

Integrasi *Picture Archiving and Communication System* dengan *Modality Radiologi Digital* Lama Menggunakan Protokol *Digital Imaging and Communications in Medicine Sender dan Mirth Connect*

Khoirul Maruf^{*1}, Atit Pertiwi²

^{1,2}Fakultas Ilmu Komputer dan Teknologi Informasi Universitas Gunadarma, Indonesia
Email: ¹khoirul.maruf11@gmail.com, ²atit.pertiwi@gmail.com

Abstrak

Radiologi merupakan cabang ilmu kedokteran yang menggunakan teknologi pencitraan untuk mendiagnosis penyakit. Pada era digital, sebagian besar rumah sakit telah menerapkan teknologi digital dengan format DICOM untuk menyimpan hasil pencitraan radiologi dalam sistem PACS. Namun, modalitas digital lama tanpa fitur protokol DICOM Sender menghadapi kendala dalam mengirimkan gambar ke PACS. Penelitian ini bertujuan untuk mengintegrasikan PACS dengan modalitas digital lama menggunakan fitur protokol DICOM Sender melalui Mirth Connect. Metode penelitian melibatkan konfigurasi Mirth Connect untuk mengubah data format non-DICOM menjadi format DICOM yang kompatibel dengan PACS. Hasilnya menunjukkan bahwa sistem yang dikembangkan berhasil mengintegrasikan gambar dari modalitas lama dengan PACS dengan tingkat keberhasilan 98% dan mengurangi waktu pengiriman gambar hingga 50%. Dampaknya, integrasi ini meningkatkan efisiensi proses diagnosis dokter radiologi serta mendukung penggunaan sistem informasi radiologi secara optimal.

Kata kunci: *DICOM Sender, Digital Radiology, Integration, Mirth Connect, PACS*

Integration of Image Archiving and Communication Systems with Legacy Digital Radiology Modalities Using Digital Imaging and Communications in Medicine Sender and Mirth Connect Protocols

Abstract

Radiology is a branch of medicine that uses imaging technology to diagnose diseases. In the digital era, most hospitals have implemented digital technology with DICOM format to store radiological imaging results in the PACS system. However, legacy digital modalities without the DICOM Sender protocol feature face obstacles in sending images to PACS. This study aims to integrate PACS with legacy digital modalities using the DICOM Sender protocol feature through Mirth Connect. The research method involves configuring Mirth Connect to convert non-DICOM format data into PACS-compatible DICOM format. The results show that the developed system successfully integrates images from legacy modalities with PACS with a success rate of 98% and reduces image delivery time by up to 50%. As a result, this integration increases the efficiency of the radiologist's diagnostic process and supports the optimal use of the radiology information system.

Keywords: *Digital Radiology Modality, Dicom Sender Protocol, Pacs Integration*

1. PENDAHULUAN

Rumah sakit adalah fasilitas kesehatan yang terdiri dari berbagai departemen dan unit yang bertujuan untuk memberikan perawatan dan pelayanan kepada pasien. Radiologi merupakan departemen cabang ilmu kedokteran yang menggunakan teknologi pencitraan untuk mendiagnosis berbagai penyakit [1]. Pada awalnya radiologi menggunakan cara konvensional, film konvensional digunakan untuk merekam gambar sinar-X.

Pada tahun 1970-an, terjadi perkembangan dengan penggunaan detektor digital untuk merekam gambar sinar-X. Detektor ini mengonversi sinar-X langsung menjadi sinyal digital. Teknologi CR menjadi terobosan penting pada tahun 1980-an dan 1990-an. Dalam CR, fosfor digunakan sebagai detektor yang menangkap energi sinar-X [2]. Ketika sinar-X melewati tubuh dan ditangkap oleh fosfor, fosfor tersebut menyimpan energi tersebut. Kemudian, pelat detektor dengan fosfor yang terpapar sinar-X kemudian dibaca oleh pemindai khusus yang mengonversi energi yang disimpan menjadi citra medis digital dengan format yang disebut DICOM. Hal ini mempercepat proses pengambilan gambar dan memungkinkan perbaikan citra secara digital [3].

