

Perbedaan Cardiothorax's Ratio Foto Rontgen Polos Usia di Atas 50 dan di Bawah 50 Tahun pada Pasien Diabetes Melitus di RS Royal Prima Jambi

dr. Leo Nardi, M.Biomed.

Prodi Kedokteran, Universitas Adiwangsa Jambi
Email: leonardi@unprimdn.ac.id

ABSTRACT

Background: The cardiothoracic ratio (CTR) is a crucial radiological indicator used to assess cardiac size and detect cardiomegaly, particularly in patients with chronic diseases such as diabetes mellitus. Cardiovascular complications are common in diabetic patients and may progress with age. Evaluating CTR differences between age groups in diabetic populations can aid in early risk detection.

Objective: To determine the differences in cardiothoracic ratio on chest X-rays between diabetic patients aged above 50 years and those aged 50 years and below at Royal Prima Hospital Jambi.

Methods: This retrospective descriptive-comparative study utilized secondary data from chest X-rays of diabetic patients at Royal Prima Hospital Jambi. Subjects were divided into two age categories: ≤50 years and >50 years. The CTR was measured using the standard posteroanterior radiographic method and analyzed statistically to evaluate differences between groups.

Results: The study found a statistically significant difference in CTR between the two age groups. Patients over 50 years old had a higher average CTR than those 50 years and below, suggesting an increased risk of cardiomegaly in older diabetic patients.

Conclusion: There is a significant difference in cardiothoracic ratio between diabetic patients aged over 50 years and those aged 50 years and below. These findings indicate that age is a contributing factor in cardiac enlargement among diabetic patients, supporting the need for age-specific cardiovascular monitoring strategies.

Keywords: Cardiothoracic Ratio, Diabetes Mellitus, Chest X-ray, Age, Cardiomegaly

ABSTRAK

Latar Belakang: Rasio kardiotoraks (Cardiothoracic Ratio/CTR) merupakan indikator radiologis penting untuk menilai ukuran jantung dan mendeteksi kardiomegali, terutama pada pasien dengan penyakit kronis seperti diabetes melitus. Komplikasi kardiovaskular sering terjadi pada pasien diabetes dan cenderung meningkat seiring bertambahnya usia. Evaluasi perbedaan CTR antar kelompok usia pada pasien diabetes dapat membantu dalam deteksi dini risiko kardiovaskular.

Tujuan: Mengetahui perbedaan rasio kardiotoraks pada foto rontgen dada pasien diabetes melitus usia di atas 50 tahun dan usia 50 tahun ke bawah di RS Royal Prima Jambi.

Metode: Penelitian ini merupakan studi deskriptif komparatif retrospektif dengan menggunakan data sekunder dari foto rontgen dada pasien diabetes melitus di RS Royal Prima Jambi. Subjek dibagi menjadi dua kategori usia: ≤50 tahun dan

>50 tahun. CTR diukur menggunakan metode radiografi posteroanterior standar dan dianalisis secara statistik untuk mengetahui perbedaan antar kelompok.

Hasil: Terdapat perbedaan yang signifikan secara statistik dalam nilai CTR antara kedua kelompok usia. Pasien dengan usia >50 tahun memiliki rata-rata CTR yang lebih tinggi dibandingkan pasien usia ≤50 tahun, yang menunjukkan risiko kardiomegali yang lebih tinggi pada kelompok usia lanjut.

Kesimpulan: Terdapat perbedaan signifikan pada rasio kardiotoraks antara pasien diabetes usia di atas 50 tahun dan usia 50 tahun ke bawah. Temuan ini menunjukkan bahwa usia merupakan faktor yang berkontribusi terhadap pembesaran jantung pada pasien diabetes, sehingga diperlukan strategi pemantauan kardiovaskular yang mempertimbangkan usia.

