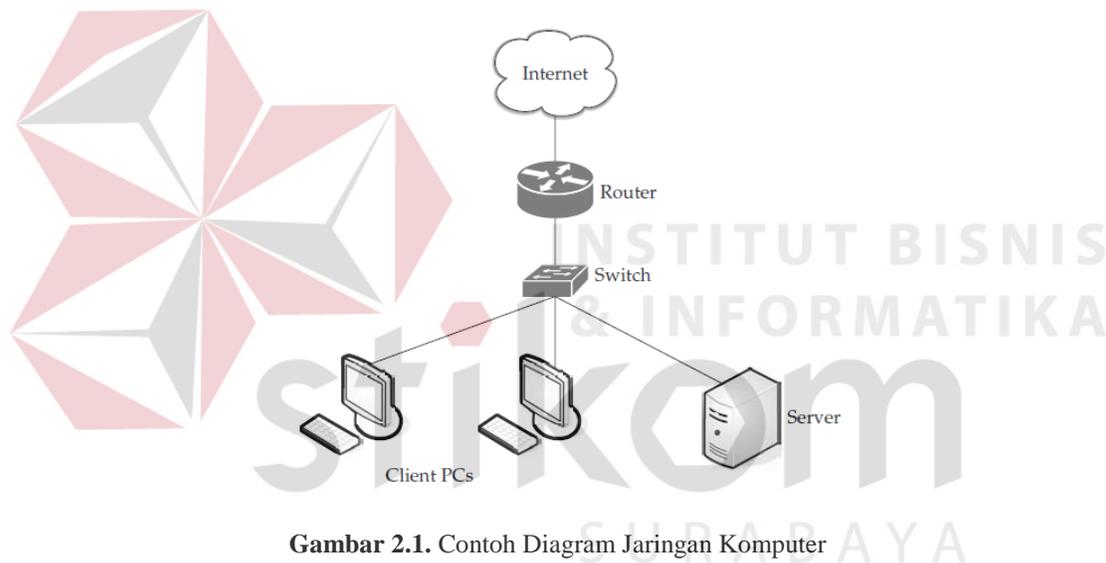


## BAB II

### LANDASAN TEORI

#### 2.1. *Cloud Computing*

Dari mana nama *cloud computing* berasal? Menurut Anthony T. Velte dalam bukunya *Cloud Computing: A Practical Approach*, istilah *cloud* pertama kali digunakan untuk menggambarkan jaringan *internet*. Dalam diagram jaringan komputer, seringkali memang *internet* digambarkan dengan simbol awan.



**Gambar 2.1.** Contoh Diagram Jaringan Komputer

Sehingga pemaknaan secara kasar dari *cloud computing* adalah komputasi menggunakan *internet*. Hal ini tidak salah, memang benar *Cloud Computing* memang memanfaatkan jaringan *internet*, namun pengertian yang sesungguhnya jauh lebih kompleks.

Eric A. Marks dan Bob Lozano dalam bukunya yang berjudul *Executive's Guide to Cloud Computing* mencantumkan definisi *Cloud Computing* sebagaimana yang disampaikan Foley dalam *Information Week*: “A Definition of Cloud Computing”; sebagai akses yang dilakukan berdasarkan kebutuhan terhadap sumberdaya teknologi informasi yang ter-virtualisasikan, dimana sumberdaya tersebut terletak diluar pusat data organisasi, dimana sumber

daya tersebut dapat dibagi-pakai, mudah dalam penggunaan, menggunakan sistem pembayaran dengan berlangganan dan diakses melalui *Web*.

Lebih jauh lagi, sebuah *team* dari *National Institute of Standards and Technology* (NIST) mendefinisikan *Cloud Computing* sebagai :

