

## **BAB II**

### **TINJAUAN PUSTAKA**

#### **2.1 Media Telekomunikasi**

Media telekomunikasi adalah media yang menghubungkan antara pengirim dan penerima informasi (data), karena jarak yang jauh, maka data terlebih dahulu diubah menjadi kode atau isyarat, dan isyarat inilah yang akan dimanipulasi dengan berbagai macam cara untuk diubah kembali menjadi data. Media transmisi digunakan pada beberapa peralatan elektronika untuk menghubungkan antara pengirim dan penerima supaya dapat melakukan pertukaran data.

Beberapa alat elektronika, seperti telepon, komputer, televisi, dan radio membutuhkan media transmisi untuk dapat menerima data. Seperti pada pesawat telepon, media transmisi yang digunakan untuk menghubungkan dua buah telepon adalah kabel. Setiap peralatan elektronika memiliki media transmisi yang berbeda-beda dalam pengiriman datanya. beberapa jenis – jenis media yang digunakan yaitu, *Coaxial Cable, Fiber Optic Cable dan Wireless*[1].

#### **2.2 Jaringan Wireless**

Jaringan *wireless* merupakan sekumpulan perangkat komunikasi yang saling terhubung antara satu dengan yang lain sehingga terbentuk sebuah jaringan komunikasi tanpa menggunakan media kabel (nirkabel) namun menggunakan media gelombang radio sebagai jalur lalu lintas datanya. Jaringan nirkabel dibentuk dari *host* dan *route*. *Host* adalah sumber pengaturan paket data, sedangkan *route* berfungsi sebagai media atau jalur mengalirnya paket data.

*Access point* berperan untuk menghubungkan beberapa perangkat nirkabel dalam jaringan *wireless*. Jaringan *wireless* dapat diklasifikasikan ke dalam jenis-jenis yang berbeda berdasarkan pada *coverage area*, hasil klasifikasinya adalah *Wireless Wide Area network, Wireless Metropolitan Area Network (Wireless MAN)*,

*Wireless Local Area Network (Wireless LAN), dan Wireless Personal Area Network (Wireless PAN)*[1]. WPAN merupakan jaringan nirkabel tanpa infrastruktur yang memungkinkan beberapa data dan perangkat dapat berkomunikasi secara sendiri-sendiri.

### **2.2.1 Pembagian Berdasarkan Jangkauannya**

Jaringan *wireless* berfungsi sebagai mekanisme pembawa antara peralatan atau antar peralatan dan jaringan kabel tradisional (jaringan perusahaan dan Internet). Jaringan *wireless* banyak jenisnya tapi biasanya digolongkan ke dalam tiga jenis berdasarkan jangkauannya yaitu :

1. WPANs: *Wireless Personal Area Network* WPANs, mewakili teknologi *personal area network wireless* seperti Bluetooth (IEEE 802.15) dan Infrared (IR). Jaringan ini mengizinkan hubungan peralatan personal dalam suatu area berkisar 30 feet (1 feet=12 inch). Bagaimanapun juga Infrared membutuhkan hubungan langsung dan jangkauan yang lebih pendek.
2. WLAN: *Wireless Local Area Network* WLAN, mewakili *local area network wireless*, seperti lab atau perpustakaan, untuk membentuk suatu jaringan atau koneksi ke Internet. Jaringan sementara dapat dibentuk oleh beberapa pemakai membutuhkan *access point*.
3. WMAN: *Wireless Metropolitan Area Network* Teknologi ini mengizinkan koneksi dari berbagai jaringan dalam suatu area metropolitan seperti bangunan-bangunan yang berbeda dalam suatu kota, yang mana dapat menjadi alternatif atau cadangan untuk memasang kabel tembaga atau *fiber*.

### **2.2.2 Standarisasi teknologi *wireless***

Standarisasi teknologi *wireless* Proyek 802, protocol yang dikenal di *wireless local area network* (WLAN) adalah IEEE 802.XX. Arti dari 802.XX merupakan komite yang bergerak dalam standarisasi *Institute of Electrical and*

*Electronics Engineers (IEEE)* tersebut di bentuk pada bulan Februari tahun 1980, sehingga satandarisasi diberi nama 802.XX. Jaringan *wireless* yang populer saat ini adalah Bluetooth, wifi wimax yang juga standarisasi *wireless*.

