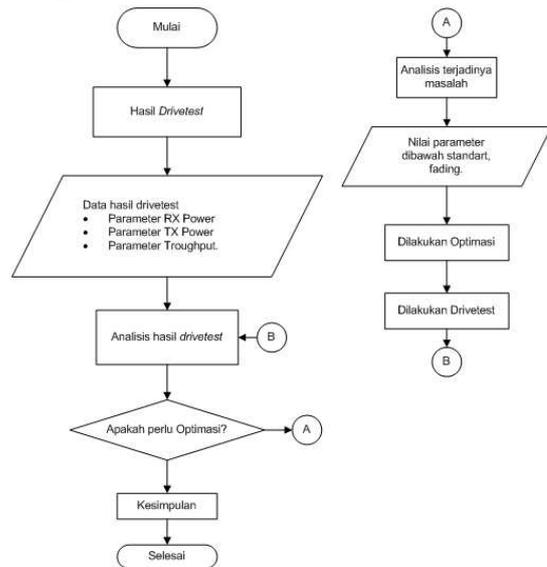
Pada rencana lokasi *drivetest* dan optimasi ini diambil di daerah Kampus *Institut Teknologi Sepuluh Nopember*, *Universitas Airlangga*, dan *Galaxy Mall* karena di tiga lokasi tersebut kebutuhan akan akses *internet mobile* maupun *fix* dengan kecepatan tinggi akan berkembang secara pesat.

Namun tidak menutup kemungkinan di daerah lain juga akan mengalami perkembangan yang tidak jauh berbeda pesatnya, sehingga lokasi *drivetest* dan optimasi bisa berubah sesuai dengan kondisi yang terjadi.



Gambar. 3. Diagram Alir Analisis Data Hasil *Drivetest*

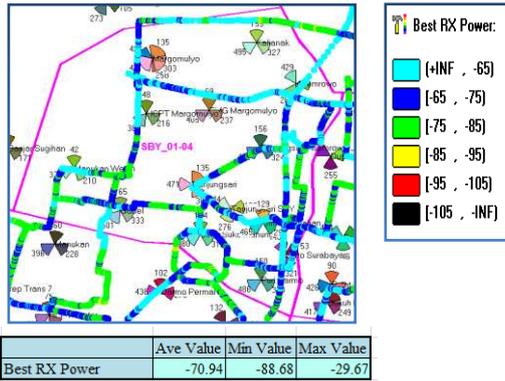
Rangka keseluruhan proses penyelesaian masalah pada skripsi ini yang telah dirumuskan dan ditelaah dari aspek tertentu, dan sesuai dengan tujuan yang telah ditetapkan dan dijabarkan dalam gambar dibawah.



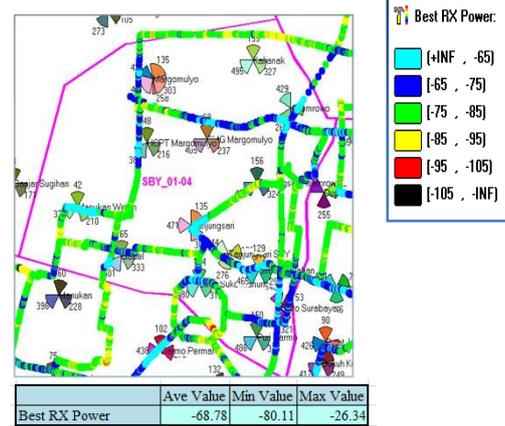
Gambar. 4. Diagram Alir Solusi Permasalahan *drivetest*

