

TEKNIK *SPLIT BOLUS* TERHADAP INFORMASI ANATOMIS PADA PEMERIKSAAN *CT SCAN* UROGRAFI

Amelia Rizqi Utami¹, Nanang Sulaksono², Sigit Wijokongko³

¹⁾ *RSU Permata Medika Kebumen*

²⁾ *Poltekkes Kemenkes Semarang*

³⁾ *RSUD Tugu Rejo Semarang*

Email : ameliarizkyutami8@gmail.com

ABSTRACT

Background : The split bolus technique in CT Scan urography is an intravenous contrast media insertion technique by combining two phases, namely the nephrography phase and the excretory phase in one scan acquisition. In general, the CT Scan urography examination uses 3 phases, non-contrast phase, the nephrographic phase, and the excretory phase. In the role of the split bolus technique, the combination of two phases, namely the nephrographic and excretory phases. The purpose of this study was to explain the split bolus technique and the role of the split bolus technique on anatomical information in CT Scan urography.

Methods : This type of descriptive research using a literature review approach. The keywords used are "Split-bolus", "CT Scan Urography". Articles were obtained based on inclusion and exclusion criteria and 7 relevant scientific articles were obtained and were used as literature sources. Data processing through article extraction.

Result : The split bolus technique in CT Scan urography examination is a technique of intravenous contrast media that combines two nephrographic and excretory phases in one image acquisition with an average flow rate of 1.5 ml - 3 ml / s. This technique uses a non-ionic iodine contrast medium with a volume of 90 ml - 135 ml and a concentration of 300 mg/ml-370 mg/ml. The role of the split bolus technique on radiation dose and anatomical image information is due to the merging of the two phases in one scan which addresses the anatomy of the urinary system. In addition, the split bolus technique when combined with several reconstructions is able to increase contrast resolution and increase organ enhancement. In this technique, it is better to use the addition of a reconstruction algorithm such as 3D MIP, so that the anatomical image information obtained is more optimal.

Keyword : *Urography; CT Scan; Split Bolus.*

Pendahuluan

Sistem urinaria merupakan suatu sistem tubuh yang memiliki penting dalam mempertahankan keseimbangan internal atau *homeostasis*. Sistem urinaria juga sering disebut *tractus urinarius*. Hasil keluaran dari sistem ini yaitu berupa *urine*. *Urine* yang dikeluarkan 5% terdiri atas *urea* atau *ureum*, *kreatinin*, *asam hipurat*, *elektrolit* zat kimia sing dan sisanya yaitu 95 % berupa air. Sistem saluran kemih ini memiliki sistem *ekskresi* utama yang terdiri dari dua ginjal yang berfungsi mengeluarkan *urine*, dua *ureter* yang berfungsi mengalirkan *urine* dari ginjal ke kandung kemih, kandung kemih yang berfungsi mengumpulkan dan menyimpan *urine*, dan *uretra* tempat keluarnya *urine* keluar tubuh (Waugh,A .Grant 2014). Dalam mendiagnosa suatu kelainan pada *tractus urinarius* diperlukan pemeriksaan radiologi,

pemeriksaan CT Scan traktus urinarius dapat dilakukan non kontras dengan penggunaan Teknik tracking (Sulaksono N dkk, 2016). Dan mampu mengidentifikasi citra traktus urinarius dengan kasus urolithiasis berupa batu pada ureter dengan analisis kontras (Sulaksono N dkk, 2017), namun pada pemeriksaan CT Scan traktus urinarius dengan menggunakan media kontras kontras atau disebut *CT Urografi* mampu memperlihatkan kelainan dengan jelas (Niemann dkk. 2011).

Menurut Romans (2011) *CT Urografi* dapat didefinisikan sebagai pemeriksaan diagnostik yang dioptimalkan untuk pencitraan ginjal, *ureter*, kandung kemih dan *uretra* dengan menggunakan media kontras. Pemeriksaan tersebut menggunakan *Multidetector Computed Tomography* (CT Scan).

