BAB II
KAJIAN PUSTAKA

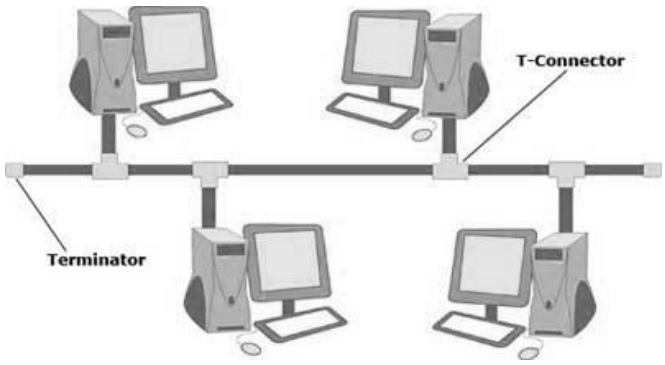
2.1 Teori Dasar

2.1.1 Jaringan Komputer

Menurut (Maslan & Wangdra, 2012) Jaringan komputer adalah kumpulan dari komputer dan peralatan lainnya yang terhubung kedalam satu kesatuan dan membentuk suatu kesatuan tertentu. Informasi bergerak melalui kabel atau tanpa kabel sehingga memungkinkan pengguna jaringan komputer dapat saling bertukar informasi atau data. Dari sisi bentuk dan model hubungan antar komputer, jaringan komputer dapat berbentuk sebagai berikut:

1. Topologi *Bus*

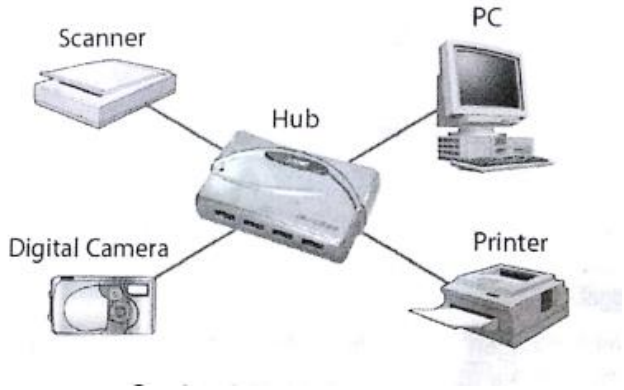
   Topologi ini dianggap sebagai topologi yang pasif karena komputer yang tergabung ke *bus* hanya diam dan mendengarkan (melalui *network interface card*) apakah ada data untuk komputer tersebut. Kelemahan dari topologi *bus* adalah ukuran jaringan terbatas karena dibatasi oleh jangkauan kabel untuk memindahkan data.



Gambar 2.1 Topologi *Bus*
Sumber: (E. Winarno & Zaki, 2013)

2. Topologi *Star*

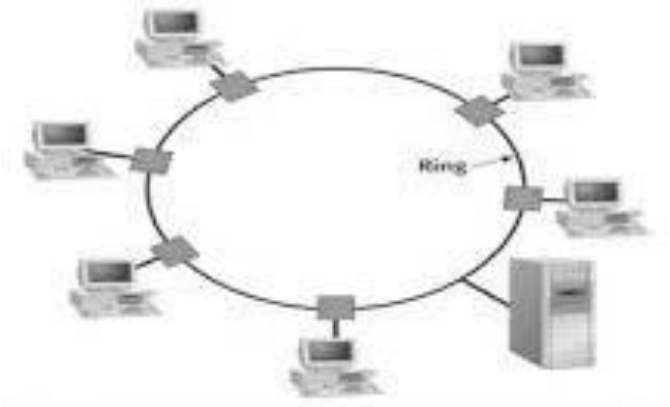
   Di jaringan *star*, komputer - komputer saling terhubung berkat adanya piranti sentral yang bernama *hub*. Tiap komputer terhubung ke *port hub* dengan kabel (umumnya kabel yang digunakan adalah UTP). Kerugian menggunakan topologi *star* adalah mengenai pengkabelan dan *hub* itu sendiri. Karena tiap komputer di jaringan menggunakan kabel yang terpisah maka biaya untuk pembuatannya lebih mahal dibandingkan dengan topologi *bus*. Keuntungan terbesar penggunaan topologi *star* adalah mudahnya menambah komputer - komputer baru kedalam jaringan.



Gambar 2.2 Topologi *Star*
Sumber: (E. Winarno & Zaki, 2013)

3. Topologi *Ring*

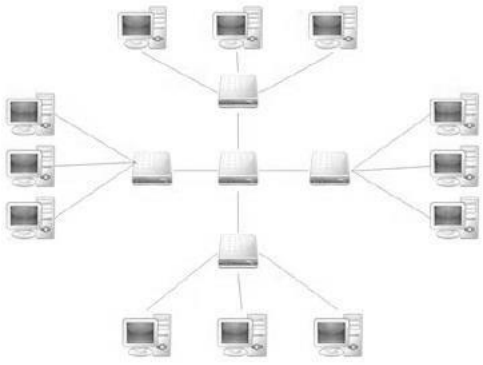
   Topologi *ring* menghubungkan komputer - komputer di LAN menggunakan kabel secara melingkar. Topologi *ring* menggerakkan informasi di kabel dalam suatu arah. Komputer di jaringan mengirim ulang paket - paket data ke komputer berikutnya di *ring*. Topologi *ring* bisa membuat jaringan yang tidak ada tubrukan dan redudansi di dalamnya.



