

Quantitative Computed Tomography Examination for Lumbar Vertebrae Bone Mineral Density Measurement in the Radiology Installation of Regional General Hospital Brebes (Case Study on Suspected Spondylolisthesis)

Pemeriksaan *Quantitative Computed Tomography* untuk Pengukuran *Bone Mineral Density Vertebrae Lumbal* di Instalasi Radiologi Rumah Sakit Umum Daerah Brebes (Studi Kasus pada *Suspect Spondylolisthesis*)

Sukma Fitri Agustin^{1*}, Sofie Nornalita Dewi^{2*}, Widya Mufida³

^{1,2,3} Universitas ‘Aisyiyah Yogyakarta, DIY Yogyakarta, Indonesia

(*) Corresponding Author: sayasukmafitri@gmail.com

Article info

<p>Keywords: <i>CT Scan, BMD, Spondylolisthesis</i></p>	<p>Abstract <i>The purpose of this study was to determine the procedure for Computed Tomography (CT) Scan examination of the lumbar vertebrae with BMD measurement in suspected spondylolisthesis, the reasons and advantages and disadvantages of Bone Mineral Density (BMD) measurement of CT Scan examination of the lumbar vertebrae in suspected spondylolisthesis at Brebes Regional General Hospital. The type of research is descriptive qualitative with a case study approach. Data collection methods are observation, interviews, and documentation. The data analysis stage includes data collection, data processing, data analysis, data presentation, and drawing conclusions. The results of this study are CT Scan examination of the lumbar vertebrae in the Radiology Installation of Brebes Regional General Hospital were carried out using the Spine helical protocol with the addition of BMD measurement. The BMD measurement technique on CT Scan of the lumbar vertebrae was carried out after reconstruction of the CT Scan image results of the bone window condition by adjusting the Hounsfield Unit (HU) in the corpus, fat, and muscle sections at Thoracal 12 to Lumbar 5. The reason for BMD measurement is to assess the degree of osteoporosis, choose the time and technique to be used in surgery. The advantage is higher sensitivity for bone shape posture, while the disadvantage is the received radiation dose is greater.</i></p>
<p>Kata kunci: <i>CT Scan, BMD, Spondylolisthesis</i></p>	<p>Abstrak <i>Tujuan penelitian yaitu mengetahui prosedur pemeriksaan <i>Computed Tomography (CT) Scan vertebrae lumbal</i> dengan pengukuran <i>Bone Mineral Density (BMD)</i> pada <i>suspect spondylolisthesis</i>, alasan serta kelebihan dan kekurangan pengukuran BMD pemeriksaan <i>CT Scan vertebrae lumbal</i> pada <i>suspect spondylolisthesis</i> di RSUD Brebes. Jenis penelitian ialah kualitatif deskriptif dengan pendekatan studi kasus. Metode pengumpulan data yakni observasi, wawancara, serta dokumentasi. Tahap analisis data meliputi pengumpulan data, pengolahan data, analisis data, penyajian data, dan penarikan kesimpulan. Hasil dari</i></p>

penelitian ini yaitu pemeriksaan CT *Scan vertebrae lumbal* di Instalasi Radiologi RSUD Brebes dilakukan menggunakan protokol *Spine helical* dengan penambahan pengukuran BMD. Teknik pengukuran BMD pada CT *Scan vertebrae lumbal* dilakukan setelah dilakukan rekonstruksi hasil citra CT *Scan* kondisi *bone window* dengan mengatur *Hounsfield Unit* (HU) pada bagian *corpus*, *fat*, serta *muscle* pada Torakal 12 hingga Lumbal 5. Alasan pengukuran BMD ialah untuk menilai derajat *osteoporosis*, memilih waktu serta teknik yang akan digunakan pada operasi. Kelebihannya yaitu sensitivitas yang lebih tinggi untuk postur bentuk tulang, sedangkan kekurangannya ialah dosis radiasi yang diterima lebih besar.

PENDAHULUAN

Spondylolisthesis sering diidentifikasi dalam perjalanan evaluasi klinis pasien dengan *low back pain* karena pergeseran dari segment tulang belakang. *Spondylolisthesis* dapat dikategorikan dengan *myerding grading* yang dibagi berdasarkan derajat pergeseran tulang *Vertebrae* berdasarkan hasil pemeriksaan radiografi *vertebralis* posisi *lateral* (Setiawan et al., 2024). Sekitar 8,7% kasus degeneratif *discus* berkembang menjadi *spondylolisthesis* degeneratif. Derajat degenerasi *discus* berperan terhadap terjadinya *spondylolisthesis*. Pergeseran *vertebrae* ke *anterior* pada banyak kasus ditemukan pada degenerasi *discus* derajat 3, 4, dan 5 (Fitriyani et al., 2017). Berdasarkan penelitian yang dilakukan oleh Nevi et al., (2019), dari 51 sampel penderita *spondylolisthesis*, diperoleh data penderita *spondylolisthesis* terbanyak berdasarkan jenis kelamin adalah Perempuan, yaitu sebanyak 68,6%. Berdasarkan usia, penderita *spondylolisthesis* terbanyak adalah pada usia 66-75 yaitu sebanyak 33,15%.