Pemeriksaan CT *urografi* selalu melibatkan penggunaan CT Scan dengan pencitraan irisan tipis, pemberian IV (*intravena*) media kontras, dan pencitraan dalam fase *ekskresi*. Protokol pemeriksaan CT Scan *urografi* seringkali disesuaikan dengan klinis yang ada. Protokol ini hanya dapat mencakup fase ekskresi, atau mungkin berisi sebanyak empat fase (tidak ditingkatkan, *kortikomeduler*, *nefrografi* dan *ekskresi*). Protokol CT Scan *urografi* rutin mencakup pemindaian tiga fase dengan injeksi bahan kontras bolus tunggal. Untuk mengurangi paparan dosis radiasi, teknik *split bolus* telah diperkenalkan (Romans 2011).

Teknik *split bolus* merupakan teknik pemasangan media kontras *intravena* dimana dibagi menjadi dua bolus yang diberikan pada interval waktu yang berbeda yaitu setengah bolus awal diikuti oleh setengah bolus lain dengan akuisisi tunggal. Setengah dari total kontras intravena diinjeksikan, kemudian diikuti oleh volume yang sama dari injeksi saline. Beberapa detik setelahnya dimulainya injeksi setengah bolus awal, bolus kedua disuntikan dan juga diikuti injeksi saline. Pada teknik ini juga menggabungkan dua fase yang diperoleh yaitu fase *nephrografi* dan fase *ekskresi* untuk dicitrakan dalam satu *eksposure*, dengan demikian pada teknik ini memiliki manfaat yaitu dapat mengurangi dosis radiasi karena penggabungan dua fase tersebut (Romans 2011).

Menurut Wijokongko dkk (2016) Pada pemeriksaan CT *urografi* ini dilakukan dengan teknik injeksi *monofastik* standar yaitu dengan volume kontras 80-100 cc dan *flow rate* 3-3,5 mm/detik. *Delay time* pada pemeriksaan ini yaitu untuk fase *nephrogram* 60-70 detik post injeksi kontras dan fase *excretory* 10-15 menit post injeksi kontras. Sedangkan menurut Exhibit dkk, (2017) seiring berkembangnya teknologi pada pemeriksaan CT SCAN *urografi* ini sudah menggunakan teknik *split bolus* dengan menggabungkan dua fase yaitu fase *nephrogram* dan fase *ekskresi*. Menurut prinsip ALARA sudah diperoleh dengan jumlah fase serendah mungkin, untuk itu digunakanlah teknik *split bolus* pada pemeriksaan CT SCAN *urografi*.

Menurut Chong dkk,(2014) pada artikel ini membandingkan kualitas gambar dan perbedaan dosis radiasi dari hasil teknik *single bolus* dan teknik *split bolus* pada pemeriksaan CT SCAN *urografi* dengan melihat hasil kualitas gambar pada parenkim ginjal pada penggunaan teknik *split bolus*. Pada Exhibit dkk (2017) dalam

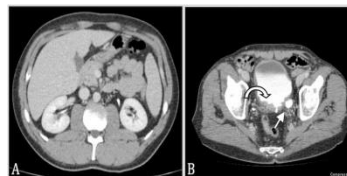
artikelnya membandingkan protokol *split bolus* dengan protokol CT *urografi* standar berdasarkan klinis tertentu dan pada artikel ini juga menunjukan perbedaan dosis radiasi dari kedua protokol. Sedangkan (Lai et al. 2017).

Metode

Jenis penelitian yang dilakukan dalam penulisan skripsi ini adalah penelitian deskriptif dengan menggunakan pendekatan *literature review* dengan mengumpulkan dan menganalisis data yang bertujuan untuk menjelaskan peranan penggunaan teknik *split bolus* pada dosis radiasi dan informasi citra anatomis pada pemeriksaan *Multidetector Computed Tomografi Urografi*.

Pencarian menggunakan kata kunci “*Split-bolus*”, “*CT SCAN Urography*”, dan “*radiation dose*”. Dibatasi untuk jurnal-jurnal yang diterbitkan pada tahun 2010-2020.

