ANALISIS DAN IMPLEMENTASI KEAMANAN JARINGAN MENGGUNAKAN *MIKROTIK FIREWALL*

SKRIPSI

Oleh:
Sugeng Saputro
110210220

PROGRAM STUDI TEKNIK INFORMATIKA
FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS PUTERA BATAM
TAHUN 2018

ANALISIS DAN IMPLEMENTASI KEAMANAN JARINGAN MENGGUNAKAN *MIKROTIK FIREWALL*

SKRIPSI

Untuk memenuhi salah satu syarat
guna memperoleh gelar Sarjana

Oleh
Sugeng Saputro
110210220

PROGRAM STUDI TEKNIK INFORMATIKA
FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS PUTERA BATAM
TAHUN 2018

SURAT PERNYATAAN

Dengan ini saya menyatakan bahwa:

1. Skripsi ini adalah asli dan belum pernah diajukan untuk mendapatkan gelar akademik (sarjana, dan/atau magister), baik di Universitas Putera Batam maupun di perguruan tinggi lain.
2. Skripsi ini adalah murni gagasan, rumusan, dan penelitian saya sendiri, tanpa bantuan pihak lain, kecuali arahan pembimbing.
3. Dalam skripsi ini tidak terdapat karya atau pendapat yang telah ditulis atau dipublikasikan orang lain, kecuali secara tertulis dengan jelas dicantumkan sebagai acuan dalam naskah dengan disebutkan nama pengarang dan dicantumkan dalam daftar pustaka.
4. Pernyataan ini saya buat dengan sesungguhnya dan apabila di kemudian hari terdapat penyimpangan dan ketidakbenaran dalam pernyataan ini, maka saya bersedia menerima sanksi akademik berupa pencabutan gelar yang telah diperoleh, serta sanksi lainnya sesuai dengan norma yang berlaku di perguruan tinggi.

Batam, 03 Februari 2018

Yang membuat pernyataan,

Sugeng Saputro
110210220

ANALISIS DAN IMPLEMENTASI KEAMANAN JARINGAN MENGGUNAKAN *MIKROTIK FIREWALL*

Oleh
Sugeng Saputro
110210220

SKRIPSI

Untuk memenuhi salah satu syarat
guna memperoleh gelar Sarjana

Telah disetujui oleh Pembimbing pada tanggal
seperti tertera di bawah ini

Batam, 03 Februari 2018

Arif Rahman Hakim, S.Kom., M.Kom.
Pembimbing

ABSTRAK

Teknologi saat ini mampu membuktikan atau mematahkan anggapan sebagian orang beberapa tahun yang lalu, dengan kemajuannya yang pesat saat ini teknologi sudah memasuki hampir semua lini kehidupan. Yang banyak mengalami kemajuan salah satunya adalah teknologi internet, fitur serta kemudahan-kemudahan yang ditawarkan saat ini sudah menjadi kebutuhan primer bagi mayoritas masyarakat. Tujuan penelitian yang ingin dicapai yaitu perancang konfigurasi *mikrotik firewall*, mengetahui sejauh mana *mikrotik firewall* dapat mengamankan jaringan komputer dan memperoleh konfigurasi yang cocok untuk diterapkan pada jaringan tertentu. Penelitian ini menggunakan penelitian kuantitatif dan deskriptif. Pada *mikrotik* pembagian IP dilakukan dengan melakukan routing pada dan membangi setiap jaringan berbeda agar mudah dalam melakukan pengenalan jaringan maupun pengaturan tingkat selanjutnya. *Firewall* menjadi *filter* untuk smua aktifitas jaringan yang melaluinya, sehingga keamanan dalam jaringan lebih terjamin. Pembagian *bandwidth* pada *mikrotik* untuk masing-masing *user* agar penggunaan *bandwidth* dibagikan secara merata ke seluruh pengguna, pembagian ini meliputi semua bandwidth, *download* dan *streaming*. *Firewall* pada *mikrotik* mempunyai beberapa pilihan *rules* yang dapat diterapkan sesuai kebutuhan user, menggunakan rules yang tepat sangat membantu dalam efisiensi baik dalam jaringan dan dapat mempengaruhi efisiensi dalam pekerjaan.

Kata kunci: Internet, Jaringan, *Firewall*, *Bandwidth*, Mikrotik.

ABSTRACT

Today's technology is able to prove or disprove some people's assumptions a few years ago, with the rapid advancement of technology now entering almost every line of life. Which is a lot of progress one of them is internet technology, features and ease-of-the-offer offered today has become a primary need for the majority of society. The purpose of the research is to design a mikrotik configuration firewall, to know the extent to which mikrotik firewall can secure the computer network and obtain a suitable configuration to be applied to a particular network. This research uses quantitative and descriptive research. In mikrotik IP division is done by doing routing on and batten each different network for easy in doing network recognition and arrangement of next level. Firewall becomes a filter for all network activity through it, so security in the network is more secure. The distribution of bandwidth in mikrotik for each user so that the use of bandwidth is distributed equally to all users, this division includes all the bandwidth, download and streaming. Firewall in mikrotik has some rules that can be applied according to user requirement, using the right rules is very helpful in efficiency both in network and can affect efficiency in work.

Keywords: Internet, Network, Firewall, Bandwidth, Mikrotik.

KATA PENGANTAR

Penulis menghaturkan puji syukur kepada Tuhan Yang Maha Esa yang telah melimpahkan segala rahmat dan karuniaNya, sehingga penulis dapat menyelesaikan laporan tugas akhir yang merupakan salah satu persyaratan untuk menyelesaikan program studi strata satu (S1) pada Program Studi Teknik Informatika Universitas Putera Batam.

Penulis menyadari bahwa skripsi ini masih jauh dari sempurna. Karena itu, kritik dan saran akan senantiasa penulis terima dengan senang hati.

Dengan segala keterbatasan, penulis menyadari pula bahwa skripsi ini takkan terwujud tanpa bantuan, bimbingan, dan dorongan dari berbagai pihak. Untuk itu, dengan segala kerendahan hati, penulis menyampaikan ucapan terima kasih kepada:

1. Rektor Universitas Putera Batam.
2. Ketua Program Studi Teknik Informatika Universitas Putera Batam.
3. Bapak Arif Rahman Hakim, S.Kom., selaku pembimbing Skripsi pada Program Studi Teknik Informatika Universitas Putera Batam.
4. Dosen dan Staff Universitas Putera Batam.
5. Keluarga besar penulis yang telah memberikan dukungan dan pengertian yang begitu besar kepada penulis.
6. Teman-teman seperjuangan yang juga selalu memberikan motivasi baik berupa sharing pendapat hal-hal lainnya dalam rangka pembuatan penelitian ini.

7. PT Sarang Mas Sejahtera yang telah mengizinkan peneliti untuk melakukan penelitian di kantor tersebut.
8. Serta semua pihak yang tak dapat peneliti sebutkan satu persatu yang telah membantu dalam penyusunan skripsi ini.

Semoga Tuhan Yang Maha Esa membalas kebaikan dan selalu mencurahkan hidayah serta taufikNya, Amin.

Batam, Februari 2018

Penulis

DAFTAR ISI

Halaman

DAFTAR TABEL

DAFTAR GAMBAR

BAB I
PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang Penelitian

Teknologi saat ini mampu membuktikan atau mematahkan anggapan sebagian orang beberapa tahun yang lalu, dengan kemajuannya yang pesat saat ini teknologi sudah memasuki hampir semua lini kehidupan. Yang banyak mengalami kemajuan salah satunya adalah teknologi internet, fitur serta kemudahan-kemudahan yang ditawarkan saat ini sudah menjadi kebutuhan primer bagi mayoritas masyarakat. Mungkin kita masih ingat beberapa tahun lalu saat kita berkomunikasi dengan kerabat atau saudara yang jauh kita hanya bisa mengandalkan surat yang bisa berminggu-minggu bahkan berbulan-bulan untuk sampai, tentu sangat kontras jika kita bandingkan dengan saat ini, dimana hampir setiap orang mempunyai *smartphone* yang digunakan untuk berkomunikasi secara *realtime* menggunakan *internet*.

Dengan penggunaan *internet* yang semakin luas, tentu semakin bermacam-macam tantangan yang dihadapi. Seperti lazimnya hal-hal baru lain yang semakin bermunculan, tentu saja ada efek negatif didalamnya. Untuk itu keamanan menjadi hal yang tidak bisa lepas perkembangan teknologi, untuk itu diperlukan juga perkembangan dari sisi keamanan sebagai penyeimbang. ada berbagai macam jenis keamanan dalam teknologi saat ini baik dalam bentuk *hardware* maupun *software*. Untuk pengguna *personal* biasanya hanya menggunakan

software sebagai alat keamanannya, sedangkan untuk *corporate* biasanya menggunakan *hardware* atau kombinasi keduanya.

Firewall adalah perangkat atau sistem yang digunakan untuk memproteksi jaringan internet dari ancaman penetrasi jaringan. Penetrasi jaringan itu sendiri merupakan salah satu jenis ancaman keamanan jaringan dengan memanfaatkan celah dari jaringan tersebut. Sebuah jaringan tanpa dilengkapi *firewall* akan sangat mudah untuk diakses dari luar oleh sembarang orang. Tugas dari *firewall* yaitu memonitor trafik yang ada dijaringan dengan dasar pengaturan yang sudah dibuat atau biasa disebut *rule*. *Rule* tersebut menjadi acuan untuk menentukan trafik mana yang diizinkan atau diblok oleh *firewall*.

PT Sarang Mas Sejahtera adalah perseroan terbatas swasta di bidang distribusi dan penjualan produk otomotif yang didirikan di kota Batam, Indonesia sejak tahun 1999. Selama lebih dari 15 tahun PT Sarang Mas Sejahtera terus membangun reputasi nya sebagai distributor yang dipercaya dalam mendistribusikan produk-produk otomotif berkualitas di wilayah Kepulauan Riau, Indonesia.

Sarang Mas Sejahtera yang juga merupakan bagian dari Sarang Mas Group kini telah berkembang pesat. Dengan menjadi bagian dari Sarang Mas Group maka jaringan komputer pada *office* terhubung dengan perusahaan lain yang masih dalam naungan Sarang Mas Group. Dengan demikian ancaman keamanan pada jaringan juga semakin besar.

Seiring berkembangnya perusahaan maka berkembang pula teknologi yang terlibat didalamnya. Hal ini menjadi perhatian penting, karena teknologi saat ini

menjadi penopang aktifitas perusahaan yang mempermudah banyak hal agar lebih efisien. Namun faktor keamanan tetap harus menjadi keutamaan dalam teknologi yang diterapkan tersebut.

Dari pengalaman yang penulis alami di perusahaan tersebut, belum terdapat suatu sistem keamanan yang bisa dibilang memadai, hal ini didasarkan pada perangkat router yang ada hanya perangkat standar dari ISP Biznet yang menggunakan paket Metronet 1. Dengan keterbatasan fitur yang ada pada router tersebut pernah terjadi masuknya *virus* yang melalui jaringan yang meng-infeksi *file-file Microsoft Office*, diketahui *virus* tersebut bernama yuyun, yang masuk melalui *website* kemudian menyebar melalui jaringan LAN.

Penggunaan jaringan secara bersamaan oleh beberapa perusahaan yang tergabung dalam group menambah ancaman yang dapat masuk melalui jaringan. Hal ini dimungkinkan dengan banyaknya *user* yang tidak berkepentingan dapat masuk dan memberi ancaman pada data perusahaan lain yang ada pada jaringan. Untuk mengatasi hal ini diperlukan sebuah sistem yang dapat membatasi akses dalam jaringan yaitu *firewall*.

Berdasarkan latar belakang diatas, maka penulis melakukan penelitian "ANALISIS DAN IMPLEMENTASI KEAMANAN JARINGAN MENGGUNAKAN *MIKROTIK FIREWALL*" agar keamanan jaringan dapat lebih ditingkatkan dan mampu meminimalisir gangguan pada jaringan.

