



**AKURASI CT SCAN TANPA KONTRAS DOSIS  
RENDAH DIBANDINGKAN DENGAN DOSIS  
STANDARD DALAM MENDIAGNOSIS  
BATU SALURAN KEMIH  
DI RSU Dr. SAIFUL ANWAR MALANG**

**TESIS**

**Untuk Memenuhi Persyaratan  
Memperoleh Gelar Spesialis Radiologi**



**Oleh :**

**dr. Liana Karliasari**

**NIM. 148071000111002**

**PROGRAM PENDIDIKAN DOKTER SPESIALIS I RADIOLOGI  
FAKULTAS KEDOKTERAN  
UNIVERSITAS BRAWIJAYA  
MALANG**

**2017**





## DAFTAR ISI

Halaman Judul	i
Lembar Pengesahan	ii
Lembar Kelaikan Etik ( <i>Ethical Clearance</i> )	iii
Pernyataan Keaslian Tulisan	iv
Riwayat Hidup	v
Kata Pengantar	vi
Abstrak	ix
Abstract	x
Daftar Isi	xi
Daftar Gambar	xv
Daftar Tabel	xvii
Daftar Singkatan	xviii
<b>BAB 1 PENDAHULUAN</b>	<b>1</b>
1.1 Latar Belakang Masalah	1
1.2 Rumusan Masalah Penelitian	5
1.3 Tujuan Penelitian	5
1.4 Manfaat Penelitian	6
1.4.1 Manfaat Keilmuan	6
1.4.2 Manfaat untuk Pelayanan Masyarakat	6
<b>BAB 2 TINJAUAN PUSTAKA</b>	<b>7</b>
2.1 Anatomi Saluran Kemih	7
2.1.1 Fascia Ginjal	7
2.1.2 Anatomi Internal Ginjal	8
2.2 Batu Saluran Kemih	9

















## BAB 1 PENDAHULUAN

### 1.1 Latar Belakang Masalah

Batu saluran kemih merupakan masalah universal yang prevalensinya semakin meningkat di Amerika Serikat dan memiliki rekurensi yang tinggi.

Prevalensi batu saluran kemih meningkat secara progresif pada negara-negara berkembang karena perubahan sosial dan kondisi ekonomi (Kambadakone et al. 2010). Berdasarkan penelitian Victoriano Romero dan kawan-kawan, insiden batu saluran kemih di Negara-negara berkembang seperti Amerika Serikat, Italia, Skotlandia, dan Spanyol semakin meningkat dari tahun ke tahun (Romero et al. 2010).

Di Indonesia, diperkirakan setiap tahunnya didapatkan pasien baru batu saluran kemih sekitar 294.000 kasus. Morbiditas yang diakibatkan batu saluran kemih bisa ditandai dengan rasa sakit yang ringan hingga berat, dan juga komplikasi terjadinya urosepsis dan gagal ginjal, yang dapat menimbulkan mortalitas. Angka kekambuhan batu saluran kemih dalam satu tahun adalah 15-17%, dalam empat tahun sekitar 50%, dan dalam 10 tahun sekitar 75%. Apabila terdapat kekambuhan pada kasus batu saluran kemih tersebut, maka akan menaikkan angka morbiditas dan mortalitas, sehingga memerlukan biaya yang cukup besar (Partang, Agus AS, 2011). Insiden batu saluran kemih di RS Saiful Anwar Malang sendiri setiap tahun mengalami peningkatan, yaitu sejak tahun 2006 hingga 2009 berturut-turut adalah 234, 265, 278 dan 324 pasien (Primadani, Innes Oktavia., 2011). Sedangkan pada tahun 2015, di RSU Dr. Saiful Anwar sendiri insiden pasien batu saluran kemih sendiri mencapai 216





pasien dari 544 pasien keseluruhan bedah urologi, dengan rincian 119 pasien dengan batu ginjal, 70 pasien batu ureter, dan 23 pasien batu vesica urinaria.

Seiring dengan meningkatnya prevalensi batu saluran kemih, maka dibutuhkan pencitraan untuk diagnosis, rencana perawatan, dan terapi lebih lanjut. Pencitraan batu saluran kemih telah berkembang karena kemajuan teknologi dan pemahaman yang lebih baik pada proses penyakit. Sejak diperkenalkan pada awal tahun 1990, *unenhanced Computed Tomography (CT)* telah menjadi *gold standard* untuk mengevaluasi penyakit batu saluran kemih pada berbagai *center*, baik pada departemen emergensi maupun klinis, menggantikan radiografi dan *excretory urography* (Kambadakone et al. 2010).

*Multidetector CT* dapat memberikan informasi mengenai ukuran batu, komposisi, dan kerapuhan dari batu, yang informasi secara keseluruhan tersebut dapat memberikan nilai terapi yang besar, tidak hanya dalam pemilihan strategi pengobatan, tetapi juga dalam memprediksi kesuksesan terapi (Kambadakone et al. 2010).

Walaupun memiliki keuntungan yang banyak, namun yang perlu mendapatkan perhatian utama mengenai penggunaan *Multidetector CT* pada batu saluran kemih adalah risiko paparan radiasinya (Katz et al. 2003). Dosis radiasi efektif yang dilaporkan pada *CT* tanpa kontras antara 2.8 hingga 13.1 mSv untuk laki-laki dan mulai 4.5 hingga 18 mSv untuk perempuan, yang seluruhnya lebih tinggi daripada *excretory urography* (1.5 mSv untuk tiga film dan 2.1 mSv untuk enam film) (Tack et al. 2003).

Penggunaan prosedur diagnostik dengan dosis tinggi seperti *CT*, radiologi intervensi, dan barium enema, dosis pada organ – organ yang berkaitan secara langsung terdapat bukti epidemiologi dapat meningkatkan risiko kanker (Hall EJ,





et al., 2008). Dosis radiasi dari CT scan yang mempengaruhi organ, 100 kali lebih besar daripada prosedur radiologi konvensional seperti foto thorax. Lebih lanjut, pada tahun 2002, *the International Commission on Radiological Protection (ICRP)* mengatakan bahwa dosis yang diabsorpsi pada jaringan dari CT dapat meningkatkan level terjadinya kemungkinan kanker (ICRP, 2002). Risiko perkiraan kematian akibat kanker pada sekali CT scan abdomen adalah 12.5 per 10.000 orang, lebih tinggi dibandingkan dengan foto polos 1 per 130.000 dan 1 per 43.000 untuk IVU. Lebih jauh lagi, karena pasien dengan penyakit batu saluran kemih saat ini cenderung pada usia muda dan kemungkinan besar dilakukan pengulangan pemeriksaan selama hidupnya, maka harus difikirkan cara untuk mengurangi dosis radiasi pada CT (Kim, BS, et al., 2005).

Penggunaan protocol *low-dose multidetector CT (MDCT)* yang mana *milliamperes (mAs)* dan *kilovolt peak (kVp)* diturunkan, telah diturunkan secara ekstensif pada pasien dengan penyakit batu saluran kemih (Nakayama et al. 2005). Penggunaan mAs sangat rendah (50-100 mAs) dibandingkan dengan penggunaan pada pemeriksaan diagnostik dapat menurunkan dosis radiasi hingga 80% dengan tetap menjaga kemampuan diagnostik dalam mendeteksi batu, dengan capaian akurasi 93 – 97% pada CT dosis rendah (Mulkens et al. 2007). Namun, CT scan dosis rendah dapat berpotensi menurunkan kualitas gambar pada pasien obesitas, dan ada kemungkinan menurunnya diagnosis pada pasien dengan kecurigaan batu saluran kemih (Kambadakone et al. 2010). Penelitian dari Huang, et al (2014) menunjukkan bahwa protocol dosis rendah memiliki sensitivitas yang sama dengan CT scan dosis standard dalam mendeteksi batu asam urat dengan dosis radiasi yang sangat rendah.





Limitasi *low-dose* yaitu protokol tersebut tidak cocok apabila dilakukan untuk pasien obesitas (Heneghan et al. 2003) dan kemungkinan untuk terlewatnya diagnosis lain, yang mana merupakan salah satu keuntungan dari penggunaan CT (Mulkens et al. 2007). Namun, walaupun demikian, terdapat beberapa penelitian yang dilakukan pada pasien-pasien dengan obesitas, di antaranya penelitian El Ghar, et al. 2012 yang menggunakan separuh dosis radiasi untuk CT scan dosis rendah.

Pada penelitian lain dikatakan, teknik ini memiliki kemampuan yang lebih rendah dalam mendeteksi batu ukuran kecil ( $< 3$  mm) dan mendeteksi tanda-tanda sekunder (Bhatt et al. 2015). Sekitar 90% batu berukuran kurang dari 5 mm dan 15% batu dengan ukuran 5 dan 8 mm dapat keluar spontan dalam 4 pekan dengan menggunakan MET (*Medical Expulsion Therapy*), sedangkan sebanyak 95% batu yang berukuran lebih dari 8 mm membutuhkan tindakan intervensi urologi (Liu & Henderson 2007).

Batu ureter kemungkinan akan dapat keluar dari saluran kencing, tergantung dari ukurannya (diameter terbesar). Batu dengan ukuran kurang dari 4 mm umumnya dapat keluar dalam 1 atau 2 minggu. Pada batu ukuran tersebut, 80% pasien tidak membutuhkan intervensi selain analgetik (Portis & Sundaram 2001). Penelitian metaanalisis oleh Preminger et al (2007) menyatakan bahwa ukuran diameter batu kurang dari 5 mm, sebanyak 68% dapat keluar spontan, sedangkan ukuran batu 5 – 10 mm, sebanyak 47% dapat keluar spontan.

Tidak ada definisi pasti dari "*low dose*" karena terdapat banyak variasi pendapat (Bankier AA, Kressel HY, 2012). *The American College of Radiology Appropriateness Criteria* menetapkan *low-dose* CT untuk evaluasi penyakit batu adalah kurang dari 3 mSv, sedangkan *American Urological Association (AUA)*





menggunakan 4 mSv sebagai batas atas (Bhatt et al. 2015). Sebuah institusi di Ohio menyebutkan, protokol dosis rendah untuk mengevaluasi batu saluran kemih menggunakan kVp konstan 120 (Bhatt et al. 2015).

Protokol yang dilakukan di RSUD Dr. Saiful Anwar Malang untuk mengevaluasi batu saluran kemih saat ini menggunakan CT scan tanpa kontras dosis standard dengan dosis radiasi sekitar 6,1 - 13,59 mSv. Di Indonesia sendiri belum ada penelitian yang menilai kesesuaian CT scan tanpa kontras dosis rendah dan dosis standard dalam mendiagnosis batu saluran kemih.

Berdasarkan latar belakang tersebut, peneliti melakukan penelitian untuk membandingkan kemampuan CT scan tanpa kontras dosis rendah dan dosis standard dalam mendiagnosis batu saluran kemih di RSUD Dr. Saiful Anwar Malang.

## 1.2 Rumusan Masalah Penelitian

1. Bagaimana akurasi CT scan tanpa kontras dosis rendah dalam mendiagnosis batu saluran kemih berdasarkan jumlah, ukuran, dan densitas batu dibandingkan dengan CT scan tanpa kontras dosis standard di RSUD Dr. Saiful Anwar Malang?
2. Bagaimanakah kesesuaian kemampuan CT scan tanpa kontras dosis rendah dan dosis standard dalam menilai jumlah, ukuran, dan densitas batu saluran kemih di RSUD Dr. Saiful Anwar Malang?

## 1.3 Tujuan Penelitian

1. Menilai akurasi CT scan tanpa kontras dosis rendah dalam mendiagnosis batu saluran kemih berdasarkan jumlah, ukuran, dan densitas batu





dibandingkan dengan CT scan tanpa kontras dosis standard di RSUD Dr. Saiful Anwar Malang.

2. Menilai kesesuaian kemampuan CT scan tanpa kontras dosis rendah dan dosis standard dalam menilai jumlah, ukuran, dan densitas batu saluran kemih di RSUD Dr. Saiful Anwar Malang.

#### 1.4 Manfaat Penelitian

##### 1.4.1 Manfaat Keilmuan

- Sebagai sarana pembelajaran mengenai hal-hal yang harus dinilai pada evaluasi batu saluran kemih pada CT scan tanpa kontras.

- Memberikan data dasar mengenai ketepatan CT scan tanpa kontras dosis rendah dalam menilai jumlah, ukuran, densitas batu saluran kemih.

- Memberikan penjelasan mengenai kelebihan dan keterbatasan CT scan tanpa kontras dosis rendah dalam mendiagnosis batu saluran kemih di RSUD Saiful Anwar Malang.

##### 1.4.2 Manfaat untuk Pelayanan Masyarakat

- CT tanpa kontras dosis rendah dapat diaplikasikan sebagai modalitas radiologi yang dapat menggantikan CT scan tanpa kontras dosis standard untuk menilai batu saluran kemih.

- Dapat menentukan pilihan terapi untuk batu saluran kemih berdasarkan densitas batu saluran kemih.



## BAB 2

### TINJAUAN PUSTAKA

#### 2.1 Anatomi Saluran Kemih

Ginjal merupakan organ berpasangan, dengan berat satu buah ginjal kurang lebih 120 – 200 gram. Panjang vertikal ginjal normal 10 – 12 cm, transversal 5 – 7 cm, dan anteroposterior 3 cm. Permukaan luar dibagi menjadi sisi anterior, dorsal, pole atas dan pole bawah. Permukaan lateral berbentuk konveks, sedangkan permukaan medial konkaf, dan terdapat hilus ginjal. Ureter atau pelvis renalis, arteri renalis, vena renalis, pembuluh limfe dan nervus masuk atau keluar melalui hilus renalis (Manski, Dirk., 2015).

Kedua ginjal terletak retroperitoneum, pada sisi kanan dan kiri corpus dan di bawah diafragma. Posisi normal ginjal adalah (Manski, Dirk., 2015) :

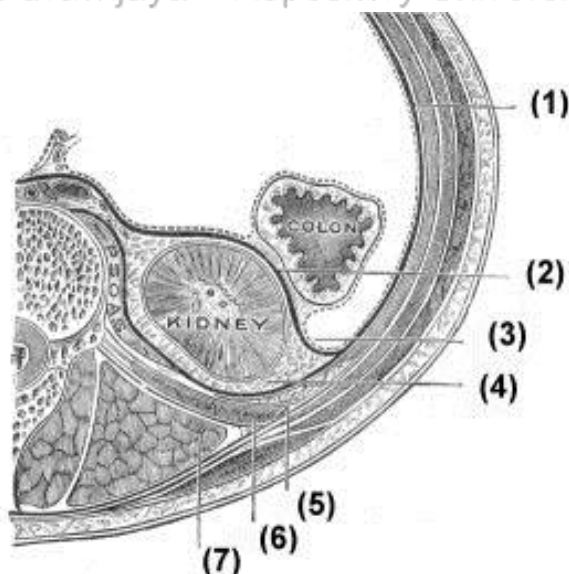
- Ginjal kiri : dari costae 11 hingga vertebrae lumbal 3

- Ginjal kanan : posisi lebih bawah, costae 12 hingga batas bawah vertebrae lumbal 3

##### 2.1.1 Fascia Ginjal

Ginjal memiliki kapsul (capsula fibrosa), yang ke sisi medial parenkim ginjal dan tidak mengikuti hilus renal. Ginjal dikelilingi oleh lapisan jaringan ikat yang disebut Fascia Gerota (fascia renalis). Fascia gerota mengelilingi ginjal, termasuk lemak perinefrik dan kelenjar adrenal. Ke cranial dan lateral, Fascia Gerota menutupi sisi anterior dan posterior. Ke superior dan inferior, tidak terdapat hubungan antara kapsul anterior dan posterior pada fascia Gerota, sehingga cairan ginjal dapat menuju pelvis. Kapsul anterior dari fascia Gerota terbentang di bawah peritoneum parietal (Manski, Dirk., 2015).