Kemudian direduksi berdasarkan kriteria inklusi



dan eksklusi yang telah ditentukan yaitu

1. Kriteria Inklusi

- Jurnal yang di publikasikan yaitu pada tahun 2010 – 2020.
- Jurnal ini membahas CT Scan *Urografi*, teknik *split bolus*.
- Jurnal memuat judul, nama pengarang, tahun terbit, penerbit, abstrak serta dalam jurnal lengkap dengan daftar pustaka.

2. Kriteria Eksklusi

- Jurnal yang digunakan dengan tahun terbit dibawah 2010.
- Hasil jurnal yang tidak membahas sesuai mengenai peranan penggunaan teknik *split-bolus* pada informasi anatomis pada CT Scan *Urografi*.
- Jurnal yang digunakan tidak dalam bentuk full text sehingga jurnal tidak dapat diakses penuh.

Hasil dan Pembahasan

Dari studi literature di dapatkan tujuh artikel ilmiah yang digunakan dalam topik peranan teknik *split bolus* pada informasi anatomis pada pemeriksaan CT Scan *urografi*. Artikel yang pertama Exhibit dkk, (2017), Biscaldi dkk, (2011), Chong dkk, (2014), Lai. dkk, (2017) , Gifford dkk, (2018), Manoharan dkk, (2020), dan artikel Takeuchi dkk, (2012).

Penelitian dari Exhibit dkk, (2017) dan Biscaldi dkk, (2011) bahwa teknik pemeriksaan *split bolus* dengan total media kontras beryodium yang di berikan kepada pasien dengan berat badan 70 kg yaitu total 130 mL beryodium yang diberikan secara intravena, kemudian dalam dua bolus berturut-turut dengan aliran infus (*flow rate*) standar 3,0-3,5 mL /s untuk 50 ml, dan setelah sekitar 8-10 menit yaitu dilanjutkan 80 ml. Kira-kira 80-90 detik setelah pada bolus kedua diperoleh satu fase *nefro-urografi* gabungan. Kemudian diperoleh fase *nefrografi* dan fase *ekskresi* dalam satu akuisisi. Pada pasien onkologis biasanya ada penambahan fase arteri juga diperoleh sekitar 13 detik setelah pemberian bolus kedua, dengan menggunakan teknik pelacakan bolus (ROI ditempatkan di dalam lumen aorta dengan ambang batas 120-150 HU). Kemudian citra di rekonstruksi melalui MPR dan MIP.



Gambar 1. Penggunaan teknik *split bolus* pada Wanita berusia 36 tahun.

Pada gambar 1 menunjukkan citra anatomis dalam penggunaan teknik *split bolus* pada seorang wanita yang berusia 36 tahun dengan indikasi disminore, sembelit, dan kram perut dengan penambahan rekonstruksi coronal, algoritma proyeksi intensitas maksimum, kekeruhan ureter kiri dan sepertiga ureter mengalami kekeruhan atau *opafication*.

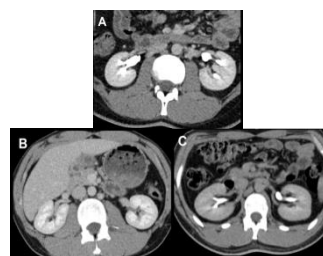
Pada penelitian Chong dkk, (2014) CT Scan urografi teknik *split bolus* terdiri dari seri akuisisi biphasic fase *non enhancement* dalam posisi supine dan satu set gambar enhancement kontrasnya (gabungan fase nefrografi dan ekskresi) dalam posisi tengkurap. Ini diperoleh dengan dua bolus injeksi media kontras 50mL kontras dan 20mL saline chaser dengan kecepatan 2 mL/s diberikan tepat setelah fase non enhancement diikuti 12 menit kemudian dengan bolus kedua yang terdiri dari 65 mL kontras dan 30 mL saline chaser dengan kecepatan 1,5 mL/s. Dengan membagi bahan kontras menjadi dua suntikan bolus terpisah, fase ekskresi nefrografik gabungan dicapai Kekeruhan saluran kemih diperoleh dari bolus pertama sedangkan bolus kedua berfungsi untuk

enhancement ginjal sesaat sebelum akuisisi gambar. Pada penelitian Chong dkk, (2014) CT Scan urografi *split bolus* media kontras dengan total media kontras yang digunakan dengan dua bolus injeksi media kontras : 50mL kontras dan 20mL saline chaser dengan flowrate 2 mL/s. Seperti pada gambar di bawah ini gambar 2.