1.2 Identifikasi Masalah

Berdasarkan uraian yang terdapat pada latar belakang penelitian penulis dapat mengidentifikasikan masalah bahwa keamanan jaringan komputer saat ini banyak memiliki pilihan sesuai dengan kebutuhan yang berbeda. *Firewall* menjadi salah satu yang umum digunakan dalam mengamankan jaringan komputer. *Mikrotik* merupakan perangkat *router* yang didalamnya terdapat fitur *firewall* yang cukup banyak digunakan saat ini. Berkaitan dengan hal tersebut penulis mengidentifikasikan masalah:

1. Lemahnya proteksi pada jaringan sehingga pihak yang tidak bertanggung jawab dapat masuk kedalam jaringan.
2. Belum adanya sistem keamanan yang memadai dalam jaringan sehingga rentan terhadap serangan.
3. Terbatasnya fitur *router* pada *modem* dari ISP Biznet yang menyulitkan dalam memenuhi kebutuhan keamanan jaringan.

1.3 Pembatasan Masalah

Agar pembatasan dapat sesuai dan terarah sesuai dengan yang diharapkan, mengingat banyaknya lingkup permasalahan yang ada di keamanan jaringan komputer dan keterbatasan sumberdaya yang dimiliki oleh peneliti maka peneliti membuat batasan masalah untuk membatasi atau memperinci hal-hal yang menjadi ruang lingkup penelitian. Yang menjadi batasan penelitian ini yaitu :

1. Menggunaan *firewall* pada *router Mikrotik* RB750.

2. *Firewall* menggunakan jenis *packet filtering.*
3. Ruang lingkup penelitian dilakukan di PT Sarang Mas Sejahtera.

1.4 Perumusan Masalah

Berdasarkan uraian yang terdapat pada latar belakang penelitian dan identifikasi masalah, maka dirumuskan masalah yang menjadi fokus penelitian adalah :

1. Bagaimana konfigurasi *mikrotik firewall* dalam keamanan jaringan pada PT Sarang Mas Sejahtera?
2. Bagaimana fungsi *firewall* dapat dalam mengamankan jaringan komputer di PT Sarang Mas Sejahtera?
3. Bagaimana *mikrotik firewall* dapat membantu mengamankan jaringan komputer di PT Sarang Mas Sejahtera?

1.5 Tujuan Penelitian

Adapun Tujuan penelitian yang ingin dicapai dalam penelitian ini adalah :

1. Untuk mengkonfigurasi *mikrotik firewall* pada PT Sarang Mas Sejahtera.
2. Untuk mengetahui sejauh mana *mikrotik firewall* dapat mengamankan jaringan komputer pada PT Sarang Mas Sejahtera.
3. Untuk memperoleh konfigurasi yang cocok untuk diterapkan pada PT Sarang Mas Sejahtera.

1.6 Manfaat Penelitian

Penulis berharap hasil penelitian ini dapat memberikan suatu kontribusi kepada pihak yang berkepentingan baik secara aspek teoritis (keilmuan) dan aspek praktis (guna laksana). Adapun manfaat penelitian ini adalah :

1.6.1 Aspek Praktis

Adapun manfaat penelitian ini untuk aspek praktis adalah:

a) Penelitian ini diharapkan memberikan pengetahuan tambahan mengenai *mikrotik firewall* dalam keamanan jaringan.
b) Penelitian ini menjadi pembelajaran dan pembelajaran keamanan jaringan mengunakan *firewall* di *mikrotik*.
c) Penelitian ini menjadi motivasi agar dapat dikembangkan sistem keamanan jaringan *firewall* yang lebih baik dimasa yang akan datang.

1.6.2 Aspek Teoritis

Adapun manfaat penelitian ini untuk aspek praktis adalah:

a) Sebagai sumbangsih bagi masyarakat untuk mengambil keputusan dalam memilih sistem keamanan menggunakan *firewall*.
b) Sebagai rujukan bagi masyarakat dalam mengamankan jaringan komputer agar celah yang ada dapat diminimalisir.
c) Sebagai pertimbangan dalam membuat sistem keamanan jaringan dengan *firewall* bagi masyarakat.

BAB II
KAJIAN PUSTAKA

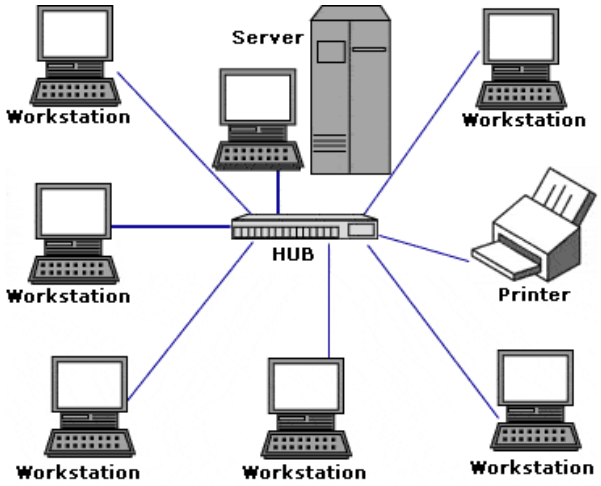
2.1 Teori Dasar

Dalam teori dasar menjelaskan hal-hal umum jaringan yang mendasari materi penelitian. Berikut adalah konsep dan penjelasan tentang jaringan komputer, standar jaringan komputer, jenis jaringan komputer, model *OSI layer*, *Firewall* dan *Mikrotik*.

2.1.1 Jaringan Komputer

Jaringan komputer adalah sebuah kumpulan dari komputer, printer, dan peralatan lainnya yang terhubung dalam satu kesatuan dan membentuk suatu sistem tertentu. Informasi begerak melalui kabel atau tanpa kabel sehingga memungkinkan pengguna jaringan komputer dapat saling bertukar informasi (data), mencetak data pada printer yang sama dan dapat secara simultan menggunakan program aplikasi yang sama (Maslan & Wangdra, 2012, p. 2).

Jaringan komputer merupakan sistem yang terdiri atas dua atau lebih komputer serta perangkat-perangkat lainnya yang saling terhubung. Media pernghubung tersebut dapat berupa kabel atau nirkabel sehingga memungkinkan para pengguna jaringan komputer melakukan pertukaran informasi, seperti berbagi file, dokumen, data serta menggunakan perangkat keras dan perangkat lunak yang terhubung ke jaringan (Utomo, 2012, p. 1).



Gambar 2.1 Jaringan Komputer

2.1.2 Standar Jaringan Komputer

Standarisasi masalah jaringan diselenggarakan oleh badan dunia seperti ISO (*International Organization for Standardization*), ITU (*International Telecommunication Union*), ANSI (*AmSasaan National Standard Institute*), NCITS (*National Committee for Information Technology Standardization*), bahkan juga oleh lembaga asosiasi profesi IEEE (*Institute of Electrical and Electronics Engineers*) dan ATM-Forum di Amerika. Pada prakteknya bahkan vendor-vendor produk LAN juga memakai standar yang dihasilkan IEEE. IEEE banyak membuat standarisasi peralatan telekomunikasi seperti yang tertera pada tabel berikut (Maslan & Wangdra, 2012, pp. 53–54):

Tabel 2.1 Badan Pekerja di IEEE

Working Group	Bentuk Kegiatan
IEEE802.1	Standarisasi *interface* lapisan atas HILI (*High Level Interface*) dan *Data Link* termasuk MAC (*Medium Access Control*) dan LLC (*Logical Link Control*).
IEEE802.2	Standarisasi lapisan LLC.
IEEE802.3	Standarisasi lapisan MAC untuk CSMA/CD (10Base5, 10Base2, 10BaseT, dll.)
IEEE802.4	Standarisasi lapisan MAC untuk Token Bus.
IEEE802.5	Standarisasi lapisan MAC untuk Token Ring.
IEEE802.6	Standarisasi lapisan MAC untuk MAN-DQDB (*Metropolitan Area Network-Distributed Queue Dual Bus*.)
IEEE802.7	Grup pendukung BTAG (*Broadband Technical Advisory Group*) pada LAN.
IEEE802.8	Grup pendukung FOTAG (*Fiber Optic Technical Advisory Group*.)
IEEE802.9	Standarisasi ISDN (*Integrated Services Digital Network*) dan IS (*Integrated Services*) LAN.
IEEE802.10	Standarisasi masalah pengamanan jaringan (LAN *security*.)
IEEE802.11	Standarisasi masalah *wireless* LAN dan CSMA/CD bersama IEEE802.3
IEEE802.12	Standarisasi masalah 100VG-AnyLAN
IEEE802.14	Standarisasi masalah *protocol* CATV

Sumber: (Maslan & Wangdra, 2012)

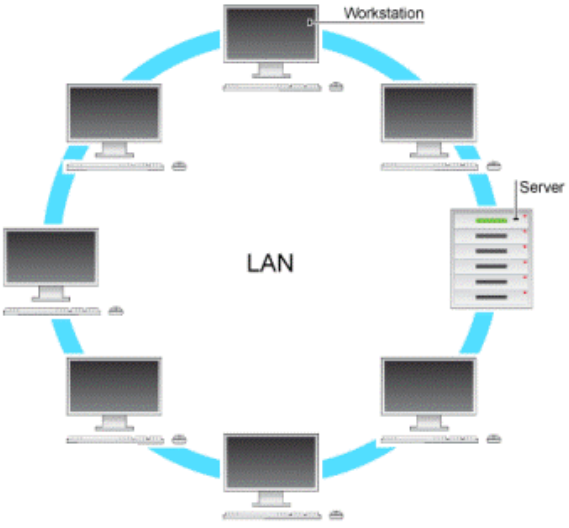
2.1.3 Jenis Jaringan Komputer

Dalam jaringan komputer, jenis-jenis jaringan komputer dapat dibedakan berdasarkan ruang lingkup, berdasarkan topologi, berdasarkan fungsi, dan berdasarkan media penghantar (Utomo, 2012):

2.1.3.1 Berdasarkan Ruang Lingkup

a. LAN *(Local Area Network)*

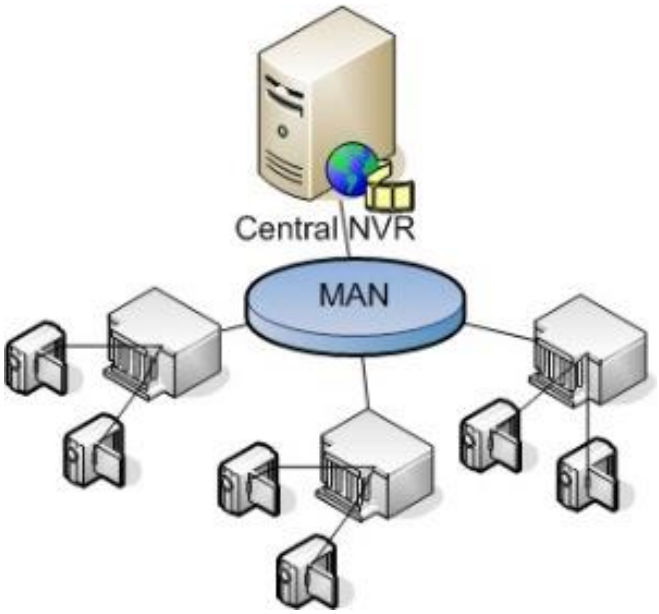
LAN adalah suatu kumpulan komputer, dimana terdapat beberapa unit komputer *(client)* dan satu unit untuk bank data *(server).* Antara masing-masing *client* maupun antara *client* dan *server* dapat saling bertukar *file* maupun saling menggunakan *printer* yang terhubung pada unit-unit komputer yang terhubung pada jaringan LAN (Sugeng, 2010, p. 19).



