

IMPLEMENTASI SISTEM PICTURE ARCHIVING AND COMMUNICATION SYSTEM PADA SISTEM OPERASI UBUNTU

IMPLEMENTATION OF PICTURE ARCHIVING AND COMMUNICATION SYSTEM IN UBUNTU OPERATING SYSTEM

Dimas Ariadi Widodo¹, Ahmad Mushansyah², Nia Ambarsari³

^{1,2,3}Prodi S1 Sistem Informasi Fakultas Rekayasa Industri, Telkom University
gb.cryo@gmail.com, ahmadanc@gmail.com, ambarsarinia@gmail.com

Abstrak

Interoperabilitas informasi dalam dunia medis telah menjadi salah satu persoalan dalam pengembangan layanan kesehatan modern. Institusi kesehatan di negara-negara maju telah berusaha selama bertahun-tahun untuk mencapai interoperabilitas dalam informasi medis, namun terhambat pada masalah untuk menentukan standar informasi medis yang baik dan mendukungnya. Aspek interoperabilitas yang menjadi fokus dalam penelitian ini adalah *medical imaging archive* dengan menggunakan *Picture Archiving and Communication System* atau PACS. PACS adalah sebuah sistem informasi yang dibentuk khusus untuk menangani pengarsipan dan penggunaan gambar medis. Penelitian ini dipusatkan pada pengembangan sebuah sistem PACS di Rumah Sakit Mata Cicendo Bandung untuk mendukung kegiatan penyimpanan dan penggunaan gambar medis.

Kata Kunci: DICOM, HIE, HL7, PACS, *Medical Imaging*

Abstract

Interoperability of medical information has become an issue in the development of modern healthcare services. Advanced healthcare institutes has struggled for years to achieve interoperability of medical information, but stumbles on the problem to establish a good information standard that supports it. The interoperability aspects focused in this research is the medical imaging archive using Picture Archiving and Communication System or PACS. PACS is an information system specifically designed to handle the archiving and usage of medical images. This research is centered on developing a PACS system in Cicendo Eye Hospital to support the medical image archiving and usage.

Keywords : DICOM, HIE, HL7, PACS, *Medical Imaging*

1. Pendahuluan

Rekam Medis Elektronik merupakan salah satu solusi sistem informasi kesehatan yang dipercaya dapat meningkatkan mobilitas dan efisiensi informasi dalam pelayanan kesehatan. Salah satu bagian dari pengembangan RME adalah bidang pengelolaan gambar medis. Gambar medis umumnya diperoleh dengan melakukan pemeriksaan menggunakan mesin pencitraan medis (*medical imaging device*) dan digunakan dalam proses pemeriksaan oleh dokter rumah sakit. Untuk menangani penyimpanan dan penggunaan data gambar medis yang diperoleh, yang dapat dilakukan adalah membangun suatu sistem yang berfungsi sebagai pengelola dan pengarsipan gambar medis hasil pemeriksaan yang disebut *Picture Archiving Communication System* (PACS). PACS berfungsi sebagai arsip yang digunakan khusus untuk menyimpan data gambar medis yang diperoleh dari hasil pemeriksaan pasien yang menggunakan alat pencitraan kesehatan atau *modality* yang dapat berupa mesin X-Ray atau MRI. Gambar yang diperoleh dari *modality* dalam bentuk *digital* akan disimpan oleh PACS ke dalam *database* PACS. Dari *database* ini kemudian data gambar rekam medis dapat diubah atau diolah oleh dokter radiologi, dan kemudian dapat ditampilkan oleh aplikasi lain seperti RME yang sudah terintegrasi dengan menggunakan API.

2. Dasar Teori

2.1 Rekam Medis

Rekam medis adalah berkas yang berisi catatan dan dokumen antara lain identitas pasien, hasil pemeriksaan, pengobatan yang telah diberikan, serta tindakan dan pelayanan lain yang telah diberikan kepada pasien [1]. Dokumen ini menyimpan rekam jejak mengenai kondisi medis dan kesehatan pemilikinya, dan digunakan sebagai acuan dalam penanganan medis oleh dokter, dokter gigi, atau sarana pelayanan medis lainnya.

2.2 Rekam Medis Elektronik

Rekam Medis Elektronik (RME) adalah suatu konsep dari kumpulan data kesehatan dan data pengobatan pasien yang bersifat *comprehensive* (luas) dan *cross-institutional* (lintas-institusi). Untuk itu, RME tidak hanya menyimpan data mengenai pengobatan pasien saja, tetapi juga data mengenai kondisi kesehatan pasien pada umumnya [2].

