**ANALISIS KUALITAS LAYANAN *INTERNET* MENGGUNAKAN *MIKROTIK* SEBAGAI MANAJEMEN *BANDWITH* DI PT. SEMEN BATURAJA (PERSERO) PALEMBANG**

**Sulistion kurniawan**

**Jurusan Teknik Informatika**

**Universitas Bina Darma**

**Jalan Jenderal Ahmad Yani No.12 Palembang**

**Email : sulistion\_k@yahoo.co.id**

***Abstract :*** *The development of computer network technology as a medium of communication data up to now growing rapidly. Along with the high level of need and the increasing number of network users, the improvement efforts continue to be made by the various parties. Quality of service or quality of service is the ability of a network to provide better service for service traffic through it. PT. Semen Baturaja also use Mikrotik router as a gateway to be connected to the internet and bandwidth management to regulate the Internet in order to be used efficiently. By utilizing a network of good quality there is need for research to the network. various measurement techniques used to measure, among others by measuring the bandwidth, throughput, delay and packet loss. factors that could affect internet server network QoS PT. Cement Baturaja (Limited) is the attenuation, distortion and noise. Available bandwidth capacity also affects the QoS.*

***Keywords:*** *QoS, bandwidth, throughput, delay*,*packet loss*

*Abstrak :* Perkembangan teknologi jaringan komputer sebagai media komunikasi data hingga saat ini semakin meningkat. Seiring dengan semakin tingginya tingkat kebutuhan dan semakin banyaknya pengguna jaringan, maka upaya-upaya penyempurnaan terus dilakukan oleh berbagai pihak. Kualitas layanan atau *Quality of Service* adalah kemampuan sebuah jaringan untuk menyediakan layanan yang lebih baik lagi bagi layanan trafik yang melewatinya. PT. Semen baturaja juga menggunakan *Mikrotik router* sebagai *gateway* agar bisa terhubung ke internet dan manajemen *bandwith* untuk mengatur jaringan internet agar bisa digunakan secara efisien. Dengan memanfaatkan Kualitas jaringan yang baik perlu adanya penelitian untuk jaringan tersebut. berbagai teknik pengukuran yang digunakan untuk pengukuran antara lain dengan mengukur *bandwidth, throughput, delay* dan *packet loss*. faktor-faktor yang bisa mempengaruhi *QoS* jaringan *server internet* PT. Semen Baturaja (Persero) adalah redaman, *distorsi* dan *noise*. Kapasitas *bandwidth* yang tersedia juga berpengaruh terhadap *QoS.*

***Kata kunci****: QoS, bandwidth, throughput, delay*, *packet loss*

1. PENDAHULUAN

Dalam beberapa tahun terakhir ini, teknologi komputer telah berkembang sangat pesat. Akibat perkembangan teknologi yang sangat pesat ini, maka teknologi-teknologi saling terkait. Perbedaan-perbedaan yang terjadi dalam pengumpulan, pengiriman, penyimpanan dan pengolahan informasi telah dapat diatasi. Dalam hal ini memungkinkan pengguna dapat memperoleh informasi secara tepat dan akurat (infotek, 2003:2).

*Mikrotik* *router* adalah salah satu sistem operasi yang dapat digunakan sebagai router jaringan yang handal, mencakup berbagai fitur yang lengkap untuk jaringan dan *wireless*. Selain *mikrotik* dapat juga berfungsi sebagai *firewall* bagi komputer lain dan memberikan prioritas bagi komputer lain agar bisa mengakses data *internet* maupun data lokal. *Mikrotik* bertujuan untuk mengatur *bandwith* serta melakukan manajemen jaringan komputer. Penempatan *router mikrotik* ditempatkan pada sebuah komputer yang dijadikan sebagai *gateway* suatu jaringan. Komputer *gateway* tersebut berfungsi untuk mendistribusikan data keluar masuknya dari komputer lainnya sehingga seluruh komputer dapat mengakses data bersama-sama seperti *internet sharing* (mancill, 2002).

PT. Semen Baturaja suatu perusahaan yang distributor semen yang berada di Palembang. Dalam melaksanakan aktifitas sehari-harinya PT. Semen Baturaja Palembang selalu menggunakan komputer, seperti pada instansi-instansi besar pemerintah lainnya. PT. Semen Baturaja bekerja sama dengan PT. Indonesian Comnet Plus untuk masalah *internet* sehingga jaringan *internet* bisa digunakan untuk kegiatan-kegiatan di perusahaan. Selain itu, PT. Semen baturaja juga menggunakan *Mikrotik* *routeboard* 1100AH sebagai *gateway* *internet* agar bisa terhubung ke *internet* dan *manajemen bandwith* untuk mengatur jaringan *internet* agar bisa digunakan secara efisien.

* 1. **Batasan Masalah**

Dalam penelitian ini penulis membatasi ruang penelitian agar tetap terarah dan tidak menyimpang dari apa yang sudah direncanakan sebelumnya. Adapun batasan masalah dalam penelitian ini adalah :

1. Parameter yang digunakan untuk mengukur kualitas jaringan *mikrotik*  meliputi *bandwidth, packet loss, delay* dan *Throughput.*
2. Hanya membahas Kualitas jaringan *mikrotik* sebagai manajemen *bandwidth* di PT. Semen Baturaja Palembang
   1. **Tujuan dan Manfaat**
      1. **Tujuan**

Tujuan yang ingin dicapai dalam penelitian ini untuk menganalisis kualitas jaringan internet menggunakan manajemen *bandwidth mikrotik* di PT. Semen Baturaja Palembang, dengan melihat dari kualitas layanan.

* + 1. **Manfaat**

Dapat menggambarkan kualitas jaringan *mikrotik* di PT. Semen baturaja sebagai acuan dimana pihak berwenang nantinya dapat memberi perbaikan dan pengembangan sistem yang dibuat juga dapat dijadikan bahan untuk penelitian lebih lanjut di bidang yang berkaitan. Penelitian ini juga diharapkan dapat memberi pemahaman yang lebih baik terhadap akses *internet*, dan membuku wawasan mengenai jaringan komputer.

1. METODOLOGI PENELITIAN
   1. Landasan teori

2.1.1 Analisis Jaringan

Analisis adalah mengelompokkan, membuat suatu urutan, memanipulasi, serta menyingkatkan data sehingga mudah dibaca (Nazir, 2003:358). Diperlukan untuk koordinasi dan pengurutan kegiatan-kegiatan pabrik/proyek yang kompleks, saling berhubungan dan saling tergantung satu sama lain yang bertujuan agar perencanaan dan pengawasan semua kegiatan dapat dilakukan secara sistematis sehingga dapat diperoleh efisiensi kerja.