#### IV. HASIL DAN PEMBAHASAN

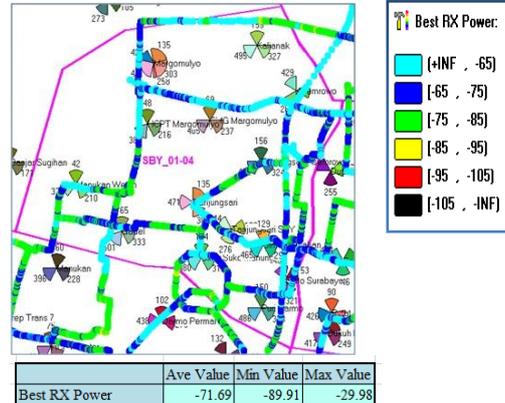
##### A. Data RX Power



Gambar 4.1. RX Power Hasil *drivetest* Jam 11.00



Gambar 4.2. RX Power Hasil *drivetest* Jam 06.00

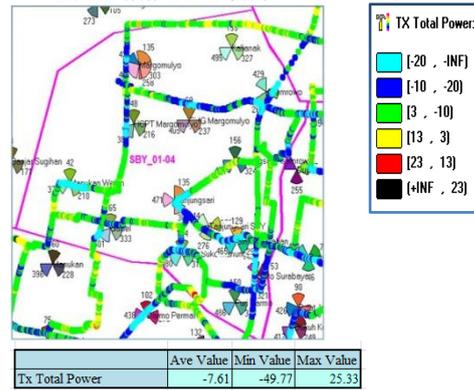


Gambar 4.3. RX Power Hasil *drivetest* Jam 20.00

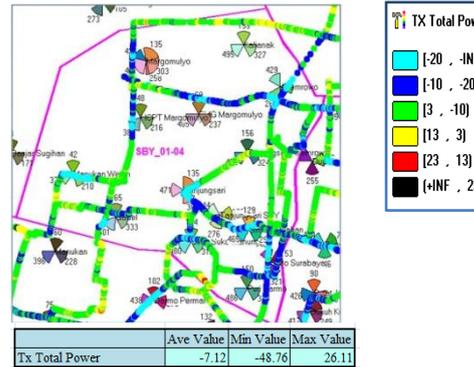
Pada RX Power dapat diketahui level daya yang diperoleh oleh MS, sehingga dapat diketahui juga kualitas dari jaringan operator. Dari hasil *drivetest* maka diperoleh :

- Nilai rata - rata RX Power jam 11.00 adalah sebesar -70.94 dBm, nilai minimal saat dilakukan *drivetest* yaitu -88.68 dBm dan nilai maksimalnya adalah -29.67 dBm.
- Nilai rata - rata RX Power jam 20.00 adalah sebesar -71.69 dBm, nilai minimal saat dilakukan *drivetest* yaitu -89.91 dBm dan nilai maksimalnya adalah -29.98 dBm.
- Nilai rata - rata RX Power jam 06.00 adalah sebesar -68.78 dBm, nilai minimal saat dilakukan *drivetest* yaitu -80.11 dBm dan nilai maksimalnya adalah -26.34 dBm.

