

## **BAB II**

### **LANDASAN TEORI**

#### **1.1 Tinjauan Jurnal**

Penelitian [7] berjudul “Implementasi Jaringan dengan *Load balancing* dengan Metode *PCC* dan *Recursive Route Failover MikroTik*” dilaksanakan di Kantor Cabang PT Pelayaran Nasional Indonesia yang berlokasi di Jl. Palmas No. 2, Tanjung Priok, Jakarta Utara. Penelitian ini berawal dari kurangnya manajemen jaringan yang efektif, sehingga sering terjadi lonjakan trafik pada jam sibuk pelayanan dan menyebabkan *downtime* mendadak. Kondisi tersebut menghambat proses penyusunan laporan serta pelayanan kepada masyarakat, terutama untuk kebutuhan transportasi antar pulau. Untuk mengatasi masalah tersebut, diterapkan *load balancing* menggunakan metode *PCC* dan *failover* pada perangkat *MikroTik*. Metode *PCC* berfungsi membagi beban trafik secara merata pada dua jalur *ISP*, sementara *failover* memungkinkan perpindahan otomatis ke *ISP* cadangan ketika koneksi utama mengalami gangguan. Hasil penelitian menunjukkan bahwa pemanfaatan dua *ISP* yang dikombinasikan dengan *load balancing*, *PCC*, dan *failover* mampu meningkatkan stabilitas dan kinerja jaringan. Dengan demikian, layanan internet tetap berjalan meskipun salah satu koneksi mengalami gangguan, sehingga aktivitas operasional kantor tetap berlangsung dengan lancar.

Penelitian [8] berjudul “Analisis *Load balancing* Menggunakan Metode *PCC* pada Badan Pengelolaan Keuangan dan Aset Daerah (BPKAD)” dilakukan pada jaringan *LAN* yang menggunakan dua *ISP*, yaitu Ramawima Nusantara sebagai koneksi utama dan Diskominfo Kabupaten Bogor sebagai cadangan. Permasalahan muncul karena distribusi trafik belum diatur dengan baik, sehingga tidak ada

pembagian atau penyeimbangan *bandwidth* antara kedua *ISP*. Ketika *ISP* utama mengalami gangguan, koneksi internet menjadi tidak stabil dan perpindahan ke *ISP* cadangan harus dilakukan secara manual, yang berdampak pada terganggunya aktivitas pegawai, terutama saat kegiatan yang membutuhkan banyak akses internet pada saat rapat online. Untuk mengatasi masalah tersebut, diterapkan *load balancing* dengan metode *PCC*, yang memungkinkan *router* membagi lalu lintas data internet secara merata pada kedua *ISP*. Penerapan metode ini membuat koneksi lebih stabil dan pemanfaatan *bandwidth* menjadi lebih efisien. Secara keseluruhan, penggunaan *load balancing PCC* di BPKAD Kabupaten Bogor mampu meningkatkan kestabilan jaringan, mengoptimalkan penggunaan kedua *ISP*, serta mendukung kelancaran pekerjaan pegawai dengan mengurangi gangguan koneksi internet.

Penelitian [4] berjudul “Implementasi *Load balance MikroTik Dual ISP* dengan *PCC* dan Metode *Failover* pada PT. Wahana Ciptasinatria” membahas penggunaan dua *ISP* sebagai sumber koneksi internet perusahaan yang tidak dikelola secara maksimal. Permasalahan utama yang dihadapi adalah ketidakstabilan jaringan, terutama ketika salah satu *ISP* mengalami gangguan dan tidak tersedia mekanisme pergantian jalur koneksi secara otomatis untuk menjaga koneksi tetap aktif. Untuk mengatasinya, diterapkan *load balancing* metode *PCC* dan *failover* pada perangkat *MikroTik*. Metode *PCC* membagi lalu lintas data secara merata antara kedua *ISP* sehingga akses internet menjadi lebih cepat dan risiko koneksi tidak stabil dapat diminimalkan. Sementara itu, mekanisme *failover* memungkinkan perpindahan otomatis ke *ISP* cadangan ketika jalur utama mengalami kegagalan. Hasil penerapan kedua metode ini menunjukkan peningkatan pada ketersediaan, keandalan, serta kinerja jaringan. Sistem menjadi lebih stabil, akses internet lebih cepat, dan

operasional perusahaan dapat berjalan tanpa terganggu meskipun terjadi gangguan pada salah satu *ISP*.