Gambar 2.2 LAN *(Local Area Network)*

b. MAN *(Metropolitan Area Network)*

MAN jaringan ini dibangun untuk kebutuhan ruang lingkup yang besar, bisa mencakup suatu kota. Misalnya sekolah/perusahaan tertentu mempunyai sebuah LAN pada area sekolah/perusahaannya, kemudian beberapa sekolah/perusahaan dalam kota tersebut dapat saling terhubung dan membentuk sebuah MAN (Utomo, 2012, p. 3).

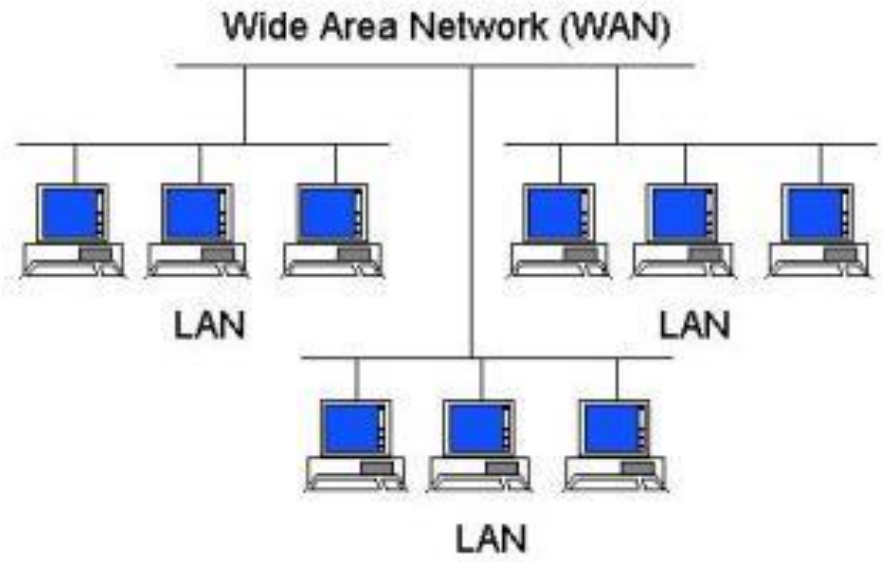


Gambar 2.3 MAN *(Metropolitan Area Network)*

c. WAN *(Wide Area Network)*

WAN merupakan jaringan komputer dengan cakupan area yang lebih luas dan biasanya akan menghubungkan beberapa kesatuan jaringan komputer yang lebih banyak. Koneksi antarjaringan dengan cakupan luas tersebut akan memudahkan kita berbagi sumber yang ada sehingga proses

berbagi antarkomputer/jaringan dapat dilakukan secara lintas daerah, kota, negara, bahkan benua (Utomo, 2012, p. 3)



Gambar 2.4 WAN *(Wide Area Network)*

2.1.3.2 Berdasarkan Topologi

a. Topologi Bus

Jenis topologi ini menghubungkan setiap komputer/node dengan sebuah kabel komunikasi melalui sebuah kami antarmuka *(card interface)* komputer, setiap komputer dapat berhubungan dengan komputer yang lain yang ada dalam jaringan tersebut (Utomo, 2012, p. 4).

b. Topologi Ring

Komputer-komputer dalam jenis topologi ini akan dihubungkan dengan sebuah kabel tunggal dan membentuk bagan seperti sebuah cincin.

Pada jaringan ini tidak terdapat komputer pusat, sehingga semua komputer mempunyai kedudukan yang sama (Utomo, 2012, p. 5).

c. Topologi *Star*

Jenis topologi ini beberapa komputer akan dihubungkan dengan satu pusat komputer sehingga semua *control* berbagi sumber daya *(resources)* dalam jaringan yang diperlukan juga akan dipusatkan pada satu titik, ketika akan mengirim data ke komputer lainnya, komputer harus melalui komputer pusat terlebih dahulu. Dalam topologi jenis ini, ketika komputer pusat mengalami gangguan semua komputer *client* juga akan terganggu (Utomo, 2012, p. 6).

d. Topologi *Extended Star*

Dasar topologi ini adalah topologi bintang hanya ditambah pengulang *(Repeater)* berupa hub atau pengalih *(switch)* sehingga senmkin memperluas jaringan yang jaraknya berjauhan (Utomo, 2012, p. 7).

e. Topologi *Cascading Star*

Jenis topologi ini juga hampir sama dengan bintang diperluas, akan tetapi beberapa jaringan bintang yang dibuat tersebut dihubungkan ke sebuah simpul pusat untuk mengontrol semuanya (Utomo, 2012, p. 8).

f. Topologi *Mesh*

Jaringan jenis topologi ini mempunyai jalur ganda pada setiap node/simpul jaringan. Semakin banyak jumlah komputer yang ada dalam jaringan, semakin sulit pemasangan kabel akan menjadi berlipat ganda (Utomo, 2012, p. 8).

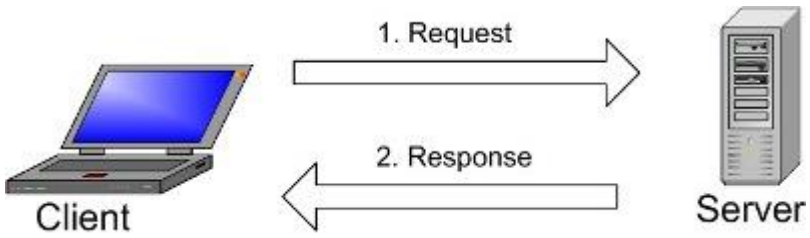
g. Topologi *Tree*

Topologi jenis ini merupakan kombinasi antara topologi bintang dan topologi bus. Topologi ini terdiri atas kumpulan topologi bintang yang dihubungkan dalam topologi bus sebagai jalur *backbone* (Utomo, 2012, p. 9).

2.1.3.3 Berdasarkan Fungsi

a. Jaringan *Client-Server*

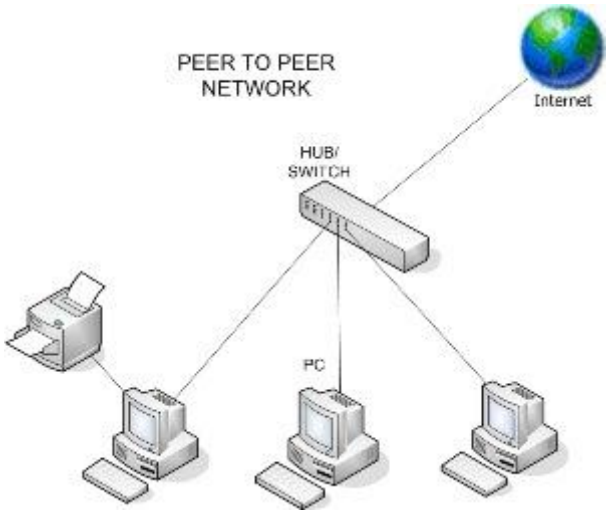
Pada jaringan ini terdapat satu komputer yang disiapkan sebagai komputer *server* yang akan melayani komputer lainnya yang berfungsi sebagai *client* (Utomo, 2012, p. 10).



Gambar 2.5 Jaringan *Client-Server*

b. Jaringan *Peer-to-peer*

Pada jaringan ini sebuah komputer langsung dihubungkan ke komputer lainnya dan dapat saling berbagi sumber daya pada masing-masing komputer. Pada jenis jaringan ini biasanya hanya akan diterapkan untuk jumlah komputer yang tidak terlalu banyak (Utomo, 2012, p. 11).



Gambar 2.6 Jaringan *Peer-to-Peer*

2.1.3.4 Bedasarkan Media Penghantar Jaringan

a. Menggunakan Kabel *(Wired Networking)*

Jaringan ini menggunakan kabel sebagai media penghantarnya. Data akan mengalir melalui kabel. Kabel yang digunakan biasanya berbahan tembaga atau serat optik *(fiber optic)*. Bahan tembaga biasanya digunakan untuk jaringan LAN, sedangkan jenis MAN atau WAN biasanya menggunakan gabungan antara kabel tembaga dan kabel optik (Utomo, 2012, p. 12).

b. Menggunakan Media Udara *(Wireless)*

Jaringan komputer ini tidak menggunakan kabel. Media penghantar antarkomputernya menggunakan gelombang radio. Frekuensi yang digunakan untuk jaringan komputernya tinggi, yaitu 2,4 GHz dan 5 GHz (Utomo, 2012, p. 12).

2.1.4 Model *OSI Layer*

OSI adalah suatu standar komunikasi antarmesin yang terdiri atas 7 lapisan. Ketujuh lapisan tersebut mempunyai peran dan fungsi yang berbeda satu terhadap yang lain. Setiap *layer* bertanggung jawab secara khusus pada proses komunikasi data. Misal, suatu *layer* bertanggung jawab untuk membentuk koneksi antarperangkat, sementara *layer* lainnya bertanggung jawab untuk mengkoreksi terjadinya error selama proses pengiriman paket data berlangsung. Model OSI dibagi menjadi 2 tingkatan group yaitu: *upper layer* dan *lower layer*. Untuk *upper layer* fokus pada aplikasi pengguna dan file direpresentasikan di komputer. Sedangkan *lower layer* berfokus pada *network engineering* yang membuat *hardware* (Maslan & Wangdra, 2012, pp. 37–38)

2.1.4.1 Lapisan Fisik (*Physical Layer*)

Physical Layer atau lapisan fisik melakukan fungsi pengiriman dan penerimaan bit stream dalam medium fisik. Dalam lapisan ini kita akan mengetahui spesifikasi mekanikal dan elektrikal dari media transmisi serta antarmukanya.

Hal-hal penting yang dapat dibahas lebih jauh dalam lapisan fisik ini adalah:

1. Karakteristik fisik dari media dan antarmuka.
2. Representasi *bit-bit*.

Dalam hal ini lapisan fisik harus mampu menerjemahkan *bit* 0 atau 1. termasuk pengkodean dan bagaimana mengganti sinyal 0 ke 1 atau sebaliknya.

3. Data *rate* (laju data).
4. Sinkronisasi *bit*.
5. *Line configuration* (Konfigurasi saluran). Misalnya: *point-to-point* atau *point-to-multipoint configuration*.
6. Topologi fisik. Misalnya: *mesh topology, star topology, ring topology,* atau *bus topology*.
7. Mode transmisi. Misalnya: *half-duplex mode, full-duplex (simplex) mode*.

Lapisan Fisik pada LAN di antaranya:

1. *Ethernet*/IEEE 802.3, *Baseband* LAN bereperasi 10 Mbps melalui kabel koaksial.
2. 100-Mbps *Ethernet* (Fast Ethernet) *High-speed* LAN.
3. 1000-Mbps *Ethernet* (Gigabit Ethernet), *High-speed* LAN.
4. *Fiber Distributed Digital Interface* (FDDI), 100-Mbps *token-passing, dual-ring* LAN menggunakan kabel *fiber optic*.
5. *Token Ring*/IEEE 802.5, *Token passing* LAN yang beroperasi pada kecepatan 4 atau 16 Mbps dengan topologi *star*.

Lapisan Fisik pada WAN di antaranya:

1. *Serial Interface (async & sync)*
2. *High-speed serial Interface* (HSSI)

3. X.21 (Jaringan X.25)

(Sukmaaji & Rianto, 2008, pp. 16–17)

2.1.4.2 Lapisan Jalur Data (*Data Link Layer*)

Pada *Layer*-2 (*Data Link Layer*) komunikasi data dilakukan dengan menggunakan identitas berupa alamat simpul fisik yang disebut sebagai alamat *hardware* atau *hardware address*. Proses komunikasi antara komputer atau simpul jaringan hanya mungkin terjadi, bila kedua belah pihak mengetahui identitas masing-masing melalui alamat fisik *(physical address)*. Bentuk topologi yang digunakan ditentukan oleh protokol *Data Link*. Sebagai contoh adalah BUS untuk teknologi *Ethernet*. *RING* untuk teknologi *Token Ring* ataupun teknologi FDDI. Selain ketiga bentuk topologi tersebut pada komunikasi serial terdapat topologi point-to-point atau point-to-multipoint pada jaringan yang menggunakan teknologi *Frame Relay* dan ATM.