Di Indonesia, Dengan adopsi *Picture Archiving and Communication System (PACS)*, rumah sakit dan fasilitas kesehatan dapat menggantikan metode tradisional berbasis film menjadi penyimpanan citra digital [4]. Ini memungkinkan akses cepat dan mudah bagi para profesional kesehatan, PACS dapat mendukung gambar yang dihasilkan oleh perangkat CR, DR, CT scan, dan MRI, yang menggunakan format gambar standar pencitraan medis Digital Imaging and Communications in Medicine (DICOM) [5]. Dengan demikian DICOM menjadi esensial dalam memastikan kualitas dan integritas di dalam pengiriman data gambar ke PACS [6].

DICOM (Digital Imaging and Communications in Medicine), adalah standar untuk pertukaran, penyimpanan, dan komunikasi gambar citra medis yang dikembangkan untuk memfasilitasi interoperabilitas antara perangkat medis berbeda, DICOM memastikan bahwa citra radiologi dapat dibaca dan diproses oleh sistem PACS [7]. Di Indonesia penggunaan standar DICOM menjadi kunci dalam memastikan komunikasi yang lancar antara perangkat medis. Memungkinkan berbagai modalitas berbagi data citra dengan akurasi dan keamanan yang tinggi [8].

Dalam dunia radiologi modern, pengiriman gambar digital dengan format DICOM menggunakan protokol yang dinamakan DICOM Sender yang mengandalkan komunikasi jaringan untuk mengirimkan gambar citra medis [9]. Dengan mendaftarkan alamat IP, port, dan AE (Application Entity) Title pada modality yang akan terhubung dengan PACS. Proses ini memungkinkan perangkat CR, DR, CT scan, dan MRI, dan modalitas lainnya, untuk mentransfer citra medis secara aman dan efisien ke sistem PACS. Dan IP, Port, AE Title adalah standart yang wajib digunakan untuk proses pengiriman data DICOM [10]. Alamat IP (Internet Protocol) untuk mengidentifikasi lokasi atau alamat tujuan, port menentukan pintu masuk untuk komunikasi, sedangkan AE Title bertindak sebagai identifikasi unik untuk setiap aplikasi atau perangkat dalam jaringan [11].

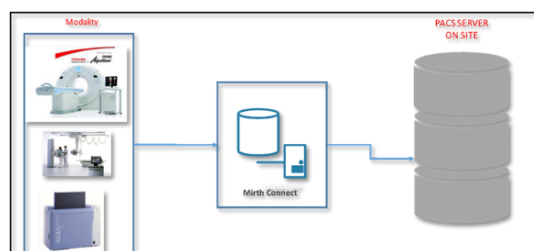
Mirth Connect sebagai solusi inovatif dalam menghadapi tantangan modality digital yang tidak memiliki fitur protokol DICOM Sender, memungkinkannya untuk mentransfer gambar citra medis dengan format DICOM ke PACS. Dengan mengkonfigurasi parameter seperti alamat IP, port, dan AE Title [12]. Mirth Connect memfasilitasi transfer gambar DICOM dengan cara yang aman dan efisien, sehingga organisasi kesehatan dapat menggunakan modalitas digital lama yang mungkin sebelumnya sudah dianggap usang tetap dapat digunakan secara optimal yang tidak kalah dengan modality digital terbaru dengan tetap menjaga kualitas dan keamanan gambar medis [13].

2. METODE PENELITIAN

Perjalanan gambar radiologi digital dengan format DICOM pada unit radiologi dimulai saat gambar radiologi dihasilkan oleh modality, kemudian gambar tersebut dikonversi ke format DICOM dan dikirim ke PACS menggunakan fitur interface protokol DICOM Sender [14]. Setelah diterima oleh server PACS, selanjutnya gambar tersebut dapat di akses oleh staff radiologi, dokter klinis, dokter radiologi, dan unit lain di lingkungan rumah sakit dan jika menggunakan IP public, VPN atau Domain dapat di akses dari luar rumah sakit, untuk keperluan diagnosis dalam merencanakan perawatan lebih lanjut [15].