**Gambar 2.1 Renal dan fasia retroperitoneal**

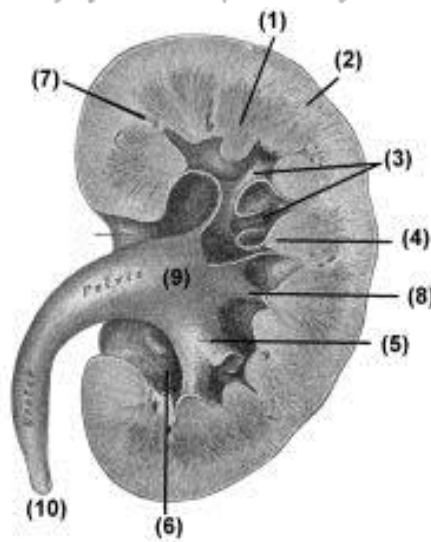
- (1) fascia transversalis, (2) selaput anterior fascia Gerota, (3) peritoneum parietal, (4) lemak perinefrik atau kapsul adiposa, (5) lemak paranefrik, (6) musculus quadratus lumborum, (7) musculus erector spinae (Manski, Dirki., 2015).

### 2.1.2 Anatomi Internal Ginjal

Parenkim ginjal memiliki dua buah komponen, yaitu korteks dan medulla.

Karena bentuk medulla ginjal menyerupai piramida, maka medulla ginjal disebut juga piramida ginjal. Ginjal terdiri dari 7 hingga 9 lobus. Masing-masing lobus memiliki piramida ginjal dan dikelilingi oleh korteks. Masing-masing lobus menyalurkan tubulus collectives ke kaliks masing-masing dan membentuk papilla renalis. Masing-masing ginjal memiliki 7 – 9 kaliks. Parenkim ginjal yang menyerupai korteks di antara piramida ginjal dinamakan kolumna renalis. Urine mengalir dari kaliks ke pelvis renalis menuju ureter.





**Gambar 2.2 Anatomi internal ginjal**

(1) piramida ginjal (medulla renalis), (2) korteks ginjal, (3) kaliks minor, (4) papilla ginjal, (5) kaliks mayor, (6) Sinus, (7) Columna Bertin, (8) Leher Bertin, (9) Pelvis ginjal, (10) Ureter (Manski, Dirk., 2015).

## 2.2 Batu Saluran Kemih

Batu saluran kemih merupakan masalah dunia yang ditemukan pada semua ras dan Negara. Insiden dan prevalensi batu ginjal dapat dipengaruhi oleh genetik, nutrisi, dan faktor lingkungan. Diperkirakan 0.1 – 0.4 % dari populasi dipercaya memiliki batu ginjal setiap tahunnya di Amerika Serikat dan Eropa.

Batu ginjal mengenai hingga 6% dari seluruh wanita dan 12% dari seluruh laki-laki di seluruh Amerika (Cheng et al. 2012). Rasio laki-laki dan perempuan adalah 3 : 1 dengan usia puncak pada dekade 3 hingga dekade 5. Batu ginjal dapat terjadi berulang, dan angka rekurensinya mencapai 75% dalam 20 tahun (Niemann et al. 2008). Secara keseluruhan, prevalensi batu saluran kemih meningkat pada Negara-negara berkembang. Perkiraan pada tahun 2000, jumlah yang dikeluarkan dalam diagnosis dan terapi urolithiasis mencapai \$2.1 juta pada Amerika Serikat sendiri, meningkat lebih dari 50% dari pada dekade sebelumnya (Pearle MS, et al., 2015).

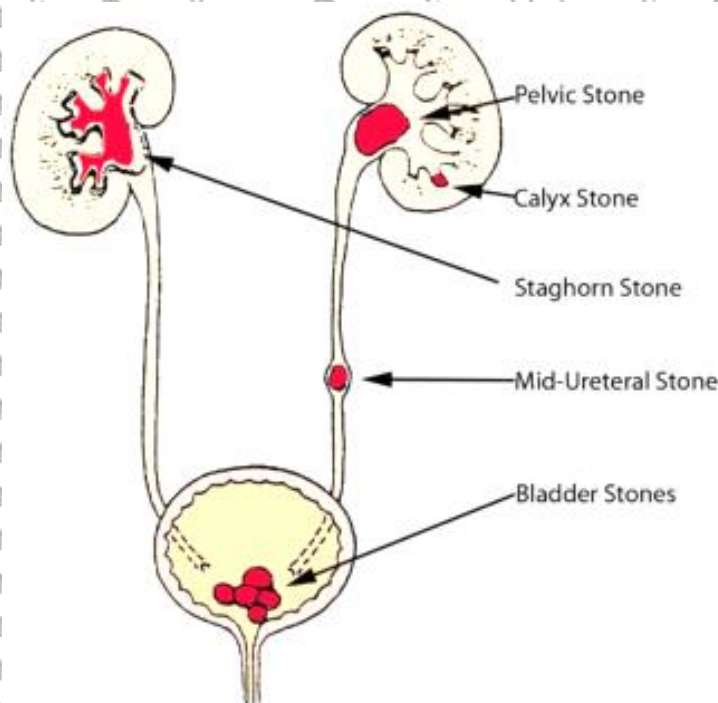
Insiden batu saluran kemih di RS Saiful Anwar Malang sendiri setiap tahun mengalami peningkatan, yaitu sejak tahun 2006 hingga 2009 berturut-turut adalah 234, 265, 278 dan 324 pasien (Primadani, Innes Oktavia., 2011).





Manifestasi klinis dari batu saluran kemih antara lain *flank pain*, yang tergantung dari lokasi dan ukuran batu. Dalam literatur, tidak jelas disebutkan apakah nefrolithiasis tanpa obstruksi dapat menimbulkan gejala. Sebagai tambahan pada lokasi batu, bagian penting lain dari diagnostik adalah mengetahui mengapa batu terbentuk dan mengembangkan terapi untuk mencegah kekambuhan (Niemann et al. 2008).

Batu saluran kemih dapat berada pada ginjal, ureter, dan pada vesica urinaria. Batu ginjal dikategorikan sebagai batu staghorn (mengisi beberapa kaliks mayor dan minor) atau non-staghorn. Lokasi batu non-staghorn dapat dideskripsikan sebagai batu kaliks atau pelvis renalis, sedangkan bila terdapat pada ureter dapat dibedakan menjadi proksimal, tengah, atau distal. Ukuran batu yang berdiameter kurang dari 5 mm memiliki kemungkinan tinggi untuk keluar dengan sendirinya, sedangkan apabila berukuran 5 – 7 mm kemungkinan untuk keluar dengan sendirinya mencapai 50%, dan apabila batu berukuran lebih dari 7 mm seringkali memerlukan intervensi urologi (Evan 2010).



**Gambar 2.3 Lokasi Batu ginjal Staghorn dan non-staghorn.**

Batu staghorn mengisi beberapa sistem *collecting* ginjal. Batu non-staghorn dapat bervariasi dalam ukuran dan dapat ditemukan pada kaliks mayor dan minor, pada pelvis renalis atau pada sepanjang ureter (proksimal, tengah, dan distal). Batu juga dapat ditemukan pada vesica urinaria (Evan 2010).





### 2.2.1 Gejala Klinis Batu Saluran Kemih

Gejala yang paling umum pada obstruksi karena urolithiasis adalah nyeri, dan seringkali bersifat kolik. Lokasi nyeri berkorelasi dengan sisi obstruksi.

Obstruksi pelvis renalis atau ureter proksimal berkaitan dengan flank pain, di mana obstruksi ureter distal terkait dengan nyeri yang menjalar ke testis atau labium. Batu pada *ureterovesical junction* dapat menyebabkan *urgency* dan *suprapubic discomfort* (Goldfarb DS, 2009), dan nyeri dapat menjalar ke pangkal paha dan urogenital (Kambadakone et al. 2010). Batu yang impaksi pada *ureteropelvic junction* akan timbul flank pain (Kambadakone et al. 2010). Mual dan muntah dapat terjadi. Hematuria makros dan mikroskopis dapat berkaitan dengan batu renal atau ureter, walaupun tidak ada obstruksi. Batu staghorn lebih sering menyebabkan infeksi batu saluran kemih yang berulang daripada obstruksi, dan pasien dapat terjadi florid urosepsis (Cheng et al. 2012).

Pemeriksaan fisik seringkali tidak spesifik untuk batu saluran kemih tetapi penting dalam mengevaluasi kondisi yang lain. Pemeriksaan darah dan urine juga penting dalam menilai fungsi ginjal dan status hematologi, khususnya elektrolit, urea nitrogen darah, dan nilai kreatinin mencerminkan status ginjal dan metabolic. Hitung nilai leukosit dapat meningkat sebagai respon infeksi atau stress; nilai hemoglobin dapat menurun pada beberapa kasus penyakit batu saluran kemih yang kronis. Urinalisis dapat terdeteksi adanya hematurian dan pyuria, serta pH urine, yang dapat membantu dalam menentukan manajemen.

Kultur urine pada kasus-kasus infeksi dapat membantu memilih antibiotik yang tepat (Hall PM, 2009).

### 2.2.2 Jenis Batu Saluran Kemih

Terdapat lima tipe dari batu saluran kemih : kalsium, magnesium ammonium fosfat, asam urat, cystine, serta medikasi dan metabolitnya (Tabel 2.1).





**Tabel 2.1. Karakteristik perbedaan tipe pada batu saluran kemih (Cheng et al. 2012)**

Komposisi	Frekuensi (%)	Imaging	Faktor Penyebab	Densitas CT scan
Kalsium	70 – 80	Rasio densitas rasio luas dan morfologi	Mayoritas terdapat hubungan dengan hiperparathyroid, diare kronik, dan distal renal tubular asidosis	1200 – 2800
Magnesium ammonium fosfat (struvit)	15 – 20	Batu staghorn yang meliputi pelvis dan minimal 2 kaliks	Infeksi	600 – 900
Asam urat	5 – 10	Batu asam urat murni radioluscent pada radiografi	Gout, penyakit usus halus, dan BMI tinggi	200 – 450
Cystine	1 – 3	Terdapat focus hipoattenuasi pada CT	Cystinuria	600 – 1100
Medikasi dan metabolitnya	1	Indinavir dapat radioluscent walaupun pada CT	Penggunaan beberapa obat jangka panjang	Radioluscent

**2.2.2.1 Batu Kalsium**

Batu kalsium menempati 70 – 80% dari seluruh batu saluran kemih di Amerika Serikat (Cheng et al. 2012). Batu kalsium oksalat merupakan jenis batu





tersering dari tipe batu kalsium, yang menempati 60% dari seluruh tipe batu (Park S, et al., 2007). Batu kalsium terukur 1700 HU pada CT, dengan batu brushit yang paling padat, terdiri dari kalsium hydrogen fosfat dihidrat (Cheng et al. 2012).

Faktor yang paling signifikan terhadap penyebab terjadinya batu kalsium adalah hipercalciuria (Liebman SE, et al., 2006). Hipercalciuria renal merupakan hasil dari defisiensi reabsorpsi kalsium pada tubulus renalis. Hipercalciuria dapat juga dihasilkan dari absorpsi intestine yang berlebihan pada calcium. Demineralisasi tulang, yang dapat terjadi pada hiperparathyroidisme primer atau immobilisasi lama, dapat menyebabkan reabsorpsi hipercalciuria (Park S, et al., 2007). Proses-proses tersebut saling berkaitan, dan abnormalitas dari metabolisme kalsium pada satu sisi dapat menyebabkan abnormalitas sekunder pada sisi yang lain.

Kondisi mendasari yang lain yang menyebabkan pembentukan batu kalsium termasuk di antaranya adalah metabolisme asam urat yang abnormal (dengan atau tanpa gout primer), hipositraturia (yang mungkin timbul pada diare kronis, asidosis tubulus renal distal, dan penggunaan thiazide), serta hiperoksaluria (Park S, et al., 2007).

Hiperoksaluria disebabkan karena pembentukan batu berbasis kalsium, dapat primer, sekunder, atau idiopatik. Hiperoksaluria primer merupakan penyakit autosomal resesif yang menghasilkan kelainan enzimatik yang mengarah pada peningkatan oksidasi glioksilat menjadi oksalat (Cheng et al. 2012). Penyakit hiperoksaluria sekunder merupakan jenis yang lebih sering terjadi, yang dapat terlihat pada operasi usus, penyakit radang usus, asupan berlebihan dari vitamin C, dan insufisiensi ginjal.

#### **2.2.2.2 Batu Magnesium Ammonium Fosfat (Struvit)**

Batu magnesium ammonium fosfat yang juga dikenal sebagai batu struvit dan berjumlah sekitar 15-20 % dari seluruh batu saluran kemih (Cheng et al.





2012). Batu ini disebabkan karena infeksi saluran kemih yang dihasilkan dari bakteri penghasil urease, seperti spesies *Proteus*, *Pseudomonas*, dan *Klebsiella* serta *enterococcus* (Cheng et al. 2012). Harus diketahui bahwa *Escherichia coli* tidak memproduksi urease. Urease merupakan enzim yang menghidrolisis urea menjadi karbon dioksida dan ammonia, meningkatkan pH urine dan mendorong terbentuknya karbonat. Kalsium karbonat kemudian mengendap dengan struvit, membentuk batu besar yang memenuhi dan mengisi sistem kolektivus ginjal (Worcester & Coe 2008).

Batu struvit meliputi pelvis renalis dan meluas pada minimal dua kaliks yang sering disebut sebagai batu staghorn (Cheng et al. 2012). Batu struvit seringkali asimtomatik tanpa menyebabkan obstruksi (Kambadakone et al. 2010).

