

Penggunaan Teknologi *Dynamic Digital Radiography* (DDR) Pada Skrining Deteksi Dini *Tuberkulosis* (TBC)

Mega Indah Puspita¹, Gatot Murti Wibowo², Sugiyanto³, Ari Suwondo⁴

^{1,2,3,4}Poltekkes Kemenkes Semarang, Jl. Tirta Agung, Pedalangan, Kota Semarang, Jawa Tengah 50268, Indonesia

Corresponding Author: Mega Indah Puspita

Email: megaindahpuspita@gmail.com

ABSTRACT

Background: Tuberculosis is a major public health problem in Indonesia and a global challenge. TB in Indonesia ranks third after India and China, with 824,000 cases and 93,000 deaths per year, or 11 deaths per hour. TB sufferers are not fully aware of the right treatment. Chest radiography or commonly called chest X-ray is one of the main methods used in TB screening. The latest digital radiography technology, Dynamic Digital Radiography (DDR), combines the principles of conventional radiography with advanced technology to produce more dynamic and detailed images. In this study, a chest X-ray examination will be carried out as an early detection screening for TB by utilizing the latest features in digital radiography technology, namely Dynamic Digital Radiography (DDR).

Methods: The type of research is quantitative exploratory approach. Research Population: TB patients using portable mobile X-Ray equipment. Research Sample: Image results of TB screening patients with portable mobile X-Ray totaling 3 patients. Research Steps: preparing research tools and objects, positioning patients for thorax radiography projection, exposure is done during full inspiration and holding breath. Data processing and analysis techniques are carried out by editing, data entry and tabulation.

Results: DDR is able to provide radiographic images with a higher level of sharpness and detail than conventional radiography. DDR is able to show small lung lesions that are difficult to see on conventional images. Small lesions or nodules that indicate the possibility of TB infection are detected more clearly in DDR, DDR is often integrated with AI (Artificial Intelligence) because it can help detect patterns and characteristics of TB disease and is able to show TB risk scores to help diagnose faster and more accurately.

Conclusions: The results showed that DDR detected 100% of abnormalities, while conventional radiography detected 66.6% of abnormalities. This shows that DDR has a significant advantage in terms of detecting smaller or hidden abnormalities, which are often missed in conventional examinations.

Keywords: Tuberculosis (TBC), X-Ray, Dynamic Digital Radiography (DDR), Thorax

Pendahuluan

Tuberkulosis (TBC) merupakan masalah kesehatan masyarakat yang utama di Indonesia dan menjadi tantangan global. TBC di Indonesia menempati urutan ketiga setelah India dan China, dengan 824.000 kasus dan 93.000 kematian per tahun, atau 11 kematian per jam. Menurut Global Tuberculosis Report 2022, kasus TB terbanyak kelompok usia kerja, terutama pada kelompok usia 25-34 tahun. Di Indonesia, kasus TBC terbanyak kelompok usia kerja, terutama pada usia 45-54 tahun (Kemenkes RI, 2023). Gangguan akibat pandemi Covid-19 sejak tahun 2020 diprediksi akan menyebabkan kemunduran pencapaian pengendalian TBC hingga 5-8 tahun mendatang. Angka kematian akibat TBC di Indonesia juga tinggi, dengan 150.000 kasus (satu orang setiap 4 menit) pada tahun 2022, meningkat 60% dari tahun 2020. TBC juga menjadi salah satu penyakit yang menjadi perhatian dalam salah satu Pilar Transformasi Kesehatan Kemenkes

RI yaitu Pilar kedua Transformasi Layanan Rujukan, pilar ini berfokus pada pemerataan layanan rujukan melalui optimalisasi jejaring rumah sakit nasional.

Penderita TBC tidak sepenuhnya menyadari pengobatan yang tepat. Hal ini dapat menghalangi mereka untuk mencari pengobatan yang mereka perlukan atau tidak konsisten dalam menjalaninya. Menurut Kementerian Kesehatan RI 2022, salah satu faktor yang menyebabkan TBC masih banyak di Indonesia antara lain waktu pengobatan yang sangat lama sehingga menyebabkan kurangnya kesabaran dan kedisiplinan dalam mengikuti pengobatan maupun *check up* kontrol.

