

ANALISIS KINERJA JARINGAN KOMUNIKASI DATA VSAT IP (VERY SMALL APERTURE TERMINAL) PADA REMOTE MOBILE KU-BAND

Lipur Sugiyanta, Ph.D^{1*}, Samlawi², and Drs. Bachren Zaini, M.Pd³

¹Dosen Prodi Sistem & Teknologi Informasi, FT – UNJ

²Mahasiswa Prodi Pendidikan Teknik Informatika dan Komputer, FT – UNJ

³Dosen Prodi Pendidikan Teknik Informatika dan Komputer, FT – UNJ

Abstract. VSAT (*Very Small Aperture Terminal*) menggunakan frekuensi KU-band cukup populer di Indonesia karena karakteristiknya yang sesuai dengan kondisi wilayah kepulauan. Mengacu pada pentingnya kualitas layanan jaringan, maka pada penelitian ini akan dilakukan analisis VSAT IP pada mobile KU-band. Beberapa parameter yang digunakan diantaranya adalah nilai *receive* (SQF), nilai transmit (TXcode), dan QoS yang terdiri dari *delay*, *bandwidth* dan *packet loss* pada sisi mobile KU-band. Pengamatan dan perekaman dilakukan selama bulan Agustus pada operasional 4 (empat) lokasi *mobile* KU-band PT. Metrasat di jam sibuk yaitu pukul 10:00 sampai dengan pukul 11:00. Metode yang digunakan dalam penelitian ini adalah observasi dengan menghitung nilai sampel data yang diukur pada saat pengamatan dan dianalisa. *Tool* yang digunakan dalam penelitian ini yaitu Axence NetTools dan *monitoring netflow analyzer*. Hasil penelitian menunjukkan tingkat kualitas layanan optimum yang dapat memenuhi kebutuhan layanan. Kualitas layanan adalah kemampuan jaringan untuk menyediakan layanan yang lebih baik bagi trafik yang melewatinya. Jaringan yang handal akan mampu melayani semua trafik data, baik dalam keadaan beban tinggi maupun rendah. Kinerja VSAT IP pada *mobile* KU-band dikatakan bekerja secara optimal jika parameter kinerjanya mencapai standar yang sudah ditentukan.

Kata kunci: Keandalan, *Mobile ku-band*, QoS, VSAT IP

PENDAHULUAN

Semakin pesatnya kebutuhan manusia akan transaksi secara instan tanpa harus kesulitan dimanapun mencari lokasi transaksi mendorong banyak perusahaan bersaing untuk mengimplementasikan layanan *mobile*, yang mampu bergerak dari satu tempat ke tempat lainnya. Tentunya hal ini perlu didukung oleh infrastruktur yang handal dan mudah diimplementasikan.[1][2][3] Layanan perbankan *mobile* yang menggunakan layanan VSAT

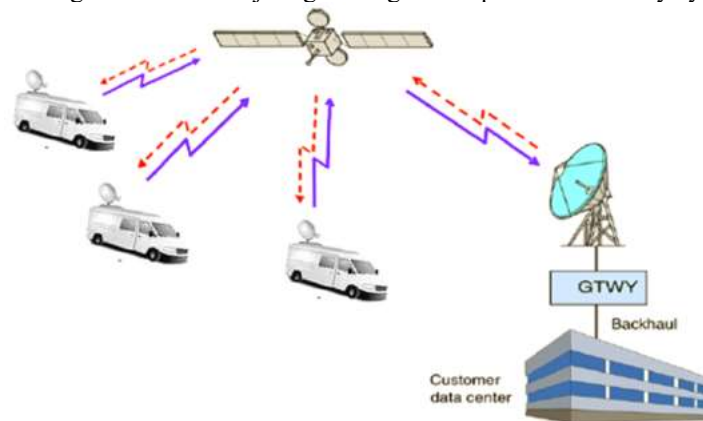
* Corresponding author : lipurs@gmail.com

IP (*Very Small Aperture Terminal*) berbasis *mobile* KU-band merupakan satu terobosan yang banyak digunakan, yaitu sebuah terminal dalam komunikasi data via satelit. Teknologi VSAT IP pada *mobile* KU-band merupakan *trademark* dari sebuah Stasiun Bumi Kecil (SBK) yang menggambarkan terminal penerima (*receiver*) dan pengirim (*transmitter*) berupa antena parabola berukuran kecil yang dipasang diatas mobil dan mempunyai *ip address* masing-masing.