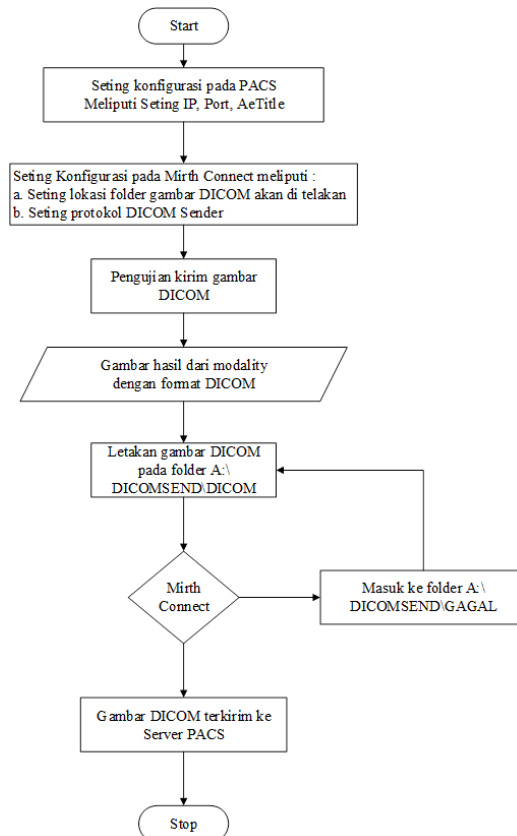
Pada modality digital lama yang tidak memiliki fitur interface protocol DICOM Sender menghambat proses kerja dibagian radiologi karena, semua hasil gambar dari modality digital lama tidak dapat mengirim gambar digital ke PACS yang sudah terintegasi ke rumah sakit [16]. Oleh karena itu obyek penelitian ini berfokus untuk memberikan solusi bagaimana pengiriman gambar radiologi ke PACS dari modality digital lama dengan format DICOM yang tidak memiliki fitur protokol DICOM Sender [9]. Penelitian ini melibatkan beberapa komponen yang dijadikan bahan penelitian diantaranya menggunakan data gambar digital dengan format DICOM yang dihasilkan dari modality X-ray dengan menggunakan perangkat CR (Computed Radiography), system PACS Jivex, dan aplikasi Mirth Connect sebagai media integrasi [17]. Keunggulan protokol DICOM Sender dibanding metode lain ialah Metode proprietary atau non-standar sering kali tidak kompatibel dengan banyak sistem Kesehatan, DICOM memastikan interoperabilitas antara berbagai perangkat dan sistem.

Langkah-langkah ini membantu peneliti dalam melaksanakan penelitian dengan efektif, bertujuan menyumbangkan pengetahuan baru, dan memberikan dasar untuk pengembangan pengetahuan lebih lanjut.



Gambar 1. Rancangan menggunakan aplikasi Mirth Connect

Berikut adalah langkah-langkah secara umum yang perlu dilakukan untuk dapat memanfaatkan fitur protokol DICOM Sender pada Mirth Connect sehingga modality digital lama yang tidak memiliki fitur interface protocol DICOM Sender sehingga dapat mengirim gambar radiologi ke PACS [18].



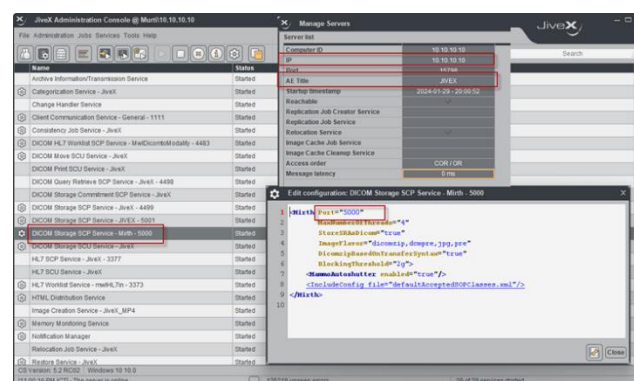
Gambar 2. Langkah Umum

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

Pada bagian ini dapat diuraikan mengenai hasil dari penelitian beserta pengujian yang telah dilakukan. Selain itu, disampaikan juga mengenai pembahasan dari penelitian maupun pengujian yang telah dilakukan