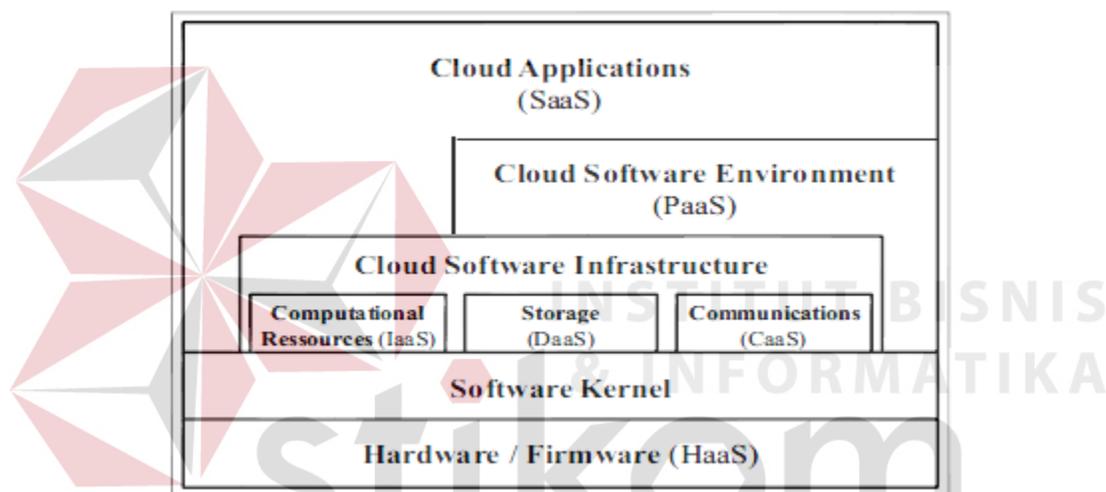
*“Cloud computing is a model for enabling convenient, on-demand network access to a shared pool of configurable computing resources (e.g., networks, servers, storage, applications, and services) that can be rapidly provisioned and released with minimal management effort or service provider interaction.”*

Dimana dapat diartikan bahwa *Cloud Computing* adalah sebuah pemodelan yang memungkinkan dilakukannya akses jaringan terhadap kumpulan sumberdaya komputasi yang dapat dikonfigurasi (seperti jaringan, *server*, media penyimpanan, aplikasi dan layanan) yang dapat ditetapkan dan dilepaskan dengan interaksi atau upaya yang seminimal mungkin dari manajemen maupun penyedia layanan.

Dari referensi diatas maka dapat disimpulkan bahwa *Cloud Computing* adalah sebuah jenis komputasi yang menyediakan cara yang mudah dalam melakukan akses berdasarkan kebutuhan terhadap sekumpulan sumberdaya komputasi yang bersifat fleksibel. Sumber daya tersebut disediakan sebagai layanan melalui jaringan (*service over a network*) – yang seringkali berupa internet – yang sekarang telah mungkin dilakukan karena disebabkan oleh serangkaian inovasi dalam bidang teknologi komputasi, operasi dan pemodelan bisnis. *Cloud Computing* memungkinkan pengguna teknologi untuk melakukan komputasi tanpa batas, dengan biaya yang minimal dan dapat diandalkan, dan mengabaikan bagaimana sumberdaya komputasi tersebut dibangun, dioperasikan maupun dimana sumberdaya tersebut berada.

Dalam pengertian yang singkat, *Cloud Computing* adalah cara komputasi dimana sumberdaya komputasi mudah didapatkan dan diakses, mudah digunakan, murah dalam pembiayaan dan bekerja dengan nyaris tanpa cela.

*Cloud Computing* memiliki beberapa layanan (ditandai dengan akhiran '*as-a-Service*') yang semuanya mewakili sumber daya komputasi yang dibutuhkan. Layanan-layanan tersebut membentuk struktur *layer* yang menyusun *Cloud Computing* itu sendiri. Untuk lebih jelasnya dapat dilihat dalam diagram *Cloud Computing Layer* dibawah.

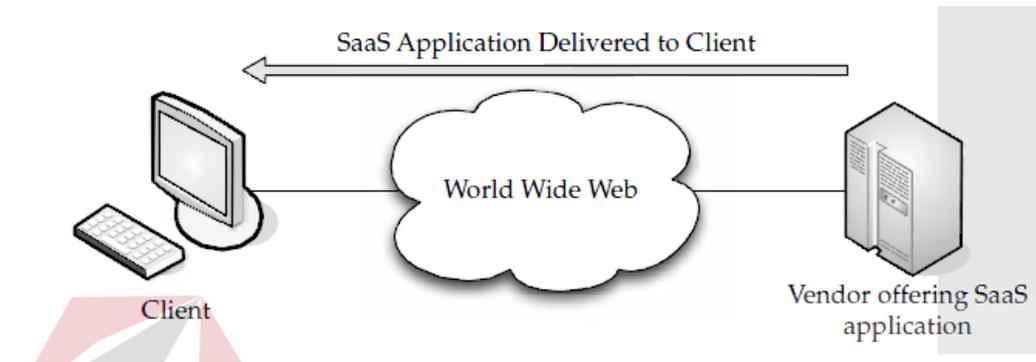


Gambar 2.2. Diagram Cloud Computing Layer

Dari diagram diatas didapatkan 5 layer utama dari *Cloud Computing* yaitu *Cloud Applications (Software as a Service – SaaS)* , *Cloud Software Environment (Platform as a Service – PaaS)*, *Cloud Software Infrastructure (Infrastructure as a Service – IaaS , Data as a Service – DaaS, Communication as a Service – CaaS)* dimana kesemuanya berlandaskan kepada *Software Kernel* dan *Hardware/Firmware (Hardware as a Service)*.

