

BAB 2

LANDASAN TEORI

2.1 Sistem Sekuriti

Menurut Dewitz (1996, p5), sistem adalah kumpulan dari komponen yang saling berhubungan yang bekerja secara bersama dalam lingkungan tertentu untuk menampilkan fungsi apapun yang dibutuhkan untuk mencapai objektivitas dari sistem.

Menurut McLeod (2001,p11) bahwa sistem adalah sekelompok elemen yang terintegrasi dengan maksud yang sama untuk mencapai satu tujuan.

Menurut O'Brien (1997,p19) sistem adalah sekelompok komponen yang saling terkait yang berkerja sama untuk mencapai suatu tujuan dengan menerima banyak *input* dan menghasilkan output dengan proses yang diatur. Suatu sistem memiliki 3 komponen utama yaitu *input*, proses dan *output*.

Sekuriti merupakan suatu keadaan dimana suatu tempat dalam keadaan aman tanpa adanya intervensi yang mengganggu kepentingan orang lain. (*Concise Oxford English Dictionary*, 2000)

Menurut *Hyperdictionary* pengertian sekuriti adalah suatu tindakan pencegahan yang diambil untuk menghadapi pencuri, mata-mata serta sabotase dan tindakan lain yang sama.

Sistem sekuriti merupakan beberapa macam perangkat dengan fungsi masing-masing untuk menciptakan suatu keadaan yang aman dan tentram dalam suatu wilayah dengan interaksi dari semua perangkat-perangkat tersebut yang terintegrasi membentuk suatu kesatuan dengan tujuan yang sama, yaitu keamanan.

2.2 *Wireless Local Area Network (WLAN)*

WLAN sesuai dengan namanya merupakan *Local Area Network* tanpa menggunakan kabel. Berbeda dengan *network* yang menggunakan kabel dimana *client* mengirim dan menerima data melalui kabel, sedang *wireless network* menggunakan gelombang radio. *Wireless LAN* transmisi pada frekuensi 2.4 Ghz dengan menggunakan *Frequency Hopping Spread Spectrum (FHSS)* dan *Direct Sequence Spread Spectrum (DSSS)*. (http://www.wi-fi.com/OpenSection/pdf/Whitepaper_Wi-Fi_Networks2-6-03.pdf)

Keuntungan dari *Wireless LAN*

- *User mobility* – user dapat mengakses data, dan menggunakan internet tanpa menggunakan kabel dengan kecepatan yang tinggi, akses *real time* kedalam LAN perusahaan.
- Proses instalasi cepat – waktu yang digunakan untuk instalasi menjadi berkurang karena jaringan dapat dibangun dengan memindahkan dan menambah kabel atau menarik kabel melewati celah, atau membuat modifikasi terhadap perancangan infrastruktur kabel.
- Fleksibilitas – perusahaan dapat menikmati fleksibilitas dari proses instalasi dan pemindahan dari WLAN.
- Skalabilitas – topologi dari jaringan WLAN dapat dengan mudah dikonfigurasi sesuai kebutuhan mulai dari perusahaan yang skala kecil sampai dengan perusahaan yang besar.

(Karygiannis, p3-12, 2002)

Tabel 2.1 Karakteristik 802.11 WLAN

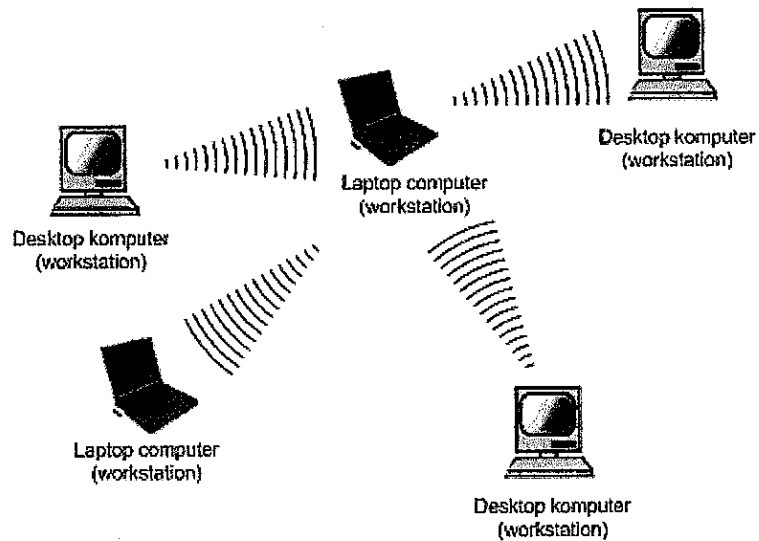
Karakteristik	Penjelasan
<i>Physical layer</i>	<i>Direct Sequence Spread Spectrum (DSSS), Frequency Hopping Spread Spectrum (FHSS), Orthogonal Frequency Division Multiplexing (OFDM)</i>
Frekuensi	2.4Ghz (frekuensi ISM) dan 5 Ghz
Kecepatan data	1Mbps, 2 Mbps, 5.5Mbps (11b), 11Mbps(11b), 54Mbps(11a)
Keamanan data dan jaringan	Didasarkan kepada algoritma enkripsi RC-4 untuk autentikasi, integritas, dan kerahasiaan.
Aspek positif	Biaya untuk <i>access point</i> dan <i>wireless client card</i> menurun, kecepatan <i>ethernet</i> tanpa menggunakan kabel
Aspek negatif	Tingkat keamanan yang rendah, <i>throughput</i> menurun sebanding dengan jarak dan beban

2.2.1 Arsitektur *Wireless Local Area Network (WLAN)*

IEEE 802.11 mendukung 3 topologi dasar dari WLAN yaitu *Independent Basic Service Set (IBSS)*, *Basic Service Set (BSS)* dan *Extended Service Set (ESS)*.