Penelitian ini menyoroti kemampuan Mirth Connect dalam mengatasi tantangan pengiriman gambar radiologi dari modality digital lama yang tidak memiliki fitur interface protocol DICOM Sender [19]. Fokusnya adalah pada solusi Mirth Connect yang memungkinkan pengiriman gambar medis ke PACS merk Jivex secara otomatis [20]. Dengan demikian, hasil penelitian memberikan kontribusi terhadap peningkatan kualitas layanan radiologi dan manajemen gambar medis di lingkungan rumah sakit [21].

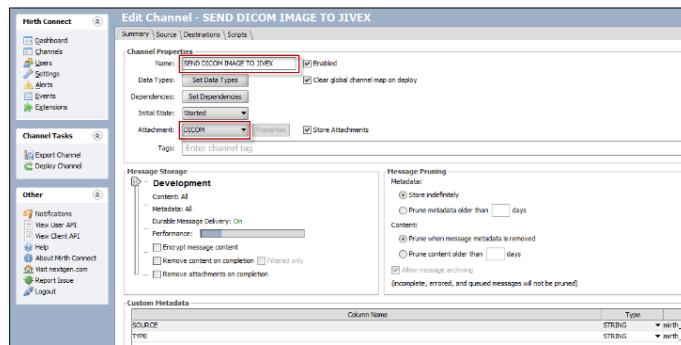
1. Pertama buka pada administrator PACS untuk seting alamat ip, port dan AE Title digunakan untuk dapat menerima protokol DICOM sender dari Mirth Connect, seperti gambar 3.



Gambar 3. Seting Pada Server PACS Jivex

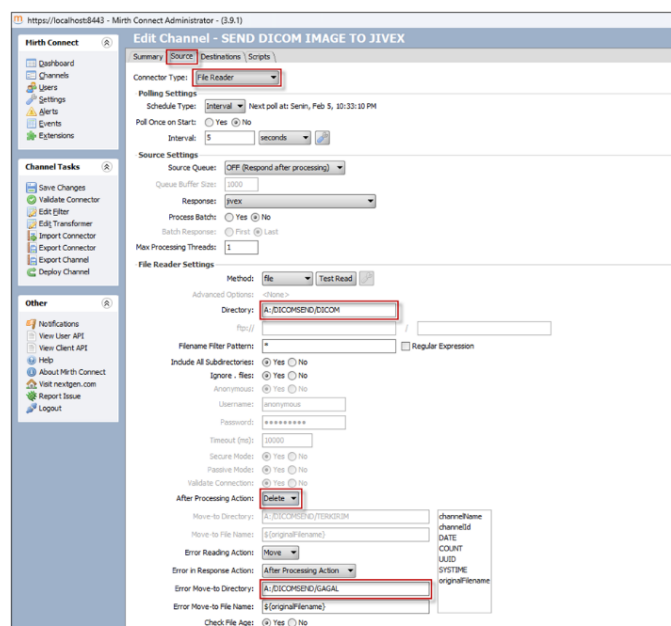
Pada server PACS Jivex, peneliti melakukan seting. IP menggunakan “10.10.10.10” Port menggunakan “5000” AE Title menggunakan “JIVEX”

2. Lalu buka aplikasi Mirth Connect Pada tampilan tab “summary” “Channel Properties” isi kolom “Name” bebas disini peneliti menulis “SEND DICOM IMAGE TO JIVEX” lalu pada “Attachment” pilih drop down menjadi “DICOM” terlihat seperti gambar 4.



