

Efisiensi Dalam Instalasi Radiologi RS X: Studi Kasus dengan *Data Envelopment Analysis*

Efficiency in Hospital X Radiology Installation: Case Study using Data Envelopment Analysis

Agnes Nina Eureka¹, Prastuti Soewondo¹, Utami Purbasari², Ira Rahma Hidayati², Fatira Ratri Audita¹

¹Universitas Indonesia

²Rumah Sakit Umum Pusat Fatmawati

(Co Author: agnes.nina@ui.ac.id, Jl. Lingkar Kampus Raya Universitas Indonesia, Kota Depok Jawa Barat, 16424)

ABSTRAK

Penelitian ini mengevaluasi efektivitas penggunaan radiologi *digital* dan *Picture Archiving Communication System* (PACS) untuk meningkatkan aksesibilitas, mengurangi biaya, dan meningkatkan kualitas perawatan pasien di Rumah Sakit X. Penelitian ini menggunakan *Data Envelope Analysis* (DEA) untuk mengukur efisiensi pelayanan radiologi berbasis film dan layanan radiologi berbasis *digital*, serta mengevaluasi kondisi aktual fasilitas radiologi di RS X (radiologi berbasis film) dan hipotetikal (radiologi berbasis *digital*). Studi DEA terhadap layanan radiologi di Rumah Sakit X membandingkan efisiensi radiologi berbasis film (*Decision Making Unit/DMU 1*) dan radiologi *digital* (DMU 2). Dengan asumsi *output* layanan sama, model berbasis *digital* mengasumsikan perubahan input. Analisis menggunakan model *Charnes Cooper and Rhodes* (CCR)-DEA menunjukkan bahwa radiologi berbasis *digital* memiliki efisiensi paling tinggi (skor 1,0), sedangkan radiologi berbasis film memiliki nilai efisiensi sebesar 10,1%. Meskipun DMU 1 memiliki peringkat efisiensi yang rendah, analisis menunjukkan adanya potensi perbaikan dan DMU 2 dinilai efisien secara optimal. Berdasarkan penelitian tersebut, DEA dapat digunakan untuk meningkatkan efisiensi pelayanan radiologi dengan teknologi tersebut

Kata kunci : *Data Envelopment Analysis*, efisiensi, PACS, radiologi, rumah sakit

ABSTRACT

This research enables the effective use of digital radiology and Picture Archiving Communication System (PACS) to increase accessibility, reduce costs, and improve the quality of patient care at Hospital data envelope analysis (DEA) to measure the efficiency of film-based radiology services and digital-based radiology services carried out in a hospital, as well as providing the actual conditions of radiology facilities at Hospital X (film-based radiology) and hypothetical condition (digital-based radiology). The DEA study of radiology services at Hospital X compared the efficiency of film-based radiology (Decision Making Unit/DMU 1) and digital radiology (DMU 2). Assuming service outputs are the same, digital-based models assume changes in inputs. Analysis using the Charnes Cooper and Rhodes (CCR)-DEA model shows that digital-based radiology has the highest efficiency value (score 1.0), while film-based radiology has an efficiency value of 10.1%. Although DMU 1 has a low efficiency rating, analysis shows potential for improvement and DMU 2 is rated optimally efficient. Based on this research, DEA can be used to increase the efficiency of radiology services with this technology.

Keywords: Data envelopment analysis, efficiency, Hospital, PACS, Radiology

PENDAHULUAN

The World Health Report (WHR) pada tahun 2010 mengungkap 20-40% sumber daya dalam sektor kesehatan terbuang atau terdeteksi inefisien. Meningkatkan pengeluaran tidak selalu berbanding lurus dengan kesehatan. Sebagai contoh, angka harapan hidup Paraguay sama dengan Uruguay namun Uruguay mengeluarkan anggaran empat kali lebih besar. Tiongkok memiliki pengeluaran kesehatan per kapita yang sama dengan Mesir, namun angka harapan hidup pada Tiongkok lebih tinggi 5 tahun dibanding Mesir. Isu efisiensi dalam layanan kesehatan tetap prevalen dalam pemerintahan Indonesia, hingga dilakukan penghapusan anggaran wajib sektor kesehatan dalam undang-undang kesehatan 2023 (Chisolm & Evans, 2010). Langkah tersebut menandakan Indonesia beralih dari anggaran wajib menjadi anggaran berbasis kinerja, dimana *output* (program) menjadi fokus perencanaan, bukan semata menghabiskan anggaran. Hal ini menuntut perencanaan program untuk memaksimalkan manfaat dengan sumber daya yang efisien pada seluruh sektor kesehatan (Ummam et al., 2023).