Pemeriksaan lain yang dapat digunakan untuk mendiagnosa penyakit degeneratif yaitu *Bone Mineral Densitometry* dengan *Dual energy X-ray absorptiometry*. Pengukuran BMD merupakan dasar utama untuk skrining awal dan diagnosis *osteoporosis*. Sejak tahun 1994, teknik diagnostik standar untuk *osteoporosis* yang direkomendasikan oleh WHO adalah *Dual Energy X-Ray Absorptiometry* (DEXA). DEXA merupakan modalitas yang digunakan secara luas untuk mengukur BMD area tulang secara kuantitatif dengan teknik yang sederhana, nyaman, dan memiliki radiasi rendah untuk mengevaluasi BMD. Tetapi pemeriksaan tersebut memiliki kekurangan tidak mencerminkan arsitektur tulang serta gambar 3D dari organ (Liu et al., 2023). Adapun alat yang lebih sensitif yang dapat dijadikan modalitas pengganti DEXA ialah *Quantitative computed tomography* (QCT) dengan menambahkan terkait informasi geometri tulang dengan mamakai gambar 3D. Selain itu tulang trabekular dan tulang kortikal dapat dinilai secara terpisah, tetapi memiliki kelemahan yaitu paparan radiasi yang tinggi jika dibandingkan dengan DEXA (Maesharoh MI., et al, 2023).

Yang et al. (2022) pada penelitian yang berjudul “*Prediction of Osteoporosis and Osteopenia by routine computed tomography of the Lumbar Spine in Different Regions of Interest*”, menyatakan bahwa pengukuran HU dilakukan pada hasil citra yang ada di sistem PACS dengan menggunakan citra CT *Scan* pada potongan *axial* pertengahan *corpus vertebrae*. Pada 2/3 bagian *anterior* dari *corpus vertebrae* diidentifikasi dan diberi tanda pemisah, diikuti dengan menggambar ROI oval terbesar di wilayah 2/3 anterior *corpus vertebrae* tersebut. Penelitian lain dilakukan oleh Kim et al., (2019), QCT hanya dapat dilakukan pada pemeriksaan tulang belakang dan memiliki keterbatasan biaya yang tinggi serta bahaya radiasi. Oleh karena itu, QCT tidak digunakan secara rutin seperti DEXA. CT *Scan vertebrae lumbal* dilakukan secara rutin untuk mengidentifikasi struktur anatomi

sebelum operasi, terutama pada operasi fusi. HU dari *corpus vertebrae lumbal* dapat dengan mudah diukur menggunakan sistem PACS

Berdasarkan observasi yang peneliti lakukan di Instalasi Radiologi RSUD Brebes, pada pasien *suspect spondylolisthesis* dilakukan prosedur pemeriksaan radiologi *lumbal* dinamik dengan proyeksi AP, *lateral hyperflexion* dan *lateral hyperextension*, kemudian dilanjutkan pemeriksaan CT Scan *vertebrae lumbal* dengan tambahan pengukuran BMD. Pengukuran BMD tersebut dilakukan pada penyakit degeneratif yang terjadi khususnya pada bagian *vertebrae*. Hal tersebut menunjukkan bahwa RSUD Brebes memiliki ketersediaan data dan kasus yang sesuai dengan fokus penelitian, khususnya yang berkaitan dengan evaluasi penyakit degeneratif pada tulang *vertebrae*. Oleh karena terdapat penambahan prosedur pengukuran BMD pada pemeriksaan CT Scan *vertebrae lumbal* pada *suspect spondylolisthesis* di RSUD Brebes, peneliti tertarik untuk meneliti terkait prosedur pemeriksaan CT Scan *vertebrae lumbal* dengan pengukuran BMD di Instalasi Radiologi RSUD Brebes dan mengangkatnya menjadi sebuah penelitian.

METODE

Penelitian ini menggunakan jenis penelitian kualitatif metode deskriptif dengan pendekatan studi kasus untuk mengetahui prosedur pemeriksaan QCT pengukuran BMD *vertebrae lumbal* pada *suspect spondylolisthesis* di Instalasi Radiologi RSUD Brebes.

Penelitian ini dilakukan pada bulan Desember 2024 sampai Mei 2025 di Instalasi Radiologi RSUD Brebes. Subjek penelitian adalah 3 radiografer, 1 dokter spesialis radiologi, serta 1 dokter pengirim. Objek penelitian yakni prosedur pemeriksaan QCT pengukuran BMD *vertebrae lumbal* pada *suspect spondylolisthesis* di Instalasi Radiologi RSUD Brebes.