Penanganan kesalahan komunikasi yang terjadi pada lapisan *Data Link* menggunakan pendeteksian *error* dan menginformasikan kepada lapisan di atasnya, bahwa terjadi kesalahan transmisi. Kendali kesalahan yang bisa dilakukan pada lapisan ini hanya mendeteksi dan tidak melakukan perbaikan kesalahan (*errorcorrection*). Data *link* akan mengubah *BYTES* (1 *byte* = 8 *bit*) yang diterima dari lapisan fisik menjadi satuan data yang disebut dengan *FRAME FRAME* terdiri dari *FRAME-HEADER* (identitas yang menjelaskan *frame*) dan DATA. Selain *FRAME-HEADER*, informasi lain yang ditambahkan adalah FCS (*Frame Check Sequence)*. penjabarannya adalah sebagai berikut:

Frame-Header	DATA	*Frame Sequence*	*Check*

Frame-Header berisi informasi yang dibutuhkan oleh protokol *Data Link*. Secara umum. informasi yang terdapat dalam frame header:

1. *Hardware address* (MAC *ADDRESS*) Pengirim
2. *Hardware address* (MAC *ADDRESS*) Penerima
3. *Flag*
4. *Control Bits*

Teknologi *Ethernet, Token Ring*. dan FDDI menggunakan 48 *bit Media Acces Control* (MAC) sebagai *hardware address*. Dari 48 bit ini. 24 bit awal ditentukan oleh standar internasional (IEEE) dan 24 *bit* sisanya adalah perusahaan pembuat kartu jaringan (*Network Interface Card*} Sebagian penomoran yang diberikan IEEE di antaranya adalah:

Vendor NIC	Nomor MAC (24 bit awal)
Cisco Systems	00 00 0C
3Com Corporation	00 02 AF
Hewlett-Packard Company	08 00 09
Apple Computer	08 00 07

Pada teknologi WAN, *Frame Relay* menggunakan DLCl *(Data Link Control Identifier)*. ATM menggunakan VPI/VCI *(Virtual Path Identifier/Virtual Channel Identifier)*, dan X25 menggunakan X.2l sebagai *hardware address*.

Tugas utama lapisan *data link* dalam proses komunikasi data adalah:

1. *Farming* : membagi bit stream yang diterima dari lapisan *network* menjadi unit-unit data yang disebut *flame*.
2. *Physical addressing* : definisi identitas pengirim dan/atau penerima yang ditambahkan dalam *header*.
3. *Flow control* : melakukan tindakan untuk membuat stabil laju *bit* jika *rate* atau laju *bit Stream* berlebih atau berkurang.
4. *Error control* : penambahan mekanisme deteksi dan retransmisi *frame-frame* yang gagal terkirim.
5. *Communication control* : menentukan *device* yang harus dikendalikan pada saat tertentu jika ada dua koneksi yang sama.

(Sukmaaji & Rianto, 2008, pp. 17–19)

2.1.4.3 Lapisan Jaringan (*Network Layer*)

Pada lapisan ini terjadi proses pendefinisian alamat logis *(logical addressing),* kemudian mengombinasikan multiple data *link* menjadi satu *internetwork*. Lapisan *Network* bertanggung jawab untuk membawa paket dari satu simpul. ke simpul lainnya dengan mengacu pada logical a*ddress*. Fungsi lain adalah sebagai *packet forwarder* (penerus). Lapisan *Network* sebagai *packet forwarder* mengantarkan paket dari sumber *(Source)* ke tujuan *(destination)* yang disebut dengan istilah *routing*.

Ada dua tugas pokok lapisan *network* yaitu:

1. *Logical* a*ddressing*

   pengalamatan secara logis yang ditambahkan pada *header* lapisan *network*. Pada jaringan TCP/IP pengalamatan logis ini populer dengan sebutan IP *address*.

2. *Routing*

   Hubungan antarjaringan yang membentuk *internetwork* membutuhkan metode jalur alamat agar paket dapat ditransfer dari satu *device* yang berasal dari jaringan satu menuju *device* lain pada jaringan yang lain. Fungsi *routing* didukung oleh *routing protocol* yaitu protokol yang bertujuan mencari jalan terbaik menuju tujuan dan tukar-menukar informasi tentang topologi jaringan dengan *router* yang lainnya. Protokol *routing* ini misalnya *Border Gateway Protocol* (BGP), *Open Shortest Path First* (OSPF), *Routing Information Protocol* (RIP). (Sukmaaji & Rianto, 2008, p. 19).

2.1.4.4 Lapisan *Transport* (*Transport Layer*)

Lapisan transport bertanggung jawab terhadap pengiriman *source-to~destination (end-to-end)* yang dapat dijelaskan sebagai berikut:

1. *Service-point* a*ddressing*

   Suatu komputer sering menjalankan berbagai macam program aplikasi ataupun services berlainan pada waktu bersamaan. Karena itu, lapisan

transport ini tidak hanya menangani pengiriman *source-ro-desnnauon* dari komputer satu ke komputer yang lain, namun lebih spesifik kepada *delivery* jenis *message* untuk aplikasi yang berlainan. Dengan demikian, setiap *message* yang berlainan aplikasi harus memiliki alamat tersendiri yang disebut *service point* a*ddress* atau yang lebih umum disebut *port* a*ddress* (*port* 80 : www, *port* 25 : SMTP).

2. *Segmentation* dan *reassembly*

   Sebuah *message* dibagi dalam segmen-segmen yang terkirim. Setiap segmen memiliki *sequence number*. *Sequence number* berguna bagi lapisan *transport* untuk merakit *(reassembly)* segmen-segmen yang terpecah menjadi *message* yang utuh.

3. *Connection control*

   Pada lapisan *transport* terdapat dua kondisi yakni *connectionless* atau *connection-oriented.* Fungsi dari *connection control* adalah mengendalikan kondisi tersebut.

4. *Flow control*

   Seperti halnya lapisan data *link*, lapisan *transport* bertanggung jawab untuk melakukan kontrol aliran *(flow control).* Bedanya dengan *flow control* di lapisan data *link* adalah dilakukan untuk *end-to-end.*

5. *Error control*

   Fungsi tugas ini sama dengan tugas *error control* di lapisan data *link*, namun berorientasi *end-to-end.*

Dalam jaringan berbasis TCP/IP protokol yang terdapat pada lapisan ini adalah *Transmission Control Protocol* (TCP) dan *User Datagram Protocol* (UDP) (Sukmaaji & Rianto, 2008, p. 20).

2.1.4.5 Lapisan Sesi (*Session Layer*)

Lapisan sesi membuka, merawat, mengendalikan, dan melakukan terminasi hubungan antarsimpul. Lapisan Aplikasi dan Presentasi melakukan request dan menunggu response yang dikoordinasikan oleh lapisan di atasnya misalnya:

1. RPC (*Remote Procedure Call*) Protokol yang mengeksekusi program pada komputer remote dan memberikan nilai balik kepada komputer lokal sebagai hasil eksekusi tersebut.
2. Netbios API : *Session layer application programming interface*
3. NFS *(Network File System)*
4. SQL *(Structured Query Language)*

(Sukmaaji & Rianto, 2008, p. 21)

2.1.4.6 Lapisan Presentasi (*Presentation Layer*)

Berfungsi untuk mentranslasikan data yang akan ditransmisikan oleh aplikasi ke dalam format yang dapat ditransmisikan melalui jaringan. Protokol yang berada dalam *level* ini adalah perangkat lunak redirektor *(redirector software)*, seperti layanan *Workstation* (dalam Windows NT) dan juga *Network*

shell (*Virtual Network Computing* (WVC) atau *Remote Desktop Protocol* (RDP). Lapisan presentasi melakukan *coding* dan konversi data misalnya format data untuk *image* dan *sound* (JPG, MPEG, TIFF, WAV, dan lain-lain), konversi EBCDlC-ASCII. presentasi *Big Endian* dan *Little Endian*, Kompresi, dan Enkripsi. (Sukmaaji & Rianto, 2008, p. 21)

2.1.4.7 Lapisan Aplikasi (*Application Layer*)

Aplikasi adalah layanan/*service* yang mengimplementasikan komunikasi antarsimpul. *Application Layer* berfungsi sebagai antarmuka dengan aplikasi dengan fungsionalitas jaringan mengatur bagaimana aplikasi dapat mengakses jaringan dan membuat pesan-pesan kesalahan. Beberapa hal yang dilakukan oleh lapisan aplikasi: mengidentifikasi mitra komunikasi, aplikasi *transfer* data, *Resource Availability*, dan lapisan aplikasi terkait dengan aplikasi *end-user*.

Protokol-protokol pada lapisan aplikasi di antaranya:

1. *File Transfer Protocol* (FTP) protokol standar untuk transfer file komputer antar mesin dalam sebuah *internetwork*.
2. *Simple Mail Transfer Protocol* (SMTP) merupakan salah satu protokol yang umum digunakan untuk pengiriman surat elektronik di internet. Protokol ini digunakan untuk mengirimkan data dari komputer pengirim ke *server* surat elektronik penerima yang didukung oleh POP3 dan IMAP.
3. *Hypertext Transfer Protocol* (HTTP) protokol yang dipergunakan untuk transfer dokumen dalam *World Wide Web* (WWW). Protokol ini adalah

protokol ringan, tidak berstatus dan generik yang dapat digunakan berbagai macam tipe dokumen. (Sukmaaji & Rianto, 2008, pp. 21–22)

2.2 Teori Khusus

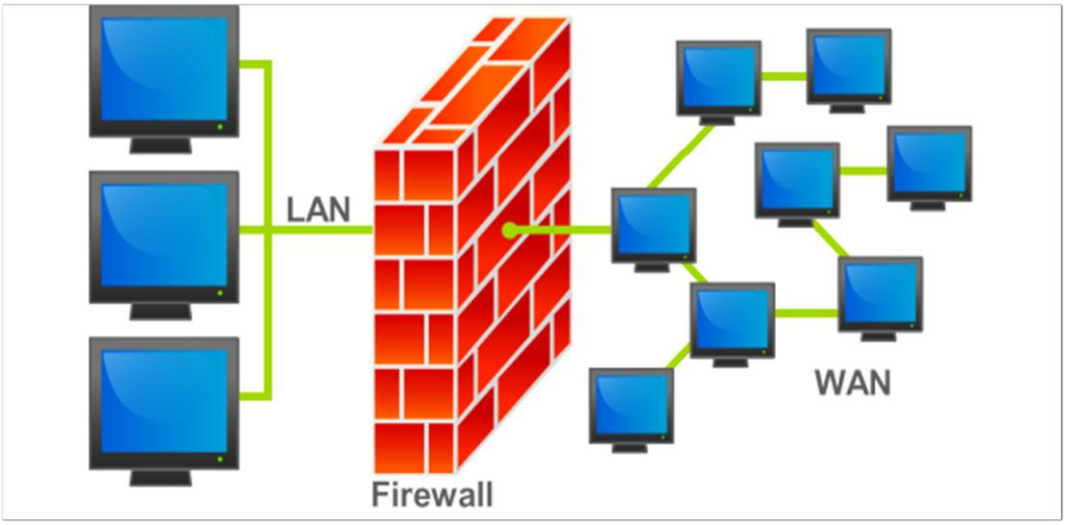
Dalam teori khusus, memuat dan menjelaskan variabel yang digunakan dalam penelitian yang mendukung materi penelitian. Berikut adalah konsep atau variabel yang menjadi latar belakang penelitian, sehingga setiap indikator dapat dijelaskan.