Penelitian [9] berjudul “Optimalisasi Jaringan Internet dengan *Load balancing* pada *High Traffic Network*” dilakukan di Madrasah Aliyah Negeri (MAN) Sidoarjo. Penelitian dilatarbelakangi oleh akses internet yang tidak stabil dan sering mengalami *downtime* saat terjadi lonjakan trafik data pengguna pada jam sibuk sekolah. Untuk mengatasi masalah tersebut, diterapkan *load balancing* dengan metode *PCC*. Metode tersebut membagi distribusi *bandwidth* secara merata ke masing-masing *gateway* dari kedua *ISP* sehingga lonjakan trafik pengguna dapat ditangani dengan baik. Pengujian kualitas layanan (*QoS*) dilakukan dengan mengukur *throughput*, *jitter*, *delay*, dan *packet loss*, baik pada kondisi jaringan sepi maupun ramai, serta ditambah pengujian skala kecil dengan penyaringan konten. Hasil penelitian menunjukkan bahwa metode *PCC* tidak meningkatkan *bandwidth*, tetapi dapat menyeimbangkan beban trafik pada kedua jalur *ISP* sehingga mengurangi gangguan dan membuat koneksi internet tetap stabil meskipun pada jam sibuk sekolah.

Tabel II.1 Tinjauan Jurnal Penelitian

No	Nama Penulis	Latar Belakang Masalah	Penyelesaian	Kesimpulan
1.	Lian Kristanto, Mugi Raharjo [2024]	Kurangnya manajemen jaringan yang efektif, sehingga sering terjadi lonjakan trafik di jam sibuk pelayanan dan menyebabkan <i>downtime</i> mendadak.	1. Menerapkan mekanisme <i>failover</i> untuk mencegah <i>downtime</i> secara mendadak. 2. Pemanfaatan <i>load balancing PCC</i> agar beban trafik terbagi merata di kedua <i>ISP</i> .	1. Layanan internet tetap berjalan meskipun salah satu koneksi mengalami kegagalan. 2. <i>Load balancing PCC</i> terbukti jadi solusi disaat salah satu <i>ISP</i> mengalami lonjakan data dijam sibuk.

2.	Sujiliani Heristian, Septiyan Dwi Cahyo [2023]	1. Pengaturan trafik jaringan di BPKAD belum optimal karena belum ada penyeimbangan <i>bandwidth</i> di kedua ISP. 2. Perpindahan ke jalur koneksi cadangan harus dikonfigurasi secara manual.	Pemanfaatan <i>load balancing PCC</i> , dan mekanisme otomatis dari <i>failover</i> .	1. Penerapan <i>load balancing PCC</i> berhasil menjaga kestabilan jaringan terutama saat rapat online. 2. Mekanisme <i>failover</i> berjalan ketika ISP utama <i>down</i> , jalur internet otomatis berpindah ke ISP cadangan.
3.	Adinugraha Irman, Anton [2024]	PT. Wahana Ciptasinatria belum menerapkan mekanisme otomatis untuk menjaga ketersediaan koneksi disaat terjadi kegagalan koneksi utama.	1. Menerapkan <i>failover</i> untuk mencegah kendala <i>downtime</i> pada kedua ISP. 2. Memanfaatkan teknik <i>load balancing</i> metode <i>PCC</i> agar beban trafik terbagi merata di kedua ISP.	Sistem menjadi lebih stabil, akses internet lebih cepat, dan operasional perusahaan dapat berjalan tanpa terganggu meskipun terjadi gangguan pada salah satu <i>ISP</i> .
4.	Tania Octavriana, Koko Joni, Achmad Fiqhi Ibadillah [2021]	Akses internet yang tidak stabil dan rawan <i>downtime</i> saat terjadi lonjakan trafik data pengguna di jam sibuk kegiatan sekolah.	Pemanfaatan <i>load balancing PCC</i> agar beban trafik terbagi merata di kedua <i>ISP</i> .	Penerapan <i>load balancing</i> dengan metode <i>PCC</i> dapat menjaga kestabilan koneksi meskipun jaringan digunakan pada waktu aktivitas sekolah sedang tinggi.