Gambar 2.3 Topologi *Ring*
Sumber: (E. Winarno & Zaki, 2013)

4. Topologi *Extended Star*

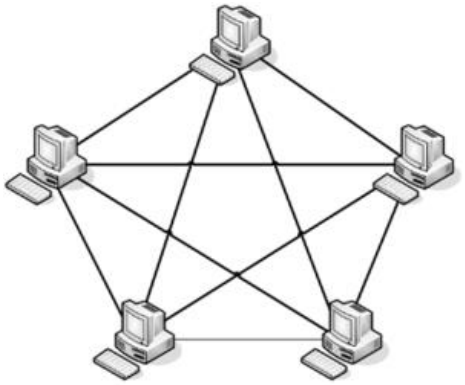
   Topologi *extended star* ini sedikit lebih canggih dibandingkan dengan *star* biasa. Ada piranti sub - sentral yang ditambahkan ke dalam topologi *star* biasa. Ini menghasilkan fungsi tambahan untuk bisnis dan *subnetting*. Pada umumnya untuk bisnis, tidak praktis kalau hanya memakai satu topologi *star*, karena biasanya jaringan ini bisa antar gedung, dan antar lantai. Sehingga topologi *extended star* ini diperlukan untuk menghindari sinyal yang terdegradasi.



Gambar 2.4 Topologi *Extended Star*
Sumber: (E. Winarno & Zaki, 2013)

5. Topologi *Mesh*

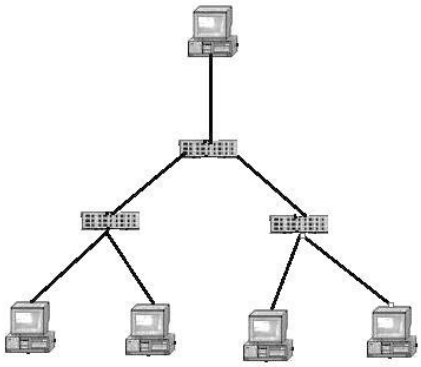
   Topologi *mesh* diperlukan jika anda ingin membuat topologi yang benar – benar handal, tidak ada yang bisa menyebabkan gagal, jika satu *node* rusak, *node* lain bisa menggantikannya. Ada dua topologi *mesh* yaitu *full mesh* dan *partial mesh*. *Full mesh* menghubungkan tiap *node* dengan semua *node* lainnya. Sedangkan *partial mesh* tidak setiap piranti dihubungkan ke piranti lainnya di jaringan, tapi hanya dipilih dari alternatif yang ada.



Gambar 2.5 Topologi *Mesh*
Sumber: (E. Winarno & Zaki, 2013)

6. Topologi *Hierarkis*

   Topologi *hierarkis* ini mirip dengan topologi *star*, namun tidak mempunyai *node* pusat. *Cisco* menamai topologi ini topologi *hierarkis*, tapi sering juga dinamai topologi *tree*. Tipe topologi ini memiliki kekurangan mirip dengan topologi *star*. Jika piranti yang ada di bagian atas dari rantai topologi ini *down*, maka jaringan di bawahnya juga akan *down*. Topologi ini kurang praktis, dan jarang diterapkan di dunia nyata.



Gambar 2.6 Topologi *Hierarkis*
Sumber: (E. Winarno & Zaki, 2013)

Menurut (Sofana, 2017) apabila ingin membuat jaringan komputer yang lebih luas lagi jangkauannya, maka diperlukan peralatan tambahan seperti *Router, Bridge, Switch, Hub* sebagai peralatan interkoneksinya.

1. *Router*

   Router digunakan untuk menghubungkan beberapa *network*, baik *network* yang sama maupun berbeda. Sebuah *router* memiliki kemampuan *routing*. Artinya *router* secara cerdas dapat mengetahui kemana rute perjalanan informasi (yang disebut *packet*) akan dilewatkan. Jika paket – paket ditujukan untuk *host* pada *network* lain maka *router* akan meneruskannya ke *network* tersebut.

2. *Bridge*

   Bridge merupakan perangkat *network* yang menghubungkan dua segmen pada jaringan. *Bridge* dapat mengetahui apakah informasi (yang disebut *frame*) ditujukan untuk *host* yang satu segmen atau berbeda segmen. Seringkali orang bingung membedakan antara *router* dan *bridge*.

Sepintas tampak sama namun sesungguhnya cara kerja dan fungsi perangkat tersebut berbeda.

3. *Switch*

   Cara kerja *switch* mirip dengan *bridge*, dan memang seungguhnya *switch* adalah *bridge* yang memiliki banyak *port*. Sehingga *switch* disebut sebagai *multiport bridge*. *Switch* berfungsi sebagai sentral atau konsentrator pada sebuah *network*. *Switch* dapat mempelajari alamat *hardware host* tujuan, sehingga informasi bisa langsung dikirim ke *host* tujuan.

4. *Hub*

   Hub mirip dengan *switch*, yaitu sebagai konsentrator. Namun *hub* tidak secerdas *switch*. Jika informasi dikirim ke *host* target melalui *hub* maka informasi tersebut akan mengalir ke semua *host*. Kondisi seperti ini dapat menyebabkan beban *traffic* yang tinggi. Oleh sebab itu, biasanya *hub* digunakan pada *network* berskala kecil.

