

BAB 2 DASAR TEORI

2.1 KAJIAN PUSTAKA

Pada jurnal [6] menjelaskan tentang dampak pengaruh pembangunan BTS USO terhadap kesenjangan *digital* yang ditunjukkan dengan penetrasi *internet* dengan metode *Difference in Difference* (DiD). DiD Merupakan metode untuk mengevaluasi dampak dari suatu program dengan membandingkan data sebelum dan sesudah program. Terdapat 134 kabupaten/kota yang termasuk wilayah 3T sebagai sumber data penelitian. Didapatkan bahwasanya belum ditemukan adanya pengaruh signifikan secara statistik dengan adanya pembangunan BTS USO terhadap penetrasi *internet* pada 134 kabupaten/kota di wilayah 3T.

Pada buku [7] menjelaskan bahwa satelit komunikasi adalah satelit orbit bumi buatan yang menerima sinyal komunikasi dari *transmitter*/pemancar stasiun bumi, menguatkan dan memproses sinyal tersebut serta meneruskannya kembali ke penerima di stasiun bumi untuk penerimaan oleh satu atau lebih penerima/*receiver* di stasiun bumi. Informasi komunikasi tidak berasal atau berakhir di satelit itu sendiri. Satelit merupakan transmisi *relay* yang aktif.

Pada buku [8] menjelaskan bahwa *High Throughput Satellite* (HTS) adalah sistem satelit yang menggunakan *spot beams* dengan *cover area* yang luas untuk mendistribusikan layanan pada area-area yang ter *cover* oleh *spot beams* tersebut. HTS memberikan pelayanan *service area* pada daerah-daerah yang ter-*cover* dengan *throughput* yang besar dan biaya per *bit* yang lebih rendah. Sebagian besar satelit di *orbit geostasioner* yang beroperasi pada frekuensi *Ku-band* [8] .

Untuk mengetahui kelayakan jaringan teknologi jaringan 4G *Long Term Evolution* (LTE) dari beberapa *provider* yaitu Telkomsel, Indosat, XL dan Axis. Dilakukan penelitian di tiga lokasi, AMIK Mitra Gama, Kantor Camat Mandau dan Mandau *Mall City* di Bengkalis Riau. Pengukuran jaringan 4G menggunakan aplikasi *Wireshark* dan *Smartphone* Iphone 5S. Parameter yang diukur adalah *throughput*, *jitter* dan *packet loss* . *Provider* Telkomsel mempunyai nilai *throughput* terbaik dengan hasil rata-rata 95.33 Kbps. *Jitter* paling baik adalah

Telkomsel dengan hasil rata-rata 65.14 ms. *Packet loss* terbaik yaitu Telkomsel dengan rata-rata sebesar 0.13% [9].

Pentingnya *Quality of Service* (QoS) dan *Quality of Experience* (QoE) dalam menghadapi perkembangan teknologi *Internet of Things* (IoT), *big data*, dan layanan berbasis *cloud*. QoS adalah tentang memastikan tingkat kualitas teknis dalam layanan jaringan, sedangkan QoE adalah tentang pengalaman pengguna akhir yaitu *user*. QoS berfokus pada kinerja teknis jaringan, sedangkan QoE adalah tentang kepuasan pengguna akhir. QoS yang baik dapat meningkatkan QoE, tetapi ada faktor non-teknis, seperti persepsi pengguna, yang juga mempengaruhi QoE. 5G akan menjadi evolusi berikutnya dalam teknologi *mobile*, yang akan membawa perubahan besar dalam layanan dan kualitas jaringan. 5G mendukung *Internet of Things* (IoT) dan *Machine-to-Machine* (M2M). Dimasa depan 5G dan jaringan M2M akan menghadapi tantangan baru dalam menjaga kualitas layanan. Kualitas jaringan baik QoS dan QoE harus memenuhi [10].

Pada penelitian [11] menjelaskan dengan metode kuantitatif untuk mengukur kualitas layanan yang diterima langsung oleh pengguna. Membandingkan standar kualitas layanan yang telah ditetapkan pemerintah dengan kualitas pengalaman yang dirasakan oleh pengguna langsung. Standar kualitas dari pemerintah bersumber dari Permenkominfo No. 12/Per/M.Kominfo/04/2008 tentang Standar Kualitas Pelayanan Jasa Teleponi Dasar pada Jaringan Bergerak Seluler. Membandingkan 5 dari 7 standar yang ada, yaitu standar kinerja tagihan, standar pemenuhan permohonan aktivasi, standar *service level call center* layanan pelanggan, standar *endpoint service availability*, dan standar kinerja layanan pesan singkat. Kualitas pengalaman dinilai berdasarkan persepsi pengguna, kemudian hasilnya disandingkan dengan standar yang telah ditetapkan atau dengan hasil audit Badan Regulasi Telekomunikasi Indonesia (BRTI).