## 2.2. Konsep Dasar Jaringan

### 2.2.1. Pengertian Jaringan Komputer

Menurut [10] jaringan komputer adalah sistem yang menghubungkan dua atau lebih perangkat keras dan perangkat lunak melalui media komunikasi berkabel

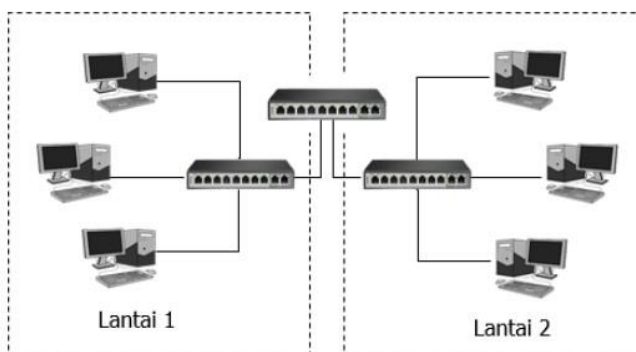
maupun nirkabel, sehingga memungkinkan terjadinya pertukaran dan pemanfaatan sumber daya, seperti data teks, audio, dan video, secara bersamaan.

### 2.2.2. Jenis-Jenis Jaringan Komputer

Jaringan komputer berdasarkan jangkauan wilayah terbagi menjadi 3 jenis diantaranya adalah :

#### 1. *Local Area Network (LAN)*

Jaringan *Local Area Network (LAN)* menurut [11] merupakan jaringan komputer yang digunakan untuk menghubungkan sejumlah komputer dalam suatu wilayah terbatas, seperti rumah, gedung, perkantoran, kawasan industri, maupun lingkungan perguruan tinggi. Jaringan ini dikelola oleh satu pihak administratif dan memiliki kecepatan transmisi data yang relatif tinggi, yaitu hingga 100 *Mbps*, dengan jangkauan area antara 10 hingga 5.000 meter. *LAN* dapat diintegrasikan dengan jaringan lain, seperti *LAN*, *MAN*, dan *WAN*, melalui perangkat *router*. Adapun keunggulan *LAN* meliputi kemudahan dan kecepatan dalam pertukaran data antar komputer, kemampuan menghubungkan banyak perangkat, kemudahan pencadangan data, serta dukungan terhadap akses internet.

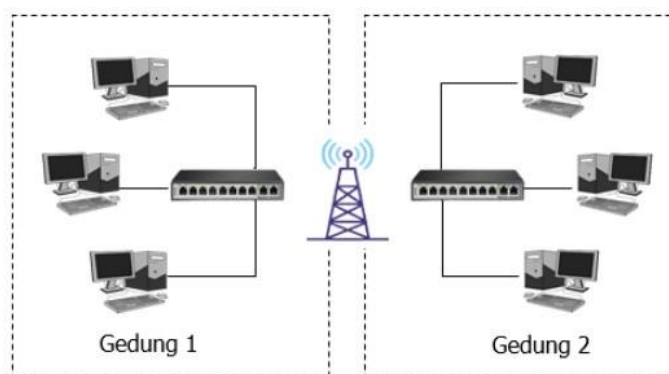


Sumber [12]

Gambar II.1 *Local Area Network (LAN)*

## 2. *Metropolitan Area Network (MAN)*

Jaringan *Metropolitan Area Network (MAN)* menurut [11] merupakan jaringan komputer yang menghubungkan beberapa jaringan dalam cakupan wilayah yang lebih luas, seperti antar kampus dalam satu universitas, jaringan perkotaan, atau infrastruktur yang dikelola oleh penyedia layanan internet (*ISP*). *MAN* memiliki jangkauan menengah, yaitu sekitar 5 hingga 50 kilometer, yang berada di antara jaringan *LAN* dan *WAN*. Jaringan ini mendukung kecepatan transmisi data yang tinggi sehingga memungkinkan pertukaran data dalam skala area yang luas. Oleh karena itu, *MAN* umumnya menggunakan media transmisi yang andal dan berkapasitas besar, seperti serat optik. *MAN* juga dapat diintegrasikan dengan jaringan *MAN* lainnya untuk membentuk jaringan yang lebih luas, yaitu *Wide Area Network (WAN)*.



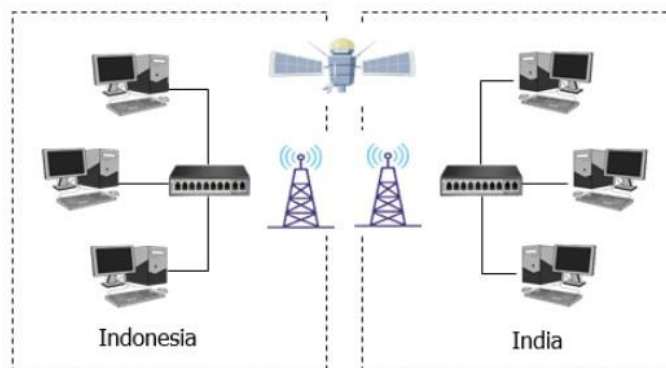
Sumber [12]