Secara umum berlaku satandarisasi IEEE 802.15, IEEE 802.11 (a, b, g), 802.16 dan yang lainnya. Perbedaan yang paling utama antara 802.15, 802.11 dan 802.16 merupakan kecepatan pengiriman data. Dengan menggunakan standarisasi yang sama maka semua perngkat dapat saling berkomunikasi. Sebagai contoh adalah standarisasi zigbee jadi semua perangkat yang ada lambang zigbee maka dapat saling berkomunikasi.

### 2.3 ZigBee

ZigBee berasal dari kata Zig dan Bee, dimana Zig yang berarti gerakan zig – zag dan bee berarti lebah. Hal ini dimaksudkan untuk meniru sifat komunikasi lebah dalam menyampaikan informasi adanya madu ke lebah lainnya. ZigBee adalah spesifikasi untuk *protocol* komunikasi tingkat tinggi yang mengacu pada standart IEEE 802.15.4 yang berhubungan dengan *wireless personal area networks* (WPANs). Teknologi dari *ZigBee* sendiri dimaksudkan untuk penggunaan pengiriman data secara wireless yang membutuhkan transmisi data rendah dan juga konsumsi daya rendah, dan juga lebih murah[3][4].

Standar *ZigBee* sendiri lebih banyak diaplikasikan kepada system tertanam (*embedded application*) seperti pengendalian industri atau pengendali alat lain secara *wireless*, data *logging*, dan juga sensor *wireless* dan lain-lain. *ZigBee* memiliki transfer rate sekitar 250Kbps, yang lebih rendah dibandingkan dengan WPANs lain seperti *bluetooth* yang mempunyai transfer rate dengan 1Mbps. Sedangkan jarak atau range kerja dari *ZigBee* sendiri sekitar 76m, yang dimana jaraknya lebih jauh dibandingkan dengan Bluetooth[2].

Dengan konsumsi daya yang rendah, maka sebuah alat yang menggunakan standar *ZigBee* dapat menggunakan sebuah baterai yang dapat membuat alat tersebut bertahan selama setengah sampai satu tahun. Prediksinya, bahwa semua *smart*

*home* akan memiliki setidaknya 60 buah ZigBee dimana tiap *ZigBee* tersebut akan dapat saling berkomunikasi dan melakukan pekerjaan mereka secara bebas[3].

Tabel 2.1. Perbandingan Koneksi Wireless

| No | Parameter          | Bluetooth                                   | ZigBee  | Wifi<br>802.11                      |
|----|--------------------|---|---|-------------------------------------|
| 1  | Kecepatan Data     | 1 Mbit/s                                    | 20, 40 dan 50 Kbit/s  | 11 dan 54 Mbit/s                    |
| 2  | Jangkauan          | 10 M  | 76 M  | <sup>S</sup> / <sub>d</sub> 100 M   |
| 3  | Topologi Jaringan  | Ad-Hoc dan Small Networks                   | Ad-Hoc, Peer to Peer, Mesh dan Star                           | Point to Hub                        |
| 4  | Frekuensi          | 2,4 GHz                                     | 868 MHz (Eropa), 900 sampai 928 MHz (Amerika), 2,4 GHz        | 2,4 sampai dengan 5 GHz             |
| 5  | Kekuatan Pemakaian | Rendah                                      | Sangat Rendah   | Tinggi                              |
| 6  | Aplikasi Khusus    | Telephone, Laptop, Headset, Camera, Printer | Sensor Jaringan, Industri sebagai alat pengawasan dan kontrol | Broadband internet, Kamera Keamanan |

### 2.3.1 Karakteristik ZigBee

Beberapa karekteristik dari ZigBee adalah sebagai berikut:

1. Bekerja pada Frekuensi 2,4 GHz, 868MHz dan 915MHz, dimana ketiga rentang frekuensi ini merupakan rentang frekuensi yang gratis yaitu 2,4 - 2.4835 GHz, 868 – 870 MHz, dan 902-928MHz. dan tiap lebar frekuensi tersebut dibagi menjadi 16 channel. Untuk frekuensi 2.4 GHz digunakan hampir diseluruh dunia, sedangkan aplikasi untuk rentang frekuensi 868MHz digunakan di daerah

eropa, sedangkan 915 MHz digunakan pada daerah amerika utara, Austaralia dan lain-lainnya.

2. Mempunyai konsumsi daya yang rendah
3. Maksimum transfer rate untuk tiap data pada tiap lebar pita adalah sebagai berikut 250Kbps untuk 2.4GHz, 40 kbps untuk 915 MHz, dan 20Kbps untuk 868 MHz.
4. Mempunyai Throughput yang tinggi dan dan latency yang rendah untuk duty cycle yang kecil.
5. Data yang realible karena memiliki hand-shaked protocol untuk data transfer.

