

# ANALISIS PENERAPAN ARSITEKTUR WIRELESS LAN MENGUNAKAN TOP DOWN APPROACH PADA PT. TELKOM PONTIANAK

SANDY KOSASI

Sekolah Tinggi Manajemen Informatika dan Komputer Pontianak  
Program Studi Sistem Informasi

Jln. Merdeka No. 372 Pontianak, Kalimantan Barat

E-mail: [sandykosasi@yahoo.co.id](mailto:sandykosasi@yahoo.co.id) dan [sandykosasi@stmikpontianak.ac.id](mailto:sandykosasi@stmikpontianak.ac.id)

***Abstracts:** Implementation of LAN Technologies Choices model using Top-Down Approach method in analyzing the application of wireless LAN network architecture shows that the use of wireless LAN architecture has more benefits with lower cost and higher speeds than dial-up technology . But the application still raises many issues, especially regarding the stability of the existing network system is still not smooth and often drop out (no connection), access speed decreases or tends to decline over time usage, the number of complaints from stakeholders are also increasing rapidly, internet access often unstable and can thus disrupt the smooth work. Therefore, the improvement and enhancement of information technology needs to be done on an ongoing basis to always to meet the needs of the market and understand the behavior of stakeholders in using Internet services. Always measure the performance of information technology for wireless LAN networks to align with business needs. Provide assurance or guarantee smoothness, reliability, and trust and satisfaction in using the technology offered.*

**Keywords :** *Wireless LAN, LAN Technologies Choices, Top-Down Approach, Business and IT Alignment*

## 1. PENDAHULUAN

Perkembangan dan pertumbuhan teknologi jaringan komputer dan internet sudah menjadi bagian yang tidak dapat dipisahkan dalam kehidupan sehari-hari dan sudah merambah ke berbagai pelosok di seluruh Indonesia. Pemanfaatan teknologi tersebut sudah merupakan suatu keharusan bagi setiap perusahaan, organisasi nirlaba, pendidikan, militer, dan pemerintah untuk dapat meningkatkan kecepatan dan keandalan dalam pendistribusian informasinya. Seiring dengan kebutuhan informasi yang semakin luas dalam proses pembuatan keputusan untuk peningkatan pelayanan kepada masyarakat menjadikan pengelolannya menjadi semakin sulit dan beragam. Pemanfaatan teknologi internet sebagai suatu hubungan jaringan komputer dari yang terbesar sampai yang terkecil, baik dari jaringan antar pulau, negara, propinsi (Wide Area Network), kota (Metropolitan Area network) hingga ke jaringan terkecil yaitu LAN (Local Area Network) harus mendapatkan perhatian yang serius. Pada sebuah jaringan LAN, perangkat-perangkat komputer akan mendapatkan keuntungan seperti reliabilitas, skalabilitas dan kemampuan resource sharing. Reliabilitas memperlihatkan adanya sumber-sumber alternatif pengganti jika terjadi masalah pada salah satu perangkat dalam jaringan. Skalabilitas artinya memiliki kemampuan untuk meningkatkan kinerja kerja sistem dan kemampuan resource sharing yaitu kemampuan

untuk berbagi pakai untuk semua sumberdaya yang terdapat dan terhubung dalam suatu sistem jaringan.

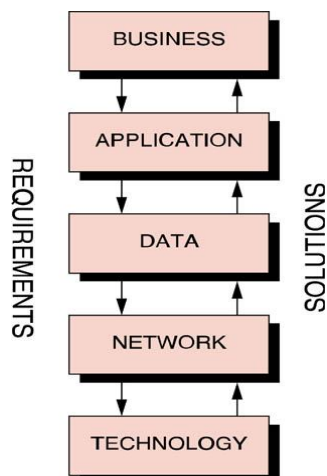
Dalam mengembangkan jaringan LAN yang diperuntukkan untuk berbagi sumber daya (sharing resource) melalui internet, memerlukan beberapa pertimbangan pokok yaitu; biaya infrastruktur (peralatan), biaya operasional (ISP), jarak antara ISP ke pelanggan, seberapa lama penggunaannya (online), kecepatan akses dan gangguan yang dihadapi (dari alam maupun dari perangkat itu sendiri). Biaya yang dikeluarkan baik itu infrastruktur maupun operasional, jarak, kecepatan akses dan gangguan tergantung dari media komunikasi yang digunakan. Media tersebut digolongkan ke dalam 2 bagian yaitu; Guided media yang menggunakan kabel (Wire) seperti koaksial, UTP dan Serat Optic; dan Unguided media atau yang biasa disebut sebagai Wireless seperti Radio, Infrared, Bluetooth dan Microwave. Selain didukung dengan media transmisi data yang baik, juga membutuhkan layanan dari pihak provider (ISP).

PT. TELKOM selaku salah satu penyedia jasa layanan internet (Internet Service Provider/ISP) yang ada di Pontianak dalam memberikan pelayanannya terhadap masyarakat, selain menggunakan media kabel (dial up) juga menggunakan media tanpa kabel (Wireless), yaitu dengan menggunakan gelombang mikro 3.3 GHz Wireless LAN sebagai media komunikasi data kepada pelanggannya. Gelombang mikro dalam perambatannya sangat diharapkan tidak mengalami gangguan. Hal-hal yang dapat mengganggu dapat beragam, baik itu dari alam maupun dari alat itu sendiri. Hal ini sangat penting bagi pihak PT. Telkom, karena kemampuan dalam mendistribusikan dan memberikan pelayanan dari sisi kecepatan, keakuratan, keandalan, dan kenyamanan dalam pemakaian jasa yang ditawarkan dapat menjadikan perusahaan memiliki nilai lebih dalam membangun kepuasan pelanggan. Sebagai sebuah perusahaan yang menawarkan jasa di bidang penyediaan layanan internet tentu sangat berharap dapat meningkatkan jumlah pelanggannya. Kondisi ini hanya akan dapat diperoleh jika pihak PT. Telkom mampu memberikan suatu kontribusi yang bersifat menyeluruh kepada semua pelanggannya. Berdasarkan paparan diatas, maka dipandang perlu untuk mengetahui lebih lanjut mengenai penggunaan media yang digunakan, dalam hal ini adalah jaringan Wireless LAN 3.3 GHz pada PT. TELKOM Pontianak agar dapat mengetahui hasil dan manfaat bagi PT. TELKOM maupun pelanggan itu sendiri.

## **2. TINJAUAN PUSTAKA**

### **a. Top-Down Approach**

Top-Down Approach (Pendekatan atas-bawah) merupakan suatu pendekatan pengembangan sistem jaringan komputer yang berorientasi kepada area bisnis perusahaan. Pendekatan ini mengarah kepada pemenuhan kebutuhan dan sasaran bisnis perusahaan. Melalui orientasi bisnis yang jelas dapat menunjang arah dan sasaran pencapaian tujuan perusahaan secara lebih efisien dan efektif. Pendekatan ini, mensyaratkan bahwa seorang analis sistem jaringan harus memahami secara mendalam mengenai kebutuhan dan sasaran bisnis perusahaan secara menyeluruh, sebelum membangun sistem jaringan komputer perusahaan termasuk semua jenis aplikasi sistem informasi yang dibutuhkan untuk memperlancar kegiatan pelayanan kepada pelanggan atau para stakeholder lainnya. Selain itu, memberikan kemudahan bagi pihak perusahaan dalam beradaptasi terhadap perubahan lingkungan pasar yang sangat cepat.