Perkembangan teknologi telah memungkinkan layanan radiologi *digital* untuk menggantikan radiologi konvensional (berbasis film). Dengan melakukan transisi dari konvensional menjadi *digital*, fasilitas layanan kesehatan dapat menghemat 42.29%-62.85% dari biaya total dalam jangka waktu 4-8 tahun. Pengurangan jumlah film menjadi faktor terbesar dalam mengurangi biaya. Faktor lain berupa berkurangnya pengulangan pemeriksaan yang harus dilakukan, kualitas gambar yang lebih baik, penghematan waktu yang dibutuhkan petugas dalam memproses gambar, dan kemudahan dalam pengarsipan hasil radiografi (Dalla Palma et al., 1999). Potensi meningkatkan efisiensi layanan untuk memangkas sekitar setengah dari besaran biaya total perlu ditelusuri oleh penyedia layanan kesehatan, terutama pada bagian radiologi yang tersebar di banyak fasilitas layanan kesehatan seluruh Indonesia.

Rumah Sakit X, rumah sakit pemerintah di Jakarta, Indonesia, berfungsi sebagai pusat perawatan kesehatan yang komprehensif, menawarkan teknologi medis canggih untuk perawatan pasien berkualitas tinggi. Terlepas dari kecanggihan teknologi, pemanfaatan fasilitas di RS X, khususnya di unit layanan radiologi, masih jauh dari potensinya. Mesin radiografi mampu menghasilkan gambar *digital*, namun distribusinya bergantung pada pencetakan foto radiologi pada film sebelum pengiriman ke pasien atau unit layanan lainnya. Meskipun file radiografi *digital* disimpan di server unit radiologi, akses eksternal dibatasi, sehingga layanan ini tidak terintegrasi dengan unit lainnya. Hal ini menimbulkan beban kerja tambahan di seluruh unit terkait.

Penelitian ini bertujuan untuk menyoroti kemungkinan inefisiensi oleh Rumah Sakit X dalam memanfaatkan radiologi berbasis film dibandingkan dengan *digital*, untuk menemukan metode layanan yang lebih efisien. Temuan ini mengungkap pentingnya merangkul kemajuan teknologi dalam radiologi untuk meningkatkan kualitas layanan kesehatan secara klinis, termasuk dari sisi efisiensi.

METODE

Penelitian ini bertujuan untuk menilai efisiensi pelayanan radiologi berbasis film dan *digital* di Rumah Sakit X dengan menggunakan *Data Envelopment Analysis* (DEA) dengan fokus pada Instalasi Radiologi sebagai produsen (Zhu, 2015). Skor DEA dihitung dengan asumsi pendekatan produksi. DEA menilai efisiensi dalam Unit Pengambilan Keputusan (*Decision Making Unit*–DMU) yang memiliki beragam *input* dan *output*. Metode non-parametrik ini memungkinkan analisis efisiensi tanpa memerlukan fungsi produksi DMU yang dianalisis, berdasarkan perhitungan aksiomatik. Pendekatan ini berharga untuk mengevaluasi efisiensi relatif di antara departemen yang berbeda, mengidentifikasi DMU optimal sebagai tolok ukur, dan menyoroti mereka yang membutuhkan perbaikan. Efisiensi relatif juga dapat mengukur produktivitas unit produksi. Pendekatan ini membantu dalam menilai efisiensi relatif dari departemen yang berbeda, mengidentifikasi tolok ukur dan unit optimal yang memerlukan perbaikan. Ini juga berfungsi untuk mengukur produktivitas unit produksi (Kuosmanen & Johnson, 2010; Sezen & Gok, 2011a).