Instrumen penelitian yang digunakan yaitu pedoman observasi, pedoman wawancara dokter spesialis radiologi, dokter pengirim, serta radiografer. Penelitian ini juga menggunakan data primer dan data sekunder. Data primer yaitu data yang dikumpulkan langsung oleh peneliti dari responden, data sekunder berupa data yang diperoleh dari sumber lain yaitu artikel jurnal, buku teks, naskah publikasi, dokumentasi serta catatan rumah sakit.

Pada penelitian ini data dikumpulkan melalui observasi langsung, wawancara, dan studi pustaka serta didukung oleh dokumentasi teknis terkait prosedur pemeriksaan QCT pengukuran BMD *vertebrae lumbal* pada *suspect spondylolisthesis* di Instalasi Radiologi RSUD Brebes. Tahapan analisis data pada penelitian ini dilakukan dengan tahapan pengolahan data, dilanjutkan dengan reduksi data, menyajikan data, analisa data, dan menarik kesimpulan dan saran.

Secara lengkap tahapannya adalah peneliti mencari data yang berhubungan dengan kasus yang ada yaitu mendokumentasikan hasil pemeriksaan CT Scan *vertebrae lumbal* tersebut beserta hasil ekspertisanya dan melakukan wawancara dengan radiografer, dokter spesialis radiologi, dokter spesialis bedah saraf. Hasil wawancara dikumpulkan dan dilakukan transkrip kemudian dilanjutkan pengolahan data dengan menggunakan sistem koding terbuka yaitu dengan menganalisis hasil observasi dan wawancara. Data yang sudah diolah selanjutnya disajikan dalam bentuk kuotasi yaitu hasil observasi dan pendapat-pendapat informan, sehingga dapat diambil kesimpulan dan saran.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Hasil

Dari hasil observasi serta wawancara yang telah dilakukan, diperoleh hasil data mengenai pemeriksaan QCT untuk pengukuran BMD vertebrae lumbal pada suspect spondylolisthesis di Instalasi Radiologi RSUD Brebes sebagai berikut.

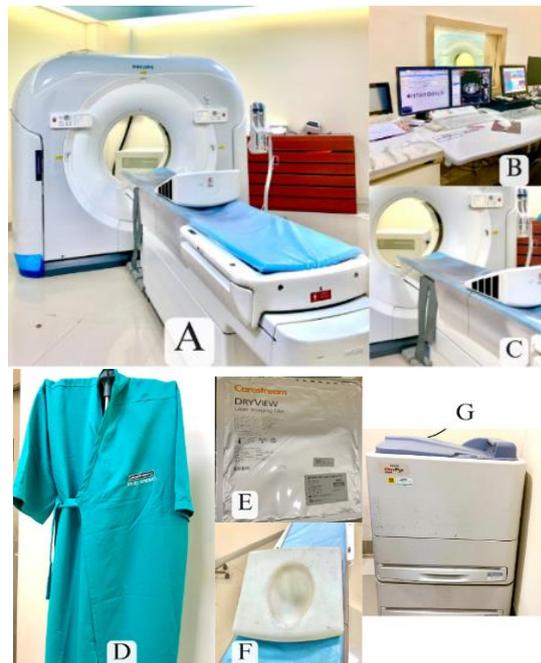
1. Prosedur pemeriksaan QCT pengukuran BMD Vertebrae Lumbal pada suspect spondylolisthesis di Instalasi Radiologi RSUD Brebes

a. Persiapan pasien

Pemeriksaan *CT Scan vertebrae lumbal* di Instalasi Radiologi RSUD Brebes dilakukan persiapan sebelum pemeriksaan yang sama pada pasien *CT Scan vertebrae lumbal*. Pasien diminta untuk melepas benda-benda logam yang ada pada bagian perut dan pelvis pasien yang dapat mengganggu hasil citra *CT Scan*.

b. Persiapan alat dan bahan

Persiapan alat dan bahan pada pemeriksaan *CT Scan vertebrae lumbal* pada suspect spondylolisthesis di Instalasi Radiologi RSUD Brebes pada kedua pasien dilakukan dengan persiapan yang sama, yaitu meliputi pesawat *CT Scan 64 slice* merk Phillips, *operator console*, *body strap*, *head rest*, baju pasien, printer radiograf, film radiograf ukuran 14x17 inci, dan amplop radiograf.



Gambar 1. Alat dan bahan pemeriksaan *CT Scan vertebrae lumbal*, A. Pesawat *CT Scan* merk Phillips, B. *Operator Console*, C. *Body Strap*, D. Baju pasien, E. Film radiograf ukuran 14x17 inci, F. *Head rest*, G. Printer radiograf (RSUD Brebes, 2025)

c. Protokol dan parameter scanning *CT Scan vertebrae lumbal*

Protokol yang digunakan pada pemeriksaan *CT Scan vertebrae lumbal* yang dilakukan pada kedua pasien adalah *Spine helical* sedangkan parameter yang digunakan adalah sebagai berikut.