Analisa kinerja pada jaringan komputer membicarakan sifat dasar dan karakteristik aliran data, yaitu efisiensi daya-kerja, penundaan dan parameter lainnya yang diukur untuk dapat mengetahui bagaimana suatu pesan diproses di jaringan dan dikirim lengkap sesuai fungsinya, yaitu;

* + 1. Dapat menyempurnakan level layanan pemeliharaan.
    2. Dapat mengenali potensi kemacetan.
    3. Dapat mendukung pengendalian operasional jaringan, admunistrasi dan merencanakan kapasitas.
    4. Parameter Kualitas Jaringan

Untuk suatu parameter kualitas layanan jaringan terbagi menjadi 5 bagian menurut B.Y. Jiang, C. Tham dan C. Ko (2000, dalam Yoanes dkk 2006) yaitu :

* 1. ***Bandwidth,***adalah luas atau lebar cakupan [frekuensi yang](http://id.wikipedia.org/wiki/Frekuensi) digunakan oleh [sinyal d](http://id.wikipedia.org/wiki/Sinyal)alam medium [transmisi.](http://id.wikipedia.org/w/index.php?title=Transmisi&action=edit&redlink=1) [Frekuensi sinyal diukur](http://id.wikipedia.org/wiki/Frekuensi) dalam satuan [*Hertz*. Di](http://id.wikipedia.org/wiki/Hertz) dalam jaringan [komputer,](http://id.wikipedia.org/wiki/Komputer) [*bandwidth* sering](http://id.wikipedia.org/wiki/Bandwidth) digunakan sebagai suatu sinonim untuk kecepatan *transfer* data (*transfer rate*) yaitu jumlah data yang dapat dibawa dari sebuah titik ke titik lain dalam jangka waktu tertentu (pada umumnya dalam detik). Jenis [*bandwidth* i](http://id.wikipedia.org/wiki/Bandwidth)ni biasanya diukur dalam bps (*bits per second*).
  2. ***Throughput,***merupakan jumlah total kedatangan paket yang sukses yang diamati pada *destination* selama interval waktu tertentu dibagi oleh durasi interval waktu tersebut. *Throughput* adalah kemampuan sebenarnya suatu jaringan dalam melakukan pengiriman data. Biasanya *Throughput* selalu dikaitkan dengan *Bandwidth*.
  3. ***Jitter*** didefinisikan sebagai perubahan *latency* pada suatu periode. *Jitter* penundaan perpariasi dari waktu ke waktu. *Jitter* juga didefinisikan sebagai gangguan pada komunikasi digital maupun analog yang disebabkan oleh perubahan sinyal karena referensi posisi waktu. Adanya *jitter* ini dapat mengakibatkan hilangnya data, terutama pada pengiriman data dengan kecepatan tinggi.

Di dalam implementasi jaringan, nilai *jitter* ini diharapkan mempunyai nilai yang minimum. Secara umum terdapat empat ketegori penurunan kualitas jaringan berdasarkan nilai *jitter* sesuai dengan versi *TIPHON* (*Telecommunications and Internet Protocol Harmonization Over Network*) standarisasi nilai *jitter*.

Tabel 1. Standarisasi *jitter* versi *TIPHON*

|  |  |
| --- | --- |
| **Kategori Degradasi** | ***Peak Jitter*** |
| Sangat bagus | 0 ms |
| Bagus | 0 s/d 75 ms |
| Sedang | 76 s/d 125 ms |
| Jelek | 125s/d225 ms |

Sumber : *TIPHON*

* 1. ***Packet Loss****,* didefinisikan sebagai kegagalan transmisi paket data mencapai tujuannya. Kegagalan paket tersebut mencapai tujuan, dapat disebabkan oleh beberapa kemungkinkan, di antaranya yaitu.

1. Terjadinya *overload* trafik didalam jaringan.
2. Tabrakan (*congestion*) dalam jaringan.
3. Error yang terjadi pada media fisik.
4. Kegagalan yang terjadi pada sisi penerima antara lain bisa disebabkan karena *Overflow* yang terjadi pada *buffer*.

Di dalam implementasi jaringan, nilai *packet loss* ini diharapkan mempunyai nilai yang minimum. Secara umum terdapat empat ketegori penurunan kualitas jaringan berdasarkan nilai *packet loss* sesuai dengan versi *TIPHON* (*Telecommunications and Internet Protocol Harmonization Over Network*) standarisari nilai *packet loss*;

Tabel 2. Standarisasi *Packet Loss* versi *TIPHON*

|  |  |
| --- | --- |
| **Kategori Degradasi** | ***Packet Loss*** |
| Sangat bagus | 0 |
| Bagus | 3 % |
| Sedang | 15 % |
| Jelek | 25 % |

(Sumber : *TIPHON)*

Sedangkan menurut versi *ITU-T* (*International Telecommunication Union Telecommunication*) terdapat tiga ketegori penurunan kualitas jaringan berdasarkan standarisari nilai *packet loss* sebagai berikut.

Tabel 3. Standarisasi *Packet Loss* versi

*ITU-T*

|  |  |
| --- | --- |
| **Kategori Degradasi** | ***Packet Loss*** |
| Baik | 3 % |
| Cukup | 15 % |
| Buruk | 25 % |

(Sumber : *ITU-T* G.114)

* 1. ***Latency,***dalam hal ini mengacu pada *RAM*, adalah jeda waktu ketika memori kali pertama me-request data hingga pesan reques itu sampai, semakin tinggi suatu *latency*, maka semakin tinggi kecepatan pembacaan data dan itu berarti performa memori semakin baik. Dalam hal menghitung performa *RAM*, antara *bandwidth* dan *latency* tidak saling mempengaruhi. Semakin tinggi *bandwidth*, maka performa memori semakin tinggi, semakin rendah *latency,* maka performa memori akan semakin tinggi. Namun, kenyataan di pasaran, kebanyakan produsen memori hanya mencantumkan *bandwidth*nya namun tidak mencantumkan *latency*nya. Menurut versi *TIPHON* (*Telecommunications and Internet Protocol Harmonization Over Network*) standarisari nilai *latency/delay* sebagai berikut.