2.2.1.1 *Independent Basic Service Set (IBSS)*

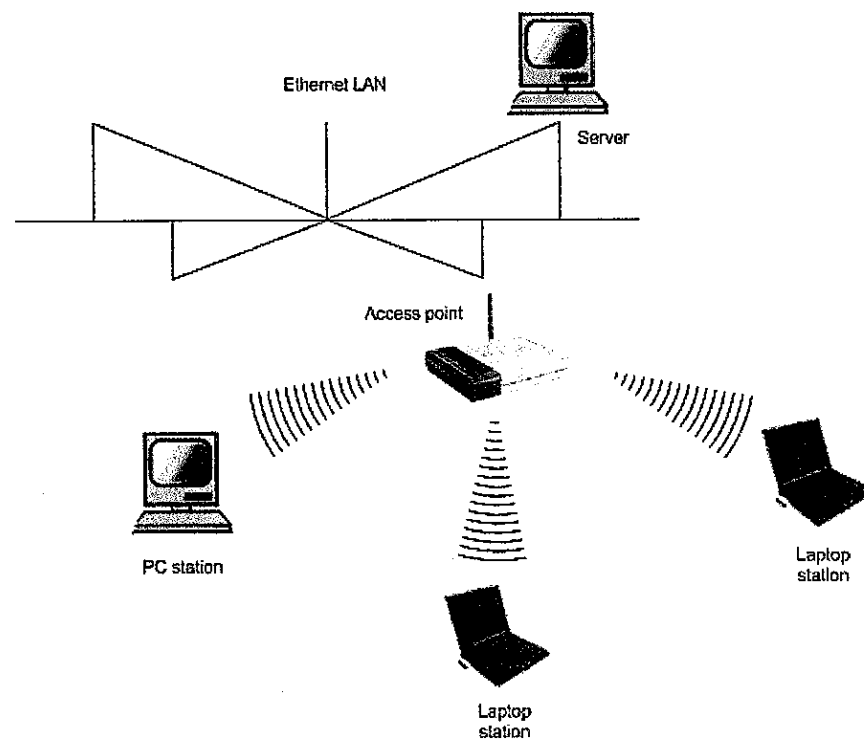
Independent Basic Service Set (IBSS) atau biasanya disebut dengan *ad-hoc network*, biasanya terdiri dari banyak komputer yang secara langsung terhubung satu sama lainnya (*peer-to-peer*) tanpa memerlukan *access point* dan tidak ada komputer yang berfungsi sebagai *server*. (Orthman, p34, 2003)



Gambar 2.1 *Independent Basic Service Set*

2.2.1.2 *Basic Service Set (BSS)*

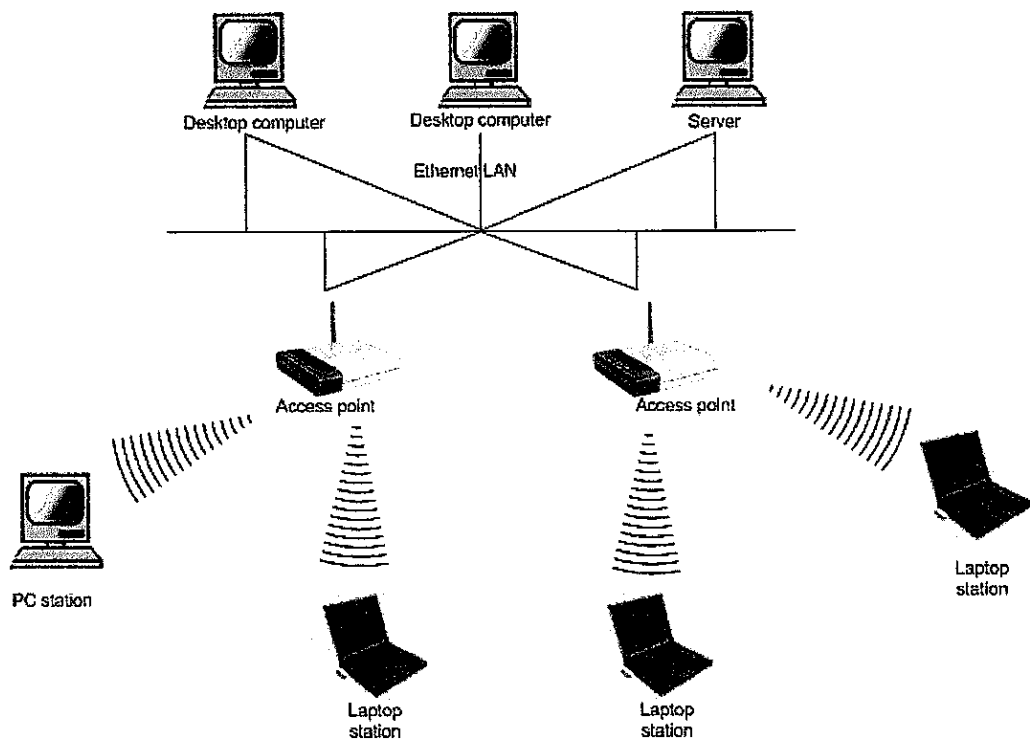
Pada topologi BSS terdiri dari minimal sebuah *access point* yang terhubung kepada infrastruktur jaringan dan seluruh komputer yang berfungsi sebagai *workstation* dan juga komputer yang berfungsi sebagai *server*. (Orthman, p35, 2003)



Gambar 2.2 *Basic Service Set*

2.2.1.3 Extended Service Set (ESS)

Extended Service Set adalah kumpulan dari dua atau lebih BSS yang membentuk suatu sub jaringan yang tunggal. ESS terdiri dari banyak BSS yang dapat dihubungkan secara kabel maupun secara *wireless*. (Orthman, p36, 2003)



Gambar 2.3 *Extended Service Set*

2.3 *Spread Spectrum*

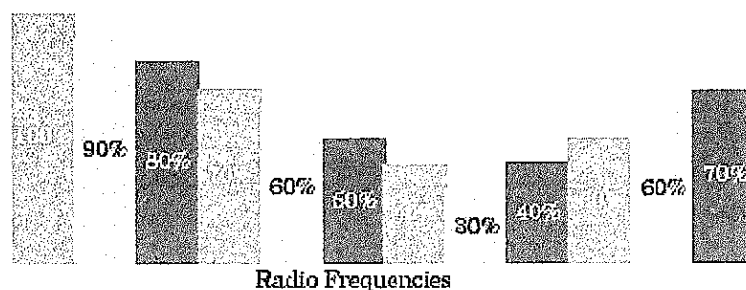
Spread spectrum merupakan teknologi yang menggunakan media elektromagnetik untuk mentransmisikan data yaitu menggunakan media frekuensi radio. Pada teknik modulasi *spread spectrum* terjadi hal sebagai berikut

- *Bandwidth* dari sinyal yang ditransmisikan lebih besar dibandingkan dengan *bandwidth* dari pesan sesungguhnya.
- *Bandwidth* dari sinyal yang akan ditransmisikan ditentukan oleh pesan yang akan ditransmisikan dan sinyal tambahan yaitu *spreading code* (Khan, p43, 2003).