Penelitian ini memanfaatkan DEA untuk mengevaluasi efisiensi layanan radiologi berbasis film dan *digital* di Rumah Sakit X, menggunakan desain deskriptif-komparatif untuk menganalisis dan membandingkan variabel antara kedua kelompok. Pendekatan ini memberikan wawasan berharga tentang efisiensi berbagai departemen, membantu dalam pembandingan dan peningkatan. Analisis ini berfokus pada Departemen Radiologi di Rumah Sakit X, mengumpulkan nilai aktual input dan output DMU yang mencerminkan layanan radiologi berbasis film saat ini. Untuk skenario radiologi berbasis *digital*, nilai ditentukan berdasarkan input yang dapat diubah bila Rumah Sakit X menggunakan radiologi berbasis *digital*. Mengingat bahwa perubahan radiografi *digital* tidak mempengaruhi kinerja dokter radiologi, maka output dari kedua DMU (hasil pemeriksaan & ekspertise dokter) di samakan.

Skor efisiensi membandingkan kondisi berbasis film dan berbasis *digital*, membantu dalam menentukan mana yang lebih efisien dengan nilai 0-1 (1 sebagai

efisiensi maksimal/optimal). Berdasarkan hasil skor, dapat didapatkan DMU yang lebih efisien (sebagai DMU optimal). Dengan demikian, DMU lain dapat dilihat persentase efisiensinya dibanding dengan DMU optimal. Penelitian ini telah menerima izin etis dari Rumah Sakit X dengan kode etik HK 01.07/VIII.4/2514/2022/156/KEP.

HASIL

Pengamatan dilakukan di Instalasi Radiologi di Rumah Sakit X untuk mengidentifikasi Unit Pengambil Keputusan (DMU) untuk dianalisis. Studi ini membandingkan layanan Instalasi Radiologi berbasis film di Rumah Sakit X selama masa studi dengan DMU hipotetis yang mewakili Instalasi Radiologi berbasis *digital* di rumah sakit yang sama. Beberapa asumsi memandu analisis layanan berbasis *digital*; Pertama, dalam layanan berbasis *digital*, hasil radiografi ditransmisikan secara *digital*, mengurangi kebutuhan bahan habis pakai seperti film dan menggantinya dengan CD dan amplop CD. Namun, Instalasi Radiologi Rumah Sakit X menyediakan layanan cetak untuk hasil radiografi pada film, yang dihasilkan dari permintaan cetak atas permintaan pasien sendiri sehingga masih ada komponen film dalam input, namun dalam jumlah sedikit sesuai permintaan cetak. Kedua, penggunaan CD dan amplop sebagai media utama pengiriman hasil radiografi *digital* meningkat sesuai dengan jumlah pemeriksaan radiologi. Ketiga, peralihan dari layanan berbasis film ke layanan berbasis *digital* diharapkan tidak mengubah jumlah layanan Departemen Radiologi, sehingga output dari kedua DMU dianggap identik.

Tabel 1. Komponen Input DMU 1 (Radiologi Berbasis Film)

Komponen Input		Total (Rupiah)	
Bahan Medis	Film Radiografi	1,651,966,271.00	1,651,966,271.00
Bahan Habis Pakai	Barang Cetakan	199,580,000.00	244,798,940.00
	(amlop/ map/ CD hasil pemeriksaan)		
	Bahan Lainnya	45,218,940.00	
	(ATK, Kebersihan, barang rumah tangga)		
Total			1,896,765,211.00

Tabel 2. Komponen Input DMU 2 (Radiologi Berbasis *Digital*)

Komponen Input		Total (Rupiah)	
Bahan Medis	Film Radiografi	1,647,724.00	1,647,724.00
Bahan Habis Pakai	Barang Cetak (amlop/ map/ CD hasil pemeriksaan)	149,372,000.00	166,967,000.00
	Bahan Lainnya (ATK, Kebersihan, barang rumah tangga)	17,595,000.00	
Total			168,614,724.00

Tabel 3. Komponen Output Departemen Radiologi (Hasil Pemeriksaan dan Expertise)

Hasil Pemeriksaan Radiografi	Jumlah foto radiografi)	Total
Radiografi Konvensional	52101	72281
Fluoroskopi Kontras	300	
USG	6553	
MRI	4405	
CT	8922	
Hasil Expertise Radiografi	Jumlah bacaan foto)	Total
Radiografi Konvensional	52101	73171
Anastesi	178	
BMD	278	
Konsul Foto	434	
Fluoroskopi Kontras	300	
USG	6553	
MRI	4405	
CT	8922	

