

---

## STUDI KASUS PENGGUNAAN MAXIMUM INTENSITY PROJECTION DALAM MENINGKATKAN KUALITAS CITRA PADA PEMERIKSAAN CT UROGRAFI DENGAN KLINIS NEFROLITIASIS

Oleh

Zahra Sekar Ashsheibyra<sup>1</sup>, Ildsa Maulidya Mar'athus Nasokha<sup>2</sup>, Ike Ade Nur Liscyaningsih<sup>3</sup>

<sup>1,2,3</sup>Universitas 'Aisyiyah Yogyakarta

Email: <sup>1</sup>[ashsheibyra@gmail.com](mailto:ashsheibyra@gmail.com), <sup>2</sup>[maulidya.ildsa@unisayogya.ac.id](mailto:maulidya.ildsa@unisayogya.ac.id),

<sup>3</sup>[ikeade@unisayogya.ac.id](mailto:ikeade@unisayogya.ac.id)

---

### Article History:

Received: 24-07-2025

Revised: 25-07-2025

Accepted: 27-08-2025

### Keywords:

CT Urography,  
Nephrolithiasis, Maximum  
Intensity Projection

**Abstract: Background:** In CT Urography examinations with clinical nephrolithiasis, small stones are often difficult to detect using standard reconstruction because they are hidden between imaging slices. Maximum Intensity Projection (MIP) is a reconstruction algorithm that displays voxels with the highest attenuation into a two-dimensional image, so that high-density structures such as calcifications appear more clearly. Based on observations at the Radiology Installation of RS X, image reconstruction was added with MIP. This study aims to determine the CT Urography examination procedure and the reasons for using MIP to improve image quality in nephrolithiasis cases. **Method:** This qualitative research applied a case study approach. The study was conducted at the Radiology Unit of RS X in May 2025. Subjects included three radiographers and one radiologist, as well as CT urography subjects with clinical nephrolithiasis. Data were obtained through observation, documentation, and interviews, then analyzed through data reduction, data presentation, and conclusion drawing. **Results:** The CT urography examination procedure followed a plain abdominal protocol, with patient preparation including the consumption of 700-1000 mL of warm tea without fasting. Image reconstruction was performed by adding MIP to coronal sections showing abnormalities. MIP provided clearer and more intact visualization of the kidneys with well-defined borders. Kidney stones appeared brighter and had better contrast, with Hounsfield Unit (HU) values at 5 mm slice thickness increasing from 507 to 516 after MIP application. This increase illustrates the mechanism of MIP in displaying voxels with the highest attenuation, making stones easier to recognize. HU values before and

after MIP fell within the classification range of calcium oxalate and calcium phosphate commonly found in the urinary tract. **Conclusion:** The use of MIP has been shown to improve image quality, particularly in visualizing kidney stones, thus supporting diagnostic accuracy and interpretive efficiency. Fasting preparation is still recommended to minimize fecal material and provide clearer visualization of the urinary tract and abnormalities

## PENDAHULUAN

*Nefrolitiasis*, atau penyakit batu ginjal adalah kondisi di mana material keras menyerupai batu terbentuk di ginjal akibat endapan mineral dan garam. Penyakit ini termasuk dalam kategori *uroлитiasis* atau Batu Saluran Kemih (BSK), yang dapat terjadi di berbagai bagian saluran kemih, seperti ginjal, *ureter*, kandung kemih, dan *uretra*. Ginjal menjadi lokasi yang paling sering mengalami pembentukan batu dibandingkan dengan bagian lain di saluran kemih (Ziamba & Matlaga, 2017). Proses pembentukan batu ginjal dimulai dari limbah dalam darah yang mengkristal dan terakumulasi di ginjal. Kalsium dan asam oksalat merupakan dua senyawa kimia utama yang berperan dalam pembentukan batu ginjal. Seiring waktu, material ini mengeras hingga menyerupai batu yang dapat menyebabkan berbagai gejala dan komplikasi (Khan et al., 2016).

Secara global, prevalensi *neфrolitiasis* cukup tinggi dan terus meningkat. Di negara maju seperti Amerika Serikat, sekitar 5–10% penduduk pernah mengalami batu saluran kemih. Di Asia, Jepang mencatat prevalensi sekitar 7%, sedangkan Taiwan mencapai 9,8% (Silalahi, 2020). Di Indonesia, jumlah kasus mencapai 1.499.400 dengan mayoritas penderitanya berusia 30–60 tahun. Secara gender, prevalensi ini lebih tinggi terjadi pada pria (15%) dibandingkan wanita (10%) (Kemenkes RI, 2018).