*Software as a Service* di jelaskan oleh Anthony T. Velte, Toby J. Velte dan Robert Elsenpeter sebagai aplikasi yang diletakkan didalam sebuah *remote server* dan diakses melalui internet. Lebih jauh dalam bukunya *Management Strategies for the Cloud Revolution*, Charles

Babcock menjelaskan *Software as a Service* sebagai bentuk dari *cloud computing* yang memungkinkan sebuah aplikasi tersedia dari sebuah pusat data *online*. Banyak pengguna dapat mengakses aplikasi tersebut di saat bersamaan. Salah satu pioner dalam *SaaS* adalah *Salesforce.com*.



Gambar 2.3. Diagram Software as a Service

*Platform as a Service*, menurut Borko Furht dan Armando Escalante dalam bukunya *Handbook of Cloud Computing* menjelaskan *Platform as a Service* sebagai sistem *Cloud* yang menyediakan *environment* untuk eksekusi aplikasi dimana *application service* dapat berjalan. *Environment* tersebut tidak hanya berupa *operating system* yang sudah di-*instal* sebelumnya, tetapi juga diintegrasikan dengan *platform* yang mendukung *programming-language-level*, dimana *user* nantinya dapat menggunakannya untuk membangun aplikasi di *platform* tersebut. Beberapa contoh *PAAS* diantaranya adalah *Google App Engine*, *Microsoft Azure* dan *Force.com*.

*Cloud Software Infrastructure*, yang terdiri atas *Infrastructure as a Service*, *Data as a Service* dan *Communication as a service*. *Cloud Software Infrastructure* merujuk pada penyediaan sumberdaya komputasi berupa *virtual server* dengan dua atau lebih prosesor yang biasanya juga didukung dengan layanan komunikasi (*CaaS*) dan *storage* (*DaaS*). (Rajkumar Buyya, James Broberg, Andrzej Goscinski – *Cloud Computing : Principles and Paradigm*). Namun layanan-layanan tersebut dapat juga berlaku sebagai layanan yang independen.

*Data as a Service* menurut Hong-Linh Truong and Schahram Dustdar dari *Vienna University of Technology* memiliki satu prinsip dasar yang membedakannya dengan jenis layanan *Cloud Computing*. *Data as a Service* lebih mementingkan kemampuan *CRUD* (*Create, Read, Update, Delete*) dibandingkan kemampuan komputasi terhadap data itu sendiri. DaaS menawarkan kemampuan fungsionalitas yang memungkinkan konsumen untuk mengakses data, baik kemampuan tersebut ditawarkan secara gratis atau komersial. Selain itu terdapat juga jenis dari layanan DaaS yang menawarkan kemampuan lebih dalam menangani *Relational Database* dan memiliki *management layer* yang berfungsi dalam memonitoring dan konfigurasi serta optimalisasi sumber daya *cloud* yang disebut *DbaaS* (*Database as a Service*).

## 2.2. PACS

PACS (*Picture Archiving and Communication System*) adalah *filmless system* dalam metode komputerisasi komunikasi dan menyimpan data gambar medis seperti *computed radiographic, digital radiographic, computed tomographic, ultrasound, fluoroscopic, magnetic resonance* dan foto X-ray (Tong, 2009).

Akuisi citra adalah titik awal data citra masuk ke PACS dari hasil pemeriksaan citra yang dilakukan oleh berbagai modalitas citra *digital* (seperti *BI - Biomagnetic Imaging, CT - Computed Tomography, CR - Computed Radiography, MG - Mammography, MR - Magnetic Resonance, NM - Nuclear Medicine, PET - Positron Emission Tomography, RF - Radio Fluoroscropy, US - Ultrasound, XA - XRay Angiography*, dll).

Terdapat 2 metode untuk melakukan akuisi citra *digital*, yaitu *direct capture*, dan *frame grabbing*. Dengan metode *direct capture*, antarmuka *direct digital* akan menangkap dan mentransmisikan data citra dari modalitas berupa data spasial dan bit atau *gray scale* dengan resolusi penuh, dan ditampilkan ke monitor. Pada metode *frame-grabbing*, seperti pada proses

cetak citra ke film, kualitas citra dibatasi oleh proses hanya sampai pada resolusi 8 *bits* (atau 256 *gray values*). Sebagaimana telah disebutkan di atas, akuisisi citra dapat dilakukan dengan CT atau DR.