Teknologi *spread spectrum* terdiri dari dua yaitu *Frequency Hopping Spread Spectrum* (FHSS) dan *Direct Sequence Spread Spectrum* (DSSS)

2.3.1 *Frequency Hopping Spread Spectrum* (FHSS)

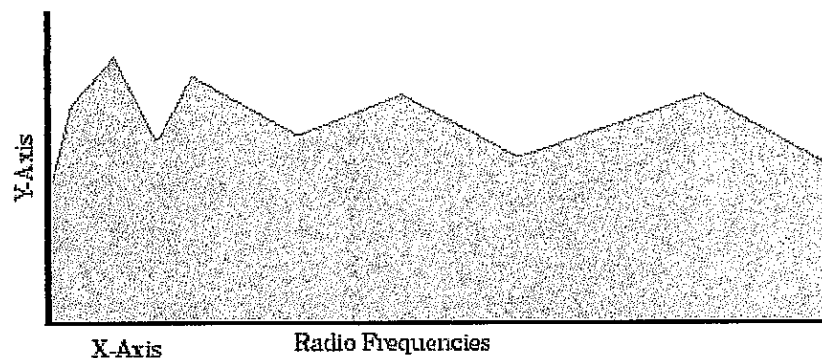
Frequency Hopping Spread Spectrum (FHSS) adalah teknologi transmisi yang digunakan pada *Wireless Local Area Network* (WLAN) dimana sinyal data dimodulasi dengan sinyal pembawa yang *hop*-nya acak tapi urutannya dapat diprediksi dari satu frekuensi ke frekuensi lainnya. Teknik ini mengurangi gangguan karena sinyal dari sistem *narrowband* hanya akan mempengaruhi sinyal *spread spectrum*. Jika kedua sinyal ini ditransmisikan pada frekuensi dan waktu yang sama, maka hanya ada satu saluran logik yang akan didukung. Penerima harus diatur dengan *spreading code* yang sama dan harus melihat sinyal yang masuk pada waktu dan frekuensi yang sama supaya dapat menerima sinyal sebenarnya. (Miller, 2003, p11-12)



Gambar 2.4 *Frequency Hopping Spread Spectrum*

2.3.2 *Direct Sequence Spread Spectrum (DSSS)*

Direct Sequence Spread Spectrum (DSSS) menggunakan *frequency spreading spread spectrum*. DSSS adalah teknologi transmisi yang digunakan pada *Wireless Local Area Network (WLAN)* dimana sinyal data yang ada pada stasiun pengirim bergabung dengan rentetan bit yang mempunyai kecepatan data yang tinggi *chipping code*, yang membagi data sesuai dengan perbandingan penyebaran. *Chipping code* adalah pola bit redundan bagi setiap bit yang akan ditransmisikan dan meningkatkan ketahanan sinyal terhadap gangguan. Umumnya satu atau lebih pola bit *chipping code* ini akan rusak pada saat transmisi, dan data yang sebenarnya dapat terlindungi karena peningkatan redundansi pada saat transmisi. (Miller, 2003, p11-12)



Gambar 2.5 *Direct Sequence Spread Spectrum*

2.4 *Wireless Fidelity (Wi-Fi)*

Wireless Fidelity (Wi-Fi) merupakan bagian dari 802.11 yang biasanya lebih dikenal dengan 802.11b yang berhubungan dengan *wireless LAN* dan menghasilkan koneksi dengan kecepatan transmisi 11 Mbps dan *fallback* 5.5 Mbps, 2 Mbps, dan 1 Mbps tergantung kepada kekuatan sinyal pada frekuensi 2.4 Ghz. Spesifikasi 802.11b

biasanya hanya menggunakan *Direct Sequence Spread Spectrum* (DSSS). Sebagai tambahan, 802.11b merupakan pengganti bagi standar 802.11 yang memperbolehkan fungsi *wireless* disamakan dengan kabel *ethernet*. (Miller, 2003, p10)

2.4.1 Pengamanan pada *Wireless Fidelity* (Wi-Fi)

Metode untuk menjaga keamanan akses pada 802.11b atau Wi-Fi ada 3 jenis sebagai berikut

2.4.1.1 *Service Set Identifier* (SSID)

Pengendalian akses terhadap jaringan dapat dilakukan dengan mengimplementasi SSID yang dihubungkan dengan *access point*. SSID menyediakan mekanisme pembagian segmen pada jaringan *wireless*, sehingga jaringan *wireless* dibagi kedalam segmen-segmen dimana pada tiap segmen terdapat sebuah *access point*. Tiap-tiap *access point* telah diprogram dengan SSID yang berhubungan dengan jaringan tertentu. Untuk mengakses kedalam jaringan, maka komputer pada *client* harus dikonfigurasi dengan SSID yang tepat.
(http://www.dell.com/downloads/global/vectors/wireless_security.pdf)

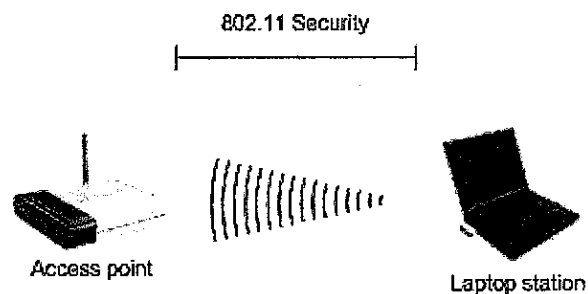
2.4.1.2 *Wireless Equivalent Privacy* (WEP)