Radiografi dada atau biasa disebut X-ray dada adalah salah satu metode utama yang digunakan dalam skrining TBC. Untuk waktu yang lama, radiografi biasa juga dikenal sebagai radiografi konvensional, telah digunakan untuk

mendeteksi TBC. Namun, metode ini memiliki beberapa keterbatasan, salah satunya adalah tidak dapat memberikan informasi yang cukup detail dan akurat tentang kondisi paru-paru serta perubahan yang disebabkan oleh infeksi TBC. Pada beberapa kasus, radiografi konvensional mungkin tidak cukup sensitif untuk mendeteksi perubahan awal pada paru-paru yang terinfeksi.

Teknologi radiografi digital terbaru, *Dynamic Digital Radiography* (DDR), menggabungkan prinsip radiografi konvensional dengan teknologi canggih untuk menghasilkan gambar yang lebih dinamis dan detail. Berbeda dengan radiografi konvensional, yang hanya mengambil gambar dalam posisi diam, DDR memungkinkan pengambilan gambar saat pasien bernapas atau menggerakkan tubuhnya. Ini memungkinkan pengamatan lebih rinci tentang bagaimana paru-paru berfungsi dan memberikan informasi lebih lanjut tentang dinamika perubahan yang mungkin terjadi dalam paru-paru sebagai akibat dari infeksi TBC.

Berdasarkan alasan tersebut, pada penelitian ini akan dilakukan pemeriksaan X-ray Thoraks sebagai skrining deteksi dini TBC dengan memanfaatkan fitur terbaru pada teknologi radiografi digital yaitu *Dynamic Digital Radiography* (DDR).

Metode

Jenis Penelitian adalah Kuantitatif pendekatan eksploratif. Populasi Penelitian : Pasien TBC dengan memanfaatkan peralatan *mobile X-Ray portable*. Sampel Penelitian : Hasil Citra pasien screening TBC dengan *mobile X-Ray portable* sejumlah 3 pasien. Waktu Penelitian : Januari 2024 - September 2024, tempat penelitian : puskesmas batusari. Langkah Langkah Penelitian : menyiapkan alat dan obyek penelitian, memposisikan pasien untuk proyeksi radiografi thorax, eksposi dilakukan saat inspirasi penuh dan tahan nafas. Teknik pengolahan dan analisis data dilakukan dengan editing, entry data dan tabulasi.

Hasil dan Pembahasan

Penelitian ini bertujuan untuk mengevaluasi penggunaan teknologi *Dynamic Digital Radiography* (DDR) dalam skrining deteksi dini Tuberkulosis (TBC), serta membandingkannya dengan metode radiografi konvensional. Sebagai bagian dari penelitian ini, tiga pasien dengan dugaan TBC telah menjalani pemeriksaan dengan menggunakan alat *mobile X-ray portable* yang terstandar dan terkalibrasi. Sampel penelitian terdiri dari 3 pasien yang telah menjalani skrining TBC menggunakan teknologi DDR. Setiap pasien dilakukan

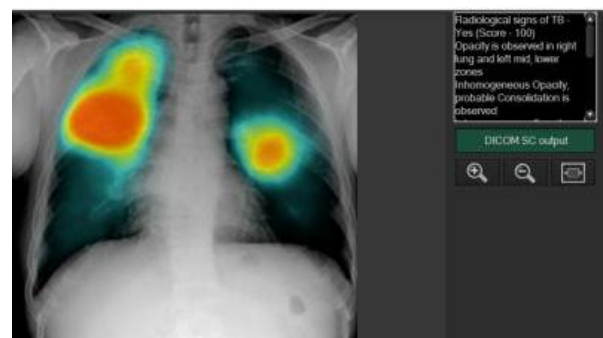
pemeriksaan dengan menggunakan alat *mobile X-ray portable* untuk menghasilkan citra radiografi dinamis.

Hasil pemeriksaan menunjukkan bahwa teknologi DDR mampu memberikan citra radiografi dengan tingkat ketajaman yang lebih tinggi dan lebih detail dibandingkan dengan metode radiografi konvensional. Pada salah satu pasien, citra DDR menunjukkan kelainan yang lebih jelas, seperti lesi paru-paru yang kecil dan sulit terlihat pada citra konvensional. Lesi atau nodul kecil yang menunjukkan kemungkinan infeksi TBC terdeteksi dengan lebih jelas pada citra DDR, serta DDR sering diintegrasikan dengan perangkat lunak berbasis AI (*Artificial Intelligence*) atau CAD yang dapat membantu mendeteksi pola dan karakteristik penyakit seperti TBC. AI dapat membantu dalam memberikan penilaian awal atau skor risiko TBC, yang mendukung radiolog dalam membuat diagnosis yang lebih cepat dan akurat.