Pengamatan dan studi dokumen di Instalasi Radiologi menjelaskan input yang relevan, seperti bahan medis sekali pakai dan bahan habis pakai (Tabel 1 & Tabel 2). Data diperoleh dari observasi dan laporan evaluasi Departemen Radiologi tahun 2022. Nilai estimasi dalam Rupiah Indonesia dihitung dengan mengalikan jumlah layanan/penggunaan dengan harga pasar karena kerahasiaan anggaran aktual. Tahun 2022 dipilih sebagai periode perwakilan, dengan mempertimbangkan faktor-faktor seperti pengurangan signifikan dalam kunjungan fasilitas kesehatan global selama pandemi COVID-19, perubahan kebutuhan diagnostik, dan kedekatan tahun yang dipilih dengan penelitian, dengan asumsi stabilitas dalam kondisi Departemen Radiologi (Moynihan et

al., 2021).

Setelah menentukan input DMU, penelitian mengidentifikasi output Instalasi Radiologi Rumah Sakit X. Meskipun instalasi menawarkan banyak layanan, output yang relevan dalam penelitian ini adalah hasil radiografi dan hasil keahlian (Tabel 3). Langkah selanjutnya melibatkan penentuan model analisis DEA. Model yang dipilih adalah Variable Return to Scale (VRS) dengan pendekatan berorientasi input. Studi ini mengasumsikan bahwa kedua DMU yang mewakili radiologi berbasis *digital* dan berbasis film, menghasilkan output yang sama, dengan perbedaan komponen input. Analisis ini bertujuan untuk mengungkapkan pemanfaatan input yang lebih efisien antara radiologi berbasis film dan *digital*. VRS menawarkan berbagai metode seperti *Charnes Cooper and Rhodes* (CCR), Banker Charnes and Cooper (BCC), dan ekstensi model ini, dengan para peneliti memilih model CCR (Cooper et al., 2006).

DEA bertujuan untuk menemukan DMU yang memproduksi jumlah output yang terbesar dengan input yang paling kecil. Analisis ini memaksimalkan rasio dari output kepada input dari setiap DMU, dengan batasan yaitu ≤ 1 . Sehingga model matematika untuk mendapatkan nilai efisiensi dari suatu DMU adalah sebagai berikut (Sezen & Gok, 2011b);

$$\begin{aligned} \text{Max } & \frac{\sum_{j=1}^J v_{mj} y_{mj}}{\sum_{i=1}^I u_{mi} x_{mi}} & 0 \leq \frac{\sum_{j=1}^J v_{mj} y_{nj}}{\sum_{i=1}^I u_{mi} x_{ni}} \leq 1; n = 1, 2, \dots, N \\ & v_{mj}, u_{mi} \geq 0; i = 1, 2, \dots, I; j = 1, 2, \dots, J \end{aligned}$$

Dalam model matematika diatas, i adalah indeks untuk input, j adalah indeks untuk output, dan n adalah index untuk DMU. Variabel v_{mj} dan u_{mi} adalah bobot yang merepresentasikan pentingnya setiap input maupun output. Bila nilai efisiensi mencapai 1, maka DMU_m berada dalam frontier efisiensi. Dari hal tersebut, nilai efisiensi adalah perhitungan relatif mengindikasikan bagaimana DMU lain beroperasi dibanding DMU_m .

Secara kolektif, batasan ini membentuk suatu masalah pemrograman linier dengan tujuan memaksimalkan skor efisiensi dalam kondisi ini. Batasan tersebut, bersama dengan input dan output, dimasukkan ke dalam perangkat lunak *Excel* dan *DEA Frontier*, dengan hasil pada Tabel 4. Program mencari persamaan matematis untuk mencari bobot input & output yang memenuhi batasan model matematika. Bobot input dan output ini yang menjadi hasil efisiensi. Dengan kedua DMU memiliki output yang

sama, maka yang diambil berupa bobot input sebagai skor efisiensi. Skor efisiensi yang diperoleh adalah 0,10107 (10,107%) untuk radiologi berbasis film dan 1,0 (100%) untuk radiologi berbasis *digital* (Tabel 4). Dengan efisiensi skor 1,0, radiologi berbasis *digital* dianggap sebagai DMU yang paling efisien dan berfungsi sebagai tolok ukur terhadap radiologi berbasis film dengan efisiensi hanya 10,1% dibandingkan dengan pasangannya.