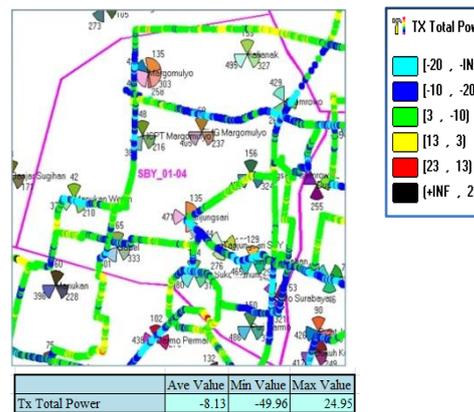
##### B. Data TX Power



Gambar 4.4. TX Power Hasil *drivetest* Jam 11.00



Gambar 4.5. TX Power Hasil *drivetest* Jam 06.00

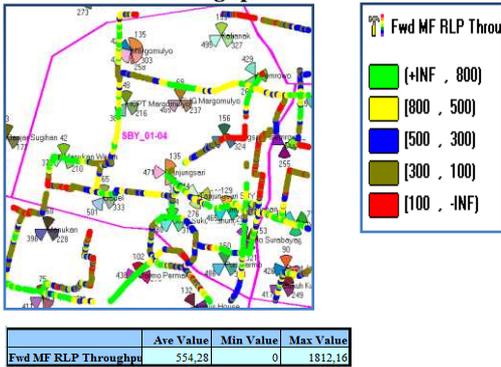


Gambar 4.6. TX Power Hasil *drivetest* Jam 20.00

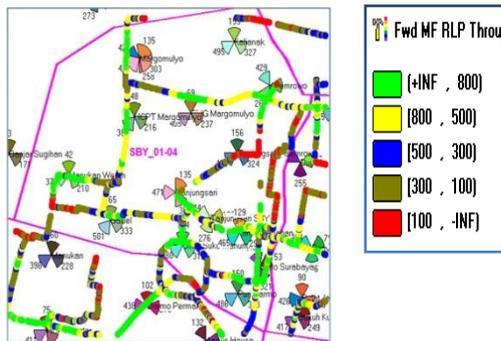
Dari hasil *drivetest* yang sudah dilakukan maka diperoleh level daya yang dipancarkan oleh MS ke BTS (Uplink).

- Nilai rata-rata TX Power pada jam 11.00 yaitu -7.61 dBm, sedangkan nilai minimum Tx Power yaitu -49.77 dBm dan nilai maksimum Tx Power yaitu 25.33 dBm.
- Nilai rata-rata TX Power pada jam 06.00 yaitu -7.12 dBm, sedangkan nilai minimum Tx Power yaitu -48.76 dBm dan nilai maksimum Tx Power yaitu 26.11dBm.
- Nilai rata-rata TX Power pada jam 20.00 yaitu -8.13 dBm, sedangkan nilai minimum Tx Power yaitu -49.96 dBm dan nilai maksimum Tx Power yaitu 24.95dBm.

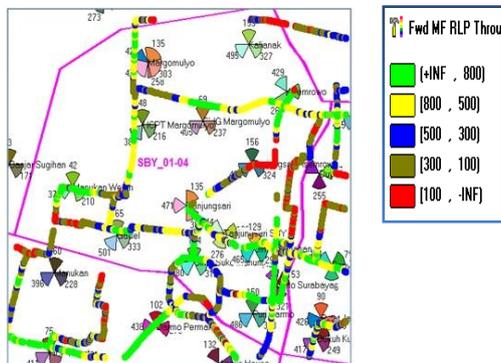
### C. Data Troughput



Gambar 4.7. Troughput Hasil Drivetest Jam 11.00



Gambar 4.8. Troughput Hasil Drivetest Jam 06.00



Gambar 4.9. Troughput Hasil Drivetest Jam 20.00

Nilai rata-rata *Troughput* pada jam 11.00 yaitu 554.28 kbps, sedangkan nilai minimum *Troughput* yaitu 0 dan nilai maksimum *Troughput* yaitu 1812.16 kbps.

➤ Nilai rata-rata *Troughput* pada jam 06.00 yaitu 754.67 kbps, sedangkan nilai minimum *Troughput* yaitu 0 dan nilai maksimum *Troughput* yaitu 2183.14 kbps.

➤ Nilai rata-rata *Troughput* pada jam 20.00 yaitu 454.12 kbps, sedangkan nilai minimum *Troughput* yaitu 0 dan nilai maksimum *Troughput* yaitu 1105.15 kbps.

Berdasarkan hasil *troughput* pada saat *drivetest* terdapat beberapa area yang tidak tercover

oleh BTS, sehingga ada penurunan nilai *troughput* bahkan berdasarkan gambar tersebut koneksi terputus. Salah satu contoh area yang tidak tercover yaitu pada BTS Kalianak. Hal tersebut dapat dilakukan beberapa teknik optimasi untuk meningkatkan nilai *troughput* pada area yang tidak tercover tersebut, yaitu :

- Pada BTS Asemrowo sector 429 dapat dirubah sudut kemiringan antenna sektoral sehingga *coverage area* dari sektor tersebut lebih jauh dan dapat mencapai area yang tidak tercover tadi.
- Untuk menghilangkan kekhawtiran *coverage area* yang jaraknya dekat dengan BTS Asemrowo sector 429 agar nilai *troughputnya* tetap bagus, maka ada BTS Kalianak sector 327 yang dapat mengcover area tersebut.