WEP adalah algoritma yang digunakan untuk melindungi komunikasi *wireless* dari tindakan sabotase dan modifikasi. Fungsi lain dari WEP adalah untuk mencegah akses yang tidak diizinkan pada jaringan *wireless*. WEP menggunakan algoritma enkripsi RC4PRNG (*Ron's Code 4 Pseudo Random Number Generator*). Dengan menggunakan WEP, semua *client* dan *access point* yang terdapat pada jaringan *wireless*

menggunakan *secret key* yang sama untuk *encrypt* dan *decrypt* data. *Secret key* ini digunakan untuk *encrypt* data sebelum paket dikirim dan *integrity check* digunakan untuk menjamin bahwa data yang akan dikirim tidak dimodifikasi. (<http://www.sans.org/rr/papers/68/943.pdf>)

Tiga layanan keamanan yang terdapat didalam WEP

- *Autentikasi* – tujuan utama dari WEP adalah menyediakan layanan keamanan untuk memeriksa identitas dari *client* yang akan melakukan komunikasi. Autentikasi menyediakan pengendalian akses kedalam jaringan dengan menolak semua akses dari *client* yang tidak dapat melakukan autentikasi dengan tepat.
- *Confidentiality* – kerahasiaan, merupakan tujuan kedua dari WEP. Layanan ini bertujuan untuk mencegah informasi supaya tidak dapat diakses oleh *user* yang tidak bersangkutan.
- *Integrity* – tujuan lain dari WEP adalah pengembangan layanan keamanan untuk menjamin informasi tidak dimodifikasi pada saat transmisi antara *client* dengan *access point*.



Gambar 2.6 *Wireless Equivalent Privacy*

2.4.1.3 MAC Address Filtering

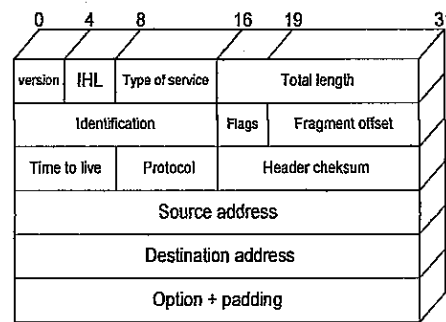
MAC address filter berisi MAC Address dari setiap wireless NIC (*Network Interface Card*) yang berhubungan dengan access point. Pada access point dimasukkan secara manual MAC Address dari wireless NIC. MAC Address filter memiliki kelemahan yaitu MAC Address dari tiap wireless NIC dapat disadap dengan menggunakan sniffer sehingga user lain dapat masuk kedalam jaringan. Meskipun MAC address filtering tidak aman, namun sistem ini merupakan tambahan untuk keamanan didalam jaringan. (Orthman, p66, 2003)

2.5 Internet Protocol (IP)

Internet protocol (IP) merupakan bagian dari TCP/IP dan banyak digunakan dalam internetworking protokol. Sama seperti standar protokol lainnya, IP ditentukan oleh 2 bagian yaitu

- Interface dengan layer yang lebih tinggi (mis.TCP), menetapkan pelayanan yang akan disediakan oleh IP
- Format dan mekanisme protokol yang sebenarnya.

Internet protocol menyediakan 2 service primitive pada interface untuk layer yang lebih tinggi. Kedua service primitive tersebut adalah send primitive dan receive primitive. Send primitive digunakan untuk meminta transmisi data sedangkan receive primitive digunakan IP untuk memberitahukan kepada user bahwa ada data yang sampai. (Stallings, 2000, p540-541)



Gambar 2.7 IPv4 Header

2.5.1 IP address

Source dan *destination address* pada IP header terdiri dari 32-bit *global internet address*, yang secara umum terdiri dari alamat *network* dan alamat *host*. IP address dibagi kedalam group yang disebut dengan *class*. Bit atau rentetan bit yang terdapat pada awal alamat mengindikasikan *class* dari alamatnya. Ada 5 *class* IP address sebagai berikut

- Class A : 1-126 (00000001-01111110)
- Class B : 128-191 (10000000-10111111)
- Class C : 192-223 (11000000-11011111)
- Class D : 224-239 (11100000-11101111)
- Class E : 240-255 (11110000-11111011)

(CNAP, 2003)

2.6 Image

Definisi *Image* dalam dunia nyata adalah fungsi dari dua variable riil contohnya $A(x,y)$ dengan A adalah amplitudo misalkan terang dari gambar, pada posisi koordinat

(x,y). Sebuah *image* dapat terdiri dari sub *image* yang dikenal dengan *region of interest* (ROI) atau *simply region*. (<http://www.ph.tn.tudelft.nl/Courses/FIP/noframes/fip-.html>)

Image merupakan representasi visual dari sesuatu objek. Sebuah *image* merupakan gambaran dari apa yang telah diciptakan atau dibuat dan disimpan dalam bentuk elektronik. Sebuah *image* dapat digambarkan sebagai *vector graphics* atau *raster graphics* dan disimpan dalam bentuk *raster* disebut *bitmap*.

Jenis format dari *image* sebagai berikut

1. *Bitmap*

Format *file* yang digunakan untuk merepresentasikan informasi warna *pixel* dari suatu gambar. Pada *bitmap*, *mapping* dilakukan antara *pixel* dengan warna yang bersangkutan. Setiap *file* *bitmap* terdiri dari

- `BITMAPFILEHEADER bmfh;`

Bitmap file header berisi informasi mengenai tipe, ukuran *file*, dan rancangan dari DIB (*device-independent bitmap*) *file*. Header ini ditetapkan sebagai struktur dari `BITMAPFILEHEADER`. *Offset* untuk *array bit* juga disimpan didalam *header*

- `BITMAPINFOHEADER bmih;`

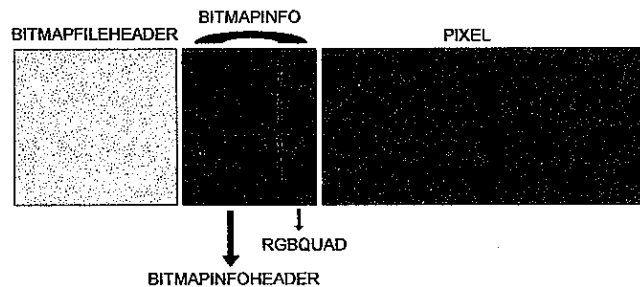
Bitmap info header menentukan dimensi dari gambar, tipe kompresi dan format warna dari *bitmap*.