Tabel 4. Standarisasi *Latency/Delay* versi *TIPHON*

|  |  |
| --- | --- |
| **Kategori *Latency*** | **Besar *Delay*** |
| Sangat bagus | < 150 ms |
| Bagus | 150 s/d 300 ms |
| Sedang | 300 s/d 450 ms |
| Jelek | > 450 ms |

(Sumber : *TIPHON*)

Sedangkan berdasarkan versi *ITU-T* (*International Telecommunication Union- Telecommunication*) standarisasi nilai *delay/latency* sebagai berikut.

Tabel 5. Standarisasi *Delay/latency* versi *ITU-T*

|  |  |
| --- | --- |
| **Kategori *Latency*** | **Besar *Delay*** |
| Baik | < 150 ms |
| Cukup | 150 s/d 400 ms |
| Buruk | > 400 ms |

(Sumber : *ITU-T* G.114)

* + 1. Pengertian Manajemen *Bandwidth*

Manajemen *Bandwith*, adalah suatu alat yang dapat digunakan untuk manajemen dan mengoptimalkan berbagai jenis jaringan dengan menerapkan layanan *Quality Of Service* (*QoS*) untuk menetapkan tipe-tipe lalulintas jaringan. sedangkan *QoS* adalah kemampuan untuk menggambarkan suatu tingkatan pencapaian didalam suatu sistem komunikasi data.

Manajemen *Bandwidth* adalah pengalokasian yang tepat dari suatu *bandwidth* untuk mendukung kebutuhan atau keperluan aplikasi atau suatu layanan jaringan. Pengalokasian *bandwidth* yang tepat dapat menjadi salah satu metode dalam memberikan jaminan kualitas suatu layanan jaringan *QoS* (*Quality Of Services*).

Manajemen *Bandwidth* adalah proses mengukur dan mengontrol komunikasi (lalu lintas, paket) pada *link* jaringan, untuk menghindari mengisi *link* untuk kapasitas atau *overfilling link*, yang akan mengakibatkan kemacetan jaringan dan kinerja yang buruk.

Maksud dari manajemen *bandwidth* ini adalah bagaimana kita menerapkan pengalokasian atau pengaturan *bandwidth* dengan menggunakan sebuah *PC Router Mikrotik*. Manajemen *bandwith* memberikan kemampuan untuk mengatur *bandwidth* jaringan dan memberikan level layanan sesuai dengan kebutuhan dan prioritas sesuai dengan permintaan pelanggan.

* 1. Metode Penelitian

*QoS* adalah teknik manajemen jaringan yang memungkinkan aplikasi-aplikasi atau layanan dapat beroperasi sesuai dengan yang diharapkan dengan tujuan untuk menyediakan kualitas layanan yang berbeda-beda untuk beragam kebutuhan akan layanan di dalam jaringan IP (Internet Protocol), sebagai contoh untuk menyediakan bandwidth yang khusus sesuai kebutuhan data dan voice yang digunakan, menurunkan hilangnya paket-paket, menurunkan waktu tunda dan variasi waktu tunda di dalam proses transmisinya. *QoS* sebagai suatu kumpulan dari pengaruh performansi layanan yang menentukan tingkat kepuasan dari user terhadap suatu layanan.

Setiap teknologi mempunyai karakteristik yang berbeda-beda yang harus dipertimbangkan ketika mengimplementasikan *QoS. QoS* dapat diimplementasikan pada situasi congestion management atau congestion avoidance. Teknik-teknik congestion management digunakan untuk mengatur dan memberikan prioritas traffic pada jaringan di mana aplikasi meminta lebih banyak lagi bandwidth yang mampu disediakan oleh jaringan. Dengan menerapkan prioritas pada berbagai kelas dari traffic, teknik congestion management akan mengoptimalkan aplikasi bisnis yang kritis atau delay sensitive untuk dapat beroperasi sebagai mana mestinya pada lingkungan jaringan yang memiliki kongesti atau kemacetan. Adapun teknik collision avoidance akan membuat mekanisme teknologi tersebut menghindari situasi kongesti. Melalui implementasi *QoS* di jaringan, network administrator akan memiliki fleksibilitas yang tinggi untuk mengontrol aliran dan kejadian-kejadian yang ada di traffic pada jaringan.

* + 1. **Sistem Monitoring *QoS***

Untuk mengimplementasikan rencana yang sudah disusun, maka Model dari sistem monitoring *QoS* yang digunakan untuk pengukuran kualitas layanan jaringan *sever internet* kepada bagian keuangan, pemasaran dan pengadaan di PT. Semen Baturaja (Persero). Dalam penelitian *QoS* mendeskripsikan, menginterpretasi dan menjelaskan suatu situasi atau keadaan pada jaringan *LAN* di PT. Semen Baturaja dan melakukan analisis hasil perhitungan *Bandwidth* jaringan *LAN* perubahan atau intervensi dengan tujuan Untuk mengetahui Faktor-faktor apa saja yang mempengaruhi *Bandwidth* jaringan *LAN* sehingga dapat memberikan kualitas jaringanyang lebih baik dengan perbaikan, pengembangan sistem dan infrastruktur jaringan sehingga dapat meningkatkan kepuasan pengguna suatu layanan jaringan pada PT. Semen Baturaja Palembang.

Metode yang akan digunakan untuk mengukur *QoS* yang terdiri dari parameter *Bandwidth, throughput, Delay* dan *Packet loss* dari pengirim ke penerima atau dari ujung ke ujung (*end to end)*  dengan menggunakan *software BizNET Speed Test, Axence NetTools Professional,* dengansistem operasi windows*.* Dari hasil pengukuran ini akan di analisis kualitas jaringan yang harus di penuhi atau yang memenuhi standar kualitas layanan yang baik dengan standar *QoS* versi *TIPHON* dan *Simple Queue* sebagai *management bandwidh*.