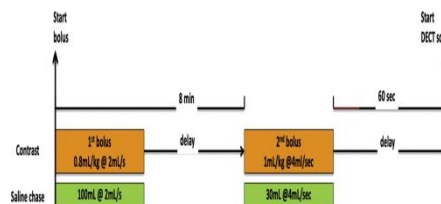
Gambar 2. Protokol skema teknik split bolus

Pada penelitian Gifford dkk, (2018) teknik *split-bolus* dilakukan menggunakan akuisisi bifasik dengan menggabungkan fase nefrografi dan ekskresi. Fase gabungan ini dicapai dengan menggunakan 2 bolus kontras intravena, dengan 45% dari dosis total diberikan pada bolus pertama dan sisanya 55% pada bolus berikutnya.



Gambar 3. (a) fase nefrografi (b) single bolus standar (c) fase ekskresi

Pada penelitian Manoharan dkk, (2020) bahwa teknik pemeriksaan pada pasien yaitu dimulai dengan persiapan pasien pasien diminta minum 1 liter air 30 menit sebelum pemeriksaan. Parameter akuisisi dirangkum dalam tabel 1.



Gambar 4. Skema *Split Bolus Dual Energy Computed Tomography* (SBDECTU)

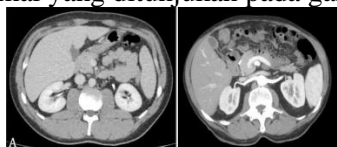
Tabel 1. Parameter dari protokol CT SCAN Urografi teknik *split bolus*

Pengaturan tegangan tabung	110 /140 kV
Pengaturan mAs	210/160
Filter	Yes
Kollimator	2 x 64 x0,6 mm
Gantry waktu rotasi	0,5 s
Pitch	0,6

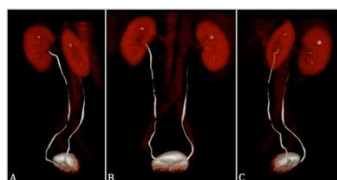
Rekonstruksi slice thickness	1,5 m
Rekonstruksi inncrement	1,5 m
Rekonstruksi kernel	D30f

Pada penelitian Takeuchi dkk, (2012) pasien diinstruksikan untuk minum 500 mL air sambil menunggu 15 menit sebelum memulai pemeriksaan kemudian pasien masuk kembali ke ruang pemeriksaan setelah 15 menit dan tambahan 100 ml media kontras diberikan pada 2 mL/s. Tidak ada obat diuretik atau saline yang diberikan. Pasien berbaring dalam posisi supine di meja pemeriksaan. Pada penelitian ini menggunakan media kontras 50 mL intravena CM iohexol.

Pada artikel ini menggunakan rekonstruksi akuisisi resolusi tinggi 3D MIP (maximum intensitas proyeksi) yang ada pada citra sehingga kualitas gambar yang dihasilkan lebih optimal yang ditunjukkan pada gambar 5.

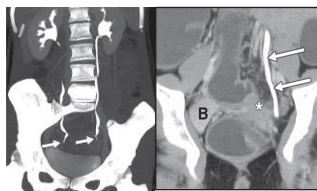


Gambar 5. (a) rekonstruksi *split bolus* sebelum menggunakan MIP dan (b) Rekonstruksi dengan Aksial *split bolus* menggunakan MIP



Gambar 6. (a,b,c) Rekonstruksi 3D yang diperoleh dengan akuisisi *nephro-urographic* gabungan dari *split bolus*

Pada gambar 6 (a,b,c) menunjukkan citra rekonstruksi 3D yang diperoleh akuisisi nepro-urographic gabungan dari teknik split bolus dengan informasi citra seluruh anatomi saluran kemih, dari ginjal ke kandung kemih secara jelas.