- `RGBQUAD aColors[];`

Color table, merupakan *array* dari struktur `RGBQUAD`, terdiri dari sejumlah elemen yang sama dengan jumlah warna dalam *bitmap*.

- BYTE aBitmapBits[];

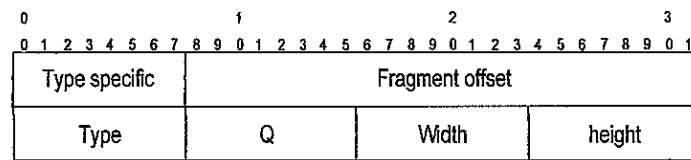
Bitmap bits, langsung mengikuti *color table*, terdiri dari *array* yang berisi nilai *byte* kolom secara berurutan atau *scan line* dari *bitmap*.
(<http://www.whisqu.se/per/docs/graphics52.htm>)



Gambar 2.8 Struktur *Bitmap*

2. *Joint Picture Expert Group (JPEG)*

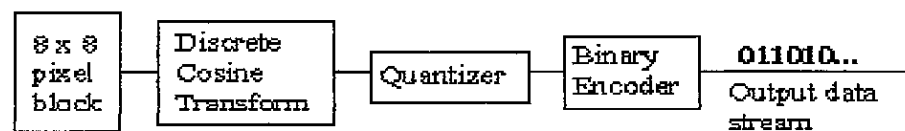
JPEG merupakan standar yang digunakan untuk mengompresi gambar fotografik. JPEG hanya menentukan bagaimana gambar ditransformasi menjadi aliran bit, bukan bagaimana bit di-enkapsulasi kedalam media penyimpanan khusus. *JPEG File Interchange Format (JFIF)* merupakan standar yang dikembangkan oleh *Independent JPEG Group*, yang menentukan bagaimana cara untuk menghasilkan *file* yang cocok untuk penyimpanan dan untuk transmisi *file image* pada *world wide web (WWW)*.
(<http://en.wikipedia.org/wiki/JPEG>)



Gambar 2.9 JPEG Header

Cara kerja dari JPEG sebagai berikut

JPEG membagi *image* kedalam 8x8 blok *pixel*, kemudian melakukan perhitungan terhadap tiap blok dengan menggunakan *discrete cosine transform* (DCT). *Quantizer* secara berderet memasukkan koefisien dari DCT sesuai dengan matriks kuantisasi. Proses ini akan menghasilkan sifat *lossy* untuk JPEG, tapi memperbolehkan rasio kompresi yang besar. Teknik kompresi JPEG menggunakan *variable length code* pada koefisiennya dan kemudian melakukan *write* terhadap aliran data yang telah dikompres kedalam *output file* dengan format *.jpg. Untuk proses dekompresi, JPEG memperoleh kembali koefisien DCT yang dikuantisasi dari aliran data yang dikompres, melakukan transformasi *inverse* dan kemudian menampilkan *image*.



Gambar 2.10 Blok Diagram Kompresi JPEG

3. Graphics Interchange Format (GIF)

Graphics Interchange Format (GIF) merupakan format yang dikembangkan oleh CompuServe, Inc dan telah banyak digunakan untuk

meng-*encode* sejumlah besar gambar pada *world wide web*. Format gambar GIF relatif mudah digunakan tetapi tidak dapat dipakai untuk aplikasi yang membutuhkan ketajaman warna yang tinggi. Ini dikarenakan GIF hanya menggunakan 8-bit untuk melakukan proses *encode* (Shapiro, p38, 2001).

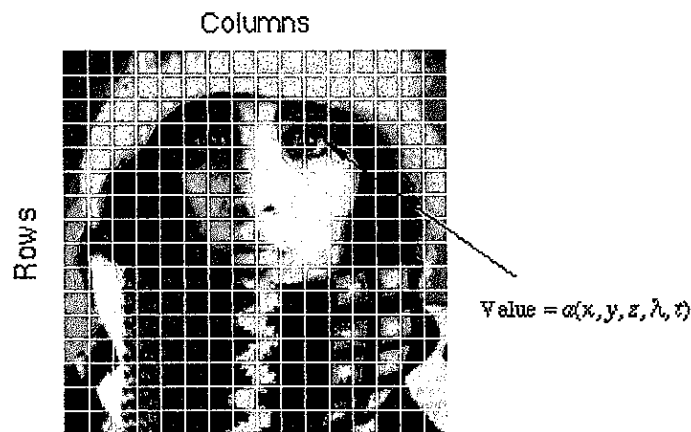
4. *Tag Image File Format* (TIFF)

Format gambar ini dikembangkan oleh Aldus Corp. Format gambar ini digunakan pada banyak *platform* yang terkenal dan format ini digunakan oleh *scanner*. TIFF mendukung banyak gambar mulai dari 1 sampai 24 bit warna per *pixel* (Shapiro, p38, 2001).

2.6.1 Digital Image

Digital image $A(m,n)$ digambarkan pada ruang diskrit dua dimensi (2D) yang diperoleh dari gambar analog $A(x,y)$ pada ruang kontinu dua dimensi (2D) melalui proses sampling yang dikenal dengan proses digital.

Gambar kontinu dua dimensi $A(x,y)$ dibagi kedalam N baris dan M kolom. Titik potong antara baris dan kolom disebut dengan *pixel*. Nilai *pixel* ini akan ditempatkan pada koordinat integer (m,n) dengan nilai $m = \{0,1,2,\dots,M-1\}$ dan nilai $n = \{0,1,2,\dots,N-1\}$ yang merupakan $A(m,n)$. Pada kenyataanya, $A(x,y)$ dapat dianggap sebagai sinyal fisik yang mengenai permukaan sensor dua dimensi yang merupakan fungsi dari banyak variabel termasuk kedalaman (z), warna (λ) dan waktu (t). Hal ini tampak pada gambar dibawah. (<http://www.ph.tn.tudelft.nl/Courses/FIP/noframes/fip--2.html>).