Gambar II.2 *Metropolitan Area Network (MAN)*

## 3. *Wide Area Network (WAN)*

*Wide Area Network (WAN)* menurut [11] adalah bentuk jaringan komputer yang dirancang untuk menghubungkan berbagai jaringan dengan cakupan geografis yang sangat luas, melampaui batas wilayah kota hingga antarnegara. Jaringan ini

memanfaatkan infrastruktur komunikasi jarak jauh, seperti serat optik dan teknologi satelit, guna mendukung pertukaran data dalam skala besar. Implementasi WAN banyak dijumpai pada berbagai sektor, termasuk layanan keuangan, sistem bisnis daring, organisasi berskala nasional maupun internasional, serta bidang pertahanan. Operasional jaringan WAN berbasis Protokol Internet didukung oleh penyedia layanan jaringan atau *Network Service Provider (NSP)*, yang memungkinkan keterhubungan antarjaringan secara global sehingga membentuk internet. Keunggulan utama WAN terletak pada kemampuannya menyediakan akses komunikasi data jarak jauh dengan jangkauan luas serta mendukung pengiriman berkas secara efisien melalui layanan seperti surat elektronik dan *File Transfer Protocol (FTP)*.



Sumber: [12]

Gambar II.3 *Wide Area Network (WAN)*

### 2.2.3. Perangkat Keras Jaringan Komputer

Untuk membangun sebuah jaringan komputer, diperlukan beberapa perangkat keras yang dapat membantu proses modifikasi data di dalam suatu jaringan. Perangkat-perangkat tersebut diantaranya adalah :

## 1. *Server*

*Server* menurut [13] adalah sebuah sistem komputer yang berfungsi menyediakan layanan atau sumber daya bagi perangkat lain (client) dalam suatu jaringan. Server menyediakan berbagai layanan secara terpusat, seperti pengelolaan dan penyimpanan data, aplikasi, berkas, serta fungsi jaringan lainnya, sehingga mendukung pertukaran informasi dan pemanfaatan sumber daya secara efisien. Dalam jaringan komputer modern, server menjadi komponen utama yang menghubungkan klien dengan sumber daya jaringan dan menjamin kelangsungan operasional layanan aplikasi secara optimal.



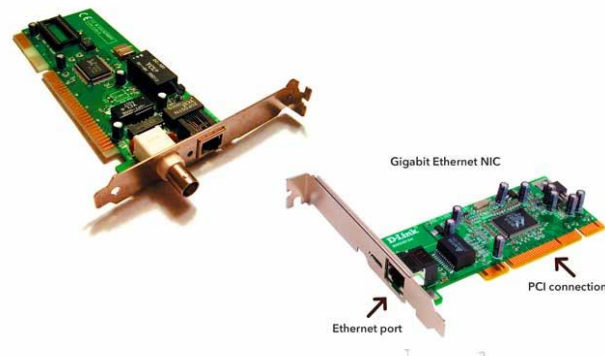
Sumber : [14]

Gambar II.4 *Server*

## 2. *Network Interface Card (NIC)*

Kartu LAN, yang dikenal juga sebagai *Network Interface Card (NIC)* menurut [15] adalah komponen perangkat keras yang dipasang pada komputer atau perangkat jaringan untuk memungkinkan koneksi dan pertukaran data melalui jaringan komputer. NIC berfungsi sebagai penghubung antara sistem komputer dan media transmisi jaringan sehingga paket data dapat dikirim dan diterima sesuai dengan aturan protokol jaringan. Selain itu, kartu ini juga memiliki alamat unik (Media Access Control/MAC address) yang menunjang identifikasi perangkat

dalam jaringan serta mendukung pelaksanaan komunikasi data yang efisien di lingkungan jaringan lokal maupun jaringan yang lebih luas.



Sumber : [10]

Gambar II.5 *Network Interface Card (NIC)*

### 3. Router

*Router* menurut [16] adalah perangkat keras jaringan yang menghubungkan dua atau lebih jaringan berbeda, baik LAN maupun WAN, untuk memastikan komunikasi data antarperangkat berlangsung efisien. Router bekerja pada lapisan jaringan (network layer) model OSI dengan memanfaatkan tabel routing untuk menentukan jalur terbaik paket data ke alamat tujuan (IP address). Perangkat ini juga mendukung berbagai protokol routing dan dilengkapi fitur tambahan, seperti Network Address Translation (NAT) dan layanan keamanan, guna meningkatkan kinerja dan stabilitas jaringan.