CT Urografi merupakan salah satu pemeriksaan diagnostik untuk mengevaluasi secara komprehensif fungsi saluran kemih meliputi ginjal, *ureter*, dan kandung kemih (Yudha, 2020). Berdasarkan literatur, batu ginjal dengan ukuran kurang dari 5 mm dikategorikan sebagai batu berukuran kecil, dan bahkan batu berukuran di bawah 3 mm sering kali sulit terdeteksi menggunakan rekonstruksi standar karena kemungkinan batu tidak tampak di antara irisan pencitraan. Selain itu, batu ginjal berukuran kecil (<5 mm) sering kali sulit terdeteksi dengan citra CT konvensional karena keterbatasan visibilitas (Brisbane et al., 2016).

Seiring perkembangan teknologi, rekonstruksi citra melalui perangkat lunak seperti *Maximum Intensity Projection* (MIP) memberikan peluang untuk meningkatkan kualitas visualisasi. *Maximum Intensity Projection* (MIP) adalah metode rekonstruksi citra yang digunakan untuk menampilkan *voxel* dengan nilai redaman (atenuasi) tertinggi dari suatu volume data ke dalam satu citra dua dimensi. Pada setiap titik koordinat bidang gambar, algoritma ini hanya mempertahankan objek dengan nilai *Hounsfield* tertinggi dari arah proyeksi tertentu, sehingga seluruh struktur yang memiliki densitas tinggi, seperti tulang atau zat kontras, dapat divisualisasikan dengan lebih jelas (Di Muzio et al., 2025). MIP merupakan algoritma yang menampilkan *voxel* dengan intensitas tertinggi, menjadikannya

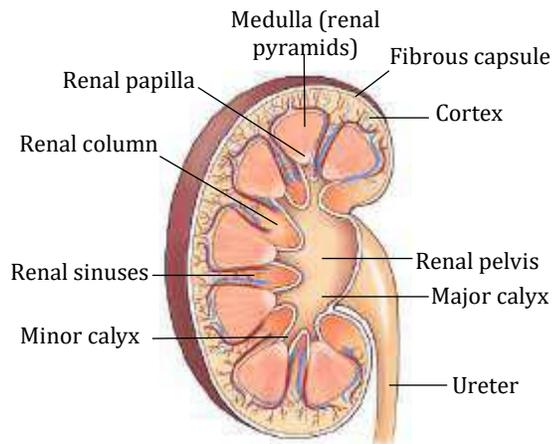
unggul dalam menampilkan struktur padat seperti kalsifikasi karena memanfaatkan rekonstruksi piksel yang paling terang dalam skala abu-abu (Long et al., 2015). Dalam praktiknya, MIP paling sering digunakan dalam pemeriksaan CTA karena mampu menampilkan batas vaskular lebih tegas dan menyambung dibandingkan rekonstruksi standar *Multiplanar Reconstruction* (MPR) (Istiningrum et al., 2017).

Penelitian sebelumnya menunjukkan bahwa peningkatan kualitas citra (*image enhancement*), seperti kontras dan rentang intensitas piksel, terbukti dapat memperjelas struktur anatomi. Hal ini membantu mendeteksi kelainan secara lebih akurat. Citra yang telah ditingkatkan kualitasnya menghasilkan akurasi klasifikasi yang lebih tinggi dibandingkan citra tanpa *enhancement* (Yanto et al., 2024). Selain itu, peningkatan signifikan pada rasio sinyal terhadap noise (SNR) dan kontras terhadap noise (CNR) setelah dilakukan *enhancement* berdampak positif terhadap sensitivitas dalam visualisasi kelainan (Steinmetz et al., 2024). Temuan-temuan tersebut memperkuat bahwa kualitas citra yang optimal berperan penting dalam ketepatan diagnosis.

Berdasarkan pengamatan di Instalasi Radiologi RS X, prosedur pemeriksaan CT Urografi dilakukan tanpa puasa dan proses rekonstruksi citra menambahkan MIP untuk membantu meningkatkan visualisasi batu ginjal. Oleh karena itu, penelitian ini bertujuan untuk mengetahui prosedur pemeriksaan CT Urografi dan alasan penggunaan *Maximum Intensity Projection* dalam meningkatkan kualitas citra pada pemeriksaan CT Urografi dengan klinis *nefrolitiasis*.

## LANDASAN TEORI

### 1. Anatomi Fisiologi Ginjal



Gambar 1. Anatomi Ginjal (Lampignano & Kendrick, 2018)

Ginjal terletak di *posterior abdomen* bagian atas, di kedua sisi tulang belakang (*vertebrae*). Ginjal kanan berada di belakang liver, sedangkan ginjal kiri di belakang bagian bawah limpa. Tulang rusuk bagian bawah melindungi ginjal. Ukuran ginjal dewasa rata-rata adalah panjang 10–12 cm, lebar 5–7,5 cm, dan tebal 2,5 cm dengan berat sekitar 150 g. Ginjal kiri sedikit lebih panjang tetapi lebih sempit dibandingkan ginjal kanan. Posisi ginjal membentuk sudut vertikal 20° terhadap garis *midsagittal*, dipengaruhi oleh otot-otot besar di sekitar tulang belakang. Medial ginjal lebih anterior dibandingkan lateral ginjal. *Aorta* dan *vena cava inferior* berada dekat dengan ginjal, mendukung pasokan darah

(Lampignano & Kendrick, 2018).