Kehandalan kinerja jaringan dapat dilihat dari sejauh mana sistem komunikasi ini dapat melayani komunikasi baik pada beban trafik rendah maupun tinggi.[5][10] Hal penting yang perlu diketahui pada *mobile* KU-band adalah terdapat parameter kuantitatif yang dapat dikontrol untuk menyediakan layanan dengan kualitas optimal sebagai alternatif dibandingkan menambah kapasitas fisik jaringan (*bandwidth*).[4] Dalam layanan perbankan dengan meningkatnya nilai transaksi, maka dibutuhkan jaringan internet pada *mobile* KU-band yang stabil agar tidak terjadi *delay* yang dapat menghambat operasional bahkan jika *delay* berlebih bisa mengakibatkan *loss connection*. Gangguan yang terjadi harus dapat segera diatasi agar *mobile* KU-band dapat beroperasi dengan optimal (*good operation performance*).[6][8] Penelitian terhadap kehandalan kinerja jaringan VSAT IP pada *mobile* KU-band bertujuan untuk mendapatkan hasil pengukuran nilai *receive* (SQF), nilai *transmit* (Tx code) dan parameter QoS (*quality of service*) dari *delay*, *bandwidth*, dan *packet loss* untuk memenuhi standar layanan yang baik (*good operation performance*).

DASAR TEORI

Teknologi VSAT, pertama kali diperkenalkan di Amerika Serikat pada awal tahun 1980-an. VSAT masuk ke Indonesia pada tahun 1989 seiring dengan bermunculannya bank-bank swasta yang sangat membutuhkan sistem komunikasi *online* seperti ATM (*automated teller machine*).[6][7] Fungsi utama VSAT IP yaitu untuk menerima dan mengirim data, gambar, maupun suara via satelit sebagai media transmisinya.[6] Dengan adanya jaringan *wireless*, setiap manusia di muka bumi ini dapat saling berkomunikasi tanpa harus menggunakan kabel, sehingga perangkat yang seharusnya terkoneksi dengan kabel kini dapat berpindah-pindah tempat dengan bebas dalam jaringan dengan kecepatan transmisinya yang memadai.



Gambar 2.1 Konfigurasi VSAT IP *mobile* KU-band.

Satelit yang digunakan adalah satelit palapa D sebagai *relay* yaitu menerima sinyal dari *mobile* KU-band menggunakan kanal TDMA (*time division multiple access*) untuk memastikan bahwa pengiriman data tidak bertabrakan satu dengan yang lainnya dan mengirimkannya lagi ke stasiun hub menggunakan kanal TDM (*time division multiplex*).[6]

Konfigurasi *Mobile* KU-band

Mobile KU-band yang digunakan untuk telekomunikasi satelit, terdiri dari terminal penerima (*receiver*) dan pengirim (*transmitter*) berupa antena parabola berukuran 1,2 meter yang dipasang diatas mobil dan modem pada indoor unit. Setiap mobil mempunyai ip *address* masing-masing. Teknologi VSAT IP pada semua *mobile* KU-band menempati frekuensi yang sama yaitu frekuensi KU-band (*kurtz-under band*), yang memiliki frekuensi *uplink* 14 – 14.5 GHz dan frekuensi *downlink* 11.7 – 12.2 GHz. Frekuensi *uplink* dan *downlink* berbeda karena satelit tidak dapat menerima dan mentransmisi dengan frekuensi yang sama pada kondisi operasi terus-menerus tanpa interferensi.[8] Pada stasiun hub terdapat sebuah server NMS (*network management system*) yang memberikan akses pada operator jaringan untuk memonitor dan mengontrol seluruh operasi jaringan komunikasi melalui integrasi perangkat keras dan komponen perangkat lunak.

Indoor Unit (IDU)

Perangkat IDU merupakan *remote station* yang umumnya bersifat sensitif sehingga diletakkan di dalam ruangan. Modem bekerja mengkonversi informasi digital dari komputer ke bentuk sinyal analog yang di transmisikan melalui media transmisi.