2.2.1 *Firewall*

Firewall merupakan perangkat yang berfungsi untuk memeriksa dan menentukan paket data yang dapat keluar atau masuk dari sebuah jaringan. Dengan kemampuan menentukan apakah sebuah paket data bisa masuk dan keluar dari suatu jaringan maka *firewall* berperan untuk melindungi jaringan dari serangan yang berasal dari jaringan luar (*outside network*) (Towidjojo, 2016, p. 43).

Firewall adalah sebuah system atau perangkat yang bertugas untuk mengatur lalu lintas jaringan computer yang dianggap aman untuk melewatinya dan mencegah lalu lintas yang dianggap tidak aman untuk melewatinya. Umumnya *firewall* diletakkan didalam sebuah gateway atau *router* yang menjembatani sebuah jaringan dengan jaringan lainnya. *Firewall* digunakan untuk

mengontrol hak akses terhadap siapa saja yang memiliki akses terhadap jaringan internal dari pihak luar.



Gambar 2.7 Letak firewall di jaringan komputer

Secara umum *firewall* dibagi menjadi 2 jenis, yaitu:

- Personal *Firewall*
- Dan *Network Firewall*

Personal *firewall* adalah sebuah program yang digunakan untuk melindungi personal komputer dijaringan dari akses yang tidak diinginkan. *Firewall* jenis ini biasanya sudah terbundel ke dalam program antivirus komersial, hampir semua antivirus yang berbayar sudah mengikut sertakan fungsi *firewall* ke dalamnya.

Sedangkan *network firewall* adalah sebuah program atau alat yang digunakan untuk melindungi sebuah jaringan computer lokal dari akses yang tidak diinginkan. *Network firewall* ini bentuknya dapat berupa perangkat lunak (*software*) atau pun perangkat keras (*hardware*) (Athailah, 2013, pp. 6–7).

Firewall atau tembok-api adalah sebuah sistem atau perangkat yang mengizinkan lalu lintas jaringan yang dianggap aman untuk melaluinya dan mencegah lalu lintas jaringan yang tidak aman. Umumnya, sebuah tembok-api diterapkan dalam sebuah mesin terdedikasi, yang berjalan pada pintu gerbang (*gateway*) antara jaringan lokal dan jaringan lainnya. Tembok-api umumnya juga digunakan untuk mengontrol akses terhadap siapa saja yang memiliki akses terhadap jaringan pribadi dari pihak luar.

Parameter proteksi

a. IP A*ddress*
b. Domain Name
c. Protokol
d. Port

(Hikmaturokhman, Purwanto, & Munadi, 2010)

2.2.1.1 Tugas *Firewall*

Dalam meningkat cara kerja *firewall*, maka tugas *firewall* adalah:

- Melakukan *Filtering*

  Mengharuskan semua *traffic* yang ada untuk dilewatkan melalui *firewall* bagi semua proses pemberian dan pemanfaatan layanan informasi, jadi semua aliran paket data dari dan menuju *firewall*, diseleksi berdasarkan nomor IP *address*, alamat *Port* dan arahnya.

- Mengimplementasikan kebijakan *security*

Dalam suatu jaringan, *firewall* harus dapat mengetahui siapa saja yang boleh masuk atau mengakses suatu sistem. Apabila akses tersebut tidak diperbolehkan (ilegal), maka *firewall* harus berubapaya menggagalkan akses tersebut sesuai dengan kebijakan *security* yang telah diberikan.

- Sebagai alat perekam

  Firewall harus mampu mencatat atau merekam semua informasi yang mencurigakanyang masuk atau yang keluar melalui *firewall* dengan mengamati paket IP dan Nomor *Port* yang mencurigakan (Maslan & Wangdra, 2012, p. 151).

2.2.1.2 Karakteristik *firewall*

1. Seluruh hubungan/kegiatan dari dalam ke luar, harus melewati *firewall*. Hal ini dapat dilakukan dengan cara membatasi secara fisik semua akses terhadap jaringan lokal, kecuali melewati *firewall*.
2. Hanya kegiatan yang terdaftar/dikenal yang dapat melewati atau melakukan hubungan. Hal ini dapat dilakukan dengan mengatur *policy* pada konfigurasi keamanan lokal.
3. *Firewall* harus kebal atau relatif kuat terhadap serangan.

   (Sukmaaji & Rianto, 2008, pp. 188–189)

2.2.1.2 Keuntungan Menggunakan *Firewall*

1. *Firewall* dapat kita gunakan untuk membatasi penggunaan sumber daya informasi.
2. Seluruh akses dalam jaringan dapat kita kontrol melalui *firewall*.
3. *Firewall* dapat kita gunakan untuk mengawasi semua service yang berjalan.
4. *Firewall* dapat mencatat dah merekam semua kegiatan yang berjalan melewatinya.
5. *Firewall* dapat menerapkan suatu kebijakan sekuriti (*Security policy*).
6. *Firewall* dapat mencegah suatu paket yang di rasa mencurigakan oleh sistem.
7. *Firewall* dapat sedikit menghambat pergerakan para penyerang yang mencoba memasuki sistem (Maslan & Wangdra, 2012, p. 152).

2.2.1.3 Teknik Pengamanan *Firewall*

- *Service control* : Berdasarkan tipe-tipe *service* yang digunakan dan boleh diakses baik untuk ke dalam ataupun keluar *firewall*.
- *Direction Control* : Berdasarkan arah dari berbagai permintaan (request) terhadap layanan yang akan dikenali dan diizinkan melewati *firewall*.
- *User control* : Berdasarkan pengguna/user untuk dapat menjalankan suatu layanan, artinya ada user yang dapat dan ada yang tidak dapat

menjalankan suatu servis. Hal ini dikarenakan *user* tersebut tidak diizinkan untuk melewati *firewall*.

- *Behavior Control* : Berdasarkan seberapa banyak layanan itu telah digunakan. Misalnya *firewall* dapat memfilter *e-mail* untuk menanggulangi/mencegah *spam*. (Sukmaaji & Rianto, 2008, p. 189)

2.2.1.4 Tipe-Tipe *Firewall*

1. Paket *Filtering Router/Bridge*

   Mengatur semua paket IP baik yang menuju. melewati atau akan dituju oleh paket tersebut. Penyaringan paket ini dikonfigurasikan untuk menyaring paket yang akan ditransfer dua arah. Aturan penyaringan didasarkan pada header IP dan *transport header*, termasuk juga alamat awal (lP) dan alamat tujuan (IP), protokol *transport* yang digunakan (UDP,TCP), serta nomor *port* yang digunakan. Kelebihan dari tipe ini adalah mudah untuk diimplementasikan, transparan untuk pemakai, relatif lebih cepat. Adapun kelemahannya adalah cukup rumitnya untuk menyeting paket yang akan difilter secara tepat, serta lemah dalam hal autentikasi.

   Serangan yang dapat terjadi pada *firewall* dengan tipe paket filter adalah:

a) *IP address spoofing* : *Intruder* (penyusup) dari luar dapat melakukan dengan cara menyertakan/menggunakan ip a*ddress* jaringan lokal yang telah diizinkan untuk melalui *firewall*.

b) *Source routing attacks* : Tipe ini tidak menganalisis informasi *routing* sumber -IP, sehingga memungkinkan untuk *bypass firewall*.

c) *Tiny Fragment attacks* : Intruder membagi IP ke dalam bagian-bagian (fragment) yang lebih kecil dan memaksa terbaginya informasi mengenai TCP header. Serangan jenis ini didesain untuk menipu aturan penyaringan yang bergantung kepada informasi dari TCP *header*. Penyerang berharap hanya bagian (*fragment*) pertama yang akan diperiksa dan sisanya akan bisa lewat dengan bebas. Hal ini dapat ditanggulangi dengan cara menolak semua paket dengan protokol TCP dan memiliki Offset = 1 pada IP *fragment* (bagian IP).

Beberapa perangkat lunak berbasis *Linux/UNIX* yang dapat digunakan untuk melakukan IP *filtering* antara lain:

a) *ipfwadm* : merupakan standar dari sistem *Linux* yang dapat diaktifkan pada *level kernel*

b) *ipchains* : versi baru dari *Linux kernel* paket *filtering* yang diharapkan dapat menggantikan fungsi ipfwadm

c) *iptables* : versi *linux* 2.4 ke atas menggunakan aplikas *iptables* ini.

d) pf (*packer filter*) : aplikasi ini berada pada sistem operasi OpenBSD

Selain pada sistem *Linux/Unix*, pada perangkat jaringan juga menggunakan paket filter *firewall* misalnya adalah cisco IP *access-list*.

2. *Application-Level Gateway*

Application-level Gateway juga dikenal sebagai *proxy server* yang berfungsi untuk memperkuat/menyalurkan arus aplikasi. Tipe ini akan mengatur semua hubungan yang menggunakan *layer* aplikasi, baik itu FTP, HTTP, GOPHER, dan lain-lain. Cara kerjanya adalah apabila ada pengguna yang menggunakan salah satu aplikasi misalnya FTP untuk mengakses secara remote, maka *gateway* akan meminta user memasukkan alamat remote host yang akan diakses.

Saat pengguna mengirimkan user ID serta informasi lainnya yang sesuai, gateway akan melakukan hubungan terhadap aplikasi tersebut yang terdapat pada *remote host*, dan menyalurkan data di antara kedua titik. Apabila data tersebut tidak sesuai, maka *firewall* tidak akan meneruskan data tersebut atau menolaknya. Lebih jauh lagi. pada tipe ini *firewall* dapat dikonfigurasikan hanya mampu mendukung beberapa aplikasi saja dan menolak aplikasi lainnya untuk melewati *firewall*. Kelebihannya adalah relatif lebih aman daripada tipe paket *filtering router* dan lebih mudah untuk memeriksa (audit) dan mendata (*log*) semua aliran data yang masuk pada *level* aplikasi. Kekurangannya adalah pemrosesan tambahan yang berlebih pada setiap hubungan yang akan mengakibatkan terdapat dua buah sambungan koneksi antara pemakai dan *gateway*. *Gateway* akan memeriksa dan meneruskan semua arus dari dua arah.

3. *Circuit-level Gateway*

Tipe ketiga ini merupakan sistem yang berdiri sendiri, atau juga dapat merupakan fungsi khusus yang terbentuk dari tipe *application-level gateway*. Tipe ini tidak mengizinkan koneksi TCP end to end (langsung).

Cara kerja : *Gateway* akan mengatur kedua hubungan tcp tersebut. Satu antara *gateway* dengan TCP pada pengguna lokal (*inner host*), serta satunya lagi antara *gateway* dengan TCP pengguna luar (*outside host*). Saat dua buah hubungan terlaksana, *gateway* akan menyalurkan TCP *segment* dari satu hubungan ke lainnya tanpa memeriksa isinya. Fungsi pengamanannya terletak pada penentuan hubungan mana yang diizinkan. Penggunaan tipe ini biasanya dikarenakan administrator percaya dengan pengguna *internal (internal users)*. (Sukmaaji & Rianto, 2008, pp. 189–192)

2.2.2 *Mikrotik*

Mikrotik merupakan sebuah merek dari sebuah perangkat jaringan, pada awalnya *Mikrotik* hanyalah sebuah perangkat lunak atau *software* yang di-*install* dalam komputer yang digunakan untuk mengontrol jaringan, tetapi dalam perkembangannya saat ini telah menjadi sebuah *device* atau perangkat jaringan yang andal dan harga yang terjangkau, serta banyak digunakan pada *level* perusahaan penyedia jasa *internet* (lSP) (Athailah, 2013, p. 17).

Gambar 2.8 *Mikrotik RouterBoard*

Mikrotik adalah sistem operasi independen berbasis *Linux* khusus untuk komputer yang difungsikan sebagai *router*. *Mikrotik* didesain untuk mudah digunakan dan sangat baik digunakan untuk keperluan administrasi jaringan komputer seperti merancang dan membangun sebuah sistem jaringan komputer skala kecil hingga yang kompleks (Riadi, 2011).