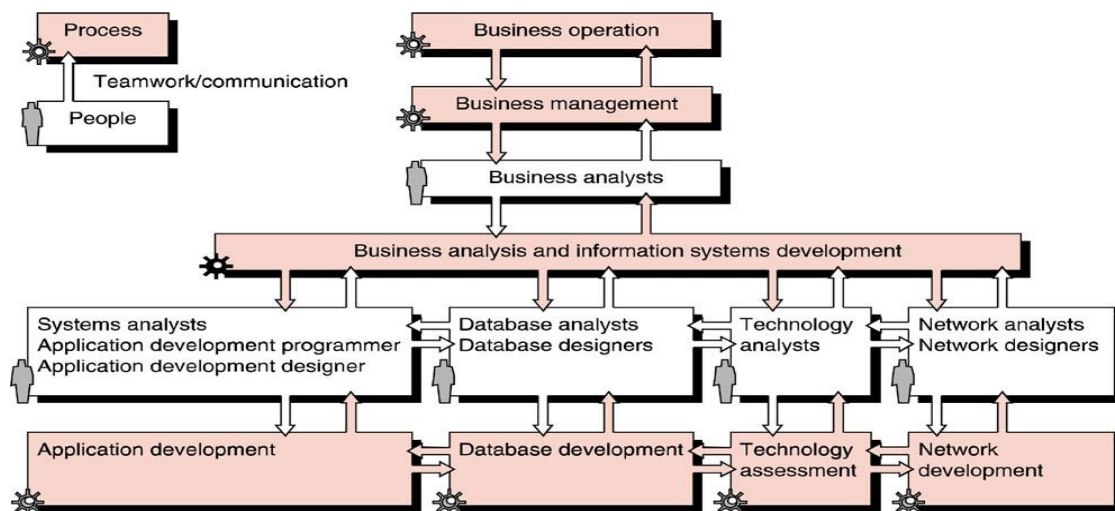
**Gambar. 2.1 Top Down Approach**

Pendekatan ini memiliki beberapa lapisan (layer) yang saling berinteraksi antara lapisan yang satu dengan lapisan lainnya (lihat gambar 2.1). Adapun masing-masing lapisan tersebut adalah lapisan bisnis, lapisan aplikasi, lapisan data, lapisan jaringan, dan lapisan teknologi. Pemahaman setiap lapisan dapat memberikan suatu manfaat/peluang yang sangat nyata untuk keberhasilan perusahaan dalam meningkatkan produktivitasnya. Tanpa adanya pemahaman yang jelas mengenai sasaran bisnis perusahaan dapat mengakibatkan pengembangan sistem jaringan komputer tidak akan berhasil dengan baik. Artinya, manajemen perusahaan tidak dapat mengoptimalkan pemanfaatan sumberdaya yang ada sehingga akan berdampak kepada peningkatan biaya pemeliharaan dan mempengaruhi kapabilitas perusahaan. Lapisan bisnis meliputi kegiatan yang berkaitan dengan perencanaan strategis bisnis, reka-ulang proses bisnis, mengidentifikasi fungsi bisnis utama, mengidentifikasi proses bisnis, dan mengidentifikasi peluang bisnis. Inti dari lapisan ini adalah dalam melakukan analisis kebutuhan dan penerapan sistem jaringan komputer harus benar-benar sesuai dan selaras dengan strategi bisnis perusahaan. Artinya, melakukan investasi teknologi informasi khususnya teknologi jaringan komputer harus dapat meningkatkan kapabilitas manajerial saat ini dan mendatang, harus terdapat suatu hubungan yang erat antara investasi teknologi informasi dengan pertumbuhan penjualan, peningkatan pangsa pasar, penetrasi pasar baru, peningkatan ukuran kualitas dan produktivitas.

Melalui pemahaman sasaran bisnis yang jelas akan mengarah kepada lapisan kedua, yaitu lapisan aplikasi. Lapisan ini berorientasi kepada pemanfaatan sejumlah aplikasi sistem informasi untuk menunjang kebutuhan strategis bisnis perusahaan. Mengembangkan sejumlah aplikasi untuk setiap unit bisnis/proses bisnis perusahaan, melakukan analisis dan perancangan sistem informasi terkait dengan masing-masing unit bisnis, mengidentifikasi kebutuhan bisnis, menyelaraskan kebutuhan informasi dengan peluang proses bisnis. Untuk menghasilkan sebuah aplikasi yang baik dan sesuai dengan kebutuhan sasaran bisnis, maka membutuhkan sebuah kelengkapan basis data yang akurat. Dalam lapisan data ini meliputi analisis dan perancangan basis data, pemodelan basis data, analisis distribusi data, perancangan arsitektur client/server, perancangan basis data terdistribusi, dan memiliki hubungan yang kuat mengenai pendistribusian informasi harus sesuai dengan kebutuhan bisnis. Memiliki sebuah basis

data yang baik dan agar dapat dimanfaatkan secara optimal sesuai dengan kebutuhan dan sasaran bisnis perusahaan, maka harus memiliki kemudahan dalam menggunakannya. Semuanya hanya akan mudah direalisasikan jika memiliki teknologi jaringan yang handal. Lapisan jaringan ini meliputi analisis dan perancangan sistem jaringan, perencanaan penerapan sistem jaringan komputer, mengawasi kinerja dan manajemen jaringan, dan sistem jaringan yang memiliki hubungan dengan pengolahan data yang tepat sesuai dengan kebutuhan bisnis.

Pengembangan sistem jaringan komputer akan mengarah kepada penentuan dan pemilihan teknologi jaringan yang ada. Penentuan dan perancangan teknologi ini merupakan lapisan yang terakhir. Lapisan teknologi berkaitan dengan analisis kebutuhan teknologi jaringan dengan segala komponennya, analisis perangkat lunak dan keras dari masing-masing komponen teknologi jaringan komputer, memetakan sistem dan model dari teknologi jaringan komputer serta metode dan cara penerapannya. Menurut Weill dan Ross (2004), arsitektur teknologi informasi merupakan mekanisme yang pengorganisasian logik data, aplikasi dan infrastruktur teknologi informasi yang diatur dalam bentuk seperangkat kebijakan, hubungan dan pilihan teknis untuk mencapai tujuan bisnis yang diinginkan serta integrasi dan standarisasi teknisnya. Arsitektur teknologi informasi menjadi roadmap bagi infrastruktur dan aplikasi untuk diarahkan pada pencapaian tujuan. Dengan demikian arsitektur dirancang sedemikian rupa agar rerangka kerja teknologi informasi selaras dengan tujuan, strategi dan kebutuhan bisnis.