Ginjal memiliki peran penting dalam membuang sisa-sisa hasil metabolisme melalui urin. Jika sisa metabolisme ini tidak dikeluarkan dan terus menumpuk, maka dapat menjadi racun bagi sel-sel di sekitarnya. Selain itu, ginjal juga berfungsi dalam mengeliminasi zat-zat asing yang masuk ke dalam tubuh. Tak hanya itu, ginjal turut memproduksi hormon eritropoietin yang berperan dalam merangsang sumsum tulang untuk menghasilkan sel darah merah (Alwiyah et al., 2024).

## 2. Patologi *Nefrolitiasis*

*Nefrolitiasis*, atau penyakit batu ginjal, adalah kondisi di mana material keras menyerupai batu terbentuk di ginjal akibat endapan mineral dan garam. Penyakit ini termasuk dalam kategori *urolitiasis* atau Batu Saluran Kemih (BSK), yang dapat terjadi di berbagai bagian saluran kemih, seperti ginjal, *ureter*, kandung kemih, dan *uretra*. Ginjal menjadi lokasi yang paling sering mengalami pembentukan batu dibandingkan dengan bagian lain di saluran kemih (Ziemba & Matlaga, 2017). Komposisi batu ginjal paling umum terdiri dari oksalat, kalsium, amonia, dan karbonat (Rahmawati et al., 2021).

## 3. Protokol Pemeriksaan CT Urografi

Persiapan yang perlu dilakukan sebelum pemeriksaan CT Urografi yaitu pasien harus puasa selama 4-6 jam, minum air mineral sebanyak 1 gelas (setara 330 ml) dan persiapan selanjutnya pasien diharuskan meminum teh tawar pekat sebanyak 3 gelas (setara 900 ml) (Sihombing, 2021). Pada pemeriksaan CT Urografi dengan klinis *nefrolitiasis* menggunakan *scanogram Abdomen AP* kemudian dibuat potongan *axial*, *coronal*, dan *sagital*. Potongan *coronal* dan *sagital* merupakan hasil *reformat* yang didapat dari irisan *axial* tersebut dengan *range* diafragma sebagai batas atas sampai dengan *symphysis pubis* sebagai batas bawah. *Slice thickness* yang digunakan untuk memperlihatkan patologi *traktus urinarius* pada CT Urografi yaitu menggunakan 10mm agar didapatkan hasil gambaran anatomi *ureter* secara utuh mengikuti ketentuan sesuai protokol pemeriksaan abdomen polos dan memudahkan saat proses *filming* karena tidak perlu banyak membuang gambar (Sambawitasia, 2022).

## 4. *Maximum Intensity Projection*

*Maximum Intensity Projection* (MIP) merupakan teknik rekonstruksi citra dalam pencitraan medis yang bekerja dengan cara memilih dan menampilkan nilai intensitas tertinggi (*voxel* paling terang) dari sekumpulan data volume pada proyeksi tertentu. Dengan mengekstraksi hanya *voxel* bernilai maksimum dari tiap garis pandang, MIP menghasilkan citra dua dimensi yang menonjolkan struktur berdensitas tinggi dalam skala abu-abu. Proses rekonstruksi MIP dinilai efisien karena hanya memanfaatkan sebagian kecil dari total data tiga dimensi, namun tetap mampu menghasilkan visualisasi dengan kontras tinggi dan ketajaman tepi struktur yang baik. Teknik ini sangat efektif dalam memperjelas objek dengan densitas tinggi seperti kalsifikasi (Bushong, 2017; Long et al., 2015). Pada CTA, penggunaan MIP dapat diterapkan secara baik untuk memisahkan kalsifikasi pada pembuluh darah, *lumen*, dan *intravaskuler trombus* karena memanfaatkan rekonstruksi piksel yang paling terang dalam skala abu-abu (Long et al., 2015). MIP berperan lebih unggul dalam memvisualisasikan *arteri renalis*, *aorta abdominalis*, dan *arteri iliaka* dibandingkan dengan MPR karena menampilkan batas *vaskular* lebih tegas dan menyambung (Istiningrum et al., 2017).

## METODE PENELITIAN

Penelitian ini menggunakan metode kualitatif deskriptif dengan pendekatan studi kasus. Pengumpulan data dilakukan melalui observasi, dokumentasi, dan wawancara terhadap tiga radiografer dan satu radiolog. Penelitian dilaksanakan di Instalasi Radiologi RS X pada bulan Mei 2025, dengan pengamatan terhadap pemeriksaan CT Urografi pada pasien dengan klinis *nephrolitiasis* sebagai populasi penelitian, serta menggunakan satu pasien sebagai sampel dalam pemeriksaan tersebut. Tahapan selanjutnya adalah pengolahan data. Setelah data terkumpul bentuk transkrip, data diolah dan disajikan secara naratif.