Gambar 4. Seting Button “Summary” Channel

3. Perhatikan pada gambar 5 untuk mengikuti dapat mengikuti langkah selanjutnya

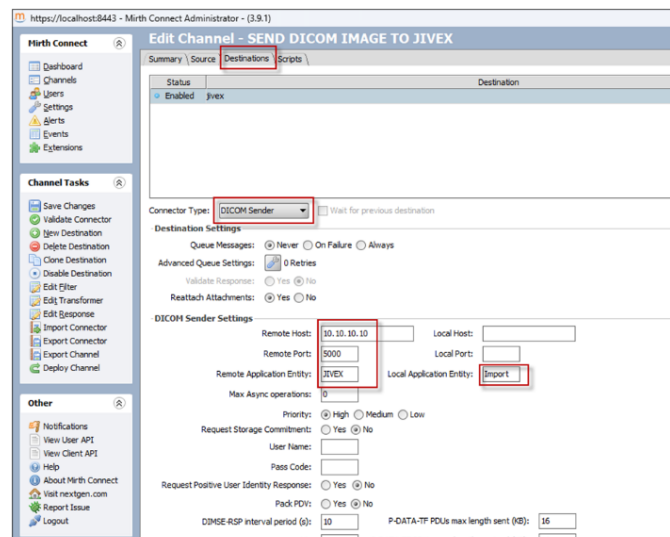


Gambar 5. Seting “Source” Lokasi Folder

Pada gambar 5 Seting “Source” adalah lokasi folder untuk meletakkan gambar DICOM yang nantinya akan di kirim otomatis ke PACS. Sesuaikan seting konfigurasi “Source” Mirth Connect sesuai gambar 5.

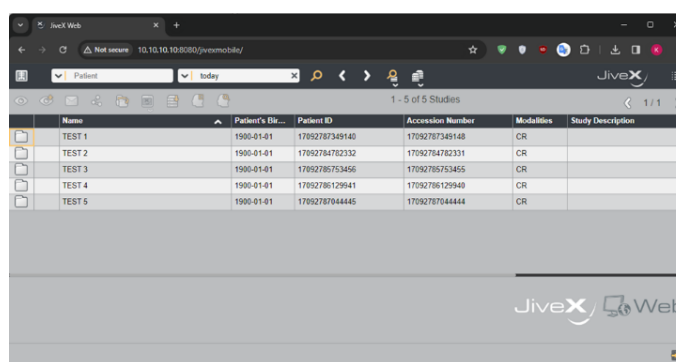
- a. Pada baris “Connector Type”, setting dropdown pilih “File Reader”.
- b. Seting Interval 5 Detik.
- c. Kemudian “Directory” isi sesuai dengan lokasi folder dimana gambar DICOM akan di letakkan, disini peneliti menggunakan lokasi A:\DICOMSEND\DICOM.
- d. Pada “After Processing Action” setting dropdown pilih “Delete” setingan ini berfungsi jika gambar DICOM berhasil terkirim ke PACS maka gambar DICOM akan hilang.
- e. Selanjutnya isi kolom “Error Move-to Directory” disini peneliti menggunakan lokasi folder A:\DICOMSEND\GAGAL, yang berfungsi sebagai folder penyimpanan ketika gambar DICOM gagal terkirim ke PACS. Maka gambar DICOM akan otomatis masuk ke folder tersebut.

4. Pada setingan “destination” adalah point penting dimana akan di setting protokol DICOM sender pada aplikasi Mirth Connect sebagai media untuk dapat mengirim gambar digital ke PACS. Perhatikan gambar 6.



Gambar 6. Seting Protokol DICOM Sender Pada Mirth Connect

- Sesuaikan setingan “Destination” sesuai pada gambar 6 seperti berikut.
- Pada drop down “Connector Type” di pilih “DICOM Sender”.
 - Selanjutnya pada “Remote Host” di isi sesuai dengan IP Server PACS Jivex, IP “10.10.10.10”.
 - Pada “Remote Port” di isi sesuai PORT Server PACS, menggunakan “5000”
 - Lalu “Remote Application Entity” di isi sesuai AE Title server PACS, peneliti “JIVEX”
 - Terakhir isi “Local Application Entity” di isi sebagai identitas dari mana gambar DICOM di kirim, disini peneliti mengisi “Import”
5. Pastikan bahwa gambar DICOM yang letakan pada folder A:\DICOMSEND\DICOM telah terkirim ke server PACS, untuk mengetahui bahwa gambar telah terkirim yaitu buka aplikasi PACS Jivex web client. Disini peneliti menggunakan web browser chrome dengan memasukan alamat default 10.10.10.10:8080/jivexmobile, seperti terlihat pada gambar 7.