Tabel 1. Pengaturan parameter pemeriksaan CT *Scan vertebrae lumbal* (RSUD Brebes, 2025)

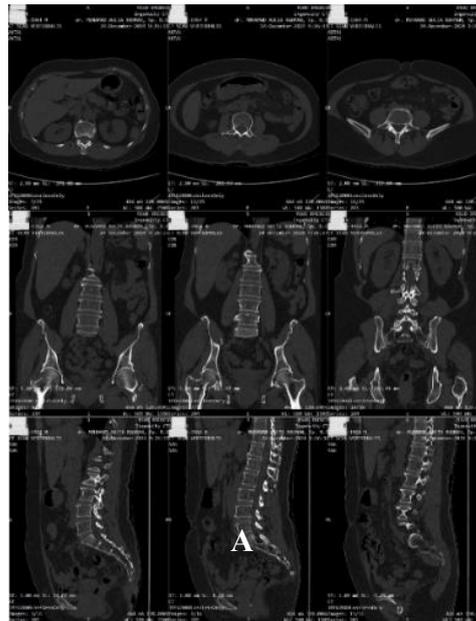
Parameter	Keterangan
<i>Scannogram</i>	<i>Spine dual (AP, Lateral)</i>
<i>Scan area</i>	T11 – S5
FOV	500 mm
<i>Slice thickness</i>	1,5 mm
<i>Slice thickness recontruction</i>	7 mm (<i>axial</i>) 5 mm (<i>sagittal, coronal</i>)
Tegangan tabung	120 kV
mA	352 mA
<i>Rotation time</i>	1 s
<i>Scan time</i>	6.8 s
<i>Windowing level</i>	500
<i>Window width</i>	1500
<i>Pitch</i>	1.393
<i>Length</i>	300 mm
<i>Scanning</i>	<i>Helical</i>

d. Teknik pemeriksaan CT Scan vertebrae lumbal

Pemeriksaan CT Scan vertebrae lumbal dilakukan dengan posisi pasien tidur terlentang atau *supine* di atas meja pemeriksaan CT *Scan* dengan posisi *feet first* atau kaki dekat dengan *gantry* dan posisi kedua tangan berada di atas kepala pasien. Posisi objek diatur, MSP tubuh sejajar dengan lampu indikator longitudinal kemudian batas atas berada di atas *Proccesus Xiphoides* dan batas bawah pada *coccygeus*, kemudian diberikan *strap* pada tubuh pasien untuk menghindari pergerakan selama pemeriksaan.

Dilakukan input data pasien dan mulai pengambilan *Scannogram* dengan menggunakan protokol *spine helical* hingga muncul *Scannogram spine AP* dan *lateral*. Selanjutnya menentukan area *Scanning* dari hasil *Scannogram* dengan batas irisan di atas T11 hingga di bawah S5. Kemudian lakukan *Scanning*. Setelah *Scanning* selesai dan hasil gambaran telah sesuai klik *end exam* selanjutnya melakukan rekonstruksi pada potongan *axial, coronal, dan sagittal* dengan kondisi tulang (*bone window*) dan mengatur *slice thickness* pada potongan *axial* sebesar 7mm dengan jumlah gambar 22 potongan ditambah 1 *Scannogram*, kemudian *slice thickness* potongan *coronal* dan *sagittal* diatur 5mm dengan jumlah gambar masing-masing 12 potongan.

Setelah dilakukan rekonstruksi hasil citra, maka akan didapatkan gambaran CT *Scan* dengan potongan *axial, sagittal* dan *coronal*.



Gambar 1. Hasil citra CT Scan vertebrae lumbal bone window pada *suspect spondylolisthesis* pasien 2 (Instalasi Radiologi RSUD Brebes, 2025). (A) potongan *axial*. (B) potongan *coronal*. (C) potongan *sagittal*.

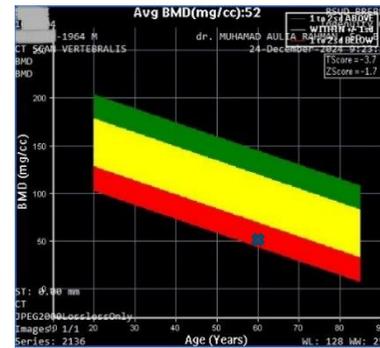
e. Teknik pengukuran BMD

Setelah dilakukan rekonstruksi MPR pada hasil *Scanning CT Scan vertebrae lumbal* tersebut, kemudian dilakukan pengukuran BMD sesuai dengan permintaan dokter pengirim. Proses pengerjaannya ialah dengan mengatur posisi gambar agar tampilan potongan *axial* dari organ *corpus* T12 berada di pertengahan. Kemudian bentuk lingkaran kecil atau tanda HU pada pertengahan *corpus* tersebut dan diberi tanda T12. Selanjutnya akan muncul 3 tanda HU yang harus diatur dan diletakkan sesuai antara nama dan organnya. Pertama adalah tanda HU berwarna hijau untuk organ *corpus vertebrae* T12 yang harus diletakkan pada bagian *corpus vertebrae*, kedua terdapat tanda HU berwarna merah untuk organ *muscle* atau otot yang harus diletakkan pada bagian otot, dan ketiga tanda HU berwarna biru untuk organ *fat* atau lemak yang harus diletakkan pada bagian lemak.