**Gambar 2.2.**

### **The Top-Down Approach to Information Systems Development**

Infrastruktur pengembangan sistem informasi melalui pendekatan atas-bawah (lihat gambar 2.2), merupakan dasar perencanaan kapabilitas teknologi informasi, termasuk kapabilitas teknis dan manusiawi yang diwujudkan dalam bentuk layanan dan aplikasi yang handal. Dari perspektif sistem informasi secara umum, infrastruktur sistem informasi mencakup penentuan layanan infrastruktur yang paling kritis untuk mencapai tujuan organisasi, penentuan level layanan untuk setiap kluster infrastruktur, apakah pada level strategis atau pada level operasional, penentuan harga dan biaya pengembangan infrastruktur, penyusunan rencana pengembangan infrastruktur secara

berkesinambungan, penentuan keputusan beli atau sewa untuk setiap infrastruktur yang dibutuhkan dan perlu dikembangkan. Dalam hubungannya dengan konteks bisnis strategis maka keputusan atas infrastruktur sistem informasi juga mempertimbangkan berbagai isu sosio-psikologis para pengguna dan para pemangku kepentingan dalam organisasi karena bagaimana pun setiap bentuk infrastruktur sistem informasi akan berpengaruh terhadap mekanisme interaksi antarmanusia. Keputusan atas infrastruktur sistem informasi juga berkaitan dengan isu perkembangan trend teknologi. Oleh karena itu, keputusan penentuan standar umum yang diacu oleh organisasi perlu dianalisis secara mendalam. Setiap bentuk keputusan pengembangan infrastruktur sistem informasi tidak hanya berdampak pada perubahan di dalam organisasi tetapi juga perubahan di luar organisasi, seperti perubahan kekuatan persaingan di dalam pasar dan perubahan preferensi pelanggan perusahaan. Perusahaan harus mampu mengukur secara tepat apakah peluang bisnis mampu menghasilkan nilai bagi perusahaan dan aplikasi bisnis seperti apa yang bernilai bagi kedua belah pihak (produsen dan pelanggan). Untuk itu perlu serangkaian metode dan teknik yang akurat untuk mengukur peluang pasar dan kelayakan aplikasi bisnis yang akan dikembangkan.

## **2.2 Local Area Network dan Wide Area Network**

LAN (Local Area Network) merupakan suatu jaringan komunikasi yang saling menghubungkan berbagai jenis perangkat dan menyediakan alat untuk pertukaran informasi diantara perangkat-perangkat tersebut (Stallings, 2011). LAN menggunakan teknologi ethernet dan Wi-fi dari 10 sampai 100000 Mbit/s. LAN yang saling berhubungan biasanya membutuhkan sebuah router dan membentuk sebuah WAN. WAN menjangkau lokasi yang lebih luas dengan jumlah komputer yang lebih banyak. Teknologi WAN tidak dibatasi dengan ruang dan bangunan sehingga bebas digunakan dimana saja dan melakukan "Sharing Resources" antar berbagai lokasi. Peralatan membangun sebuah LAN antara lain NIC (Network Interface Card) atau biasa disebut dengan LAN card, hub, dan sebuah kabel jaringan dengan salah satu dari sejumlah sistem operasi berikut ini: Windows 98, Windows NT, Windows 2000, Windows XP, Windows Vista, Windows 7, atau menggunakan platform UNIX seperti Linux, FreeBSD, dsb. Sementara peralatan untuk membangun WAN antara lain modem, ISDN (Integrated Services Digital Network), DSL (Digital Subscriber Line), Frame Relay, ATM (Asynchronous Transfer Mode), SONET (Synchronous Optical Network).

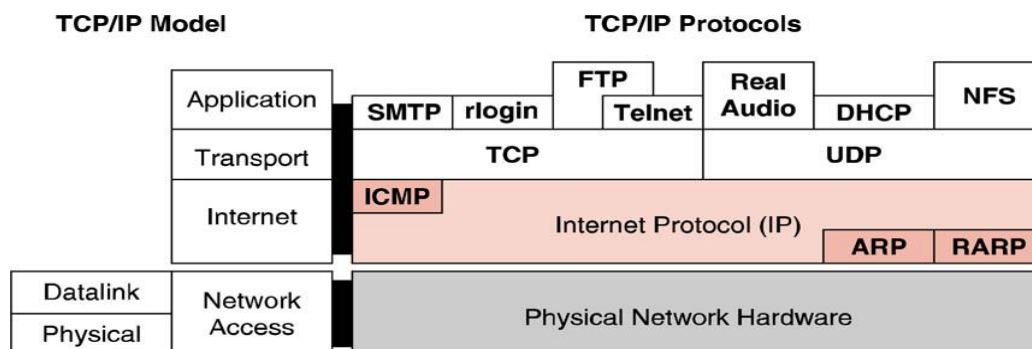
Membangun LAN dan WAN harus menggunakan jenis topologi yang sesuai dengan memperhatikan kondisi dan lokasi ruangan atau bangunan tersebut. Adapun dua jenis topologi utama, yaitu topologi fisik dan logik. Untuk topologi fisik yang saat ini sering digunakan adalah bus, ring, dan star. Sementara tipe umum dari topologi logik yaitu broadcast dan token-passing. Broadcast topologi adalah bahwa setiap host dapat mengirim data ke semua host dalam sebuah jaringan. Sedangkan Token-passing adalah untuk mengontrol akses jaringan dengan mengirim pesan elektronik ke host lainnya. Untuk dapat melakukan fungsi interoperability (kemampuan berkomunikasi) dengan baik, maka membutuhkan sebuah model komunikasi jaringan, yang selanjutnya dikenal sebagai model OSI (Open System Interconnection). Model ini untuk mengembangkan standardisasi yang dapat memfasilitasi perangkat/perlengkapan dari para vendor dalam melakukan kegiatan komunikasi data. Model OSI dapat menginformasikan cara pengiriman informasi, memvisualisasikan proses transmisi data dari satu komputer ke komputer lainnya dalam sebuah jaringan komputer. Model OSI memiliki tujuh layer

(lapisan) seperti pada gambar dibawah ini (gambar 2.3). Dalam gambar tersebut juga memperlihatkan fungsi dari masing-masing lapisan.

Layer	OSI	INTERNET	Data Format	Protocols
7	Application	Application	Messages or Streams	TELNET FTP TFTP SMTP SNMP HTTP
6	Presentation			
5	Session	Transport or Host-Host	Transport Protocol Packets	TCP UDP
4	Transport			
3	Network	Internet	IP Diagrams	IP
2	Data Link	Network Access	Frames	
1	Physical			

**Gambar 2.3. Model referensi OSI**

Kegiatan komunikasi data lebih dari satu komputer membutuhkan sebuah protokol. Protokol merupakan suatu aturan yang bersifat standar atau seragam agar dalam pengiriman dan penerimaan data menjadi lebih akurat. Untuk saat ini, protokol yang sering dipergunakan adalah protokol TCP/IP (Transmission Control Protokol/Internet Protokol). Protokol TCP/IP merupakan suatu protokol yang terdiri dari 32 bit, dimana 8 bit pertama menandakan sebuah network dan 24 bit berikutnya sebagai pengalamatan untuk host dalam sebuah network. Protokol TCP/IP terdiri dari 4 (empat) lapisan (layer) seperti terlihat pada gambar 2.4 berikut ini.