## HASIL DAN PEMBAHASAN

### 1. Prosedur Pemeriksaan CT Urografi

Berdasarkan hasil observasi, prosedur pemeriksaan CT Urografi di Instalasi Radiologi RS X terdiri atas beberapa tahapan. Sebelum pemeriksaan dimulai, radiografer memastikan kesiapan pasien sesuai instruksi, yaitu dengan mengonsumsi teh hangat sebanyak 700–1000 mL. Pemeriksaan dilakukan ketika vesika urinaria terisi penuh, ditandai dengan dorongan buang air kecil. Persiapan alat dan bahan meliputi pesawat CTScan, *head cushion*, *control panel*, monitor, dan printer. Pasien diminta melepaskan semua benda berbahan logam untuk menghindari artefak yang dapat mengganggu kualitas citra.

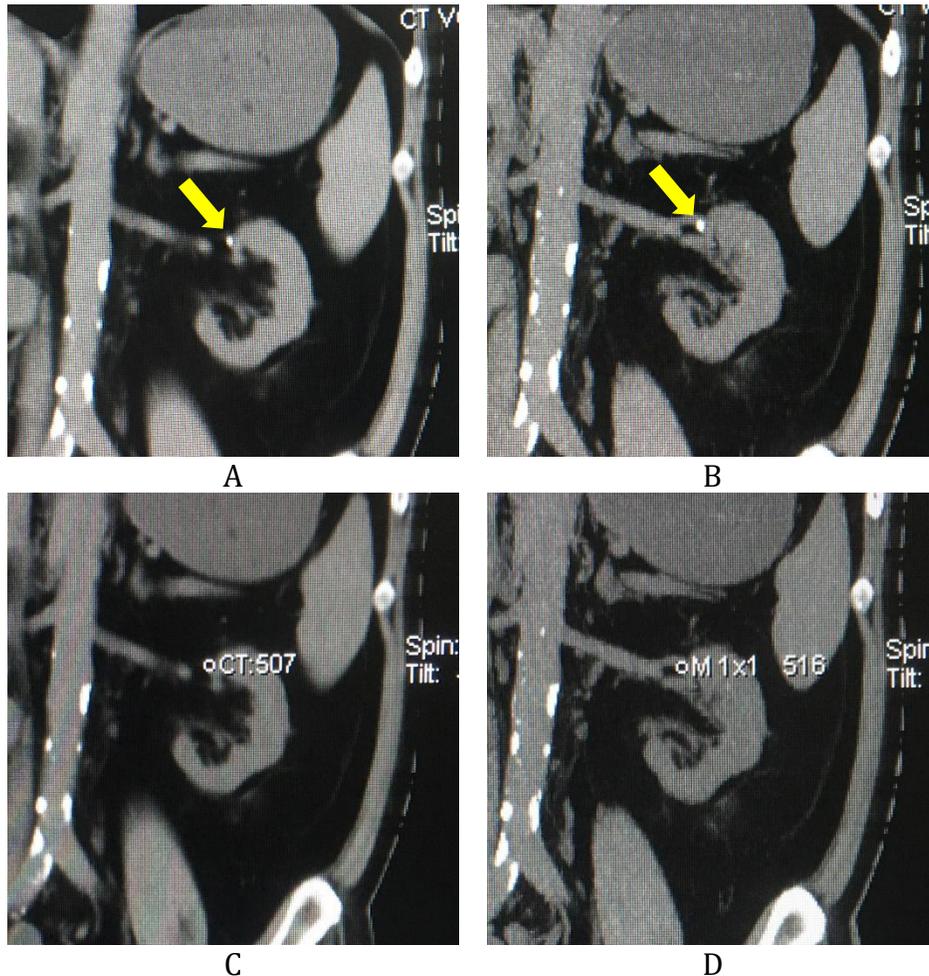
Pasien diposisikan *supine* dengan orientasi *feet first* dan kedua lengan diangkat ke atas kepala. *Strap holder* dan *head cushion* digunakan untuk menjaga stabilitas posisi selama pemeriksaan. *Mid Sagittal Plane (MSP)* disesuaikan dengan lampu longitudinal gantry, dan *Mid Coronal Plane (MCP)* disesuaikan dengan lampu horizontal gantry. Pemeriksaan menggunakan protokol abdomen rutin dengan parameter sebagai berikut: tegangan tabung 130 kV, arus tabung 96 mAs, FOV 332 mm, waktu pemindaian 16,28 detik, *delay* 5 detik, dan *tilt gantry* 0°. Parameter ini merupakan preset dari alat dan tidak mengalami perubahan.