2.3 Ubuntu Linux

Ubuntu adalah sebuah *software desktop* buatan Linux yang bersifat *freeware*. Ubuntu mulai dikembangkan semenjak bulan Oktober tahun 2004 oleh komunitas *developer* Debian yang dipimpin oleh Mark Shuttleworth, yang kemudian mendirikan Canonical. Beliau ingin menciptakan platform Linux yang mudah untuk digunakan oleh siapa saja yang akhirnya diberi nama Ubuntu. Ubuntu bersifat *open-source*, dimana Ubuntu dapat digunakan dan dimodifikasi oleh siapa saja atau komunitas manapun untuk memenuhi kebutuhan yang diinginkan. Ubuntu memiliki beberapa varian yang digunakan untuk *server*, *cloud*, dan lain-lain. Ubuntu menjadi platform Linux yang paling banyak dipakai di seluruh dunia, khususnya oleh para *developer* dan *computer engineer* [3].

2.4 DICOM

Digital Imaging and Communication in Medicine atau DICOM adalah sebuah standar internasional terhadap informasi yang berkaitan dengan gambar medis. DICOM menjadi standar yang menentukan format penggunaan gambar medis untuk kemudian digunakan dalam tindak kesehatan. DICOM telah digunakan pada hampir semua peralatan pencitraan dalam dunia kesehatan dan alat-alat pendukung lainnya. Ini menjadikan DICOM sebagai *messaging standard* yang paling banyak digunakan di seluruh dunia [4]

2.5 PACS

Picture Archive and Communication System atau PACS adalah sebuah sistem teknologi pencitraan yang digunakan di dunia medis yang berfungsi untuk mengelola, menyimpan, dan menyajikan data gambar yang diperoleh dari mesin pencitraan gambar medis (*modality*) yang terhubung dengannya. Menurut Koutelakis, PACS berfungsi sebagai [5]:

1. Sarana pembacaan media medis pada bidang diagnosa, pelaporan, dan konsultasi
2. Pengarsipan untuk media magnetik atau optik medis yang menggunakan perangkat penyimpanan jangka panjang atau pendek
3. Sarana komunikasi yang menggunakan jaringan lokal (LAN), luas (WAN), atau layanan komunikasi publik
4. Sebuah sistem yang memiliki *interface* untuk *modality* dan *gateway* untuk fasilitas kesehatan dan departemen sistem informasi yang menawarkan sebuah sistem yang terintegrasi kepada pengguna.

2.3.1 DCM4CHEE

dcm4chee-2.x DICOM *Clinical Data Manager* merupakan sebuah sistem JEE (*Java Enterprise Edition*) dan JMX (*Java Management Extension*) dibangun didalam sebuah *JBoss Application Server* untuk menyediakan berbagai macam pelayanan medis. Dcm4chee dapat digunakan untuk berbagai tujuan, dimana yang paling sering adalah menjadi sebuah arsip dan pengelola gambar DICOM, atau menjadi sebuah PACS, ketika digabungkan dengan aplikasi *image viewer* lain, seperti Osirix, Oviyam, dan lain sebagainya [6].

2.3.2 Oviyam Viewer

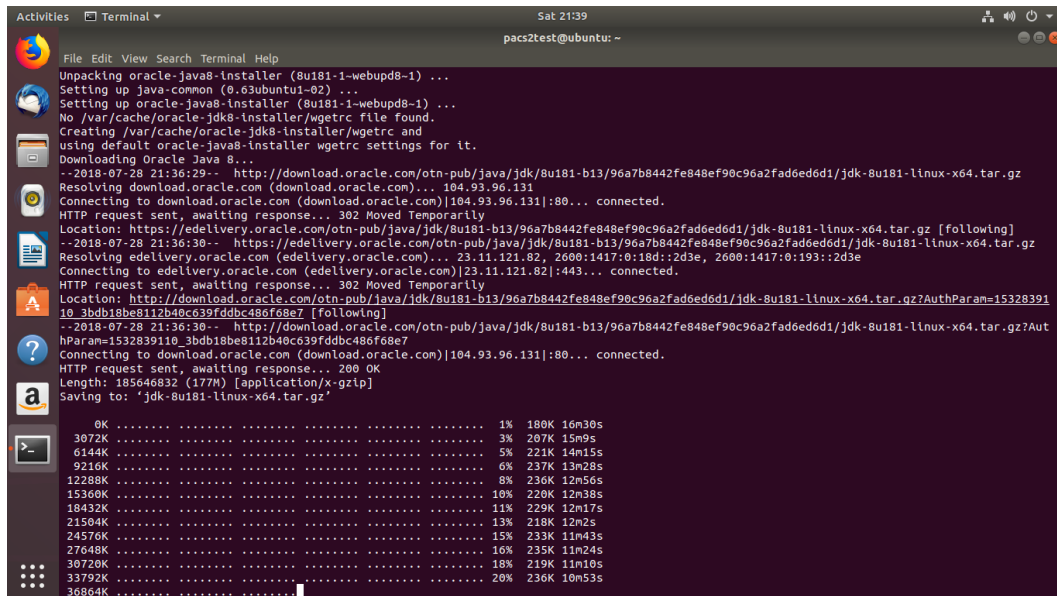
Oviyam adalah sebuah aplikasi berbasis *web* yang dikembangkan oleh Raster Images dan digunakan untuk melihat *file* gambar DICOM. Oviyam menggunakan protokol DICOM standar yang dapat digunakan untuk menampilkan daftar pasien, *series*, atau *studies* yang diambil dari arsip/penyimpanan data dan ditampilkan dalam format JPEG ke dalam *web browser*. Oviyam dapat digunakan dengan DICOM *Server* yang mendukung protokol WADO (*Web Access to DICOM Persistent Objects*) [7].