Outdoor Unit (ODU)

ODU berupa perangkat yang diletakkan di luar ruangan dan berfungsi untuk mentransmisikan data. Secara umum perangkat ODU terdiri dari antena parabola sebagai perangkat pemancar berukuran 1,2 meter yang dipasang diatas mobil, LNB (*low noise block*), BUC, *feedhorn* atau OMT (*ortho mode transducer*).[8]

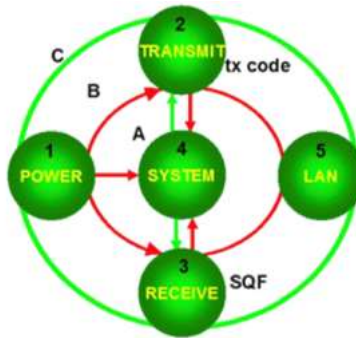


Gambar 2.2 Perangkat Outdoor Unit (ODU)

Untuk menghubungkan indoor unit dan outdoor unit digunakan kabel IFL (*inter facility link*) yaitu kabel koaksial dengan jenis RG6 dengan konektor jenis F. Kabel RG-6 yang digunakan sebanyak 2 buah, masing-masing untuk bagian pemancar dan penerima. Jika modem berfungsi dengan baik, maka tegangan keluaran masing-masing untuk sat.in dan sat.out adalah 13,51 volt dan 19,69 volt.

Mendiagnosa Perangkat VSAT IP

Mendiagnosa perangkat VSAT IP merupakan pekerjaan penting, karena komputer yang terhubung dengan jaringan sering kali mengalami gangguan maupun kerusakan baik dari sisi *hardware* atau *software*.



Gambar 2.3 Led Indikator Modem Hughes HN7700

Gambar diatas adalah siklus *troubleshooting* model IDU dengan merek Hughes HN7700. Apabila model sudah terhubung dengan listrik, maka indikator power pada modem akan menyala. Hal ini berarti modem siap digunakan dan tidak ada problem pada modem dan adaptor. Indikator *receive* modem berupa SQF yang menunjukkan kekuatan sinyal *receive*. Jika senilai 15 yang berarti modem belum menerima sinyal *receive* dari satelit, maka LED indikator *receive* akan mati. Indikator transmit modem berupa TXcode yang menunjukkan kekuatan sinyal transmit. Jika senilai 6 yang berarti modem belum menerima sinyal transmit dari satelit, maka LED indikator transmit akan mati. Jika kabel LAN sudah terpasang, maka LED indikator LAN pada modem menyala.[8] Pemeriksaan konfigurasi dilakukan dengan melihat LED indikator pada modem apakah menyala atau tidak.

Proses Commissioning Modem HN7700s

Setting parameter modem dapat dilakukan dengan proses telnet ke modem. Format penulisan Telnet sebagai berikut: telnet <IP Tujuan> 1953 (Port modem). Contoh: telnet 192.168.0.1 1953 Format konfigurasi modem HN7700 pada *mobile* KU-band adalah sebagai berikut: Pada Main Menu <<?/CR> for option (ketikan huruf "a" tanpa tanda petik). Contoh: Main Menu <<?/CR> for option: a Pada VSAT Return Path pilih Inroute, karena antena pada *mobile* ku-band berfungsi sebagai antena pemancar dan sekaligus sebagai antena penerima. VSAT Return Path (1 = Receive Only, 2 = Inroute, 3 = LAN1, 4 = LAN2) <2>: 2.

Tentukan arah satelit yang di pakai, pada *mobile* KU-band menggunakan satelite Palapa D. Satellite longitude degrees <99>: 118 satellite hemisphere (0 = East, 1 = West) <1>: 0 Tentukan titik koordinat *mobile* KU-band dengan cara mendapatkan koordinat lokasi *mobile* KU-band berada (longitude dan lattitude) menggunakan aplikasi *google earth*.