Tahapan berikutnya adalah pengambilan *scanogram* lateral untuk menentukan area *scanning*, dimulai dari diafragma (batas atas) hingga simfisis pubis (batas bawah). Setelah citra aksial diperoleh, dilakukan rekonstruksi awal dengan format *Multiplanar Reconstruction (MPR)* berupa potongan aksial, koronal, dan sagital. Ketebalan *slice* diubah dari 1 mm menjadi 10 mm menggunakan *parallel ranges* pada topogram sagital. Sebelum *filming*, citra aksial diamati untuk menilai adanya kelainan. Jika ditemukan batu ginjal, maka fitur *Maximum Intensity Projection (MIP)* digunakan pada potongan koronal untuk memperjelas keberadaan batu. Citra aksial, koronal, dan sagital kemudian ditransfer ke menu *filming*, dan hasil citra yang paling informatif dicetak menggunakan *layout* 5x9.

Hal ini sesuai dengan hasil wawancara dengan informan sebagai berikut:

“Kalau standar operasional CT Urografi itu, sama dengan abdomen polos, jadi semua parameternya juga sama, baik KV, mA, batas atas, batas bawah juga sama dengan abdomen polos pada umumnya. Yang membedakan pada persiapannya.” (I1/ Radiografer)

“untuk persiapan pasien diusahakan meminum teh lalu menahan pipis, karena kepekatan teh bisa mempercepat rasa ingin buang air kecil. Tapi paling bagus kalau puasa sama urus-urus dulu, agar bisa menyingkirkan *material vecal*. Kalau ada batu, bisa terlihat sangat bersih.” (I3/ Radiografer)



Gambar 2. CT Urografi sebelum (A) dan sesudah (B) penggunaan MIP pada tampilan *coronal* dengan *Slice Thickness* 5mm & Pengukuran nilai HU menggunakan ROI di titik kelainan batu ginjal pada tampilan *coronal* sebelum (C) dan sesudah (D) penggunaan MIP dengan *Slice Thickness* 5mm.

## 2. Alasan Penggunaan MIP pada Rekonstruksi Citra CT Urografi

Berdasarkan hasil observasi, rekonstruksi citra dengan *Multiplanar Reconstruction* terkadang sudah cukup jelas dalam menampilkan batu, terutama jika ukurannya kecil. Namun, setelah diterapkan MIP, batu terlihat lebih terang dan kontras dibandingkan jaringan sekitarnya. Batu tampak lebih menonjol sehingga lebih mudah dikenali (Gambar 2. A&B). Hal ini diperkuat dengan pernyataan informan yang mengatakan:

“MIP sendiri dari pengertiannya sudah memproyeksikan intensitas maksimal dari gambaran, jadi apabila kita menemukan batu, tampilannya akan lebih *enhanced*, lebih cerah, dan lebih tampak dibanding organ sekitarnya. Karena itu, MIP digunakan sebagai alternatif selain MPR.” (I1/Radiografer)

“MIP biasanya diterapkan pada potongan citra yang menunjukkan kelainan pada traktus urinarius, terutama pada tampilan koronal karena sistem perkemihan bisa tervisualisasi secara keseluruhan.” (I2/Radiografer)

“kita bandingkan MPR dengan MIP pada tampilan koronal, ketika terdapat batu kecil, dengan MIP bisa lebih jelas terlihat.” (I3/Radiografer)

Dalam penelitian ini, dilakukan pengukuran nilai *Houndsfield Unit (HU)* menggunakan ROI pada titik batu ginjal. Pada citra sebelum MIP, nilai HU sebesar 507, kemudian meningkat menjadi 516 setelah penerapan MIP (Gambar 2 C&D). Peningkatan kecil ini menggambarkan mekanisme MIP yang menampilkan *voxel* dengan atenuasi tertinggi kedalam citra dua dimensi, sehingga batu tampak lebih kontras dan mudah dikenali. Nilai HU yang diperoleh termasuk dalam rentang klasifikasi batu berjenis kalsium oksalat dan kalsium fosfat yang umumnya ditemukan pada saluran kemih.

## **Pembahasan**

### **1. Prosedur Pemeriksaan CT Urografi**

Berdasarkan hasil observasi dan wawancara, sebelum pemeriksaan dimulai perlu dipastikan kesiapan pasien sesuai dengan instruksi yang telah diberikan sebelumnya, meliputi konsumsi air teh hangat sebanyak 700–1000 cc. *Scanning* dilakukan dari diafragma sebagai batas atas hingga *simfisis pubis* sebagai batas bawah kemudian hasilnya direkonstruksi dari ketebalan irisan awal 1 mm (bawaan alat) menjadi 10 mm, mencakup area diafragma hingga *simfisis pubis* menggunakan *parallel ranges* pada irisan *sagital*. Hasil citra *axial* direformat ke tampilan *sagital* dan *coronal* untuk mendapatkan visualisasi yang lebih menyeluruh.