Sumber : [14]

Gambar II.6 *Router*

#### 4. Konektor *RJ-45*

Konektor RJ-45 menurut [10] adalah antarmuka fisik yang menjadi standar pada jaringan komputer untuk menghubungkan kabel Ethernet jenis twisted-pair, seperti UTP dan STP, dengan perangkat jaringan seperti komputer, router, dan switch. Konektor ini memiliki delapan posisi serta delapan kontak listrik (8P8C) yang tersusun menjadi empat pasang kabel tembaga, yang berperan dalam proses pengiriman data. Susunan pin pada konektor disesuaikan menurut skema penataan kabel seperti T568A atau T568B. Istilah “RJ-45” berasal dari sistem penomoran Registered Jack, dan konektor ini banyak digunakan karena kemampuannya menyediakan jalur transmisi data yang andal pada jaringan area lokal (LAN).



Sumber : [10]

Gambar II.7 Konektor *RJ-45*

#### 5. Kabel UTP

Kabel UTP (*Unshielded Twisted Pair*) menurut [12] merupakan media transmisi yang umum digunakan dalam instalasi jaringan komputer. Kabel ini terdiri atas empat pasang kabel tembaga yang dipilin tanpa lapisan pelindung tambahan. Struktur tersebut menjadikan kabel UTP mudah dipasang, berukuran kecil, dan memiliki biaya yang relatif rendah. Karena tidak adanya pelindung

menyebabkan kabel ini lebih rentan terhadap gangguan elektromagnetik dari lingkungan sekitarnya.



Sumber : [10]

Gambar II.8 Kabel *UTP*

## 6. *Kabel STP*

Kabel STP (*Shielded Twisted Pair*) menurut [12] merupakan jenis kabel jaringan yang digunakan dalam sistem komunikasi data pada jaringan komputer. Kabel ini tersusun atas pasangan kabel tembaga yang dipilin dan dilengkapi dengan pelindung (*shielding*) untuk mengurangi gangguan elektromagnetik. Struktur tersebut membuat kabel STP lebih tahan terhadap gangguan eksternal dan crosstalk, terutama pada kondisi pemasangan yang kompleks atau frekuensi transmisi yang tinggi.



Sumber : [10]

Gambar II.9 Kabel *STP*

## 7. *Switch*

*Switch* menurut [17] merupakan perangkat jaringan yang berfungsi untuk menghubungkan beberapa komputer dan memiliki kemampuan yang lebih unggul dibandingkan hub karena dapat menganalisis paket data, mengenali alamat sumber dan tujuan, serta meneruskan paket secara tepat. Berdasarkan lapisan kerja pada model OSI, switch dibedakan menjadi switch layer-2 dan switch layer-3. Switch layer-2 beroperasi pada lapisan data link dengan membangun koneksi logis antarport berdasarkan alamat MAC, sedangkan switch layer-3 bekerja pada lapisan jaringan dengan menerapkan konsep routing sehingga mampu menghubungkan jaringan yang berbeda dalam suatu internetwork dan sering disebut sebagai switch multilayer.



Sumber : [14]

Gambar II.10 *Switch*

### 2.3. **Manajemen Jaringan**

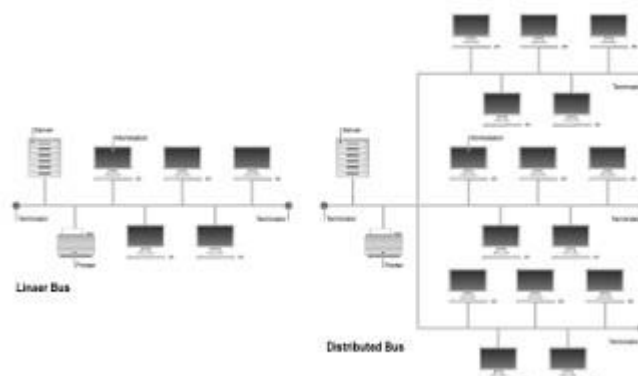
Manajemen jaringan [11] adalah kemampuan untuk memantau dan mengendalikan kinerja jaringan serta merencanakan pemanfaatan sumber daya dan komponen sistem jaringan komputer dan komunikasi, dengan tujuan memastikan operasional yang efektif dan layanan yang handal.

### 2.3.1. Topologi Jaringan

Topologi jaringan menurut [17] merupakan tampilan dari susunan fisik jaringan yang menunjukkan posisi setiap perangkat pada jaringan komputer serta pola pengkabelan yang digunakan untuk menghubungkan perangkat-perangkat tersebut. Dengan kata lain, topologi jaringan tidak hanya menggambarkan tata letak perangkat dalam suatu jaringan, tetapi juga memberikan informasi mengenai cara perangkat-perangkat tersebut saling terhubung melalui media transmisi.