### 2.2.2.3 Batu Asam Urat

Batu asam urat berjumlah sekitar 5 – 10% dari seluruh batu asam urat. Hiperurikosuria dan keasaman urine mendorong terjadinya batu asam urat (Cheng et al. 2012). Penyebab tersering adalah gout dan diare kronis. Pasien dengan BMI tinggi atau diabetes memiliki urine yang lebih asam dibandingkan dengan populasi umum (Ekeruo WO, et al. 2004). Batu asam urat radioluscent pada radiografi tetapi dapat diidentifikasi pada CT. Batu asam urat dengan attenuasi rendah pada CT harus dicurigai kuat sebagai komposisi tersebut (Marchiñena, García, et al., 2009).

### 2.2.2.4 Batu Cystine

Batu cystine terjadi pada sekitar 1 – 3 % dari semua batu saluran kemih dan terutama merupakan konsekuensi dari cystinuria, gangguan metabolic permasalahan genetic dari transport renal (Cheng et al. 2012).





Batu sistine sering disebut sebagai “ground-glass” dan dapat radioluscent. Telah dilaporkan bahwa batu cystine *radioopaque* dengan area *luscent* di tengahnya sehingga bermanifestasi pada focus attenuasi rendah pada gambaran CT scan (Kim SC, et al., 2007).

#### 2.2.3.5 Batu akibat Penggunaan Obat




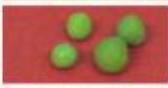


Batu akibat penggunaan obat dapat disebabkan karena penggunaan obat dengan jumlah banyak dan dalam jangka panjang. Indinavir dan obat-obatan inhibitor protease yang digunakan pada pengobatan HIV. Suplemen herbal yang dapat menginduksi batu saluran kemih antara lain ephedrine dan guaifenesin.

Beberapa medikasi dan metabolitnya dapat menghasilkan pembentukan matriks kalkuli. Sebuah penelitian menemukan bahwa hubungan terbanyak pembentukan batu saluran kemih dengan medikasi, adalah berkaitan dengan *indinavir* (52.9%), *triamterene* (18.1%), *sulfonamides* (12.2%), dan *amorphous silica* (10.1%) (Cheng et al. 2012).

Beberapa batu tersebut, termasuk batu akibat indinavir, dapat radioluscent pada CT. Walaupun demikian, jika pemeriksaan CT negatif, riwayat medikasi dan keluhan pasien cukup bagi ahli urologi untuk menerapi secara empiris pasien dengan batu yang disebabkan karena obat-obatan. Jika meragukan, penambahan kontras dapat dilakukan dengan pengambilan fase *delayed*. Batu saluran kemih yang berkaitan dengan indinavir atau batu radioluscent yang lain akan tampak sebagai *filling defect* pada *collecting system* atau ureter (Cheng et al. 2012).





Composition	Frequency of Occurrence	KUB Radiographic Appearance	CT Appearance/Attenuation (HU)	Associated Etiologic Factors
 Calcium oxalate monohydrate and dihydrate (calcium oxalate dihydrate)	40%–60%	Radiopaque	Opacified/ 1700–2800	Underlying metabolic disorder (eg, idiopathic hypercalcuria or hyperoxaluria)
 Hydroxyapatite (calcium phosphate)	20%–60%	Radiopaque	Opacified/ 1200–1600	Usually no metabolic abnormality
 Brushite	2%–4%	Radiopaque	Opacified/ 1700–2800	...
 Uric acid	5%–10%	Radiolucent	Opacified/ 200–450	Idiopathic hyperuricemia or hyperuricosuria
 Struvite	5%–15%	Radiopaque	Opacified/ 600–900	Renal infection
 Cystine	1%–2.5%	Mildly opaque	Opacified/ 600–1100	Renal tubular defect

**Gambar 2.4** Gambar ilustrasi batu saluran kemih dan deskripsi gambaran radiologis umum  
 (Kambadakone et al. 2010).

Pada penelitian yang dilakukan oleh Sanavi dan kawan-kawan pada tahun 2013 menggunakan wilayah *Region of Interest* (ROI) minimal 8 mm<sup>2</sup>, meliputi luas permukaan terbesar dari batu tetapi sebisa mungkin menghindari tepi dari batu (Sanavi C, et al., 2013).

### 1.3 Pencitraan Batu Saluran Kemih Konvensional

Pencitraan foto polos abdomen sebagai modalitas pencitraan pertama kali yang dilakukan untuk mengevaluasi nefrolithiasis memiliki keterbatasan pada beberapa faktor, seperti udara usus, kalsifikasi ekstrarenal, dan pasien yang berukuran besar. Faktor-faktor tersebut dapat mengurangi sensitivitas dari foto polos abdomen dalam mendeteksi batu saluran kemih (Kambadakone et al. 2010). Namun bagaimanapun juga, foto polos BOF sangat bermanfaat untuk rencana tindakan SWL dengan guiding fluoroskopi dan untuk monitor kondisi fragmen batu setelah dilakukan SWL, ureteroskopi, dan PCNL (Kambadakone et al. 2010).





Angka kegagalan IVU (*Intravenous Urography*) dalam mendeteksi batu saluran kemih adalah 31 – 48% kasus dan terdapat risiko yang berkaitan dengan materi kontras iodium yang diinjeksikan. Walaupun memiliki kelebihan dengan biaya yang murah, ultrasonografi memiliki keterbatasan diagnostik dalam pemeriksaan pasien dengan kecurigaan batu saluran kemih, walaupun dilakukan oleh radiologist yang berpengalaman, antara lain dalam evaluasi batu ureter distal (Kambadakone et al. 2010). Pencitraan sonografi endovaginal dan transperineal telah diteliti sensitive dalam mendeteksi batu kecil pada ureter distal, akan tetapi sangat tergantung dari operator dan jarang digunakan (Mitterberger M, et al., 2007).

#### 2.4 Peranan CT Scan dalam Mendeteksi Batu Saluran Kemih

Pada tahun 1995, Smith et al pertama kali mendeskripsikan teknik CT scan tanpa kontras untuk mendeteksi urolithiasis pada pasien dengan *flank pain* dan hematuria (Niemann et al. 2008).

Pemeriksaan CT scan tanpa kontras pada departemen gawat darurat dalam mengevaluasi urolithiasis mencapai lebih dari 20% dari seluruh pemeriksaan CT, dalam mengevaluasi nyeri abdomen akut (Cheng et al. 2012). Ct scan dapat mengukur attenuasi batu, mengevaluasi efek sekunder dari obstruksi, dan menggambarkan anatomi yang relevan untuk kepentingan tindakan pembedahan, serta dapat mendeteksi penyebab lain dari nyeri atau kelainan patologis yang lain (Gambar 2.6).





**Gambar 2.5 CT scan kontras potongan transversal.**

CT scan menunjukkan batu renal (panah) pada pole tengah ginjal kiri. *Renal cell carcinoma* (kepala panah) juga diidentifikasi pada pertengahan ginjal kiri (Cheng et al. 2012)

Teknologi *Multidetector* CT yang lebih jauh dapat memperoleh data volume, dapat menghasilkan multiplanar dan evaluasi tiga dimensi dari data tersebut. Identifikasi jumlah, ukuran, dan lokasi batu serta menentukan adanya hidronefrosis (karena obstruksi) merupakan hal yang rutin dilaporkan pada *multidetector* CT. Sebagai tambahan, multidetector CT dapat membantu dalam memeriksa tingkat kerapuhan batu dan komposisi batu dengan menggunakan pengukuran attenuasi dan karakteristik struktur internalnya (Kambadakone et al. 2010).

STRUCTURED CT REPORT TEMPLATE FOR UROLITHIASIS	
<b>DEMOGRAPHIC DETAILS:</b>	
Name: _____	Age: _____ Sex: _____
Date of Examination: _____	
Indication for CT study: _____	
Prior comparison CTs: _____	
<b>FINDINGS:</b>	
Stones present: Y / N	
Number of stones: _____	
Location:	<ol style="list-style-type: none"><li>1. Side: L / R</li><li>2. Kidney: Upper pole / Mid pole / Lower pole / Renal pelvis / Staghorn</li><li>3. Ureteropelvic junction</li><li>4. Ureter: Proximal (i.e. above sacroiliac vessels), distal (i.e. below sacroiliac vessels), ureterovesical junction</li><li>5. Bladder</li></ol>
Size (mm): _____	Volume (cc): _____ Density (HU): _____
Internal structure: Homogeneous / Heterogeneous	
Stone to skin distance (cm): _____	
<b>Secondary signs:</b>	
<ol style="list-style-type: none"><li>a) Hydronephrosis / Hydroureter</li><li>b) Perinephric stranding</li><li>c) Periureteral stranding</li><li>d) Delayed renal excretion</li></ol>	
Radiation dose: _____	
Impression: _____	

**Gambar 2.6 Contoh laporan pemeriksaan radiologi dari urolithiasis dengan multidetector CT** (Kambadakone et al. 2010).

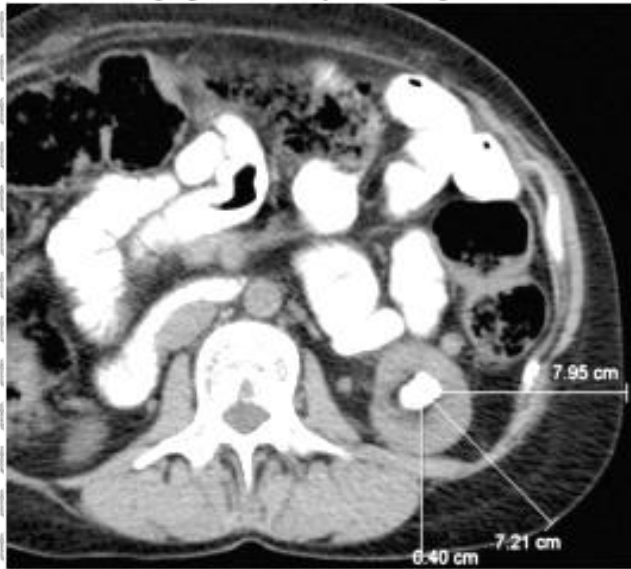




CT scan tanpa kontras merupakan pilihan modalitas pencitraan pada pasien dengan flank pain yang akut (Bhatt et al. 2015), menggantikan modalitas yang lain seperti radiografi, ultrasonografi, dan *excretory urography*. CT memiliki sensitivitas tinggi dalam mendeteksi batu saluran kemih, cepat, tidak membutuhkan kontras iodine, dan dapat mengidentifikasi kelainan lain di luar saluran kemih (Kambadakone et al. 2010). Beberapa penelitian telah menunjukkan ketinggian sensitivitas (97%) dan spesifisitas (95%) CT scan dalam mendeteksi batu saluran kemih, dan diagnosis lain yang ditemukan pada 10 hingga 24% pasien dengan *flank pain* akut (Hoppe H. 2006). CT scan tanpa kontras juga dapat meningkatkan kemampuan untuk perencanaan terapi dan mengevaluasi rekurensi terjadinya batu setelah terapi (Kambadakone et al. 2010).

CT scan memiliki beberapa keuntungan dibandingkan dengan teknik pencitraan yang lain (seperti radiografi, *excretory urography*, dan ultrasonografi) dalam mengevaluasi urolithiasis, termasuk di antaranya adalah kecepatan, tanpa persiapan, tidak dibutuhkannya kontras, sensitivitas yang tinggi dalam mendeteksi batu ukuran kecil, dan kemampuan untuk mendiagnosis abnormalitas yang lain di luar saluran kemih (Kambadakone et al. 2010). Tidak hanya menyajikan keakuratan diagnosis, CT scan juga dapat memberikan informasi lain yang dapat membantu keputusan terapi, seperti ukuran batu, lokasi, densitas batu, heterogenitas dan perkiraan komposisi batu, serta jarak batu dengan kulit atau *skin-to-stone distance* (SSD) (Kambadakone et al. 2010).





**Gambar 2.7 Pengukuran SSD pada laki-laki usia 65 tahun dengan batu pada pole bawah ren kiri.**

Pada CT scan potongan aksial tanpa kontras, jarak antara pertengahan batu dengan permukaan kulit pada sudut  $0^{\circ}$ ,  $45^{\circ}$ , dan  $90^{\circ}$  berturut-turut adalah 6.4, 7.21 dan 7.95 cm (Kambadakone et al. 2010).

Ukuran batu yaitu dengan melaporkan dimensi terpanjang dari batu hingga millimeter terdekat, dan dapat digunakan untuk merencanakan terapi dan memprediksi kemungkinan untuk keluar secara spontan (Preminger GM et al. 2007). Terdapat banyak metode yang berkembang untuk mengukur volume batu, baik manual atau semiotomatis, yang berguna untuk batu dengan bentuk yang irregular, dan memprediksi *outcome* pasien (Bandi G, et al., 2009). Pengukuran batu pada CT digunakan untuk perencanaan terapi dan juga membantu memprediksi kemampuan batu ureter untuk keluar secara spontan. Pengukuran batu secara akurat sangat penting karena dapat membantu menentukan apakah pasien akan dilakukan terapi ekspulsif medis atau intervensi urologi (Kambadakone et al. 2010). Pengukuran diameter terbesar batu menggunakan millimeter terdekat pada CT. Pengukuran yang paling akurat untuk batu saluran kemih adalah dengan menggunakan *setting bone window* (1120/300) (Eisner BH, et al., 2009). Pengukuran volume batu secara tiga dimensi dapat mengurangi kemungkinan kesalahan pengukuran pada batu dengan bentuk yang irregular seperti pada batu staghorn, karena pengukuran volume secara tiga dimensi









(a) CT scan potongan aksial pengaturan *abdominal window* menunjukkan adanya batu staghorn (panah). (b) CT scan resolusi tinggi *bone window* menunjukkan adanya area yang tidak homogen dengan attenuasi rendah pada batu (Kepala panah) (Kambadakone et al. 2010).

Komposisi batu memegang peranan penting dalam manajemen terapi yang tepat. Sebagai contoh, alkalisasi urine merupakan terapi lini pertama untuk pasien dengan batu asam urat (Preminger GM et al. 2007), sedangkan SWL (*shockwave lithotripsy*) sulit dilakukan pada batu-batu dengan cystein dan kalsium (Perks AE, et al., 2008). Pengukuran CT sendiri juga merupakan pemeriksaan yang paling akurat dalam mengidentifikasi batu asam urat murni (Bhatt et al. 2015).

Walaupun banyak keuntungan dari multidetector CT, namun CT scan memiliki tingkat risiko radiasi yang tinggi (Katz et al. 2003), terutama pada pasien usia muda, yang dilakukan pemeriksaan CT scan berulang karena penyakit batu yang berulang dan akibatnya memiliki ekpose kumulatif seumur hidup yang tinggi (Ciaschini et al. 2009). Telah dilaporkan bahwa dosis radiasi efektif pada CT tanpa kontras berkisar antara 2.8 hingga 13.1 mSv untuk laki-laki dan 4.5 hingga 18 mSv untuk wanita, yang kesemuanya lebih tinggi daripada *excretory urography* (1.5 mSv untuk tiga film dan 2.1 mSv untuk 6 film) (Kambadakone et al. 2010).