Dengan menggunakan pendekatan kuantitatif, penelitian deskriptif survei penelitian ini dilakukan untuk mengkaji kualitas layanan telekomunikasi seluler dari sudut pandang pengguna (*quality of experience*) masyarakat Kabupaten Kepulauan Sangihe. QoE yang dapat diterima tentunya memunculkan kepuasan konsumen dalam menggunakan layanan telekomunikasi seluler yang pada akhirnya dapat mempengaruhi loyalitas konsumen terhadap penggunaan produk operator

telekomunikasi seluler tertentu dan secara tidak langsung mendorong keberlanjutan aksesibilitas informasi. Hasil penelitian menunjukkan bahwa dari 5 layanan yang diukur, 4 layanan dinilai “Baik” oleh responden yaitu panggilan suara, *video*, *Short Message Service (SMS)*, dan *Multimedia Message Services (MMS)*, sedangkan komunikasi data/*internet* dinilai “Cukup Baik”. Adapun parameter layanan dengan nilai QoE paling rendah adalah *service failure (dropped call)*, *service non-access (blocked call)*, *blockiness (pending)*, dan *upload time* yang pada umumnya terkait dengan kapasitas kanal jaringan. Oleh karena itu, peningkatan ketersediaan infrastruktur menjadi penting sebagai solusi permasalahan tersebut [12].

Analisis Jaringan 4G di Soreang, Bandung yang padat penduduk. Metode pengumpulan data yang digunakan dalam penelitian ini adalah pengamatan langsung terhadap objek yang akan diteliti. Jaringan 4G diuji dengan menggunakan penyedia layanan dari Telkomsel untuk mengetahui kualitas jaringan yang baik dengan menggunakan aplikasi *wireshark* berdasarkan parameter QoS, yaitu *upload*, *download*, *streaming*, *delay*, *jitter*, dan *packet loss*. Dari hasil penelitian, kinerja jaringan berdasarkan uji lapangan dapat disimpulkan bahwa kinerja penyedia Telkomsel di area Soreang pada malam hari sangat baik berdasarkan standar TIPHON. Kecepatan *download*, *upload*, dan *streaming video* berkisar antara 375 Kbps hingga 1,2 Mbps dengan rata-rata *jitter* dan *delay* kurang dari 1 ms [13].

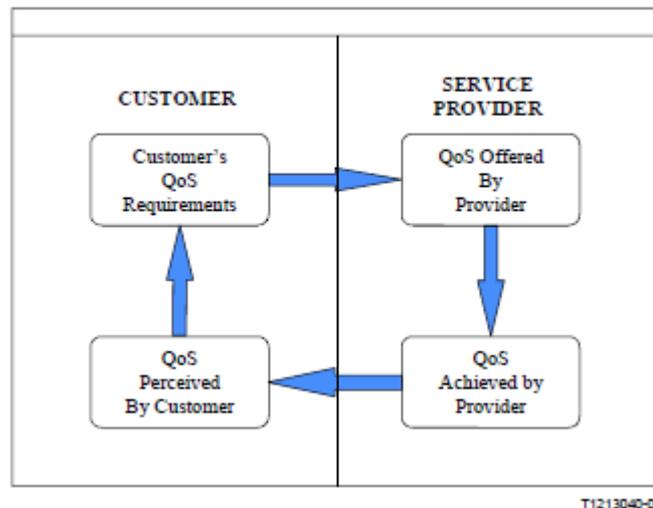
Penelitian [14] menjelaskan bahwa untuk memahami dan meningkatkan kualitas jaringan komputer di Kantor Balai Bahasa Sumatra Selatan. Kantor ini menghadapi masalah seperti kecepatan internet yang lambat, penurunan kualitas jaringan (*delay*), dan masalah stabilitas saat mengirim dan menerima data. Untuk mengatasi masalah ini, peneliti menggunakan aplikasi *Paessler Router Traffic Grapher (PRTG)* untuk memonitor kinerja jaringan. Hasil penelitian menunjukkan bahwa parameter QoS yaitu *throughput*, *delay*, dan *packet loss*, memengaruhi kualitas jaringan. Setelah menerapkan manajemen *bandwidth* pada *router* mikrotik, terjadi perubahan signifikan dalam kualitas jaringan. Kecepatan internet meningkat secara substansial, dan masalah seperti *delay* dan *packet loss* berkurang secara signifikan. Dengan demikian, dapat disimpulkan bahwa penerapan manajemen

bandwidth dengan menggunakan PRTG dan mikrotik dapat secara efektif meningkatkan kualitas jaringan komputer di Kantor Balai Bahasa Sumatra Selatan.