### D. Analisis Hasil Perhitungan

Tabel 4.1. Spesifikasi Perangkat

| Parameter             | Nilai     |
|-----------------------|-----------|
| Tinggi Antenna BTS    | 69 m      |
| Transmitter Power     | 62 dBm    |
| Maximum EIRP dari BTS | 77 dBi    |
| Data Rate             | 9300 Kbps |
| Gain Antenna MS       | 2.15 dBi  |

Sumber : Provider

### E. Perhitungan Delay end to end

*Delay end to end* terdiri dari *delay codec*, *delay enkapsulasi*, *delay dekapsulasi*, *delay propagasi*, *delay paketisasi*, *delay depaketisasi*, dan *delay antrian*.

Dalam penelitian kali ini menggunakan Audio Codec AAC dengan *delay codec* sebesar 80 ms dan video codec H.264 dengan *delay video* sebesar 300 ms. *Delay codec* keseluruhan dapat dihitung dengan persamaan dibawah ini.

$$\begin{aligned}
 t_{\text{CODEC}} &= t_{\text{audio}} + t_{\text{video}} \\
 &= 80 + 300 \\
 &= 380 \text{ ms}
 \end{aligned}$$

### F. Delay Proses

Pada saat paket video streaming dikirim dari sumber melalui application layer menuju transport layer, data akan diubah menjadi segmen. Message data ketika melewati transport layer akan mengalami penambahan haeder RTP dan UDP, sehingga dapat dihitung dengan persamaan :

$$\begin{aligned}
 W_{\text{message}} &= W_{\text{data}} + \text{header RTP} \\
 &= 2625 + 12 \\
 &= 2637 \text{ byte}
 \end{aligned}$$

Karena panjang *message* melebihi MSS UDP (1460 byte), sehingga perlu di fragmantasi dengan persamaan :

$$N_{\text{segment}} = \frac{W_{\text{segment}}}{\text{MSS UDP}} = \frac{2637}{1460} = 1.81 \text{ byte}$$

Maka panjang *frame segment* dapat diperoleh dengan persamaan :

$$\begin{aligned}
 W_{\text{segmen 1}} &= \text{MSS UDP} + \text{Header UDP} \\
 &= 1460 + 8 \\
 &= 1468 \text{ byte}
 \end{aligned}$$

Sehingga panjang *frame segment* dapat diperoleh dengan persamaan dibawah ini:

$$W_{\text{segmen}} = N_{\text{segmen}} + W_{\text{segmen 1}}$$

$$= 1.85 + 1468$$

$$= 2657.08 \text{ byte}$$

Dari *transport layer* menuju *network layer*, *segment* akan mengalami penambahan *header IP* dan diubah menjadi datagram dengan persamaan dibawah ini:

$$W_{\text{datagram}} = W_{\text{segmen}} + \text{header}_{\text{IPV4}}$$

$$= 2657.08 + 20$$

$$= 2677.08 \text{ byte}$$

Karena panjang datagram melebihi MTU (1500 byte) maka perlu difragmentasi dengan persamaan :

$$N_{\text{frame}} = \frac{W_{\text{datagram}}}{\text{MTU}_{\text{ethernet}}} = \frac{2677.08}{1500} = 1.79 \text{ byte}$$

$$W_{\text{frame}} = \text{MTU}_{\text{ethernet}} + \text{header}_{\text{ethernet}}$$

$$= 1500 + 18 = 1518 \text{ byte}$$

Maka jumlah *frame Ethernet* yang dikirimkan dari sumber adalah :

$$W_{\text{frame total}} = W_{\text{frame}} + \text{Header}_{\text{MAC}} + \text{CRC}$$

$$= 1518 + 6 + 4 = 1528 \text{ byte}$$

Maka besar nilai *delay* enkapsulasi dengan *data rate* 9300 Kbps yaitu :

$$t_{\text{enc}} = \frac{W_{\text{frame total}}}{C_{\text{prop}}} \times 8 = \frac{1528}{9300 \times 10^{-3}} \times 8 = 1.31 \text{ ms}$$