## 2.5 Strategi Menurunkan Dosis Radiasi CT Scan tanpa Kontras

Terminologi dan pengukuran dosis radiasi sebagai dasar pengetahuan diperlukan untuk mengetahui bagaimana dosis CT dapat dioptimalkan. Terdapat berbagai setting proses scanning yang dapat mempengaruhi ekpose radiasi pasien. Termasuk beberapa di antaranya yang terpenting adalah hasil *tube current* dan waktu (miliampere-seconds [mAs]), potensial puncak dari tabung (kVp) dan pitch. Hasil produk dari *tube current* (mA) dan waktu (seconds) menunjukkan aliran foton dan secara langsung mempengaruhi jumlah dosis CT.

Potensial puncak dari tabung menjelaskan mengenai energi sinar-X; perkiraan dosis radiasi berhubungan dengan kuadrat dari potensial tabung.





Namun bagaimanapun juga, kVp memiliki efek yang lebih besar pada dosis radiasi dibandingkan dengan mAs. Pitch merupakan rasio dari *table feed* dan *gantry rotation*, yang berkebalikan dengan dosis CT. Beberapa parameter scanning lain (contohnya kolimasi) juga mempengaruhi dosis radiasi namun modifikasi tersebut jarang dilakukan untuk mengurangi dosis radiasi (Kulkarni NM, et al., 2013).

Pengukuran untuk menghitung ekspos radiasi dan dosis yang diterima pasien secara umum tidak dilaporkan. Index dosis CT atau CTDI (mGy) merupakan pengukuran dosis CT yang spesifik yang independen berdasarkan panjang total scan. Pengukuran rata-rata CTDI yang dibuat di sisi perifer dan center dari phantom, disebut sebagai CTDI<sub>w</sub>. Penghitungan volume CTDI atau CTDI<sub>vol</sub> untuk nilai pitch yang berbeda pada helical scanning (CTDI<sub>w</sub>/pitch). Dan pada akhirnya, Dose Length Product (DLP) dalam mGy cm merupakan produk dari CTDI<sub>vol</sub> (Kulkarni NM, et al., 2013). Dosis efektif adalah 0.015 dikalikan dengan Dose Length Product (DLP) (Goldman & Maldjian 2013).

Dosis efektif (mSv) dapat menunjukkan potensi terjadinya gangguan atau risiko kanker dari pemeriksaan CT scan. Dosis efektif dapat dihitung dari DLP dengan menggunakan faktor konversi (faktor k), yang dapat dilakukan untuk mengevaluasi dosis organ demi organ (Bushberg JT, et al., 2012).

Terdapat berbagai pendekatan dalam mengurangi radiasi pada CT untuk batu saluran kemih. Implementasi strategi untuk tercapainya pengurangan dosis pada setiap tahapan protocol CT dapat mengurangi dosis radiasi pada masing-masing pemeriksaan CT.

### 2.5.1 Membatasi Daerah Scanning

Membatasi daerah *scanning* merupakan tahapan yang baik dan menguntungkan dalam penilaian evaluasi. Secara rutin, pengambilan gambar untuk batu saluran kemih adalah dari atas diafragma hingga dasar pelvis. Pengurangan daerah *scanning* dengan hanya ginjal, ureter, dan kandung kemih





(contohnya scanning dari atas ginjal hingga dasar kandung kemih) dapat mengurangi dosis radiasi (Kalra MK, et al., 2004). Pembatasan daerah *scanning* untuk urolithiasis rutin pada area yang dikehendaki juga dapat meminimalkan dosis radiasi (contohnya *scanning* hanya pada area ginjal untuk mengetahui beban batu residu setelah intervensi urologi) (Kambadakone et al. 2010).

### 2.5.2 Penggunaan Potongan 5 mm

Penggunaan potongan ketebalan 5 mm untuk akuisisi diagnostik yang dilengkapi dengan gambar reformat koronal 2.5 – 3 mm merupakan pendekatan lain untuk mengurangi dosis radiasi tanpa menurunkan kualitas gambar dalam mendeteksi batu saluran kemih. Penelitian telah menunjukkan bahwa penggunaan potongan 5 mm daripada potongan rutin 1-3 mm dapat menurunkan dosis sekitar 30 – 50% (Kambadakone et al. 2010).

### 2.5.3 Penambahan Pitch

Pitch (yang didefinisikan sebagai jarak pergerakan meja pada sekali rotasi 360<sup>0</sup>) berbanding terbalik dengan dosis radiasi yang diterima pasien. Pitch yang lebih besar dapat menurunkan dosis radiasi. Hubungan antara pitch dan dosis radiasi adalah linier. Secara spesifik, penambahan pitch dari 1.0 menjadi 1.5 akan menurunkan dosis radiasi yang diterima pasien sebesar 33% (Coursey A., 2008).

Lebih jauh lagi, penambahan pitch, dapat membantu mengurangi dosis dari pemeriksaan CT yang mencurigai adanya batu saluran kemih. Ekspose radiasi CT berkaitan langsung dengan *tube current* sinar x dan waktu (mAs), namun dapat meningkatkan noise gambar serta mengurangi kualitas gambar (Hamm M, et al., 2002). Spielmann et al. (2002) menunjukkan bahwa batu saluran kemih dengan ukuran 2 mm dapat diidentifikasi pada CT scan 60 mAs.





Pada multidetector CT, index CT scan menurun dari 14.9 mGy pada 170 mAs menjadi 5.2 mGy pada 60 mAs. Hamm et al. (2002) menggunakan protocol 70 mAs, ketebalan 5 mm, dan pitch 2.0 pada single detector dan dilaporkan memiliki tingkat akurasi yang tinggi pada 109 pasien.

#### 2.5.4 CT Dosis Rendah (*Low Dose CT*)

Lebih jauh, protokol *low-dose* telah dikembangkan (Jin et al. 2010) dengan hanya menurunkan sedikit angka sensitivitas dalam mendeteksi penyakit saluran kemih dan bukan saluran kemih.

Beberapa penelitian telah melihat *efficacy diagnostic* pada CT *low dose* pada kolik renal, dan terdapat bermacam protokol yang telah dideskripsikan dapat menurunkan dosis radiasi efektif hingga 95% menjadi 0.5 – 3.5 mSv (Kim, BS, et al., 2005). CT scan *low dose* dapat meningkatkan *noise* pada gambar, tetapi dapat menurunkan dosis radiasi pada kasus kolik renal, karena kontras yang tinggi antara batu saluran kemih dengan jaringan lunak disekitar traktus urinarius yang memiliki densitas rendah.

Dahulu, setting CT yang *fixed* (contoh pada kVp dan mAs) menghasilkan area attenuasi yang rendah seperti pada pertengahan abdomen menerima ekspose radiasi yang sama tinggi dengan area attenuasi yang tinggi seperti pelvis. Hal ini merupakan metode yang tidak efektif karena terdapat beberapa area yang memiliki paparan radiasi yang terlalu tinggi, tanpa keuntungan dalam hal kualitas gambar, sedangkan area lain berpotensi kurang terekspose, *noise* gambar yang tinggi, dan berkurangnya kualitas gambar yang dihasilkan.

Penurunan dosis CT dapat meningkatkan *noise* pada gambar (Silva et al. 2010).





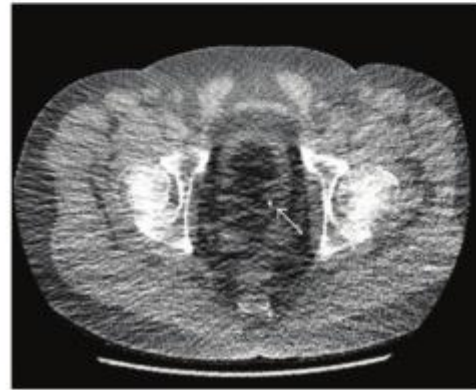
(a)



(b)



(c)



(d)

**Gambar 2.10 Seorang laki-laki 25 tahun dengan nyeri pinggang kiri.**

(a) Foto polos abdomen menunjukkan batu ginjal pada pole atas ginjal kiri (dosis perkiraan 0,7 mSv). (b) Foto polos pelvis tidak menunjukkan adanya batu. CT KUB low-dose (dosis efektif 0,5 mSv) (c) dan (d) teridentifikasi jelas batu pada pole atas ren kiri ukuran kurang lebih 5 mm dan batu pada ureteropelvic junction kiri ukuran kurang lebih 4 mm (Mc Laughlin et al. 2012).

Pada penelitian 106 pasien yang dipublikasikan pada AJR, Tack et al (2002) lebih jauh ingin mengurangi dosis pada multidetector CT untuk kecurigaan batu saluran kemih dengan cara menurunkan dosis hanya dengan 30 mAs pada 120 kVp. Akurasi cukup tinggi, antara 93 – 98% dengan tiga orang radiolog yang menginterpretasikan penelitian tersebut, dengan tingkat interobserver agreement yang cukup tinggi. Dosis efektif rata-rata diestimasi hanya 1.2 mSv untuk laki-laki dan 1.9 mSv untuk wanita (Tack et al. 2003).

Tack et al (2003) menggunakan ketebalan gambar 2.5 mm dan rekonstruksi potongan 3 mm pada tambahan 2 mm. Mereka percaya bahwa ketebalan potongan tersebut adalah yang ideal untuk multidetector CT dan menyarankan penggunaan ketebalan tersebut (dikombinasikan dengan rekonstruksi multiplanar) untuk akurasi yang tinggi pada penelitian tersebut dibanding dengan





yang lain, single detector helical CT. Pada institusi di tempat tersebut, jika terdapat pasien dengan suspek batu saluran kemih, maka dilakukan pengambilan gambar dengan ketebalan 5 mm pada scanner multidetector. Institusi tersebut dapat secara rutin mengidentifikasi batu ginjal dan ureter dengan diameter sekitar 1 mm pada potongan 5 mm.

### Pengaruh BMI (Body Mass Index)

Penelitian terdahulu terbatas pada pasien dengan berat badan rendah karena terdapat dugaan adanya penurunan kualitas gambar pada pasien obesitas. Beberapa penelitian selanjutnya memasukkan beberapa pasien dengan obesitas (BMI > 30 - 35), menunjukkan bahwa terdapat penurunan sensitivitas CT scan dosis rendah untuk mendeteksi batu ureter. Penelitian tersebut menyarankan tetap menggunakan CT scan dosis standard dengan radiasi yang lebih tinggi pada populasi pasien dengan BMI > 30 untuk mencapai kualitas gambar yang memadai (Poletti et al. 2007). Saat ini, AUA (*American Urological Association*) merekomendasikan untuk menggunakan protokol CT scan dosis rendah (<4 mSv) untuk pasien-pasien dengan BMI 30 kg/m<sup>2</sup> atau kurang (Fulgham et al. 2013).

## **2.6 Diagnosis Banding Batu Saluran Kemih pada CT Scan**

### **2.6.1 Nefrokalsinosis**

Istilah nefrokalsinosis digunakan untuk mendeskripsikan berbagai gambaran kalsifikasi parenkim ginjal. Nefrokalsinosis mudah diidentifikasi pada pemeriksaan melalui ultrasonografi dan CT, yang mana lebih sensitif untuk mendeteksi kalsifikasi parenkim yang kecil daripada radiografi (Ronald J, Zagoria., 2004).

Nefrokalsinosis dapat dibagi menjadi dua subtype, yaitu *medullary* dan *cortical*. Pada nefrokalsinosis *cortical*, kalsifikasi terbatas di perifer 1-2 cm pada



parenkim ginjal. Kalsifikasi seringkali muncul dengan gambaran “eggshell” yang mengelilingi tepi ginjal. Pada beberapa kasus, ginjal berukuran kecil pada nefrokalsinosis *cortical*. Sedangkan pada nefrokalsinosis *medullary*, perifer parenkim ginjal tidak terlibat, hanya terbatas pada piramida ginjal, yang membentuk bentuk segitiga (Ronald J, Zagoria., 2004).



**Gambar 2.11 CT Scan pasien yang menunjukkan adanya kalsifikasi medulla yang difus, didiagnosis sebagai nefrokalsinosis *medullary***

(Ronald J, Zagoria., 2004).

Penyebab terbanyak dari nefrokalsinosis *cortical* adalah *renal cortical necrosis* dan glomerulonefritis kronis. *Renal cortical necrosis*, yang merepresentasikan kematian korteks ginjal dengan tanpa disertai keterlibatan medulla, dapat dihasilkan dari beberapa kondisi akibat syok akut dan jangka panjang. Hal ini seringkali terjadi pada wanita hamil dengan perdarahan pada trimester ketiga karena *abruptio placenta* atau *placenta previa*. Nefrokalsinosis *cortical* juga bisa terjadi pada glomerulonefritis kronis, transplantasi ginjal yang mengalami *rejection*, Alport's syndrome, hiperoksaluria primer yang berat, hiperkalsemia paraneoplastik yang kronis, dan infeksi yang berkaitan dengan sindrom immunodefisiensi karena *cytomegalovirus*, *Mycobacterium avium-intracellulare*, atau *Pneumocystis carinii* (Kim, Seung Hyup., 2012).

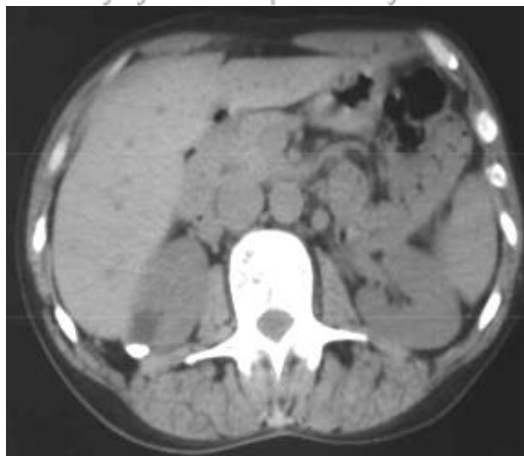
### 2.6.2 Milk of Calcium Cyst





*Milk of calcium cyst* merupakan suspensi yang kental dari kalsium karbonat, kalsium fosfat, kalsium oksalat, dan terkadang disertai dengan ammonium fosfat. Etiologi dari *Milk of calcium cyst* tidak diketahui secara pasti, akan tetapi obstruksi dan inflamasi merupakan kunci utama dari faktor penyebabnya (Khan, SAA, et al., 2012).

Obstruksi dan stagnansi urin kemungkinan akan menghasilkan supersaturasi dari garam kalsium dan berakibat terbentuknya mikrolith dari kalsium. Karena adanya ketidakseimbangan pembentukan batu dan faktor-faktor penghambat maka akan mengakibatkan terhambatnya agregasi dari mikrolith tersebut. Oleh karena itulah mengapa mikrolith tidak mengalami penambahan ukuran (Khan, SAA, et al., 2012).