Lakukan pengaturan tanda HU pada setiap *corpus vertebrae* mulai dari *vertebrae thoracal* 12 hingga *vertebrae lumbal* 5. Jika semua sudah lengkap dan tepat, selanjutnya akan muncul gambaran organ *vertebrae* yang sudah diberi tanda HU, tabel BMD dari *vertebrae* tersebut, serta grafik BMD nya. Hasil BMD tersebut dapat disimpan dan kemudian dimasukkan dalam filming radiograf. Gambar yang akan dicetak adalah tabel dan grafik BMD yang akan dimasukkan dalam film pada potongan *axial* yang sudah di filming sebelumnya sesuai dengan layout yang dibuat.

Tabel 2 Hasil pengukuran BMD Pasien (Instalasi Radiologi RSUD Brebes, 2025)

Vertebrae	BMD	T-Score	Z-Score
T12	121.7	-1	1.1
L1	41.1	-4.2	-2.1
L2	5.5	-5.6	-3.5
L3	69.4	-3.1	-1
L4	24.1	-4.9	-2.8
L5	50	-3.8	-1.8
<i>Average</i>	52	-3.7	-1.7



Gambar 2. Grafik BMD *Vertebrae Lumbal* Pasien 2 (Instalasi Radiologi RSUD Brebes, 2025)

- Alasan ditambahkan pengukuran BMD pada pemeriksaan CT Scan *Vertebrae Lumbal* pada suspect spondylolisthesis

Berdasarkan hasil observasi diketahui bahwa pengukuran BMD pada pemeriksaan CT *Scan vertebrae lumbal* pada *suspect spondylolisthesis* di Instalasi Radiologi RSUD Brebes merupakan permintaan dari dokter pengirim dan disanggupi oleh radiografer dan dokter spesialis radiologi. Hasil wawancara dengan dokter spesialis radiologi dan dokter pengirim menyatakan bahwa pengukuran BMD pada pemeriksaan CT *Scan vertebrae lumbal* berguna untuk mengetahui derajat *osteoporosis*, untuk mengetahui pertimbangan waktu operasi, serta untuk mengetahui teknik *insersi pedicle screw* yang akan dipilih. Pengukuran BMD umumnya dilakukan pada pasien usia diatas 45 tahun dan wanita pasca menopause dengan keluhan tulang belakang.

- Kelebihan dan kekurangan pengukuran BMD pada modalitas CT Scan

Berdasarkan hasil wawancara yang peneliti lakukan dengan dokter spesialis radiologi, terdapat kelebihan juga kekurangan dari pengukuran BMD menggunakan CT *Scan* jika dibandingkan dengan modalitas lain seperti DEXA. Kelebihannya antara lain pengerjaan yang relatif menjadi lebih simpel karena bisa dikerjakan bersamaan dengan pemeriksaan CT *Scan vertebrae lumbal*, hasil citra dan detail dari organ lebih nampak jika dibandingkan dengan modalitas DEXA, selain itu menggunakan modalitas CT *Scan* juga bisa menjadi evaluasi atau skrining awal dari *osteoporosis*. Sedangkan kekurangannya antara lain adalah BMD organ lebih sensitif dan lebih detail jika menggunakan modalitas DEXA jika dibandingkan dengan CT *Scan*. Selain itu pengukuran BMD pada CT *Scan lumbal* juga tidak dilakukan pada pasien-pasien muda atau pasien-pasien trauma.

Pembahasan

Berdasarkan hasil observasi yang telah didapatkan, pemeriksaan CT *Scan vertebrae lumbal* di Instalasi Radiologi RSUD Brebes dilakukan tanpa persiapan khusus pada pasien. pasien diinstruksikan untuk melepas benda-benda logam yang ada pada bagian perut dan pelvis pasien yang dapat mengganggu hasil citra CT *Scan* tersebut. Pasien juga

diminta untuk mengganti pakaian dengan baju pasien jika terlalu banyak logam yang ada pada pakaian pasien. Selain itu pasien juga diberikan edukasi serta penjelasan mengenai prosedur yang akan dilakukan untuk menghindari pengulangan *scanning* sebagai salah satu proteksi radiasi pada pasien. Alat dan bahan yang digunakan meliputi pesawat CT *Scan 64 slice, operator console, body strap, head rest*, baju pasien, printer radiograf, film radiograf ukuran 14x17 inchi, dan amplop radiograf. Menurut Jennings (2019), perlu tambahan alat fiksasi atau bantal untuk di tempatkan di bawah kaki pasien agar menjaga kelengkungan alami *vertebrae lumbal* pasien.