* + 1. **Kajian Jaringan *Internet* di PT. Semen Baturaja**

Pada tahap ini peneliti melakukan identifikasi masalah – masalah pokok yang ada guna menjadi dasar kelompok atau organisasi sehingga terjadi perubahan.Bertambah banyaknya pengguna, kecepatan koneksi yang semakin cepat, meningkatnya trafik *bandwidth* dan munculnya aplikasi-aplikasi baru telah membuat *internet* menjadi suatu yang penting dalam dunia komunikasi yang modern. Tetapi Dalam pengoperasian jaringan dengan menggunakan protokol *TCP/IP* di PT. Semen Baturaja Palembang, masalah yang yang di temui oleh pengguna jaringan *LAN* adalah :

1. Seberapa besar *bandwidth* tersedia untuk setiap ruangan yang diamati ?
2. Mengukur kecepatan jaringan *LAN* di PT. Semen Baturaja ?Or, to put it another way, how can you measure and monitor the quality of the service that you are offering to your c
3. Bagaimana cara mengontrol kualitas layanan jaringan *LAN* ?And how can your customers monitor the quality of the service you provide to th
4. Bagaimana pegawai dapat memantau kualitas layanan jaringan yang ada ?

PT. Semen Baturaja belum ada alat ukur yang dapat di gunakan untuk mengukur seberapa besar kualitas layanan yang harus di penuhi atau yang memenuhi standar kualitas layanan yang baik. Sehingga di identifikasi masalah-masalah pokok yang ada yaitu;

1. Masih lambatnya trafik jaringan *LAN* pada PT. Semen Baturaja
2. Seberapa besar kualitas layanan yang harus di penuhi atau memenuhi standar kualitas layanan trafik jaringan *LAN* yang baik dan bagaimana cara mengukurnya serta faktor-faktor apa saja yang mempengaruhinya.

Sumber : ICT PT. Semen Baturaja Palembang

**Gambar 1. Skema Jaringan LAN**

* + 1. **Kerangka Pemikiran**

Kerangka pemikiran merupakan suatu model konseptual tentang bagaimana teori berhubungan dengan berbagai faktor yang telah diidentifikasi sebagai masalah riset. Kerangka pemikiran akan memberikan manfaat, yaitu terjadi persepsi yang sama antara periset dan pembaca terhadap alur-alur pikiran periset, dalam rangka membentuk hipotesis-hipotesis risetnya secara logis.

Dalam kerangka pemikiran penelitian ini parameter yang akan di ukur dan analisis terdiri dari *Bandwidth, throughput, Delay* dan *Packet loss,* terhadap *Intrenet* dari bagian keuangan, pemasaran dan pengadaan, sehingga didapat besar kualitas layanan yang harus di penuhi atau yang memenuhi standar kualitas layanan yang baik menurut standar versi *TIPHON* dan pengaturan *bandwidth management* dengan teknik *Simple Queue.*

**Gambar 2. Kerangka Pemikiran**

1. HASIL DAN PEMBAHASAN
   1. **Manajemen *Bandwidth Simple Queue***

Besarnya *bandwidth* untuk jaringan *LAN* PT. Semen Baturaja untuk kapasitas *bandwidth* 3 *MB* telah dibagi ke setiap bagian menggunakan manajemen *Simple Queue* dengan konfigurasi dari *Winbox* dengan alamat *IP* 10.10.2.2 data diukur yaitu data yang melewati *mikrotik.*

**Gambar 3. Pembagian *bandwidth Simple Queue***

* 1. Hasil Pengukuran
     1. **Hasil Pengukuran *Bandwidth***

Berdasarkan hasil pengukuran *bandwidth* menggunakan *tools monitoring**BizNet Speed Meter* untuk bagian keuangan, pengadaan dan pemasaran didapat *bandwidth* tersedia dalam satuan *Kilobytes persecond* (*kbps*). Pengukuran pagi hari dimulai dari pukul 08:00 am – 11:30 am dan pengukuran sore hari dimulai dari pukul 13:30 Pm – 16:30 Pm.

Tabel 6. Hasil pengukuran *Bandwidth* pagi hari

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| **Hari /tanggal** | **Keuangan** | **Pengadaan** | **Pemasaran** |
| **Kamis,**  **09-8-2012** | **476 kbps** | **278 kbps** | **474 kbps** |
| **Jum’at,**  **10-8-2012** | **265 kbps** | **239 kbps** | **261 kbps** |
| **Senin,**  **13-8-2012** | **480 kbps** | **318 kbps** | **308 kbps** |
| **Selasa,**  **14-8- 2012** | **216 kbps** | **438 kbps** | **234 kbps** |
| **Rabu,**  **15-8-2012** | **248 kbps** | **306 kbps** | **297 kbps** |
| **Kamis,**  **16-8-2012** | **369 kbps** | **288 kbps** | **219 kbps** |
| **Senin,**  **03-9-2012** | **336 kbps** | **325 kbps** | **232 kbps** |

Tabel 7. Pengukuran *Bandwidth* sore hari

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| **Hari /tanggal** | **Keuangan** | **Pengadaan** | **Pemasaran** |
| **Kamis, 09-8-2012** | **131 kbps** | **261 kbps** | **207 kbps** |
| **Jum’at, 10-8-2012** | **196 kbps** | **160 kbps** | **290 kbps** |
| **Senin, 13-8-2012** | **214 kbps** | **282 kbps** | **211 kbps** |
| **Selasa, 14-8- 2012** | **384 kbps** | **263 kbps** | **365 kbps** |
| **Rabu, 15-8-2012** | **298 kbps** | **318 kbps** | **226 kbps** |
| **Kamis, 16-8-2012** | **281 kbps** | **269 kbps** | **312 kbps** |
| **Senin, 03-9-2012** | **289 kbps** | **202 kbps** | **324 kbps** |

* + 1. **Hasil Pengukuran *Throughput***

Berikut hasil *throughput* berdasarkan pengukuran yang dilakukan padabagian Keuangan, Pengadaan, dan Pemasaran, didapat hasil *throughput* dalam satuan *bytes persecond (b/s).* Pengukuran pagi hari dimulai dari pukul 08:00 am-11:30 am dan pengukuran sore hari dimulai dari pukul 13:30 Pm – 16:30 Pm.