**Gambar 2.12 CT scan non kontras posisi supine, potongan aksial pada ginjal menunjukkan adanya kista dengan attenuasi rendah pada korteks sisi posterior dari ginjal kanan yang mengandung *milk of calcium*, dengan lapisan fluid-fluid level**

(Khan, SAA, et al., 2012).

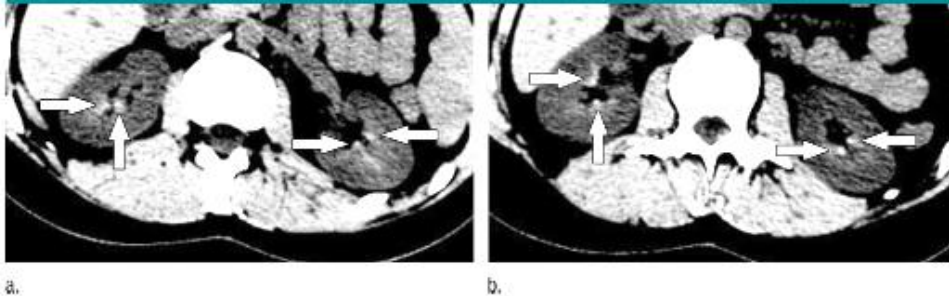
### 2.6.3 *Randal's Plaque*

Agar dapat membedakan antara *Randal's plaque* dengan batu saluran kemih, penting untuk mengetahui lokasi dari *plaque* tersebut. Terdapat pembuluh darah dan *collecting duct* yang berjalan bersama. Sebuah penelitian dengan menggunakan mikroskop electron menunjukkan bahwa kalsifikasi yang berkaitan dengan *Randal's plaque* berhubungan dengan pembuluh darah (Ciftçioglu N, et al., 2008), sedangkan penelitian lain menunjukkan dekatnya struktur ini dengan





collecting duct (Evan AP, et al., 2009). Beberapa penelitian memperlihatkan *Randall's plaque* sebagian besar berada pada ujung papilla (Thomas Chi, et al., 2012).

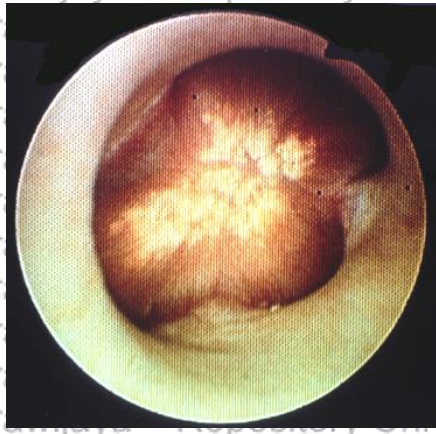


**Gambar 2.13. Gambar CT scan tanpa kontras wanita usia 20 tahun dengan hematuria.**

Lebih dari separuh piramida medulla ginjal (panah) pada kedua ginjal. (a. pole atas; b. pole bawah) memiliki attenuasi yang lebih tinggi daripada parenkim ginjal di sekelilingnya. Hiperatenuasi pada medulla ginjal secara kualitatif telah dideskripsikan sebagai distribusi yang difus dan memiliki derajat yang sama pada kedua ginjal (Rahi Kumar, et al., 2010).

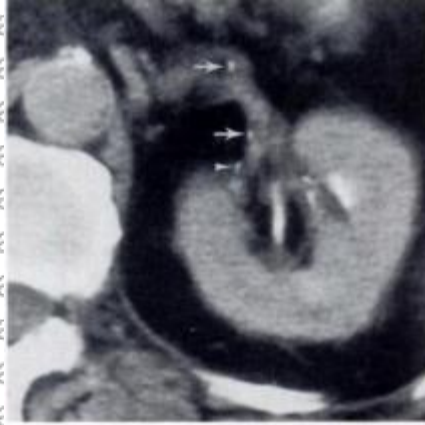
Batu ginjal merupakan kalsifikasi dengan floating bebas yang menyumbat urine pada *collecting system*. Sedangkan *Randall's plaque* merupakan agregasi dari susunan kalsium yang melekat dengan papilla renal. Definisi dari *Randall's plaque* apabila dimensi terbesarnya kurang dari 2 milimeter, dan minimal separuh dari kalsifikasi *Randall's plaque* dikelilingi oleh parenkim ginjal. Pada ultrasonografi, kalsifikasi yang kecil dengan *postacoustic shadowing* di dekat dengan ujung papilla tanpa disertai dengan kejadian hidronefrosis, dinamakan *Randall's plaque* apabila tanpa ditemukan gejala kolik renal (Chi, Thomas, et al., 2012).





**Gambar 2.14. Gambaran endoskopi pada papilla renal dengan gambaran creamy yang khas pada Randall's Plaque pada pertengahan papilla**  
(Chi, Thomas, et al., 2012).

#### 2.6.4 Kalsifikasi Arteri Renalis



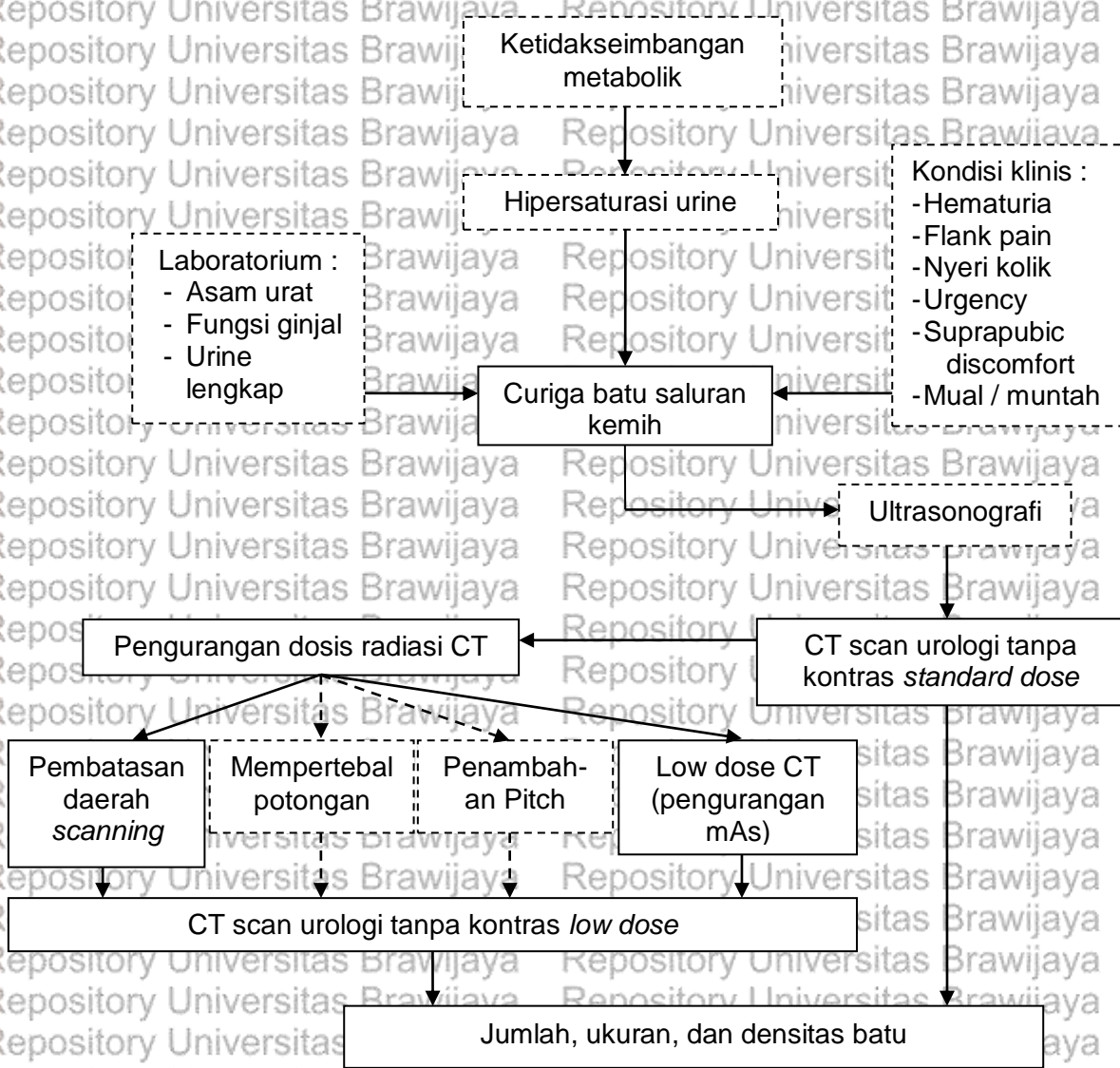
**Gambar 2.15 CT scan menunjukkan adanya kalsifikasi pada distal segmen dari arteri renalis kiri**  
(Siegel, Cary Lynn et al., 1994).



## BAB 3

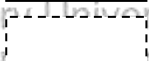
# KERANGKA KONSEP DAN HIPOTESIS

### 3.1 Kerangka Konsep



Keterangan :

 : Diteliti

 : Tidak diteliti







Adanya ketidakseimbangan metabolik akan mengakibatkan hipersaturasi urine, dan dapat mengakibatkan batu saluran kemih. Adanya kondisi klinis yang mengarah pada batu saluran kemih, seperti hematuria, flank pain, nyeri kolik, urgency, suprapubic discomfort, serta mual atau muntah, ditambah dengan dukungan hasil laboratorium seperti fungsi ginjal, asam urat, dan urine lengkap, dapat mengarahkan kecurigaan batu saluran kemih.

Batu pada saluran kemih pada ultrasonografi akan terlihat adanya gambaran hiperechoic dengan acoustic shadow, atau dapat terlihat tanda sekundernya seperti hidronefrosis.

Pemeriksaan CT scan dapat terlihat adanya jumlah dan ukuran batu, serta pengukuran densitas pada batu.

### 3.2 Hipotesis

Terdapat kesesuaian pada jumlah, ukuran, dan densitas batu saluran kemih antara CT scan tanpa kontras dosis standard dan dosis rendah.





## BAB 4

### METODE PENELITIAN

#### 4.1 Rancangan Penelitian

Jenis penelitian yang digunakan adalah uji diagnostik dengan pendekatan secara *cross sectional* untuk menilai akurasi CT scan urologi tanpa kontras dosis rendah dibandingkan dengan CT scan urologi tanpa kontras dosis standard dalam mendeteksi batu saluran kemih di RSUD Dr. Saiful Anwar Malang.

#### 4.2 Tempat dan Waktu Penelitian

Penelitian ini dilakukan di ruang CT scan Departemen Radiologi RSUD Dr. Saiful Anwar Malang, mulai bulan Januari 2017 hingga Mei 2017, setelah mendapat persetujuan dari Komite Etik.

#### 4.3 Populasi dan Sampel Penelitian

##### 4.3.1 Populasi Penelitian

Semua pasien dengan kecurigaan batu saluran kemih sesuai kriteria inklusi dan berobat di poliklinik Urologi RSUD Dr. Saiful Anwar Malang mulai bulan Januari 2017 hingga Mei 2017.

##### Kriteria Inklusi :

- Pasien dengan kecurigaan batu saluran kemih secara klinis, laboratorium dan USG
- Usia > 20 tahun
- Bersedia menjadi subyek penelitian





**Kriteria Eksklusi :**

- Pasien hamil
- Pasien dengan pengobatan rutin indinavir
- Pasien ditemukan massa pada USG

**4.3.2 Sampel Penelitian**

**4.3.2.1 Besar Sampel**

Besar sampel yang dibutuhkan ditentukan dengan menggunakan rumus Lemeshow (Hidayat, Anwar. 2012) :

$$N = \frac{(Z_{\alpha})^2 \cdot p \cdot q}{d^2} = \frac{Z_{\alpha \cdot p \cdot (1-p)}}{d^2} = \frac{(1,96)^2 \cdot 0,042 \cdot 0,958}{(0,1)^2}$$

$$= \frac{0,154}{0,01} = 15,45 \approx 16 \text{ sampel}$$

Keterangan :

n = jumlah sampel minimal yang diperlukan

Z<sub>α</sub> = derajat kepercayaan 5% (α=0,05) → 1,96

p = proporsi (0,042)

q = 1-p (0,958)

d = limit dari error atau presisi absolut





#### 4.3.2.2 Teknik Pengambilan Sampel

Teknik pengambilan sampel adalah dengan teknik *consecutive sampling*, yaitu setiap pasien yang memenuhi kriteria inklusi dimasukkan dalam penelitian sampai kurun waktu tertentu, sehingga jumlah pasien yang diperlukan terpenuhi.

#### 4.4 Instrumen dan Metode Penelitian

Keseluruhan subyek diperiksa dengan CT scan Toshiba Aquillion 128-slice di

Ruang CT scan Departemen Radiologi RSUD Dr. Saiful Anwar Malang.

Peneliti di bantu oleh dua ahli radiologi yang akan melihat jumlah, ukuran, dan densitas batu pada saluran kemih (dengan CT scan dosis rendah, kemudian CT scan dosis standard secara acak), tanpa mengetahui identitas, usia, dan demografi pasien.

#### 4.5 Variabel Penelitian

##### 4.5.1 Variabel Bebas

Prosedur CT scan urologi tanpa kontras (dosis rendah dan dosis standard).

##### 4.5.2 Variabel Tergantung

1. Jumlah batu

2. Ukuran batu

3. Densitas batu





#### 4.6 Definisi Operasional

1. Batu saluran kemih adalah batu yang terdapat di calyx, pelvis renalis, ureter, dan vesica urinaria.
2. CT scan dosis standard adalah CT scan yang dilakukan dengan 120 kVp, mAs otomatis (39 – 93 mAs), *Thickness* 0.5 mm, *Pitch* 1.0, dengan area *scanning* mulai basis diafragma hingga pertengahan symphysis pubis.
3. CT scan dosis rendah adalah CT scan yang dilakukan dengan 120 kVp, untuk pasien dengan BMI  $\leq$  30 menggunakan 31 mAs, sedangkan pasien dengan BMI  $>$  30 menggunakan 50 mAs, *Thickness* 0.5 mm, *Pitch* 1.0, dengan area *scanning* mulai basis diafragma hingga pertengahan symphysis pubis.
4. Jumlah batu adalah jumlah batu saluran kemih yang ditemukan pada satu pasien
5. Ukuran batu adalah ukuran terbesar dalam millimeter masing-masing batu saluran kemih pada potongan aksial.
6. Densitas batu adalah bilangan *Hounsfield Unit* pada batu terbesar dari masing-masing pasien (diambil pada pertengahan batu), dengan ROI minimal  $8 \text{ mm}^2$ .

#### 4.7 Cara Kerja

1. Penelitian akan dikerjakan setelah mendapatkan persetujuan dari komite etik Fakultas Kedokteran Universitas Brawijaya/RSU Dr. Saiful Anwar Malang.
2. Pasien dari Poli Urologi yang dimintakan CT scan urologi tanpa kontras dan memenuhi kriteria inklusi akan di anamnesa, diberikan penjelasan





selengkapnya, dan diminta menandatangani lembar persetujuan (*Informed Consent*).