Sedangkan besar nilai *delay* dekapsulasi :

$$t_{\text{dec}} = \frac{W_{\text{frame total}}}{C_{\text{prop 2}}} = \frac{1528}{5400} = 0.2263 \text{ ms}$$

Sehingga besar nilai *delay* proses yaitu:

$$t_{\text{pros}} = t_{\text{enc}} + t_{\text{dec}}$$

$$= 1.31 + 0.2263 = 1.5363 \text{ ms}$$

### G. Delay Propagasi

*Delay* propagasi adalah waktu yang dibutuhkan oleh gelombang mikro untuk berpropagasi pada media transmisi. Dengan jarak 1302 m, maka besar nilai *delay* propagasi dapat dihitung dengan persamaan

$$t_{\text{prop}} = \frac{D_{\text{max}}}{C} = \frac{1302}{3 \times 10^8} = 0.000434 \text{ ms}$$

### H. Delay Transmisi

*Delay* transmisi adalah waktu yang dibutuhkan untuk meletakkan semua paket data pada media yang diperoleh oleh ukuran paket kapasitas media transmisi. besarnya nilai *delay* transmisi dari server ke base station dengan dengan *data rate* 9300 kbps dapat dihitung dengan persamaan:

$$t_{\text{trans}} = \frac{W_{\text{frame total}}}{n \times C_{\text{trans}}} \times 8 \text{ byte} = \frac{1528}{1 \times 9300 \times 10^{-3}} \times 8$$

$$= 1.314 \text{ ms}$$

### I. Delay paketisasi dan Delay depaketisasi

*Delay* paketisasi adalah waktu yang dibutuhkan untuk memaketkan data dan hanya terjadi sekali pada sumber pemancar. Sedangkan *delay* depaketisasi adalah waktu yang dibutuhkan oleh penerima untuk mengubah paket – paket yang diterima menjadi data yang bias dibaca. *Delay* paketisasi dengan *data rate* 9300 kbps dapat dihitung dengan persamaan (2.16):

$$t_{\text{paketisasi}} = \frac{L_{\text{paket}}}{C_{\text{trans}}} = \frac{21640}{9300 \times 10^{-3}} = 2.236 \text{ ms}$$

*Delay* depaketisasi diasumsikan sama dengan *delay* paketisasi, sehingga dengan *data rate* yang sama

yaitu 9300 maka *delay* depaketisasi dapat dihitung dengan persamaan :

$$t_{\text{depaketisasi}} = \frac{L_{\text{paket}}}{C_{\text{trans}}} = \frac{21640}{100 \times 10^6} = 0.22 \text{ ms}$$

### J. Delay antrian

*Delay* antrian adalah waktu yang dibutuhkan paket data selama dalam antrian untuk pentransmisi. *Delay* antrian dapat dihitung dengan persamaan :

$$t_w = \frac{1}{\mu} + \frac{\lambda_w}{\mu^2(1-\rho)}$$

Factor *utilitas* yang digunakan adalah 0.9 dengan model antrian M/M/1.

$$\mu = \frac{C}{L} = \frac{9300 \times 10^3}{21640} = 429.76 \text{ paket per detik}$$

$$\lambda_w = \mu \times \rho = 429.76 \times 0.9 = 386.78 \text{ paket per detik}$$

Sehingga *delay* antrian dengan *data rate* 9300 Kbps dapat dihitung dengan :

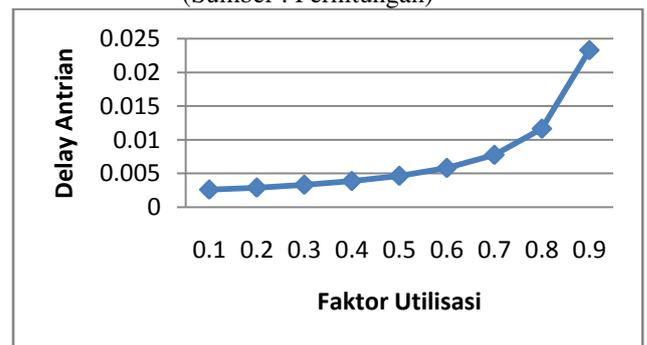
$$t_w = \frac{1}{429.76} + \frac{386.78}{429.76^2(1-0.9)} = 0.0236 \text{ ms}$$