2.2.2.1 Sejarah *Mikrotik*

Mikrotik pada awalnya dimulai saat dua orang ahli jaringan, yaitu John Trully dan Arnis Riekstins berhasil membuat *routing* jaringan ke jaringan yang lebih luas, sehingga hal ini menjadi visi *Mikrotik* sampai saat ini, yaitu ”*Routing the World*".

John Trully berkebangsaan Amerika, tetapi bermigrasi ke Latvia, sebuah negara yang menjadi tetangga Rusia. Bersama dengan Arnis Riekstins asli Latvia, mereka bekerja sama untuk membuat sebuah perangkat yang benar-benar dapat diandalkan untuk pekerjaan *routing* jaringan.

Dimulai dengan membuat *Mikrotik* yang berbasiskan *kernel Linux*, mereka berdua membangun sebuah lSP berkecepatan 2Mbps dan bernama Aeronet, di Moldova, sebuah negara tetangga Latvia. Baru setelah itu mereka melayani 5 pelanggan pertamanya di Latvia.

Dari sinilah sistem operasi *Mikrotik* dikembangkan, di mana pada awal visi mereka ingin membuat sebuah *router* yang andal, dan dapat diinstall dengan mudah pada komputer biasa dan memiliki fitur dan fasilitas yang cukup lengkap.

Selain membuat sistem operasinya, *mikrotik* juga membuat perangkat *router* yang diberi nama *Router*Board. Jika dibandingkan dengan perangkat sejenis yang dibuat oleh *vendor* lain dengan fungsi dan fitur yang sama, harga perangkat yang dibuat *mikrotik* ini jauh sekali lebih ekonomis (Athailah, 2013, pp. 18–20).

2.2.2.2 Fitur-Fitur *Mikrotik*

Fitur-litur yang tersedia pada *Mikrotik* di antaranya adalah sebagai berikut:

- *Firewall* dan NAT
- *Routing - Static Routing*
- *Hotspot*
- *Point-to-point tunneling protocols* (PPTP)
- *Simple tunnels*
- lPSec
- *Web proxy*
- *Chaching DNS client*

- DHCP
- *Universal Client*
- VRRP
- UpnP
- NTP
- *Monitoring/Accounting*
- SNP
- M3P
- MNDP
- Dan *Tools* jaringan lainnya

(Athailah, 2013, p. 19)

2.2.2.3 Lisensi *Mikrotik*

Lisensi pada *Mikrotik* adalah menggunakan *level*, dengan *level* ini Anda dapat membeli lisensi pada *level* yang sesuai dengan yang anda butuhkan. Dan *level* ini dengan mudah dapat Anda naikkan tingkatnya pada saat Anda membutuhkan fitur yang lebih tinggi lagi dengan *level* yang Anda miliki saat ini. Tingkatan *level* pada lisensi *mikrotik* adalah sebagai berikut:

- *Level* 0 (gratis)

  Pada *level* ini Anda tidak memerlukan lisensi untuk menggunakannya dan penggunaan fitur ini hanya dibatasi selama 24 Jam setelah instalasi dilakukan.

- *Level* 1 (*Demo*)

Pada *level* ini Anda dapat menggunakan *mikrotik* secara penuh, semua fungsi yang disediakan oleh *mikrotik* dapat Anda gunakan. Namun, waktu penggunaan *mikrotik* dalam *level* ini dibatasi sampai 24 (dua puluh empat) jam saja, setelah ini fitur-fitur yang aktif sebelumnya akan dikunci secara otomatis.

- *Level* 3

Lisensi *level* ini sudah mencakup lisensi *level* 1 (satu), dan dilengkapi dengan kemampuan untuk mengatur semua perangkat keras yang berbasiskan alamat protokol internet (IP *address*), baik itu *ethernet Card*, maupun *hotspot* nirkabel yang bertipe *client*.

- *Level* 4

Lisensi *level* 4 ini isinya adalah cakupan lisensi *level* 1 dan 3, serta ditambah fitur untuk mengelola jaringan nirkabel tipe akses poin.

- *Level* 5

Lisensi *level* 5 isinya adalah cakupan lisensi *level* 1, 3, dan 4, serta ditambah fitur untuk mengelola hotspot nirkabel lebih banyak.

- *Level* 6

Ini adalah *level* lisensi yang tertinggi di *mikrotik*, pada lisensi *level* 6 ini Anda akan diberikan fitur-fitur yang ada pada semua *level* lisensi *mikrotik* sebelumnya, serta ditambah tanpa ada limitasi apa pun.

(Athailah, 2013, pp. 20–21)

2.3 *Tools*

Pada penelitian ini peneliti menggunakan beberapa perangkat atau instrumen yang dijadikan sebagai alat guna merancang jaringan yang akan dirancang nantinya, peneliti menggunakan alat yang digunakan adalah sebagai berikut:

a. *Internet Service Provider* (ISP)
b. *Mikrotik RB 750*
c. Winbox
d. *Switch*
e. Laptop/komputer
f. Kabel *UTP*

2.4 Penelitian Terdahulu

Berdasarkan konsep teoritis yang telah diuraikan, maka penelitian ini mengacu pada penelitian terdahulu untuk memperkuat hasil penelitian yang akan dilakukan. Penelitian terdahulu dapat dijabarkan sebagai berikut:

1. Nama : Hikmaturokhman, Adnan dan Rendy
   Judul : ANALISIS PERANCANGAN DAN IMPLEMENTASI *FIREWALL* DAN *TRAFFIC FILTERING* MENGGUNAKAN CISCO *ROUTER*
   ISSN/ISBN : 1979-2328
   Vol/No/Tahun : 2010

Berdasarkan hasil penelitian yang dilakukan, Rangkaian sistem yang dibangun dari simulasi menggunakan *packet tracer* 5.0 dan kemudian diterapkan pada *cisco router* 1721 berfungsi untuk mengijinkan paket data tertentu maupun menolak paket data tertentu juga. Sistem penolakan maupun pengijinan suatu paket data menggunakan salah satu fitur dari OSI *router* yaitu *Access-List*. Dalam hal ini *access-list* berperan sebagai *traffic filtering* yang apabila diimplementasikan lebih lanjut akan menjadi sebuah *firewall*. Access-list yang digunakan bertipe *Extended access* list dimana *extended access-list* akan membantu menentukan alamat sumber dan tujuan serta *protocol* dan nomer *port* yang mengidentifikasikan aplikasi. Dengan menggunakan tipe ini akan lebih efisien memperbolehkan user mengakses dan menghentikan pengaksesan *host* tertentu (Hikmaturokhman et al., 2010).

2. Nama : Imam Riadi

   Judul : OPTIMALISASI KEAMANAN JARINGAN MENGGUNAKAN PEMFILTERAN APLIKASI BERBASIS *MIKROTIK*

   ISSN/ISBN : 2087-8737

   Vol/No/Tahun : Vol.1/No.1/2011

   Berdasarkan hasil penelitian yang dilakukan, Aplikasi *router* menggunakan *mikrotik* yang dihasilkan dapat memenuhi kebutuhan sistem khususnya dalam melakukan pemfilteran aplikasi sesuai dengan kebutuhan pengguna, sehingga aplikasi tersebut tidak dapat diakses oleh pengguna

sesuai dengan ketentuan yang telah rancang dan sepakati sebelumnya (Riadi, 2011).

3. Nama : Shaymaa W Abdulatteef

   Judul : *AN IMPLEMENTATION OF FIREWALL SYSTEM USING MIKROTIK ROUTER OS*

   ISSN/ISBN : 1991-8941

   Vol/No/Tahun : Vol.6/No.2/2012

   Berdasarkan hasil penelitian yang dilakukan, menyimpulkan bahwa desain ini memberikan biaya yang relatif rendah, solusi keandalan yang tinggi, karena tercepat dan termurah salah satu teknik *firewall* adalah *packet filtering* dan karena *Mikrotik Router* OS memberikan hasil yang sama dari lingkungan nyata (Abdulatteef, 2012).

4. Nama : Uprit, Bhavan dan Arjun

   Judul : *NETWORK SECURITY USING LINUX / UNIX FIREWALL*

   ISSN/ISBN : 2277-7733

   Vol/No/Tahun : Vol.2/No.4/2014

   Berdasarkan hasil penelitian yang dilakukan, Saran dan metode yang diusulkan dapat menyebabkan jaringan dan *server* yang aman membawa beban tinggi dan status kebuntuan. Keamanan *default* yang diberikan oleh *LINUX / UNIX* ditambahkan ke keamanan *firewall Untangle*. Sedangkan linux / unix bertindak sebagai *platform* yang aman untuk menerapkan kebijakan keamanan yang didefinisikan oleh

administrator jaringan. Sesi penghentian sesi aplikasi yang tidak diinginkan dan tertunda menyebabkan *load balancing* yang mengarah ke kinerja tinggi dan pengaturan *server* klien yang aman (Uprit, Bhavan, & Arjun, 2014).

5. Nama : Fitriastuti dan Utomo

   Judul : IMPLEMENTASI BANDWIDTH MANAGEMENT DAN *FIREWALL* SYSTEM MENGGUNAKAN *MIKROTIK* OS 2.9.27

   ISSN/ISBN : 2088–3676

   Vol/No/Tahun : Vol. 4/No. 1/2014

   Berdasarkan hasil penelitian yang dilakukan, Dengan menggunakan *mikrotik* OS 2.9.27 dapat dihasilkan *router* yang berfungsi sebagai perangkat limiter dan *firewall* system. Dengan menggunakan *firewall* filter *rules* dan dipadukan dengan *layer* 7 *protocols* dapat di buat sebuah *router* yang berfungsi sebagai pembatas akses ke beberapa situs yang diinginkan. Dengan menggunakan *limiter queue tree* dan *firewall mangle* dapat dibedakan kecepatan browsing maupun *download*. Implementasi trafik HIT yangdigabungkan dengan *proxy server* dapat di jalankan pada *router* dengan *mikrotik Router* OS (Fitriastuti & Utomo, 2014).

6. Nama : Dwiyatno, Putra dan Krisnaningsih

   Judul : PENERAPAN OSPF *ROUTING* , *DE-MILITARIZED ZONE* , DAN *FIREWALL* PADA *MIKROTIK ROUTERBOARD* DINAS KOMUNIKASI DAN INFORMATIKA DEPOK

   ISSN/ISBN : 2406-7768

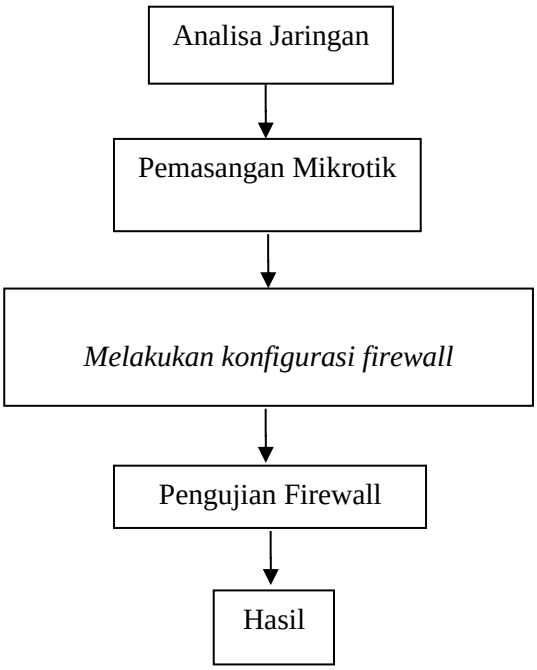
Vol/No/Tahun : Vol. 2/2014

Berdasarkan hasil penelitian yang dilakukan, Kecepatan transfer data yang lambat pada jaringan DISKOMINFO Depok yang disebabkan oleh serangan-serangan baik dari pihak luar maupun dalam jaringan karena belum adanya hak akses antara *client-server*. Permasalahan tersebut dapat teratasi oleh sistem *firewall* rules yang telah dikonfigurasi dalam alat jaringan *mikrotik* termasuk pengamanan *server* dengan DMZ *Rules*. *Routing protocol* yang telah diubah dari *static* menjadi OSPF membuat jalannya jaringan data menjadi lebih baik dan lebih cepat, serta admin dapat mengelola jaringan lebih baik dan mudah. Keamanan jaringan menjadi lebih baik dengan adanya konfigurasi yang tidak sesuai dengan konfigurasi default pada awal ketika pembelian alat jaringan, admin pun dapat melakukan pengelolaan alat-alat jaringan yang saling terkoneksi dengan baik (Dwiyatno, Putra, & Krisnaningsih, 2015).