**Gambar 2.4. Model Protokol TCP/IP**

Sehubungan dengan begitu banyak komputer yang digunakan dalam sebuah jaringan, maka masing-masing komputer harus mempunyai ciri yang unik sehingga akan dapat dikenali. Identifikasi tersebut dilakukan dengan memberikan IP address pada masing-masing komputer. Versi IP yang digunakan saat ini adalah IP v4 dengan kemampuan menampung alamat hingga  $4,3 \times 10^9$  alamat dan panjangnya adalah 32 bit. Namun dengan jumlah alamat yang semakin banyak dari waktu ke waktu, maka saat ini sedang dikembangkan untuk IP v6 dengan kemampuan kapasitas alamat yang lebih banyak, yaitu sampai  $3,4 \times 10^{38}$  alamat dan panjangnya adalah 64 bit. Media transmisi untuk komunikasi antar komputer dapat dikelompokkan menjadi 2 (dua) bagian yaitu

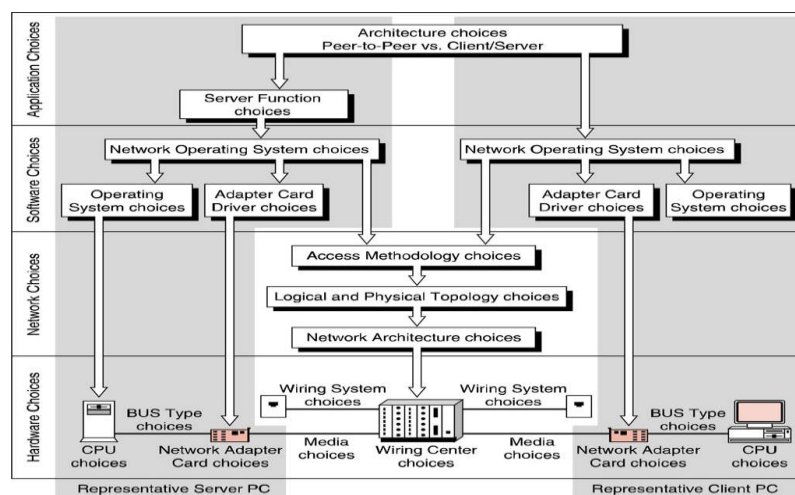
media kabel (guided media) dan media non kabel (wireless media). Tipe pengkabelan yang sering digunakan adalah koaksial, twisted pair, dan fiber optic. Sedangkan tipe yang tidak menggunakan kabel adalah menggunakan gelombang mikro, gelombang radio, dan inframerah. Sinyal wireless merupakan sinyal gelombang elektromagnetis yang dapat berjalan tanpa media kabel tetapi melalui ruang hampa atau media seperti udara. Untuk sebuah jaringan yang sederhana sering menggunakan istilah WaveLAN, seperti di warnet-warnet. WaveLAN merupakan sarana komunikasi dengan menggunakan wireless. Wi-Fi (Wireless Fidelity) atau jaringan tanpa kabel, yang sering disebut dengan jaringan 802.11 karena standar yang biasanya digunakan adalah IEEE 802.11. Keuntungan menggunakan jenis jaringan seperti ini adalah tanpa menggunakan medium seperti kabel. Penggunaan angka 802.11 (standard wireless network) dibuat oleh IEEE (Institute of Electrical and Electronics Engineers). Penggunaan notasi a, b, dan g adalah menunjukkan versi yang berbeda dalam standar 802.11. Versi yang pertama diluncurkan adalah 802.11b beroperasi pada 2,4 GHz dan kecepatan 11 Mbps. Kemudian dilanjutkan dengan versi 802.11a dengan beroperasi pada 5 GHz dan kecepatan 54 Mbps. Versi yang terakhir adalah 802.11g adalah campuran diantara kedua versi sebelumnya, beroperasi pada 2,4 GHz dan kecepatan 54 Mbps.

Beberapa perangkat keras yang perlu disediakan dalam membangun sebuah jaringan wireless antara lain Access Point (AP), kartu jaringan wireless, antena, bridge wireless, relay wireless, dan kabel network. AP memiliki fungsi seperti hub dalam jaringan kabel, menghubungkan antara jaringan wireless dengan internet. AP juga berfungsi sebagai filtering, firewall, router, melakukan identifikasi terhadap jaringan dengan memberikan WEP (Wireless Equivalent Privacy) atau WPA (WiFi Protected Access) untuk proteksi keamanan jaringan wireless. Sebuah perangkat AP biasanya mempunyai port ethernet yang dihubungkan dengan kabel UTP ke LAN. Juga dilengkapi dengan port WAN untuk mendukung fungsi router. Kartu jaringan berfungsi untuk menghubungkan komputer dengan AP. Antena berfungsi untuk memperluas jangkauan jaringan. Biasanya antena ini sudah terintegrasi pada perangkat AP. Teknologi terbaru antena saat ini adalah menggunakan teknologi MIMO (Multiple Input Multiple Output), yaitu menggunakan banyak antena. Hal ini akan dapat mengurangi interference/gangguan dan menambah jangkauan akses bagi pengguna, khususnya untuk koneksi dengan streaming multimedia dan VoIP. Pada dasarnya jaringan Wireless menggunakan Antena. Dilihat dari arah pancarannya, terdiri atas Omnidirectional Antena, Sectoral Antena, Directional Antena. Omnidirectional Antena biasanya digunakan pada AP. Jenis antena ini memiliki pola radiasi 360 derajat. Sectoral Antena biasanya digunakan pada AP. Antena Sectoral memiliki kekuatan daya pancar yang lebih kuat dibandingkan dengan antena Omnidirectional. Namun area yang dapat di tangani antena ini hanya sebatas 90 sampai 180 derajat. Directional Antena biasanya digunakan pada sisi client. Antena ini memiliki kekuatan yang besar, sehingga arahnya ditujukan ke AP. Bridge wireless berfungsi untuk menghubungkan antara satu jaringan wireless dengan yang lain. Hal ini berguna untuk mengurangi beban pada setiap segmen, karena setiap segmen jaringan akan menerima setiap paket data pengirim dari segmen tersebut. Relay wireless berfungsi untuk meneruskan sinyal jaringan wireless ke jaringan yang lain. Hal ini akan memperluas jangkauan jaringan wireless yang ada. Kabel network memiliki fungsi untuk menghubungkan router internet atau server atau komputer yang berfungsi sebagai internet gateway dengan AP.

Pada dasarnya jaringan wireless LAN hanya dapat memiliki 2 (dua) bentuk topologi jaringan yaitu ad-hoc dan infrastuktur. Untuk jaringan ad-hoc seluruh terminal terhubung secara langsung ke jaringan sehingga setiap komputer dapat berkomunikasi secara langsung satu sama lain tanpa harus melalui sentral (AP). Sedangkan untuk jaringan infrastruktur menggunakan AP yang terhubung pada jaringan tetap dan berfungsi sebagai sentral yang mengatur semua komunikasi antar terminal-terminal komputer nirkabel. AP dalam hal ini memiliki banyak fungsi, selain sebagai sentral jaringan nirkabel juga dapat berfungsi sebagai jembatan penghubung dengan jaringan ethernet biasa, sebagai gateway dengan jaringan internet (dilengkapi dengan modem), ataupun sebagai penghubung darat untuk memperluas jangkauan jaringan komputer nirkabel.

### 2.3 LAN Technologies Choices

Untuk membangun suatu jaringan komputer, seorang analis jaringan harus memperhatikan peralatan/perengkapan yang dibutuhkan, kemudian memilih jenis koneksi jaringan yang tepat. Berikut ini merupakan sebuah model dari teknologi LAN yang dapat digunakan sebagai bahan pertimbangan dalam melakukan pemilihan perangkat keras (hardware), model dan tipe dari jaringan komputer, perangkat lunak (software), dan aplikasinya untuk mencapai hasil yang optimal (lihat gambar 2.5).



**Gambar 2.5. LAN Technologies Choices**

Menggunakan model ini dalam melakukan analisis teknologi arsitektur jaringan komputer, baik dengan media transmisi sistem pengkabelan atau tanpa pengkabelan adalah merupakan suatu cara yang sangat praktis untuk menghasilkan suatu penilaian yang memiliki tingkat optimalisasi dan kinerja perusahaan. Model ini memperlihatkan secara jelas untuk masing-masing komponennya.