Gambar 2.11 Proses Digital Gambar Kontinu

2.6.2 Image processing

Image processing adalah istilah yang digunakan untuk menjelaskan operasi yang terjadi pada suatu *image* dimana operasi ini bertujuan untuk menyelesaikan suatu pekerjaan pada *image*. Contohnya melakukan konversi terhadap *image* menjadi bentuk yang dapat dengan mudah untuk ditransmisikan melalui hubungan komunikasi atau disimpan pada memori komputer. (Don Pearson, 1991, p1)

Operasi yang biasa terjadi pada *image processing* meliputi *filtering*, *sampling*, *coding* dan *motion detection*.

2.6.2.1 Filtering

Dalam *image processing* proses *filtering* untuk gambar $g(x)$ dengan spektrum $G(u)$ secara sederhana dijelaskan dengan persamaan $K(u) = G(u) \cdot H(u)$ dimana $H(u)$ adalah respon frekuensi dari filter dan $K(u)$ adalah gambar yang di filter. Desain filter untuk *image* analog dan *image* digital yang baik adalah memiliki fase yang linear dan impuls respon yang datar. Tujuan dari desain ini adalah untuk menjamin bahwa

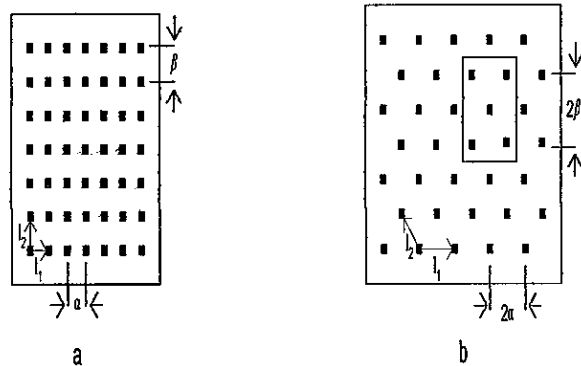
perubahan ruang dan waktu yang diakibatkan oleh masing-masing komponen $G(u)$ dari *image* adalah sama (Pearson, p22, 1991).

2.6.2.2 Sampling

Konversi *image* yang kontinu kedalam *image* digital pada operasi *image processing* dilakukan dengan *sampling* terhadap fungsi *image* $g(x)$ dan mengkuantisasi amplitudo dari setiap *sample* kedalam tingkat diskrit tertentu. Dua metode yang biasanya digunakan

- Metode *Rectangular*
- Metode *Interlaced*.

Metode ini biasanya juga dikenal dengan nama *quincunx sampling pattern*, ini karena 5 buah sampel membentuk suatu pola titik seperti nilai lima pada sisi sebuah dadu (Pearson, p18, 1991).



Gambar 2.12 (a) Metode *Rectangular*, (b) Metode *Interlaced*

2.6.2.3 Coding

Tujuan dari *image coding* adalah untuk merepresentasikan deretan *image* secara efisien dan tajam dengan menggunakan aliran bit digital, sehingga bit tersebut dapat ditransmisikan melalui saluran komunikasi atau jaringan, atau disimpan pada memori *digital*. (Pearson, p35, 1991)

2.6.2.4 Motion detection

Motion detection merupakan suatu algoritma yang dipakai untuk mendeteksi terjadinya pergerakan. *Motion detection* memanfaatkan perbedaan kontras yang mencolok dari *image* yang sebelumnya dengan *image* yang sekarang. *Motion detection* menggunakan algoritma yang membandingkan beberapa *frame* yang dibagi ke dalam beberapa segmen yang dibandingkan dengan *frame* berikutnya dalam *buffer* memori. *Frame-frame* yang telah dibagi-bagi itu harus telah merupakan nilai *gray scale* dan hasil yang akan dibandingkannya itu merupakan hasil *mean* dari proses segmentasi. (http://www.ai.mit.edu/projects/cog/VisionSystem/motion_detection.html)

2.7 Infrastruktur

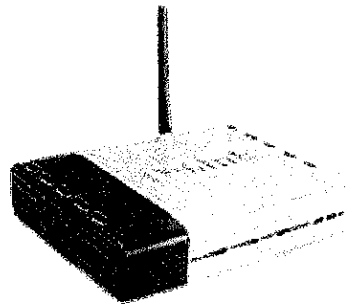
Infrastruktur yang mendukung penelitian ini sebagai berikut

2.7.1 Access Point (AP)

Access point (AP) adalah peralatan *wireless* yang terletak pada tengah (*central*) yang pada umumnya tidak ada komputer yang secara fisik terhubung kepadanya. *Access point* mengatur lalu lintas dalam media *wireless*. Semua lalu lintas yang terjadi diantara

dua atau lebih komputer yang saling berkomunikasi harus melalui *access point*. *Access point* sering kali dihubungkan dengan *wired LAN*.

Access point terdiri dari *wireless interface adapter* sama dengan komputer lainnya dalam *wireless LAN*. Sebagai tambahan, *access point* menjaga banyak informasi mengenai komputer didalam jaringan dan menampilkan fungsi autentikasi, enkripsi dan manajemen sesi dengan semua komputer yang saling terhubung. (Jahanzeb Khan, 2003, p47-48)



Gambar 2.13 *Access Point*

2.7.2 Kamera digital

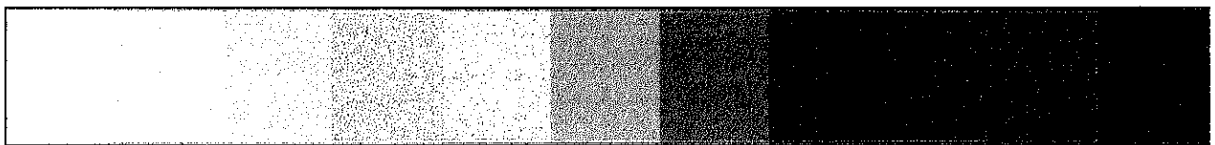
Komponen utama dalam sebuah kamera digital yaitu

- Lensa, yang memfokuskan sinar kedalam sensor gambar
- *Aperture* yaitu lubang yang dapat diatur menjadi besar dan kecil untuk mengatur banyaknya sinar yang masuk kedalam kamera
- *Shutter* yaitu peralatan yang dapat terbuka dan tertutup untuk mengatur lamanya sinar yang masuk
- Sensor gambar digital yang menggantikan film konvensional

Cara kerja dari kamera digital :

Pada saat tombol *shutter* ditekan, *metering cell* akan mengukur cahaya yang masuk melalui lensa dan mengatur *aperture* serta mengatur kecepatan *shutter* untuk pencahayaan yang baik. Seketika *shutter* terbuka, setiap *pixel* yang ada pada *image* sensor merekam terang dari cahaya yang jatuh kepada *pixel*. Semakin banyak cahaya yang menumbuk *pixel*, maka semakin banyak muatan yang direkam oleh *pixel*. *Pixel* yang menangkap cahaya terang dari objek akan memiliki muatan yang tinggi dan jika dari bayangan maka memiliki muatan yang rendah. Ketika *shutter* tutup untuk mengakhiri pencahayaan, muatan dari setiap *pixel* akan diukur dan dikonversi menjadi angka digital. Deretan dari angka digital ini kemudian digunakan untuk membentuk gambar dengan cara mengatur warna dan terang yang sesuai dengan *pixel*.