Kemudian protokol dan parameter yang digunakan dalam pemeriksaan CT *Scan Vertebrae Lumbal* di Instalasi Radiologi RSUD Brebes terdapat perbedaan dalam penggunaan *slice thickness* dengan teori. *Slice thickness* yang digunakan pada rekonstruksi pemeriksaan CT *Scan vertebrae lumbal* di RSUD Brebes adalah untuk potongan *axial* 7mm, untuk potongan *sagittal dan coronal* 5mm. sedangkan menurut Romans (2011) *slice thickness* yang digunakan ialah 2.50mm/1.25mm (*axial*) 2.0mm/2.0mm (*coronal & sagittal*) Akan tetapi hasil citra CT *Scan vertebrae lumbal* yang menggunakan *slice thickness* 7mm dan 5mm sudah cukup untuk dinilai oleh dokter spesialis radiologi.

Teknik pemeriksaan CT *Scan vertebrae lumbal* dengan pengukuran BMD pada *suspect spondylolisthesis* di Instalasi Radiologi RSUD Brebes dimulai dari memosisikan pasien tidur terlentang (*supine*) di atas meja pemeriksaan dengan posisi *feet first* dengan kaki diposisikan lurus tanpa pengganjal. Posisi objek diatur dengan MSP tubuh sejajar dengan lampu indikator longitudinal kemudian batas atas diatur berada pada *processus xiphoideus* dan batas bawah berada di *coccygeus*. Protokol yang digunakan adalah *Spine helical* dengan area *Scanning* T11 hingga dibawah S5. Selanjutnya lakukan rekonstruksi pada hasil citra yang telah didapat untuk potongan *axial, coronal, dan sagittal*.

Menurut Tins (2010), posisi pasien yang dipilih untuk CT *Scan spine* adalah terlentang atau *supine* posisi ini memastikan pergerakan pada *vertebrae* karena pernapasan agar tetap minimal dan biasanya pasien merasa nyaman, sehingga mengurangi pergerakan pasien. Jika diperlukan posisi lain, pasien harus distabilkan dan diamankan untuk mencegah

Teknik BMD pada CT *Scan vertebrae lumbal* yang dilakukan di Instalasi Radiologi RSUD Brebes, dikerjakan setelah proses rekonstruksi pada hasil citra CT *Scan* tersebut selesai. Proses pengerjaannya ialah dengan memilih hasil *Scanning* pasien menggunakan *bone window* dengan potongan *axial*, kemudian bentuk lingkaran kecil atau tanda HU pada pertengahan *corpus vertebrae* dan diberi tanda T12. Selanjutnya akan muncul 3 tanda HU yang harus diatur sesuai antara nama dan organnya. HU berwarna hijau untuk organ *corpus vertebrae*, HU berwarna merah untuk organ *muscle* atau otot dan HU berwarna biru untuk organ *fat* atau lemak.

Pengaturan tanda HU dilakukan pada setiap *corpus vertebrae* mulai dari *vertebrae thoracal* 12 hingga *vertebrae lumbal* 5. Kemudian akan muncul gambaran organ *vertebrae* yang sudah diberi tanda HU, hasil tabel BMD dari *vertebrae*, serta grafik BMD nya.

Pada penelitian yang dilakukan oleh Yang et al. (2022), yaitu mengenai prediksi dari *osteoporosis* dan *osteopenia* dengan menggunakan pemeriksaan rutin CT *Scan vertebrae lumbal* serta pengukuran BMD dengan ROI yang berbeda. Penelitian yang dilakukan oleh Yang et al. (2022), pengukuran HU dilakukan pada hasil citra yang ada di sistem PACS dengan menggunakan citra CT *Scan* pada potongan *axial* pertengahan *corpus vertebralis*. Pada 2/3 bagian *anterior* dari *corpus vertebralis* diidentifikasi dan diberi tanda

pemisah, diikuti dengan menggambar ROI oval terbesar di wilayah 2/3 anterior *corpus vertebrae* tersebut.

Setelah dilakukan wawancara dengan dokter spesialis radiologi dan dokter pengirim, diketahui bahwa pengukuran BMD pada pemeriksaan CT *Scan vertebrae lumbal* dilakukan guna untuk mengetahui derajat *osteoporosis*, untuk mengetahui pertimbangan waktu operasi, serta untuk mengetahui teknik *insersi pedicle screw* yang akan dipilih. Dokter spesialis radiologi akan menilai derajat dari *osteoporosis* dari hasil citra CT *Scan* dan pengukuran BMD tersebut dan mengetahui apakah *osteoporosis* tersebut masuk ke dalam golongan ringan, sedang, *severe osteoporosis*, ataupun *osteopenik*. Hal tersebut karena pada kasus degeneratif, *osteoporosis* tulang akan lebih menonjol dan kepadatan tulangnya berkurang. Oleh karena itu, maka dokter meminta untuk dilakukan pemeriksaan *T-Score* tersebut.

Pengukuran BMD berpengaruh pada prognosis pasien dengan penyakit degeneratif karena semakin tidak padat mineral dari tulang maka semakin besar derajat *osteoporosis* nya. Dari pemeriksaan tersebut akan diketahui seberapa besar kepadatan tulang pasien tersebut.