## 3. METODOLOGI PENELITIAN

Penelitian ini menggunakan bentuk studi kasus dengan metode penelitian deskriptif. Metode pengumpulan datanya terdiri dari data primer dan sekunder. Data primer berasal dari hasil wawancara, observasi, dan sebaran kuesioner. Sementara untuk



data sekunder diperoleh dari sejumlah dokumen dan laporan penggunaan sistem jaringan wireless selama ini. Melakukan wawancara kepada seluruh unit yang berkaitan dengan penerapan sistem jaringan wireless sebagai media transmisi data. Kegiatan observasi mencakup seluruh mekanisme proses yang berhubungan secara langsung dalam arsitektur jaringan wireless. Penggunaan daftar pertanyaan penting mengingat kegiatan observasi tidak memiliki nilai kontinuitas yang dapat menggambarkan suatu kenyataan dari sebuah kejadian secara nyata. Penelitian ini menggunakan variabel tunggal yaitu analisis arsitektur sistem jaringan wireless. Metode analisis menggunakan Top-Down Approach dan menggunakan model LAN Technologies Choices.

#### **4. HASIL PENELITIAN DAN PEMBAHASAN**

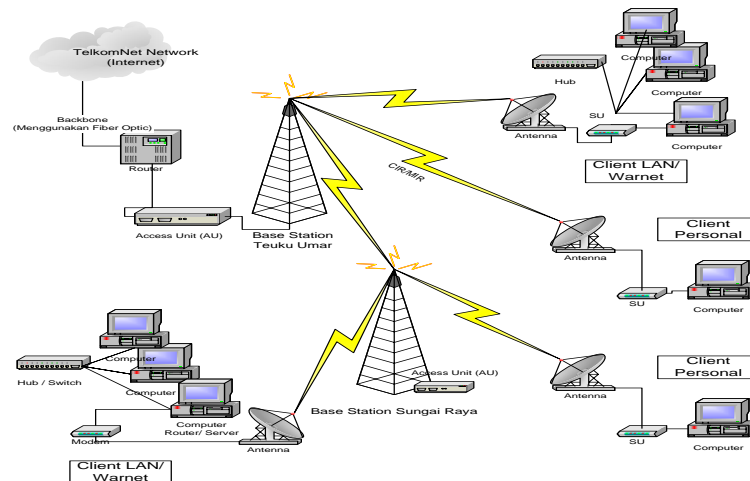
##### **4.1. Analisis Jaringan Wireless LAN Menggunakan Top-Down Approach**

Arsitektur teknologi informasi jaringan wireless LAN merupakan mekanisme yang mengorganisasikan data secara logik, aplikasi dan infrastruktur teknologi informasinya yang diatur dalam bentuk seperangkat kebijakan, hubungan dan pilihan-pilihan teknis untuk mencapai tujuan bisnis yang diinginkan serta integrasi dan standarisasi teknis. Arsitektur teknologi informasi ini dapat menjadi roadmap bagi infrastruktur dan aplikasi untuk diarahkan pada pencapaian tujuan. Dengan demikian arsitektur dirancang sedemikian rupa agar rerangka kerja teknologi informasi selaras dengan tujuan, strategi dan kebutuhan bisnis. Untuk mewujudkan hal tersebut, kunci utama adalah proses melakukan integrasi dan standarisasi. Proses integrasi menunjukkan adanya keselarasan antara strategi bisnis dan strategi teknologi informasi jaringan wireless LAN yang diwujudkan dalam bentuk standarisasi data karena data yang terstandar dapat menjadi acuan bagi organisasi untuk menyinergikan seluruh aktivitas bisnis. Sedangkan proses standarisasi adalah perencanaan terkendali seluruh bentuk keputusan atas arsitektur teknologi informasi jaringan wireless LAN, termasuk proses implementasi dan pengawasan sistem tata kelola teknologi informasi PT. Telkom Pontianak. PT. Telkom Pontianak memiliki arsitektur yang beragam dan unik sesuai dengan kebutuhan dan sasaran bisnisnya. Semakin luas dan terdiversifikasi suatu unit bisnis maka proses integrasi dan standarisasi akan semakin sulit dilakukan karena kendali pusat dari manajemen puncak di level korporasi akan menjadi lebih sulit untuk dilakukan. Hal ini kemudian terkait dengan “archetype” yang digunakan. Konsekuensinya adalah standarisasi teknis yang mungkin dapat dilakukan PT. Telkom Pontianak untuk mengadaptasi keragaman dalam aktivitas bisnisnya. Oleh karena itu dalam menerapkan metode Top-Down Approach untuk pengembangan sistem informasi, sebuah arsitektur teknologi informasi jaringan wireless LAN ditentukan oleh beberapa faktor antara lain: Business (Proses bisnis inti perusahaan), Application (Informasi dan data yang diperlukan), Data (Kapabilitas teknis), Network (Aktivitas terstandar), Technology (Pemilihan teknologinya).

##### **4.2. LAN Technologies Choices**

Berdasarkan metode Top-Down Approach, kepemilikan arsitektur teknologi jaringan wireless LAN selanjutnya dapat dianalisa melalui model pemilihan teknologi LAN (Model LAN Technologies Choice). Model ini digunakan untuk memetakan arsitektur teknologi sistem jaringan komputer wireless LAN yang diterapkan oleh PT. Telkom Pontianak. Model ini dapat memberikan sejumlah informasi dalam memilih dan

menentukan sejumlah komponen dari perangkat teknologi informasi yang menjadi kebutuhan dari suatu arsitektur sistem jaringan wireless. Model ini penting untuk dilakukan agar dapat memberikan hasil yang optimal dari segi biaya dan manfaat untuk kepentingan perusahaan dan masyarakat khususnya para pelanggan dari PT. Telkom Pontianak. Adapun teknologi dari arsitektur jaringan wireless dapat ditelusuri berdasarkan uraian berikut ini.



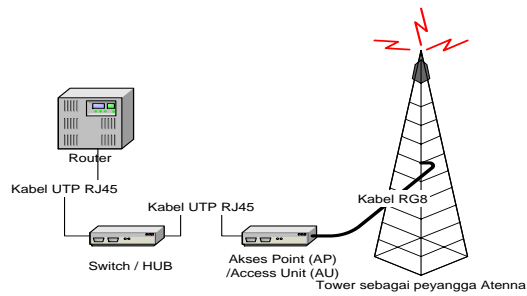
**Gambar 4.1.**  
**Gambaran Umum layanan Telkom Wireless LAN**

Hal-hal yang mendorong pihak PT. Telkom Pontianak menggunakan WLAN 3.3 GHz adalah sebagai berikut:

- Jarak yang dicapai sangat jauh, yaitu mencapai 15 Km. Jika menggunakan media kabel, harus menggunakan minimal 2 STO, namun dengan adanya WLAN maka cukup membutuhkan 1 STO sebagai base stationnya.
- Menggunakan WLAN, kerumitan yang diakibatkan oleh kabel dapat dikurangi. Karena WLAN tidak menggunakan media kabel sebagai penghantarnya, namun menggunakan gelombang radio mikro.
- Jika terdapat pelanggan yang mengharapkan pemasangan jaringan internet, namun masih belum memiliki jalur telepon rumah, maka WLAN merupakan alternatif yang terbaik.