Pada penelitian [15] menjelaskan tentang *automatisasi* sistem *monitoring* jaringan yaitu PRTG ke *Short Message Service* (SMS) ke *engineer*. Metode yang di gunakan adalah observasi selama 1 bulan di Patrakom dan melakukan *interview* kepada *Staff Information and Technology* (IT). Patrakom sebagai perusahaan yang bergerak di bidang telekomunikasi, memiliki banyak pelanggan di daerah terpencil di seluruh Indonesia. Menggunakan media transmisi satelit, data dapat dikirim dari berbagai kota di Indonesia. Ada banyak pelanggan di lokasi yang cukup sulit dijangkau. Salah satu pelanggan yang sulit dijangkau dan membutuhkan sistem pemantauan khusus yaitu Pengeboran PT. Pertamina Hulu Energi *Offshore North West Java* (PHE ONWJ) yang berlokasi di Laut Jawa. Sistem pemantauan jaringan komputer pelanggan PT. PHE ONWJ di PT. Patrakom saat ini menggunakan PRTG *Network Monitoring* (aplikasi pemantauan jaringan) yang menampilkan grafik penggunaan *bandwidth* oleh pengguna. Sehingga mengakibatkan pemberitahuan kepada *engineer* selama gangguan jaringan tidak dapat diungkapkan dalam waktu cepat. *Engineer* dan *Network Central Controler* (NCC) harus memeriksa PRTG untuk mendeteksi gangguan jaringan. Tidak adanya pemberitahuan kepada *engineer*/NCC secara *otomatis* menyebabkan penanganan gangguan membutuhkan waktu lebih lama. Menggunakan sistem pemantauan jaringan berdasarkan SMS memungkinkan pemberitahuan sesegera mungkin kepada *engineer* ketika jaringan terjadi gangguan, sehingga *engineer* akan langsung melakukan pemeriksaan gangguan. Dengan sistem pemantauan seperti ini tentu akan meningkatkan kepuasan pelanggan terhadap layanan yang diberikan oleh PT. Patrakom.

2.2 DASAR TEORI

Berdasarkan *International Telecommunication Union* (ITU) Rec G.1000 kualitas layanan di definisikan sebagai kemampuan dari sebuah penyedia layanan telekomunikasi untuk dapat memenuhi kebutuhan pelanggan. Kualitas layanan tidak hanya dilihat dari sudut pandang penyedia layanan (*QoS*) tetapi juga harus berdasarkan pengalaman dari pengguna *Quality Of Experience* (*QoE*)[11]



Gambar 2. 1 Sudut Pandang Kualitas [11]

Gambar 2.1 menunjukkan perspective *QoS* dari sisi *customer* terdiri dari *customer's QoS requirements* dan *QoS perceived by customer*, sedangkan sisi *provider* terdiri dari *QoS offered by provider* dan *QoS achieved by provider*.

Customer's QoS requirements merupakan persyaratan tertentu yang tidak bisa diungkapkan dengan bahasa non teknis. Pelanggan tidak peduli bagaimana layanan disediakan, desain bagaimana, jaringan seperti apa, tetapi yang terpenting adalah hasil yang bisa langsung digunakan atau dirasakan oleh pelanggan.

QoS offered by provider adalah *QoS* yang ditawarkan oleh *provider* kepada pelanggan. Tingkat *QoS* dinyatakan dengan nilai parameter yang ditetapkan. Parameter ini akan digunakan untuk perencanaan jaringan dan menentukan nilai *Service Level Agreements (SLA)*.

QoS achieved or delivered by the service provider adalah pernyataan bahwa *QoS provider* tercapai berdasarkan nilai nilai parameter dan spesifikasi yang disepakati sebelumnya. Sebagai contoh bahwa pada bulan Januari 2021 nilai *SLA* adalah 99.95%, yang berarti bahwa dalam 1 bulan terjadi gangguan selama 0.05% atau selama 00:21:36.

QoS perceived by the customer adalah *QoS* yang dirasakan langsung oleh pelanggan. Apa yang dirasakan pelanggan saat menggunakan *provider/layanan*. *QoS* ini ekspresi dari pelanggan atau sering disebut tingkat kepuasan pelanggan.

QoE didapatkan berdasarkan pengalaman yang di rasakan pengguna. Sedangkan *QoS* di dapatkan dari penyedia berdasarkan parameter tertentu. Jadi bisa

terjadi dilihat dari parameter penyedia bahwa layanan sudah sesuai dengan standar *QoS* tetapi dari pelanggan belum puas atas layanan yang disediakan.

2.2.1 Performansi Network

Gangguan yang muncul pada *network* baik fisik maupun non fisik *wireless* tidak mungkin untuk di hindari. Gangguan yang terjadi menyebabkan penurunan performansi/kinerja suatu jaringan/*network*. Suatu jaringan/*network* yang handal dapat diketahui dari nilai parameter yang mempengaruhi performansi jaringan/*network* tersebut. Berikut ini adalah parameter yang digunakan untuk mengetahui performansi suatu jaringan/*network*.

a. *Bandwidth*

Bandwidth dapat diartikan sebagai luasnya atau lebarnya cakupan frekuensi/kanal yang digunakan oleh sinyal dalam media transmisi. Dalam sebuah *network*, *bandwidth* sering di sebut untuk kecepatan transfer data (*transfer rate*) yaitu jumlah data yang dapat dibawa dari tempat A ke tempat B dalam jangka waktu detik. *Bandwidth* diukur dalam satuan *bps* (*bits per second*)[9]

b. *Throughput*

Throughput adalah kecepatan (*rate*) *transfer* data yang efektif, yang diukur dalam satuan *bps* (*bit per second*). *Throughput* disebut juga dengan *bandwidth* yang sebenarnya (aktual) pada suatu kondisi, waktu tertentu dan jaringan tertentu pada saat melakukan *download/upload* suatu file dengan ukuran tertentu [9]