VSAT Longitude degrees <77>: 112

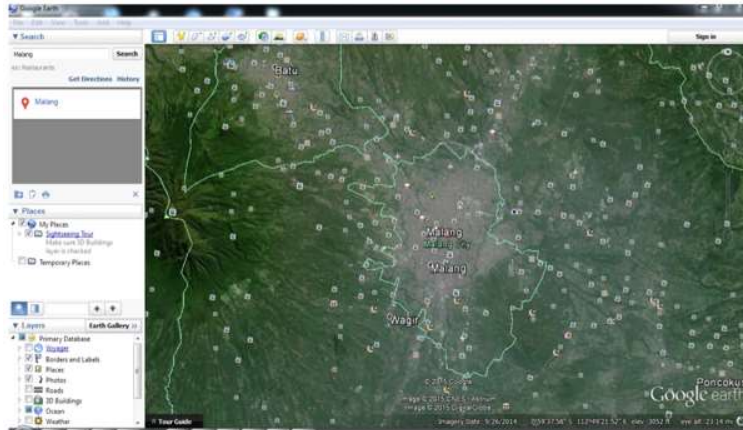
VSAT Longitude minutes <18>: 37

VSAT Longitude Hemisphere (0 = East, 1 = West) <1>: 0

VSAT Latitude degrees <39>: 7

VSAT Latitude minutes <8>: 57

VSAT Latitude Hemisphere (2 = North, 3 = South) <2>: 3



Gambar 2.4 Koordinat di Kota Malang

Setelah memastikan koordinat lokasi *mobile* KU-band, selanjutnya konfirmasi dengan operator NOC (*network operation center*) untuk memastikan parameter pada NMS sudah sesuai dengan parameter modem pada *mobile* KU-band. NOC harus diberikan akses untuk memonitor dan mengontrol jaringan komunikasi melalui integrasi perangkat keras dan perangkat lunak.

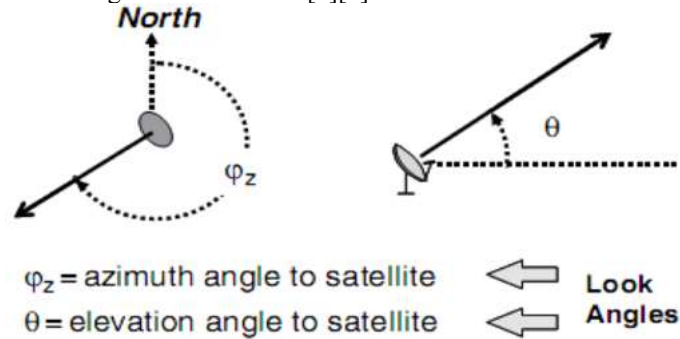
```
Satellite Channel Frequency <13300>:11794
Receive Symbol Rate <22000000>: 11000000
Frequency Band / Modulation (? For Options) <1>:3
Rx Polarization (0 = Vertical. 1 = Horizontal) <1>: 0
Tx Polarization (0 = Horizontal. 1 = Vertical) <0>: 0
LNB 22KHz Switch (0 = Off. 1 = On) <0>: 0
DVB Mode (1 = DVB-S, 2 = DVB-S2-CCM, 3 = DVB-S2-ACM) <1>: 1
DVB Program Num for user data <0>: 20500
DVB Program Num for DNCC data <0>: 0
LAN1 IP Address <192.168.0.1>: 192.168.0.1
LAN1 Subnet Mask <255.255.255.252>: 255.255.255.252
LAN2 IP Address <0.0.0.0>: 0.0.0.0
LAN2 Subnet Mask <255.255.255.0>: 255.255.255.0
Number of Static Routes in Routing Table <0>: 0
IP Gateway IP Address <100.100.100.100>: 192.168.12.100
SDL Control Channel Multicast IP Address <224.0.1.4>: 224.0.1.6
VSAT Management IP Address <10.0.0.0>: 10.1.111.67
Default Gateway (meaningful for LAN return path only) <10.0.0.10>: 10.0.0.10
```

Setelah seluruh parameter sudah diisi benar, maka konfigurasi parameter tersebut harus disimpan dengan cara meng-klik tombol *save configuration*. Format penulisan menyimpan konfigurasi modem sebagai berikut: Pada Main Menu <<?/CR> for option (ketikkan huruf "pw" tanpa tanda petik). Selanjutnya modem akan restart secara otomatis.

Pointing Antena

Posisi *mobile* KU-band memegang peran penting dalam komunikasi satelit. Satelit hanya berperan sebagai pengulang (*repeater*). Untuk itu stasiun bumi harus diletakan pada posisi

yang tepat dan berada pada daerah cakupan satelit agar sinyal yang dikirimkan dapat diterima satelit dan dipancarkan kembali. LOS (*line of sight*) merupakan syarat mutlak, dimana posisi antena menghadap ke arah satelit harus bebas dari halangan, baik pohon, bangunan, ataupun kemungkinan lalu-lalang kendaraan besar.[6][8]



Gambar 2.5 Posisi Look angles

Perhitungan pengarah sudut antena (*pointing antenna*) dapat dilakukan jika diketahui posisi stasiun bumi dan satelit. Sudut *pointing antenna* stasiun bumi ke arah satelit ada dua yaitu sudut *azimuth* dan elevasi.