1. Pembahasan

Pada penelitian ini, implementasi dari sistem PACS akan dilakukan pada *server* milik Rumah Sakit Mata Cicendo yang akan menjadi *database* tempat penyimpanan data gambar medis yang diperoleh dari *modality* milik Rumah Sakit Mata Cicendo yang ada di Bagian Radiologi. Proses penerapan akan dilakukan dengan menginstal komponen-komponen dari PACS ke *server* yang menggunakan sistem operasi Ubuntu Linux *desktop* untuk mempermudah proses penginstalan.

1.1 Java Development Kit

Dalam membangun dcm4chee diperlukan platform java. Java Development Kit yang digunakan dalam penelitian ini adalah jdk versi 8u172. Untuk menginstal jdk di ubuntu dapat melalui PPA Repository yang bisa dilakukan dengan menggunakan *command line* di Ubuntu.



```

Activities  Terminal
Sat 21:39
pacs2test@ubuntu: ~
File Edit View Search Terminal Help
Unpacking oracle-java8-installer (8u181-1-webugd8-1) ...
Setting up java-common (0.63ubuntu1-02) ...
Setting up oracle-java8-installer (8u181-1-webugd8-1) ...
No /var/cache/oracle-jdk8-installer/wgetrc file found.
Creating /var/cache/oracle-jdk8-installer/wgetrc and
using default oracle-java8-installer wgetrc settings for it.
Downloading Oracle Java 8...
--2018-07-28 21:36:29--  http://download.oracle.com/otn-pub/java/jdk/8u181-b13/96a7b8442fe848ef90c96a2fad6ed6d1/jdk-8u181-linux-x64.tar.gz
Resolving download.oracle.com (download.oracle.com)... 104.93.96.131
Connecting to download.oracle.com (download.oracle.com)|104.93.96.131|:80... connected.
HTTP request sent, awaiting response... 302 Moved Temporarily
Location: https://edelivery.oracle.com/otn-pub/java/jdk/8u181-b13/96a7b8442fe848ef90c96a2fad6ed6d1/jdk-8u181-linux-x64.tar.gz [following]
--2018-07-28 21:36:30--  https://edelivery.oracle.com/otn-pub/java/jdk/8u181-b13/96a7b8442fe848ef90c96a2fad6ed6d1/jdk-8u181-linux-x64.tar.gz
Resolving edelivery.oracle.com (edelivery.oracle.com)... 23.11.121.82, 2600:1417:0:18d:203e, 2600:1417:0:193:2d3e
Connecting to edelivery.oracle.com (edelivery.oracle.com)|23.11.121.82|:443... connected.
HTTP request sent, awaiting response... 302 Moved Temporarily
Location: http://download.oracle.com/otn-pub/java/jdk/8u181-b13/96a7b8442fe848ef90c96a2fad6ed6d1/jdk-8u181-linux-x64.tar.gz?AuthParam=1532839110_3bdb18be8112b40c639fddbc486f8e7 [following]
--2018-07-28 21:36:30--  http://download.oracle.com/otn-pub/java/jdk/8u181-b13/96a7b8442fe848ef90c96a2fad6ed6d1/jdk-8u181-linux-x64.tar.gz?AuthParam=1532839110_3bdb18be8112b40c639fddbc486f8e7
Connecting to download.oracle.com (download.oracle.com)|104.93.96.131|:80... connected.
HTTP request sent, awaiting response... 200 OK
Length: 185648832 (177M) [application/x-gzip]
Saving to: 'jdk-8u181-linux-x64.tar.gz'

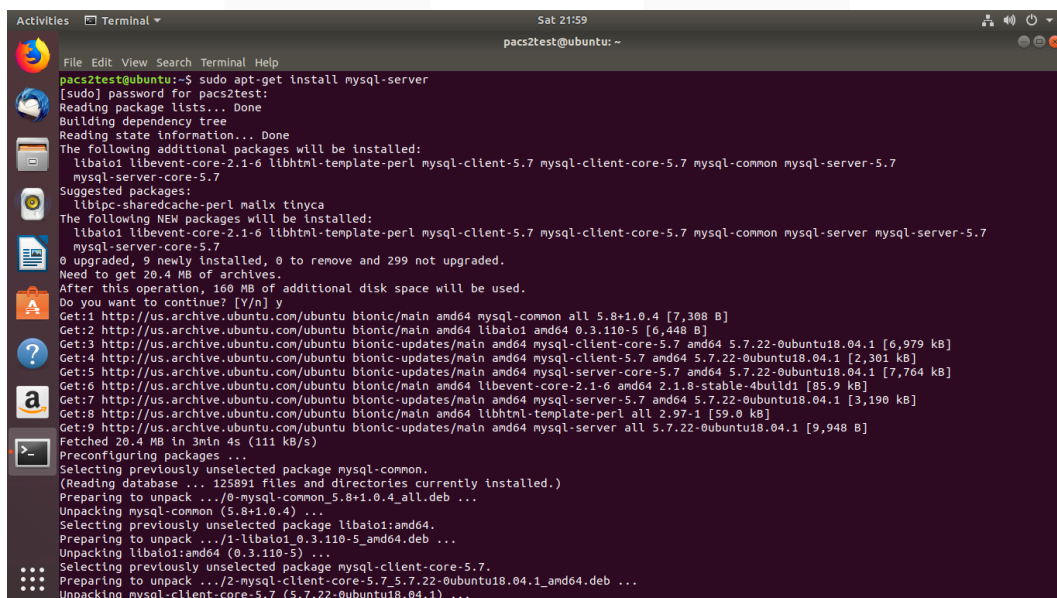
0K ..... 1% 180K 16m30s
3072K ..... 3% 207K 15m9s
6144K ..... 5% 221K 14m15s
9216K ..... 6% 237K 13m28s
12288K ..... 8% 236K 12m56s
15360K ..... 10% 220K 12m38s
18432K ..... 11% 229K 12m17s
21504K ..... 13% 218K 12m2s
24576K ..... 15% 233K 11m43s
27648K ..... 16% 235K 11m24s
30720K ..... 18% 219K 11m10s
33792K ..... 20% 236K 10m53s
36864K .....
  