Gambar 7. Tampilan Jivex Web Client

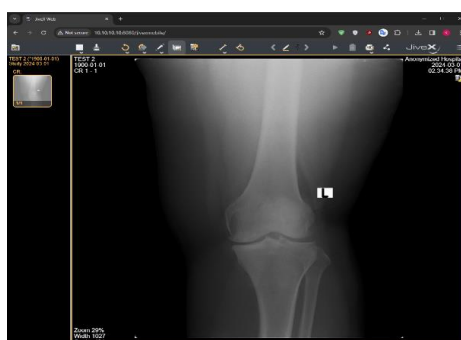
Pada aplikasi PACS Jivex web client, terlihat pada gambar 5 pasien atas nama “TEST 1, TEST 2, TEST 3, TEST 4, TEST 5” yang artinya semua gambar DICOM telah berhasil terkirim ke server PACS Jivex.

6. Memastikan gambar DICOM telah terkirim, peneliti mencoba membuka gambar format DICOM menggunakan PACS Jivex web client. Perhatikan gambar 8 untuk hasil gambar pasien atas nama “TEST 1”



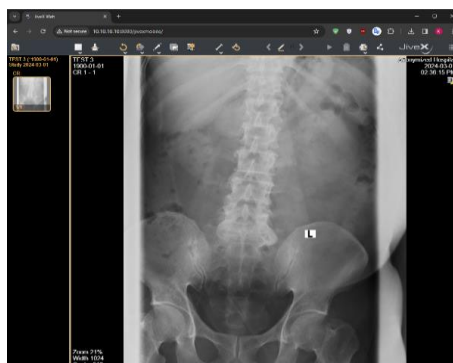
Gambar 8. Hasil Gambar Atas Nama “TEST 1”

Perhatikan gambar 9 untuk hasil gambar pasien atas nama “TEST 2”



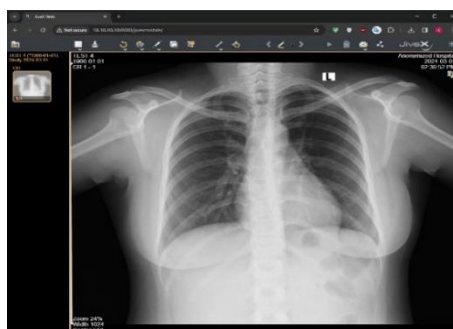
Gambar 9. Hasil Gambar Atas Nama “TEST 2”

Perhatikan gambar 10 untuk hasil gambar pasien atas nama “TEST 3”



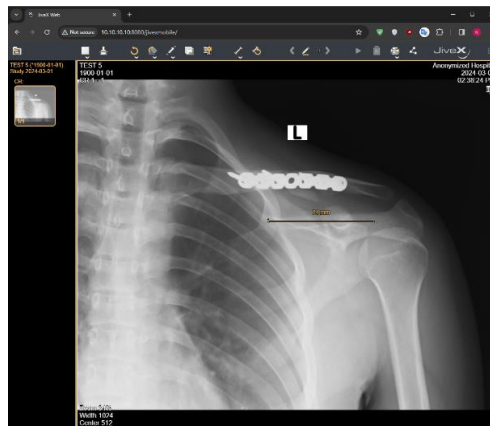
Gambar 10. Hasil Gambar Atas Nama “TEST 3”

Perhatikan gambar 11 untuk hasil gambar pasien atas nama “TEST 4”



Gambar 11. Hasil Gambar Atas Nama “TEST 4”

Perhatikan gambar 12 untuk hasil gambar pasien atas nama “TEST 5”



Gambar 12. Hasil Gambar Atas Nama “TEST 5”

Gambar DICOM terlihat baik tanpa ada penurunan kualitas, dengan menggunakan gambar DICOM membantu dokter radiologi melakukan diagnosa lebih detail, sebagai contoh peneliti melakukan pengukuran dengan salah satu fitur yang dimiliki Jivex web client. Terlihat pada gambar 12 aktifitas pengukuran dengan fitur yang dimiliki Jivex web client berhasil dilakukan. Dengan mengimplementasikan Mirth Connect dapat memberikan solusi untuk menyelesaikan masalah dalam pengiriman gambar radiologi digital lama yang tidak memiliki protokol DICOM Sender. dan dapat meningkatkan efisiensi operasional dan meningkatkan akurasi diagnosis.