Dengan cara yang sama hasil perhitungan *delay* antrian dengan faktor utilitas 0,1 sampai 0,9 dapat ditunjukkan dalam tabel dibawah :

**Tabel. 4.2.** Hasil Analisis *Delay* Antrian

| Faktor Utilisasi | <i>Delay</i> Antrian (ms) |
|------------------|---------------------------|
| 0.1              | 0.0026118                 |
| 0.2              | 0.0029077                 |
| 0.3              | 0.0033232                 |
| 0.4              | 0.003877                  |
| 0.5              | 0.004653                  |
| 0.6              | 0.005816                  |
| 0.7              | 0.007755                  |
| 0.8              | 0.01163                   |
| 0.9              | 0.02326                   |

(Sumber : Perhitungan)



**Gambar. 4.10.** Grafik Hubungan *Delay* antrian terhadap faktor utilisasi (Sumber : Perhitungan)

Berdasarkan analisis yang telah dilakukan secara matematis maupun grafis dapat disimpulkan bahwa semakin bertambahnya faktor utilisasi, maka *delay* antrian juga semakin bertambah besar.

Dengan menjumlahkan *delay* propagasi, *delay* transmisi, *delay* proses, *delay* paketisasi dan

depaketisasi, delay antrian serta *delay CODEC*, maka nilai *delay end to end* dapat diperoleh sebagai berikut :

$$T_{\text{end to end}} = t_{\text{CODEC}} + t_{\text{pros}} + t_{\text{prop}} + t_{\text{trans}} + t_{\text{paketisasi}} + t_{\text{depaketisasi}} + t_w$$

$$= 0.000434 + 1.314 + 3.573 + 2.326 + 0.22 + 0.02326 + 380$$

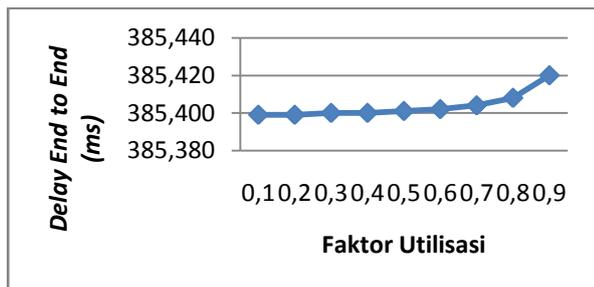
$$= 387.457 \text{ ms}$$

Dengan cara yang sama hasil perhitungan *delay end to end* dengan faktor utilisasi 0,1 samapai 0,9 dapat ditunjukkan dalam tabel dibawah :

**Tabel. 4.3.** Hasil Analisis *Delay End to End*

| Faktor Utilisasi | <i>Delay End to End</i> (ms) |
|------------------|------------------------------|
| 0.1              | 385,399                      |
| 0.2              | 385,400                      |
| 0.3              | 385,400                      |
| 0.4              | 385,400                      |
| 0.5              | 385,401                      |
| 0.6              | 385,402                      |
| 0.7              | 385,404                      |
| 0.8              | 385,408                      |
| 0.9              | 385,420                      |

(Sumber : Perhitungan)



**Gambar. 4.11.** Grafik Hubungan *Delay End to End* dengan faktor Utilisasi  
(Sumber : Perhitungan)

Berdasarkan analisis yang telah dilakukan secara matematis dan grafis maka dapat disimpulkan bahwa semakin besar faktor utilisasi maka *delay end to end* juga akan semakin besar. Hal tersebut dikarenakan faktor utilisasi mempunyai kenaikan yang linear terhadap *delay* antrian sehingga *delay end to end* juga akan semakin besar.