Saat citra telah diakuisisi, PACS akan mengelolanya dengan tepat untuk memastikan penyimpanan, pengambilan, dan pengiriman seluruh citra dapat dilakukan tanpa kesalahan. Selain itu PACS akan menjamin penyimpanan data citra jangka panjang, dan dapat digunakan kapan saja saat dibutuhkan, secara *real time*, terutama untuk interpretasi citra. Inti PACS terdiri dari: sistem manajemen *database* relasional (seperti *Oracle, MS-SQL, Sybase*), media penyimpanan (seperti *RAID, Jukebox*), software pengendali (*image manager*), dan antarmuka RIS.

Sistem manajemen *database* adalah jantung dari PACS. Relasi antara citra dan lokasi penyimpanan disimpan dan dikelola di dalam *database*, berikut dengan semua data terkait yang dibutuhkan untuk pemanfaatan citra. Sistem manajemen *database* harus dapat menyediakan data citra berdasarkan pada pencarian pasien atau pemeriksaan tertentu saat diminta (*to be queried*) oleh RIS atau sistem lainnya.

Untuk menjamin kompatibilitas komunikasi antar sistem yang berbeda ini, digunakan standar komunikasi yang didefinisikan oleh standar *Digital Imaging and Communications in Medicine (DICOM)*. Selain itu, dibutuhkan pula upaya untuk dapat mengelola penyimpanan data citra dalam ukuran yang besar (biasanya menggunakan teknologi *RAID*), dan menjamin penyimpanan data citra dalam jangka waktu yang lama sesuai dengan regulasi penyimpanan serta pengembalian data saat terjadi bencana (*disaster recovery*).

*Workstation* adalah tempat dimana fisikawan dan praktisi klinis melihat citra dan informasi hasil pemeriksaan yang telah dilakukan. Terdapat 2 klasifikasi *workstation*, yaitu

*diagnostik* dan *review*. Perbedaan antara 2 klasifikasi *workstation* ini ada pada resolusi dan fungsionalitas.

*Workstation* diagnostik adalah tipe *workstation* yang digunakan oleh ahli radiologi untuk melakukan interpretasi pemeriksaan secara primer. *Workstation* tipe ini memiliki resolusi dan *brightness* tertinggi dan berisi tingkat fungsionalitas tertinggi. Secara historis, mereka didedikasikan untuk tugas dengan aplikasi yang dijalankan secara lokal.

Tipe *workstation* berikutnya adalah *workstation* klinikal review yang digunakan oleh praktisi klinis untuk melakukan *review* citra. *Workstation* ini tidak sebegus *workstation* diagnostik, baik dari segi *hardware* (resolusi) ataupun fungsionalitas. Area ini mendapatkan keuntungan terbanyak dari pemanfaatan *workstation* yang berbasis *web*, sehingga akses ke citra dapat didistribusikan lebih luas (bahkan dari luar lingkungan praktik).

### 2.3. DICOM

DICOM (*Digital Imaging And Communication In Medicine*) adalah standar industri untuk radiologis *transferral* dari gambar dan informasi medis lainnya antara komputer (Huang, 2004). Setelah menggunakan pola sistem terbuka *Interconnection of International Standar Organization*, DICOM memungkinkan komunikasi digital antara peralatan diagnostik dan terapeutik dan sistem dari berbagai produsen.

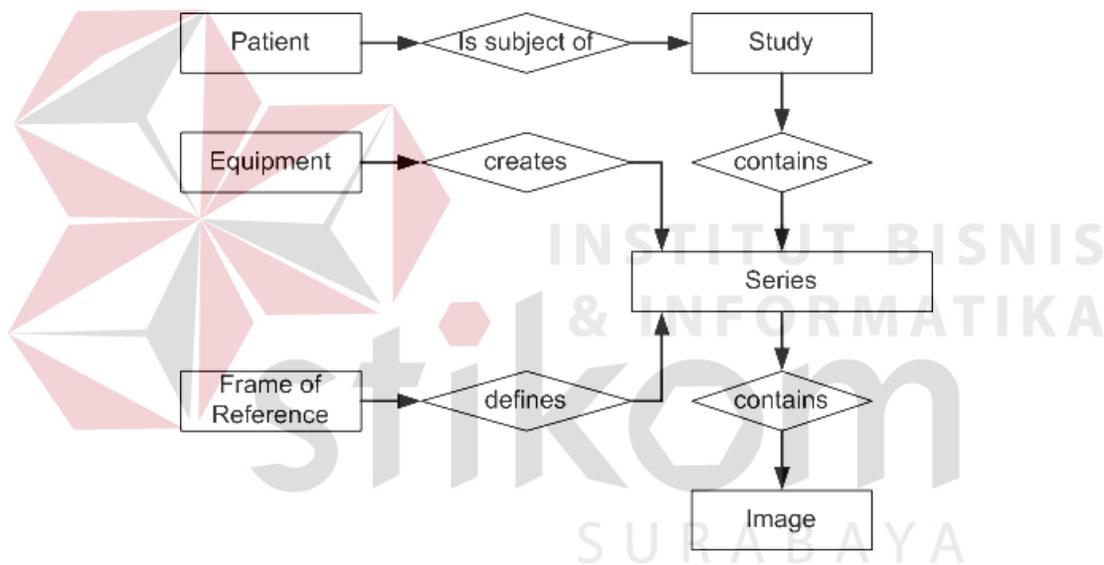
Dengan standar internasional ini, para vendor dan para praktisi medis akan lebih mudah dalam melakukan pertukaran informasi dalam hal medis tanpa mengalami kendala bahasa.