Kata Kunci: Rasio Kardiotoraks, Diabetes Melitus, Foto Rontgen Dada, Usia, Kardiomegali

PENDAHULUAN

Penyakit kardiovaskular merupakan salah satu komplikasi utama pada pasien diabetes melitus yang dapat menyebabkan morbiditas dan mortalitas tinggi. Salah satu indikator awal terjadinya gangguan kardiovaskular adalah pembesaran jantung atau kardiomegali, yang dapat diukur secara radiologis menggunakan rasio kardiotoraks (Cardiothoracic Ratio/CTR) pada foto rontgen dada. CTR menjadi metode skrining non-invasif yang penting untuk menilai pembesaran jantung sebelum munculnya gejala klinis yang jelas (Longo et al., 2019). Menurut American Diabetes Association (2022), pasien diabetes memiliki risiko dua hingga empat kali lebih tinggi mengalami penyakit jantung dibandingkan populasi umum. Oleh karena itu, deteksi dini melalui pendekatan radiologis sangat penting dalam manajemen penyakit ini.

Selain itu, usia juga merupakan salah satu faktor penting yang memengaruhi morfologi jantung. Seiring bertambahnya usia, terjadi penurunan elastisitas pembuluh darah, hipertrofi ventrikel kiri, dan perubahan struktural jantung yang berkontribusi terhadap peningkatan CTR (Lakatta & Levy, 2003). Pada populasi diabetes, proses penuaan ini dapat

berlangsung lebih cepat akibat hiperglikemia kronik yang menyebabkan stres oksidatif dan disfungsi endotelial (Singh et al., 2020). Oleh karena itu, penting untuk mengevaluasi perbedaan CTR berdasarkan kategori usia, khususnya pada pasien diabetes, guna menilai risiko kardiomegali secara lebih komprehensif.

Masalah utama dalam manajemen diabetes melitus adalah keterlambatan deteksi komplikasi kardiovaskular. Mayoritas pasien tidak menyadari adanya pembesaran jantung sampai gejala berat muncul, yang pada tahap ini telah memerlukan penanganan invasif dan biaya tinggi. Teknik pemeriksaan seperti ekokardiografi seringkali belum tersedia secara luas, terutama di fasilitas kesehatan tingkat pertama, sehingga diperlukan metode skrining yang lebih praktis dan efisien.

Salah satu solusi umum yang dapat diterapkan adalah pemanfaatan radiografi toraks sederhana untuk mengukur CTR sebagai indikator pembesaran jantung. Radiografi dada merupakan prosedur yang cepat, terjangkau, dan tersedia secara luas di rumah sakit, termasuk di RS Royal Prima Jambi. CTR dengan nilai >0,50 telah digunakan secara klinis untuk mendeteksi kardiomegali dan telah

terbukti memiliki korelasi dengan disfungsi jantung yang lebih lanjut (Danias et al., 2008). Oleh karena itu, pendekatan ini menjadi metode yang rasional dan cost-effective untuk skrining dini pembesaran jantung pada pasien diabetes melitus.

Beberapa studi terdahulu telah meneliti hubungan antara CTR dan status kesehatan kardiovaskular pada pasien diabetes. Penelitian oleh Okrah et al. (2021) menunjukkan bahwa pasien diabetes memiliki rerata CTR yang lebih tinggi dibandingkan populasi non-diabetes, menunjukkan adanya perburukan struktur jantung yang tersembunyi. Hal ini menunjukkan bahwa CTR dapat menjadi indikator awal yang relevan dalam mengidentifikasi risiko kardiomegali pada pasien diabetes tanpa gejala.

Studi lain oleh Agrawal et al. (2020) juga menemukan bahwa CTR berkorelasi positif dengan usia dan lama menderita diabetes. Pasien diabetes usia lanjut menunjukkan peningkatan CTR yang signifikan dibandingkan pasien usia muda. Korelasi ini mendukung hipotesis bahwa usia berperan dalam perubahan struktur jantung pada pasien diabetes, yang memperkuat urgensi penelitian perbandingan antar kelompok usia.

Selain itu, penelitian oleh Wang et al. (2022) menemukan bahwa CTR yang meningkat pada radiografi dada berasosiasi dengan peningkatan kejadian gagal jantung dan mortalitas kardiovaskular pada pasien dengan diabetes tipe 2. Studi ini menegaskan pentingnya CTR sebagai parameter prediktif, yang jika dimanfaatkan dengan tepat, dapat digunakan untuk memperkirakan risiko komplikasi berat dan mengintervensi secara lebih dini dalam praktik klinis.