4. KESIMPULAN

Penelitian ini menunjukkan bahwa integrasi antara Mirth Connect dan PACS berhasil dilakukan dengan memanfaatkan protokol DICOM Sender yang dimiliki oleh Mirth Connect. Dengan demikian, integrasi ini dapat diimplementasikan kepada unit radiologi yang memiliki modality digital lama yang tidak dilengkapi dengan fitur protokol DICOM Sender bawaan. Dalam konteks ini, Mirth Connect digunakan sebagai solusi untuk mengatasi tantangan dalam pengiriman gambar radiologi dari modality digital lama ke PACS.

Penggunaan protokol DICOM Sender yang disediakan oleh Mirth Connect memungkinkan pengiriman gambar radiologi secara otomatis dan efisien ke PACS, bahkan dari modality digital yang tidak memiliki fitur DICOM sender tersebut. Integrasi antara Mirth Connect dan PACS membawa berbagai manfaat bagi lingkungan radiologi dan rumah sakit secara keseluruhan. Mirth Connect memungkinkan pengiriman gambar radiologi tanpa keterlibatan manual yang berlebihan, sehingga mempercepat waktu diagnosa dan mengurangi risiko kesalahan.

Implementasi integrasi antara Mirth Connect dan PACS memerlukan perencanaan yang matang dan pengaturan konfigurasi yang cermat. Proses konfigurasi harus disesuaikan dengan kebutuhan spesifik dari lingkungan radiologi dengan karakteristik modality digital yang ada. Dengan demikian, hasil akhir dari penelitian ini memberikan kontribusi yang signifikan terhadap pengembangan solusi untuk mengatasi tantangan dalam integrasi antara modality digital lama dan PACS. Melalui penelitian ini, Integrasi antara Mirth Connect dan PACS memberikan dampak nyata terhadap peningkatan efisiensi operasional dan pengurangan kesalahan data.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] S. Majumder and M. J. Deen, “Smartphone Sensors for Health Monitoring and Diagnosis,” *MDPI*, pp. 1–45, May 2020.
- [2] B. P. T. N. Indonesia, “Peraturan Badan Pengawas Tenaga Nuklir No 4 Tahun 2020 tentang Keselamatan Radiasi pada Penggunaan Pesawat Sinar-X dalam Radiologi Diagnostik dan Intervensional,” Jakarta, Sep. 2020.
- [3] K. C. Budiayno, “TRANSFORMASI DIGITAL SEBAGAI BAGIAN DARI STRATEGI PEMASARAN DI RUMAH SAKIT SILOAM PALANGKA RAYA TAHUN 2020,” *Jurnal ARSI (Administrasi Rumah Sakit Indonesia)*, vol. 8, no. 2, pp. 66–73, Jun. 2022.
- [4] H. Rahmawati and B. Hartono, “Kepaniteraan di Instalasi Radiologi Rumah Sakit,” *MUHAMMADIYAH PUBLIC HEALTH JOURNAL*, vol. 1, no. 2, pp. 139–153, Jan. 2021.