```

Gambar 1-1 Proses Instalasi JDK (Version 8)

Perlu diketahui bahwa pada penelitian ini tidak menggunakan jdk 9 atau lebih karena tidak kompatibel dengan versi dcm4chee yang digunakan (2.18.0), yaitu dcm4chee 2.18. Adapun minimum JDK yang digunakan adalah JDK 5 sesuai dengan instruksi instalasi dcm4chee.

1.2 Database

Dcm4chee memerlukan *database* untuk mengelola informasi baik data identitas pasien, data hasil pemeriksaan radiologi, dan lain-lain. Untuk penelitian ini digunakan *database* MySQL. Sama seperti JDK, MySQL dapat diinstal di ubuntu dengan menggunakan *command line* pada Ubuntu.



```

Activities  Terminal
Sat 21:59
pacs2test@ubuntu: ~
File Edit View Search Terminal Help
pacs2test@ubuntu:~$ sudo apt-get install mysql-server
[sudo] password for pacs2test:
Reading package lists... Done
Building dependency tree
Reading state information... Done
The following additional packages will be installed:
  libbait1 libevent-core-2.1-6 libhtml-template-perl mysql-client-5.7 mysql-client-core-5.7 mysql-common mysql-server-5.7
  mysql-server-core-5.7
Suggested packages:
  libipc-sharedcache-perl mailx tinyca
The following NEW packages will be installed:
  libbait1 libevent-core-2.1-6 libhtml-template-perl mysql-client-5.7 mysql-client-core-5.7 mysql-common mysql-server mysql-server-5.7
  mysql-server-core-5.7
0 upgraded, 9 newly installed, 0 to remove and 299 not upgraded.
Need to get 20.4 MB of archives.
After this operation, 160 MB of additional disk space will be used.
Do you want to continue? [Y/n] y
Get:1 http://us.archive.ubuntu.com/ubuntu bionic/main amd64 mysql-common all 5.8+1.0.4 [7,308 B]
Get:2 http://us.archive.ubuntu.com/ubuntu bionic/main amd64 libbait1 amd64 0.3.110-5 [6,448 B]