### 2.3.2 Jenis – Jenis ZigBee

Terdapat tiga jenis perangkat ZigBee:

1. ZigBee koordinator (ZC):

Perangkat yang paling mampu, koordinator membentuk akar pohon jaringan dan mungkin jembatan ke jaringan lain. Hal ini mampu menyimpan informasi tentang jaringan, termasuk bertindak sebagai *Trust Centre & repositori* untuk keamanan kunci.

2. ZigBee Router (ZR):

Seperti halnya menjalankan fungsi aplikasi, sebuah router dapat bertindak sebagai perantara router, melewati data dari perangkat lain.

3. Akhir ZigBee Device (Zed):

Berisi fungsi yang cukup untuk berbicara dengan node (baik koordinator atau router). Hubungan ini memungkinkan tidur node ke sejumlah besar waktu yang lama sehingga memberikan hidup baterai.. Sebuah Zed memerlukan paling sedikit memori, dan karenanya dapat lebih murah untuk pembuatan dari satu ZR atau ZC.

### 2.3.3 Cara Pertukaran data pada ZigBee

ZigBee memiliki 3 cara dalam pertukaran data, yaitu:

1. Data yang dikirim periodik, maksudnya adalah data dikirim dengan waktu yang telah ditentukan, contohnya pada sensor, dimana sensor aktif, kemudian membaca data dan mengirimkannya, dan kemudian akan kembali tidak aktif (Sleep mode).
2. Data yang dikirim berselang waktu yang sesuai. Contohnya dapat kita lihat pada alat pendeteksi kebakaran, dimana alat tersebut hanya perlu mengirimkan data pada saat diperlukan.
3. Data dikirimkan secara berulang dengan kecepatan yang tetap. Hal ini akan sangat bergantung dengan time slot yang dialokasikan, atau biasa yang disebut GTS( guaranteed time slot).

Untuk menangani pertukaran yang ada, maka ZigBee memiliki 2 mode yang digunakan untuk menangani hal tersebut, yaitu beacon mode dan non beacon mode. Pada Beacon mode, pada awalnya alat yang berada pada jaringan, akan menunggu transmisi (beacon) dari koordinatornya yang akan dikirim secara periodic, jika pesan yang dikirimkan telah selesai, maka coordinator akan menentukan jadwal untuk mengirimkan beacon kembali, sambil menunggu itu, maka device tersebut dapat kembali ke sleep mode sampai jadwal yang telah ditentukan, dan coordinator juga akan masuk ke mode sleep sampai beacon berikutnya.

Pada beacon mode, devices yang ada akan masuk kedalam sleep mode, dan hanya akan wake up untuk data pada saat diperlukan, sehingga coordinator perlu dalam keadaan hidup terus menerus. Tiap mode penanganan yang ada memiliki kekurangan, seperti pada beacon, bahwa jika devices terlambat bangun dari sleep mode atau terlalu cepat bangun sehingga bisa saja melewatkan signal beacon yang disampaikan. Sehingga perlu timing yang akurat dalam penggunaannya. Sedangkan pada non beacon, ketika pengiriman data bisa pada saat itu coordinator sedang menerima data yang lain, sehingga data yang dikirimkan akan kelewatan oleh coordinator.

### 2.3.4 Sistem Keamanan ZigBee

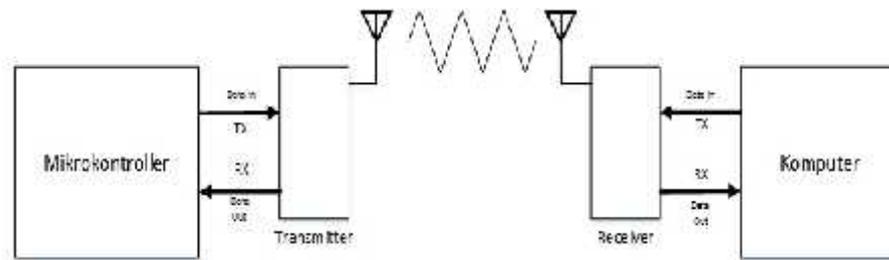
Integritas data dan keamanan merupakan salah satu fitur yang menguntungkan dari teknologi ZigBee. MAC sub layer yang menyediakan keamanan tersebut, dimana mempunyai 4 hal yang digunakan untuk mengamankan data, yaitu:

1. Access control, bahwa setiap device memiliki list yang berisikan device yang dipercaya pada jaringan sehingga tidak setiap device langsung dapat dihubungkan.
2. Adanya enkripsi data dengan menggunakan kunci symmetric 128 bit.
3. Adanya frame sebuah data membuat tidak mudah memanipulasi data yang ada tanpa kunci kryptographic.
4. Pengecekan data secara sekuensial dimana jika data yang diterima ternyata sama atau belum di update dengan sebelumnya maka data tersebut akan ditolak.