Gambar 7. (a) Teknik split bolus menggunakan rekonstruksi 3D MIP (b) Gambar yang diperbesar dengan menunjukan ureter kiri

Pada artikel tersebut pada gambar 7 menunjukkan citra CT Scan urografi dengan klinis dugaan endometriosis wanita terlihat pada gambar a dengan teknik *split bolus* dapat

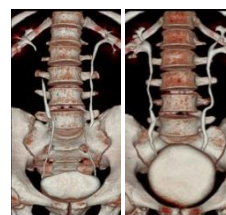
meningkatkan enhancement saluran kemih pada citra, sehingga menunjukkan bahwa ureter distal terkompresi (panah) tidak buram. Gambar b wanita dengan kompresi ureter yang disebabkan oleh endometriosis. Gambar CT SCAN urografi enteroclysis *split bolus* menunjukkan citra anatomi ureter kiri (panah) yang melebar. Ureter kiri sedang dikompresi oleh nodul endometriotik (tanda bintang) B = kandung kemih.



Gambar 8. CT Scan dengan split bolus (a) coronal, (b) fase nefrografi dan ekskresi gabungan

Pada gambar 8 menunjukkan citra anatomis pada CT Scan urografi menggunakan teknik *split bolus* gambar (a) menunjukkan coronal volume-rendered dan (b) gambar proyeksi intensitas maksimum coronal obliq yang diperoleh selama fase *nefrografi* dan ekskresi gabungan yang menunjukkan batu staghorn di panggul ginjal kanan dan calyces (panah). Kekeruhan saluran kemih bagian atas bilateral dengan sejumlah kecil kontras yang mengisi kandung kemih terlihat (mata panah).

Pada penelitian Gifford dkk, (2018) Evaluasi informasi citra pada kualitas gambar opasifikasi pada sistem urine. Peningkatan parenkim ginjal sangat baik pada 51% (86 dari 170) kelompok *split bolus* dan 41% (73 dari 180) pada kelompok *single bolus*. Tidak ada subjek dari kelompok *split bolus* yang ditemukan memiliki peningkatan parenkim ginjal yang buruk, sedangkan 2% (4 dari 180) dianggap buruk pada kelompok *bolus tunggal*.

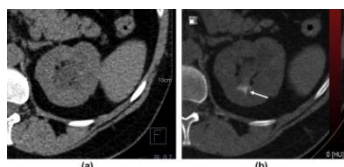


Gambar 9. Gambar rekonstruksi coronal 3D dari kedua kelompok protokol

Pada gambar 9 menunjukkan gambar rekonstruksi coronal 3D dari kedua kelompok protokol yang menunjukkan citra anatomis pada gambar (a) kekeruhan/distensi tidak lengkap, cukup untuk diagnosis sedangkan pada gambar (b) Kekeruhan/distensi lengkap, optimal untuk diagnosis.

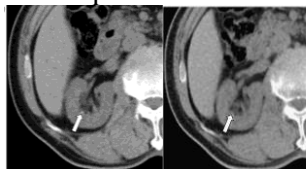
Pada penelitian Manoharan dkk, (2020). Pada gambar 9 VNE yang berasal dari protokol

SBDECTU telah menunjukkan akurasi diagnostik yang tinggi untuk mendeteksi dan mengkarakterisasi batu besar yang signifikan secara klinis.



Gambar 10. Seorang pria 47 tahun dengan gejala hematuria mikroskopis asimtomatik. (a) Gambar TNE SBDECTU dan (b) SBDECTU VNE yang menunjukkan sisa media kontras (panah di b)

Pada penelitian Takeuchi dkk, (2012) kualitas gambar pada kombinasi (fase nefrografi dan ekretoris) dual-energy split bolus tampak cukup baik untuk evaluasi saluran kemih meskipun didapatkan sedikit artifak dan noise pada citra tetapi masih dapat diterima. Dalam penelitian pada pasien dengan klinis batu VNEI yang di hasilkan dari dual energy *split bolus* yang dihasilkan dari pemindaian fase *nephrographic* untuk mengevaluasi massa pada ginjal. Dalam penelitian kami, sebagian besar VNEI yang dihasilkan dari CNEPI dapat diterima karena ditafsirkan terlihat pada 10% dari 30 kasus dan VNEI yang tidak dapat ditafsirkan terlihat pada 3%.