### K. Perhitungan *Troughput*

*Troughput* adalah rata – rata jumlah data yang diterima dalam keadaan benar setelah melalui kanal fisik dank anal logic ataupun telah melalui beberapa *network node*. Dengan data rate 9300 kbps dan factor utilisasi 0,9, maka nilai *Troughput* dapat diperoleh dengan persamaan (2.19) :

$$\lambda = \frac{x}{t_w}$$

$$= \frac{9300 \times 8}{385,420} = 193,036$$

Maka besarnya *troughput* video streaming yaitu :

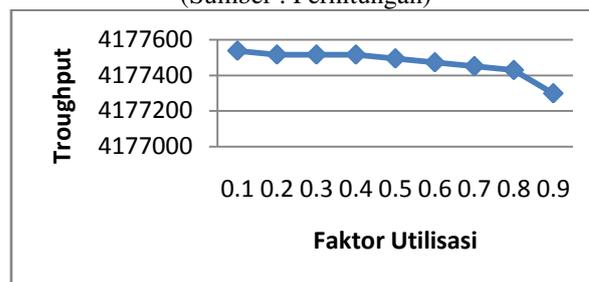
$$\lambda = 193,036 \times 21640 \text{ bit} = 4177299,04 \text{ bps}$$

Dengan cara yang sama hasil perhitungan *Troughput* dengan faktor8 utilisasi 0,1 samapai 0,9 dapat ditunjukkan dalam tabel dibawah :

**Tabel. 4.4.** Hasil Analisis *Troughput Video Streaming*

| Faktor Utilisasi | <i>Troughput Video Streaming</i> (bps) |
|------------------|--|
| 0,1              | 4177537,08                             |
| 0,2              | 4177515,44                             |
| 0,3              | 4177515,44                             |
| 0,4              | 4177515,44                             |
| 0,5              | 4177493,8                              |
| 0,6              | 4177472, 16                            |
| 0,7              | 4177450,52                             |
| 0,8              | 4177428,88                             |
| 0,9              | 4177299,04                             |

(Sumber : Perhitungan)



**Gambar. 4.12.** Grafik Hubungan *Troughput* Dengan Faktor Utilisasi  
(Sumber : Perhitungan)

Berdasarkan analisis yang telah dilakukan baik secara matematis maupun secara grafis maka dapat disimpulkan bahwa semakin besar nilai faktor utilisasi maka nilai *troughput* akan semakin kecil. Berarti nilai *troughput* juga berbanding terbalik dengan nilai *delay end to end*.

Nilai *troughput* pada hasil perhitungan secara matematis berbeda jauh dengan nilai *troughput* hasil *drivetest*. Nilai *troughput* pada hasil *drivetest* lebih kecil dibandingkan nilai perhitungan secara matematis. Berarti jaringan tersebut perlu dilakukan optimasi sehingga penyedia layanan jaringan tersebut dapat memberikan kenyamanan pada saat melakukan komunikasi data.

Diperlukan perubahan tilting kalianak sektor alfa dari 6° ke 4°. *Troughput* yang jelek disekitar area tersebut disebabkan karena pada waktu dilaksanakan *drivetest* yang seharusnya di cover oleh site tanjungsari asemrowo sektor *gamma* ternyata sektor tersebut down sehingga tidak mendapatkan layanan data dari sector tersebut. Untuk dapat mengimprove area yang terlayani dengan baik oleh site tanjungsari asemrowo sector *gamma*, diperlukan perubahan azimuth sektor *gamma* dari site tersebut dari 270° ke 220°.

## V. KESIMPULAN

1. Dari hasil uraian diatas dapat disimpulkan bahwa jumlah pengguna terbanyak yaitu pada hasil *drivetest* pada jam 20.00 – 24.00, pengguna sedikit yaitu jam 01.00 – 07.00, dan jumlah pengguna sedang yaitu dari jam 07.00 – 20.00. data hasil *drivetest* diatas juga sesuai dengan standart yang dari penyedia layanan data.