Berikut persamaan dari *throughput* :

$$\text{Throughput} = \frac{\text{Paket data yang diterima (kb)}}{\text{Waktu lama pengamatan (s)}} \quad (2.1)$$

c. *Jitter*

Jitter adalah perubahan *latency* yang terjadi pada suatu waktu tertentu. *Jitter* penundaan bervariasi dari waktu ke waktu. *Jitter* juga diartikan sebagai gangguan pada jaringan baik digital maupun *analog* yang di karenakan perubahan sinyal. *Jitter* dapat mengakibatkan hilangnya data, khususnya pada saat pengiriman data dengan kecepatan tinggi. Di dalam jaringan, nilai *Jitter* ini idealnya mempunyai nilai yang minimum, semakin kecil nilai *jitter* maka semakin baik jaringan tersebut [9]

Ada empat kategori penurunan peformansi jaringan berdasarkan nilai *Jitter* sesuai dengan versi TIPHON (*Telecommunications and Internet Protocol Harmonization Over Network*).

Tabel 2. 1 Standarisasi *Jitter* TIPHON[10]

| Kategori Degradasi | Peak Jitter |
|---------------------------|-------------------------------|
| Sangat Bagus | 0 <i>milisecond</i> |
| Bagus | 0 s/d 75 <i>milisecond</i> |
| Sedang | 76 s/d 125 <i>milisecond</i> |
| Jelek | 125 s/d 225 <i>milisecond</i> |

Dari Tabel 2.1 bahwa *jitter* memiliki kategori “sangat bagus” jika nilai *peak jitter* adalah 0 *milisecond* (ms), kategori “Bagus” nilai *peak jitter* adalah 0 sampai dengan 75 ms, kategori “Sedang” nilai *peak jitter* adalah 76 sampai dengan 125 ms, kategori “Jelek” nilai *peak jitter* adalah 12 sampai dengan 225 ms.

d. *Packet loss*

Packet loss adalah suatu parameter yang menggambarkan suatu kondisi yang menunjukkan seberapa besar jumlah total paket yang hilang. Paket yang hilang ini dapat terjadi karena tabrakan atau *collision* dan penyumbatan atau *congestion* pada jaringan. *Packet loss* juga dapat terjadi ketika *site* penuh adanya *drop* paket [9]. Semakin kecil nilai *packet loss* semakin bagus suatu jaringan.

Tabel 2. 2 Standarisasi *Packet loss* TIPHON[10]

| Kategori Degradasi | <i>Packet loss</i> |
|---------------------------|---------------------------|
| Sangat Bagus | 0 % |
| Bagus | 3% |
| Sedang | 15% |
| Jelek | 25% |

Dari Tabel 2.2 tentang standarisasi *packet loss* dari TIPHON adalah jika nilai *packet loss* 0 maka mempunyai kategori “Sangat bagus”, kategori “Bagus” jika memiliki nilai *packet loss* adalah 3%, kategori “Sedang” adalah memiliki nilai *packet loss* 15%, kategori “Jelek” adalah memiliki nilai *packet loss* 25%.

e. *Avaliability*

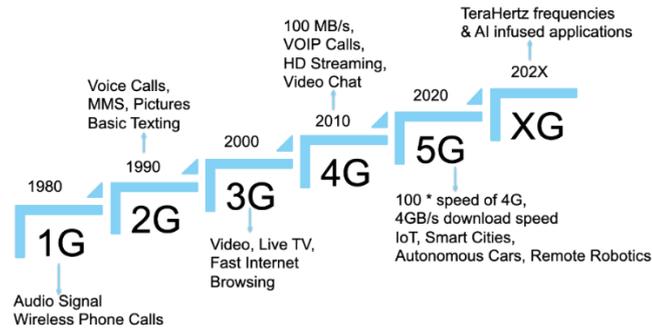
Avaliability dapat diartikan suatu kemampuan dari suatu sistem/jaringan untuk melakukan fungsinya secara berkesinambungan (tanpa adanya interupsi) dalam jangka waktu lebih lama dari pada ketahanan yang di berikan oleh masing-masing komponennya [16]. *Avaliability* BTS USO Perbatasan bersumber pada *sensor uptime router* mikrotik yang berada disisi BTS dan dikirimkan melalui transmisi *satellite* ke *Network Monitoring System* (NMS). Standar *Avaliability* untuk BTS USO Perbatasan adalah 95,5% yang berarti bahwa selama 1 bulan hanya boleh diijinkan *offline* selama 32 jam 24 menit,

2.2.2 Broadband Wireless Access (BWA) dan QoS

Jaringan *Broadband Wireless Access* (BWA) menyediakan akses internet dengan kecepatan tinggi ke pengguna di area yang luas dengan teknologi *wireless* [17]. *Internal Mobile Telecommunication - Advanced* (IMT-Advanced) telah memberikan persyaratan untuk jaringan 4G BWA sebagai berikut [18]:

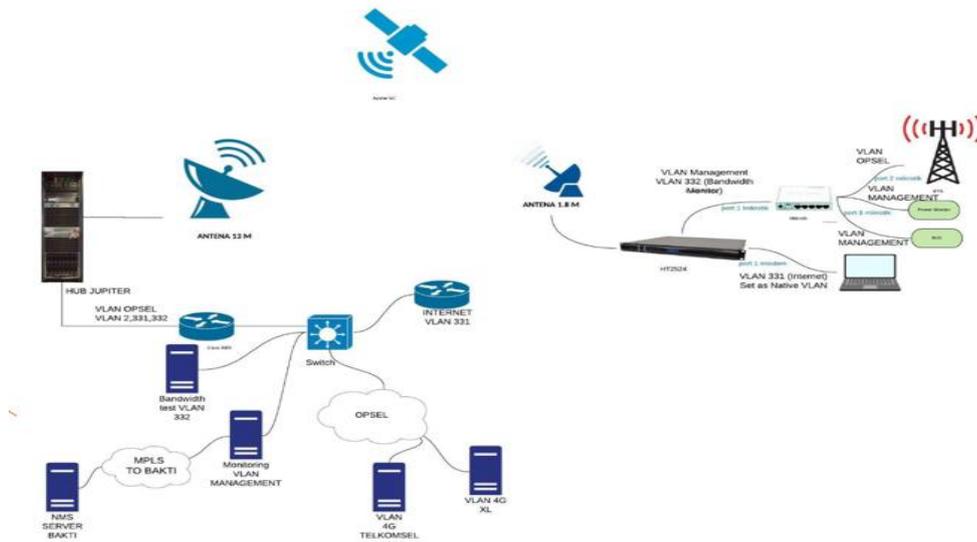
- *High Spectral Efficiency to offer peak data rates of 100 Mbps for High mobility access and 1 Gbps for low mobility access.*
- *Optimized terminal power efficiency*
- *Packet switched optimized*
- *Supports scalable bandwidths*
- *High level of mobility and security*

Long Term Evolution (LTE) adalah standar dari *3rd Generation Partnership Project (3GPP)*. *LTE radio access, Evolve UMTS Terrestrial Radio Access Network* (E-UTRAN), mendukung sistem kapasitas tinggi, *low latency* dan mobilitas pengguna. LTE memiliki dua teknik akses yang berbeda untuk transmisi *uplink* dan *downlink*. Pada sisi *downlink* menggunakan teknik *multiple* akses *Orthogonal Frequency Division Multiple Access* (OFDMA) dan menggunakan teknik *multiple* akses *Single Carrier- Frequency Division Multiple Access* (SC-FDMA) pada sisi *uplink* [17].



Gambar 2. 2 Evolusi Teknologi Seluler[9]

Gambar 2.2 menunjukkan proses evolusi teknologi seluler dari 1980 Generasi 1G sampai saat ini 2021 yaitu generasi 5G. Gambar 2.3 menunjukkan gambar tentang topologi BTS 4G USO Perbatasan dari *Remote end* (BTS) sampai dengan operator seluler (opsel). Dari Gambar 2.3 juga terlihat ada *Network Monitoring System* (NMS) BAKTI yang berfungsi *monitoring* jaringan. Teknologi BTS yang digunakan adalah 4G, sehingga masyarakat di daerah terpencil bisa melakukan *video call*, *streaming video* dan berselancar di *internet*.



Gambar 2. 3 Topologi Base Transceiver Station (BTS) USO Perbatasan

BTS adalah perangkat dalam jaringan seluler yang berfungsi untuk mengirimkan dan menerima sinyal radio antara perangkat seluler (ponsel, tablet, dll.) dan jaringan operator seluler. Sebagai titik akses, BTS memungkinkan perangkat seluler terhubung ke jaringan dan memanfaatkan layanan 4G seperti panggilan suara, pesan teks, dan data internet. BTS 4G biasanya ditemukan di berbagai tempat di daerah yang dilayani oleh operator seluler. BTS dapat berada di

menara, gedung tinggi, atau atap bangunan. Jaringan seluler dapat memberikan cakupan yang luas dan layanan berkualitas tinggi melalui penempatan yang strategis. Dalam hal ini, BTS 4G USO Perbatasan ditempatkan di daerah terpencil yang biasanya tidak memiliki layanan BTS. BTS 4G terdiri dari berbagai perangkat keras, seperti pemancar radio, penerima radio, antena, unit pemrosesan, dan perangkat lunak untuk manajemen jaringan dan komunikasi. BTS mengirimkan dan menerima data dari perangkat seluler dan menghubungkannya ke infrastruktur jaringan yang lebih besar. BTS juga berperan penting dalam mengelola lalu lintas data karena mereka mengatur alokasi sumber daya radio, seperti *bandwidth*, untuk memastikan bahwa perangkat seluler tetap terhubung ke jaringan. BTS mendukung layanan *streaming video*, *game online*, dan aplikasi data lainnya.