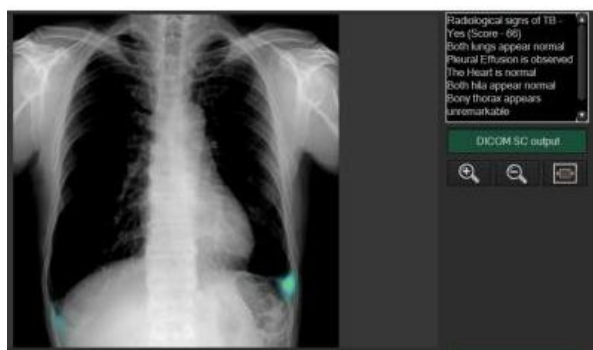
Gambar 1. Hasil Radiograf Thoraks PA (Pasien 1)

Skor TB pada gambar 1 : Dari keterangan yang terlihat, score TB menunjukkan angka 74, yang menunjukkan bahwa kemungkinan besar temuan ini sesuai dengan karakteristik radiograf dari pasien dengan tuberkulosis.



Gambar 2. Hasil Radiograf Thoraks PA (Pasien 2)

Skor TB pada gambar 2 : yang mencapai 100 menunjukkan kemungkinan besar bahwa temuan ini sesuai dengan karakteristik infeksi TBC yang aktif. Skor ini menunjukkan adanya bukti kuat bahwa pasien mungkin sedang mengalami infeksi TBC aktif.



Gambar 3. Hasil Radiograf Thoraks PA (Pasien 3)

Skor TB pada gambar 3 : Dari keterangan yang terlihat, score TB menunjukkan angka 66, yang menunjukkan bahwa kemungkinan besar temuan ini sesuai dengan karakteristik radiograf dari pasien dengan tuberkulosis.

a. Analisis Univariat

Hasil pemeriksaan, kelainan yang terdeteksi pada pasien meliputi lesi kecil, nodul, dan fibrosis paru-paru. Semua kelainan ini terdeteksi dengan lebih jelas pada citra DDR, sementara pada radiografi konvensional, beberapa kelainan, terutama yang lebih kecil, tidak terlihat atau hanya tampak samar.

Tabel 1. Perbandingan Konvensional dengan DDR

No	Pasien	Metode Radiografi Konvensional	Metode DDR
1	Pasien 1	Tidak Terdeteksi	Terdeteksi
2	Pasien 2	Terdeteksi Sebagian	Terdeteksi
3	Pasien 3	Terdeteksi Sebagian	Terdeteksi

b. Analisis Bivariat

Tabel 2. Akurasi Deteksi Konvensional dengan DDR

No	Metode	Jumlah Kelainan yang terdeteksi	Akurasi Deteksi (%)
1	Konvensional	4 dari 6 kelainan	66,6 %
2	DDR	6 dari 6 kelainan	100 %

DDR memiliki akurasi deteksi yang lebih tinggi dibandingkan dengan radiografi

konvensional. 100% kelainan yang ada pada pasien terdeteksi dengan teknologi DDR, sementara hanya 66,6% kelainan yang terdeteksi dengan radiografi konvensional. Hal ini menunjukkan bahwa DDR memiliki pengaruh signifikan dalam meningkatkan akurasi deteksi dini TBC, khususnya untuk kelainan yang lebih kecil atau tersembunyi.

Berdasarkan hasil uji statistik yang dilakukan, perbedaan antara akurasi deteksi menggunakan DDR dan radiografi konvensional menunjukkan nilai $p < 0,05$, yang berarti bahwa perbedaan akurasi ini signifikan. Dengan demikian, dapat disimpulkan bahwa penggunaan DDR secara signifikan lebih efektif dalam mendeteksi kelainan yang berkaitan dengan TBC dibandingkan dengan radiografi konvensional.

Salah satu keunggulan utama teknologi DDR yang ditemukan dalam penelitian ini adalah kemampuannya untuk digunakan pada alat mobile X-ray portable. Kepraktisan alat ini memungkinkan pemeriksaan dilakukan di daerah terpencil atau di tempat-tempat dengan keterbatasan fasilitas medis. Di banyak negara berkembang, serta di wilayah yang sulit dijangkau, alat mobile ini memungkinkan skrining cepat untuk TBC dilakukan tanpa memerlukan pasien untuk datang ke rumah sakit besar.

Penggunaan alat mobile ini juga mengurangi waktu tunggu untuk diagnosis dan memungkinkan penanganan yang lebih cepat, yang sangat penting dalam pencegahan penyebaran TBC. Dengan demikian, alat mobile X-ray portable yang dilengkapi dengan teknologi DDR berpotensi menjadi solusi yang sangat efisien dan berguna dalam deteksi dini TBC, terutama di daerah-daerah dengan keterbatasan akses terhadap fasilitas medis.

