

## Studi Awal karakteristik Batu Ginjal Menggunakan *Micro CT SkyScan 1173*

Leni Aziyus Fitri\*, Vepy Asyana, Taufiq Ridwan, Farhan Anwary, Hari Soekersi, Fourier D. E. Latief,  
Freddy Haryanto

### Abstrak

Penelitian ini bertujuan untuk menggambarkan karakteristik awal batu ginjal menggunakan *micro-CT SkyScan 1173*. Sebuah batu ginjal dari Rumah Sakit Hasan Sadikin dengan diameter 1 cm dipindai dengan menggunakan *micro-CT SkyScan 1173* resolusi tinggi. Parameter pemindaian terkait sumber yakni 80 kV, arus 100  $\mu$ A, dan lama paparan 1000 ms serta ukuran piksel 14,9  $\mu$ m. Citra proyeksi hasil pemindaian dengan sudut rotasi 0,2° direkonstruksi dengan perangkat lunak NRecon yang kemudian akan menghasilkan citra rekonstruksi. Citra rekonstruksi ini berupa kumpulan citra 2D skala abu (grayscale) yang kemudian dapat ditampilkan dalam 2D dan 3D. Ketebalan irisan citra rekonstruksi adalah 0,015 mm. Dari citra yang dihasilkan ini kemudian dapat dilakukan analisis kualitatif dan kuantitatif untuk ROI tertentu. Analisis kualitatif menggambarkan perbedaan densitas material penyusun batu ginjal berdasarkan perbedaan warna piksel pada citra. Warna piksel yang lebih terang menggambarkan densitas yang tinggi dan sebaliknya. Sedangkan analisis kuantitatif memberikan informasi respon perbedaan material terhadap energi sinar-X dalam derajat keabuan. Derajat keabuan yang tinggi memberikan informasi bahwa material penyusun mengatenuasi sinar-X lebih besar. Nilai derajat keabuan batu ginjal diambil pada irisan 1016 dengan luas daerah pengamatan 161 piksel dan berbentuk lingkaran. Derajat keabuan pada beberapa daerah pengamatan pada irisan yang sama kemudian dihitung. Dengan melakukan analisis diperoleh bahwa terdapat 3 nilai derajat keabuan rata-rata yang berbeda (82,646, 124,894, dan 251,354). Perbedaan derajat keabuan pada irisan yang sama menginformasikan karakteristik penyusun batu. Dengan demikian dapat disimpulkan bahwa batu ginjal tersebut merupakan batu ginjal campuran.

Kata-kata kunci: *micro CT SkyScan 1173, batu ginjal*

### Pendahuluan

Karakteristik batu ginjal perlu diketahui guna menentukan langkah pengobatan pada pasien urolithiasis dan upaya pencegahannya [1]. Ada beberapa metode yang telah dilakukan oleh peneliti berkenaan dengan penentuan karakteristik batu ginjal secara *in vitro* seperti X Ray Diffraction (XRD), Fourier Transform Infrared (FTIR), Scanning Electron Microscop (SEM), CT Scan [2], dan *micro CT* menggunakan energi sinar-X dan memberikan nilai atenuasi yang dinyatakan dalam Hounsfield Unit (HU) [3]. Mostavi dan kelompoknya membedakan UA, *struvite*, dan CaOx menggunakan *Helical CT* pada energi 120 kV tapi tidak bisa membedakan CaOx dengan CaP dan *struvite* dengan *Cystine*. Zarse dan grupnya mencitrakan *calculi* dengan *micro CT* resolusi tinggi yang memperlihatkan struktur dalam batu ginjal [4]. Corbett dkk membedakan UA dan *non-UA* menggunakan *Dual Energy (DE)* dengan energi 80 kV dan 120 kV [5].

Dalam studi ini, batu ginjal dipindai dengan menggunakan *micro CT SkyScan 1173*. *Micro CT* merupakan metode nondestruktif yang menampilkan perbedaan densitas dengan nilai derajat keabuan piksel. Nilai derajat keabuan piksel berada pada rentang 0 (piksel berwarna gelap) hingga 255 (piksel berwarna terang). Nilai derajat keabuan yang ada pada citra merupakan

nilai koefisien atenuasi material. Nilai koefisien atenuasi material dipengaruhi oleh energi sinar-X yang mengenai objek dan densitas objek. Perbedaan nilai atenuasi yang dinyatakan dalam HU akan dapat membedakan batu ginjal berdasarkan kandungannya [6].