QoS (Quality of Service)

Pembahasan mengenai QoS dalam penelitian ini meliputi *delay*, *packet loss* dan *bandwidth*. [10]

Delay

Delay adalah tenggang waktu yang dibutuhkan mulai mengirim data sampai dengan data diterima di titik lain yang menjadi tujuannya. Kualitas suatu jaringan sangat terpengaruh oleh besarnya *delay*. *Delay* di dalam jaringan versi TIPHON (*telecommunications and internet protocol harmonization over network*) dapat digolongkan sebagai berikut:

Table 2.1. One-way delay.

Kategori Latensi	Besar Delay (ms)	Indeks
Sangat bagus	< 150	4
Bagus	150 sd 300	3
Sedang	300 sd 450	2
Jelek	> 450	1

Rumus yang digunakan untuk mencari *delay* dibawah ini:

$$delay_{rata-rata} = \frac{total\ delay}{packet\ diterima} \quad (1)$$

Paket Loss

Kondisi yang menunjukkan jumlah total paket data yang hilang, yang dapat terjadi karena *collision*, *congestion* dan kerusakan data pada media fisik. *Packet loss* di dalam jaringan versi TIPHON dapat digolongkan sebagai berikut:

Table 2.2. Standarisasi nilai *packet loss*.

Kategori Latensi	Besar Loss	Indeks
Sangat bagus	0%	4
Bagus	3%	3
Sedang	15%	2
Jelek	25%	1

Persamaan perhitungan *packet loss*:

$$packet_{loss} = \frac{(packe\ dikirim - pack\ diterima)}{packe\ diterima} \times 100\% \quad (2)$$

Bandwidth (data rate)

Bandwidth dari sebuah jaringan ditentukan dari jumlah bit yang dapat ditransmisikan melalui jaringan dalam suatu rentang waktu tertentu. *Bandwidth* di dalam jaringan versi TIPHON dapat digolongkan sebagai berikut:

Table 2.3. Standarisasi nilai *bandwidth*.

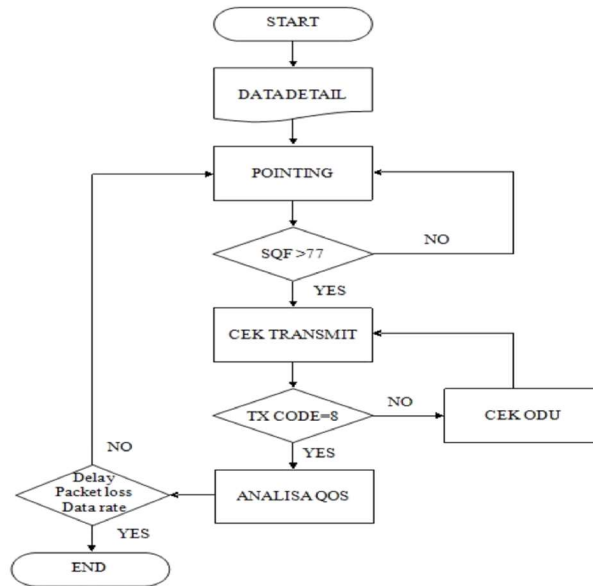
Kategori Latensi	Throughput	Indeks
Sangat bagus	100%	4
Bagus	50%	3
Sedang	25%	2
Jelek	< 25%	1

Persamaan perhitungan *data rate*:

$$data_{rate} = \frac{(packet_{diterima} \times \text{jumlah packet/bit})}{pack\ diterima} \quad (3)$$

METODOLOGI

Pada penelitian ini menggunakan metode observasi, meliputi pencarian sumber literatur dan pengamatan monitoring jaringan, kegiatan pengukuran lapangan, serta merekam paket data kemudian mengolah data dari hasil perekaman. Pengamatan dan perekaman dilakukan selama bulan Agustus pada operasional 4 (empat) lokasi *mobile* KU-band PT. Metrasat di jam sibuk yaitu pukul 10:00 sampai dengan pukul 11:00. Adapaun data-data yang digunakan dalam menyusun skripsi ini, yaitu berupa data primer dan sekunder. Tahapan penelitian yang dilaksanakan sebagai berikut.