2. Delay  
Panjang data yang ditransmisikan berpengaruh pada delay total yang meliputi: delay propagasi, delay transmisi, delay proses, delay paketisasi dan depaketisasi, delay antrian serta *delay CODEC*. Untuk mendapatkan nilai delay total yang semakin kecil maka ukuran segmen data paket yang dikirimkan juga harus semakin kecil.
3. Nilai Troughput pada hasil perhitungan matematis dengan *factor utilisasi* 0.9 diperoleh 3267.7 kbps. Nilai tersebut diasumsikan hanya 1 pengguna. Sedangkan nilai *troughput* pada hasil pengukuran di lapangan dengan 3 kali pengukuran di jam yang berbeda, hasilnya juga berbeda yaitu :
  - Nilai rata-rata *Troughput* pada jam 11.00 yaitu 554.28 kbps, sedangkan nilai minimum *Troughput* yaitu 0 dan nilai maksimum *Troughput* yaitu 1812.16 kbps.
  - Nilai rata-rata *Troughput* pada jam 06.00 yaitu 754.67 kbps, sedangkan nilai minimum *Troughput* yaitu 0 dan nilai maksimum *Troughput* yaitu 2183.14 kbps.
  - Nilai rata-rata *Troughput* pada jam 20.00 yaitu 454.12 kbps, sedangkan nilai minimum *Troughput* yaitu 0 dan nilai maksimum *Troughput* yaitu 1105.15 kbps.
9. Setyawan, Romal Hadi. Evaluasi Kinerja HSDPA (High Speed Downlink Packet Access) dan EV-DO (Evolution Data Optimized), Departemen Pendidikan Nasional Universitas Brawijaya Malang, 2011.
10. Sistem CDMA 2000 1x EV-DO (Evolution-Data Optimized), <http://repository.usu.ac.id/bit-stream-123456789249014-Chapter-II.pdf> diakses Tanggal 11 Oktober 2012.
11. Drive-Test Untuk Optimasi Jaringan CDMA Menggunakan Perangkat Agilent, <http://www.telkomui.org> diakses tanggal 14 September 2012

## VI. DAFTAR PUSTAKA

### DAFTAR PUSTAKA

1. Schwartz, Mischa 1987. Telecommunication Network. Addison-Wesley.
2. Garg, Vijay K. 2000. "IS-95 CDMA and cdma 2000 Cellular/PCS System Implementation", New Jersey: Prantice Hall.
3. Hidayat, A. A., Budi Utomo. 2010. *Drive Test dan Optimasi Jaringan CDMA Di PT. Mobile-8 Telecom Surabaya*. Malang. Laporan Praktik Kerja Lapangan.
4. Anonim. 2007. EV-DO Rev.A and B: Wireless Broadband for the Masses. Qualcomm.
5. Putra, Ryandicka Anugerah. 2012. Pengaruh Handover pada Sistem Komunikasi Code Divison Multiple Access (CDMA) 1x EVDO Revision A Ke Code Division Multiple Access (CDMA) 2000 1x Untuk Layanan Video Streaming. Skripsi Tidak Diterbitkan. Malang: Jurusan Teknik Elektro Fakultas Teknik Universitas Brawijaya.
6. Habibar, Nizar Ghozali. 2012. Penentuan Kualitas Pelayanan (Quality of Service) Penyedia Jaringan CDMA EVDO Menggunakan NEMO Outdoor. Skripsi Tidak Diterbitkan. Malang: Jurusan Teknik Elektro Fakultas Teknik Universitas Brawijaya.
7. Pratama, Rizqy. Penentuan Kualitas Pelayanan (Quality Of Service) Penyedia Jaringan 2G (GSM) dan 3G (UMTS) Menggunakan TEMS Investigation. Departemen Pendidikan Nasional Universitas Brawijaya Malang, 2011.
8. Wildan, Aulia. Performansi Video Streaming Pada Jaringan Long Term Evolution (LTE) Berbasis Ipv6. Departemen Pendidikan Nasional Universitas Brawijaya Malang, 2011.