2.5 Kerangka Pemikiran

Kerangka pemikiran merupakan pernyataan kerangka konsep pemecahan masalah yang telah dirumuskan untuk mendapatkan suatu kesimpulan. Sebagai kerangka pemikiran penelitian ini, maka peneliti akan memberikan gambaran guna menjawab perumusan masalah yang telah disebutkan pada awal usulan penelitian ini.

Dari teori yang telah dibahas di atas, maka penulis dapat menyimpulkan suatu kerangka pikiran sebagai berikut:



Gambar 2.9 Kerangka Pemikiran

Pada gambar di atas menjelaskan tentang prosesnya implementasi *firewall* pada sebuah jaringan komputer. Pertama-tama dilakukan analisa terhadap jaringan yang ada. Setelah itu akan melakukan pemasangan *router mikrotik* dan mengkonfigurasikan *firewall* pada *router mikrotik*. Kemudian akan didapatkan hasil dari pengujian *firewall* pada *client*.

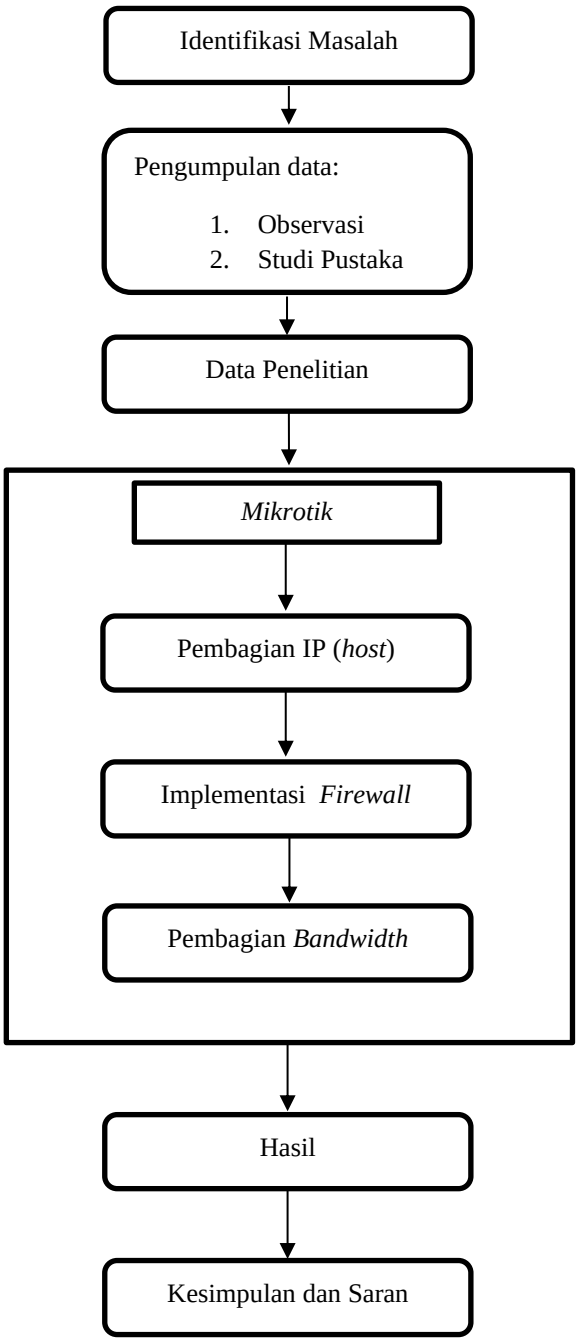
BAB III
METODE PENELITIAN

3.1 Desain Penelitian

Desain penelitian menggambarkan apa yang akan dilakukan oleh peneliti dalam terminologi teknis. Dalam hal ini, desain penelitian harus mencakup antara lain tahapan yang akan dilakukan, informasi mengenai cara penarikan sampel bila diperlukan survei primer, besarnya sampel, metode pengumpulan data, instrumen penelitian, dan prosedur teknis penelitian lainnya (Sudaryono, 2015, p. 157).

Dalam penelitian ini digunakan penelitian kuantitatif dan deskriptif. Penelitian kuantitatif dapat diartikan sebagai metode penelitian yang berlandaskan pada filsafat positivisme, digunakan untuk meneliti pada populasi atau sampel tertentu, pengumpulan data menggunakan instrumen penelitian, analisis data bersifat kuantitatif / statistik, dengan tujuan untuk menguji hipotesis yang telah ditetapkan (Sugiyono, 2012, p. 8). Sedangkan penelitian deskriptif *(descriptive research)* ditujukan untuk mendeskripsikan suatu keadaan atau fenomena-fenomena apa adanya. Penelitian tidak hanya bisa dilakukan pada saat ini atau dalam kurun waktu yang singkat, tetapi juga bisa dilakukan dalam waktu yang cukup panjang (Sudaryono, 2015, p. 8).

Desain penelitian implementasi *firewall* menggunakan *mikrotik* digambarkan seperti berikut:



Gambar 3.1 Desain Penelitian

Berikut adalah pembahasan dari gambar di atas:

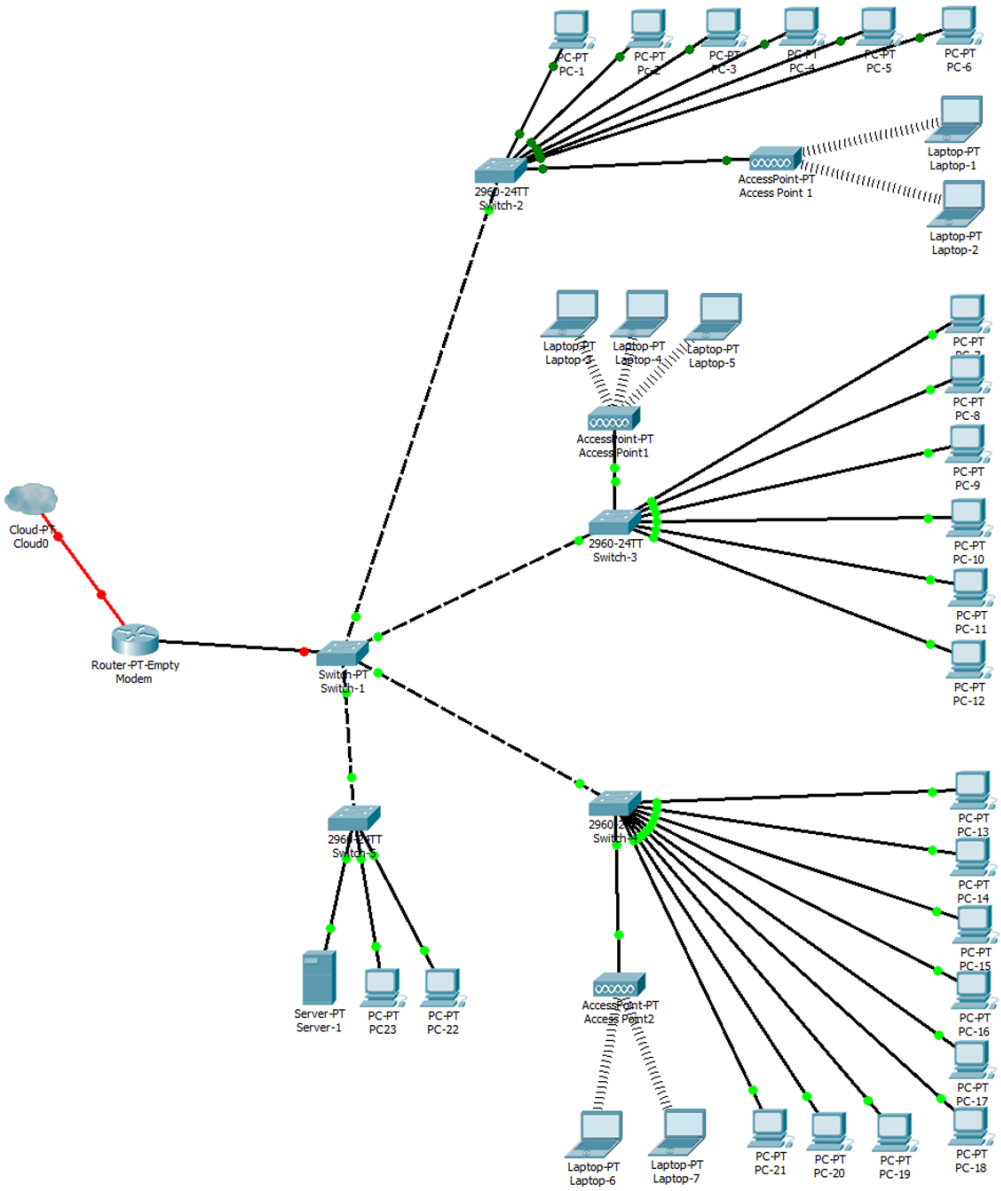
1. Identifikasi masalah, merupakan dasar dalam penelitian ini yang sudah dibahas pada bab 1.
2. Pengumpulan data, yang dibutuhkan dalam penelitian ini adalah observasi dan studi pustaka.
3. Persiapan alat dan bahan, alat yang dipersiapkan berupa perangkat keras (*hardware*) dan perangkat lunak (*software*) yang menunjang kebutuhan penelitian.
4. Data penelitian, data yang sudah diperoleh dengan dua cara yaitu: Observasi dan Studi Pustaka.
5. Pembagian IP pada *mikrotik* untuk masing-masing host pada *mikrotik*.
6. Pembagian bandwidth untuk menentukan besaran (alokasi) kecepatan setiap host pada *mikrotik*.
7. Implementasi *firewall* pada *mikrotik*
8. Penarikan kesimpulan.

3.2 Analisis Jaringan Lama/yang Sedang Berjalan

Analisis jaringan lama merupakan tahapan dalam melakukan penelitian untuk dapat mengetahui profil jaringan yang digunakan sebelumnya, sebagai berikut:

3.2.1 Topologi Jaringan

Topologi jaringan lama yang digunakan yaitu topologi *extended star*.



Gambar 3.2 Topologi Jaringan Lama

3.2.2 *Hardware*

Berdasarkan jaringan lama tersebut, berikut ini perangkat-perangkat jaringan yang digunakan, yaitu:

Tabel 3.1 Perangkat Jaringan Lama

Nama Perangkat	Fungsi
Modem	Perangkat jaringan yang memiliki fungsi mengubah sinyal digital menjadi sinyal analog atau sebaliknya.
Kabel *UTP*	Kabel yang digunakan untuk menghubungkan komputer untuk saling bertukar data.
Switch	Suatu jenis komponen jaringan komputer yang digunakan untuk menghubungkan host maupun *switch* lainnya dalam jaringan yang lebih besar.
Access Point	Perangkat jaringan yang berfungsi seperti *switch* namun menggunakan media udara/radio.
Server	*Server* ini digunakan sebagai tempat penyimpanan data dan berbagi data kepada setiap *client*.