3. Pasien ditimbang berat badannya, untuk menentukan BMI (*Body Mass Index*).

4. Dilakukan pemeriksaan CT scan urologi tanpa kontras dosis standard dan dosis rendah.

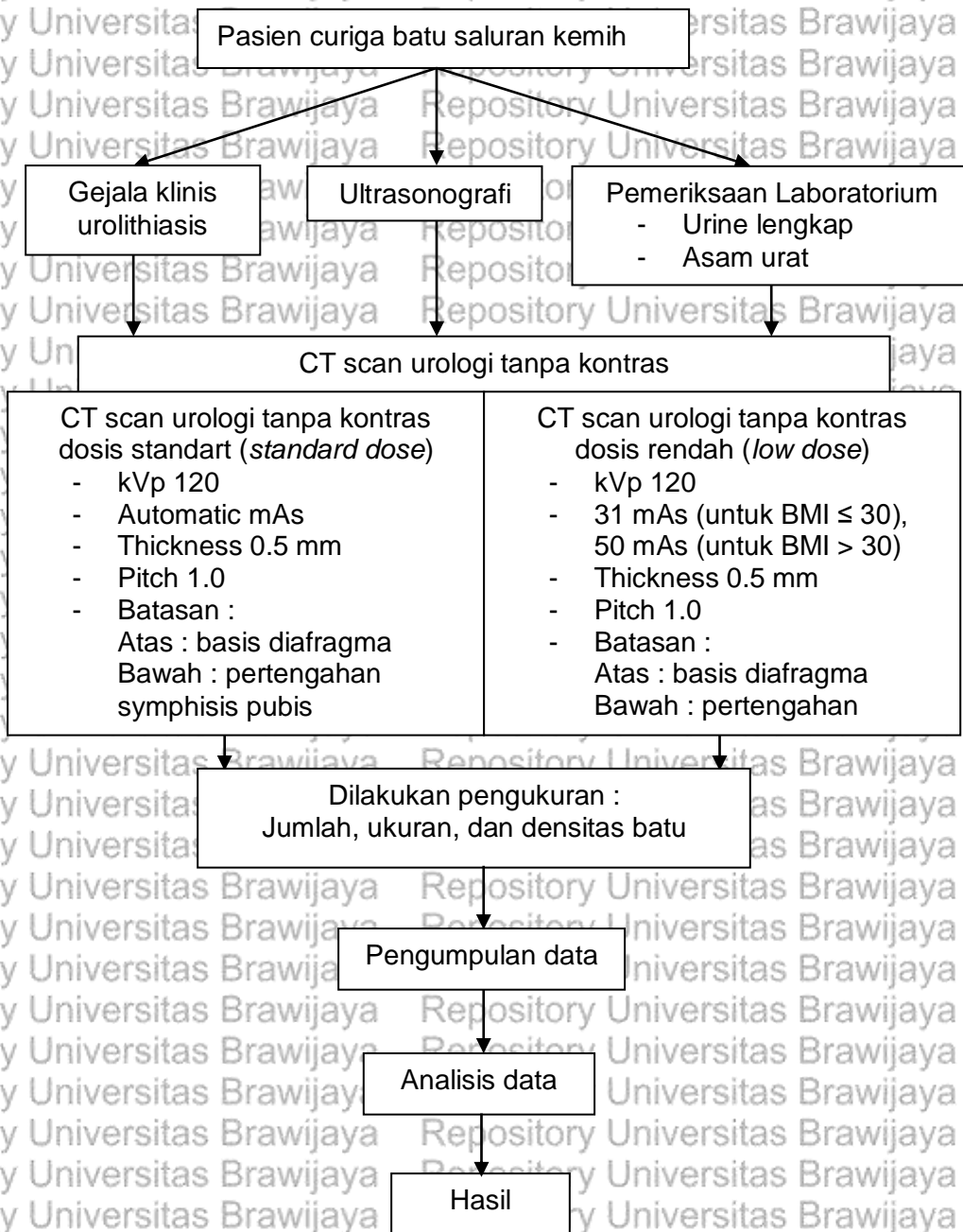
5. Dilakukan pembacaan yang meliputi jumlah batu, ukuran batu, dan densitas batu saluran kemih oleh peneliti dengan konfirmasi oleh 2 orang ahli radiologi.

6. Hasil Semua data yang diperoleh dari hasil penelitian dicatat dalam buku khusus penelitian (*log book*) dan disimpan dalam file komputer.





**4.8 Alur Penelitian**







#### 4.9 Analisis Data

Semua data yang diperoleh dari hasil penelitian dicatat dalam buku khusus penelitian (*log book*) dan disimpan dalam file komputer.

Data yang dikumpulkan dari sampel yaitu data dasar berupa karakteristik sampel.

Setelah data terkumpul, untuk uji kesesuaian kedua grup (CT scan tanpa kontras dosis rendah dan dosis standard), apabila distribusi normal menggunakan *Paired sample T-test* dengan derajat kepercayaan 95%,  $\alpha = 0,05$  bermakna bila  $p < 0,05$ . Sedangkan apabila distribusi tidak normal maka menggunakan *Wilcoxon Signed Rank Test* dengan derajat kepercayaan 95%,  $\alpha = 0,05$  bermakna bila  $p < 0,05$ .

Sedangkan untuk menilai tabulasi hasil uji diagnostik temuan jumlah batu, densitas batu dan ukuran batu pada CT scan tanpa kontras dosis rendah dan dosis standard, menggunakan tabel 2 X 2. Dengan tabel tersebut dihitung nilai uji diagnostik meliputi akurasi, sensitivitas, spesifisitas, nilai duga positif, dan nilai duga negatif.

Pada uji diagnostik temuan jumlah batu, data yang telah diolah disajikan dalam bentuk tabulasi dan dihitung berdasarkan rumus sebagai berikut: (karena belum terdapat angka pasti jumlah batu, maka untuk nilai batasan jumlah batu pada tabel digunakan *median* apabila distribusi tidak normal, dan *mean* apabila distribusi normal).





		CT scan dosis standard		Total
		Batu dengan jumlah $\geq$ median	Batu dengan jumlah $<$ median	
<b>CT scan dosis rendah</b>	Batu dengan jumlah $\geq$ median dari dosis standard	a	b	a + b
	Batu dengan jumlah $<$ median dari dosis standard	c	d	c + d
		a + c	b + d	N

Akurasi =  $(a+d) / (a+b+c+d)$

Sensitivitas =  $a / (a+c)$

Spesivitas =  $d / (b+d)$

Nilai duga positif =  $a / (a+b)$

Nilai duga negative =  $d / (c+d)$

Sedangkan untuk uji diagnostik temuan ukuran batu, data yang telah diolah disajikan dalam bentuk tabulasi dan dihitung berdasarkan rumus sebagai berikut:

		CT scan dosis standard		Total
		Batu dengan ukuran $\geq 4$ mm	Batu dengan ukuran $< 4$ mm	
<b>CT scan dosis rendah</b>	Batu dengan ukuran $\geq 4$ mm	a	b	a + b
	Batu dengan ukuran $< 4$ mm	c	d	c + d
		a + c	b + d	N





$$\text{Akurasi} = (a+d) / (a+b+c+d)$$

$$\text{Sensitivitas} = a / (a+c)$$

$$\text{Spesivisitas} = d / (b+d)$$

$$\text{Nilai duga positif} = a / (a+b)$$

$$\text{Nilai duga negative} = d / (c+d)$$

Berdasarkan Guidelines on Urolithiasis dari European Association of Urology tahun 2015, diperkirakan sebanyak 95% batu ureter dapat keluar spontan bila berukuran hingga 4 mm dalam 40 hari (EAU, 2015).

Sedangkan untuk uji diagnostik temuan densitas batu, data yang telah diolah disajikan dalam bentuk tabulasi dan dihitung berdasarkan rumus sebagai berikut:

		CT scan dosis standard		Total
		Batu ≥ 450 HU	Batu < 450 HU	
CT scan dosis rendah	Batu ≥ 450 HU	a	b	a + b
	Batu < 450 HU	c	d	c + d
		a + c	b + d	N

$$\text{Akurasi} = (a+d) / (a+b+c+d)$$

$$\text{Sensitivitas} = a / (a+c)$$

$$\text{Spesivisitas} = d / (b+d)$$

$$\text{Nilai duga positif} = a / (a+b)$$

$$\text{Nilai duga negative} = d / (c+d)$$





$$\text{Akurasi} = (a+d) / (a+b+c+d) = 19 / 22 = 86\%$$

$$\text{Sensitivitas} = a / (a+c) = 11 / 11 = 100\%$$

$$\text{Spesivitas} = d / (b+d) = 8 / 11 = 72,7\%$$

$$\text{Nilai duga positif} = a / (a+b) = 11 / 14 = 78,6\%$$

$$\text{Nilai duga negatif} = d / (c+d) = 8 / 8 = 100\%$$

Sedangkan untuk uji diagnostik temuan densitas rata-rata batu, data yang didapatkan dihitung berdasarkan rumus sebagai berikut:

		CT scan dosis standard		Total
		Batu $\geq$ 450 HU	Batu < 450 HU	
CT scan dosis rendah	Batu $\geq$ 450 HU	17	0	17
	Batu < 450 HU	1	4	5
		18	4	22

$$\text{Akurasi} = (a+d) / (a+b+c+d) = 21 / 22 = 95,45\%$$

$$\text{Sensitivitas} = a / (a+c) = 4 / 4 = 100\%$$

$$\text{Spesivitas} = d / (b+d) = 17 / 18 = 94,44\%$$

$$\text{Nilai duga positif} = a / (a+b) = 4 / 5 = 80\%$$

$$\text{Nilai duga negative} = d / (c+d) = 17 / 17 = 100\%$$

Uji diagnostik temuan ukuran batu, pada pembaca pertama dihitung sebagai berikut:

		CT scan dosis standard		Total
		Batu dengan ukuran $\geq$ 4 mm	Batu dengan ukuran < 4 mm	
CT scan dosis rendah	Batu dengan ukuran $\geq$ 4 mm	56	8	64
	Batu dengan ukuran < 4 mm	20	123	143
		76	131	207





$$\text{Akurasi} = (a+d) / (a+b+c+d) = 179 / 207 = 86,47\%$$

$$\text{Sensitivitas} = a / (a+c) = 123 / 131 = 93,89\%$$

$$\text{Spesivitas} = d / (b+d) = 56 / 76 = 73,68\%$$

$$\text{Nilai duga positif} = a / (a+b) = 123 / 143 = 86\%$$

$$\text{Nilai duga negative} = d / (c+d) = 56 / 64 = 87,5\%$$

Sedangkan untuk uji diagnostik temuan ukuran batu pembaca kedua dihitung sebagai berikut:

		CT scan dosis standard		Total
		Batu dengan ukuran $\geq 4$ mm	Batu dengan ukuran $< 4$ mm	
CT scan dosis rendah	Batu dengan ukuran $\geq 4$ mm	73	1	74
	Batu dengan ukuran $< 4$ mm	9	180	189
		82	181	263

$$\text{Akurasi} = (a+d) / (a+b+c+d) = 253 / 263 = 96\%$$

$$\text{Sensitivitas} = a / (a+c) = 180 / 181 = 99\%$$

$$\text{Spesivitas} = d / (b+d) = 73 / 82 = 89\%$$

$$\text{Nilai duga positif} = a / (a+b) = 180 / 189 = 95\%$$

$$\text{Nilai duga negative} = d / (c+d) = 73 / 74 = 98\%$$





## BAB 5

### HASIL PENELITIAN

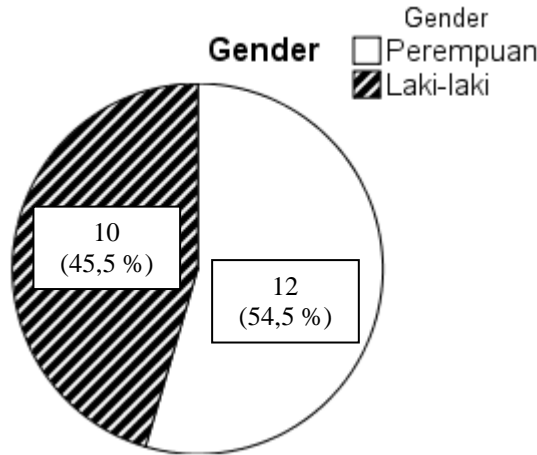
Pengumpulan sampel dilakukan selama 2 bulan mulai awal April 2017 hingga akhir Mei 2017 pada pasien rawat inap dan rawat jalan yang dimintakan CT Scan tanpa kontras di CT scan sentral RSUD dr. Saiful Anwar Malang dengan kecurigaan batu saluran kemih. Didapatkan 23 sampel penelitian, di mana 1 sampel dieksklusi karena tidak didapatkan batu, walaupun pada USG didapatkan lesi *hiperechoic multiple* yang menyerupai batu. Sehingga didapatkan 22 sampel penelitian yang memenuhi kriteria inklusi dan eksklusi, dengan keseluruhan 203 batu yang dianalisis untuk pembaca pertama dan 263 batu yang dianalisis pada pembaca kedua. Seluruh pasien tersebut dilakukan CT scan tanpa kontras dosis rendah, kemudian dilakukan CT scan tanpa kontras dosis standard.

#### 5.1 Karakteristik Subyek Penelitian

##### 5.1.1 Karakteristik Berdasarkan Jenis Kelamin

Pada penelitian ini sampel terdiri dari 12 perempuan dan 10 laki-laki, dengan prosentase sampel pasien terbesar adalah perempuan (prosentase 54,5%) (Gambar 5.1).

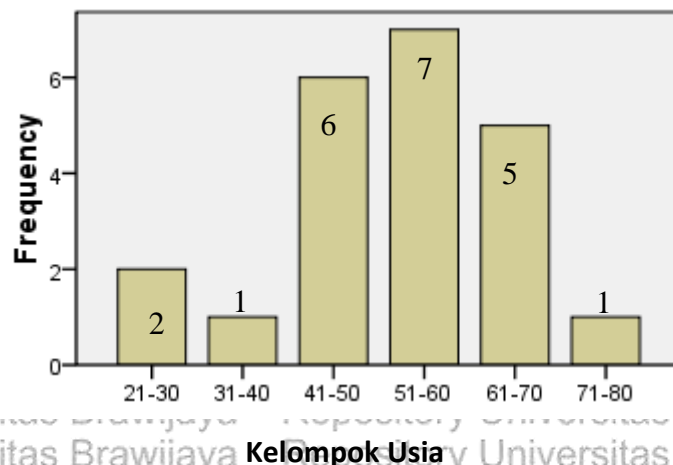




Gambar 5.1 Karakteristik sampel berdasarkan jenis kelamin

**5.1.2 Karakteristik Berdasarkan Usia**

Rata-rata usia pasien adalah  $51.82 \pm 12.57$  dengan median 54.5 tahun. Sedangkan kelompok usia sampel pada penelitian ini yang terendah adalah kelompok usia 21-30 tahun, dan tertua adalah 71-80 tahun. Kelompok usia terbanyak menderita batu saluran kemih adalah kelompok usia 51-60 tahun.