Gambar 11. (a) TNE (True non Enhancement) dan (b) VNE (Virtual non Enhancement)

Pada tujuh artikel diatas telah dilakukan penelitian mengenai pemeriksaan teknik *split bolus* pada pemeriksaan *Multidetector Computed Tomography Urografi* menurut beberapa literature review adalah teknik pemasukan media kontras melalui intravena yang menggabungkan dua fase *nephrografi* dan fase *ekretoris* dalam satu akuisisi citra dengan pembagian bolus pertama dan bolus kedua. Pada teknik ini menggunakan media kontras *iodine non-ionic* dengan volume 90 ml - 135 ml. Media kontras *non ionic* yang digunakan dalam beberapa literatur yaitu menggunakan konsentrasi sekitar 300 mg/ml-370 mg/ml. Media kontras *non ionic* pada *split bolus* digunakan karena memiliki tingkat keamanan yang tinggi. Pada artikel Exhibit dkk, (2017), Biscaldi dkk, (2011), Chong dkk, (2014), Lai

dkk, (2017) , Gifford dkk, (2018), Manoharan dkk, (2020), dan Takeuchi dkk, (2012). Dari ketujuh artikel tersebut rata-rata menggunakan media kontras *non ionic* seperti iopamiro dan iohexol. Media kontras jenis *non-ionic* sepertiiopamiro dan iohexol sering digunakan karena tingkat keamanannya yang cukup tinggi.

Pada penelitian Chong dkk, (2014) injeksi media kontras 50mL kontras dan 20 ml saline dengan *flow rate* 2mL/s dengan bolus kedua yang terdiri dari 65 ml kontras dan 30 ml saline dengan kecepatan 1,5 ml/s. Pada penelitian Gifford dkk, (2018) juga volume berkisar antara 90 ml sampai 135 ml. Misalnya, untuk pria 70 kg, bolus pertama terdiri dari 50 ml kontras dan bolus kedua 65 ml. Pada penelitian Takeuchi dkk, (2012) juga menggunakan media kontras 100 ml kontras media diberikan pada 2 mL/s. Sedangkan dari Exhibit dkk, (2017) total 130 ml. Pada penelitian Lai dkk, (2017) menggunakan media kontras dengan total volume 90 ml yang dibagi menjadi dua 50 ml dan 40 ml.

Dari beberapa artikel diatas volume media kontras yang digunakan yaitu berbeda-beda kisaran 90ml -130 ml oleh karena itu hal ini tidak sesuai pada literature dari Kyongtae T dkk, (2010) yang mengatakan media kontras volume kontras yang sesuai dengan indeks masa tubuh pasien yaitu 100ml dengan kosentrasi 300 mg/ml tetapi penggunaan kosentrasi 370mg/ml masih masuk rentan kosentrasi media kontras yang di gunakan pada beberapa protokol untuk CT Scan urografi yaitu kosentrasi dijelaskan pada literature ini adalah sekitar 240-370 mg/ml. Pada beberapa artikel artikel di atas ada juga yang menggunakan kosentrasi 370mg/ml. Hal ini masih wajar karena kosentrasi pada media kontras masih bisa di tolerin.

Pada artikel-artikel tersebut penggunaan kosentrasi pada media kontras *non ionic* yang baik digunakan pada pemeriksaan *split bolus* CT SCAN urografi ini yaitu 300-370 mg/ml. Pada teknik *split bolus* yang merupakan media kontras *intravena* dimana dibagi menjadi dua dan diberikan pada interval waktu yang berbeda, gabungan yang diperoleh dari fase *nephrografi* dan fase *ekskresi* untuk dicitrakan dalam satu *eksposure* (Romans 2011). Pada saat injeksi kontras *split bolus* juga ada penggunaan *flow rate* di hasilkan. *Flow rate* yang digunakan pada ketujuh artikel diatas penggunaan *flow rate* juga berbeda beda yaitu pada Exhibit dkk, (2017) *flow rate* 3,0-3,5 mL/s, sedangkan Chong dkk, (2014) *flowrate* 2 ml/s, pada Gifford dkk, (2018)