3.2.3 *Software*

Perangkat lunak yang digunakan dalam lingkungan komputer yang berperan sebagai aplikasi:

- *Advanced IP Scanner*

  Advanced IP Scanner adalah program *software* pemindaian jaringan yang cepat dan efektif. Dalam hitungan detik, *Advanced IP Scanner* akan memetakan semua komputer yang terhubung ke jaringan kabel atau nirkabel lokal dan memindai porta pada jaringan.

3.2.4 *Policy*/Kebijakan Bidang Jaringan yang Sedang Berjalan

Suatu kebijakan pada jaringan bertujuan untuk menyediakan kerangka kerja bagi manajemen keamanan di seluruh perusahaan. Kebijakan pada kantor yang diteliti mencakup hal-hal berikut ini:

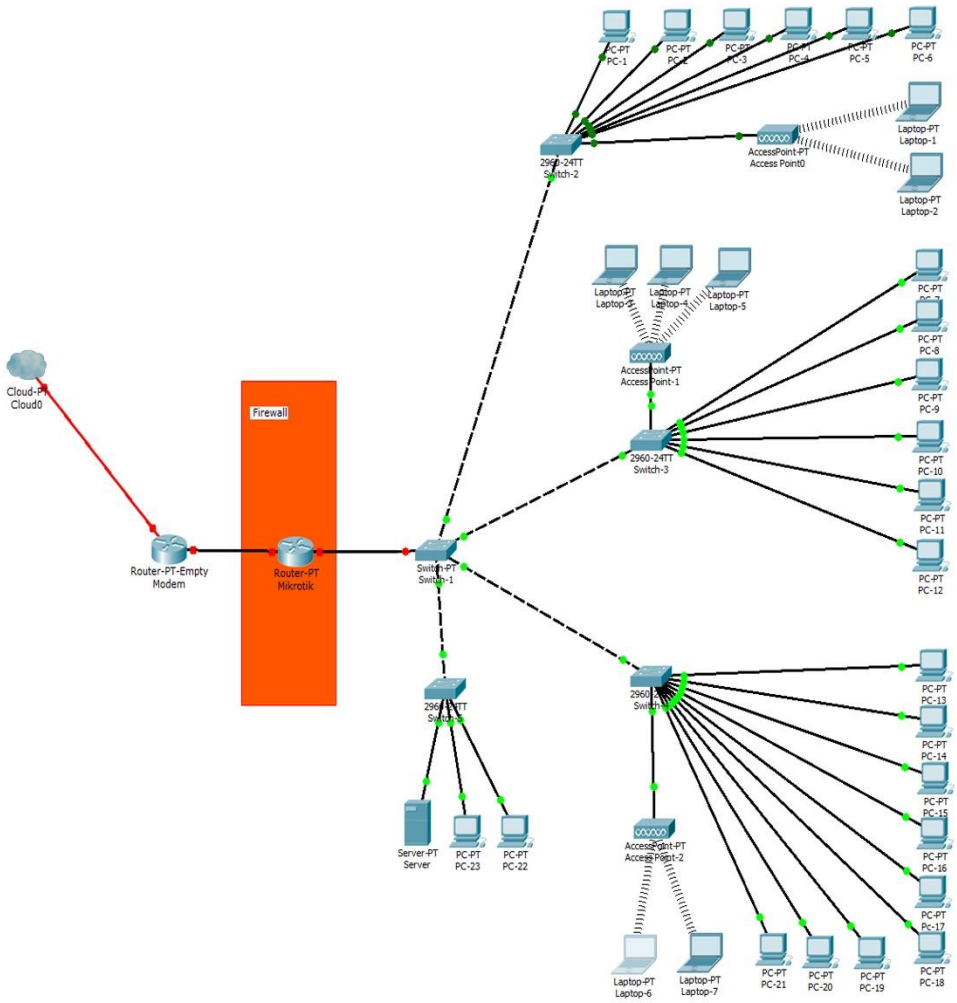
1. Tidak adanya manajemen *bandwidth*.
2. Tidak adanya pembatasan akses situs / *website* tertentu.
3. Tidak terdapat pemblokiran pada *software*, sehingga pengguna dapat memasang/*install* secara bebas.
4. Penggunaan wifi secara bebas tanpa menggunakan *security* yang memadai, seperti pengelompokan IP, autentifikasi *user*, *Mac address filter*, dll.

3.3 Rancangan Jaringan yang Dibangun/Diusulkan

Jaringan yang akan dibangun mempunyai profil yang berbeda dengan jaringan sebelumnya. Berikut merupakan penjelasan pada jaringan yang akan dibangun.

3.3.1 Topologi Jaringan

Topologi jaringan yang akan digunakan yaitu topologi *extended star*.



Gambar 3.3 Topologi Jaringan yang Dibangun

3.3.2 *Hardware*

Pada jaringan yang akan dibangun, terdapat beberapa perangkat keras lainnya. Berikut ini perangkat-perangkat jaringan yang digunakan:

Tabel 3.2 Perangkat Jaringan Yang Akan Dibangun

Nama Perangkat	Fungsi
Modem	Perangkat jaringan yang memiliki fungsi mengubah sinyal digital menjadi sinyal analog atau sebaliknya.
Kabel *UTP*	Kabel yang digunakan untuk menghubungkan komputer untuk saling bertukar data.
Switch	Suatu jenis komponen jaringan komputer yang digunakan untuk menghubungkan host maupun *switch* lainnya dalam jaringan yang lebih besar.
Access Point	Perangkat jaringan yang berfungsi seperti *switch* namun menggunakan media udara/radio.
Server	*Server* ini digunakan sebagai tempat penyimpanan data dan berbagi data kepada setiap *client*.
Mikrotik	Digunakan untuk managemen jaringan.

3.3.3 *Software*

Perangkat lunak yang digunakan pada jaringan yang akan dibangun sebagai berikut:

1. *Winbox*

Sebuah *software* atau *utility* yang digunakan untuk me-*remote* sebuah *server mikrotik* kedalam mode *GUI* (*Graphical User Interface*) melalui *operating system windows*.

- *Advanced IP Scanner*

  Advanced IP Scanner adalah program *software* pemindaian jaringan yang cepat dan efektif. Dalam hitungan detik, Advanced *IP* Scanner akan memetakan semua komputer yang terhubung ke jaringan kabel atau nirkabel lokal dan memindai porta pada jaringan.

3.3.4 Tahapan Rencana Implementasi

Implementasi jaringan meliputi tiga tahap yang harus dilalui untuk mendapatkan hasil yang sempurna dalam jaringan. Ketiga tahap tersebut adalah perencanaan (*planning*), perancangan (*design*) dan implementasi (*implementation*).

1. Perencanaan

   Tahap awal ini bertujuan untuk mendapatkan kebutuhan (*needs*), keinginan (*desirability*) dan kepentingan (*interest*). Untuk mendapatkan ketiga hal ini harus dilakukan survei ataupun wawancara terhadap *user*. Selain itu harus ditentukan pendekatan yang paling fleksibel untuk tahapan selanjutnya.

   Satu langkah yang paling penting dalam perencanaan jaringan ini adalah pencarian/investigasi dalam konteks sebelum jaringan terbentuk. Investigasi ini ditujukan untuk mencari pola kerja, alur, trafik dan kemungkinan *bottleneck* di dalam jaringan, selain itu investigasi ini bisa membantu dalam kemungkinan kebutuhan di masa selanjutnya. Berbicara dengan *user* langsung akan mendapatkan input yang lebih signifikan tentang kebutuhan mereka, keinginan dan mungkin juga ketakutan *user*.

2. Perancangan

   Tahap ini merupakan detail perencanaan di atas. Dalam tahap ini faktor-faktor yang ada dalam perencanaan dijabarkan secara detail untuk kebutuhan tahap selanjutnya pada saat implementasi. Perancangan jaringan adalah proses yang *mystic-mixture art, science,* keberuntungan (*luck*) dan

accident (terjadi begitu saja). Meskipun penuh dengan proses yang misterius ada banyak jalan dan strategi untuk melaluinya.

Jumlah *node* dan pendelegasian tugas. Isu yang banyak dikenal dalam perancangan jaringan adalah jumlah *node*/titik yang ada. Dari jumlah *node* yang ada bisa kita definisikan tugas yang harus dikerjakan oleh setiap *node*, misalnya karena jumlah *node* sedikit *print-server* cukup satu disambungkan di *server* atau di salah satu *workstation*. Jika jumlah *node* lebih banyak ada kemungkinan terjadi duplikasi tugas untuk dibagi dalam beberapa segmen jaringan untuk mengurangi *bottleneck*.

Pendefinisian Operasional Jaringan. Langkah yang bagus jika adanya perhitungan sumber daya dan pemakaian jaringan. Perhitungan ini berkaitan dengan spesifikasi perangkat keras yang akan dipakai seperti apakah harus menggunakan *switch* daripada *hub*, seberapa besar *memory* yang dibutuhkan, apakah dibutuhkan kabel *riser* fiber optik karena jaringan menyangkut bangunan berlantai banyak, dan sebagainya.

3. Implementasi

Pemasangan jaringan secara aktual terjadi pada tahap implementasi. Di tahap ini semua rencana dan rancangan diterapkan dalam pekerjaan fisik jaringan. Beberapa pertimbangan dan saran dalam melakukan instalasi jaringan:

1) Tetap informasikan ke *user* apapun yang terjadi selama pemasangan.

2) Dapatkan diagram eksisting jaringan, jika terjadi kemungkinan kabel yang sudah eksis tetap bisa dipakai atau digunakan sebagai backup/cadangan.
3) Tes semua komponen sebelum dipasang dan tes kembali setelah komponen terpasang.
4) Kabel dan komponen harus dipasang oleh orang yang mengerti tentang hal tersebut.
5) Jangan melanjutkan ke langkah berikutnya sebelum memastikan langkah sebelumnya telah benar-benar selesai.
6) Catat dengan eksak perangkat keras yang dipasang termasuk aksesorisnya, seperti catu daya (*power supply*), *patch cable*, konektor dsb.
7) Catat masing-masing komponen yang terinstall termasuk spesifikasi dan lokasinya.
8) Setelah semua terpasang tes secara menyeluruh dalam jaringan.
9) Install aplikasi dalam jaringan dan lakukan tes. Jangan melakukan tes dengan data yang sebenarnya, gunakan *fake-data* (data contoh).

3.4 Lokasi dan Jadwal Penelitian

Jadwal penelitian perlu dibuat untuk menggambarkan kapan dan berapa lama waktu yang diperlukan untuk melakukan setiap langkah dalam penelitian, misalnya tahap survei, pembuatan kuesioner, pengumpulan data primer dan

sekunder, analisis data, serta penulisan laporan. Selain itu, jadwal penelitian juga merupakan tenggat (*deadline*) bagi peneliti yang bersangkutan untuk dapat melaksanakan dan menyelesaikan penelitian. Jadwal dapat ditampilkan dalam bentuk diagram atau tabel waktu (Sudaryono, 2015, p. 158).

3.4.1 Lokasi Penelitian

Penelitian ini dilakukan di kantor PT Sarang Mas Sejahtera di Batam *(Jln. Laksamana Bintan, Komplek Executive centre Blok IV no 1-2 Sei Panas Batam).*

3.4.2 Jadwal Penelitian

Jadwal penelitian dilakukan tahapan berikut ini:

Tabel 3.3 Jadwal Penelitian

No	Aktifitas Kegiatan	Sept 2017				Okt 2017				Nov 2017				Des 2017				Jan 2018				Feb 2018			
		Minggu				Minggu				Minggu				Minggu				Minggu				Minggu			
		1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4
1	Pengajuan Judul																								
2	Pengajuan BAB 1																								
3	Pengajuan BAB 2																								
4	Pengajuan BAB 3																								
5	Pengajuan BAB 4																								
6	Pengajuan BAB 5																								
7	Pengumpulan Skripsi																								