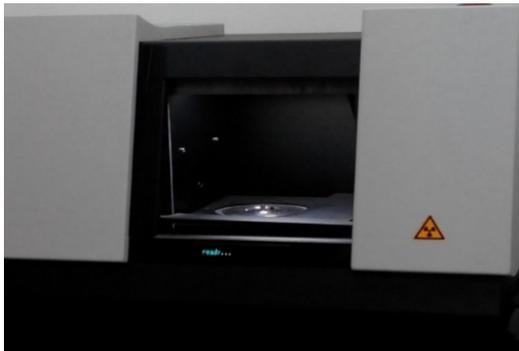
### Teori

Batu ginjal merupakan pengkristalan zat-zat dalam urin yang disebabkan oleh ketidaknormalan pH urin. Batu ginjal yang terbentuk bisa terdiri dari beberapa jenis seperti *calcium oxalate*, *calcium phosphate*, *uric acid*, *struvite*, dan *cystine*. Setiap jenis batu ginjal tersebut memiliki karakteristik dalam hal penyerapan sinar-X dan tingkat kekerasannya. Batu jenis *uric acid* lebih sedikit menyerap sinar-X (*radiolucent*) dan lebih lunak dibandingkan empat jenis batu ginjal lainnya [7]. Batu dengan jenis *uric acid* ini dapat dihancurkan melalui alkalisasi. Sedangkan alkalisasi tidak dapat diterapkan untuk empat jenis batu lainnya yang cenderung lebih keras.

Dengan mengetahui jenis batu ginjal yang terdapat dalam tubuh pasien, membantu dalam penentuan pengobatan pada pasien. Pihak rumah sakit melakukan metoda CT Scan untuk melihat jenis batu ginjal yang terdapat dalam tubuh pasien. Namun demikian, perlu dilakukan justifikasi SOP CT Scan dengan menggunakan

beberapa metoda salah satunya adalah *micro CT Scan*.

SkyScan 1173 merupakan pemindai *Micro CT* yang berdasar pada metode nondestruktif dengan resolusi spasial tinggi untuk melihat struktur dalam batu ginjal. Resolusi spasial yang dapat mencapai hingga 5  $\mu\text{m}$ / piksel yang dimiliki dapat menampilkan citra batu ginjal lebih baik. *Micro CT SkyScan 1173* seperti Gambar 1 di bawah ini memiliki sumber sinar-X dengan energi maksimum 130 kV dan arus 300  $\mu\text{A}$ . Ukuran objek maksimum yang dapat dipindai berukuran panjang 200 mm dan diameter 140 mm [8]



Gambar 1. Micro CT Skyscan 1173 di BSCA ITB yang menggunakan sumber sinar-X dengan parameter tegangan hingga 130 kV

Bagian kiri dari Gambar 1 merupakan sumber sinar-X. Pada bagian sumber terdapat beberapa pilihan filter yang bisa kita gunakan seperti aluminium, tembaga, dan lainnya. Bagian tengah merupakan tempat meletakkan objek. Objek pada *micro CT SkyScan 1173* dapat berotasi hingga  $360^\circ$ . Bagian kanan merupakan detektor panel datar. Pada detektor terjadi proses *scintilasi* yakni pengubahan sinar-X (radiasi pengion) menjadi cahaya tampak (radiasi non pengion). Kemudian cahaya tampak diubah menjadi arus listrik dan ditampilkan dalam bentuk citra digital.

Proses pembentukan citra pada *micro CT SkyScan* menggunakan prinsip atenuasi sinar-X. Atenuasi merupakan pengurangan/penyerapan sinar-X setelah melewati objek dengan ketebalan tertentu. Besarnya pengurangan sinar-X pada ketebalan tertentu sebanding dengan koefisien atenuasi dan intensitas sebelum melewati objek seperti yang diperlihatkan oleh Persamaan (1).

$$\frac{dI}{dx} = -\mu I \quad (1)$$

Persamaan (1) dalam bentuk eksponensial diungkapkan pada persamaan (2)

$$I_x = Ie^{-\mu x} \quad (2)$$

Koefisien atenuasi ( $\mu$ ) dipengaruhi oleh energi sinar-X sebelum melewati objek dan densitas objek. Nilai koefisien atenuasi besar apabila sinar-X sebelum melewati objek rendah dan densitas objek besar. Hal ini disebabkan oleh karena energi sinar-X yang rendah lebih banyak diserap oleh objek [9]. Objek yang dipindai dapat dibedakan jenis berdasarkan densitas berdasarkan koefisien atenuasinya. Dengan prinsip ini, *micro CT Scan* dapat digunakan untuk melihat karakteristik batu ginjal.

Batu ginjal yang akan dipindai merupakan batu ginjal dari Rumah Sakit Hasan Sadikin yang telah mengalami pemindaian terlebih dahulu dengan CT Scan. Ukuran diameter batu ginjal yang dipindai dalam studi ini 0,8 cm. Batu tersebut kemudian diletakkan pada holder yang sesuai dan dilapisi dengan plastisin seperti pada Gambar 2.