2.1.2 Standar Jaringan Komputer

Menurut (Sugeng, 2010) ada empat badan yang bertanggung jawab dalam mengatur, mengontrol serta melakukan standarisasi protokol yang digunakan di internet, yaitu :

1. *Internet Society* (ISOC) merupakan badan profesional yang memfasilitasi, mendukung serta mempromosikan pertumbuhan *internet*, sebagai infrastruktur komunikasi *global* untuk penelitian. Badan ini

berurusan dengan tidak hanya dengan aspek teknis, namun juga dengan aspek politik dan sosial dari jaringan *internet*.

2. *Internet Architecture Board* (IAB) merupakan badan koordinasi dan penasehat teknis bagi ISOC. Badan ini bertindak sebagai *review* teknis dan *editorial* akhir semua standar *internet*. Otoritas yang dimilikinya adalah menerbitkan dokumen standar *internet* yang dikenal sebagai *Request For Comment* (RFC). IAB juga mengatur angka - angka dan konstanta yang digunakan dalam protokol *internet* (kode protokol IP).
3. *Internet Engineering Task Force* (IETF) merupakan badan yang berorientasi untuk membentuk standar *internet*. Tugasnya dibagi menjadi sembilan kelomok kerja, antara lain aplikasi, *routing* dan *addressing*, keamanan komputer, juga bertugas menghasilkan standar - standar *internet*.
4. *Internet Research Task Force* (IRTF) merupakan badan yang memiliki orientasi pada riset jangka panjang, badan ini terdiri atas peneliti dan insyinyur yang pekerjaan hariannya dalam bidang pengembangan spesifikasi *internet*. Tiap kelompok kerja memiliki bidang dan tanggung jawab masing - masing dan koordinasi dilakukan menggunakan *e-mail*.

2.1.3 Jenis Jaringan Komputer

Menurut (Maslan & Wangdra, 2012) Jenis - jenis jaringan pada umumnya dibagi menjadi 3 kategori utama, yaitu *Local Area Network* (LAN), *Metropolitan Area Network* (MAN) dan *Wide Area Network* (WAN).

1. LAN

   LAN merupakan jaringan milik pribadi di dalam gedung atau kampus yang berukuran sampai dengan beberapa kilometer. LAN sering digunakan untuk menghubungkan komputer – komputer pribadi dan *workstation* dalam kantor atau perusahaan untuk pemakaian bersama dann saling bertukar informasi.

2. MAN

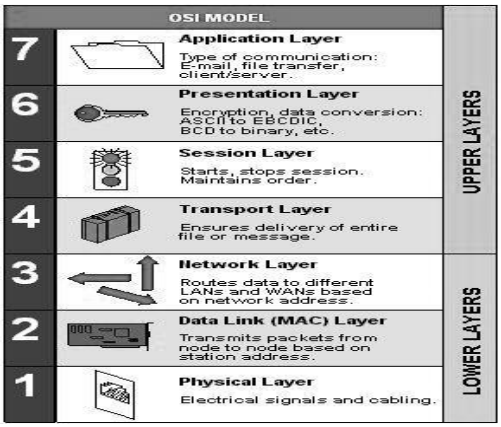
   MAN merupakan versi LAN yang berukuran lebih besar, biasanya menggunakan teknologi yang sama dengan LAN. MAN dapat mencakup kantor - kantor perusahaan yang letaknya berdekatan atau juga sebuah kota dan dapat dimanfaatkan untuk keperluan pribadi atau umum. MAN mampu menunjang data dan suara bahkan dapat digunakan untuk aplikasi TV kabel.

3. *Wide Area Network* (WAN)

   WAN jangkauannya mencakup daerah geografis yang luas seringkali mencakup negara bahkan benua. Teknologi yang digunakan hampir sama dengan LAN. Teknologi ini dirancang untuk digunakan oleh para pengelola layanan komunikasi yang harus menangani puluhan ribu hingga jutaan pelanggan. Sepesifikasi untuk lapisan fisik tipikalnya memiliki jarak antara 2 hingga 40 mil. Sepesifikasi untuk mendefinisikan beragam kecepatan data, mulai dari 56 Kbps hingga 10 Gbps. Teknologi ini sering sekali manfaatkan teknik *multiplexing*.

2.1.4 Model OSI *Layer*

Menurut (Sofana, 2012) *Open System Interconnection* (OSI) model terdiri dari 7 *layer*. Dimana bagian atas dari *layer*nya (*layer* 7, 6, dan 5) difokuskan untuk bentuk pelayanan dari suatu aplikasi. Sedangkan untuk *layer* bagian bawahnya (*layer* 4, 3, 2 dan 1) berorientasikan tentang aliran data dari ujung satu ke ujung yang lainnya.



Gambar 2.7 Model OSI *Layer*
Sumber: (Sofana, 2012)

1. Lapisan Fisik (*Physical Layer*)

   Layer ini mengatur tentang bentuk *interface* yang berbeda - beda dari sebuah media transmisi. Spesifikasi yang berbeda misal konektor, pin, penggunaan pin, arus listrik yang lewat, *encoding*, sumber cahaya dll. Contoh: *Ethernet*, RJ45.

2. Lapisan Hubungan Data (*Data Link Layer*)

   Layer ini mengatur pengiriman data dari *interface* yang berbeda. Semisal pengiriman data dari *ethernet* 802.3 menuju ke *High - level Data Link Control* (HDLC), pengiriman data WAN. Contoh: IEEE 802.2/802.3, *Frame Relay*.