Gambar 5.2 Karakteristik sampel berdasarkan usia





## 5.2 Jumlah Batu pada CT scan tanpa kontras dosis rendah dan dosis standard

Sebaran jumlah batu saluran kemih pasien pada peneliti pertama, terdapat total 138 batu pada CT scan dosis rendah dan 203 batu dosis standard, sedangkan pada peneliti kedua di dapatkan 175 batu pada CT scan dosis rendah dan 263 batu pada CT scan dosis standard.

**Tabel 5.1 Sebaran letak batu pada pasien**

No	Letak batu	Jumlah batu (pembaca 1)		Jumlah batu (pembaca 2)	
		Dosis rendah	Dosis standard	Dosis rendah	Dosis standard
1	Ginjal	92	145	125	197
2	Ureter	26	30	26	39
3	Vesica urinaria	20	28	24	27
Total batu		138	203	175	263

Tabel di atas menunjukkan sebaran letak batu, di mana jumlah batu terbanyak pada masing-masing pembaca adalah pada ginjal, diikuti dengan batu ureter dan batu vesica urinaria.

Analisis letak dan jumlah batu pada CT scan dosis rendah dan dosis standard dilakukan dengan menggunakan bone window, dan dapat dilakukan dari irisan aksial, sagittal, ataupun koronal.

Dari data usia serta pengukuran jumlah batu pada dosis standard dan dosis rendah, dihitung rata-rata dan median usia serta jumlah batu pada dosis rendah dan dosis standard pembaca pertama dan kedua, serta rata-rata jumlah batu yang di dapat pada dosis rendah dan dosis standard.





Tabel 5.2 Tabel Sentral Tendensi Variabel Usia dan Jumlah Batu

Variabel	( $\bar{X} \pm SD$ )	Median (Min – Max)
Usia	51.82 $\pm$ 12.57	54.5 (24-74)
Jumlah batu LD1	1.27 $\pm$ 5.8	3.5 (0-19)
Jumlah batu LD2	7.86 $\pm$ 8.54	4 (0-31)
Rata-rata jumlah batu LD	7.068 $\pm$ 6.89	4 (0-21.5)
Jumlah batu SD1	9.23 $\pm$ 8.55	6.5 (0-29)
Jumlah batu SD2	11.95 $\pm$ 11.85	6 (1-38)
Rata-rata jumlah batu SD	10.59 $\pm$ 9.99	5.75 (1-31)

Dari tabel 5.2 dapat terlihat bahwa rata-rata jumlah batu dan median yang ditemukan pada pembaca I dan II pada CT scan tanpa kontras dosis standard lebih banyak dibandingkan dengan dosis rendah. Jumlah rata-rata batu pada CT scan tanpa kontras dosis standard memiliki rata-rata dan median lebih banyak dibandingkan dengan dosis rendah.

### 5.3 Hasil Pengukuran Diameter Batu pada CT scan tanpa kontras dosis rendah dan dosis standard

Pada penelitian ini, data hasil CT scan tanpa kontras disimpan di *work station* untuk dilakukan analisis. Sebanyak 203 (pada pembaca I) dan 263 (pada pembaca II) batu diukur diameter terbesarnya pada potongan aksial dengan menggunakan *bone window*. Dari data ukuran diameter batu pada dosis rendah dan dosis standard pembaca I dan pembaca II, dihitung rata-rata dan median jumlah batu (tabel 5.3).





**Tabel 5.3 Tabel Sentral Tendensi Variabel Ukuran Batu**

Variabel	( $X \pm SD$ )	Median (Min – Max)
Ukuran batu LD1	3.5 ± 4.69	2.5 (0 – 30)
Ukuran batu LD2	3.07 ± 3.99	2 (0 – 28.1)
Ukuran batu SD1	4.28 ± 4.01	2.9 (0 – 29)
Ukuran batu SD2	3.93 ± 3.71	2.4 (0.8 – 28.1)

**Keterangan :**

LD1 : CT scan dosis rendah yang dibaca pembaca 1

LD2 : CT scan dosis rendah yang dibaca pembaca 2

SD1 : CT scan dosis standard yang dibaca pembaca 1

SD2 : CT scan dosis standard yang dibaca pembaca 2

Karakteristik kejelasan batu pada pembaca I dan pembaca II disajikan pada tabel 5.4 dan 5.5 di bawah ini :

**Tabel 5.4. Karakteristik kejelasan batu pada CT scan dosis rendah berdasarkan ukuran pada pembaca I**

Ukuran batu	Tidak terbaca pada dosis rendah	Terbaca pada dosis rendah	Total batu (Dosis standard)
< 3 mm	58	46	104
3-5 mm	8	33	41
> 5 mm	3	55	58
Jumlah	69	134	203

**Tabel 5.5. Karakteristik kejelasan batu pada CT scan dosis rendah berdasarkan ukuran pada pembaca II**

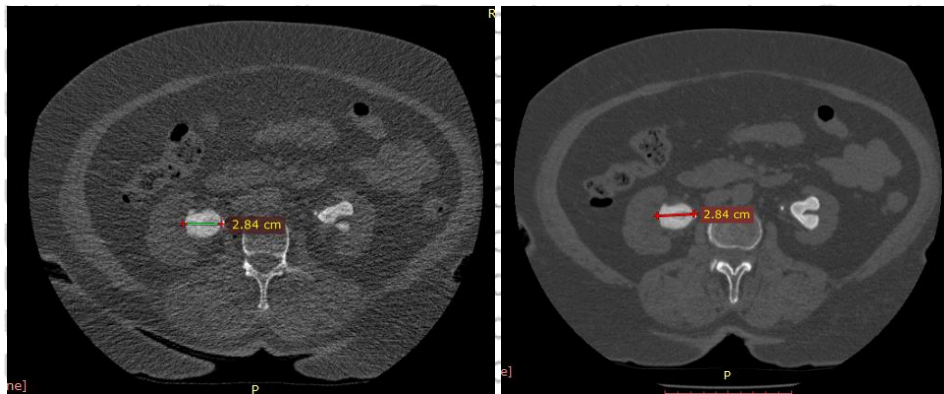
Ukuran batu	Tidak terbaca pada dosis rendah	Terbaca pada dosis rendah	Total batu (Dosis standard)
< 3 mm	85	70	155
3-5 mm	4	43	47
> 5 mm	1	60	61
Jumlah	90	173	263





Dari data di atas, pada pembaca pertama, dari 203 batu yang terlihat pada dosis standard, di dapatkan sebanyak 58 batu berukuran kurang dari 3 mm yang tidak terlihat pada CT scan dosis rendah. Sebanyak 8 batu berukuran 3-5 mm yang tidak terlihat pada CT scan dosis rendah dan 3 batu berukuran lebih dari 5 mm yang tidak terlihat pada CT scan dosis rendah.

Pada pembaca kedua, dari 263 batu yang terlihat pada dosis standard, terdapat 85 batu berukuran kurang dari 3 mm yang tidak terlihat pada CT scan dosis rendah. Sebanyak 4 batu berukuran 3-5 mm yang tidak terlihat pada CT scan dosis rendah dan 1 batu berukuran lebih dari 5 mm yang tidak terlihat pada CT scan dosis rendah.



**Gambar 5.4 Contoh kasus analisis pengukuran diameter batu**

Wanita 67 tahun, terdapat batu staghorn kanan dan kiri pada CT scan dosis rendah (kiri) dan dosis standard (kanan)

### 5.4 Hasil Pengukuran Densitas Batu pada CT scan tanpa kontras dosis rendah dan dosis standard

Pengukuran densitas batu dilakukan dengan menggunakan bone window, pada batu terbesar dari masing-masing pasien (diambil pada pertengahan batu), dengan ROI minimal 8 mm<sup>2</sup>.

Jumlah pasien dengan pengelompokan densitas batu pada CT scan tanpa kontras dosis rendah dan dosis standard disajikan pada tabel di bawah ini:





**Tabel 5.6 Kelompok Densitas Batu pada CT scan tanpa kontras dosis rendah dan dosis standard**

Kelompok densitas	Densitas	Dosis rendah		Dosis standard	
		Jumlah batu	Prosentase	Jumlah batu	Prosentase
A	≤ 450 HU	3	14,3%	4	18,1%
B	451 – 1100 HU	8	38%	6	27,3%
C	> 1100 HU	10	47,6%	12	54,6%

Pada hasil pembacaan, jumlah pasien yang ditemukan batu berdensitas kurang dari 450 adalah 3 batu pada dosis rendah dan 4 batu pada dosis standard. Sedangkan batu berdensitas 450-1100 HU terdapat 8 batu pada dosis rendah dan 6 batu pada dosis standard. Jumlah terbanyak adalah pasien dengan batu berdensitas tinggi dengan densitas >1100 HU yaitu 10 batu pada dosis rendah dan 12 batu pada dosis standard.

**Tabel 5.7. Karakteristik kejelasan batu pada CT scan dosis rendah berdasarkan densitas**

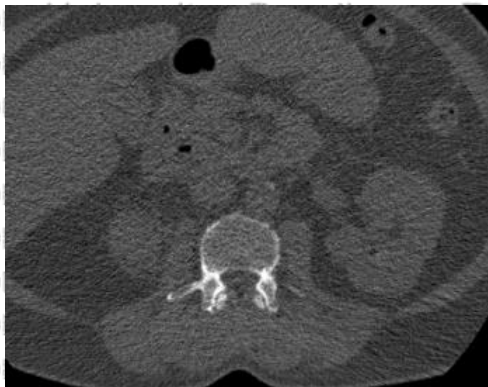
Densitas batu	Tidak terbaca pada dosis rendah	Terbaca pada dosis rendah	Total pasien (Dosis standard)
<450 HU	1	3	4
451 – 1100 HU	0	8	8
>1100 HU	0	10	10
Jumlah	1	21	22

Pada tabel 5.7 di atas menunjukkan bahwa berdasarkan densitas, terdapat 1 batu yang tidak terlihat pada dosis rendah namun terbaca pada dosis standard, yaitu memiliki densitas 179 HU.





**Gambar 5.5 Contoh kasus analisis pengukuran densitas batu saluran kemih**  
Wanita 58 tahun, tampak batu multiple pada pole tengah ren kanan



**Gambar 5.6 Contoh kasus pengukuran densitas batu saluran kemih**

Wanita 50 tahun, tampak batu pada pole atas dengan ukuran 5,58 mm pada CT scan dosis standard, yang tidak terlihat pada dosis rendah. Setelah dilakukan pengukuran, densitas batu tersebut adalah 179 HU.

Sedangkan rata-rata dan median densitas batu dosis standard dan dosis rendah pada pembaca pertama dan kedua disajikan pada tabel di bawah ini:

**Tabel 5.8 Tabel Sentral Tendensi Variabel**

Variabel	( $\bar{X} \pm SD$ )	Median (Min – Max)
Densitas LD1	922.14 ± 438.5	985.5 (0 – 1537)
Densitas LD2	915.68 ± 446.13	998.5 (0 – 1495)
Rata-rata densitas LD	918.9 ± 440.6	1009.25 (0 – 1506)
Densitas SD1	965.9 ± 454.23	1019.5 (179 – 1632)
Densitas SD2	982.27 ± 464.75	1124 (179 – 1567)
Rata-rata densitas SD	974.1 ± 454.74	1121 (179 – 1596)





Tabel 5.8 di atas menunjukkan bahwa rata-rata dan median densitas pada CT scan dosis rendah dan dosis standard tidak terdapat perbedaan signifikan.

### 5.5 Analisis Statistik

#### 5.5.1 Hasil Uji Analisis Jumlah, Densitas, dan Ukuran Batu Saluran Kemih antara CT Scan Dosis Rendah dan Dosis Standard

Dari data jumlah, densitas, dan ukuran batu saluran kemih dibandingkan antara CT scan dosis rendah dan dosis standard dilakukan uji normalitas dengan menggunakan Shapiro Wilk dengan hasil sebagai berikut :

Tabel 5.9 Uji normalitas

Variabel	Shapiro-Wilk (Sig.)	Transformasi	Uji
Jumlah batu	0.000	0.025	Wilcoxon Signed Rank Test
Densitas batu	0.008	0.000	Wilcoxon Signed Rank Test
Ukuran batu pembaca 1	0.000	0.000	Wilcoxon Signed Rank Test
Ukuran batu pembaca 2	0.000	0.000	Wilcoxon Signed Rank Test

Pada uji normalitas untuk jumlah dan densitas batu menggunakan rata-rata pembaca pertama dan kedua, sedangkan untuk ukuran batu dilakukan uji terpisah antara pembaca 1 dan pembaca 2 karena jumlah batu yang ditemukan pada masing-masing pembaca berbeda.

Kemudian, dilakukan uji analisis kesesuaian jumlah, densitas, dan ukuran batu saluran kemih antara CT scan dosis rendah dan dosis standard dengan menggunakan Wilcoxon Signed Rank Test.





**Tabel 5.10 Hasil analisis kesesuaian jumlah, densitas, dan ukuran batu saluran kemih pada CT scan dosis rendah dibandingkan dengan dosis standard**

Variabel	Nilai P
Jumlah batu	0.000
Densitas batu	0.058
Ukuran batu pembaca 1	0.000
Ukuran batu pembaca 2	0.000

Uji analisis didapatkan adanya perbedaan yang signifikan pada jumlah dan ukuran batu kedua pembaca pada CT scan dosis rendah dibandingkan dengan CT scan dosis standard (nilai  $P < 0.05$ ), dan tidak terdapat perbedaan signifikan antara densitas batu pada CT scan dosis rendah dibandingkan dengan CT scan dosis standard (nilai  $P > 0.05$ ).

Namun, bila dilakukan uji kesesuaian jumlah dan ukuran batu antara CT scan dosis rendah dan CT scan dosis standard pada batu-batu dengan ukuran tertentu dengan menggunakan Wilcoxon Signed Rank Test, di dapatkan nilai P seperti pada tabel berikut:

**Tabel 5.11 Hasil analisis kesesuaian jumlah dan ukuran batu saluran kemih pada CT scan dosis rendah dibandingkan dengan dosis standard pada ukuran  $\geq 3$  mm dan ukuran  $< 3$  mm**

Variabel	Nilai P
Jumlah batu ukuran $\geq 3$ mm	0.098
Ukuran rata-rata dosis rendah dan dosis standard	0.098
Ukuran terkecil ( $< 3$ mm) dosis rendah dan dosis standard	0.011
Ukuran terbesar ( $\geq 3$ mm) dosis rendah dan dosis standard	0.664





Tabel di atas menunjukkan bahwa terdapat kesesuaian pada batu-batu berukuran  $\geq 3$  mm berdasarkan jumlah dan ukuran batu (ukuran terbesar dan rata-rata) pada dosis rendah dan dosis standard. Sedangkan batu berukuran kecil ( $< 3$  mm) terdapat perbedaan signifikan dalam penilaian ukuran pada dosis rendah dan dosis standard.