Perangkat yang digunakan adalah perangkat Broadband Wireless Access (BWA) khusus dengan sertifikasi Dirjen Postel yang mampu memberikan layanan s/d 2 Mbps (Mega bit per detik) per client dengan menggunakan frekuensi berijin di 3.3 GHz. Dalam aplikasi penggunaannya, layanan ini dapat pula digunakan oleh single user maupun dalam lingkungan LAN dengan menggunakan perangkat sharing akses seperti NAT maupun Proxy. Selain itu, pelanggan juga dapat membangun server aplikasi internet seperti web server dan email server.

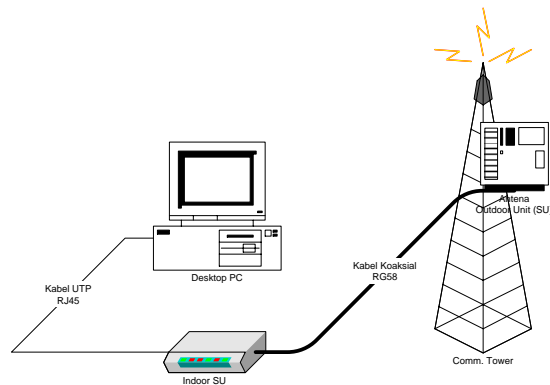
#### 4.2.1. Konfigurasi Base Station



**Gambar 4.2. Base Station**

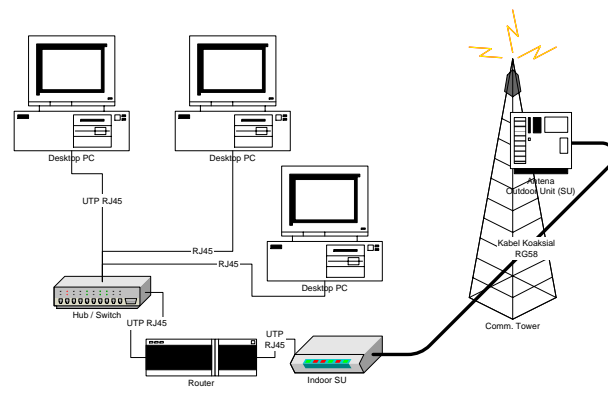
Base Station milik PT. Telkom Pontianak yang khusus bergerak pada jasa layanan Internet Wireless untuk sekarang ini adalah 2 unit, yaitu yang terletak pada Jln. Teuku Umar dan daerah Sungai Raya (daerah perumahan Pondok Indah Lestari). Sectoral point yang digunakan oleh PT. Telkom yaitu omnidirectional (tersebar) dengan menggunakan 3 buah antena, yang masing-masing antena menangani sudut  $120^\circ$ . Sehingga dengan menggunakan 3 buah antena pada satu tower dapat melayani sekeliling area ( $360^\circ$ ). Daya pancar dan tangkap setiap antena adalah sekitar 15 Km. Tinggi Tower pada base station adalah sekitar 45 M. Perangkat Access Unit (AU) yang digunakan pada base station adalah Merk NERA, Switch Merk D-Link dengan type DES-1016D dan perangkat router yang digunakan adalah Cisco Router 7200 Series VXR.

#### 4.2.2. Konfigurasi Client Personal



**Gambar 4.3. Konfigurasi Client Personal**

#### 4.2.3. Konfigurasi Client LAN / WARNET



**Gambar 4.4. Konfigurasi Client LAN**

Perangkat SU (Subscriber Units) terdiri dari 2 buah perangkat utama, yaitu perangkat untuk di luar ruangan (Outdoor Unit) dan satu lagi adalah perangkat untuk dalam ruangan (Indoor Unit). Perangkat yang di luar ruangan (Outdoor Unit) terdiri dari sekotak perangkat antena yang juga didalamnya terdapat grounding system, processor, modem dan komponen Intermediate Frequency (IF) radio yang digunakan untuk berhubungan dengan indoor Unit. Sedangkan perangkat yang di dalam ruangan (indoor unit) terdiri dari Power Supply Unit 24 Volts DC. Oleh karena itu, pada perangkat indoor unit akan panas untuk penggunaan yang lama. Perangkat yang diluar ruangan dan yang di dalam ruangan hanya terhubung dengan kabel koaksial 50 Ohm yang menghantarkan Intermediate Frequency (IF) sebesar 140 MHz. Sehingga data, daya, manajemen dan kontrol sinyal antara kedua perangkat adalah lewat kabel koaksial. Dari perangkat komputer pelanggan ke SU dihubungkan hanya dengan menggunakan Ethernet 10/100-BaseT (RJ 45). Kondisi perangkat minimal di sisi client yang digunakan adalah:

1. Tower / pole untuk penempatan perangkat antena termasuk perijinannya.
2. Catuan listrik 220 Volt dengan konsumsi daya 100 Watt
3. Grounding System
4. PC client dengan syarat minimum Processor Pentium I, RAM 16MB, Hard Disk 1GB, VGA monitor dan System operasi minimal Microsoft Windows 95.
5. Jika akan digunakan sharing akses (sambungan ke LAN) maka harus tersedia PC router (NAT) atau proxy.

#### 4.2.4. Data Teknis Antena

Ketinggian antena perlu diatur untuk mendapatkan daerah tanpa halangan atau Fresnel Zone Clearance (FZC). Dalam hal ini membandingkan ketinggian antena client dilapangan dengan menggunakan perhitungan rumus. Rumus perhitungan tinggi minimal antena (R):  $R = 43.3 \sqrt{d / 4f}$ . Dimana: d adalah jarak antara Client ke Base station (Km) dan f adalah frekuensi (GHz) Ketentuan dasar: Tinggi Antena Base Station: 45 M dan Frekuensi : 3.3 GHz = 3300 MHz Dari perhitungan jarak dan frekuensi dilakukan, maka hasilnya dapat dilihat pada tabel di bawah ini:

**Tabel 4.1. Keterangan Fisik Antena Client**

Nama	Keterangan		
	Jarak (Km)	Tinggi Antena minimal dengan Rumus (M)	Tinggi Antena di lapangan (M)
Client 1	4,2	5,85	10
Client 2	4,62	6,17	8
Client 3	1,365	3,24	7
Client 4	0,85	2,56	8
Client 5	3,57	5,38	14,3
Client 6	3,15	5,13	12,4
Client 7	1,89	3,97	10,3

#### 4.3. Hasil Analisis LAN Technologies Choices dengan Top-Down Approach

Observasi dilakukan dengan cara mendatangi setiap client dari jaringan WLAN PT. Telkom Pontianak untuk melakukan evaluasi atau pengujian terhadap kecepatan akses atau transmisi data dengan menggunakan *command* “Ping” pada system DOS yang dilakukan menuju Base Station (Akses Point). Dengan mengetahui alamat IP Base station maka dapat melakukan Ping dan menentukan besar paket yang dikirimkan yaitu sebesar 32 byte. Packet sent adalah kiriman paket (data) dari client yang digunakan menuju ke base station. Sedangkan packet Received adalah paket yang datang kembali atau balasan dari base station. Packets lost adalah paket yang hilang, tidak kembali atau rusak setelah dikirimkan. Waktu “pulang-pergi” (round trip) adalah waktu perjalanan data dari client kemudian ke base station dan kembali lagi ke client. Waktu round trip dibuat dalam satuan millidetik (ms). Semakin besar angka yang ditampilkan, artinya kecepatan pengiriman semakin rendah atau lambat. Pada client 1, dari hasil kiriman paket sebanyak 20 semuanya kembali dengan lengkap tanpa ada yang tertinggal. Round trip juga cepat dengan rata-rata (average) 137 ms. Ini artinya waktu pengiriman dan kembali data hanya membutuhkan waktu 0,137 detik. Waktu rata-rata (average) didapatkan dari jumlah waktu Round Trip, kemudian total hasilnya dibagi jumlah paket yang dikirim.