menggunakan *flow rate* 1,5 ml/s, Pada penelitian Biscaldi dkk, (2011) menggunakan *flow rate* 1 ml/s, penelitian Gifford e dkk, (2018) *flowrate* 1,5 ml/s, pada Manoharan dkk, (2020) *flowrate* 2ml/s , dan artikel Takeuchi dkk, (2012) juga menggunakan 2 ml/s. Berdasarkan data tersebut maka penggunaan *flow-rate* rata-rata pada artikel lebih banyak pada 2 ml/s.

Penulis berpendapat bahwa pada penelitian di atas teknik *split bolus* pada pemeriksaan CT Scan urografi adalah teknik pemasukan media kontras melalui intravena yang menggabungkan dua fase *nefrografi* dan *fase ekretoris* dalam satu akuisisi citra. Pembagian pada *split bolus* ini menggabungkan dua fase yaitu *fase nefrografi* dan *fase ekretoris* sehingga dengan pembagian bolus pertama dan kedua yang diikuti menggunakan injeksi saline dengan *flow rate* rata-rata pada *literature* yaitu sekitar 1,5ml - 3 ml/s. Pada teknik ini menggunakan media kontras *iodine non-ionic* dengan volume 90ml - 135 ml. Media kontras *non ionic* yang digunakan dalam beberapa literatur yaitu menggunakan konsentrasi sekitar 300 mg/ml-370 mg/ml. Media kontras *non ionic* pada *split bolus* digunakan karena memiliki tingkat keamanan yang tinggi.

Pada artikel Gifford dkk, (2018) teknik *split bolus* dapat mengurangi dosis pada pasien dengan menghasilkan dosis efektif sebesar 31% daripada menggunakan teknik *single bolus* sehingga dapat mengurangi kebutuhan penyimpanan data pada saluran kemih. Pada teknik *split bolus* CT Scan urografi dapat dioptimalkan dalam satu akuisisi. Untuk kualitas gambar yang di hasilkan dari teknik *split bolus* ini sebanding dengan protokol *single bolus* yaitu dilihat dari lesi pada gambar lebih halus pada sistem urinaria. Pada teknik ini dosis media kontras yang diberikan pada bolus kedua meningkatkan distensi ureter sehingga meningkatkan kualitas gambar. Pada artikel Lai dkk, (2017) juga mengatakan bahwa teknik *split bolus* berguna untuk evaluasi saluran kemih, kelainan ginjal, dan *lesi urothelial*. Gambaran *opacification* pada saluran urinaria yang optimal dapat digunakan untuk mendeteksi kanker saluran urinaria bagian atas. Teknik *split bolus* dapat mengurangi paparan radiasi pada pasien dan waktu scanning lebih cepat dibandingkan protokol standar. Lebih dari 85% pasien yang menggunakan protokol *split bolus* yang mencapai lebih dari 50% mengalami kekeruhan (*opacification*).

Kualitas gambar parenkim ginjal pada fase kontras *enhancement* dinilai sangat baik pada 51% pasien untuk teknik *split-bolus* dan pada 41% untuk teknik *single bolus* Chong dkk, (2014). Peningkatan parenkim ginjal sangat baik pada 51% (86 dari 170) kelompok *split bolus* dan 41% (73 dari 180) pada kelompok *single bolus* (Exhibit, dkk (2017). Pada penggabungan teknik *split bolus* dengan beberapa *rekonstruksi algoritma* gambaran juga menghasilkan citra yang lebih optimal selain itu juga menunjukkan citra anatomis keseluruhan (Exhibit, dkk (2017) dan (Biscaldi dkk, 2011). Tetapi di beberapa artikel lain tidak semua kualitas citra yang di hasilkan pada penggabungan *split bolus* menampilkan kualitas citra dengan optimal (Takeuchi dkk, 2012).