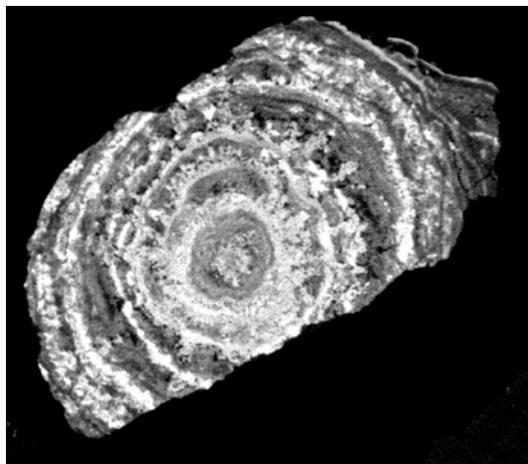
Gambar 2. Sampel batu ginjal yang diletakkan pada holder dan dilapisi plastisin agar tidak bergerak

Batu ginjal dengan tampilan seperti Gambar 2 siap untuk dipindai. Pemilihan parameter pemindaian seperti tegangan, arus, dan lama paparan dilakukan pada tahap awal. Parameter Parameter pemindaian yang digunakan terkait sumber yakni 80 kV, arus 100  $\mu\text{A}$ , lama paparan 1000 ms, dan ukuran piksel 14,9  $\mu\text{m}$ . Citra yang dihasilkan pemindaian untuk setiap  $0,2^\circ$  terlebih dahulu direkonstruksi menjadi tampilan 2D dan 3D. Rekonstruksi citra dilakukan dengan menggunakan *software NRecon*.

Citra yang telah direkonstruksi memiliki format .bmp 8 bit. Selanjutnya citra hasil rekonstruksi ini dianalisis dengan menggunakan perangkat lunak CT *Analyser* (CTAn). Analisis ini bertujuan untuk memperoleh nilai derajat keabuan rata-rata pada *Region of Interest* (ROI) tertentu. Derajat keabuan yang diperoleh akan menggambarkan koefisien atenuasi objek.

## Hasil dan diskusi

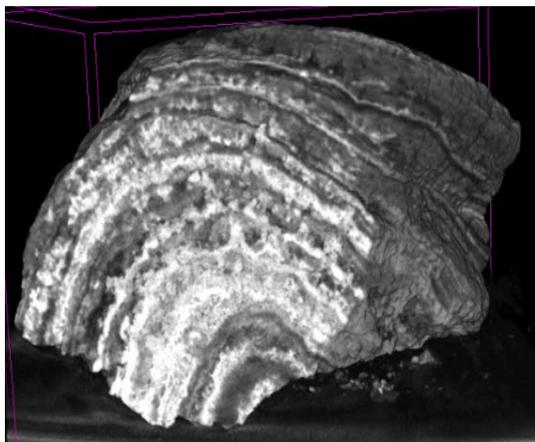
Jumlah irisan pada sumbu  $z$  batu ginjal mencapai ratusan bergantung pada ukuran batu. Setiap irisan memiliki ketebalan 0,015 mm. Salah satu irisan citra rekonstruksi batu ginjal dapat dilihat pada Gambar 3 dan 4 di bawah ini.



Gambar 3. Citra batu 2D yang merupakan irisan terhadap sumbu  $z$  dan memiliki derajat keabuan heterogen

Gambar 3 menunjukkan irisan batu ginjal pada bagian tengah. Pada irisan tersebut terlihat bahwa derajat keabuannya heterogen. Ada beberapa daerah yang berwarna putih dan ada beberapa daerah yang berwarna hitam. Warna putih menandakan sinar-X banyak diserap dan merupakan daerah yang densitasnya tinggi.

Tampilan 3D dari batu ginjal dapat dilihat pada Gambar 4. Tampilan ini memperlihatkan bagaimana struktur permukaan batu ginjal. Permukaan batu ginjal memiliki warna yang lebih gelap dibandingkan lapisan tengah. Permukaan batu tampak tidak rata dan berpori.



Gambar 4. Citra batu 3D dengan permukaan yang terlihat dalam ukuran mikrometer

Setelah melihat tampilan 2D batu dan melihat ada daerah yang berbeda warna putih dan gelap

kemudian dianalisis dengan CTAn dengan terlebih dahulu menentukan ROI yang sesuai. Bentuk ROI yang diambil merupakan lingkaran dengan diameter 15 piksel, dan ROI diambil pada daerah yang terlihat homogen.

Pada irisan yang sama citra 2D diambil empat ROI yang berbeda. Empat ROI berbeda didata derajat keabuan rata-rata yang ditampilkan pada Tabel 1 di bawah ini.