Beberapa keuntungan yang didapat dari pemanfaatan DICOM antara lain :

1. Mengurangi kesulitan koneksi dengan berbagai peralatan.
2. Karena DICOM adalah standar yang berlaku secara internasional, maka tidak diperlukan lagi standar yang berbeda untuk tiap peralatan medis.

3. Manajemen pasien yang lebih baik.
4. Citra medis pasien dapat diproses dengan menggunakan piranti lunak yang banyak tersedia.
5. Adanya kemudahan untuk pengarsipan citra medis.

Standar DICOM 3.0, yang saat ini digunakan, memodelkan pemrosesan data citra medis melalui sekumpulan entitas informasi yang saling berkaitan. Tiap entitas berisi data yang mencakup aspek tertentu dari proses aktual (seperti akuisisi citra, *printing*) dan entitas *real-life* yang terlibat (seperti pasien, modalitas citra).



**Gambar 2.4.** DICOM mengkomposisikan kebutuhan model informasi IOD

DICOM menspesifikasikan suatu *Information Object Definition* (IOD) untuk memodelkan semua informasi yang terkait dan merupakan bagian dari proses pencitraan, seperti IOD citra CT untuk komputasi *tomography*, dan IOD citra MR untuk pencitraan resonansi magnetik. IOD berisi entitas informasi, yaitu entitas *Patient* dan entitas *Study*, yang keduanya memiliki modalitas independen dan berisi data tentang pasien (seperti nama, umur, dll) dan pemeriksaan (seperti nama pemeriksa – *physician*, deskripsi).

Entitas *Series*, yang membentuk grup logika, berisi sekumpulan citra, dan secara logika didefinisikan dan dibuat oleh 2 entitas informasi, yaitu entitas *Frame of Reference*, yang menjamin relasi spasial dari citra dalam suatu urutan, dan entitas *Equipment*, yang menyimpan informasi tentang modalitas pencitraan (seperti nama manufaktur alat, nomor revisi *software*). Terakhir, data citra itu sendiri disimpan dalam beberapa entitas citra terelasi, yang sebagian memiliki modalitas dependen dan sebagian lagi independen.

Standar DICOM 3.0 memungkinkan integrasi antar alat pencitraan dengan modalitas yang sama ataupun berbeda, serta integrasi dengan RIS (*Radiology Information System*), HIS (*Hospital Information System*), PACS (*Picture Archiving and Communication System*). Juga memungkinkan dalam pertukaran data lewat *removable media*, seperti *Magneto-Optical disk*, dan melalui koneksi fisik DICOM 50-pin *point-to-point*. Berdasarkan pada cetakan NEMA 1993, standar DICOM 3.0 mendukung sedikitnya 5 modalitas citra diagnosa, seperti CT, MRI, *Nuclear Medicine*, *Ultrasound*, dan *Digital/Computed Radiography*.

#### **2.4. Teleradiologi**

ACR (*American College of Radiology*) menggambarkan teleradiologi sebagai “...transmisi elektronik gambar radiologi dari satu lokasi ke lokasi lain untuk tujuan interpretasi dan atau konsultasi” (ACR *Technical Standard For Teleradiology*, 2003). Teleradiologi memungkinkan lebih banyak waktu untuk interpretasi gambar radiologi dan memberikan akses yang lebih besar untuk konsultasi sekunder serta untuk meningkatkan pembelajaran yang berkelanjutan. Pengguna di beberapa lokasi yang berbeda dapat melihat gambar radiologi secara simultan. Pemanfaatan teleradiologi secara tepat dapat meningkatkan akses untuk interpretasi radiologi yang tentunya akan meningkatkan pelayanan terhadap pasien secara signifikan.