1. Hasil Pengukuran *Throughput* Pagi Hari

Tabel 8. Hasil pengukuran *Throughput* Bagian Keuangan

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| **Hari / tanggal** | **Througphut** | | |
| **Min (b/s)** | **Avg (b/s)** | **Max (b/s)** |
| **Kamis, 09-8-2012** | **2.421** | **11.681** | **22.476** |
| **Jum’at,10-8-2012** | **2.476** | **9.437** | **22.382** |
| **Senin, 13-8-2012** | **2.010** | **9.749** | **22.524** |
| **Selasa, 14-8- 2012** | **2.091** | **14.598** | **22.048** |
| **Rabu, 15-8-2012** | **2.966** | **9.118** | **21.832** |
| **Kamis, 16-8-2012** | **2.012** | **8.624** | **10.249** |
| **Senin, 03-9-2012** | **2.013** | **3.956** | **10.226** |

Tabel 9. Hasil pengukuran *Throughput* Bagian Pengadaan

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| **Hari / tanggal** | **Througphut** | | |
| **Min (b/s)** | **Avg (b/s)** | **Max (b/s)** |
| **Kamis, 09-8-2012** | **2.530** | **12.030** | **22.383** |
| **Jum’at,10-8-2012** | **3.010** | **9.736** | **22.319** |
| **Senin, 13-8-2012** | **3.586** | **13.439** | **22.563** |
| **Selasa, 14-8- 2012** | **2.410** | **16.066** | **22.482** |
| **Rabu, 15-8-2012** | **3.483** | **10.289** | **22.333** |
| **Kamis, 16-8-2012** | **2.004** | **9.070** | **10.240** |
| **Senin, 03-9-2012** | **2.030** | **8.728** | **10.232** |

Tabel 10. Hasil pengukuran *Throughput* Bagian Pemasaran

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| **Hari / tanggal** | **Througphut** | | |
| **Min (b/s)** | **Avg (b/s)** | **Max (b/s)** |
| **Kamis, 09-8-2012** | **2.204** | **11.106** | **22.302** |
| **Jum’at,10-8-2012** | **2.491** | **11.427** | **22.418** |
| **Senin, 13-8-2012** | **2.174** | **10.219** | **22.606** |
| **Selasa, 14-8- 2012** | **2.532** | **15.368** | **21.402** |
| **Rabu, 15-8-2012** | **2.120** | **9.069** | **20.310** |
| **Kamis, 16-8-2012** | **2.071** | **9.384** | **10.226** |
| **Senin, 03-9-2012** | **2.003** | **8.493** | **10.223** |

1. Pengukuran *Throughput* Sore Hari

Tabel 11. Hasil pengukuran *Throughput* Bagian Keuangan

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| **Hari / tanggal** | **Throughput** | | |
| **Min (b/s)** | **Avg (b/s)** | **Max (b/s)** |
| **Kamis, 09-8-2012** | **2.009** | **7.603** | **10.225** |
| **Jum’at,10-8-2012** | **2.004** | **5.470** | **10.241** |
| **Senin, 13-8-2012** | **2.009** | **5.789** | **10.290** |
| **Selasa, 14-8- 2012** | **1.999** | **7.859** | **10.215** |
| **Rabu, 15-8-2012** | **2.004** | **8.412** | **10.221** |
| **Kamis, 16-8-2012** | **2.068** | **9.535** | **10.216** |
| **Senin, 03-9-2012** | **2.139** | **9.277** | **10.205** |

Tabel 12. Hasil pengukuran *Throughput* Bagian Pengadaan

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| **Hari / tanggal** | **Througphut** | | |
| **Min (b/s)** | **Avg (b/s)** | **Max (b/s)** |
| **Kamis, 09-8-2012** | **2.191** | **6.375** | **10.256** |
| **Jum’at,10-8-2012** | **2.003** | **5.792** | **10.258** |
| **Senin, 13-8-2012** | **2.019** | **5.976** | **10.252** |
| **Selasa, 14-8- 2012** | **2.001** | **9.411** | **10.250** |
| **Rabu, 15-8-2012** | **2.002** | **7.289** | **10.238** |
| **Kamis, 16-8-2012** | **2.220** | **9.900** | **10.238** |
| **Senin, 03-9-2012** | **2.025** | **9.320** | **10.236** |

Tabel 13. Hasil pengukuran *Throughput* Bagian Pemasaran

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| **Hari / tanggal** | **Througphut** | | |
| **Min (b/s)** | **Avg (b/s)** | **Max (b/s)** |
| **Kamis, 09-8-2012** | **2.014** | **5.587** | **10.205** |
| **Jum’at,10-8-2012** | **2.000** | **5.564** | **10.249** |
| **Senin, 13-8-2012** | **2.000** | **5.679** | **10.211** |
| **Selasa, 14-8- 2012** | **2.008** | **9.062** | **10.229** |
| **Rabu, 15-8-2012** | **2.040** | **8.494** | **10.231** |
| **Kamis, 16-8-2012** | **2.431** | **9.907** | **10.232** |
| **Senin, 03-9-2012** | **2.469** | **15.802** | **22.489** |

* + 1. Hasil Pengukuran *Packet loss*

Berikut hasil pengukuran packet loss menggunakan *tools monitoring Axence Nettools Pro* 4.0 . Besar *packet loss* dihitung dalam bentuk persentase. Pengukuran pagi hari dimulai dari pukul 08:00 am – 11:30 am dan pengukuran sore hari dimulai dari pukul 13:30 Pm – 16:30 Pm.

1. Hasil Pengukuran *packet loss* Pagi Hari

Tabel 14*.* Hasil pengukuran *Packet loss* bagian keuangan

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| **-No** | **Hari / tanggal** | ***Packets*** | | |
| ***Sent*** | ***Loss*** | ***% Loss*** |
| **1.** | **Kamis, 09-8-2012** | **1000** | **141** | **14** |
| **2.** | **Jum’at,10-8-2012** | **992** | **234** | **24** |
| **3.** | **Senin, 13-8-2012** | **1002** | **106** | **11** |
| **4.** | **Selasa, 14-8- 2012** | **1000** | **23** | **23** |
| **5.** | **Rabu, 15-8-2012** | **998** | **337** | **34** |
| **6.** | **Kamis, 16-8-2012** | **1002** | **238** | **24** |
| **7.** | **Senin, 03-9-2012** | **1059** | **72** | **7** |

Tabel 15. Hasil pengukuran *Packet loss* bagian pengadaan

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| **-No** | **Hari / tanggal** | ***Packets*** | | |
| ***Sent*** | ***Loss*** | ***% Loss*** |
| **1.** | **Kamis, 09-8-2012** | **1000** | **165** | **17** |
| **2.** | **Jum’at,10-8-2012** | **1004** | **256** | **26** |
| **3.** | **Senin, 13-8-2012** | **1014** | **67** | **7** |
| **4.** | **Selasa, 14-8- 2012** | **1017** | **165** | **16** |
| **5.** | **Rabu, 15-8-2012** | **1017** | **241** | **24** |
| **6.** | **Kamis, 16-8-2012** | **1011** | **211** | **21** |
| **7.** | **Senin, 03-9-2012** | **1010** | **82** | **8** |