Menurut Sihombing (2021), persiapan yang perlu dilakukan sebelum pemeriksaan CT Urografi yaitu pasien dianjurkan puasa selama 4-6 jam, minum air mineral sebanyak 1 gelas (setara 330 ml) dan selanjutnya pasien diinstruksikan meminum teh tawar pekat sebanyak 3 gelas (setara 900 ml). CT Urografi dilakukan untuk mengevaluasi secara komprehensif fungsi saluran kemih meliputi area ginjal, *ureter*, dan kandung kemih (Yudha, 2020). Penggunaan *slice thicknes* 10 mm dapat digunakan untuk memperoleh citra anatomi ureter secara menyeluruh dan efisien saat proses *filming* (Sambawitasia, 2022).

Meskipun protokol puasa tidak selalu diterapkan di RS X, hal ini kemungkinan disesuaikan dengan kondisi pasien dan pertimbangan praktik klinis di lapangan. Namun, berdasarkan teori dan wawancara dengan informan, puasa tetap disarankan untuk meminimalkan gangguan visual akibat material fekal. Oleh karena itu, meskipun konsumsi teh hangat sebanyak 700–1000 mL dinilai cukup membantu memvisualisasikan traktus urinarius, puasa tetap dianggap sebagai pendekatan yang lebih optimal dalam menghasilkan citra traktus urinarius yang bersih dan jelas. Selain itu, penggunaan teh hangat sebagai agen diuretik alami menunjukkan pendekatan yang lebih aman dan ekonomis dibandingkan dengan pemberian diuretik sintetik secara farmakologis. Parameter *scanning* yang digunakan dalam pemeriksaan ini disesuaikan dengan preset alat dan tidak mengalami perubahan, mengingat area yang menjadi fokus pada CT Urografi serupa dengan CT Abdomen polos, sehingga penggunaan parameter yang sama dianggap lebih praktis dan efisien.

### **2. Alasan Penggunaan MIP pada Rekonstruksi Citra CT Urografi**

Berdasarkan hasil observasi dan wawancara, rekonstruksi citra dengan *Multipplanar Reconstruction (MPR)* terkadang mampu menampilkan batu secara jelas terutama bila ukuran batu kecil. Namun, setelah diterapkan MIP, batu menjadi terlihat lebih terang dan kontras dibandingkan dengan jaringan sekitarnya sehingga lebih mudah dikenali. Hasil perbandingan secara visual pada citra tampilan *coronal* dengan ketebalan *slice* yang sama, yaitu 5 mm, menunjukkan bahwa MIP mampu menonjolkan keberadaan batu secara lebih

tegas. Batu tampak utuh dan terpisah dari jaringan, seolah-olah berada di atas lapisan jaringan lain (Gambar 2 A&B). MIP biasanya diterapkan pada potongan citra yang menunjukkan gambaran kelainan, terutama pada potongan koronal, karena traktus urinarius dapat terlihat secara keseluruhan untuk mempermudah deteksi batu.

Pada penelitian ini, digunakan ROI untuk mengukur nilai HU pada titik kelainan berupa batu ginjal. Pada citra sebelum penerapan MIP, nilai HU yang diperoleh sebesar 507. Setelah diterapkan MIP, nilai HU meningkat menjadi 516 (Gambar 2 C&D), yang menunjukkan adanya peningkatan opasitas pada objek sebagai efek penggunaan MIP, bukan akibat perubahan sifat fisik batu. Nilai HU yang diperoleh mengindikasikan bahwa batu tersebut termasuk dalam rentang klasifikasi kalsium fosfat dan kalsium oksalat.

Berdasarkan hasil wawancara dengan radiolog, fokus utama dalam penegakkan diagnosis pada pasien dengan dugaan *nefrolitiasis* melalui CT Urografi adalah ginjal, *ureter*, dan *vesica urinaria*. Ginjal dinilai dari keberadaan batu di *pelvis renalis* maupun *calyx renalis*, serta dilihat adanya obstruksi atau dilatasi seperti hidronefrosis atau hidroureter. Selain itu, batu yang turun ke *ureter* atau terdapat di *vesica urinaria* juga menjadi bagian dari evaluasi. Penggunaan MIP sangat membantu dalam interpretasi hasil CT Urografi karena mampu menampilkan citra dengan intensitas tinggi seperti batu ginjal secara lebih jelas, tampak kontras dan mudah dikenali dibandingkan jaringan sekitarnya.

MIP merupakan algoritma yang hanya mempertahankan objek dengan nilai *Hounsfield* tertinggi dari suatu citra, sehingga seluruh struktur yang memiliki densitas tinggi, seperti tulang atau zat kontras, dapat divisualisasikan dengan lebih jelas (Di Muzio et al., 2025). MIP menampilkan *voxel* dengan intensitas tertinggi, menjadikannya unggul dalam menampilkan struktur padat seperti kalsifikasi karena memanfaatkan rekonstruksi piksel yang paling terang dalam skala abu-abu. Pada CT Angiografi, MIP dapat diterapkan secara baik untuk memisahkan kalsifikasi pada pembuluh darah, lumen, dan intravaskuler trombus karena memanfaatkan rekonstruksi piksel yang paling terang dalam skala abu-abu (Long et al., 2015). MIP menghasilkan batas visual yang lebih tegas dan menyambung dibandingkan MPR, sehingga lebih unggul dalam memperlihatkan struktur vaskular seperti arteri (Istiningrum et al., 2017).