Hasil yang didapatkan, memberikan kesimpulan bahwa jaringan Wireless LAN ini dapat berkerja dengan semestinya, walaupun terkadang terdapat “Request Time Out” dari perintah “Ping” yang dilakukan. Dari beberapa client yang dilakukan pengujian, hanya satu sambungan yang terdapat RTO (Request Time Out) dengan 5 data Loss. Hal ini dimungkinkan adanya gangguan pada sinyal gelombang mikro yang diakibatkan oleh ketidakstabilan perangkat SU. Selain itu, hal ini tidak selalu terjadi, dari beberapa percobaan, hanya sekitar 10% mengalami RTO. Kelemahan pengujian dengan menggunakan metode ini, tidak dapat selalu memantau 24 jam sehari, namun hanya mengambil waktu-waktu tertentu. Oleh karena itu, pemantauan atau evaluasi yang dilakukan kurang efektif, mengingat koneksi jaringan tidak hanya terjadi pada saat itu saja, namun selalu berjalan 24 jam. Oleh karena itu, selain didukung dengan ping, dalam analisis ini juga menggunakan MRTG (Multi Router Traffic Grapher). Dari hasil pengujian yang dilakukan, dapat disimpulkan bahwa koneksi jaringan Dial Up (telepon kabel) tidak dapat menyaingi kecepatan koneksi Wireless LAN. Hal ini disebabkan karena banyaknya pengguna Dial Up (telepon) mengakibatkan lalu lintas data menjadi tinggi, tidak seperti halnya jaringan Wireless LAN yang lebih sedikit penggunaanya.

Berdasarkan analisis model LAN Technologies Choices dengan menggunakan Top-Down Approach, bahwa PT. Telkom Pontianak untuk saat ini masih bisa mengandalkan teknologi informasi khususnya teknologi jaringan wireless LAN sebagai media komunikasi data untuk para stakeholder di Kota Pontianak dan sekitarnya. Saat ini, PT. Telkom masih menjadi satu-satunya ISP dengan jumlah pelanggannya paling banyak dibanding pesaing lainnya. Kategori untuk jangkauan penguat sinyal masih lebih baik dari penguat sinyal perusahaan lainnya, walaupun hanya untuk tempat/wilayah tertentu saja. Agar lebih jelas mengenai kondisi dari penerapan sistem jaringan wireless LAN yang sudah ada, berikut ini akan dideskripsikan sejumlah masukan bagi PT. Telkom Pontianak.

**Tabel 4.2. Tanggapan Kapasitas atau Bandwidth Yang Dimiliki**

Tanggapan	Jumlah Responden (orang)	Persentase (%)
64/8 Kbps	0	0,00
128/8 Kbps	4	44,44
128/16 Kbps	5	55,56
64/32 Kbps	0	0,00
128/32 Kbps	0	0,00
128/64 Kbps	0	0,00
<b>Jumlah</b>	<b>9</b>	<b>100,00</b>

**Tabel 4.3. Tanggapan Menggunakan Jasa Internet Dengan Koneksi Wireless**

Tanggapan	Jumlah Responden (orang)	Persentase (%)
Puas	1	11,11
Cukup Puas	7	77,78
Kurang Puas	1	11,11
Tidak Puas	0	0,00
<b>Jumlah</b>	<b>9</b>	<b>100,00</b>

**Tabel 4.4. Tanggapan Lama Berlangganan Jasa Internet menggunakan WLAN**

Tanggapan	Jumlah Responden (orang)	Persentase (%)
1 bulan	0	0,00
Beberapa bulan	1	11,11
1 tahun	2	22,22
Lebih dari 1 tahun	6	66,67
<b>Jumlah</b>	<b>9</b>	<b>100,00</b>

**Tabel 4.5. Tanggapan Koneksi Data**

Tanggapan	Jumlah Responden (orang)	Persentase (%)
Lancar	4	44,44
Terkadang putus	4	44,44
Putus-putus	1	11,11
Sering putus-putus	0	0,00

<b>Jumlah</b>	<b>9</b>	<b>100,00</b>
---------------	----------	---------------

**Tabel 4.6. Tanggapan Tindakan yang Dilakukan jika Koneksi Lambat**

<b>Tanggapan</b>	<b>Jumlah Responden (orang)</b>	<b>Persentase (%)</b>
Tenang-tenang saja	0	00,00
Melakukan cek MRTG	3	33,33
Melakukan Ping	1	11,11
Menelepon ISP dan mencari tahu penyebabnya	5	55,56
<b>Jumlah</b>	<b>9</b>	<b>100,00</b>

**Tabel 4.7. Tanggapan Gangguan Mati Total**

<b>Tanggapan</b>	<b>Jumlah Responden (orang)</b>	<b>Persentase (%)</b>
Beberapa menit saja	1	11,11
Antara 15 menit - 1 jam	1	11,11
Beberapa Jam	3	33,33
1 hari	2	22,22
Lebih dari 1 hari	2	22,22
<b>Jumlah</b>	<b>9</b>	<b>100,00</b>

Berdasarkan hasil responden dapat diketahui bahwa, pihak PT. Telkom Pontianak dalam memberikan pelayanan berupa penyedia jasa layanan internet dengan menggunakan jaringan wireless LAN masih perlu melakukan pembenahan terutama berkaitan dengan infrastruktur teknologi informasinya. Masih banyak dijumpai berbagai hambatan dalam kegiatan operasionalnya. Sementara PT. Telkom harus mempertahankan segmen dan target pasarnya agar tidak dimasuki oleh para pesaing. Semua yang dilakukan tentu untuk mencapai Visi dan Misi PT. Telkom. Visi PT. Telkom adalah meningkatkan kompetensi, daya saing dan pemberdayaan Small Medium Enterprise (SME) di Indonesia melalui solusi ICT sebagai business enabler. Sementara misinya adalah memberikan *technical assistance*, membantu peningkatan *entrepreneurship* melalui pola kemitraan, solusi ICT yang terjangkau dan tepat sebagai business enabler SME.