Tabel 16. Hasil pengukuran *Packet loss* bagian pemasaran

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| **No** | **Hari / tanggal** | ***Packets*** | | |
| ***Sent*** | ***Loss*** | ***% Loss*** |
| **1.** | **Kamis, 09-8-2012** | **1019** | **212** | **21** |
| **2.** | **Jum’at,10-8-2012** | **1007** | **181** | **18** |
| **3.** | **Senin, 13-8-2012** | **1031** | **90** | **9** |
| **4.** | **Selasa, 14-8- 2012** | **1036** | **199** | **19** |
| **5.** | **Rabu, 15-8-2012** | **1001** | **440** | **44** |
| **6.** | **Kamis, 16-8-2012** | **1053** | **445** | **42** |
| **7.** | **Senin, 03-9-2012** | **1003** | **113** | **11** |

1. Hasil Pengukuran *packet loss* Sore hari

Tabel 17. Hasil pengukuran *Packet loss* bagian Keuangan

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| **No** | **Hari / tanggal** | ***Packets*** | | |
| ***Sent*** | ***Loss*** | ***% Loss*** |
| **1.** | **Kamis, 09-8-2012** | **1022** | **163** | **16** |
| **2.** | **Jum’at,10-8-2012** | **1002** | **330** | **33** |
| **3.** | **Senin, 13-8-2012** | **1003** | **214** | **c21** |
| **4.** | **Selasa, 14-8- 2012** | **1001** | **531** | **53** |
| **5.** | **Rabu, 15-8-2012** | **1016** | **457** | **45** |
| **6.** | **Kamis, 16-8-2012** | **1073** | **168** | **16** |
| **7.** | **Senin, 03-9-2012** | **1000** | **14** | **1** |

Tabel 18. Hasil pengukuran *Packet loss* bagian Pengadaan

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| **No** | **Hari / tanggal** | ***Packets*** | | |
| ***Sent*** | ***Loss*** | ***% Loss*** |
| **1.** | **Kamis, 09-8-2012** | **1000** | **12** | **1** |
| **2.** | **Jum’at,10-8-2012** | **1032** | **117** | **11** |
| **3.** | **Senin, 13-8-2012** | **1011** | **14** | **1** |
| **4.** | **Selasa, 14-8- 2012** | **1187** | **170** | **14** |
| **5.** | **Rabu, 15-8-2012** | **1002** | **313** | **31** |
| **6.** | **Kamis, 16-8-2012** | **1118** | **12** | **1** |
| **7.** | **Senin, 03-9-2012** | **1000** | **81** | **8** |

Tabel 19. Hasil pengukuran *Packet loss* bagian Pemasaran

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| **No** | **Hari / tanggal** | ***Packets*** | | |
| ***Sent*** | ***Loss*** | ***% Loss*** |
| **1.** | **Kamis, 09-8-2012** | **1009** | **110** | **11** |
| **2.** | **Jum’at,10-8-2012** | **1000** | **255** | **26** |
| **3.** | **Senin, 13-8-2012** | **1030** | **184** | **18** |
| **4.** | **Selasa, 14-8- 2012** | **1154** | **273** | **24** |
| **5.** | **Rabu, 15-8-2012** | **1003** | **270** | **27** |
| **6.** | **Kamis, 16-8-2012** | **1104** | **19** | **2** |
| **7.** | **Senin, 03-9-2012** | **1000** | **42** | **4** |

* + 1. Hasil Pengukuran *Delay*

Dari hasil pengukuran *delay* menggunakan *tools monitoring Axence Nettools Pro* 4.0 untuk setiap titik pusat layanan *internet* kecamatan didapat nilai *delay* dalam satuan *millisecond* (*ms*) seperti tabel berikut.

1. Hasil Pengukuran *delay* pagi hari

Tabel 20. Hasil pengukuran *Delay* pagi hari

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| **Hari / Tanggal** | **Rata – rata (Avg)** | | |
| **Keuangan** | **Pengadaan** | **Pemasaran** |
| **Kamis,**  **09-8-2012** | **178** | **126** | **195** |
| **Jum’at,**  **10-8-2012** | **224** | **188** | **188** |
| **Senin,**  **13-8-2012** | **158** | **126** | **130** |
| **Selasa,**  **14-8-2012** | **230** | **162** | **225** |
| **Rabu,**  **15-8-2012** | **243** | **141** | **158** |
| **Kamis,**  **16-8-2012** | **276** | **184** | **169** |
| **Senin,**  **03-9-2012** | **337** | **208** | **241** |

1. Hasil Pengukuran *delay* Sore hari

Tabel 21. Hasil pengukuran *delay* sore hari

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| **Hari / Tanggal** | **Rata – rata (Avg)** | | |
| **Keuangan** | **Pengadaan** | **Pemasaran** |
| **Kamis,**  **09-8-2012** | **253** | **339** | **396** |
| **Jum’at,**  **10-8-2012** | **460** | **440** | **489** |
| **Senin,**  **13-8-2012** | **447** | **422** | **252** |
| **Selasa,**  **14-8- 2012** | **288** | **157** | **204** |
| **Rabu,**  **15-8-2012** | **248** | **132** | **223** |
| **Kamis,**  **16-8-2012** | **147** | **329** | **115** |
| **Senin,**  **03-9-2012** | **130** | **151** | **112** |

* + 1. Analisis Pengukuran *Bandwidth*

Kapasitas *Bandwidth* yang dimiliki oleh PT. Semen baturaja Palembang Sebesar 3MB. Dari hasil pengukuran *bandwidth* melalui layanan *internet* pada bagian keuangan, pengadaan dan pemasaran pengukuran menggunakan *tools monitoring Biznet Speed test* didapat *bandwidth* yang tersedia untuk layanan *internet* yang berbeda-beda. Berikut ini tabel perbedaan kapasitas *bandwidth* dan *bandwidth* tersedia untuk setiap bagian keuangan, pengadaan dan pemasaran diukur pagi dan sore pada saat jam sibuk. Pengukuran pagi hari dimulai dari pukul 08:00 am – 11:30 am dan pengukuran sore hari dimulai dari pukul 13:30 Pm – 16:30 Pm. Pengukuran *bandwidth* diukur selama tujuh hari dan diambil dari pengukuran terkecil.