Penelitian yang dilakukan oleh Schwaiger et al. (2014) menyatakan bahwa pengukuran BMD dengan MDCT mewakili penanda prognostik yang dapat diandalkan untuk fraktur *vertebrae* akibat *osteoporosis* insidental dan pelonggaran sekrup setelah *spondylodesis*, yang dapat membantu dalam pengambilan keputusan bedah antara akan memperpanjang *spondylodesis* atau menggunakan fiksasi semen pada sekrup. Kemudian dalam penelitian Simion et al. (2024) juga dikatakan bahwa informasi yang diperoleh tentang kepadatan tulang pada segmen *vertebrae* tertentu mungkin terbukti berharga dalam penilaian pra-operasi *vertebrae*, serta dalam desain instrumen medis seperti sekrup dan penggantian cakram.

Dari penelitian Limbong & Syahrul, (2015), apabila *T-Score* sama dengan atau lebih rendah dari -2,5 dikategorikan sebagai *osteoporosis*, jika di bawah -1,0 dikategorikan sebagai *osteopenia*, jika di antara -1 sampai +1 dikategorikan sebagai normal. Jika *T-Score* dibawah -2,3 yang disertai fraktur karena *osteoporosis* dikategorikan sebagai *osteoporosis* yang berat atau *severe osteoporosis*

kelebihan juga kekurangan dari pengukuran BMD menggunakan CT *Scan* jika dibandingkan dengan modalitas lain seperti DEXA. Kelebihannya antara lain pengerjaan yang relatif menjadi lebih mudah karena bisa dikerjakan bersamaan dengan pemeriksaan CT *Scan vertebrae lumbal*, hasil citra dan detail dari organ lebih nampak jika dibandingkan dengan modalitas DEXA, selain itu menggunakan modalitas CT *Scan* juga bisa menjadi evaluasi atau skrining awal dari *osteoporosis*.

Adapun kekurangannya antara lain adalah BMD organ lebih sensitif dan lebih detail hasilnya apabila dilakukan dengan menggunakan modalitas DEXA jika dibandingkan dengan CT *Scan*. Selain itu pemeriksaan yang dilakukan dengan menggunakan modalitas CT *Scan* menghasilkan dosis pasien yang lebih tinggi dibandingkan menggunakan modalitas lain.

DEXA merupakan metode pengukuran BMD yang cepat, akurat, presisi, dan fleksibel serta dilakukan dengan dosis radiasi yang rendah. Meskipun faktor lain seperti struktur trabekular tulang penting, pengukuran BMD sentral sangat berguna dalam diagnosis *osteoporosis* untuk memperkirakan risiko patah tulang nontraumatik dan dalam memilih serta memantau perawatan (Rosa et al., 2011). Selain DEXA, modalitas yang rutin digunakan untuk pengukuran BMD ialah CT *Scan* dengan menggunakan aplikasi QCT.

Quantitative Computed Tomography (QCT) merupakan teknik non-proyeksi tiga dimensi untuk mengukur BMD dengan menggunakan modalitas *CT Scan*. QCT memberikan pengukuran rinci tentang tulang trabekular dengan menghilangkan korteks dan kalsifikasi ekstra-osseus (Sarioglu et al., 2019).

Menurut Link (2016), dibandingkan dengan DEXA, pada pengukuran BMD QCT menyediakan pengukuran tulang *trabecular* yang lebih sensitif terhadap terapi. Selain itu juga memungkinkan pengukuran BMD *volumetric vertebrae lumbal dan femur proximal*, yang *independent* dari ukuran tubuh. Studi tersebut juga menunjukkan bahwa BMD *vertebrae* QCT memungkinkan tampilan yang lebih baik dari individu dengan maupun tanpa *fraktur* kerapuhan. Namun, kerugiannya adalah dosis radiasi yang lebih tinggi.

SIMPULAN

1. Pemeriksaan *CT Scan vertebrae lumbal* pada *suspect spondylolisthesis* di Instalasi Radiologi RSUD Brebes yang ditambahkan pengukuran BMD menggunakan modalitas *CT Scan* merupakan permintaan tambahan dari dokter pengirim. Pengukuran BMD dilakukan setelah proses *Scanning CT Scan vertebrae lumbal* selesai dengan menggunakan *hounsfield unit* yang diatur pada area *corpus vertebrae, fat* atau lemak, dan *muscle* atau otot bagian *vertebrae thoracal 12, lumbal 1, lumbal 2, lumbal 3, lumbal 4, serta lumbal 5*.
2. Alasan dilakukan pengukuran BMD pada pemeriksaan *CT Scan vertebrae lumbal* pada *suspect spondylolisthesis* di Instalasi Radiologi RSUD Brebes ialah untuk menilai derajat osteoporosis, untuk mengetahui pertimbangan waktu operasi, dan untuk mengetahui teknik insersi *pedicle screw* yang dipilih.
3. Kelebihan dari pengukuran BMD menggunakan modalitas *CT Scan* yaitu memiliki sensitivitas yang lebih tinggi untuk postur bentuk tulang, pengerjaan menjadi lebih mudah karena dilakukan bersamaan dengan *CT Scan vertebrae lumbal*, lebih mudah untuk pasien dengan *fraktur tulang*, dapat digunakan untuk pasien dengan obesitas, maupun untuk pasien dengan penyakit degeneratif berat. Kekurangannya antara lain ialah dosis yang diterima pasien lebih besar, dan BMD organ lebih sensitif dan lebih detail jika menggunakan modalitas DEXA.