Peningkatan kualitas citra (*image enhancement*), termasuk peningkatan kontras dan rentang intensitas piksel, terbukti mampu memperjelas struktur anatomi dan kelainan. Citra yang telah mengalami *enhancement* menghasilkan akurasi klasifikasi yang lebih tinggi (Yanto et al., 2024). Analisis citra tidak cukup mengandalkan visualisasi, maka dapat dilakukan dengan mengukur nilai *Region of Interest* (ROI) pada beberapa titik di setiap citra. Nilai ROI yang dinyatakan dalam *Hounsfield Units* (HU) dapat digunakan untuk menilai kualitas citra melalui perbandingan tingkat kecerahan bahan abu (*Grey Matter Conspicuity*) serta rasio kontras terhadap derau (*Contrast to Noise Ratio /CNR*) (Rozanah, 2015). Berdasarkan karakteristik nilai HU, batu saluran kemih dapat diklasifikasikan dimana batu yang mengandung kalsium, seperti kalsium oksalat dan kalsium fosfat umumnya memiliki nilai HU berkisar antara 400-600 (Merticariu et al., 2022).

Menurut peneliti, hasil pada penelitian ini sejalan dengan prinsip kerja MIP, yaitu menampilkan *voxel* dengan intensitas tertinggi sehingga ideal untuk memperlihatkan struktur padat seperti batu saluran kemih. Meskipun MIP lebih sering digunakan pada CTA untuk memisahkan kalsifikasi dan meningkatkan visualisasi pada struktur vaskular,

penerapannya pada CT Urografi menunjukkan efek serupa, dimana batu ginjal tampak lebih kontras dan terpisah dari jaringan sekitarnya. Peningkatan nilai HU mencerminkan mekanisme MIP yang menampilkan *voxel* dengan atenuasi tertinggi, bukan mengubah nilai HU pada objek aslinya. Meskipun demikian, penggunaan MIP tetap mampu memberikan peningkatan kontras yang lebih jelas dibandingkan rekonstruksi standar. MIP tidak hanya mempermudah interpretasi oleh radiolog, tetapi juga memperjelas informasi visual bagi dokter non-radiolog dalam menentukan lokasi pasti batu dan sumbatan. MIP mampu meningkatkan efisiensi interpretasi serta ketepatan diagnosis secara signifikan dalam kasus nefrolitiasis. Dengan demikian, penggunaan MIP tidak hanya meningkatkan akurasi diagnostik, tetapi juga memberikan nilai tambah dalam efisiensi klinis.

## KESIMPULAN

Prosedur pemeriksaan CT Urografi di Instalasi Radiologi RS X dilakukan dengan pendekatan praktis yang disesuaikan dengan kondisi klinis, yakni tanpa puasa dan dengan konsumsi teh hangat sebanyak 700–1000 mL sebagai agen diuretik alami. Meskipun demikian, puasa tetap disarankan guna mengurangi gangguan dari material fekal dan menghasilkan visualisasi traktus urinarius yang lebih bersih. Parameter pemeriksaan mengikuti protokol CT Abdomen rutin karena area yang diperiksa serupa, sehingga dinilai lebih efisien dan mudah diterapkan.

Penggunaan *Maximum Intensity Projection* (MIP) pada rekonstruksi citra CT Urografi terbukti meningkatkan kualitas visualisasi, terutama dalam menampilkan batu ginjal berukuran kecil. Batu tampak lebih terang, jelas, dan menonjol dibandingkan jaringan sekitarnya. Pengukuran menggunakan ROI menunjukkan peningkatan nilai Hounsfield Unit dari 507 menjadi 516 setelah MIP diterapkan, yang menandakan adanya peningkatan kontras dan opasitas citra. Dengan demikian, MIP berkontribusi signifikan dalam meningkatkan ketepatan diagnosis serta mempermudah interpretasi radiologis pada kasus nefrolitiasis.