Get:3 http://us.archive.ubuntu.com/ubuntu bionic-updates/main amd64 mysql-client-core-5.7 amd64 5.7.22-0ubuntu18.04.1 [6,979 kB]
Get:4 http://us.archive.ubuntu.com/ubuntu bionic-updates/main amd64 mysql-client-5.7 amd64 5.7.22-0ubuntu18.04.1 [2,301 kB]
Get:5 http://us.archive.ubuntu.com/ubuntu bionic-updates/main amd64 mysql-server-core-5.7 amd64 5.7.22-0ubuntu18.04.1 [7,764 kB]
Get:6 http://us.archive.ubuntu.com/ubuntu bionic/main amd64 libevent-core-2.1-6 amd64 2.1.8-stable-4build1 [85,9 kB]
Get:7 http://us.archive.ubuntu.com/ubuntu bionic-updates/main amd64 mysql-server-5.7 amd64 5.7.22-0ubuntu18.04.1 [3,190 kB]
Get:8 http://us.archive.ubuntu.com/ubuntu bionic/main amd64 libhtml-template-perl all 2.97-1 [59,0 kB]
Get:9 http://us.archive.ubuntu.com/ubuntu bionic-updates/main amd64 mysql-server all 5.7.22-0ubuntu18.04.1 [9,948 B]
Fetched 20.4 MB in 3min 4s (111 kB/s)
Preconfiguring packages ...
Selecting previously unselected package mysql-common.
(Reading database ... 125891 files and directories currently installed.)
Preparing to unpack .../0-mysql-common_5.8+1.0.4_all.deb ...
Unpacking mysql-common (5.8+1.0.4) ...
Selecting previously unselected package libbait1:amd64.
Preparing to unpack .../1-libbait1_0.3.110-5_amd64.deb ...
Unpacking libbait1:amd64 (0.3.110-5) ...
Selecting previously unselected package mysql-client-core-5.7.
Preparing to unpack .../2-mysql-client-core-5.7_5.7.22-0ubuntu18.04.1_amd64.deb ...
Unpacking mysql-client-core-5.7 (5.7.22-0ubuntu18.04.1) ...
  
```

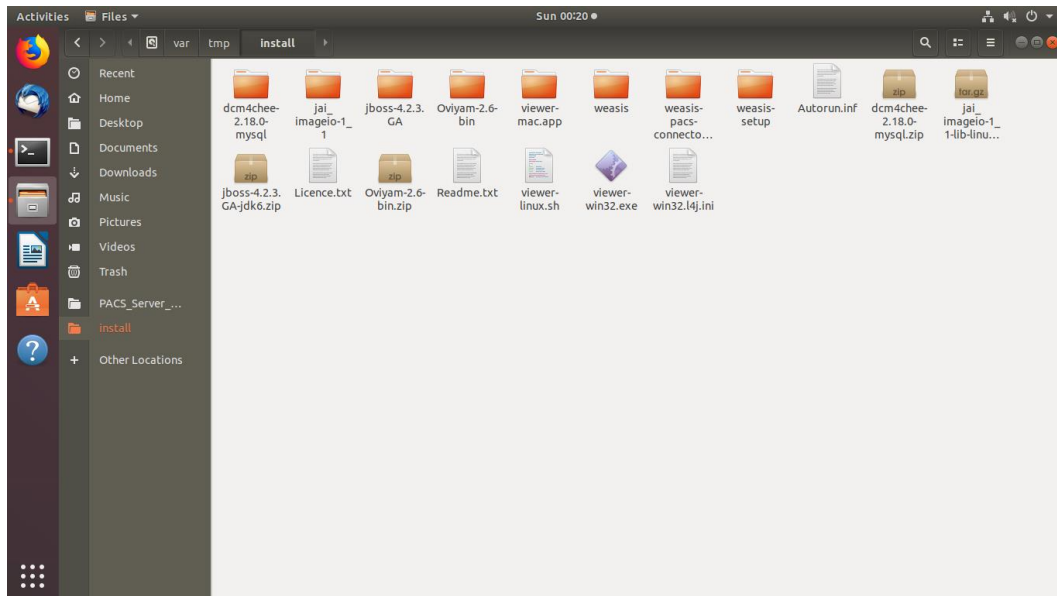
Gambar 1-2 Proses Instalasi database (MySQL)

Setelah menginstal *database*, kemudian langkah berikutnya adalah melakukan *setup* pada *database* untuk membuat skema PACS bernama 'pacsdb'.

Dengan ini maka sebuah skema bernama 'pacsdb' telah berhasil dibuat untuk nantinya menampung tabel-tabel dcm4chee.