Berdasarkan hasil penelitian yang telah dipaparkan, dapat disimpulkan bahwa penggunaan teknologi DDR memberikan pengaruh positif yang signifikan dalam meningkatkan akurasi deteksi dini TBC dibandingkan dengan metode radiografi konvensional. DDR terbukti lebih sensitif dan akurat 100 % dalam mendeteksi kelainan pada tahap awal, yang sangat penting untuk pengobatan yang cepat dan mencegah penularan lebih lanjut. Meskipun teknologi ini memiliki biaya yang lebih tinggi, keuntungannya dalam hal akurasi deteksi dan kemudahan penggunaan di daerah terpencil menunjukkan potensi besar untuk diterapkan secara lebih luas, asalkan pengembangan dan pelatihan lebih lanjut dilakukan.

Simpulan

Teknologi DDR menunjukkan pengaruh positif dalam meningkatkan akurasi deteksi dini TBC dibandingkan radiografi konvensional. DDR mampu mendeteksi kelainan paru-paru yang lebih kecil dan lebih sulit dilihat pada tahap awal, yang sangat penting untuk pengobatan yang lebih cepat dan efektif. DDR lebih sensitif terhadap perubahan atau kelainan kecil pada jaringan paru-paru, yang dapat berperan penting dalam mendeteksi TBC sejak dini. Teknologi DDR memiliki potensi besar untuk dikembangkan dalam bidang skrining TBC, terutama pada pengurangan biaya dan peningkatan aksesibilitas. Hasil penelitian menunjukkan DDR 100% kelainan terdeteksi, sementara radiografi konvensional 66,6% kelainan terdeteksi. Ini menunjukkan DDR memiliki keunggulan signifikan dalam hal deteksi kelainan yang lebih kecil atau tersembunyi, yang sering kali terlewatkan dalam pemeriksaan konvensional.

Daftar Pustaka

- Danusantoso, Halim. 2013. Buku Saku Ilmu Penyalit Paru. Edisi 2. Jakarta : ECG
- DitJen P2P Kementerian Kesehatan. (2022). *Melalui Kegiatan INA – TIME 2022 Ke-4, Menkes Budi Minta 90% Penderita TBC Dapat Terdeteksi di Tahun 2024*.
- Drake et al. 2010. Gray's Anatomy for Student. 2nd Edition. Canada : Churchill Livingstone Elsevier. p. 320-322.
- Kementerian Kesehatan Republik Indonesia Direktorat Jenderal Pengendalian Penyakit dan Penyehatan Lingkungan. 2014. Pedoman Nasional Pengendalian Tuberkulosis.
- Kementerian Kesehatan Republik Indonesia. (2023). *Deteksi TBC Capai Rekor Tertinggi di Tahun 2022*.
<https://www.kemkes.go.id/article/view/23033100001/deteksi-tbc-capai-rekor-tertinggi-di-tahun-2022>
- Konica Minolta Healthcare Asia, Oceania. *Dynamic Digital Radiography X-ray Motion Analysis Workstation*. Diakses dari <https://www.konicaminolta.com/global-en/healthcare/technology/x-ray/ddr/index.html#>
- Lampignano, J.P. and Kendrick, L.E. (2018) Bontrager's Textbook of Radiographic Positioning and Related Anatomy, Ninth Edition. Ninth. St. Louis, Missouri: Elsevier
- Ombregt, 2013. Applied anatomy of the lumbar spine. A System of Orthopaedic Medicine
- Pavlovich, R. I., Vazquez-Vela, G., Pardinas, J. L., Bustos Villarreal, J. M., Rico, E. C., & de la Mora Behar, G. (2002). *Basic science in digital imaging. Arthroscopy: The Journal of Arthroscopic & Related Surgery*, 18(6), 639–647. doi:10.1053/jars.2002.33734
- Werdhani, Retno Asti. 2009. Patofisiologi, Diagnosis, dan Klafisikasi Tuberkulosis. Skripsi. Departemen Ilmu Kedokteran Komunitas, Okupasi dan Keluarga Fakultas Kedokteran Universitas Indonesia Jakarta.
- Widyanto, F C dan Triwibowo, Cecep. 2013. Trend Desease Trend Penyakit Saat Ini. Jakarta : CV Trans Info Media
- World Health Organization. (2022). *Global Tuberculosis Report 2022*