Tabel 22. Pengukuran *bandwidth*

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| **Bagian** | ***Bandwidth tersedia (Kbps)*** | **Pengukuran *Bandwidth* Pagi hari (kbps)** | **Pengukuran *Bandwidth* Sore hari (kbps)** |
| **Keuangan** | **512** | **216** | **131** |
| **Pengadaan** | **512** | **239** | **207** |
| **Pemasaran** | **512** | **219** | **160** |

Dari hasil pengukuran dalam tabel diatas, perbandingan antara kapasitas *bandwidth* dengan *bandwidth* tersedia untuk setiap bagian hasilnya cukup jauh berbeda dan dapat kita lihat pada bagian keuangan pengukuran *bandwidth* pada sore hari sebesar 131 *kbps*. Hal ini disebabkan karena besarnya *bandwidth* akan dipengaruhi banyaknya user yang menggunakan pada saat jam sibuk. Selain itu kapasitas *bandwidth* yang memang dibatasi dari *Information Communication Technology* (ICT), karena semakin besar kapasitas *bandwidth* yang disediakan akan semakin besar *bandwidth* tersedia.

* + 1. **Analisis Pengukuran *Throughput***

*Throughput* adalah perbandingan antara paket data yang berhasil sampai tujuan selama interval waktu tertentu, atau bisa juga diartikan sebagai *bandwidth* aktual terukur saat pengiriman data. Dari hasil pengukuran dan perhitungan didapat nilai *throughput* untuk bagian keuangan, pengadaan dan pemasaran.

Tabel 23. Analisis pengukuran *Throughput* PT. Semen Baturaja

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| **No.** | **Bagian** | ***Bandwidth***  **Tersedia (Kbps)** | **Throughput Rata – rata (bps)** | **Persentase**  **%** |
| **1.** | **Keuangan** | **131** | **8650** | **1.514450** |
| **2.** | **Pengadaan** | **207** | **8758** | **2.363553** |
| **3.** | **Pemasaran** | **160** | **9654** | **1.657344** |

Berdasarkan tabel diatas dapat di simpulkan bahwa untuk *server* [*www.yahoo.co*](http://www.yahoo.com)*.id* didapat nilai *throughput* rata-rata terendah sebesar 8650 *b/s* pada bagian keuangan. Nilai rata-rata ini dibandingkan dengan *Bandwidth* Manajemen *Simple Queue* dengan besar *bandwidth 131 kbps.* Hasilnya nilai *throughput* untuk *server* [*www.yahoo.co*](http://www.yahoo.com)*.id* masih sangat rendah, jika di prosentasikan berkisar 1,514450 % dari total *bandwidth* yang tersedia, hal ini disebabkan karena pengujian dilakukan pada saat trafik padat antara jam 08.00 WIB sampai pukul 11.30 WIB dan antara jam 14.00 WIB sampai pukul 16.00 WIB, dan besarnya *throughput* akan terbatasi karena banyaknya jumlah pengguna dan jarak yang cukup jauh antara *swicth* ke *server gateway internet.*

* + 1. **Analisis Pengukuran *Delay***

Dalam menentukan kualitas jaringan *internet* salah satu hal penting yaitu besarnya *delay* karena jarak *switch* yang relatif jauh dan kemampuan *mikrotik* sebagai *gateway internet* untuk menerima dan mengirim data rentan terhadap gangguan cuaca. Menurut standarisasi *TIPHON*, besarnya *delay* dapat diklasifikasikan sebagai kategori *delay* sangat bagus jika < 150 ms, bagus jika 150 ms sampai 300 ms, kategori sedang jika 300 ms sampai 450 ms, dn buruk jika > 450 ms. Dari hasil pengukuran nilai *delay* jaringan *internet* PT. Semen Baturaja palembang, Didapat nilai *delay* rata-rata dalam satuan *millisecond*, seperti tabel berikut.

Tabel 24. Analisis pengukuran *delay* PT. Semen Baturaja

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| **No.** | **Bagian** | **Avg** | **TIPHON** | **ITU-T** |
| **1.** | **Keuangan** | **258** | **Bagus** | **Cukup** |
| **2.** | **Pengadaan** | **222** | **Bagus** | **Cukup** |
| **3.** | **Pemasaran** | **221** | **Bagus** | **Cukup** |

Dari hasil tabel diatas pada pengukuran pukul 08.00-12.00 Wib dan antara jam 14.00 WIB sampai pukul 16.00 WIB, berdasarkan nilai besar *delay* sesuai dengan tabel versi *TIPHON,* maka kategori *delay/latency* untuk setiap perangkat seperti pada tabel 8, dengan nilai *delay*  rata-rata terbesar yaitu 258 *ms* dengan respon bagus dan nilai *delay* rata-rata terkecil yaitu 221 *b/s* dengan respon bagus. Sedangkan versi *ITU-T*, maka kategori *delay/latency* dengan nilai *delay*  rata-rata terbesar yaitu 258 *ms* dengan respon cukup dan nilai *delay* rata-rata terkecil yaitu 221 *b/s* dengan respon cukup.

* + 1. **Analisis Pengukuran *Packet Loss***

Dari hasil pengukuran jaringan PT. Semen Baturaja Palembang, didapat nilai *packet loss* dalam hitungan persentase (%) untuk setiap bagian. Berdasarkan standarisasi *TIPHON*, untuk kategori degeradasi *packet loss* sangat bagus jika 0 %, bagus jika 3 %, kategori sedang jika 15 % dan kategori buruk jika 25 %. Hasil pengukuran untuk setiap titik sebagai berikut;

Tabel 25. Hasil pengukuran *packet loss*

|  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| **No** | **Pengukuran *Internet* Dari Setiap VLAN** | ***Packets*** | | | **TIPHON** | **ITU-T** |
| **Sent** | **Loss** | **%**  **loss** |
| **1** | **Keuangan** | **1000** | **216** | **23 %** | **Sedang** | **Cukup** |
| **2** | **Pengadaan** | **1000** | **136** | **13 %** | **Bagus** | **Baik** |
| **3** | **Pemasaran** | **1000** | **202** | **19 %** | **Sedang** | **Cukup** |

Berdasarkan tabel diatas hasil pengukuran keuangan dan pemasaran termasuk dalam kategori degeradasi sedang karena besar nilai 23 % antara total paket yang dikirimkan. Sedangkan untuk bagian pengadaan termasuk kategori degeradasi bagus karena besar nilai *packet loss* 13 % total paket yang dikirimkan. Sedangkan menurut versi *ITU-T*, hasil pengukuran keuangan dan pemasaran termasuk dalam kategori degeradasi cukup karena besar nilai 23 % antara total paket yang dikirimkan. Sedangkan untuk bagian pengadaan termasuk kategori degeradasi baik karena besar nilai *packet loss* 13 % total paket yang dikirimkan.