Konsep jaringan komputer *virtual* yang dikenal sebagai *Virtual Local Area Network* (VLAN) memungkinkan pemisahan jaringan lokal fisik menjadi beberapa jaringan *logic* yang berbeda. Tujuan utama VLAN adalah untuk menggabungkan perangkat dalam jaringan lokal yang mungkin berada di lokasi fisik yang berbeda ke dalam jaringan *virtual* yang sama, yang memungkinkan pengelola jaringan untuk mengatur lalu lintas, mengurangi konflik alamat IP, meningkatkan keamanan, dan VLAN memisahkan perangkat dalam jaringan. Perangkat dalam VLAN yang sama dapat saling berkomunikasi seperti berada dalam jaringan fisik yang terpisah.

Routing merupakan proses pencarian dan penentuan jalur dan *router* adalah sebuah alat yang digunakan dalam proses *routing* tersebut [19]. *Router* mikrotik dan *router* cisco merupakan dua *router* yang berasal dari *vendor*/pabrikan yang berbeda. MikroTik *Router* adalah perangkat jaringan yang terdiri dari pada perangkat lunak dan perangkat keras yang dapat dikonfigurasi dan dikelola sesuai kebutuhan. MikroTik *Router* dapat digunakan untuk mengelola jaringan, *routing*, *firewall*, dan kontrol *bandwidth*. Banyak fitur tambahan pada MikroTik *Router*, termasuk *Dynamic DNS*, *Quality of Service* (QoS), monitoring jaringan, dan manajemen pengguna.

Modem HT2524 adalah *router* modem satelit yang dirancang untuk aplikasi *Cellular Backhaul* pada jaringan 2G, 3G, 4G/LTE, dan 5G. Modem HT2524 dirancang untuk mempercepat lalu lintas 4G/LTE dan mendukung aplikasi

bandwidth tinggi, seperti *IP trunking*. Modem HT2524 menggunakan *Low Density Parity Coding* (LDPC) tingkat rendah yang canggih, dan *Adaptive Coding and Modulation* (ACM) bersama dengan *Adaptive Inroute Selection* (AIS). *Throughput* Modem HT2524 hingga 200 Mbps. Modem HT2524 memiliki antarmuka dual kabel IFL dan *L-band* ke unit luar untuk operasi di berbagai frekuensi dengan berbagai BUC berdaya tinggi. HT2524 dilengkapi dengan 4 *port* LAN GigE.

Antena *Very Small Aperture Terminal* (VSAT), adalah jenis antena parabola yang digunakan dalam komunikasi satelit yang berguna untuk menghubungkan lokasi satu ke lokasi lain dengan jaringan satelit. Antena VSAT memiliki diameter antara 75 cm hingga 3 meter, meskipun ada juga yang lebih kecil atau lebih besar sampai dengan diameter 16 meter. Pada penelitian ini antena yang digunakan memiliki diameter 2.4 meter.

Salah satu metode pengiriman data yang memiliki kemampuan yang baik dalam jaringan yang besar adalah *Multiprotocol Lable Switching* (MPLS) [20]. Teknologi jaringan yang disebut MPLS memungkinkan pengiriman data antara dua lokasi di dalam jaringan. MPLS adalah protokol yang digunakan untuk banyak hal, seperti *Virtual Private Network* (VPN), manajemen lalu lintas jaringan, dan penyedia layanan internet (ISP). MPLS bekerja dengan menambahkan penanda atau label ke setiap paket data yang melalui jaringan. Label ini berfungsi sebagai identifier yang memungkinkan paket data untuk mengetahui rute yang akan diambilnya. MPLS memungkinkan implementasi QoS jaringan yang efektif. Label dapat diberi prioritas tertentu, sehingga lalu lintas yang lebih penting, seperti video atau suara, diberi prioritas lebih tinggi dalam jaringan..

Perusahaan *Hughes Network Systems* mengembangkan HUB *Hughes Jupiter* untuk sistem satelit. HUB *Hughes Jupiter* adalah salah satu solusi komunikasi satelit yang digunakan untuk menyediakan layanan broadband, terutama di wilayah yang sulit dijangkau. HUB *Hughes Jupiter* menggunakan jaringan satelit untuk menghubungkan pengguna dengan internet dan jaringan komunikasi lainnya. Beberapa satelit beroperasi di orbit geostasioner untuk mendukung jaringan. Menyediakan akses internet *broadband* di wilayah pedesaan atau terpencil yang tidak memiliki infrastruktur kabel atau serat optik adalah salah

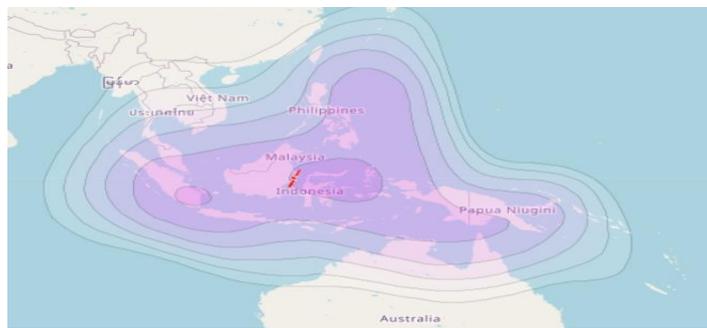
satu fungsi utama sistem Hughes Jupiter untuk memungkinkan di daerah mengakses internet. Kemampuan HUB Hughes Jupiter untuk mengelola kualitas layanan (QoS) sangat baik.