Gambar 3.1 Flowchart Analisis Penelitian

Pengukuran nilai parameter QoS (*quality of service*)

Pengecekan pemakaian *bandwidth* berdasarkan utilitas trafik monitoring *netflow analyzer*, sedangkan pengukuran QoS (*quality of service*) dengan aplikasi NeTtool Profesional 5 pada parameter besarnya *delay* dan *packet loss* selama bulan Agustus pada operasional *mobile* KU-band di jam sibuk yaitu pukul 10:00 sampai dengan pukul 11:00.

Pengukuran *Slant Range*

Slant range dalam penelitian ini merupakan jarak dari stasiun bumi ke satelit yang berbeda-beda disetiap titik. Hal ini disebabkan oleh pengaruh kelengkungan bumi dan posisi stasiun bumi pada posisi lintang dan bujur yang berbeda antara satu dengan yang lain. Tiap koordinat satelit dan lokasi dipermukaan bumi akan berbeda-beda meskipun perbedaannya hanya sedikit.

$$H = \text{jarak Bumi dg satelit} = 35878\text{km} \quad (4)$$

$$R_e = \text{jari - jari Bumi} = 6380\text{km} \quad (5)$$

$$d = \sqrt{(R_e + H)^2 + R_e^2 - 2R_e(R_e + H)\cos\theta} \quad (6)$$

Perhitungan *Free Space Loss (FSL)*

Perhitungan ini menggunakan antenna parabola type *offset*. Antena ini bisa berfungsi sebagai antenna pemancar dan sekaligus sebagai antenna penerima. Diameter antenna adalah 1,2 meter dan antenna ini bekerja pada frekuensi KU-band dengan frekuensi *uplink* 14 – 14.5 GHz dan frekuensi *downlink* 11.7 – 12.2 GHz. Untuk menghitung nilai *free space loss uplink* dan *downlink* digunakan *slant range* posisi *mobile* KU-band berada terhadap satelit Palapa D.

$$L_u = \left[\frac{4\pi f_u d_u}{\lambda_u} \right] = \left[\frac{4\pi f_u d_u}{c} \right] \quad (7)$$

HASIL DAN ANALISIS

Pengukuran parameter receive (SQF) dan transmit (Tx code)

Berdasarkan data yang diperoleh dari pengamatan dan perekaman *mobile* KU-band via NMS didapatkan nilai *receive* (SQF) masing-masing *mobile* KU-band dibawah standar sinyal penerimaan pada PT. Metrasat yaitu sebesar > 80 . Nilai SQF yang rendah menyebabkan terjadinya koneksi yang kurang stabil dan harus dilakukan optimalisasi pointing antenna pada *mobile* KU-band.

Table 4.1. Nilai parameter *receive* dan *transmit*.

Nama	IP LAN	IP MAN	SQF	Tx
MKu-band 01	55.12.3.1	10.2.5.51	47	6
MKu-band 02	55.12.10.1	10.2.5.50	55	8
MKu-band 03	55.12.9.1	10.2.5.57	63	8
MKu-band 04	55.12.8.1	10.2.5.56	68	8

Perhitungan *Free Space Loss* (FSL)

Free space loss downlink adalah redaman yang dialami sinyal yang dikirim satelit ketika sedang mengirim sinyal kembali. Rumus untuk menghitung *free space loss uplink*:

$$L_u = \left[\frac{4\pi f_u d_u}{\lambda_u} \right] = \left[\frac{4\pi f_u d_u}{c} \right] \quad (8)$$

$$L_u = \left[\frac{4 \times 3.14 \times (14 \times 10^9) \times (26418.698 \times 10^3)}{2.997925 \times 10^8} \right]^2 = 198.526 \text{ dB}$$

Rumus untuk menghitung *free space loss downlink*:

$$L_u = \left[\frac{4\pi f_d d_d}{\lambda_d} \right] = \left[\frac{4\pi f_d d_d}{c} \right] \quad (10)$$

$$L_u = \left[\frac{4 \times 3.14 \times (11.7 \times 10^9) \times (26418.698 \times 10^3)}{2.997925 \times 10^8} \right]^2 = 194.812 \text{ dB}$$

Table 4.2. Nilai pengukuran FSL (*free space loss*).