1.3 DCM4CHEE

Dcm4chee memiliki banyak sekali *binary distribution package* yang disediakan oleh pengembangnya dan dapat diunduh secara gratis. Perlu diperhatikan bahwa *distribution package* dcm4chee harus disesuaikan dengan jenis *database* yang digunakan. Pada penelitian ini digunakan *database* MySQL, maka disesuaikan untuk menggunakan *distribution package* yang terbaru pada saat penelitian ini dilaksanakan yaitu, dcm4chee-2.18.0-mysql. Setelah itu, letakkan *zip file* yang telah di unduh ke dalam sebuah *temporary folder* (contoh: /var/tmp/install) dan lakukan *unzip*.



Gambar 1-3 Direktori instalasi komponen PACS (var/tmp)

1.4 Java Advanced Imaging Tools I/O Tools 1.1

Jika diperlukan, dapat ditambahkan *compression tools* seperti Sun's Java Advanced Imaging Image I/O Tools. Seperti yang sudah disebutkan diatas, *tools* ini hanya dapat dijalankan di beberapa OS tertentu. Sesuaikan versi *tools* yang digunakan dengan versi OS yang digunakan (64-bit), kemudian ganti *file* 'libclib_jiio.so' pada linux. Unduh *file* ke *temporary folder* (/var/tmp/install) yang telah dibuat dan ubah nama *file* menjadi 'libclib_jiio.so'. Kemudian ganti *file* 'libclib_jiio.so' di direktori dcm4chee dengan *file* serupa dari *file* yang di unduh.

1.5 JBoss

Selanjutnya dibutuhkan JBoss Application Server untuk dapat menjalankan dcm4chee. Perlu diketahui pula versi JBoss yang digunakan adalah JBoss 4.2.3.GA. Letakkan *zip file* yang telah di unduh ke dalam *temporary folder* (/var/tmp/install) yang sudah dibuat dan lakukan *unzip*. Setelah semua komponen sudah diunduh dan diinstal, kemudian lakukan *setup* pada *database* yang sudah dibuat. Buat tabel dan indeks *database* dcm4chee dengan menggunakan *file sql* yang sudah disediakan pada *distribution package*.

```

Created symlink /etc/systemd/system/multi-user.target.wants/mysql.service → /lib/systemd/system/mysql.service.
Setting up mysql-server (5.7.22-0ubuntu18.04.1) ...
Processing triggers for libc-bin (2.27-3ubuntu1) ...
Processing triggers for ureadahead (0.100.0-20) ...
Processing triggers for systemd (237-3ubuntu10) ...
pacs2test@ubuntu:~$ mysql pacs -uroot -p*****
mysql: [Warning] Using a password on the command line interface can be insecure.
ERROR 1098 (28000): Access denied for user 'root'@'localhost'
pacs2test@ubuntu:~$ sudo mysql -uroot -p
Enter passwords:
Welcome to the MySQL monitor.  Commands end with ; or \g.
Your MySQL connection id is 3
Server version: 5.7.22-0ubuntu18.04.1 (Ubuntu)

Copyright (c) 2000, 2018, Oracle and/or its affiliates. All rights reserved.

Oracle is a registered trademark of Oracle Corporation and/or its
affiliates. Other names may be trademarks of their respective
owners.

Type 'help;' or '\h' for help. Type '\c' to clear the current input statement.

mysql> create schema pacsdb;
Query OK, 1 row affected (0.00 sec)

mysql> grant all on pacsdb.* to pacs@localhost identified by 'pacs';
Query OK, 0 rows affected, 1 warning (0.00 sec)

mysql> flush privileges;
Query OK, 0 rows affected (0.04 sec)

mysql> /q
-> ;
ERROR 1064 (42000): You have an error in your SQL syntax; check the manual that corresponds to your MySQL server version for the right syntax
to use near '/q' at line 1
mysql> \q
Bye
pacs2test@ubuntu:~$