Teleradiologi merupakan sebuah perkembangan teknologi. Tujuan baru akan terus muncul seiring dengan perkembangan yang ada. Menurut ACR (*American College of Radiology*)

Tujuan teleradiologi saat ini menurut meliputi:

1. Menyediakan layanan interpretasi dan konsultasi radiologi.
2. Membuat layanan konsultasi radiologi tersedia pada fasilitas medis tanpa mengharuskan kehadiran fisik ahli radiologi.
3. Menyediakan gambar radiologi dan interpretasi gambar secara tepat waktu pada layanan klinis gawat darurat maupun layanan klinis biasa.
4. Memfasilitasi interpretasi radiologi saat ada panggilan mendadak.
5. Menyediakan dukungan subspecialisasi radiologi sesuai kebutuhan.
6. Meningkatkan kesempatan pembelajaran untuk berlatih radiologi.
7. Mendorong efisiensi dan peningkatan kualitas.
8. Menyediakan gambar yang telah diinterpretasikan kepada pihak yang memberikan referensi.
9. Mendukung telemedisin.
10. Menyediakan pengawasan studi pencitraan dari jarak jauh.

Proses-proses dalam teleradiologi (Mehta, *The Internet for radiology practice*, 2003):

### **1. Digitalisasi gambar**

Untuk mengirim gambar radiologi melalui sistem telekomunikasi, gambar harus dikonversi menjadi format *digital*. Banyak modalitas menghasilkan gambar yang secara *digital*, termasuk CT, MRI, USG, *computer radiography* (CR), and *digital radiography*

(DR). Jika gambar dihasilkan pada *hardcopy* film, itu juga dapat ditransmisikan menjadi format *digital*.

Format gambar yang sesuai dengan *Digital Image Communication in Medicine* (DICOM) standar menyediakan hasil yang memungkinkan untuk diprediksi. Sistem yang sesuai dengan DICOM 3.0 akan menghasilkan gambar *digital* dari perangkat akuisisi tanpa kehilangan 12-bit *dataset* (2,056 *gray scale*). Hal ini menjamin tidak ada degradasi gambar dan kemampuan penuh dari radiolog menerima gambar untuk menyesuaikan gambar melalui pengaturan *window* dan *level*. Karena banyak peralatan yang lebih tua saat ini digunakan di teleradiologi tidak memenuhi standar DICOM, solusi *alternative* telah dicari.

Metode yang paling umum digunakan untuk melakukan tugas ini telah menjadi solusi pemindai. Renderisasi *digital* terbentuk dari salinan film melalui digitalisasi gambar dengan menggunakan laser atau dengan menggunakan CCD *digitizer*. Solusi sebelumnya menggunakan penangkap bingkai video, yang mengubah sinyal keluaran *video* dari suatu modalitas, seperti konsol CT, ke bentuk *digital*, menghasilkan gambar.

## **2. Ukuran file**

Ada beberapa faktor yang membutuhkan keseimbangan agar teleradiologi menjadi teknologi yang tepat guna. Biasanya, ukuran file gambar digital yang sangat besar, mulai dari ratusan *kilobyte* untuk 40-50 *megabyte*. Ini membutuhkan waktu berjam-jam untuk mengirimkan file besar ini menggunakan saluran telepon standar. Faktor yang kompleks pada praktek teleradiologi ada dua : peningkatan jumlah studi ketika mereka sedang dievaluasi untuk penyakit tunggal, dan modalitas yang baru seperti *multislice* CT, yang dapat menghasilkan lebih dari 1000 gambar per studi.

Faktor-faktor ini menyebabkan *volume* informasi yang perlu di transmisikan mengalami peningkatan yang besar. Meskipun satu gambar dari studi CT tidak membutuhkan waktu yang lama untuk dikirim dari satu lokasi ke lokasi lainnya, namun potongan tunggal merupakan alat yang terbatas agar ahli radiologi dapat melakukan interpretasi studi pasien. Oleh karena itu, dengan menggunakan jaringan konvensional metode transmisi menjadi mahal dan tidak praktis. Untungnya, sejak tahun 1990 terjadi sebuah revolusi dalam penggunaan teknologi informasi, dengan cepat terjadi peningkatan ketersediaan *bandwidth* dan jumlah informasi yang dapat dikirim per satuan waktu. Peningkatan besar ini membantu meringankan masalah, namun untuk melakukan teleradiologi yang memadai masih terasa tidak praktis. Dengan demikian, solusi yang dicari bagaimana membuat gambar dengan ukuran yang lebih kecil, namun mempertahankan semua data radiologis yang relevan.