3. Lapisan Jaringan (*Network Layer*)

   Layer ini mendefinisikan pengiriman data dari ujung ke ujung. Untuk melakukan pengiriman pada *layer* ini juga melakukan pengalamatan. Mendifinisikan pengiriman jalur (*routing*). Contoh: *Internet Protocol* (IP).

4. Lapisan Pengangkut (*Transport Layer*)

   Pada *layer* ini bisa dipilih apakah menggunakan protokol yang mendukung error recovery atau tidak. Melakukan *multiplexing* terhadap data yang datang, mengurutkan data yang datang apabila datangnya tidak berurutan. Contoh: *Transmission Control Protocol* (TCP).

5. Lapisan Sesi (*Session Layer*)

   Sesi *layer* mendefinisikan bagaimana memulai, mengontrol dan mengakhiri suatu percakapan. Contohnya: *Structured Query Languange* (SQL).

6. Lapisan Presentasi (*Presentasion layer*)

   Pada *layer* bertujuan untuk mendefinisikan format data, seperti ASCII *text*, *binary* dan JPEG. Contoh: *Joint Photographic Experts Group* (JPEG), *Graphic Interchange Format* (GIF).

7. Lapisan Aplikasi (*Application Layer*)

   Aplikasi yang saling berkomunikasi antar komputer. Aplikasi *layer* mengacu pada pelayanan komunikasi pada suatu aplikasi. Contoh: *Telnet, Browser*.

2.2 Teori Khusus

2.2.1 Ethernet

Menurut (Jusak, 2013) *Ethernet* merupakan standar yang paling dominan digunakan oleh berbagai institusi dan organisasi. Sampai saat ini terdapat berbagai standar untuk *ethernet*. Berdasarkan kecepatan transmisi data, teknologi *ethernet* dapat dibedakan atas: *Ethernet* 10 Mbps, *Fast Ethernet* 100 Mbps dan *Gigabit* 1000 Mbps.

Menurut (I. Winarno, 2015) *Network* Telkom *Metro Ethernet* adalah *network* yang memiliki kemampuan untuk memberikan layanan *network* baik itu layanan *layer* 2 maupun *layer* 3. *Backbone network* ini akan menggunakan *transport* optik secara langsung (*point to point*) yang memiliki kapasitas sebesar 1 atau 10 Gbps (*Gigabit per second*). Perangkat *metro ethernet* adalah perangkat *network* yang berfungsi sebagai titik akses dari pengguna layanan yang diberikan. Jenis layanan yang dapat diberikan oleh *network metro ethernet* ini seperti layanan *E-line* (*point to point*) merupakan layanan yang memberikan koneksi dari satu titik ke satu titik yang lain, layanan E-LAN (*Point / Multipoint*) merupakan layanan *layer* 2 dan memberikan koneksi dari satu atau lebih titik ke beberapa titik yang lain, layanan IP VPN (*Point / Multipoint to Multipoint*) merupakan layanan *layer* 3 dan memberikan koneksi dari satu atau lebih titik ke beberapa titik yang lain, *Circuit Emulation Service* (CES) adalah suatu metode untuk membuat suatu sirkuit berbasis TDM (*Time Division Multiplexing*) diatas suatu IP/MPLS (*Multiprotocol Label Switching*) *network.* Pada penelitian ini *router* yang

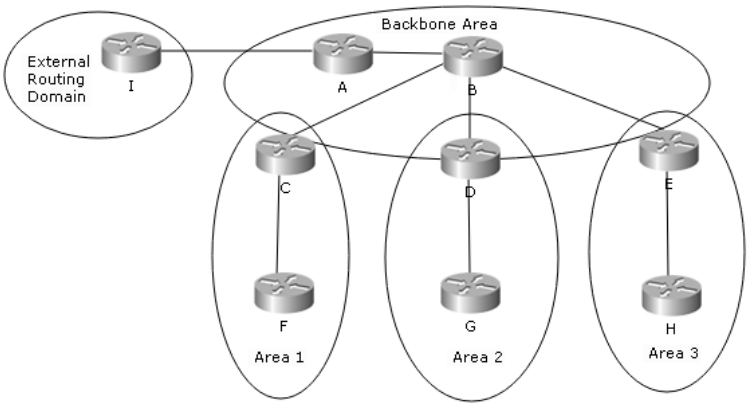
digunakan adalah *Router Metro Ethernet Merk Nokia/Alcatel Lucent* tipe 7705 SAR-8 yang merupakan *router* dari perusahaan *Nokia/Alcatel Lucent*.