Sebenarnya *pixel* yang ada pada *image* sensor hanya dapat menangkap terang saja dan bukan warna. *Pixel* pada *image* sensor hanya menyimpan *gray scale* yaitu rangkaian 256 warna mulai dari putih murni dan meningkat menuju ke warna hitam murni. (<http://www.shortcourses.com/choosing/how/03.htm>)



Gambar 2.14 *Gray Scale Level*

Untuk mengubah rangkaian 256 warna *gray scale* ini, maka *image* sensor menggunakan kemampuan utamanya yaitu deteksi warna. Deteksi warna dicapai dengan hanya memperbolehkan panjang gelombang tertentu saja yang dapat lewat dan

membuka *photosite*. Jika sebuah *photosite* hanya terbuka untuk sebuah cahaya warna saja, maka proses *readout* dari *photosite* tersebut merupakan informasi warna.

2.7.2.1 Digital *image sensor*

Digital *image sensor* adalah teknologi yang digunakan untuk menyimpan gambar elektronik. *Image sensor* ini berupa silikon mikrochip yang dikembangkan untuk beroperasi dengan cara yang berbeda. Aplikasi yang biasanya menggunakan digital *image* ini adalah kamera digital. Biasanya *digital image sensor* yang digunakan dalam kamera digital berhubungan dengan peralatan pemisahan warna dan rangkaian pemrosesan sinyal untuk menyimpan gambar. Ada 2 teknologi utama yang biasanya digunakan yaitu *charge couple device* (CCD) dan *complementary metal-oxide semiconductor*(CMOS).

(<http://engrwp.usc.edu/illuminate/article.php?articleID=107&page=1>)

2.7.2.1.1 *Charge-Coupled Device* (CCD)

Charge-coupled device (CCD) adalah rangkaian integrasi peka cahaya yang menyimpan dan menampilkan data untuk *image* dimana tiap *pixel* dari *image* di konversi kedalam muatan listrik dimana intensitas dari muatan listrik tersebut berhubungan dengan spektrum warna

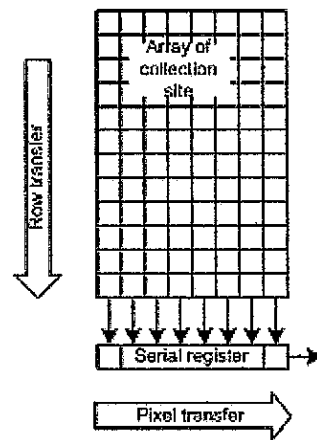
(http://searchstorage.techtarget.com/sDefinition/0,,sid5_gci295633,00.html).

Charge-coupled device (CCD) terdiri dari kumpulan semikonduktor yang bersifat seperti kapasitor yang saling terhubung atau tergandeng. Dibawah kendali rangkaian eksternal, tiap kapasitor dapat mengirimkan muatan listrik ke kapasitor yang ada disebelahnya. *Charge-coupled device* terdiri dari deretan kapasitor tunggal yang

dapat digunakan sebagai *delay line*. Tegangan analog diberikan pada kapasitor pertama dalam array, dan kemudian secara tetap perintah diberikan kepada tiap kapasitor untuk mengirimkan muatannya ke kapasitor yang ada disebelahnya sehingga semua array mengalami pergeseran sebanyak satu lokasi. Setelah penundaan yang terjadi sama dengan jumlah kapasitor dikalikan dengan interval pergeseran, muatan yang merupakan sinyal input sampai pada kapasitor terakhir pada array, dimana tegangan ini akan dikuatkan untuk menjadi sinyal output.

Proses ini berlangsung untuk jangka waktu yang tidak terbatas, dan menimbulkan sinyal pada output yang dikarenakan penundaan dari sinyal input, serta beberapa distorsi pada saat proses sampling. CCD umumnya dapat merespon 70% cahaya, hal ini membuat CCD lebih efisien dibandingkan dengan *photographic film* yang hanya dapat menangkap kira-kira 2% dari cahaya.

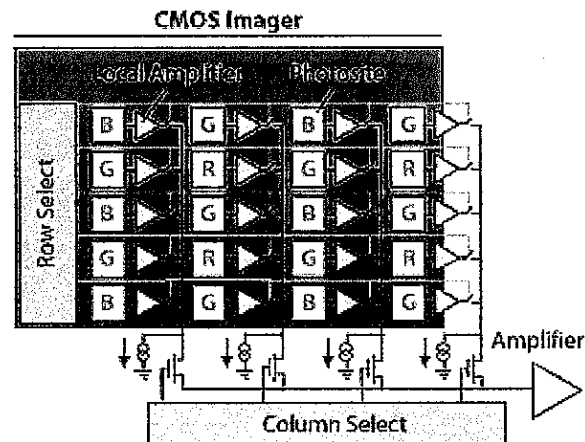
Gambar diproyeksikan oleh lensa ke array kapasitor, menyebabkan tiap kapasitor mengumpulkan muatan yang sebanding dengan intensitas cahaya pada lokasi tersebut. Array satu dimensi yang digunakan pada *line-scan* kamera, menangkap satu bagian dari gambar sedangkan array dua dimensi digunakan pada kamera video, menangkap semua gambar. Pada saat array dibuka untuk menerima gambar, rangkaian pengendali menyebabkan tiap kapasitor mengirimkan muatannya kepada kapasitor yang ada disebelahnya. Kapasitor terakhir akan membuang muatannya kepada amplifier untuk diubah menjadi tegangan. Dengan mengulang proses ini, rangkaian pengendali akan mengubah semua isi dari array menjadi tegangan yang bervariasi, yang akan di sample, di digitalisasi, dan disimpan kedalam memory. (http://www.fact-index.com/c/ch/charge_coupled_device.html)