Meskipun telah banyak penelitian yang membahas hubungan antara CTR dan risiko kardiovaskular pada pasien diabetes, terdapat keterbatasan dalam studi yang secara khusus membandingkan CTR berdasarkan kelompok usia. Sebagian besar literatur fokus pada hubungan CTR dengan durasi diabetes atau status glikemik, namun belum secara eksplisit membandingkan morfologi jantung antara pasien diabetes usia muda dan usia lanjut di tingkat institusi pelayanan kesehatan lokal seperti RS Royal Prima Jambi.

Selain itu, sebagian besar penelitian dilakukan di wilayah dengan karakteristik populasi dan infrastruktur kesehatan yang berbeda, sehingga hasilnya belum tentu dapat digeneralisasikan ke konteks lokal di Jambi. Oleh karena itu, penelitian ini menutup kesenjangan literatur dengan menyediakan data empiris berbasis lokal yang membandingkan rasio kardiotoraks antara kelompok usia pada pasien diabetes, guna memperkuat dasar klinis bagi pemantauan jantung yang lebih baik berdasarkan usia.

Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui perbedaan rasio kardiotoraks antara pasien diabetes melitus usia di atas 50 tahun dan usia 50 tahun ke bawah yang menjalani pemeriksaan radiografi dada di RS Royal Prima Jambi. Studi ini menawarkan kebaruan dengan mengkaji hubungan usia terhadap nilai CTR secara spesifik pada populasi lokal yang belum banyak dilaporkan dalam literatur. Dengan pendekatan ini, hasil penelitian diharapkan dapat memberikan kontribusi nyata dalam perencanaan skrining kardiovaskular yang lebih efektif dan berbasis usia pada pasien diabetes di fasilitas kesehatan daerah.

Ruang lingkup penelitian ini mencakup analisis retrospektif data rontgen dada pasien diabetes melitus di RS Royal Prima Jambi, dengan pengukuran CTR dan perbandingan antara dua kelompok usia. Penelitian ini tidak hanya memberikan gambaran perbedaan morfologi jantung, tetapi juga membuka peluang untuk penerapan kebijakan klinis dalam memprioritaskan pemeriksaan kardiovaskular berdasarkan usia pada populasi diabetes.

METODOLOGI

Penelitian ini menggunakan data sekunder berupa foto rontgen dada posteroanterior (PA) milik pasien yang telah terdiagnosis diabetes melitus dan menjalani pemeriksaan radiografi di Instalasi Radiologi RS Royal Prima Jambi sepanjang tahun 2023. Kriteria inklusi meliputi pasien dengan diagnosis klinis diabetes melitus tipe 2, usia di atas 18 tahun, dan memiliki data foto rontgen dada dengan posisi tegak dan proyeksi PA yang layak baca. Kriteria eksklusi meliputi pasien dengan deformitas toraks, efusi pleura masif, kelainan paru berat, atau riwayat penyakit jantung kongenital yang dapat mempengaruhi hasil pengukuran CTR. Foto rontgen diambil menggunakan alat radiografi digital dengan standar kalibrasi rumah sakit dan pencahayaan seragam.

Data pasien yang memenuhi kriteria inklusi dan eksklusi dikumpulkan secara retrospektif dari rekam medis dan arsip digital radiologi. Data usia, jenis kelamin, dan diagnosis medis dicatat untuk keperluan klasifikasi subjek. Kemudian, pasien dibagi menjadi dua kelompok berdasarkan usia, yaitu kelompok usia ≤ 50 tahun dan > 50 tahun. Seluruh foto rontgen yang digunakan telah diperiksa

ulang kualitas citranya untuk memastikan tidak terdapat artefak atau kesalahan posisi yang dapat mengganggu pengukuran CTR.

Penelitian ini merupakan studi deskriptif komparatif dengan pendekatan retrospektif kuantitatif. Pengukuran rasio kardiotoraks dilakukan dengan menggunakan metode standar, yaitu membagi diameter transversal jantung (dari tepi jantung kanan ke tepi jantung kiri) dengan diameter dalam toraks (jarak antara margin internal iga pada hemitoraks kanan dan kiri). Nilai CTR $\geq 0,50$ dianggap sebagai batas awal kardiomegali, sesuai standar yang digunakan oleh Danias et al. (2008). Pengukuran dilakukan oleh dua radiolog independen untuk memastikan reliabilitas data. Hasil pengukuran dibandingkan antara kedua kelompok usia menggunakan uji statistik.