2.2.2 Dynamic Routing Protocol

Menurut (Sofana, 2012) *Routing Protocol* merupakan salah satu komponen terpenting pada *network* TCP/IP. *Routing Protocol* secara dinamis berkomunikasi untuk menentukan rute terbaik mencapai tujuan. Paket di *forward* dari satu *router* ke *router* lain. Cukup banyak *routing protocol* yang di kembangkan, seperti OSPF, RIP, EIGRP dan sebagainya. Ada yang bersifat *open* (terbuka dan didukung berbagai vendor perangkat) ada juga yang bersifat *proprietary* (hanya untuk perangkat buatan vendor tertentu). Kadangkala ada kemiripan antara satu *routing protocol* dengan yang lain. Sehingga cukup sulit untuk menguasai semuanya. Protokol *routing* saat ini telah berkembang menjadi lebih kompleks. Jika diilihat dari cakupannya protokol *routing* bisa dikelompokkan menjadi 2, yaitu *Interior Routing Protocol*, disebut juga *Interior Gateway Protocol*, protokol yang termasuk kedalam kategori ini adalah RIP, RIPv2, RIPng, EIGRP, EIGRP untuk ipv6, OSPF, OSPFv2, OSPFv3. Dan *Exterior Routing Protocol*, disebut juga *Exterior Gateway Protocol*, protokol yang termasuk dalam kategori ini adalah EGP, BGPv4, BGPv4 untuk ipv6. Jika dilihat dari algoritma atau prosesnya maka protokol *routing* dapat dibagi menjadi 3, yaitu *Distance Vector*, contoh protokolnya: RIP, RIPv2, IGRP. *Link State*, contoh protokolnya: OSPF, OSPFv2, OSPFv3. Dan *Hybrid*, contoh protokolnya: EIGRP, EIGRP untuk ipv6.

2.2.2.1 *Open Shortest Path First* (OSPF)

Menurut (Sofana, 2012) OSPF merupakan *routing protocol* berbasis *link state*, termasuk dalam *Interior Gateway Protocol*. Menggunakan algoritma *dijkstra* untuk menghitung *Shortest Path First* (SPF). Menggunakan *cost* sebagai *routing metric*. Setelah antar *router* bertukar informasi maka akan terbentuk database *link state* pada masing – masing *router*, yaitu : *Link State Refreshment* (LSR) yang dikirimkan secara periodik ke *router* yang berada di sekitarnya untuk mengetahui apakah *router* masih aktif dan masih terbentuk *link* ke *router* tersebut. *Link State Advertisement* (LSA) atau *routing update*, yang dikirimkan hanya pada saat ada perubahan pada jaringan dan pada saat awal (inisialisasi). Pada awal OSPF *router* dihidupkan, maka *router* akan mengirimkan LSA secara *multicast*. *Router* yang menerima LSA akan menyalin informasi yang dibawanya, kemudian meneruskan (*forward*) LSA tersebut. Berdasarkan LSA dan juga *topological* database yang berisi semua *route* yang ada pada jaringan tersebut, maka setiap *router* akan menjalankan SPF algoritma dan membentuk SPF *Tree*. Berdasarkan SPF *Tree* inilah, *router* akan menentukan *best route* ke setiap *network* yang ada. *Best route* merupakan *route* terbaik hasil perhitungan algoritma dengan metrik, yaitu *route* dengan *cost* terkecil. *Routing update* atau LSR hanya akan dikirimkan bila terdapat perubahan pada jaringan, sehingga disebut sebagai *triggered update*. LSA akan dikirimkan ke semua *router* yang ada pada jaringan, bukan hanya ke *neighbour router* saja, dan hanya berisi sebagian *routing table*, yaitu bagian yang mengalami perubahan saja.



Gambar 2.8 Contoh *Hirarki Area* OSPF
Sumber: (Sofana, 2012)

2.2.2.2 *Enhanced Interior Gateway Routing Protocol (EIGRP)*

Menurut (Sofana, 2012) EIGRP merupakan jenis protokol *distance vector* yang menggunakan perhitungan metrik, EIGRP dapat melakukan *update* dengan cepat dan *reliable*, serta ada pemisahan *keepalive*. Sehingga EIGRP dikategorikan sebagai protokol *routing* jenis *hybrid* atau *advance distance vector*. EIGRP tetap menggunakan prinsip dasar *distance vector routing protocol*, yaitu sederhana, efisien dalam pemakaian *resource* (memori, *bandwidth*, *processor*), mendukung berbagai protokol, serta sangat prima. Ada yang perlu kita ketahui seperti apa mekanisme kerja EIGRP, yaitu RTP dimana EIGRP menggunakan sejumlah paket yang bersifat *reliable*, *reliable* merupakan istilah yang digunakan untuk menyatakan bahwa *receiver* atau penerima akan melakukan ACK (*acknowledges*). *Neighbour discovery* dan *recovery* yaitu mengirimkan paket *hello* ke setiap *multicast*, *sophisticated metric* yaitu formula yang digunakan dalam EIGRP untuk menghitung *bandwidth*, *load and reliability* dan *delay*, Dual yaitu setiap *router* EIGRP dapat menentukan apakah *path* atau *link* yang di *advertise* oleh sebuah *neighbor router* tetangga merupakan *link looped* atau *loop free*.

2.2.2.3 *Routing Information Protocol (RIP)*

Menurut (Gitakrama & Ariawan, 2014) RIP termasuk jenis protokol *distance vector*, sebuah protokol yang sangat sederhana. Protokol *distance vector* sering juga disebut protokol *Bellman - Ford*, karena berasal dari algoritma perhitungan jarak pendek oleh *R.E Bellman*. RIP melakukan beberapa penambahan pada algoritmanya agar *routing loop* yang terjadi dapat di minimalkan. *Split horizon* digunakan RIP untuk meminimalkan efek *bouncing*. Untuk mencegah menghitung terus RIP menggunakan *metode triggered update*. RIP memiliki *timer* untuk mengetahui kapan *router* harus kembali memberikan informasi *routing*. Jika terjadi perubahan pada jaringan, sementara *timer* belum habis, *router* tetap harus mengirimkan informasi *routing* karena dipicu oleh perubahan tersebut (*triggered update*). RIP tidak memiliki informasi tentang *subnet* setiap *route* dan RIP tidak mendukung *variable length subnet masking* (VLSM), tidak mendukung authentikasi, mem*broadcast update*nya, tidak mengirimkan *subnet mask* pada *update*nya, tidak menggunakan *next hop addres*. RIP Versi 2 (RIPv2) berupaya untuk menghasilkan perbaikan atas RIP, yaitu dukungan untuk mendukung authentikasi, mem*multicast update*nya, mengirimkan *subnet mask* pada *update*nya, menggunakan *next hop address*.