Operator seluler (Opsel), juga disebut sebagai penyedia layanan seluler atau operator jaringan seluler, adalah perusahaan yang menawarkan pelanggan mereka layanan komunikasi nirkabel melalui jaringan seluler. Infrastruktur jaringan seluler operator seluler, yang terdiri dari berbagai menara seluler, pusat pemancar, dan pusat data, dimiliki dan dikelola oleh operator seluler. Infrastruktur ini berfungsi untuk mengirim dan menerima sinyal dari perangkat seluler ke dan dari pelanggan. Operator seluler harus mendapatkan ijin spektrum radio dari regulator atau pemerintah komunikasi negara untuk beroperasi di frekuensi tertentu. Ijin ini memberikan hak eksklusif untuk menggunakan sebagian frekuensi radio untuk jaringan mereka.

Salah satu perangkat keras yang digunakan dalam jaringan komputer disebut *switch* jaringan komputer. *Switch* adalah komponen penting dari infrastruktur jaringan yang memungkinkan perangkat seperti komputer, *printer*, *server*, dan perangkat jaringan lainnya berkomunikasi satu sama lain. *Switch* berfungsi untuk mengirimkan data ke perangkat yang tepat dalam jaringan. *Switch* bekerja pada tingkat 2 dalam model referensi *Open Systems Interconnection* (OSI), dan menggunakan alamat *Media Access Control* (MAC) dalam paket data yang masuk untuk mengirimkannya hanya ke perangkat yang memiliki alamat MAC yang sesuai.

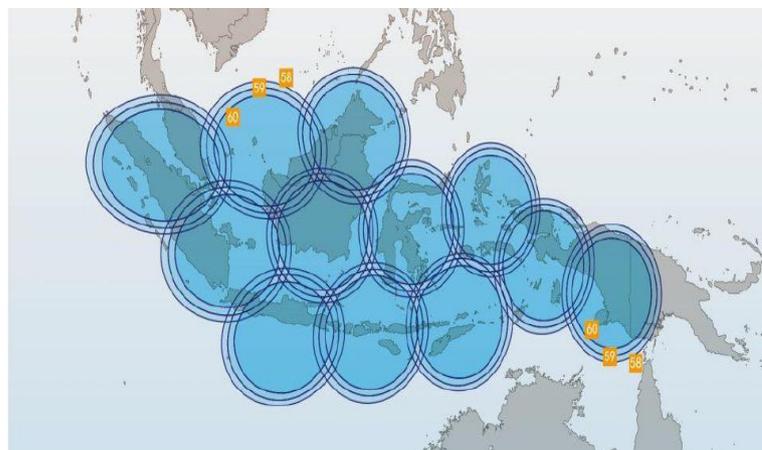
Pada BTS USO Perbatasan ini, sistem transmisi dari BTS ke BSC menggunakan *High Throughput Satellite* (HTS). HTS adalah jenis satelit komunikasi yang dirancang khusus untuk meningkatkan kapasitas lebih besar dan efisiensi dalam mentransfer data dan sinyal komunikasi. Salah satu fitur utama dari satelit HTS adalah kapasitas tinggi. Kapasitas tinggi satelit HTS adalah fitur utama dari jenis satelit komunikasi ini. HTS memiliki sejumlah transponder yang jauh lebih banyak dibandingkan dengan satelit tradisional, komponen yang bertanggung jawab untuk mengirim dan menerima sinyal komunikasi. Dengan kapasitas yang lebih besar, satelit HTS dapat mengirimkan lebih banyak sinyal daripada satelit

konvensional. HTS memiliki banyak *beams* yang dapat mengarahkan sinyal ke area yang lebih spesifik. HTS dapat digunakan untuk menyediakan akses internet di wilayah yang sulit dijangkau oleh infrastruktur darat. HTS dapat digunakan untuk menghubungkan kapal laut, pesawat, pedesaan, dan lokasi terpencil lainnya dengan layanan internet berkualitas tinggi. Dengan kapasitas yang lebih besar dan penggunaan frekuensi tinggi, satelit HTS memungkinkan penyedia layanan untuk menawarkan layanan dengan biaya lebih rendah per *bit* data yang ditransfer. Hal ini membuatnya lebih efisien dalam menghadapi permintaan yang terus meningkat untuk konektivitas internet.



Gambar 2. 4 Footprint Satellite Konvensional (<https://www.satbeams.com>)

Gambar 2.4 adalah *footprint* dari *coverage* satelit konvensional atau *Fixed Satellite Service* (FSS). *Coverage* FSS hanya 1 *beam* dengan cakupan luas. Pada Gambar 2.5 adalah *footprint* dari *coverage* satelite HTS. Satelite banyak *beam* dengan cakupan setiap *beam* lebih kecil. Karena banyaknya *beam* dan *aperture* antena dari satelit lebih kecil, maka power yang di perlukan dari bumi ke satelit lebih kecil.