Nama	Slant Range (km)	FSL uplink (dB)	FSL downlink (dB)
MKu-band 01	26418.698	198.526	194.812
MKu-band 02	27511.033	199.032	195.121
MKu-band 03	25606.377	198.012	193.946
MKu-band 04	27603.976	199.211	195.241

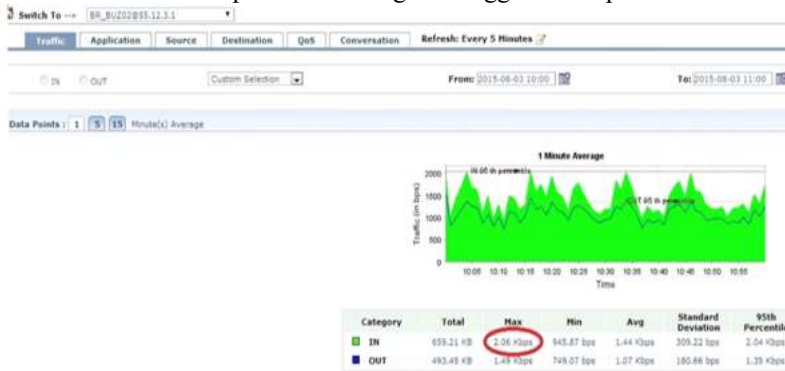
Pengukuran Parameter QoS (*quality of service*)

QOS diukur menggunakan software NetTools professional 5, besarnya *delay* total dan melihat *packet loss* sesuai alamat ip address yang dimiliki *mobile* KU-band.



Gambar 4.1 QoS *mobile* KU-band

Pengukuran utilitas trafik pemakaian dengan menggunakan aplikasi Netflow analyzer,



Gambar 4.2 Utilitas Traffic pada mobile ku-band 01

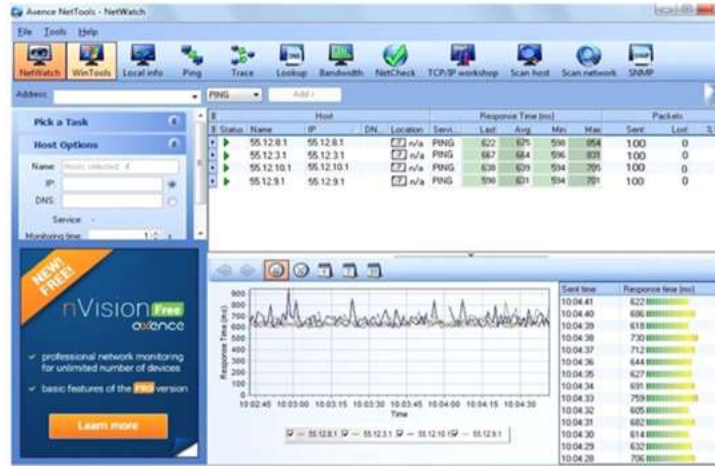
Berikut hasil pengukuran QoS pada ke 4 lokasi *mobile* KU-band.

Table 4.3. Hasil pengukuran bandwidth dan packet loss.

Nama	IP LAN	BW (kbps)	Packet loss (%)
MKu-band 01	55.12.3.1	2,06	50
MKu-band 02	55.12.10.1	47,74	25
MKu-band 03	55.12.9.1	60,5	22
MKu-band 04	55.12.8.1	94,18	1

Pembahasan Hasil Penelitian

Nilai SQF pada pengamatan awal pada ke 4 lokasi *mobile* KU-band PT. Metrasat yang rendah menyebabkan koneksi yang kurang stabil. Setelah dilakukan optimalisasi *pointing antenna* pada *mobile* KU-band, terdapat perbaikan SQF berdasarkan hasil analisa. Perbaikan dilakukan pada *pointing antenna* pada ke 4 lokasi *mobile* KU-band. Optimalisasi tersebut sangat berpengaruh pada konektivitas jaringan, terutama parameter *receive* yaitu SQF dan parameter *transmit* (TXcode).



Gambar 4.3 Pengukuran Parameter QoS setelah optimalisasi.

Pengaruh Perubahan SQF terhadap Trafik

Perbaikan yang dilakukan pada *pointing antenna* pada ke 4 lokasi *mobile* KU-band sangat berpengaruh pada konektivitas jaringan. Data optimalisasi peningkatan pada utilitas trafik ditunjukkan pada tabel berikut. Nilai SQF pada tabel 4.4 menunjukan adanya perbaikan pada besarnya *delay* rata – rata (Tavg). Utilitas trafik meningkat bervariasi antara 50% sampai dengan diatas 70%. Pemakaian minimum yang ditetapkan oleh pelanggan Bank BRI adalah 70% dari 128 kbps *bandwidth* yang disediakan. Dengan demikian optimalisasi *pointing antenna* pada *mobile* KU-band memiliki pengaruh signifikan untuk memenuhi standar layanan yang baik (*good operation performance*).