Tabel 4. Hasil DEA dari radiologi berbasis film (DMU 1) vs berbasis *digital* (DMU 2)

DMU	Efisiensi VRS berorientasi input	Lambda Optimal dengan Benchmark
1	0,10107	1,000
2	1,00000	1,000

PEMBAHASAN

Pada DEA, skor efisiensi berkisar dari 0 hingga 1, dengan 1 menunjukkan efisiensi penuh. Dengan skor efisiensi 1, penelitian ini mengungkapkan bahwa radiologi berbasis *digital* adalah DMU dengan efisiensi terbaik dari keduanya, sehingga digunakan sebagai unit referensi dalam perhitungan. Dengan demikian, radiologi berbasis film beroperasi pada 10,107% dari efisiensi maksimum yang dapat dicapai dengan input yang tersedia, menggambarkan radiologi berbasis film sebagai tidak efisien dan membutuhkan perbaikan untuk mencapai efisiensi penuh. Radiologi berbasis *digital* beroperasi pada 100% dari efisiensi maksimum yang dapat dicapai dengan input yang tersedia, sehingga efisien.

Fokus dalam model DEA ini adalah efisiensi berdasarkan input, membandingkan penggunaan relatif input dengan output yang dihasilkan. Seperti terlihat pada Tabel 4, analisis efisiensi menggunakan DEA pada dua unit radiologi menghasilkan skor efisiensi 0,1017 untuk radiologi berbasis film (DMU 1) dan 1,00 untuk radiologi berbasis *digital* (DMU 2). DMU 1, radiologi berbasis film, menunjukkan skor efisiensi yang rendah, menunjukkan bahwa ia dapat mengoptimalkan penggunaan inputnya untuk meningkatkan efisiensi. Sebaliknya, DMU 2, dengan skor 1,00, berfungsi sebagai tolok ukur, beroperasi dengan efisiensi maksimum berdasarkan input yang dipilih. Rekomendasi dapat dibuat untuk DMU 1 untuk mempertimbangkan strategi optimasi input, mengeksplorasi pemanfaatan sumber daya yang lebih efektif atau mengadopsi praktik terbaik dari DMU 2. Hal yang dapat dilakukan untuk mengoptimasi input berupa transisi layanan radiologi

berbasis film menjadi *digital*; sehingga jumlah penggunaan film berikut pemrosesannya dapat dikurangi. Radiografi *digital* memerlukan lebih sedikit tenaga kesehatan untuk operasionalnya dengan proses pengambilan gambar yang tidak sering diulang dan tidak diperlukannya pemrosesan film. Perbedaan waktu pemrosesan film dari pengambilan hingga siap diinterpretasi dokter mencapai 25 menit, dengan 5.7 ± 2.5 menit untuk radiografi *digital* dan 29.2 ± 14.3 menit untuk radiologi berbasis film (Andriole et al., 2002).

Salah satu manfaat transisi menjadi radiografi *digital* adalah PACS. Dengan sistem pengarsipan *digital* melalui PACS, hasil pemeriksaan menjadi lebih mudah dibagikan dan diakses. Dalam lingkungan sistem terintegrasi, dokter tidak perlu menunggu salinan film fisik untuk menafsirkan hasil; Sebaliknya, hasilnya dapat dengan mudah diakses melalui rekam medis elektronik. Pengarsipan *digital* memfasilitasi fasilitas kesehatan dalam menyediakan salinan hasil pemeriksaan yang mudah diakses, seperti pada CD, ke fasilitas lain. Dalam pengamatan peneliti di Instalasi Radiologi RS X, model pelayanan saat ini terfasilitasi untuk melakukan radiografi berbasis *digital*, namun format pelayanannya masih menggunakan film.