### **3. Kompresi gambar**

Teleradiologi hampir secara eksklusif telah menggunakan format kompresi JPEG atau *wavelet* kompresi, yang terbukti praktis dan kuat. Kedua format ini dapat digunakan baik dalam modus *lossy* atau *lossless* dan dapat dimanipulasi oleh ahli radiologi. Standar JPEG saat ini adalah satu-satunya format yang didukung oleh standar DICOM, tetapi, dengan revisi standar, algoritma kompresi yang lebih baru kemungkinan akan dieksplorasi.

### **4. Transmisi gambar**

Saat ini ada beberapa jenis jalur data yang dapat digunakan dalam implementasi sistem teleradiologi. Antara lain *dial-up*, layanan *broadband* seperti modem kabel, dan DSL, ISDN, T1, T3, dan ATM. Pada prakteknya banyak teleradiologi dengan volume kecil

menggunakan ISDN atau T1 dan menyediakan pelayanan yang prima. Rasio Kompresi yang digunakan paling tidak 8-10:1 mencapai ukuran file yang memungkinkan untuk ditransmisikan. Pilihan jalur data yang digunakan akan bervariasi sesuai dengan jenis teleradiologi.

## **5. Interpretasi gambar**

Interpretasi sebuah gambar yang diterima dari sistem teleradiologi biasanya telah dilakukan pada *workstation* sebagai bagian dari PACS atau pada komputer rumah berdasarkan panggilan radiolog. Jika sistem teleradiologi diintegrasikan ke dalam PACS, informasi gambar dapat dikirim melalui LAN ke beberapa *workstation* atau dapat didasarkan pada layanan subspecialisasi. Gambar ini kemudian dapat diarsipkan atau disimpan sesuai dengan waktu yang tercantum dalam perjanjian teleradiologi.

## **6. Penghasil Laporan**

Laporan yang dihasilkan sangat penting bagi *referring clinician* atau radiolog untuk mengirimkan gambar melalui sistem teleradiologi. *Internet* telah memberikan banyak cara-cara baru untuk mengirim laporan yang dihasilkan oleh sistem konvensional, termasuk *e-mail*, faks, dan *teks-to-speech* melalui telepon. Otomatisasi ini dapat mempersingkat waktu pembuatan laporan.

## 7. Keamanan

Sistem teloradiologi harus dapat menyediakan perangkat lunak serta jaringan yang aman untuk melindungi kerahasiaan data identifikasi dan data pencitraan milik pasien. Sistem harus dapat menjamin kerahasiaan, integritas, serta ketersediaan data pasien.

### 2.5. JPEG2000 dan Standar DICOM Supplement 61

Ketika pertama kali diperkenalkan, DICOM memiliki dukungan terhadap pemrosesan kompresi *lossy* dan *lossless* yang sudah didefinisikan didalam standar asli JPEG yaitu ISO10918-1. Walaupun standar JPEG/ISO 10918-1 memiliki berbagai macam metode pemrosesan, hanya pemrosesan JPEG yang berbasis atas blok sekuensial dengan pengkodean *DCT Huffman Entropy* (yang diperuntukkan untuk *lossy compression*) dan *predictive coding* dengan *Huffman entropy coding* (untuk *lossless compression*) yang dinilai cukup layak dalam operasionalitas medis.

Dikarenakan banyak keterbatasan dan kekurangan dalam penggunaan JPEG untuk citra medis, kelompok internal didalam NEMA yang disebut sebagai *Working Group 4* yang terdiri atas institusi medis lintas negara dan pihak pabrikan, mulai mencari alternatif, *Working Group 4* (*WG4*) ini adalah salah satu bagian dari *DICOM Committee*, seperti yang dijelaskan pada gambar dibawah.

**Tabel 2.1.** *DICOM Commitee*

DICOM Committee working groups	
WG-01: Cardiac and Vascular Information	WG-14: Security
WG-02: Projection Radiography and Angiography	WG-15: Digital Mammography and CAD
WG-03: Nuclear Medicine	WG-16: Magnetic Resonance
WG-04: Compression	WG-17: 3D
WG-05: Exchange Media	WG-18: Clinical Trials and Education
WG-06: Base Standard	WG-19: Dermatologic Standards
WG-07: Radiotherapy	WG-20: Integration of Imaging and Information Systems
WG-08: Structured Reporting	WG-21: Computed Tomography
WG-09: Ophthalmology	WG-22: Dentistry
WG-10: Strategic Advisory	WG-23: Application Hosting
WG-11: Display Function Standard	WG-24: Surgery
WG-12: Ultrasound	WG-25: Veterinary Medicine
WG-13: Visible Light	WG-26: Pathology