```

Gambar 1-4 Proses pembuatan skema 'pacsdb' di database

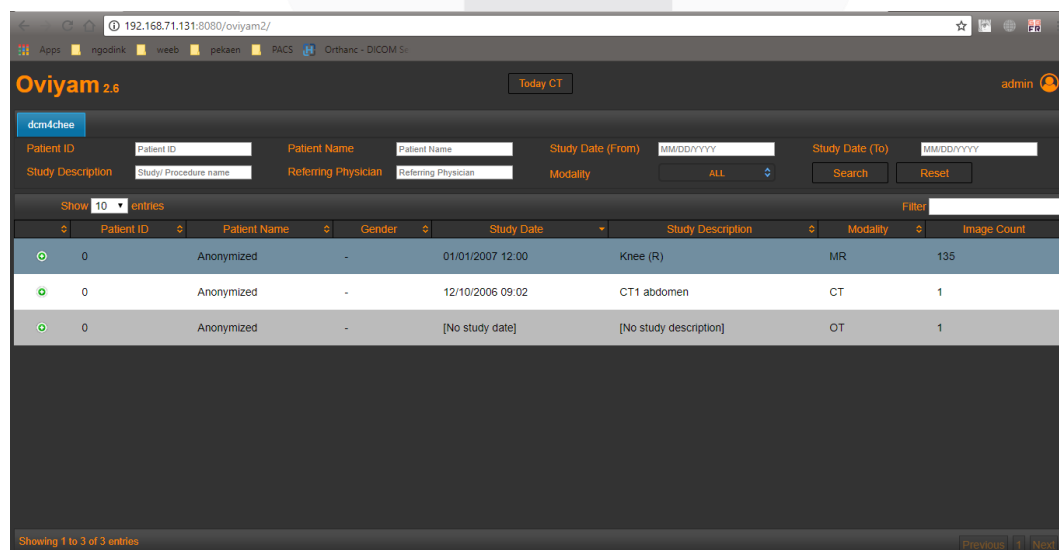
Setelah proses pembuatan tabel dan indeks dcm4chee selesai, langkah berikutnya adalah memindahkan direktori dcm4chee ke tempat lain (contoh: /opt) dan membuat sebuah *link* simbolik untuk merujuk ke direktori tersebut

1.6 Oviyam

Untuk dapat melihat *file* DICOM, dapat menggunakan aplikasi *viewer* khusus untuk membaca *file* DICOM. Salah satu aplikasi *viewer* yang dapat digunakan adalah Oviyam. Oviyam dapat langsung diinstal ke dalam dcm4chee dengan menempatkan *file* instalasi oviyam (oviyam.war) ke dalam *folder* instalasi dcm4chee. Lalu, untuk mengakses Oviyam dapat melalui URL [http://\[ip_dcm4chee\]:8080/oviyam\[x\]](http://[ip_dcm4chee]:8080/oviyam[x]), dengan [ip_dcm4chee] sebagai *Server* dimana dcm4chee diinstal dan [x] versi Oviyam yang diinstal.

Saat pertama kali diakses oleh *web browser*, Oviyam akan menampilkan sebuah *property sheet* tentang *connection information*. Isi dengan *value* berikut:

- AE Title: DCM4CHEE (*default*)
- Host Name: [ip_dcm4chee] atau [hostname]
- Port: 11112 (*port* untuk transaksi *file* DICOM)
- WADO Port: 8080

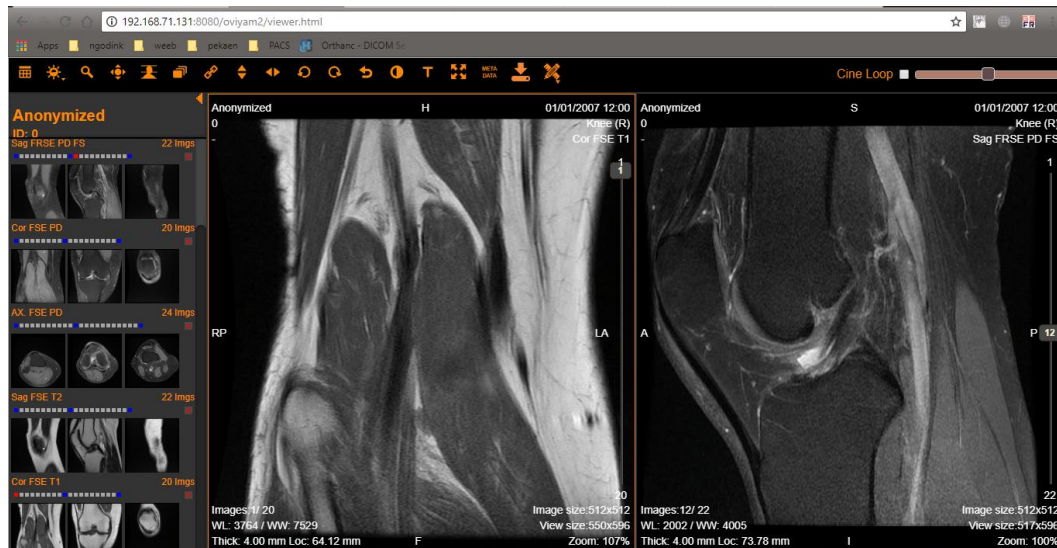


Gambar 1-5 Tampilan laman awal Oviyam

Setelah itu, maka instalasi Oviyam telah selesai. Untuk membuka suatu *study/gambar* DICOM yang tersimpan di *Server dcm4chee* dapat melalui URL seperti berikut