DAFTAR PUSTAKA

- Fitriyani, R., Zulqarnaian, N., & Sukmaningtyas, H. (2017). Analisis Prediksi Anatomi Vertebra Lumbal dan Derajat Degenerasi Diskus Terhadap Spondilolistesis Degeneratif. *Artikel Penelitian*, 34(4), 10–27.
- Jennings, R. S. (2019). *CT for Technologist MSK and Spine CT*. American Society of Radiologic Technologists (ASRT).
- Limbong, E. A., & Syahrul, F. (2015). Risk Ratio of Osteoporosis According to Body Mass Index, Parity, and Caffein Consumption. *Jurnal Berkala Epidemiologi*, 3(2), 194. <https://doi.org/10.20473/jbe.v3i22015.194-204>
- Link, T. M. (2016). Radiology of Osteoporosis. *Canadian Association of Radiologists Journal*, 67(1), 28–40. <https://doi.org/10.1016/j.carj.2015.02.002>
- Liu, F., Zhu, H., Ma, J., Miao, L., Chen, S., Yin, Z., & Wang, H. (2023). Performance of iCare quantitative computed tomography in bone mineral density assessment of the

- hip and vertebral bodies in European spine phantom. *Journal of Orthopaedic Surgery and Research*, 18(1), 1–7. <https://doi.org/10.1186/s13018-023-04174-w>
- Nevi, S. L., Sulvita, & Chaerunnisa, A. (2019). Hubungan Derajat Spondylolisthesis Dengan Nyeri Pasien Low Back Pain Rumah Sakit Ibnu Sina Makassar. *Green Medical Journal*, 1(1), 77–86. <https://doi.org/10.33096/gmj.v1i1.22>
- Romans, L. E. (2011). *COMPUTED TOMOGRAPHY for TECHNOLOGISTS A Comprehensive Text* (P. Sabatini (ed.)). Wolters Kluwer Health.
- Rosa, L. R., Javier, A. A., Araceli, M. H., José, G. G., Manuel, Patricia, D. M., & Miguel, G. B. (2011). Dual-energy x-ray absorptiometry in the diagnosis of osteoporosis: A practical guide. *American Journal of Roentgenology*, 196(4), 897–904. <https://doi.org/10.2214/AJR.10.5416>
- Sarioglu, O., Gezer, S., Sarioglu, F. C., Koremezli, N., Kara, T., Akcali, O., Ozaksoy, D., & Balci, A. (2019). Evaluation of Vertebral Bone Mineral Density in Scoliosis by using Quantitative Computed Tomography. *Polish Journal of Radiology*, 84, e131–e135. <https://doi.org/10.5114/pjr.2019.84060>
- Schwaiger, B. J., Gersing, A. S., Baum, T., Noël, P. B., Zimmer, C., & Bauer, J. S. (2014). Bone mineral density values derived from routine lumbar spine multidetector row CT predict osteoporotic vertebral fractures and screw loosening. *American Journal of Neuroradiology*, 35(8), 1628–1633. <https://doi.org/10.3174/ajnr.A3893>
- Setiawan, A. N. I., Dewi, S. N., & Nugroho, A. (2024). Prosedur pemeriksaan radiografi lumbosacral dengan kasus dynamic spondylolisthesis Lumbosacral radiography examination procedure with dynamic spondylolisthesis Abstract. *Prosiding Seminar Nasional Penelitian Dan Pengabdian Kepada Masyarakat LPPM Universitas 'Aisyiyah Yogyakarta*, 2(September), 389–394.
- Simion, G., Eckardt, N., Ullrich, B. W., Senft, C., & Schwarz, F. (2024). Bone density of the cervical, thoracic and lumbar spine measured using Hounsfield units of computed tomography – results of 4350 vertebrae. *BMC Musculoskeletal Disorders*, 25(1), 1–10. <https://doi.org/10.1186/s12891-024-07324-1>
- Tins, B. (2010). Technical aspects of CT imaging of the spine. *Insights into Imaging*, 1(5–6), 349–359. <https://doi.org/10.1007/s13244-010-0047-2>
- Yang, G., Wang, H., Wu, Z., Shi, Y., & Zhao, Y. (2022). Prediction of osteoporosis and osteopenia by routine computed tomography of the lumbar spine in different regions of interest. *Journal of Orthopaedic Surgery and Research*, 17(1), 1–10. <https://doi.org/10.1186/s13018-022-03348-2>