### 2.4 Komunikasi Xbee

Penggunaan *ZigBee* dengan salah satu produknya yaitu *XBee*, dengan keuntungan teknologi yang lebih sempurna dari sebelumnya. Xbee dilengkapi dengan Radio Frequency Transceiver (RFT) atau pengirim dan penerima frekuensi dan RFT ini berfungsi untuk komunikasi secara full duplex.

Dimana Duplex adalah sebuah istilah dalam bidang telekomunikasi yang merujuk kepada komunikasi dua arah. Sedangkan full duplex adalah komunikasi antara kedua pihak yang akan mengirimkan informasi dan menerima informasi dalam waktu yang sama, dan umumnya membutuhkan dua jalur komunikasi[11].



Gambar 2.1 Prinsip kerja Xbee

#### 2.4.1 Jenis – Jenis Xbee

Banyak jenis – jenis Xbee yang berada di dunia, tetapi di Indonesia hanya terdapat beberapa dan salah satunya adalah Xbee Series 1 dan Xbee Series 2:

1. Xbee Series 1 merupakan pemancar sekaligus penerima gelombang radio frekuensi yaitu frekuensi sebesar 2,4 GHz. Penggunaan Xbee pada alat ini menggunakan komunikasi serial RS232 yang dapat langsung digunakan pada USB bila menggunakan Xbee Shield atau konverter USB to Serial Xbee ini pula mampu menerima dan mengirimkan data dengan jarak 30 meter maksimum dalam ruangan dan 90 meter maksimum di luar ruangan.



Gambar 2.2 Xbee Series 1[11]

2. Xbee Series 2 dapat digunakan untuk komunikasi point to point, topologi star, dan topologi mesh dengan jangkauan 40 meter indoor dan 120 meter outdoor. Xbee series 2 hanya memiliki kecepatan komunikasi maksimal 250 kbps saja. Seri ini dapat melakukan komunikasi dengan 65000 perangkat ZigBee dalam

waktu yang bersamaan dengan metode komunikasi multihop ad-hoc tanpa harus melakukan pengaturan apa pun pada modul zigbee.



Gambar 2.3 Xbee Series 2[11]

## 2.5 Robot

Robot adalah sebuah alat mekanik yang dapat melakukan tugas fisik, baik menggunakan pengawasan dan kontrol manusia, ataupun menggunakan program yang telah didefinisikan terlebih dulu (kecerdasan buatan). Istilah robot berawal bahasa Cheko “robota” yang berarti pekerja atau kuli yang tidak mengenal lelah atau bosan. Robot biasanya digunakan untuk tugas yang berat, berbahaya, pekerjaan yang berulang dan kotor[9].

### 2.5.1 Jenis - jenis Robot

Robot terbagi menjadi beberapa jenis berdasarkan struktur bentuk dan fungsinya seperti robot mobile (bergerak), robot manipulator (tangan), robot humanoid, flying robot, robot berkaki, robot jaringan, dan beberapa jenis robot lainnya. Berikut penjelasannya :

### 1. Robot mobile

Mobile robot atau robot bergerak adalah jenis robot yang mampu melakukan perpindahan dari tempat satu ke tempat yang lain. Biasanya robot jenis ini menggunakan penggerak berbentuk roda. Mobile robot banyak digunakan oleh para pemula untuk belajar karena strukturnya yang simpel dan mudah dipelajari. Contoh mobile robot adalah robot line follower.

### 2. Robot manipulator

Robot manipulator atau yang juga biasa disebut dengan robot tangan adalah jenis robot yang memiliki struktur berbentuk tangan. Biasanya dalam satu robot manipulator terdapat bagian satu lengan lengkap mulai dari pundak, siku, telapak tangan, dan jari. Robot jenis ini biasa digunakan di bidang industri untuk mengangkat benda-benda berat.

### 3. Robot humanoid

Robot humanoid adalah jenis robot yang memiliki bentuk fisik menyerupai tubuh manusia secara utuh mulai dari kepala, badan, lengan, dan kaki. Robot jenis ini biasanya memiliki sensor dan program yang kompleks. Pada saat ini banyak perusahaan teknologi yang membuat robot humanoid untuk dijual secara umum.