2.2.3 Qu*ality of Service* (QoS)

Menurut (Prasetyo, Hamzah, & Sutanta, 2017) Pengukuran *performance* merupakan salah satu upaya dalam peningkatan efisiensi dan efektifitas kerja suatu jaringan guna meningkatkan produktifitas kerja pada jaringan.

Pengukuran *performance* dapat dilakukan menggunakan beberapa parameter yang termasuk dalam QoS, seperti:

1. ***Throughput***

   Menurut (Prasetyo et al., 2017) *Throughput* adalah kecepatan (*rate*) data transfer efektif yang diukur dalam bps. *Header* dalam paket data mengurangi nilai ini. *Throughput* dapat dihitung dengan melihat jumlah paket yang datang terhadap yang dikirim. Rumus berikut dapat digunakan untuk menghitung *throughput* :

   $$Throughput = \frac{jumlah\ data\ (byte) yang\ berhasil\ dikirim}{total\ waktu\ pengamatan}$$ **Rumus 2.1** *Throughput*

   Tabel 2.1 *Throughput*
   Sumber: (Prasetyo et al., 2017)

Nilai	Persentase (%)	Indeks
4	100	Sangat Bagus
3	75	Bagus
2	50	Kurang Bagus
1	<25	Jelek

2. ***Packet Loss***

   Menurut (Prasetyo et al., 2017) *Packet loss* (%) merupakan suatu parameter yang menggambarkan suatu kondisi yang menunjukkan jumlah total paket yang hilang, dapat terjadi karena *colazition* dan *congestion* pada jaringan dengan jumlah keseluruhan paket yang dikirimkan dalam satu kali pengamatan simulasi. Persamaan *packet loss* secara matematis dapat dituliskan.

   $$packet\ loss\ (\%) = \frac{total\ jumlah\ paket\ yang\ hilang}{total\ jumlah\ paket\ yang\ dikirm}\ X\ 100\%$$ **Rumus 2.2** *Packet Loss*

Tabel 2.2 *Packet Loss*
Sumber: (Prasetyo et al., 2017)

Nilai	Persentase (%)	Indeks
4	0	Sangat Bagus
3	3	Bagus
2	15	Kurang Bagus
1	25	Jelek

3. *Jitter*

Menurut (Prasetyo et al., 2017) *Jitter* diakibatkan oleh variasi - variasi dalam panjang antrian, dalam waktu pengolahan data, dan juga dalam waktu penghimpunan ulang paket - paket di akhir perjalanan *jitter*.

$$rata - rata\ delay = \frac{total\ variasi\ delay}{total\ paket\ yang\ diterima}$$ **Rumus 2.3** *Jitter*

$$total\ variasi\ delay = delay -$$

Tabel 2.3 *Jitter*
Sumber: (Prasetyo et al., 2017)

Nilai	Besar Jitter (ms)	Indeks
4	0	Sangat Bagus
3	0 - 75	Bagus
2	75 – 125	Kurang Bagus
1	125 - 225	Jelek

4. *Delay*

Menurut (Prasetyo et al., 2017) *Delay* adalah waktu yang dibutuhkan paket untuk mencapai tujuan, karena adanya antrian, atau mengambil rute yang lain untuk menghindari kemacetan.

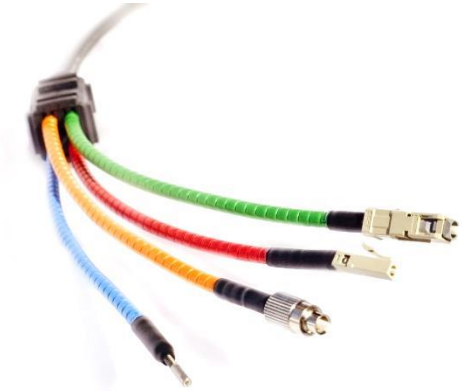
$$rata - rata\ delay = \frac{total\ delay}{total\ paket\ yang\ diterima}$$ **Rumus 2.4** *Delay*

Tabel 2.4 *Delay*
Sumber: (Prasetyo et al., 2017)

Nilai	Besar Delay (ms)	Indeks
4	<150	Sangat Bagus
3	150 – 300	Bagus
2	300 – 450	Kurang Bagus
1	>450	Jelek

2.2.4 *Fiber* Optik

Menurut (Sofana, 2012) teknik komunikasi data yang diterapkan menggunakan *fiber* optik sangat berbeda dengan media kabel tembaga. *Fiber* optik terbuat dari pasir kuarsa atau serat kaca dapat dimanfaatkan untuk menyalurkan cahaya yang kecepatannya melebihi kecepatan elektron melalui media kabel tembaga. Sehingga dapat mengangkut data menembus angka 10 Gbps. *Fiber* optik merupakan media *network* yang mulai populer digunakan untuk membangun *network* berukuran besar, misal sebesar kota atau antar kota. Jenis *fiber* optik ada 2 yaitu *single mode* dan *multi mode*. *Fiber* optik digunakan dalam penelitian ini sebagai media penghubung antar *router*.