Table 4.4. Peningkatan utilitas trafik.

Nama	SQF		Latency rata-rata Tavg (ms)		Utilitas trafik (%)
	Sb	Sd	Sb	Sd	
MKu-band 01	47	81	781	664	73,89
MKu-band 02	55	82	761	675	58,85
MKu-band 03	63	88	712	631	49,77
MKu-band 04	68	91	675	639	48,12

KESIMPULAN DAN SARAN

Nilai parameter *receive* yaitu SQF dan parameter *transmit* yaitu TXcode sangat berpengaruh pada konektivitas jaringan. Apabila kedua parameter tersebut nilainya dibawah nilai minimum maka *mobile* KU-band akan sulit terhubung dengan stasiun *hub*, bahkan bisa menyebabkan *packet loss*. Untuk itu perlu adanya perbaikan *pointing antenna* di setiap *mobile* KU-band. Dengan konektivitas jaringan *mobile* KU-band yang semakin baik akan meningkatkan utilitas trafik pelanggan dan berujung pada kepuasan pelanggan. Faktor-faktor yang mempengaruhi besarnya peningkatan nilai utilitas trafik, diantaranya adalah SQF dan jumlah pemakaian PC pada *mobile* KU-band.

Hasil penelitian menunjukkan bahwa pengukuran *delay* total dipengaruhi oleh pertambahan jarak antara antena pada *mobile* KU-band dengan satelit dan *delay* rata - rata selama operasional. Dari hasil pengukuran setelah *pointing antenna* pada *mobile* KU-band, terdapat perbaikan SQF diatas 70%. Pemakaian minimum yang ditetapkan oleh pelanggan Bank BRI adalah 70% dari 128 kbps *bandwidth* yang disediakan. Dengan demikian optimalisasi *pointing antenna* pada *mobile* KU-band memiliki pengaruh signifikan untuk memenuhi standar layanan yang baik (*good operation performance*).

Daftar Pustaka

1. Antonius Suhartomo. An Alternative Design Topology for Metropolitan Area Networks. ITB Journal of Information and Communication Technology Vol. 6, No. 2, page 103-111. September 2012. DOI: 10.5614/itbj.ict.2012.6.2.1
2. Bhargava Devana, Sudharshana Kristipati, and Raghava Nirati. Recycling of Bandwidth in Metropolitan Area Networks (MAN). International Journal of Computer Science & Information Technology (IJCSIT) Vol 3, No 6, page 16-36. Dec 2011
3. Hatim Husyaini, Rudy. Perencanaan Wireless Metropolitan Area Network Kota Tarakan. Jurnal Elekrika Borneo Vol. 1 No. 1 page 1-8. Mei 2015. DOI: 10.31227/osf.io/jkq2n
4. J. Barcel' o, A. Sfairopoulou, B. Bellalta. Wireless open metropolitan area networks. ACM SIGMOBILE Mobile Computing and Communications Review Volume 12, Number 3, Page 34-44. July 2008. DOI: 10.1145/1462141.1462146
5. Mohamed K. Watfa. Quality of Service in Wireless Local and Metropolitan Area Networks. Unlicensed Mobile Access Technology page 163-185: Protocols, Architecture, Security, Standards and Applications, Auerbach Publications, Boca Raton, Florida. DOI: 10.1201/9781420055382.ch9
6. Pamungkas, Wahyu., Imam MPB.2014. Sistem Komunikasi Satelit. Yogyakarta. Andi Offset.
7. Suherman, Sherly A.2010. Internetan Gratis dengan antena kaleng, Jakarta : Dunia Komputer.
8. Suryana, Usep. 2015. Modul VSAT IP Metrasat. Bogor [tidak diterbitkan].
9. Utomo, Eko Priyo.2009. Koneksi Internet untuk PC, Laptop dan HP. Yogyakarta. Mediakom.
10. Xiannong Meng, Robert E. Kinicki, Timothy A. Gonsalves. Delay analysis of a metropolitan area network. Proc 9th Annual Int'l Phoenix Conf on Computers and Communications (IPCCC), 1990, pp. 568-574. DOI: 10.1109/PCCC.1990.101671