**Tabel 1** Nilai derajat keabuan rata-rata empat ROI pada irisan yang sama

ROI	D rata-rata	D minimum
A	251,354	250,066
B	124,894	123,213
C	82,646	80,763
D	180,211	178,92

Derajat keabuan minimum pada ROI (D minimum) ditampilkan pada tabel untuk melihat apakah ROI yang diambil homogen. Nilai D minimum untuk setiap ROI memiliki nilai selisih nilai yang kecil dengan D rata-rata. Selisih nilai yang kecil memiliki makna bahwa derajat keabuan setiap piksel pada ROI tersebut mendekati sama. Dengan kata lain, bahwa ROI yang diambil homogen.

Derajat keabuan rata-rata pada A merupakan derajat keabuan yang mendekati maksimum yaitu 255 dan secara pengamatan daerah A berwarna putih. Daerah A tersebut menyerap sinar-X lebih banyak dibandingkan daerah lain. Berdasarkan referensi, bahwa batu dengan jenis *radiopaque* (menyerap sinar-X lebih banyak) bersifat keras. Daerah C memiliki derajat keabuan yang rendah yaitu 82,646 dan berwarna mendekati hitam. Daerah C sedikit menyerap sinar-X. Daerah C bersifat *radiolucent* dan cukup lunak.

## Kesimpulan dan Saran

Hanya dengan mengetahui derajat keabuan beberapa ROI pada irisan yang sama, komposisi penyusun batu ginjal masih belum dapat ditentukan. Perbedaan derajat keabuan pada irisan yang sama hanya dapat memberikan informasi bahwa batu ginjal yang dipindai merupakan batu ginjal campuran.

Untuk penelitian berikutnya, nilai derajat keabuan dapat terlebih dahulu dikonversi dalam nilai *Hounsfield Unit* (HU). Nilai HU yang diperoleh tersebut kemudian dapat disesuaikan dengan grafik yang tersedia di NIST yaitu grafik hubungan energi sinar-X dengan HU beberapa jenis batu ginjal. Penyesuaian yang dilakukan tersebut dapat dilakukan untuk memprediksi probabilitas adanya komposisi tertentu dalam batu ginjal.

### Ucapan terima kasih

Penulis mengucapkan terima kasih kepada dr. Taufiq Ridwan atas bantuan sampel batu ginjal. Penulis juga berterima kasih kepada Laboratorium *micro*-CT FMIPA ITB.

Taufiq Ridwan

Rumah Sakit Umum Hasan Sadikin  
Bandung

Farhan Anwary

Rumah Sakit Umum Hasan Sadikin  
Bandung

Hari Soekersi

Rumah Sakit Umum Hasan Sadikin  
Bandung

Fourier D. E. Latief

Nuclear Physics and Biophysics Research Division  
Institut Teknologi Bandung  
fourier@fi.itb.ac.id

Freddy Haryanto

Nuclear Physics and Biophysics Research Division  
Institut Teknologi Bandung  
freddy@fi.itb.ac.id

### Referensi

- [1] Albrecht Hesse, Batu ginjal, Diagnosis, Treatment, and Prevention of Reccurence, USA: Karger, 2009.
- [2] Serkan Deveci, "Spiral Computed Tomography: Role in Determination of Chemical Compositions of Pure and Mixed Batu ginjals An in Vitro Study," *Urology*, vol. 64, pp. 237-240, 2004.
- [3] Stephanie Nykamp, "Dual Energy Imaging For Determining Urinary Calculi Composition: A Theoretical and Experimental Study With Computed Tomography," The University of Western Ontario, London, 2014.
- [4] Brian R. Matlaga, "Dual Source Computed Tomography A Novel Technique to Determine Stone Composition," *Urology*, vol. 72, pp. 1164-1168, 2008.
- [5] John-Henry Corbett, "In vivodetermination of renal stone composition with dual-energy computed tomography," *S Afr J Rad*, vol. 18, no. 1, p. 605, 2014.
- [6] C. Thomas, "Dual Energy CT for The Characterization of Urinary Calculi: In Vitro and In Vivo Evaluation of a Low Dose Scanning Protocol," *Eur Radiol*, vol. 19, pp. 1553-1559, 2009.
- [7] Stephanie Nykamp, "Dual Energy Imaging For Determining Urinary Calculi Composition: A Theoretical and Experimental Study With Computed Tomography," The University of Western Ontario, London, 2014.
- [8] B. M. CT, "skyscan.be," [Online]. [Accessed november 2015].
- [9] F. M.Khan, The Physics of Radiation Therapy, USA: Lippincott Williams, 1984.

Leni Aziyus Fitri\*

Nuclear Physics and Biophysics Research Division  
Institut Teknologi Bandung  
aeefleni@gmail.com

Vepy Asyana

Nuclear Physics and Biophysics Research Division  
Institut Teknologi Bandung  
[Vepy.asyana@gmail.com](mailto:Vepy.asyana@gmail.com)