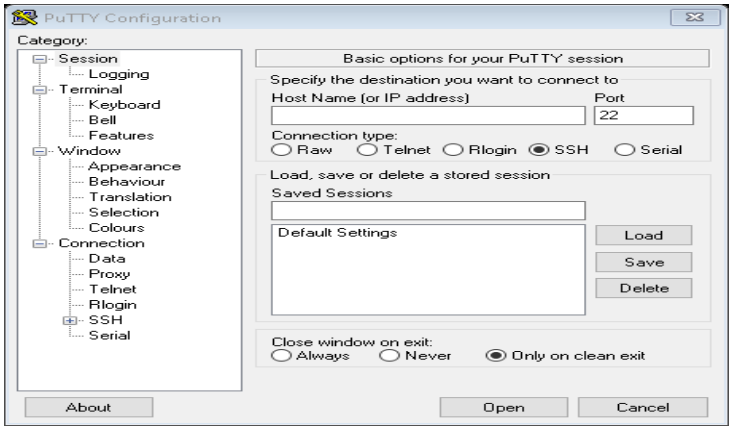
Gambar 1.9 *Fiber* Optik
Sumber: (Sofana, 2012)

2.3 *Tools*

2.3.1 *Secure Shell* (SSH)

Menurut (Masero, Triyono, & Andayati, 2013) SSH adalah aplikasi pengganti *remote login* seperti *telnet*, rsh, dan *rlogin*, yang jauh lebih aman. Fungsi utama aplikasi ini adalah untuk mengakses mesin secara *remote*. Bentuk

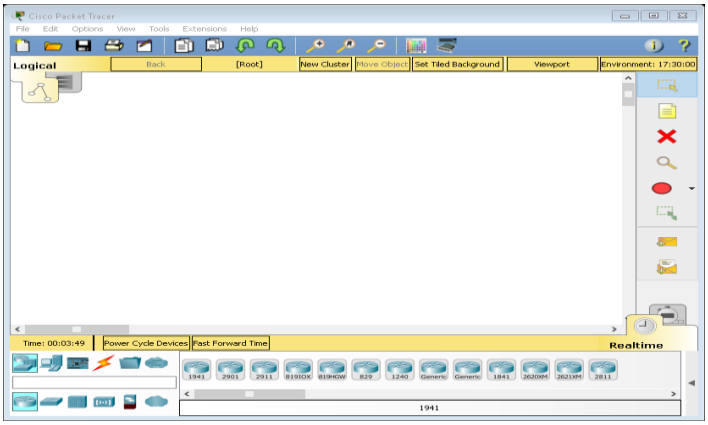
akses *remote* yang bisa diperoleh adalah akses pada mode teks maupun mode grafis. Dengan SSH, semua percakapan antara *server* dan *client* di enkripsi. Artinya, apabila percakapan tersebut disadap, penyadap tidak mungkin memahami isinya. Dalam penelitian ini menggunakan aplikasi *PuTTY* untuk konfigurasinya.



Gambar 2.10 *PuTTY*
Sumber: Data Olahan Penelitian

2.3.2 *Cisco Packet Tracer*

Menurut (Sofana, 2012) *Cisco Packet Tracer* adalah aplikasi yang dibuat *Cisco* untuk mencoba lebih dahulu jaringan yang akan dibuat sebelum diterapkan, *Packet Tracer* dapat digunakan pada komputer jenis lama seperti komputer *pentium* 3 dengan RAM 368 MB. Hasilnya cukup memuaskan. Di samping itu, *Packet Tracer* tidak memerlukan IOS *Image* dari luar. Artinya, setelah diinstal *Packet Tracer* sudah bisa langsung digunakan. Tidak diperlukan konfigurasi khusus.



Gambar 2.11 *Cisco Packet Tracer*
Sumber: Data Olahan Penelitian

2.3.3 *Bit Error Rate Test* (BERT)

Menurut (Adiati, 2017) BERT merupakan definisi perhitungan *bit error* tiap jumlah *bit* yang dikirimkan melalui sinyal laser, melewati media *fiber* optik, menggunakan metode *loop* yang berarti mengembalikan sinyal laser yang dikirimkan. BERT digunakan untuk mengetahui kualitas dari suatu jaringan.

Gambar 2.12 *Bit Error Rate Test*
Sumber: Data Olahan Penelitian

2.4 Penelitian Terdahulu

Beberapa studi yang meneliti mengenai *Routing Protocol* OSPF, yang menjadi dasar dari peneliti untuk melakukan penelitian ini dapat dikemukakan sebagai berikut:

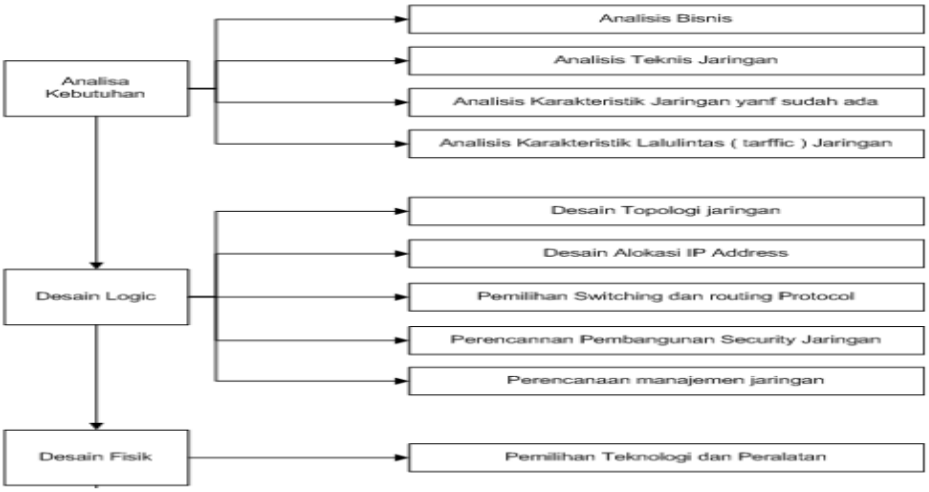
1. Menurut (Vetriselvan, Patil, & Mahendran, 2014) jurnal dengan judul ***"Survey on the RIP, OSPF, EIGRP Routing Protocol"*** ISSN : 0975-9646 Penelitian ini berisi tentang era *internet modern*, protokol *routing* memainkan peran penting. Menentukan bagaimana komunikasi dilakukan di *router*. Untuk meneruskan paket. Dari sumber ke tujuan. Dalam makalah ini, kami mensurvei evaluasi kinerja berbagai protokol *routing*. Dengan kriteria tertentu seperti *Jitter*, Waktu Konvergensi, penundaan ujung ke ujung, dan lain – lain.
2. Menurut (Achmad, 2015) jurnal dengan judul **"Implementasi *Routing Protocol Open Shortest Path First* (OSPF) Pada Model *Topology Ring*"** ISSN : 1979-276X, Penelitian ini berisi tentang OSPF merupakan salah satu *routing protocol dynamic* yang menggunakan algoritma *link state* untuk mengetahui jalur terpendek ke semua tujuan yang diketahui.
3. Menurut (Rathi & Singh, 2015) jurnal dengan judul ***"Performance Analysis of Distance Vector and Link State Routing Protocol"*** ISSN : 2347-8578, Penelitian ini berisi pembicaraan tentang *Link State Routing* dan *Distance Vector Routing protokol*, EIGRP naik sebagai protokol routing kinerja terbaik di bawah kategori *Distance Vector Protocol Routing*, sementara OSPF sedikit lebih baik daripada protokol *routing*

ISIS di bawah *Link State Routing Category*. EIGRP di sisi lain memberikan waktu konvergensi yang hampir sama dengan OSPF dengan parameter *default*, meskipun OSPF memiliki keunggulan dibandingkan EIGRP, jika EIGRP tidak memiliki *Feasible Succesor* (*Backup Path*).

4. Menurut (Mulyadin et al., 2016) jurnal dengan judul **"Implementasi *Routing Open Shortest Path First* (OSPF) Melalui *Tunnel Open* VPN"** ISSN : 2338-6313, penelitian ini berisi tentang secara keseluruhan *routing* OSPF pada jaringan *Open* VPN mampu bekerja dengan baik dengan kecepatan waktu *convergence* dan kecepatan waktu *update routing* yang cepat baik pada saat jaringan sedang sepi *traffic* maupun jaringan sedang padat *traffic*.
5. Menurut (Adia & Firmansyah, 2018) jurnal dengan judul **"Distribusi Jaringan Menggunakan *Routing* OSPF Dengan Metode *Redistribution*"** ISSN : 2252-4983, penelitian ini berisi tentang penggunaan *routing* OSPF memudahkan pencarian jalur terbaik *(best path*) untuk pendistribusian data dan pengiriman informasi berdasarkan *metric djikstra* didalam sistem kerja SPF. Penggunaan metode *redistribution* dapat menghubungkan sebuah *routing* ke *routing* lainnya dan mampu memberikan pendistribusian yang baik bersama dengan *routing* OSPF didalam pengembangan topologi jaringan yang ada di SMK UT PGII.

2.5 Kerangka Pemikiran

Menurut (Ikhsanto & Nugroho, 2015) kerangka pemikiran adalah dasar penelitian dari peneliti yang berasal dari fakta - fakta, observasi dan kajian kepustakaan. Uraian kerangka berfikir menjelaskan hubungan dan keterkaitan antara variabel penelitian. Adapun kerangka pemikiran ini adalah sebagai berikut:



Gambar 2.13 Kerangka Pemikiran
Sumber: (Ikhsanto & Nugroho, 2015)

1. Analisa kebutuhan sangat diperlukan dalam merancang suatu jaringan, peneliti dapat mengetahui apa saja yang dibutuhkan dalam merancang suatu jaringan sehingga dapat meminimalisir keterlambatan perancangan.
2. Desain *logic* diperlukan sebagai acuan peneliti untuk membuat suatu jaringan, untuk melatih peneliti agar lebih menguasai suatu desain jaringan lalu peneliti dapat lebih teliti sebelum benar – benar merancang jaringan tersebut.
3. Desain fisik, setelah analisa kebutuhan dan desain *logic* sudah dilakukan lalu peneliti membuat desain fisik yaitu menentukan perangkat dan teknologi apa yang akan di terapkan dalam penelitian tersebut.