Hasil radiografi sering disebarkan menggunakan film daripada file *digital*, kepada pasien, klinik lain, dan untuk pembacaan dokter radiologi atau dokter-dokter dari poli lainnya. Hal ini disebabkan oleh kurangnya integrasi PACS dengan layanan lain di luar Instalasi Radiologi, sehingga hasil yang harus disampaikan menggunakan foto cetak pada film. Dengan model layanan ini, radiologi berbasis film menimbulkan biaya operasional yang lebih tinggi, dengan biaya film (sebagai bahan medis sekali pakai) mencapai Rp 1.651.966.271,00. Menyediakan film membutuhkan amplop pelindung yang menyertainya (sebagai bahan sekali pakai), dengan total Rp 244.798.940,00. Hal ini sangat kontras dengan radiologi berbasis *digital*, dengan biaya bahan medis sekali pakai sebesar Rp 1.647.724,00. Perbedaan ini dikarenakan pencetakan film hanya didasarkan pada permintaan pada radiologi berbasis *digital*.

Biaya material sekali pakai untuk radiologi *digital* sebesar Rp 166.967.000,00. Ini karena menyebarkan hasil menggunakan CD/DVD bersama dengan amplop lebih murah daripada menggunakan film dan amploponya. Pembelian amplop film dapat diminimalkan karena cetakan film yang lebih sedikit. Hal-hal tersebut yang menimbulkan layanan berbasis film hanya beroperasi sebesar 10,107% dari tingkat efisiensi yang dicapai oleh layanan radiologi berbasis *digital*. Film menjadi sumber inefisiensi anggaran terbesar dalam layanan ini. Radiologi berbasis film memerlukan jumlah film yang besar

untuk melakukan pelayanan, menimbulkan biaya lebih besar dibanding *digital*. Temuan serupa dapat dilihat dari penelitian Muto et al. (2011). Penelitian tersebut mengungkap bahwa film foto berkontribusi hingga 24.9% dari biaya total. Radiografi *digital*, film dan pemrosesan film tidak diperlukan sehingga pemotongan biaya total dapat mencapai 38.78%.

Selain memberikan penghematan biaya dan kemudahan akses, penerapan radiologi *digital* memiliki dampak klinis yang positif. Radiologi *digital* menghasilkan gambar yang konsisten dan lebih tajam dengan akuisisi gambar yang lebih sedikit, mengurangi titik buta dalam hasil radiografi dan memfasilitasi manipulasi gambar yang lebih baik untuk interpretasi. Akibatnya, pasien menerima dosis radiasi yang lebih rendah untuk hasil pemeriksaan berkualitas tinggi. Kemampuan radiologi *digital* untuk memanipulasi gambar radiografi juga meningkatkan visualisasi perubahan struktural dalam tubuh, faktor kunci mengapa radiologi *digital* memiliki akurasi yang jauh lebih tinggi daripada radiologi konvensional (Pisano et al., 2005).

SIMPULAN

DEA dapat digunakan untuk mengevaluasi efisiensi dua unit layanan radiologi; DMU 1 (berbasis film) & DMU 2 (berbasis *digital*) Rumah Sakit X. DMU 1 memiliki skor efisiensi yang rendah, DMU 2, memiliki skor efisiensi maksimum, menggambarkan efisiensi optimal. Film adalah komponen terbesar dalam inefisiensi, transisi *digital* akan mengurangi kebutuhan film dan mengurangi biaya. Inisiatif penggunaan PACS meningkatkan aksesibilitas dan efisiensi layanan kesehatan. Implikasi klinis radiologi *digital* melibatkan peningkatan kualitas gambar, mengurangi dosis radiasi, dan memfasilitasi interpretasi yang lebih baik. Peningkatan efisiensi dengan transisi ke radiologi berbasis *digital* tidak hanya membawa manfaat ekonomi tetapi juga pada peningkatan kualitas layanan yang diberikan.

UCAPAN TERIMA KASIH



Kami mengucapkan terima kasih kepada seluruh staf Rumah Sakit X yang antusias membantu penelitian kami. Semua penulis berkontribusi dalam proses penulisan ulasan ini. Tinjauan ini tidak menerima dana dari lembaga mana pun. Para penulis menyatakan tidak ada konflik kepentingan dalam penelitian ini.