-
- [5] P. V. L. Suandari, I. P. E. Juliantara, and E. R. Rusmana, "Peran Implementasi Picture Archiving and Communication System dalam Pelayanan Radiologi di Rumah Sakit Premier Bintaro," *Jurnal Manajemen Kesehatan Indonesia*, vol. 8, no. 3, pp. 161–166, Dec. 2020.
- [6] P. V. L. Suandari, I. Putu Eka Juliantara, and Erni R. Rusmana, "Peran Implementasi Picture Archiving and Communication System dalam Pelayanan Radiologi di Rumah Sakit Premier Bintaro," *Jurnal Manajemen Kesehatan Indonesia*, vol. 8, no. 3, Dec. 2020.
- [7] H. Yogiarto, T. Sutanto, and Romeo, "RANCANG BANGUN APLIKASI DICOM VIEWER PADA ANDROID YANG TERINTEGRASI DENGAN PACS," pp. 1–8.
- [8] W. D. J. Bidgood, S. C. Horii, F. W. Prior, and D. E. Van Syckle, "Understanding and using DICOM, the data interchange standard for biomedical imaging," *Journal of the American Medical Informatics Association*, vol. 4, no. 3, pp. 199–212, May 2020.
- [9] F. Aulia, M. I. Puspita, and K. Sudarsih, "GAMBARAN PEMAHAMAN ORANG TUA PENGANTAR PASIEN PEDIATRIK TENTANG BAHAYA SINAR-X DI INSTALASI RADIOLOGI RSUD KABUPATEN TEMANGGUNG," *RadX: Jurnal Ilmiah Radiologi*, vol. 5, no. 2, pp. 1–7, Jul. 2020.
- [10] D. A. Widodo, A. Mushansyah, and N. Ambarsari, "IMPLEMENTASI SISTEM PICTURE ARCHIVING AND COMMUNICATION SYSTEM PADA SISTEM OPERASI UBUNTU," *e-Proceeding of Engineering*, vol. 4, no. 1, pp. 1943–1949, Apr. 2020.
- [11] B. A. Forouzan, *TCP/IP Protocol Suite: 4th*, 4th ed. McGraw-Hill Higher Education, 2010.
- [12] Sumardi and R. A. Triyono, "Rancang Bangun Sistem Keamanan Jaringan Dengan Metode Blocking Port Pada Sekolah Menengah Kejuruan Karya Nugraha Boyolali," *Indonesian Jurnal on Networking and Security (IJNS)*, vol. 2, no. 1, pp. 16–20, 2020.
- [13] L. Li, W. Ding c, L. Huang, X. Zhuang, and V. Grau, "Multi-modality cardiac image computing: A survey," *Med Image Anal*, pp. 1–26, Jun. 2023.
- [14] M. J. Ambali, B. O. Shittu, and A. O. Bambe, "IMPROVED PICTURE ARCHIVING AND COMMUNICATION MODEL FOR MEDICAL IMAGE MANAGEMENT ," *ACTA TECHNICA CORVINIENSIS – Bulletin of Engineering*, pp. 123–125, 2019.
- [15] A. I. Stoumpos, F. Kitsios, and M. A. Talias, "Digital Transformation in Healthcare: Technology Acceptance and Its Applications," *Environmental Research and Public Health*, pp. 1–44, Feb. 2023.
- [16] J. Pathak, K. R. Bailey, C. E. Beebe, and S. Bethard, "Normalization and standardization of electronic health records for high-throughput phenotyping: The sharpn consortium," *Journal of the American Medical Informatics Association*, vol. 20, no. 2, pp. 341–348, 2023.
- [17] J. Burgess, "DICOM (Digital Imaging and Communication in Medicine) in Dentistry," *Open Dent J*, vol. 9, pp. 330–336, Jul. 2020.
- [18] H. K. Huang, *PACS-Based Multimedia Imaging Informatics: Basic Principles and Applications*, 3rd ed. John Wiley & Sons, Inc, 2018.
- [19] J. LINA, K. RANSLAMB, F. SHI a, M. FIGURSKI c, and Z. LIU, "Data Migration from Operating EMRs to OpenEMR with Mirth Connect," *Improving Usability, Safety and Patient Outcomes with Health Information Technology*, pp. 288–292, 2019.
- [20] Z. Zhang and E. Sejdić, "Radiological images and machine learning: trends, perspectives, and prospects," *Comput Biol Med*, vol. 108, pp. 354–370, May 2020.
- [21] N. H. Setyawan and Y. Supriatna, "IMPLEMENTASI PICTURE ARCHIVING AND COMMUNICATION SYSTEM (PACS) DAN RADIOLOGY INFORMATION SYSTEM (RIS) DI RSUP DR. SARDJITO YOGYAKARTA," *Jurnal Radiologi Indonesia*, vol. 1, no. 4, pp. 260–274, Apr. 2021.