### 4. Flying robot

Flying robot atau robot terbang merupakan jenis robot yang dapat bergerak di udara seperti burung dan capung. Robot jenis ini biasanya dapat dikendalikan menggunakan remote secara wireless alias tanpa kabel, atau biasa juga berjalan secara otomatis sesuai program yang telah diinputkan.

### 5. Swarm robot

Swarm Robot yaitu salah satu cabang ilmu robotika yang mempelajari tentang sekumpulan robot dengan struktur fisik sederhana yang memiliki kesamaan perilaku yang mampu bekerja sama dari interaksi antar robot dengan lingkungannya dan berinteraksi antar robot[6].

## 6. Robot berkaki

Robot berkaki adalah jenis robot yang dapat bergerak dan berpindah tempat dengan menggunakan kaki-kaki seperti laba-laba dan kepiting. Jumlah kaki dari robot berkaki ini bermacam-macam dapat disesuaikan dengan kebutuhan. Robot jenis ini juga biasa disebut sebagai robot serangga.

## 7. Robot jaringan

Robot jaringan adalah jenis robot yang menggunakan jaringan internet dengan protokol TCP/IP. Adanya robot jenis ini dipicu oleh perkembangan internet yang semakin cepat dan maju. Semua proses kontrol robot ini dilakukan dalam sebuah jaringan secara nirkabel atau wireless.

### 2.5.2 Karakteristik Robot

Pada umumnya sebuah robot harus memiliki karakteristik sehingga dapat mencerminkan bahwa itu merupakan jenis dari robot. Beberapa karakteristik yang harus dimiliki robot :

1. Sensing, robot dapat mendeteksi lingkungan disekitarnya (halangan, panas, suara dan images).
2. Mampu bergerak, robot umumnya bergerak menggunakan kaki atau roda. Pada beberapa kasus, robot diharapkan dapat terbang atau berenang
3. Cerdas, robot memiliki kecerdasan buatan supaya dapat memutuskan aksi yang tepat dan akurat.
4. Membutuhkan energi yang memadai supaya unit pengontrol dan actuator dapat menjalankan fungsinya dengan baik.

## 2.6 Swarm robot

*Swarm Robot* yaitu salah satu cabang ilmu robotika yang mempelajari tentang sekumpulan robot dengan struktur fisik sederhana yang memiliki kesamaan

perilaku yang mampu bekerja sama dari interaksi antar robot dengan lingkungannya dan berinteraksi antar robot. Interaksi antar robot dapat berupa pertukaran informasi, data pengukuran, lokasi dan perintah pergerakan. Umumnya konsep – konsep tersebut masih terinspirasi oleh kehidupan di alam (Biological Inspiration) sehingga menjadi sangat aplikatif dalam kehidupan kita sehari-hari[10].



Gambar 2.4 Swarm Robot[10]

## 2.7 Metode Topologi Jaringan

Topologi jaringan adalah suatu bentuk struktur jaringan yang dibangun / diinstalasi sesuai dengan kebutuhan dan digunakan untuk menghubungkan antara komputer satu dengan komputer yang lainnya menggunakan media kabel ataupun media wireless. Topologi jaringan dapat dibagi dalam beberapa jenis sesuai kebutuhan dan perangkatnya masing – masing[7].

### 2.7.1 Topologi STAR

Topologi star atau kita sering menyebutnya topologi bintang adalah sebuah topologi jaringan yang menggunakan sebuah switch / hub untuk menghubungkan antar node client. Topologi star merupakan topologi yang sering digunakan untuk instalasi jaringan pada umumnya.

### **2.7.2 Topologi BUS**

Topologi bus bisa dibilang topologi yang sangat jadul (jaman dulu) orang-orang bilang. Karena topologi ini hanya menggunakan sebuah kabel backbone yang berjenis coaxial yang melintang disepanjang node client dan pada ujung kabel coaxial diberi T konektor sebagai end to end kabel.

### **2.7.3 Topologi RING**

Merupakan topologi yang menghubungkan antar PC dengan PC yang lain tanpa menggunakan HUB/switch. Dalam proses instalasi hanya menggunakan LAN Card yang tersedia dalam PC.