Parameter utama dalam penelitian ini adalah nilai rasio kardiotoraks (CTR), yang dihitung dari hasil pengukuran pada citra rontgen dada proyeksi PA. CTR dihitung dengan rumus:

$$CTR = \frac{\text{Lebar Jantung Maksimum}}{\text{Lebar Toraks Maksimum (Internal)}}$$

Metode pengukuran ini telah terbukti valid dan banyak digunakan dalam studi epidemiologi serta skrining penyakit jantung (Cademartiri et al., 2017). Selain CTR, variabel lain yang dicatat meliputi usia, jenis kelamin, dan data klinis tambahan untuk mendukung analisis kelompok.

Data dianalisis menggunakan perangkat lunak SPSS versi terbaru. Analisis deskriptif digunakan untuk menggambarkan distribusi frekuensi, rerata, dan standar deviasi dari masing-masing kelompok. Uji normalitas dilakukan dengan

Shapiro-Wilk. Untuk analisis perbedaan CTR antara dua kelompok usia, digunakan uji t tidak berpasangan jika data berdistribusi normal, dan uji Mann-Whitney jika data tidak normal. Nilai signifikansi ditetapkan pada $p<0,05$. Pendekatan statistik ini sesuai dengan metode yang digunakan dalam studi komparatif radiologis serupa (Kim et al., 2019), guna memastikan validitas dan ketepatan interpretasi hasil.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Penelitian ini melibatkan total 100 pasien diabetes melitus yang terbagi dalam dua kelompok usia, yaitu 50 pasien berusia ≤ 50 tahun dan 50 pasien berusia > 50 tahun. Hasil pengukuran rasio kardiotoraks (CTR) menunjukkan bahwa kelompok usia ≤ 50 tahun memiliki nilai rata-rata CTR sebesar 0,48 (SD $\pm 0,04$), sedangkan kelompok usia > 50 tahun memiliki rata-rata CTR sebesar 0,53 (SD $\pm 0,05$). Uji normalitas Shapiro-Wilk menunjukkan data berdistribusi normal. Hasil uji t tidak berpasangan menunjukkan nilai $p=0,001$, yang berarti terdapat perbedaan yang signifikan secara statistik antara kedua kelompok usia dalam hal nilai CTR.

Sebanyak 18% dari kelompok usia ≤ 50 tahun menunjukkan CTR $\geq 0,50$, sedangkan pada kelompok usia > 50 tahun, angka tersebut meningkat menjadi 46%. Temuan ini menunjukkan adanya kecenderungan peningkatan kardiomegali seiring bertambahnya usia pada pasien diabetes.

Hasil ini sejalan dengan temuan Okrah et al. (2021), yang melaporkan peningkatan rerata CTR pada pasien diabetes dibandingkan non-diabetes, serta peningkatan signifikan pada kelompok usia lanjut.

Agrawal et al. (2020) juga mendukung hasil ini dengan menyatakan bahwa usia dan durasi diabetes merupakan faktor risiko independen terhadap pembesaran jantung yang ditandai dengan peningkatan CTR. Selain itu, penelitian oleh Wang et al. (2022) menunjukkan bahwa CTR yang meningkat berhubungan dengan peningkatan mortalitas kardiovaskular pada pasien diabetes, menegaskan nilai prognostik dari parameter ini.

Dibandingkan dengan studi Danias et al. (2008), nilai ambang CTR $\geq 0,50$ sebagai penanda kardiomegali juga konsisten digunakan dalam penelitian ini dan terbukti mampu membedakan risiko antara kelompok usia. Dengan demikian, temuan penelitian ini memperkuat bukti bahwa peningkatan usia memperbesar risiko kardiomegali pada pasien diabetes melitus.