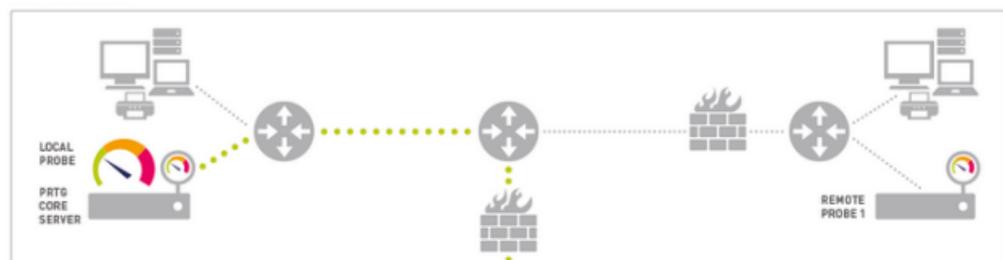
Gambar 2. 5 Footprint Satelite HTS [21]

Network Monitoring System (NMS) adalah *hardware* dan *software* yang digunakan untuk mengawasi, memantau, dan mengelola kinerja dan keamanan suatu jaringan. Tujuan utama NMS adalah untuk memastikan bahwa jaringan berjalan dengan baik, menemukan masalah atau kegagalan yang mungkin terjadi, dan memberikan data yang diperlukan untuk mengoptimalkan kinerja jaringan. Sistem NMS mengumpulkan data dari berbagai perangkat jaringan seperti *router*, *switch*, *server*, *firewall* dan lainnya. Data ini dapat mencakup lalu lintas jaringan, penggunaan sumber daya, kecepatan, dan statistik lainnya. Sistem NMS juga memantau kinerja jaringan secara terus-menerus, termasuk latensi, *bandwidth*, kecepatan transfer data, dan beban *Central Processing Unit* (CPU), sehingga membantu menemukan masalah atau perubahan dalam kinerja jaringan.

2.2.3 Paessler Router Traffic Grapher (PRTG)

Paessler Router Traffic Grapher (PRTG) adalah *software* yang digunakan untuk memonitor parameter kualitas jaringan, seperti *bandwidth*, *ping*, *throughput* dan banyak parameter lain melalui *SNMP*, *Packet Sniffing*, atau *Cisco NetFlow*. Pengukuran di PRTG berdasarkan dari *port*. *Software* PRTG juga memungkinkan untuk mempersiapkan dan menjalankan sebuah proses *monitoring* sebuah jaringan tertentu. Dengan *software* PRTG dapat mengetahui jumlah data yang melalui perangkat seperti *router* dan memantau penggunaan *Personal Computer* (PC) serta menganalisa *traffic* yang dapat di kategorikan ke dalam bermacam jenis protokol [22].

Gambar 2.6 adalah konfigurasi PRTG di sebuah jaringan. Terdapat dua PRTG yang terpasang, yaitu di *core server* dan di *remote probe*. PRTG terhubung dengan *router* untuk memonitor parameter-parameter yang diperlukan dalam analisa QoS.



Gambar 2. 6 Konfigurasi PRTG di Jaringan [23]

Pada Gambar 2.7 menunjukkan PRTG terhubung ke *router* untuk menangkap data yang melewati *router* tersebut. Pada Gambar 2.7 adalah tampilan dashboard setelah log in di PRTG. *Dashboard* ini menampilkan jumlah *sensor* dan jumlah alarm yang sedang terjadi. Dari *router* dapat di *trap* berbagai macam data yang di hubungkan ke *sensor*, yaitu *ping*, *jitter*, *traffic* dan *Beam ID* yang ditunjukkan pada Gambar 2.8



Gambar 2. 7 Tampilan *Dashboard* PRTG

| Pos | Sensor | Status | Message | Graph | Priority | |
|-----|---|--------|---------|---------------------------|----------|--|
| +1. | <input checked="" type="checkbox"/> Ping | Up | OK | Ping Time 848 msec | ***** | |
| +2. | <input checked="" type="checkbox"/> (024) sat Traffic | Up | OK | Traffic Total 0.63 kbit/s | ***☆☆ | |
| +3. | <input checked="" type="checkbox"/> RX ESNO | Up | OK | ESNO 1144.1 GB | ***☆☆ | |
| +4. | <input checked="" type="checkbox"/> Beam ID - OR ID | Up | OK | Beam ID 2 # | ***☆☆ | |
| +5. | <input checked="" type="checkbox"/> TX Es/No | Up | OK | TX Es/No 1144.1 GB | ***☆☆ | |
| +6. | <input checked="" type="checkbox"/> Ping Jitter | Up | OK | Ping Jitter 0.000 ms | ***☆☆ | |

Gambar 2. 8 Tampilan *Sensor* yang di *traph* di PRTG