#### 1. Topologi *Bus*

Topologi *bus* menurut [18] merupakan salah satu struktur topologi jaringan komputer yang menghubungkan semua perangkat jaringan (node) melalui satu kabel utama yang berfungsi sebagai backbone. Dalam konfigurasi ini, setiap node terhubung pada jalur kabel yang sama, sehingga data yang dikirim oleh satu node akan melewati kabel utama tersebut dan dapat diterima oleh seluruh node dalam jaringan. Mekanisme transmisi data mengikuti prinsip bahwa hanya node yang dituju yang akan memproses data tersebut, sedangkan node lainnya mengabaikannya jika alamat tujuan tidak sesuai. Topologi bus umumnya digunakan pada jaringan berskala kecil dan memiliki ketergantungan terhadap kabel backbone.



Sumber : [12]

Gambar II.11 Topologi *Bus*

### **A. Kelebihan**

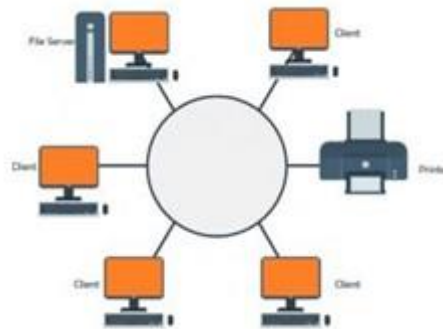
- 1) Biaya implementasi rendah karena jumlah kabel yang digunakan lebih sedikit dibandingkan dengan topologi yang lain.
- 2) Kemudahan instalasi dan perawatan karena struktur jaringan sederhana.
- 3) Skalabilitas dalam jaringan kecil sehingga penambahan perangkat baru dapat dilakukan secara langsung dengan menghubungkannya ke kabel utama tanpa perlu mengubah keseluruhan jaringan dalam skala besar.

### **B. Kekurangan**

1. Penurunan kinerja pada jaringan sangat besar karena jika penambahan perangkat makin banyak, maka risiko tabrakan data (collision) juga meningkat karena semua node berbagi media transmisi yang sama.
2. Potensi titik kegagalan tunggal (single point of failure) yang artinya jika kabel utama mengalami kerusakan, seluruh komunikasi jaringan akan terhenti.
3. Tingkat keandalan yang rendah dimana topologi bus tidak mempunyai jalur cadangan.

## **2. Topologi *Ring***

Topologi *ring* menurut [19] merupakan salah satu jenis struktur jaringan komputer di mana setiap perangkat saling terhubung dalam sebuah jalur melingkar tertutup sehingga membentuk pola komunikasi seperti cincin. Dalam konfigurasi tersebut, paket data yang dikirim dari satu node akan melewati setiap node lain secara berurutan sampai mencapai tujuan.



Sumber : [12]

Gambar II.12 Topologi *Ring*

### A. Kelebihan

- 1) Minimnya tabrakan data karena paket data bergerak secara berurutan menyusuri lingkaran, risiko tabrakan data dapat diminimalkan dibandingkan dengan topologi bus.
- 2) Struktur yang sederhana dan teratur karena konfigurasi jaringan berbentuk lingkaran sehingga mudah digambarkan dan diimplementasikan secara fisik untuk jaringan dengan jumlah perangkat yang terkontrol.
- 3) Setiap perangkat memiliki peran dan transmisi karena semua node turut serta dalam penerimaan dan penerusan data, sehingga distribusi kerja bersifat merata diantara semua perangkat.
- 4) Tidak memerlukan perangkat pusat pengendali.

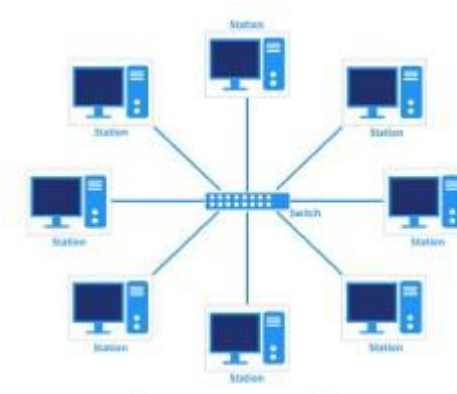
### B. Kekurangan

- 1) Ketergantungan pada semua node sehingga jika satu perangkat atau sambungan mengalami gangguan maka akan menyebabkan terputusnya komunikasi seluruh jaringan karena jalur lingkaran menjadi tidak lengkap.