DAFTAR PUSTAKA

- Andriole, K. P., Luth, D. M., & Gould, R. G. (2002). Workflow Assessment of Digital versus Computed Radiography and Screen-Film in the Outpatient Environment. *Journal of Digital Imaging*, 15(0), 124–126. <https://doi.org/10.1007/s10278-002-5079-9>
- Chisolm, D., & Evans, D. B. (2020). *Improving health system efficiency as a means of moving towards universal coverage*.
- Cooper, W. W., Seiford, L. M., & Tone, Kaoru. (2006). *Introduction to Data Envelopment Analysis and Its Uses: With DEA-Solver Software and References*. Springer Science Business Media, Inc.
- Dalla Palma, L., Grisi, G., Cuttin, R., & Rimondini, A. (1999). Digital vs conventional radiography: cost and revenue analysis. *European Radiology*, 9(8), 1682–1692. <https://doi.org/10.1007/s003300050910>
- Kuosmanen, T., & Johnson, A. L. (2010). Data Envelopment Analysis as Nonparametric Least-Squares Regression. *Operations Research*, 58(1), 149–160. <https://doi.org/10.1287/opre.1090.0722>
- Moynihan, R., Sanders, S., Michaleff, Z., Scott, A., Clark, J., To, E., Jones, M., Kitchener, E., Fox, M., Johansson, M., Lang, E., Duggan, A., Scott, I., & Albarqouni, L. (2021). Impact of COVID-19 pandemic on utilisation of healthcare services: A systematic review. *BMJ Open*, 11, e045343. <https://doi.org/10.1136/bmjopen-2020-045343>
- Muto, H., Tani, Y., Suzuki, S., Yokooka, Y., Abe, T., Sase, Y., Terashita, T., & Ogasawara, K. (2011). Filmless versus film-based systems in radiographic examination costs: an activity-based costing method. *BMC Health Services Research*, 11(1), 246. <https://doi.org/10.1186/1472-6963-11-246>
- Pisano, E. D., Gatsonis, C., Hendrick, E., Yaffe, M., Baum, J. K., Acharyya, S., Conant, E. F., Fajardo, L. L., Bassett, L., D'Orsi, C., Jong, R., & Rebner, M. (2005). Diagnostic Performance of Digital versus Film Mammography for Breast-Cancer Screening. *New England Journal of Medicine*, 353(17), 1773–1783. <https://doi.org/10.1056/NEJMoa052911>
- Sezen, B., & Gok, M. (2011a). Analyzing the Efficiencies of Hospitals: An Application of Data Envelopment Analysis. *Journal of Global Strategic Management*, 2, 137. <https://doi.org/10.20460/JGSM.2011515804>
- Sezen, B., & Gok, M. S. (2011b). Analyzing the efficiencies of hospitals: an application of data envelopment analysis. *Journal of Global Strategic Management*, 2(5), 137–137. <https://doi.org/10.20460/JGSM.2011515804>

Agnes Nina Eureka, Prastuti Soewondo, Utami Purbasari, Ira Rahma Hidayati, Fatira Ratri Audita :
Efisiensi Dalam Instalasi Radiologi RS X: Studi Kasus dengan Data

- Ummam, A. M. N. R. N., Qodarina, N., Siregar, P. I. R., & Firmansyah, A. (2023). Kendala Dan Kelemahan Sistem Penganggaran Berbasis Kinerja Sektor Publik: Suatu Tinjauan. *Journal of Law, Administration, and Social Science*, 3(1), 63–71. <https://doi.org/10.54957/jolas.v3i1.378>
- Zhu, J. (2015). *Data envelopment analysis: a handbook of models and methods* (1st ed., Vol. 221). Springer.

Submission	02 Maret 2023
Review	17 April 2024
Accepted	26 April 2024
Publish	30 April 2024
DOI	10.29241/jmk.v10i1.1904
Sinta Level	3 (Tiga)
 Yayasan RS Dr. Soetomo 	Jurnal Manajemen Kesehatan Yayasan RS.Dr.Soetomo p-ISSN 2477-0140, e-ISSN 2581-219X, Volume 10 No.1 2024, DOI: 10.29241/jmk.v10i1.1904 Published by STIKES Yayasan RS.Dr.Soetomo. Copyright (c) 2024 Agnes Nina Eureka, Prastuti Soewondo, Utami Purbasari, Ira Rahma Hidayati, Fatira Ratri Audita. This is an Open Access (OA) article under the CC BY 4.0 International License (https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/).