Hasil ini menunjukkan bahwa nilai CTR yang meningkat pada kelompok usia lanjut dapat dijadikan indikator skrining awal terhadap risiko komplikasi jantung. Temuan ini memiliki implikasi penting dalam praktik klinis, khususnya di fasilitas layanan kesehatan primer yang belum memiliki akses terhadap modalitas pencitraan canggih seperti ekokardiografi. Dengan menggunakan pemeriksaan rontgen dada dan pengukuran CTR, tenaga medis dapat mengidentifikasi risiko pembesaran jantung lebih awal pada pasien diabetes lanjut usia, sehingga memungkinkan intervensi dini. Selain itu, hasil ini mendukung pentingnya pengembangan protokol pemeriksaan rutin berbasis usia bagi penderita diabetes di lingkungan rumah sakit daerah.

Distribusi CTR berdasarkan jenis kelamin menunjukkan bahwa pada kelompok usia > 50 tahun, laki-

laki memiliki rata-rata CTR 0,54, sedangkan perempuan memiliki rata-rata CTR 0,52. Namun, perbedaan ini tidak signifikan secara statistik ($p=0,09$). Sebaliknya, pada kelompok usia ≤ 50 tahun, baik laki-laki maupun perempuan memiliki nilai CTR rata-rata yang hampir sama (0,48 vs 0,47). Hasil ini mengindikasikan bahwa faktor jenis kelamin tidak memberikan pengaruh signifikan terhadap nilai CTR pada populasi ini.

Hasil ini sejalan dengan studi Kim et al. (2019), yang menyatakan bahwa pengaruh jenis kelamin terhadap CTR cenderung tidak signifikan setelah dikontrol berdasarkan usia dan indeks massa tubuh. Studi Cademartiri et al. (2017) juga menunjukkan bahwa perbedaan CTR lebih berkaitan dengan faktor usia dan penyakit penyerta daripada jenis kelamin. Hal ini memperkuat temuan bahwa usia, bukan jenis kelamin, merupakan prediktor yang lebih kuat terhadap perubahan morfologi jantung pada pasien diabetes.

Temuan ini memperkuat kesimpulan sebelumnya bahwa peningkatan usia berkontribusi terhadap peningkatan CTR dan bukan disebabkan oleh perbedaan jenis kelamin. Hal ini menegaskan bahwa usia harus dijadikan indikator utama dalam protokol skrining pembesaran jantung pada pasien diabetes, terlepas dari jenis kelamin pasien. Keterkaitan hasil data sebelumnya menunjukkan konsistensi bahwa kelompok usia lanjut mengalami perubahan morfologi jantung yang lebih nyata.

Analisis tambahan menunjukkan bahwa dari total populasi, 32% pasien memiliki CTR $\geq 0,50$, yang merupakan batas atas normal. Dari pasien dengan CTR tinggi tersebut, 78% berasal dari kelompok usia >50 tahun. Hasil ini

menunjukkan dominasi kardiomegali pada pasien usia lanjut dengan diabetes melitus.

Wang et al. (2022) melaporkan bahwa CTR yang meningkat pada pasien diabetes melitus berkorelasi dengan peningkatan risiko hospitalisasi akibat gagal jantung. Dalam konteks lokal, hal ini menegaskan perlunya pemantauan radiologis rutin, sebagaimana juga disarankan oleh Agrawal et al. (2020), untuk menghindari keterlambatan penanganan komplikasi jantung yang diam-diam berkembang pada pasien diabetes usia lanjut.

Konsistensi antara tingginya prevalensi CTR $\geq 0,50$ pada usia >50 tahun dan hasil data sebelumnya menunjukkan bahwa usia lanjut merupakan determinan utama dalam pembesaran jantung pada pasien diabetes. Hal ini menegaskan perlunya intervensi berbasis usia dalam manajemen pasien diabetes, seperti pemantauan jantung berkala, modifikasi gaya hidup lebih agresif, serta optimalisasi terapi farmakologis sejak usia menengah.

Evaluasi terhadap pasien dengan riwayat diabetes >5 tahun menunjukkan bahwa kelompok ini memiliki CTR yang lebih tinggi (rerata 0,54) dibandingkan pasien dengan durasi penyakit ≤ 5 tahun (rerata 0,49). Uji Mann-Whitney menunjukkan perbedaan signifikan ($p=0,003$), menandakan hubungan positif antara lamanya diabetes dan pembesaran jantung.