### **2.7.4 Topologi TREE**

Topologi tree merupakan gabungan perpaduan antara topologi star dan bus, bahkan bisa juga ditambahkan untuk ring. Beberapa infrastruktur yang terdapat dalam topologi ini membuat topologi ini semakin rumit dan perlu instalasi yang khusus. Topologi tree menggunakan backbone sama halnya pada topologi bus. Pada backbone berfungsi sebagai jalur tulang punggung jaringan.

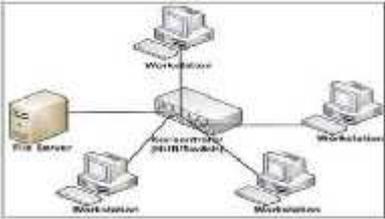
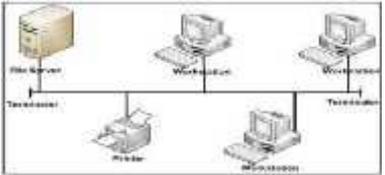
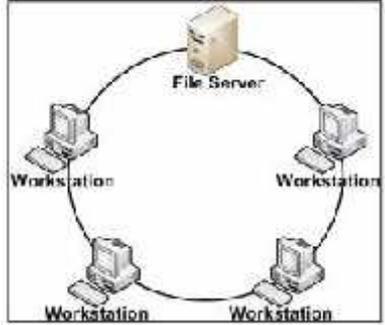
### **2.7.5 Topologi MESH**

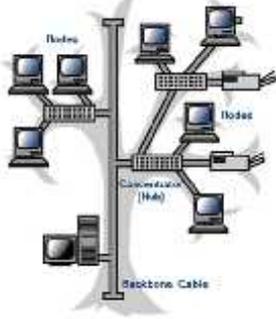
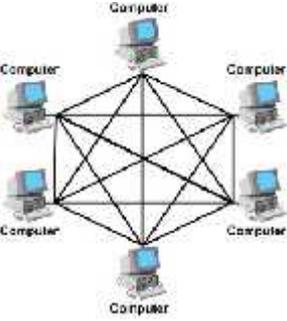
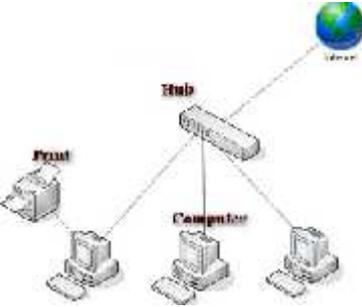
Merupakan topologi yang didesain dalam hal pemilihan rute jaringan yang banyak. Dalam topologi mesh terdapat banyak rute yang berfungsi sebagai jalur backup pada saat jalur yang lain sedang dalam keadaan down.

## 2.7.6 Topologi PEER TO PEER

Jaringan peer to peer adalah jaringan komputer sederhana, biasanya hanya digunakan 2 buah komputer yang dihubungkan dengan 1 kabel perantara. Jaringan peer to peer sering digunakan pada saat proses tukar menukar data antar PC.

Tabel 2.2 Perbandingan Topologi Jaringan

| No. | Topologi Jaringan | Kelebihan dan Kekurangan   | Gambar   |
|-----|-------------------|--|--|
| 1   | Star              | <p>Kelebihan:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Tingkat keamanan yang cukup baik</li> </ul> <p>Kekurangan:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Dalam proses Instalasi menggunakan banyak kabel.</li> </ul> |    |
| 2   | Bus               | <p>Kelebihan:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Perbaikan jaringan tidak rumit</li> </ul> <p>Kekurangan:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Tidak dapat Dikembangkan untuk jaringan kedepannya</li> </ul> |  |
| 3   | Ring              | <p>Kelebihan:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Proses instalasi yang cukup Mudah</li> </ul> <p>Kekurangan:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Tingkat keamanan yang kurang</li> </ul>                    |  |

|   |              |   |  |
|---|--------------|---|--|
| 4 | Tree         | <p>Kelebihan:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Dapat mengelompokkan satu topologi dengan topologi yang lainnya</li> </ul> <p>Kekurangan:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Troubleshooting yang tidak mudah karena mencakup jaringan yang besar</li> </ul> |   |
| 5 | Mesh         | <p>Kelebihan:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Mempunyai jalur cadangan untuk dilewati beberapa paket data</li> </ul> <p>Kekurangan:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Instalasi membutuhkan banyak kabel</li> </ul>                                       |  |
| 6 | Peer to Peer | <p>Kelebihan:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Bandwidth yang sangat besar</li> </ul> <p>Kekurangan:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Sulit dikembangkan untuk kebutuhan kedepannya</li> </ul>  |  |