### 5.5.2 Hasil Uji Kesesuaian Antar Pembaca dalam Pengukuran Jumlah, Ukuran, dan Densitas Batu

Dari data jumlah, densitas, dan ukuran batu saluran kemih dosis rendah dan dosis standard dilakukan uji kesesuaian antara pembaca I dan pembaca II.

**Tabel 5.12 Hasil analisis (P) kesesuaian jumlah, ukuran dan densitas batu pembaca I dan pembaca II**

Variabel	Nilai P
Jumlah batu dosis rendah Pembaca I dan II	0,044
Jumlah batu dosis standard Pembaca I dan II	0,014
Ukuran batu dosis rendah Pembaca I dan II	0,808
Ukuran batu dosis standard Pembaca I dan II	0,592
Densitas batu dosis rendah Pembaca I dan II	0,629
Densitas batu dosis standard Pembaca I dan II	0,940

Tabel di atas menunjukkan bahwa terdapat kesesuaian antara pembaca I dan pembaca II dalam penilaian densitas dan ukuran batu, baik dosis standard dan dosis rendah. Sedangkan dalam penilaian jumlah batu terdapat ketidaksesuaian antara pembaca I dan II, baik pada dosis rendah maupun dosis standard.





### 5.5.3 Hasil Penilaian Uji Diagnostik Temuan Jumlah, Ukuran, dan Densitas

#### Batu pada CT Scan Tanpa Kontras Dosis Rendah dan Dosis Standard

Karena distribusi sampel pada penelitian ini adalah distribusi tidak normal, sehingga batasan yang digunakan dalam uji diagnostik adalah Median. Dari perhitungan, didapatkan Median jumlah batu rata-rata pada dosis standard adalah 5,75.

CT scan dosis rendah	Batu dengan jumlah	CT scan dosis standard		Total
		Batu dengan jumlah $\geq 5.75$	Batu dengan jumlah $< 5.75$	
	$\geq 5.75$	8	0	8
	$< 5.75$	3	11	14
		11	11	22

$$\text{Akurasi} = (a+d) / (a+b+c+d) = 19 / 22 = 86\%$$

$$\text{Sensitivitas} = a / (a+c) = 11 / 11 = 100\%$$

$$\text{Spesivitas} = d / (b+d) = 8 / 11 = 72,7\%$$

$$\text{Nilai duga positif} = a / (a+b) = 11 / 14 = 78,6\%$$

$$\text{Nilai duga negatif} = d / (c+d) = 8 / 8 = 100\%$$

Sedangkan untuk uji diagnostik temuan densitas rata-rata batu, data yang didapatkan dihitung berdasarkan rumus sebagai berikut:

CT scan dosis rendah	Batu	CT scan dosis standard		Total
		Batu $\geq 450$ HU	Batu $< 450$ HU	
	$\geq 450$ HU	17	0	17
	$< 450$ HU	1	4	5
		18	4	22

$$\text{Akurasi} = (a+d) / (a+b+c+d) = 21 / 22 = 95,45\%$$

$$\text{Sensitivitas} = a / (a+c) = 4 / 4 = 100\%$$





$$\text{Spesivisitas} = d / (b+d) = 17 / 18 = 94,44 \%$$

$$\text{Nilai duga positif} = a / (a+b) = 4 / 5 = 80 \%$$

$$\text{Nilai duga negative} = d / (c+d) = 17 / 17 = 100 \%$$

Uji diagnostik temuan ukuran batu, pada pembaca pertama dihitung sebagai berikut:

		CT scan dosis standard		Total
		Batu dengan ukuran $\geq 4$ mm	Batu dengan ukuran $< 4$ mm	
<b>CT scan dosis rendah</b>	Batu dengan ukuran $\geq 4$ mm	56	8	64
	Batu dengan ukuran $< 4$ mm	20	123	143
		76	131	207

$$\text{Akurasi} = (a+d) / (a+b+c+d) = 179 / 207 = 86,47 \%$$

$$\text{Sensitivitas} = a / (a+c) = 123 / 131 = 93,89 \%$$

$$\text{Spesivisitas} = d / (b+d) = 56 / 76 = 73,68 \%$$

$$\text{Nilai duga positif} = a / (a+b) = 123 / 143 = 86 \%$$

$$\text{Nilai duga negative} = d / (c+d) = 56 / 64 = 87,5 \%$$









## BAB 6

### PEMBAHASAN

Penelitian ini bertujuan untuk menilai akurasi CT scan tanpa kontras dosis rendah dalam mendiagnosis batu saluran kemih berdasarkan jumlah, ukuran, dan densitas batu dibandingkan dengan CT scan tanpa kontras dosis standard di RSUD Dr. Saiful Anwar Malang. Data yang didapatkan dilakukan analisis hasil dengan menggunakan SPSS 16 dengan menggunakan uji non parametrik Wilcoxon Sign Rank Test.

#### 6.1 Karakteristik Umum

Pada penelitian ini sampel terdiri dari 12 perempuan dan 10 laki-laki, yang mana prosentase sampel pasien terbesar adalah perempuan dengan prosentase 54,5%. Teori menyebutkan bahwa insiden terbanyak adalah laki-laki dengan rasio laki-laki dan perempuan 3 : 1 (Cheng et al. 2012). Hal ini kemungkinan disebabkan karena sampel yang ada tidak dapat mewakili pasien dengan batu saluran kemih di Indonesia atau di dunia, dan hanya terbatas pada wilayah tertentu (Jawa Timur).

Rata-rata usia pasien pada penelitian ini adalah  $51,82 \pm 12,57$  dengan median 54,5 tahun. Kelompok usia terbanyak menderita batu saluran kemih adalah kelompok usia 51-60 tahun. Hal ini mendekati teori yang menyebutkan





bahwa usia puncak terjadinya batu saluran kemih adalah pada dekade 3 hingga dekade 5 (Cheng et al. 2012).

## 6.2 Sebaran Letak Batu dan Jumlah Batu

Data penelitian ini mendapatkan sebaran jumlah batu saluran kemih pasien pada peneliti pertama, terdapat total 138 batu pada CT scan dosis rendah dan 203 batu dosis standard, sedangkan pada peneliti kedua di dapatkan 175 batu pada CT scan dosis rendah dan 263 batu pada CT scan dosis standard, dengan perbedaan jumlah sebaran batu ginjal baik pada dosis standard maupun dosis rendah pada pembaca pertama dan kedua memiliki perbedaan yang cukup jauh, yaitu hingga selisih 52 batu. Perbedaan jumlah batu yang di dapatkan pada pembaca pertama dan kedua dikarenakan adanya perbedaan persepsi pada batu-batu yang heterogen, di mana pada pembaca pertama menyebutkan jumlah batunya adalah satu, sedangkan pembaca kedua menyebutkan bahwa jumlah batu yang ditemukan lebih dari satu tetapi letaknya berdekatan. Selain itu, juga terdapat perbedaan dalam penilaian terutama batu ginjal yang letaknya mendekati parenkim, yang oleh pembaca lain dinilai sebagai kalsifikasi (bukan batu).

## 6.3 Densitas Batu

Pada penelitian ini, secara umum terdapat perbedaan densitas batu pada pembaca pertama dan kedua. Hal ini dikarenakan pengambilan ROI yang berbeda antar pembaca, baik letak ROI maupun besar ROI, terutama untuk batu-batu dengan karakteristik yang heterogen. Walaupun demikian, secara analisis





statistik tidak terdapat perbedaan signifikan densitas batu antara dosis rendah dan dosis standard serta antara pembaca I dan pembaca II.

#### **6.4 Kesesuaian Jumlah, Ukuran, dan Densitas Batu Saluran Kemih pada CT scan dosis rendah dibandingkan dengan CT scan dosis standard**

Dari uji kesesuaian jumlah dan ukuran batu dengan menggunakan Wilcoxon Sign Rank Test, di dapatkan nilai P yang signifikan ( $<0.05$ ). Hal ini berarti terdapat perbedaan yang signifikan antara jumlah dan ukuran batu yang ditemukan pada CT scan dosis rendah dengan dosis standard. Dalam hal ini CT scan dosis rendah memiliki kemampuan untuk mendeteksi jumlah dan densitas batu lebih rendah dibandingkan dengan dosis standard.

Bila dievaluasi lebih jauh, berdasarkan tabel 5.4 dan 5.5 dapat diketahui bahwa terdapat perbedaan yang signifikan pada jumlah batu pada batu-batu yang berukuran kurang dari 3 mm. Pada pembaca I terdapat 58 batu atau 28,6% (dari 203 total batu yang ditemukan) berukuran kurang dari 3 mm yang tidak terbaca pada CT scan tanpa kontras dosis rendah namun terbaca pada dosis standard, sedangkan pada pembaca kedua terdapat 85 batu atau 32,3% (dari total 263 batu yang ditemukan) berukuran kurang dari 3 mm yang tidak terbaca pada CT scan tanpa kontras dosis rendah namun terbaca pada dosis standard.

Lebih jauh lagi, dari tabel 5.11 pada uji kesesuaian jumlah dan ukuran batu dengan menggunakan Wilcoxon Sign Rank Test, di dapatkan nilai P yang signifikan ( $P < 0.05$ ) untuk batu dengan ukuran  $< 3$  mm, dan nilai P yang tidak signifikan ( $P \geq 0.05$ ) untuk jumlah dan ukuran batu  $\geq 3$  mm pada dosis rendah dibandingkan dengan dosis standard. Hal ini sesuai dengan penelitian sebelumnya yang menyebutkan bahwa CT scan tanpa kontras dosis rendah





memiliki kemampuan yang lebih rendah dalam mendeteksi batu ukuran kecil (< 3 mm) dan mendeteksi tanda-tanda sekunder (Bhatt et al. 2015).

Pada penelitian ini, pembaca I menemukan 3 buah batu dan pembaca II menemukan 1 buah batu berukuran lebih dari 5 mm pada CT scan dosis standard yang tidak terbaca pada CT scan dosis rendah tetapi terbaca pada CT scan dosis standard. Hal ini tidak sesuai dengan penelitian sebelumnya yang menyebutkan bahwa CT scan dosis rendah dapat mendeteksi batu yang berukuran lebih dari 3 mm dengan sensitifitas 87% dan spesifisitas 100% (Bhatt et al. 2015). Hal ini disebabkan karena densitas batu yang terlalu rendah (kurang dari 200 HU).

Pada uji kesesuaian jumlah batu dengan ukuran lebih dari 3 mm didapatkan kesesuaian jumlah batu antara dosis rendah dan dosis standard yang artinya tidak terdapat perbedaan signifikan atau terdapat kesesuaian antara jumlah batu dosis rendah dan dosis standard untuk batu-batu dengan ukuran lebih dari 3 mm.

### **6.5 Kesesuaian Densitas Batu Saluran Kemih pada CT scan dosis rendah dibandingkan dengan CT scan dosis standard**

Pada pengukuran densitas, dari 22 pasien di dapatkan sebanyak 12 batu (54,54%) dengan densitas lebih dari 1100 HU pada dosis standard. Hal ini tidak berbeda jauh dengan teori yang menyebutkan bahwa batu kalsium (yang memiliki densitas paling tinggi yaitu lebih dari 1200 HU) menempati 60% dari seluruh tipe batu (Park S, et al., 2007). Sedangkan batu dengan densitas kurang dari 450 HU didapatkan sebanyak 4 batu (18%), di mana mendekati teori yang menyebutkan bahwa batu asam urat (densitas 200 – 450 HU) berjumlah sekitar 5





– 10% dari seluruh batu. Hiperurikosuria dan keasaman urine mendorong terjadinya batu asam urat (Cheng et al. 2012). Sedangkan sisanya (6 batu atau sebanyak 27,27%) batu densitasnya berkisar antara 450 – 1100 HU. Pada teori menyebutkan bahwa batu magnesium ammonium fosfat yang juga dikenal sebagai batu struvit dan berjumlah sekitar 15-20 % dari seluruh batu saluran kemih (Cheng et al. 2012).

Dari uji kesesuaian densitas batu dengan menggunakan Wilcoxon Sign Rank Test, di dapatkan nilai P yang tidak signifikan ( $>0.05$ ). Yang artinya, bahwa CT scan dosis rendah dan dosis standard memiliki nilai densitas yang tidak jauh berbeda.

#### 6.6 Kesesuaian Antar Pembaca

Pada uji kesesuaian antar pembaca, di dapatkan nilai  $P > 0.05$  yang artinya terdapat kesesuaian antara pembaca I dan pembaca II dalam penilaian densitas dan ukuran batu, baik dosis standard dan dosis rendah. Sedangkan dalam penilaian jumlah batu di dapatkan nilai  $P < 0.05$  yang artinya terdapat ketidaksesuaian antara pembaca I dan II, baik pada dosis rendah maupun dosis standard. Hal ini kemungkinan disebabkan karena perbedaan persepsi jumlah batu pembaca I dan II pada batu-batu yang heterogen serta terdapat perbedaan dalam penilaian terutama batu ginjal yang letaknya mendekati parenkim, yang oleh pembaca lain dinilai sebagai kalsifikasi (bukan batu).

#### 6.7 Keterbatasan Penelitian

Keterbatasan dari penelitian ini adalah :









## BAB 7

### PENUTUP

#### 7.1 Kesimpulan

1. Terdapat perbedaan ukuran batu pada dosis rendah dan dosis standard pada batu-batu dengan ukuran kurang dari 3 mm, yang mana ukuran tersebut jarang dilakukan tindakan intervensi urologi. Sebaliknya, dalam penilaian jumlah dan ukuran batu yang berukuran lebih dari 3 mm, CT scan tanpa kontras dosis rendah memiliki kesesuaian dengan CT scan dosis standard.

Dalam hal densitas, CT scan tanpa kontras dosis rendah memiliki kesesuaian dengan CT scan tanpa kontras dosis standard ( $p > 0,05$ ).

2. CT scan tanpa kontras dosis rendah cukup baik dalam mendeteksi batu saluran kemih karena akurasi yang cukup tinggi (lebih dari 80%).
3. CT scan tanpa kontras dosis rendah memiliki kesesuaian antar pembaca dalam hal densitas dan ukuran batu

#### 7.2 Saran

1. Perlu dipertimbangkan penggunaan CT scan tanpa kontras dosis rendah di RSUD Dr. Saiful Anwar Malang dalam mendeteksi batu saluran kemih, terutama untuk pasien-pasien batu saluran kemih yang membutuhkan evaluasi