* 1. **Faktor yang Mempengaruhi Kualitas Jaringan**

Dari hasil pembahasan analisis diatas terdapat beberapa faktor yang mempengaruhi hasil pengukuran terhadap parameter kualitas jaringan *internet* yang terdiri dari *bandwidth, delay, packet loss,* dan *throughput* pada jaringan *internet* di PT. Semen Baturaja palembang, yaitu ;

1. Redaman, adalah jatuhnya kuat sinyal karena pertambahan jarak pada media transmisi. Setiap media transmisi memiliki redaman yang berbeda-beda, tergantung dari bahan yang digunakan. Media transmisi yang digunakan pada jaringan intenet kesetiap client dengan *UTP (Unshielded Twisted Pair*). Kekuatan sinyal yang ditransmisikan bisa mengalami pelemahan karena jarak antara *server* dan pengguna yang jauh dan Rentan terhadap interferensi gelombang elektromagnetik.
2. Distorsi, adalah kejadian yang disebabkan bervariasinya kecepatan propagasi karena perbedaan *bandwidth*. Hal ini terjadi akibat kecepatan sinyal yang berbeda yang melalui kabel *LAN*. untuk mengurangi nilai distorsi, dibutuhkan *bandwidth* transmisi yang memadai dalam mengakomodasi adanya spektrum sinyal. Untuk mengurangi distorsi pada jaringan layanan *internet* dengan kapasitas *bandwidth* yang sangat terbatas dapat dilakukan dengan *bandwidth* manajemen yang lebih proposional.
3. *Delay propagasi*, adalah masalah yang disebabkan karena jarak *server* dan user yang relatif jauh. *Delay* ini akan menyebabkan terbatasnya nilai *throughput* yang didapat, apalagi dengan kapasitas *bandwidth* yang terbatas.
4. SIMPULAN
   1. Kesimpulan

Dari hasil penelitian, pengukuran dan analisis yang telah dilakukan terhadap jaringan internet di PT. Semen Baturaja Palembang, maka dapat diambil beberapa kesimpulan sebagai berikut;

1. Bandwidth tersedia untuk bagian keuangan hasilnya cukup jauh berbeda dari kapasitas *bandwidth* yang disediakan hal ini disebabkan karena besarnya *bandwidth* akan dipengaruhi oleh kemampuan *swicth* untuk menerimal dari *server mikrotik* sebagai *gateway internet*. Selain itu kapasitas *bandwidth* yang memang dibatasi dari ICT (*Information Communication Technologi*).
2. Implemetasi kulitas jaringan sebenarya merupakan suatu hal yang sederhana pada suatu jarinagn komunikasi data, namun pada kenyataannya kualitas jaringan merupakan salah satu hal yang paling tidak diperhatikan.
3. Dengan penerapan *QoS* maka akan dapat diberikan jaminan layanan kepada aplikasi yang dijalankan oleh *end user*. Melalui *QoS* ini nantinya juga dapat dilakukan *control* dan fungsi manajemen jaringan.
4. Dengan analisa kulitas jaringan, dapat diketahui performansi suatu layanan *bandwidth* yang digunakan setiap pengguna.
5. Parameter unjuk kerja sistem yaitu *bandwidth, delay, packet loss* dan *throughput* sangat mempengaruhi kinerja suatu kualitas layanan jaringan. Peningkatan waktu *delay* merupakan peningkatan terhadap derajat kualitas pelayanan (*Quality of Service*).
   1. **Saran**
6. Disamping *bandwidth, delay*, *throughput* dan *Packet loss* masih banyak parameter yang diperlu diteliti untuk mendapatkan layanan yang lebih baik, Parameter tersebut diantaranya *jitter*;
7. Untuk *monitor* kualitas jaringan internet berbasis *mikrotik* sebagai *gateway server* di PT. Semen Baturaja Palembang, di perlukan *software* yang berjalan secara terus menerus, sehingga dapat diketahui perubahan-perubahan yang terjadi setiap saat.

**DAFTAR RUJUKAN**

Herlambang, M. L, C, L, Azis. 2008. *Panduan lengkap menguasai router masa depan menggunakan Mikrotik Router*. Andi publisher : Yogyakarta.

Herlambang, M. L. 2009. *Membangun sharing koneksi internet di Windows, Mikrotik, Linux & OpenBSD.* Andi publisher : Yogyakarta.

Nazir, M. 2003. *Metode Penelitian*. Jakarta: Ghalia Indonesia.

Salemba Infotek. 2003. *Konsep Jaringan Komputer dan Pengembangannya*.

Jakarta: Wahana Komputer.

Sopandi, Dede. 2005. *Instalasi dan Konfigurasi Jaringan Komputer Edisi Revisi*. Bandung: Informatika Bandung.

Sugiyono. 2010. Metode Penelitian Tindakan Kelas Pendekatan Kuantitatif, Kualitatif, dan R&D, Bandung: Alfabeta

<http://is.uad.ac.id/jusi/files/08-JUSI-Vol-1-No-1-_Optimalisasi-Keamanan-Jaringan-Menggunakan-Pemfilteran-Aplikasi-Berbasis-Mikrotik.pdf>

<http://journal.mercubuana.ac.id/data/BAB%208%20-%20Kasus%20Pada%20Jaringan%20Komputer.pdf>

<http://id.shvoong.com/business-management/management/2258635-dan-fungsinya-dalam-perkembangan-bisnis>

<http://www.cabikhosting.com/file/mikrotik/bridging-mikrotik.pdf>

<http://www.google.co.id/url?sa=t&rct=j&q=&esrc=s&source=web&cd=1&ved=0CE0QFjAA&url=http%3A%2F%2Fmm.ustjogja.ac.id%2Fdownload%2FHANDOUT4.ppt&ei=cQG9T--qBqT8mAWD_IkV&usg=AFQjCNGd3K1ipjsvsaTwETRLhohenhk2Fg&sig2=6w63AXupeFxm1pJshtZv2A>