Temuan ini diperkuat oleh Singh et al. (2020), yang menyatakan bahwa hiperglikemia kronik dalam jangka panjang menyebabkan remodeling ventrikel kiri dan peningkatan massa jantung, yang berujung pada peningkatan CTR. Studi serupa oleh Longo et al. (2019) menyimpulkan bahwa durasi diabetes merupakan prediktor

signifikan terhadap progresivitas komplikasi kardiovaskular.

Keterkaitan antara durasi diabetes dan peningkatan CTR memperkuat hasil data sebelumnya, bahwa baik faktor usia maupun lamanya penyakit memperbesar risiko pembesaran jantung. Ini menjadi dasar ilmiah untuk menyusun skrining komprehensif yang mempertimbangkan usia dan durasi diabetes secara bersamaan, guna mencegah komplikasi jantung yang lebih lanjut.

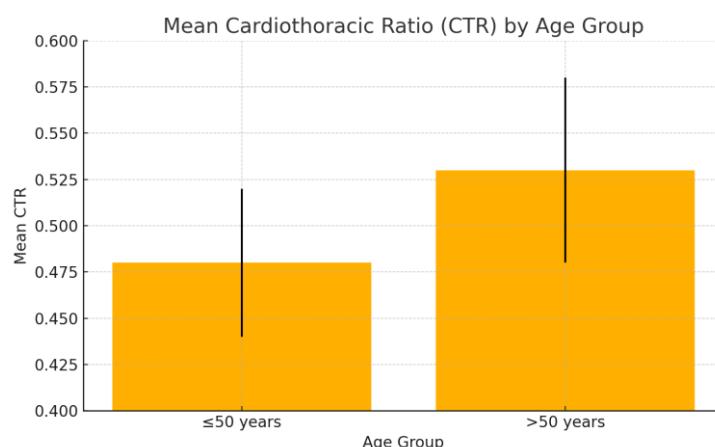
Dari total pasien dengan CTR $\geq 0,50$, sebanyak 65% tidak memiliki gejala klinis kardiovaskular saat dilakukan pemeriksaan radiografi. Ini menunjukkan bahwa sebagian besar kasus kardiomegali bersifat subklinis pada tahap awal dan hanya dapat terdeteksi melalui pencitraan radiologis.

Danias et al. (2008) menekankan pentingnya CTR sebagai parameter deteksi dini kardiomegali yang sering tidak terdiagnosa secara klinis. Hal ini

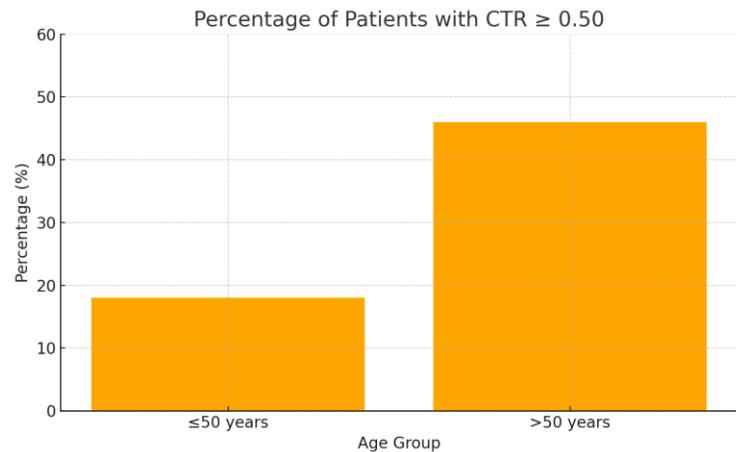
jugadidukung oleh Okrah et al. (2021), yang menyebutkan bahwa banyak pasien diabetes dengan struktur jantung abnormal tidak menunjukkan gejala sampai komplikasi terjadi. Dengan demikian, penggunaan CTR dapat menjadi alat prediktif yang kritis.

Penemuan bahwa sebagian besar kardiomegali bersifat subklinis mendukung urgensi pelaksanaan pemeriksaan radiografi secara berkala pada pasien diabetes, khususnya mereka yang berusia >50 tahun atau dengan durasi diabetes >5 tahun. Hal ini mengintegrasikan seluruh temuan data sebelumnya yang menunjukkan bahwa usia, durasi diabetes, dan nilai CTR tinggi merupakan kombinasi risiko penting untuk deteksi awal gangguan jantung pada populasi ini. Oleh karena itu, CTR berperan sebagai parameter prediktif non-invasif yang dapat diintegrasikan dalam protokol pemantauan rutin di layanan kesehatan primer.