- 2) Penambahan atau pengurangan perangkat menjadi sulit karena jaringan harus dimatikan sementara untuk dikonfigurasi ulang sehingga mempengaruhi operasi jaringan secara keseluruhan.
- 3) Potensi latensi meningkat karena paket data harus melewati seluruh node secara berurutan sebelum mencapai tujuan, sehingga dapat meningkatkan waktu transmisi apabila node mempunyai jumlah yang banyak.
- 4) Pemecahan masalah menjadi kompleks karena menentukan hubungan berantai antara setiap node.

### 3. Topologi *Star*

Topologi *star* menurut [20] adalah salah satu bentuk struktur jaringan komputer yang menghubungkan setiap perangkat melalui kabel langsung ke perangkat pusat seperti hub atau switch. Struktur ini menyerupai bentuk bintang karena semua node terhubung ke satu titik pusat yang mengatur lalu lintas data.



Sumber : [12]

Gambar II.13 Topologi *Star*

**A. Kelebihan**

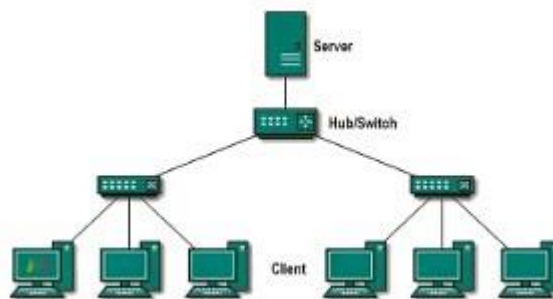
- 1) Kemudahan dalam pengelolaan dan manajemen jaringan karena setiap perangkat terhubung langsung ke perangkat pusat, administrator dapat lebih mudah memantau dan mengatur lalu lintas data.
- 2) Skalabilitas tinggi karena penambahan atau pengurangan perangkat dapat dilakukan tanpa mempengaruhi operasi perangkat lain di dalam jaringan.
- 3) Isolasi masalah menjadi lebih mudah karena jika satu koneksi atau perangkat mengalami gangguan, hanya perangkat tersebut yang terganggu, sehingga jaringan secara keseluruhan tetap berjalan normal.
- 4) Performa menjadi stabil dengan switching karena penggunaan switch memungkinkan aliran data lebih efisien. Setiap jalur koneksinya bersifat point-to-point, sehingga tabrakan data relatif lebih rendah dibandingkan topologi seperti bus.

**B. Kekurangan**

1. Ketergantungan pada perangkat pusat seperti hub atau switch yang menjadi titik kegagalan utama. Jika perangkat switch ini rusak, seluruh jaringan dapat mengalami gangguan.
2. Biaya implementasi mahal karena membutuhkan banyak kabel dan perangkat pusat yang berkualitas. Biaya awal pemasangan jaringan star bisa lebih besar dibandingkan topologi sederhana lainnya.
3. Ketergantungan akan infrastruktur yang jadi perangkat pusat akan menjadi nilai utama dalam kualitas performa kinerja jaringan. Apabila perangkat tersebut tidak memadai, kestabilan dan efisiensi jaringan akan menurun.

## 1. Topologi *Tree*

Topologi *tree* menurut [21] merupakan struktur jaringan komputer yang tersusun secara hierarkis mirip dengan bentuk pohon, di mana terdapat sebuah simpul induk (root node) yang bercabang menjadi beberapa simpul anak (branch nodes). Konfigurasi ini merupakan perpaduan elemen dari topologi star dan bus yang menghasilkan jaringan dengan hierarki jelas dan skalabilitas tinggi.



Sumber : [12]

Gambar II.14 Topologi *Tree*

### A. Kelebihan

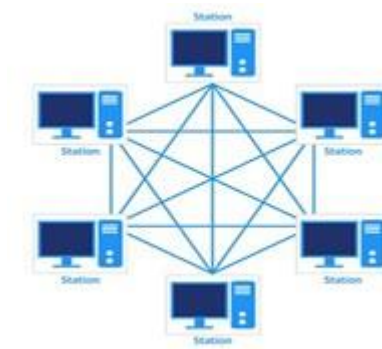
- 1) Struktur hierarkis yang jelas karena dibangun berdasarkan hierarki root node yang bercabang, struktur jaringan mudah dipahami dan dikelola.
- 2) Skalabilitas tinggi karena penambahan simpul baru dapat dilakukan dengan menambahkan cabang ke suatu node tanpa mengganggu jalannya jaringan yang lain.
- 3) Kemudahan monitoring dan pemeliharaan karena hierarki yang terstruktur sehingga setiap lapisan mempunyai fungsi yang spesifik dan terpisah.
- 4) Integrasi multi-LAN karena topologi tree efektif digunakan untuk menggabungkan beberapa LAN dalam satu struktur jaringan yang lebih besar dan terkoordinasi.