Gambar 2.15 *Charge-Coupled Device (CCD)*

2.7.2.1.2 *Complementary Metal-Oxide Semiconductor (CMOS)*

Sensor gambar CMOS dapat mempunyai fungsi yang lebih banyak dibandingkan dengan CCD pada chip. Sebagai tambahan, untuk mengkonversi foton menjadi elektron dan mengirimkan elektron maka sensor CMOS juga melakukan *image processing*, *edge detection*, *noise reduction* dan konversi analog ke digital. Fungsi yang banyak dari CMOS yang terintegrasi pada chip tunggal merupakan kelebihan CMOS dibandingkan CCD. Sensor CMOS juga mengurangi jumlah komponen eksternal yang terhubung kepadanya. Dengan menggunakan sensor CMOS yang terintegrasi pada kamera digital, maka chip ini membuat ruang pada kamera digital menjadi semakin luas karena tidak diperlukan chip tambahan lainnya seperti *digital signal processor*, dan *Analog to Digital Converter (ADC)*. Sebagai tambahan, CMOS hanya menggunakan daya yang kecil sehingga mengurangi panas, jadi *thermal noise* dapat dikurangi. (<http://www.extremetech.com/article2/0,1558,1157576,00.asp>)



Gambar 2.16 *Complimentary Metal-Oxide Semiconductor (CMOS)*

Pada sensor gambar CMOS terdapat *Active Pixel Sensor (APS)*. APS ini menambahkan transistor penguatan *readout* kepada tiap *pixel*. Tujuannya adalah untuk merubah muatan menjadi tegangan pada *pixel*. Selain itu penambahan transistor penguatan ini juga untuk menyediakan *access random* ke *pixel-pixel* pada sensor, sama dengan *memory access* pada teknologi RAM.

Muatan di *readout* dari sensor AP CMOS dengan menggunakan rangkaian paralel, yang memperbolehkan sinyal dari *pixel* tunggal atau dari kumpulan *pixel* dialamatkan secara langsung. Kemampuan *direct access random* ini memperbolehkan CMOS untuk memilih kumpulan muatan *pixel* mana yang akan di *readout* terlebih dahulu. Kemampuan ini disebut dengan *windowing readout*. Sebuah sensor CMOS memiliki kemampuan untuk mengurangi ukuran dari gambar ketika ditangkap. Selain itu sensor ini juga menawarkan potensi peningkatan kecepatan *readout*.

Sebagai tambahan untuk penguatan didalam *pixel*, rangkaian *amplifier* dapat diletakkan sepanjang rangkaian CMOS. *Amplifier* dapat menghasilkan penguatan yang

menyeluruh pada rangkaian CMOS sehingga meningkatkan sensitivitas pada situasi pencahayaan yang sedikit.

2.7.2.1.3 Perbandingan CCD dan CMOS

Sensor gambar CCD dan CMOS merupakan dua teknologi yang berbeda untuk menangkap gambar secara digital. Kedua teknologi ini sering dipandang sebagai saingan, CCD dan CMOS memiliki kekuatan dan kelemahan yang unik, yang membuat keduanya cocok untuk aplikasi yang berbeda.

Kedua teknologi ini mengubah cahaya menjadi muatan listrik dan memprosesnya menjadi sinyal elektronik. Pada sensor CCD, setiap muatan pada *pixel* dikirim melalui node output yang terbatas untuk diubah menjadi tegangan, di *buffer* kemudian dikirim kepada chip sebagai sinyal analog. Semua *pixel* dapat di sediakan untuk menangkap cahaya, dan tingkat keseragaman dari output tinggi.

Dalam sensor CMOS, tiap *pixel* memiliki konversi muatan menjadi tegangan masing-masing dan sensor juga memiliki rangkaian digital, sehingga *output* dari chip adalah bit digital. Fungsi lainnya adalah mengurangi area untuk penangkapan cahaya, dan karena tiap *pixel* melakukan konversi sendiri maka tingkat keseragaman dari output rendah. Namun CMOS hanya memerlukan rangkaian yang sedikit untuk melakukan operasi dasar. (http://www.dalsa.com/markets/ccd_vs_cmos.asp)

Tabel 2.2 Perbandingan CCD dan CMOS dari segi fitur

Fitur	CCD	CMOS
Sinyal keluar dari <i>pixel</i>	Paket elektron	Tegangan
Sinyal keluar dari chip	Tegangan (analog)	Bit (digital)
Sinyal keluar dari kamera	Bit (digital)	Bit (digital)
Faktor pengisi	Tinggi	Menengah
Perbandingan penguatan	-	Menengah
Sistem <i>noise</i>	Rendah	Menengah ke tinggi
Kompleksitas sistem	Tinggi	Rendah
Kompleksitas sensor	Rendah	Tinggi
Komponen kamera	PCB, lensa, kumpulan chip	Chip, lensa
Biaya	Tergantung kepada aplikasi	Tergantung kepada aplikasi

Tabel 2.3 Perbandingan CCD dan CMOS dari segi unjuk kerja

Unjuk kerja	CCD	CMOS
Tingkat respon	Menengah	sudah baik
Jarak dinamik	Tinggi	Menengah
Keseragaman	Tinggi	Rendah menuju menengah
Keseragaman pengaturan cahaya	Cepat	Lambat
Kecepatan	sedang menuju cepat	Sangat cepat

<i>Windowing</i>	Terbatas	Luas
<i>Antiblooming</i>	Tinggi	Tinggi
<i>Biasing dan clocking</i>	Banyak, tegangan tinggi	Tunggal, tegangan rendah.

2.8 Database

Database adalah kumpulan data yang secara logika saling berhubungan dan digunakan secara bersama-sama dan didalamnya terdapat penjelasan mengenai data tersebut serta di desain untuk memenuhi kebutuhan informasi didalam suatu organisasi. (Connolly, 2002 p14)