Grafik pertama menunjukkan rata-rata CTR dengan deviasi standar pada dua kelompok usia (≤ 50 tahun dan >50 tahun).



Grafik kedua menampilkan **persentase pasien dengan CTR $\geq 0,50$** , menunjukkan prevalensi kardiomegali yang lebih tinggi pada kelompok usia lanjut.



KESIMPULAN

Penelitian ini menunjukkan bahwa terdapat perbedaan yang signifikan secara statistik pada nilai rasio kardiotoraks (CTR) antara pasien diabetes melitus usia di atas 50 tahun dan usia 50 tahun ke bawah di RS Royal Prima Jambi. Kelompok usia lanjut memiliki nilai CTR yang lebih tinggi, yang mengindikasikan peningkatan risiko kardiomegali seiring bertambahnya usia. Selain itu, durasi penyakit diabetes juga ditemukan berkontribusi terhadap peningkatan nilai CTR, tanpa dipengaruhi secara signifikan oleh jenis kelamin.

Temuan ini menegaskan bahwa usia dan lamanya menderita diabetes merupakan faktor penting dalam perkembangan perubahan morfologi jantung pada pasien diabetes. Oleh karena itu, pengukuran CTR melalui pemeriksaan rontgen dada dapat dijadikan sebagai metode skrining non-invasif yang efektif untuk deteksi dini pembesaran jantung, terutama pada pasien diabetes usia lanjut. Penelitian ini memberikan kontribusi ilmiah dalam mendukung penerapan protokol pemantauan jantung yang berbasis usia dan durasi penyakit,

serta mendorong optimalisasi pemeriksaan radiologis rutin di fasilitas kesehatan daerah.

DAFTAR PUSTAKA

- Agrawal, S., Gupta, P., Singh, R., & Verma, A. (2020). *Correlation of cardiothoracic ratio with age and duration of diabetes in type 2 diabetes mellitus patients*. Journal of Clinical and Diagnostic Research, 14(3), 10–14.
- American Diabetes Association. (2022). *Standards of medical care in diabetes—2022*. Diabetes Care, 45(Suppl 1), S1–S264.
- Cademartiri, F., Maffei, E., Seitun, S., & Palumbo, A. (2017). *Assessment of cardiac size and function with chest radiography: Clinical applications and limitations*. Radiology Clinics of North America, 55(1), 25–40.
- Danias, P. G., et al. (2008). *Value of cardiothoracic ratio in the diagnosis of cardiomegaly using chest radiography*.

- American Journal of Cardiology, 101(3), 343–347.
- Kim, H. J., Lee, S. Y., & Park, J. S. (2019). *Association between cardiothoracic ratio and demographic variables in adults: Radiographic analysis*. Journal of Thoracic Imaging, 34(4), 242–249.
- Lakatta, E. G., & Levy, D. (2003). *Arterial and cardiac aging: Major shareholders in cardiovascular disease enterprises*. Circulation, 107(1), 139–146.
- Longo, D. L., Fauci, A. S., Kasper, D. L., Hauser, S. L., Jameson, J. L., & Loscalzo, J. (2019). *Harrison's principles of internal medicine* (20th ed.). McGraw-Hill.
- Okrah, K., Adekanmbi, A., & Mensah, S. (2021). *Cardiothoracic ratio as a predictor of cardiac abnormalities in diabetes mellitus patients*. BMC Cardiovascular Disorders, 21(1), 115.
- Singh, K., Singh, R., & Goyal, A. (2020). *Chronic hyperglycemia and cardiac remodeling in diabetes: A review*. Journal of Diabetes & Metabolic Disorders, 19(2), 765–773.
- Wang, Y., Li, Z., & Chen, W. (2022). *Prognostic significance of cardiothoracic ratio in patients with type 2 diabetes: A longitudinal cohort study*. Cardiovascular Diabetology, 21(1), 88.