Dari kajian perangkat arsitektur Teknologi LAN yang digunakan masih belum stabil dan cenderung semakin berkurang dari sisi kecepatannya. Koneksi internet seringkali putus sambung dan untuk waktu atau jam tertentu tidak dapat melakukan koneksi, dalam arti kata mati total. Belum lagi dengan biaya akses internet yang cenderung masih mahal dan belum dapat dinikmati oleh masyarakat secara luas. Hal ini tentu dapat mengganggu dan menimbulkan ketidaknyamanan bagi para stakeholder. Walaupun dari pihak PT. Telkom sudah menerapkan Teknologi dengan menggunakan gelombang mikro 3.3 GHz, namun masih juga dijumpai sejumlah kendala yang belum bisa diatasi semuanya, karena teknologi ini mudah mengalami interferensi dengan gelombang dari Televisi Parabola. Namun pemilihan teknologi ini juga bukan merupakan suatu jaminan layanan internet akan stabil. Untuk saat ini mungkin masih bisa, namun dengan jumlah pemakai yang semakin banyak tentu juga akan menyulitkan bagi pihak PT. Telkom Pontianak. Memang untuk saat ini sudah semakin banyak teknologi baru yang dapat menjadi pilihan dalam penggunaannya dengan tujuan tetap

dapat menjangkau para stakeholder yang ada dengan biaya akses yang terjangkau. Salah satu teknologi baru yang mulai dikenalkan adalah Telkom Astinet. Teknologi ini memiliki jangkauan layanan mencakup seluruh area backbone telkomnet. Kecepatan layanan n x 64 Kbps dengan tingkat reliabilitas yang handal. Menyediakan beragam fasilitas saluran akses (DSL, VSAT, dan Radio), dan menyediakan akses bebas (free) email account dan web hosting. Adapun spesifikasi teknis adalah:

- a. Customer Promises Equipment (CPE): mencakup Customer Router (CE) dan Switch/Hub.
- b. Akses: mencakup Leased Line, DSL (HSMA), Satellite/VSAT, Optic, dan Radio.
- c. Port: mencakup Router Access, Router Backbone Telkomnet, Router Peering, dan Router Gateway/Internet.

Keunggulan layanan dari penerapan teknologi ini mencakup QoS (Quality of Service), Cakupan secara nasional dan tidak terbatas hanya untuk Kota Pontianak dan sekitarnya saja, Network Monitoring MRTG, dan melakukan Bundling Service (free web hosting dan email account 50 Mb space web hosting dan 15 email account @ 10 Mb). Sementara aplikasi yang dapat disupport adalah web surfing, e-mail, instant messaging, dan file transfer protokol. Pelanggan hanya perlu menyiapkan perangkat CPE berupa Router (support encapsulasi WAN PPP, HDLC) dan Switch/hub saja. Sedangkan dari pihak PT. Telkom menyediakan perangkat modem Imux Tellabs Martis/DSLAM.

## 5. KESIMPULAN

Kesimpulan dan saran yang diambil dari pembuatan tugas ini adalah bahwa penerapan model LAN Technologies Choices dengan menggunakan metode Top-Down Approach dalam melakukan analisis penerapan arsitektur jaringan wireless LAN pada studi kasus PT. Telkom Pontianak adalah: Penggunaan arsitektur jaringan wireless LAN memiliki manfaat yang lebih banyak dengan biaya yang lebih murah dan kecepatan yang lebih tinggi dibandingkan dengan menggunakan teknologi dial-up. Penerapan arsitektur jaringan wireless LAN masih menimbulkan banyak persoalan khususnya mengenai tingkat kestabilan sistem jaringan yang ada masih tidak lancar dan seringkali putus (tidak ada koneksinya), kecepatan akses cenderung semakin berkurang atau menurun seiring dengan berjalannya waktu pemakaian, jumlah keluhan dari stakeholder juga semakin bertambah, akses internet sering tidak stabil dan bias sehingga mengganggu kelancaran pekerjaan. Penggunaan gelombang mikro 3.3 GHz sedikit banyak dapat membantu teknologi ini juga masih memiliki kelemahan dalam sinyal frekuensinya, dimana seringkali dapat menyebabkan terjadi interferensi/gangguan atau bias dengan gelombang dari sinyal Televisi Parabola. Salah satu teknologi baru yang mulai dikenalkan adalah Telkom Astinet. Teknologi ini memiliki jangkauan layanan mencakup seluruh area backbone telkomnet. Kecepatan layanan n x 64 Kbps dengan tingkat reliabilitas yang handal. Menyediakan beragam fasilitas saluran akses (DSL, VSAT, dan Radio), dan menyediakan akses bebas (free) email account dan web hosting.

Senantiasa melakukan evaluasi mengenai kebutuhan dan keinginan dari para stakeholder dalam menggunakan penyedia jasa layanan internet agar pihak perusahaan dalam hal ini adalah PT. Telkom Pontianak tetap dapat mempertahankan pangsa pasarnya dan menumbuhkan variasi produk guna menjangkau segmen-segmen pasar yang belum tersentuh. Perbaikan dan penyempurnaan teknologi informasi perlu



dilakukan secara berkelanjutan agar senantiasa dapat memenuhi kebutuhan pasar dan memahami perilaku para stakeholder dalam menggunakan layanan internet. Senantiasa mengukur kinerja teknologi informasi jaringan wireless LAN agar dapat menyelaraskan dengan kebutuhan bisnis. Memberikan jaminan atau garansi kelancaran, keandalan, dan kepercayaan serta kepuasan dalam menggunakan teknologi yang ditawarkan. Segera menindaklanjuti setiap keluhan dari stakeholder dengan tujuan untuk menjaga image atau goodwill perusahaan agar pelanggan tidak berpindah ke pesaing lainnya. PT. Telkom harus dapat menjadi “problem solver” kepada semua pelanggan agar kepercayaan dan loyalitas dapat tetap dipertahankan. Pengaruh ini sangat dominan dan berkaitan erat sekali dengan visi dan misi perusahaan.

### DAFTAR PUSTAKA

- Brynjolfsson, E., The Productivity Paradox of Information Technology, Communications of the ACM, 36 (12): 77, 1993.
- Goldman, James A. & Philips T Rawless, Applied Data Communication: A Business Oriented Approach, Fourth Edition, Wiley, 2004.
- Hayri (2004), Seluk Beluk Wireless Networking, PC Media, April(5), p111.
- Hadi Syahril, Materi kuliah Sistem Jaringan Komputer, 2011.
- Kristanto, Andri (2003), Jaringan Komputer, Edisi I, Graha Ilmu, Yogyakarta.
- Martin, E. Wainright (1999), Managing Information Technology What Manager Need to Know, edisi ketiga, New Jersey: Pearson Education International.
- Purbo, Onno. W (2002), Teknik Instalasi WLAN di PC Windows, Neotek, Maret, p32.
- Purbo, Onno. W (2003), Infrastruktur Wireless Internet Kecepatan 11-22Mbps, ANDI, Yogyakarta.
- Pribadi, Firman (1997), Pengenalan Jaringan Komputer dan Transfer Control Protocol/Internet Protocol, UPI.
- Raharjo, Hero Susanto (2002), IEEE 802.11b Sebagai Standar Teknologi Jaringan Komputer Nirkabel, Tugas Akhir, Fakultas Teknik Jurusan Teknik Elektro, Universitas Kristen Satya Wacana, Salatiga
- Roddy, D, Coolen Hohn (1984), Komunikasi Elektronika, (Electronic communications), Idris kamal, edisi ketiga, Erlangga, Jakarta.
- Stallings, William (2011), Komunikasi Data dan Komputer: Dasar-Dasar Komunikasi Data, Salemba Teknika, Jakarta.
- Tanenbaum, Andrew S (2000), Jaringan Komputer Edisi Bahasa Indonesia (Computer Networks 3e), Jilid 1, Gurnita Priatna, Prentice Hall, Inc., PT Prenhallindo, Jakarta.
- Tim Penerbit Andi, Wireless Atasi Keterbatasan Jangkauan, Edisi I, Andi, Yogyakarta, 2004.
- Wahana Computer Semarang, Buku Pintar Penanganan Jaringan Komputer, Andi, Yogyakarta, 2001.