## DAFTAR PUSTAKA

- [1] Alwiyah, F., Rudiyanto, W., Indria Anggraini, D., & Windarti, I. (2024). Anatomi dan Fisiologi Ginjal: Tinjauan Pustaka. *Tinjauan Pustaka Medula*, 14(2), 285–289.
- [2] Brisbane, W., Bailey, M. R., & Sorensen, M. D. (2016). An overview of kidney stone imaging techniques. *Nature Reviews Urology*, 13(11), 654–662. <https://doi.org/10.1038/nrurol.2016.154>
- [3] Di Muzio, B., Mistry, V., Bell, D., & Knipe, H. (2025). *Maximum intensity projection*. Radiopaedia.Org. <https://doi.org/https://translate.google.com/website?sl=en&tl=id&hl=id&client=sge&u=https://doi.org/10.53347/rID-14801>
- [4] Istiningrum, R., Fatimah, F., & Wulanhandarini, T. (2017). Analisis Informasi Citra Anatomi Vaskular dengan Multi Planar Reformating (MPR) dan Maximum Intensity Projection (MIP) pada Fase Early Arteri Pemeriksaan MSCT Abdomen. *Jurnal Imejing Diagnostik (JImeD)*, 3(2), 240–244. <https://doi.org/10.31983/jimed.v3i2.3192>
- [5] Khan, S. R., Pearle, M. S., Robertson, W. G., Gambaro, G., Canales, B. K., Doizi, S., Traxer, O., & Tiselius, H. (2016). Kidney stones. *Nature Publishing Group*, 1–23.

- <https://doi.org/10.1038/nrdp.2016.8>
- [6] Lampignano, J. P., & Kendrick, L. E. (2018). *Bontrager's Textbook of Radiographic Positioning and Related Anatomy*. Elsevier. [https://books.google.co.id/books?id=SO\\_r\\_vQAACAAJ](https://books.google.co.id/books?id=SO_r_vQAACAAJ)
- [7] Long, B. W., Rollins, J. H., & Smith, B. J. (2015). *Merrill's Atlas of Radiographic Positioning and Procedures - E-Book: Merrill's Atlas of Radiographic Positioning and Procedures - E-Book*. Elsevier Health Sciences. <https://books.google.co.id/books?id=ojAxBgAAQBAJ>
- [8] Merticariu, M., Rascu, S., Anghelescu, D. V., & Merticariu, C. I. (2022). Hounsfield Measurements for Detection of Stone Composition, Density, and Overall Hardness - A Brief Report. *Surgery, Gastroenterology and Oncology*, 27(2), 152–156. <https://doi.org/10.21614/sgo-478>
- [9] Rahmawati, L. D., Iswanti, F. C., Paramita, R., Halim, A., Nurhayati, R. W., Agusta, I., & Hardiany, N. S. (2021). Distribusi Jenis Batu Ginjal pada Penderita Urolithiasis serta Hubungannya dengan Jenis Kelamin dan Usia. In *eJournal Kedokteran Indonesia* (Vol. 8, Issue 3). <https://doi.org/10.23886/ejki.8.11874>.
- [10] Rozanah. (2015). *PERBANDINGAN KUALITAS CITRA CT SCAN PADA PROTOKOL DOSIS TINGGI DAN DOSIS RENDAH UNTUK PEMERIKSAAN KEPALA PASIEN DEWASA DAN ANAK*. 4(1).
- [11] Sambawitania, I. P. Y. (2022). Teknik pemeriksaan CT stonografi pada kasus nefrolithiasis di instalasi radiologi RSUD Kabupaten Buleleng. *Nautical: Jurnal Ilmiah Multidisiplin Indonesia*, 1(9), 868–873. <https://jurnal.arkainstitute.co.id/index.php/nautical/article/view/488>
- [12] Sihombing, N. N. (2021). *PROSEDUR PEMERIKSAAN CT SCAN UROGRAFI DENGAN KLINIS BATU SALURAN KEMIH DI INSTALASI RADIOLOGI RUMAH SAKIT AWAL BROS PANAM*.
- [13] Silalahi, M. K. (2020). Faktor-Faktor yang Berhubungan Dengan Kejadian Penyakit Batu Saluran Kemih Pada di Poli Urologi RSAU dr. Esnawan Antariksa. *Jurnal Ilmiah Kesehatan*, 12(2), 205–212. <https://doi.org/10.37012/jik.v12i2.385>
- [14] Steinmetz, S., Mercado, M. A. A., Altmann, S., Sanner, A., Kronfeld, A., Frenzel, M., Kim, D., Groppa, S., Uphaus, T., Brockmann, M. A., & Othman, A. E. (2024). Impact of deep Learning-enhanced contrast on diagnostic accuracy in stroke CT angiography. *European Journal of Radiology*, 181(July), 111808. <https://doi.org/10.1016/j.ejrad.2024.111808>
- [15] Yanto, F., Hatta, M. I., Afrianty, I., & Afriyanti, L. (2024). Pengaruh Image Enhancement Contrast Stretching dalam Klasifikasi CT-Scan Tumor Ginjal menggunakan Deep Learning. *INOVTEK Polbeng - Seri Informatika*, 9(1), 408–419. <https://doi.org/10.35314/isi.v9i1.4233>
- [16] Yudha, S. (2020). *Benefits of Steeping Black Tea As a Negative Contrast Medium on Ct Urography Examination*. 2(2), 70–77.
- [17] Ziemba, J. B., & Matlaga, B. R. (2017). Epidemiology and economics of nephrolithiasis. *Investigative and Clinical Urology*, 58(5), 299–306. <https://doi.org/10.4111/icu.2017.58.5.299>