## **B. Kekurangan**

- 1) Ketergantungan pada root node karena jika simpul induk (root node) mengalami kerusakan, bagian jaringan yang berada di cabang bawahnya juga bisa terganggu karena dependensi struktural.
- 2) Biaya implementasi relatif tinggi karena membutuhkan perangkat tambahan seperti switch pada setiap level dan penggunaan kabel yang lebih banyak. Biaya instalasi awal bisa lebih tinggi dibandingkan dengan topologi sederhana seperti bus atau star.
- 3) Struktur yang kompleks karena semakin tinggi tingkat hierarki, maka kompleksitas dalam hal pengelolaan konfigurasi serta pengaturan alamat IP maupun pemecahan masalah jaringan akan meningkat.
- 4) Risiko kinerja pada tingkat lebih rendah karena jika jumlah simpul pada lapisan bawah terlalu banyak, kinerja jaringan dapat menurun karena latensi transmisi meningkat akibat jalur yang panjang dan banyak titik perantara.

## **2. Topologi Mesh**

Topologi *mesh* menurut [22] merupakan struktur jaringan komputer yang menghubungkan setiap node secara langsung dengan node lainnya, sehingga menyediakan lebih dari satu jalur komunikasi dalam jaringan. Konfigurasi ini memungkinkan data tetap dapat dikirim meskipun salah satu jalur mengalami gangguan, sehingga topologi mesh dikenal memiliki tingkat keandalan dan keamanan yang tinggi.



Sumber : [12]

Gambar II.15 Topologi *Mesh*

### A. Kelebihan

- 1) Keandalan jaringan tinggi karena setiap node memiliki lebih dari satu jalur komunikasi, sehingga kegagalan satu jalur tidak langsung mempengaruhi keseluruhan jaringan.
- 2) Tingkat keamanan yang lebih baik karena data dapat dikirim melalui jalur khusus antar node, sehingga risiko penyadapan lebih kecil dibandingkan topologi berbagi media transmisi.
- 3) Mudah melakukan isolasi gangguan karena kerusakan pada satu koneksi dapat dengan mudah diidentifikasi tanpa mengganggu node lainnya.
- 4) Performa stabil karena setiap koneksi bersifat point-to-point sehingga tidak menyebabkan tabrakan data.

### B. Kekurangan

- 1) Biaya implementasi tinggi karena banyaknya koneksi antar node yang menyebabkan kebutuhan kabel dan perangkat menjadi lebih besar.
- 2) Instalasi dan konfigurasi yang kompleks karena seiring bertambahnya jumlah node, pengaturan alamat jaringan dan manajemen koneksi menjadi lebih rumit.

- 3) Kurang efisien untuk jaringan kecil dibandingkan dengan topologi star atau bus.

## 2.4. Konsep Penunjang Usulan

### A. Mikrotik

*MikroTik* menurut [23] merupakan perangkat jaringan komputer yang berfungsi sebagai router dan sistem pengelolaan jaringan dengan menggunakan sistem operasi RouterOS. Perangkat ini menyediakan berbagai fitur seperti manajemen bandwidth, firewall, routing dinamis, Quality of Service (QoS), serta load balancing yang dapat dioptimalkan sesuai kebutuhan jaringan. Beberapa penelitian menunjukkan bahwa pemanfaatan MikroTik dalam jaringan internet dapat meningkatkan efisiensi distribusi trafik dan kinerja jaringan secara keseluruhan.

### B. Winbox

*Winbox* menurut [24] merupakan aplikasi konfigurasi berbasis antarmuka grafis *Graphical User Interface (GUI)* yang dikembangkan untuk sistem operasi *MikroTik RouterOS*. *Winbox* memungkinkan administrator jaringan untuk melakukan konfigurasi layanan seperti *IP address*, *routing*, *firewall*, serta manajemen *bandwidth* dengan lebih mudah dibandingkan dengan penggunaan baris perintah *Command Line Interface (CLI)*. Dalam beberapa penelitian implementasi jaringan, penggunaan *Winbox* terbukti efektif dalam menyederhanakan proses manajemen jaringan, terutama dalam pengaturan manajemen *bandwidth* dan mekanisme *failover* serta memungkinkan pemantauan jaringan secara real-time melalui tampilan visual yang baik.