[http://\[ip_dcm4chee\]:8080/oviyam2/viewer.html?studyID=\[studyID\]&seriesID=\[seriesID\]&patientID=\[patientID\]](http://[ip_dcm4chee]:8080/oviyam2/viewer.html?studyID=[studyID]&seriesID=[seriesID]&patientID=[patientID]), dengan parameter sebagai berikut :

- [ip_dcm4chee] = ip *Server dcm4chee*
- [studyID] = studyID dari *file* DICOM yang dituju
- [seriesID] = seriesID dari *file* DICOM yang dituju
- [patientID] = patientID dari *file* DICOM yang dituju



Gambar 1-6 Tampilan laman Oviyam DICOM file viewer

1.7 Modality

Modality yang digunakan pada penelitian ini adalah 3 buah mesin radiologi yang dimiliki oleh Rumah Sakit Mata Cicendo yang dioperasikan oleh Bidang Radiologi. *Modality* tersebut adalah sebagai berikut:

Table 1-1 *Modality* di Rumah Sakit Mata Cicendo

No	Jenis Mesin	Manufaktur	Nama Mesin	Model Mesin	Serial Number	Awal Pengoperasian
1	X-Ray	Shimadzu Corporation	SHIMAVISION EX-Quatro	0.6/1.2P18DE-85	CM6F478C002	Agustus 2010
2	Computed Radiology (CR)	Carestream	Carestream DIRECTVIEW CR Systems	CR Classic	4003267	Februari 2017
3	Printer Khusus Radiologi	Carestream	Carestream DRYVIEW Laser Imager	DV5950	59537733	Februari 2017

Ketiga mesin ini dihubungkan ke sebuah *workstation* di ruang radiologi dan dikelola oleh sebuah aplikasi radiologi bernama K-PACS. Aplikasi K-PACS berfungsi untuk mengelola hasil *input* dari mesin *modality* untuk selanjutnya di cetak dalam film X-Ray. Di sini, aplikasi K-PACS bertugas untuk meneruskan data gambar medis yang diperoleh dari *modality* menuju ke *Server PACS*. Setelah diteruskan ke PACS, data gambar medis kemudian dapat digunakan oleh aplikasi RME Rumah Sakit Mata Cicendo untuk memanggil Oviyam Viewer dengan menggunakan API WADO.

3 Kesimpulan

Kesimpulan dari penelitian ini adalah peneliti melakukan implementasi sistem PACS pada *server* Rumah Sakit Mata Cicendo sesuai dengan kebutuhan proses bisnis dan *best practice* yang ada. Sistem yang diimplementasikan dapat menerima data gambar hasil pemeriksaan pasien dari *modality* di Bagian Radiologi dalam format DICOM yang dikirimkan melewati jaringan internal rumah sakit. Data gambar yang berhasil disimpan kemudian dapat ditampilkan dengan menggunakan Oviyam Viewer agar lebih mudah untuk dipelajari oleh dokter klinisi. Hasil dari penelitian ini dapat diintegrasikan dengan aplikasi lain seperti RME dengan menggunakan API.

Daftar Pustaka

- [1] Menteri Kesehatan, "PERATURAN MENTERI KESEHATAN REPUBLIK INDONESIA NOMOR : 749a | MENKES / PER / XII / 1989 TENTANG REKAM MEDIS / MEDICAL RECORDS MENTERI KESEHATAN REPUBLIK INDONESIA," p. 2, 1989.
- [2] A. Hoerbst and E. Ammenwerth, "Electronic health records: A systematic review on quality requirements," *Methods Inf. Med.*, vol. 49, no. 4, pp. 320–336, 2010.
- [3] Canonical Ltd.. "About the Ubuntu project". Internet: <https://www.ubuntu.com/about>, 2018 [Sep. 10, 2018]
- [4] National Electrical Manufacturers Association. "Overview – DICOM Standards". Internet: <https://www.dicomstandard.org/about/>, 2018 [Sep. 10, 2018]
- [5] G. Koutelakis, G. Triantafyllou, G. Mandellos, M. Koukias, and D. Lymperopoulos, "A web portal that supports PACS applications based on WADO service of DICOM standard," *WSEAS Trans. Inf. Sci. Appl.*, vol. 2, no. 12, pp. 2107–2114, 2005.
- [6] dcm4che.org Wiki. "dcm4chee-2.x – Introduction". Internet: <https://dcm4che.atlassian.net/wiki/spaces/ee2/overview>, Feb. 27, 2012 [Jun. 28, 2018]
- [7] Raster Images. "Oviyam". Internet: <http://oviyam.raster.in/index.html>, n.d [Jul. 26, 2018]