Adapun institusi dan perusahaan yang berkolaborasi didalam *Working Group 4* didalam usaha untuk mencari alternatif tersebut, dapat dilihat pada tabel dibawah

**Tabel 2.2. Working Group 4**

Industrial Bodies	Academic Bodies
AGFA U.S. Healthcare	American Academy of Ophthalmology
Boston Scientific	American College of Cardiology
Camtronics Medical Systems	American College of Radiology
Carl Zeiss Meditec	American College of Veterinary Radiology
DeJarnette Research Systems	American Dental Association
Dynamic Imaging	College of American Pathologists
Eastman Kodak	Deutsche Röntgenesellschaft
ETIAM	European Society of Cardiology
FujiFilm Medical Systems USA	Healthcare Information and Management Systems Society
GE Healthcare	Medical Image Standards Association of Taiwan
Heartlab	Societa Italiana di Radiologia Medica
Hologic	Société Française de Radiologie
IBM Life Sciences	Society for Computer Applications in Radiology
Konica Minolta Medical Corporation	Canadian Institute for Health Informatics
MatrixView	Center for Devices & Radiological Health
McKesson Medical Imaging Company	Japan Industries Association of Radiological Systems (JIRA)
MEDIS	Korean PACS Standard Committee
Merge eMed	National Cancer Institute
Philips Medical Systems	National Electrical Manufacturers Association
RadPharm	
R2 Technology, Inc.	
Sectra Imtec AB	
Siemens Medical Solutions USA, Inc.	
Sony Europe	
Toshiba America Medical Systems	

Setelah WG4 melakukan penelitian yang mendalam dan mengambil langkah bahwa tidak ada standar yang cukup *compliance* dengan kebutuhan dari pencitraan medis, WG4 sempat berinisiatif untuk membuat standar format file dan kompresi sendiri, hingga pada akhirnya

datang masukan dari pihak ISO/IEC, JTC1/SC29/WG1 yang mengusulkan untuk menggunakan standar JPEG2000 (ISO15444-1) yang saat itu baru dikeluarkan. Pada akhirnya oleh *DICOM Committee* diputuskan bahwa seluruh riset difokuskan kepada JPEG2000 untuk menjamin kelayakannya dalam implementasi di bidang citra medis. Dimana dari usaha tersebut dihasilkan *DICOM Standard Supplement :61*.

## 2.6. JPEG2000 Image Compression

Sesuai dengan *DICOM 3.0 Supplement 61 : Annex A*, dimana dijelaskan bahwa standard JPEG biasa yang didukung oleh DICOM adalah *standard JPEG Part 1* dan *14* , dimana ditekankan bahwa yang digunakan adalah tipe *lossless*, sehingga kompresi yang dihasilkan sangat kurang untuk keperluan teleradiologi. Sedangkan dengan diaplikasinya standar JPEG2000 oleh DICOM, yaitu ISO 15444-1, maka dimungkinkan untuk menggunakan kompresi JPEG2000 baik *lossless (reversible* – bisa dikembalikan ke kualitas citra asli) maupun *lossy (irreversible* – tidak bisa dikembalikan ke kualitas setara asli), dikarenakan JPEG2000 memiliki fitur-fitur yang mampu mempertahankan kelayakan kualitas citra medis.

Telah banyak studi dilakukan untuk meneliti tingkat kompresi yang dinilai layak dengan menggunakan *JPEG2000 lossy compression*. Didalam tabel dibawah ditunjukkan data spesifik mengenai jenis citra medis, tingkat kompresi JPEG2000 yang disarankan serta studi kasus yang mendasarinya. (Cavaro-Menard dkk, 2008)

**Tabel 2.3.** *Komparasi antar Tipe Citra Medis dan Tingkat Kompresi yang dapat Diterima (Cavaro-Menard dkk, 2008)*

Tipe Citra Medis	Tingkat Kompresi yang disarankan
DR Chest (dada/thorax)	20:1 (sehingga lesi dapat dideteksi)
Mammography	20:1 (sehingga lesi dapat dideteksi)

CT Lung (Paru paru)	10:1 (sehingga pengukuran nodule masih dapat dilakukan)
Ultrasound (USG)	12:1
Coronary Angiogram (Angio Pembuluh Jantung)	30:1 (dengan optimasi gambar)





INSTITUT BISNIS  
& INFORMATIKA

stikom

SURABAYA