Penulis berpendapat pada teknik *single bolus* volume total kontras intravena yang digunakan sekaligus diikuti injeksi saline dengan menggunakan *bolus tracking*. Sedangkan pada teknik *split bolus* volume kontras di bagi menjadi dua bolus secara terpisah dan tanpa menggunakan *bolus tracking* pada teknik ini di peroleh penggabungan dua fase. Peran teknik *split bolus* pada pemeriksaan *Multidetector Computed Tomography Urografi* dapat mengurangi dosis radiasi karena penggabungan dua fase yaitu *nefrografi* dan *ekskretoris* pada satu pemindaian. Pada dosis radiasi dan informasi citra anatomis yang didapatkan dari beberapa literatur terkait yaitu pada teknik *split bolus* ini memiliki beberapa keuntungan, karena penggabungan dua fase yaitu fase *nefrografi* dan fase *ektresi* dalam satu pemindaian sehingga dosis yang dihasilkan lebih rendah dari protokol standar (*single bolus*). Penambahan protokol *split bolus* saat digabungkan beberapa *rekonstruksi algoritma* mampu meningkatkan kontras resolusi dan meningkatkan *enhancement* pada organ. Penambahan *rekonstruksi algoritma 3D MIP* pada *split bolus* juga dapat menambahkan informasi yang berguna lebih lanjut untuk menyampaikan fitur anatomis sistem urinaria secara lebih besar sehingga tampak lebih jelas.

Simpulan

Teknik *split bolus* pada pemeriksaan CT Scan urografi adalah teknik pemasukan media kontras melalui intravena yang menggabungkan dua fase yaitu *fase nefrografi* dan *fase ekretoris* dalam satu akuisisi citra. Pembagian pada *split bolus* ini menggabungkan dua fase yaitu *fase*

nefrografi dan *fase ekretoris* sehingga dengan pembagian bolus pertama dan kedua yang diikuti penggunaan injeksi saline dengan *flow rate* rata-rata yaitu sekitar 1,5ml - 3 ml/s. Pada teknik ini menggunakan media kontras *iodine non-ionic*. Media kontras *non ionic* yang digunakan dalam beberapa literatur yaitu menggunakan konsentrasi sekitar 300 mg/ml-370 mg/ml. Media kontras *non ionic* pada *split bolus* digunakan karena memiliki tingkat keamanan yang tinggi.

Peran teknik *split bolus* pada dosis radiasi dan informasi citra anatomis karena penggabungan dua fase yaitu fase *nefrografi* dan fase *ekretoris* dalam satu pemindaian sehingga dosis yang dihasilkan lebih rendah dari protokol standar. Pada penambahan protokol *split bolus* saat digabungkan beberapa rekonstruksi algoritma mampu meningkatkan kontras resolusi dan meningkatkan *enhancement* pada organ sehingga menghasilkan informasi citra anatomis yang lebih optimal. Salah satu rekonstruksi algoritma yang digunakan yaitu 3D MIP fitur anatomis sistem urinaria secara lebih besar.

Daftar Pustaka

- Biscaldi, Ennio, Simone Ferrero, Valentino Remorgida, and Gian Andrea Rollandi. 2011. "CT SCAN Enteroclysis Urography with Split-Bolus Technique Provides Information on Ureteral Involvement in Patients with Suspected Bowel Endometriosis." *American Journal of Roentgenology* 196(5):635–40. doi: 10.2214/AJR.10.4454.
- Bontrager, Kenneth L. 2014. *TEXTBOOK OF RADIOGRRAPHIC POSITIONING AND RELATED ANATOMY*. Vol. 53. Elsevier.
- Chong, M. C., W. C. Teoh, S. Z. Yiin, and K. K. Jeffrey Fong. 2014. "CT SCAN Urography: Comparison of Image Quality and Radiation Dose between Single and Split Bolus Techniques Aims and Objectives."
- Exhibit, Educational, C. Valle, P. A. Bonaffini, A. Barletta, S. Faenza, F. Invernizzi, A. Pappini, and S. Sironi. 2017. "Split-Bolus CT SCAN Urography Technique : Clinical Applications, Imaging Findings and Radiation Dose Exposure ." (March):1–23. doi: 10.1594/ecr2017/C-1618.
- Gifford, John Nathan, Mei Choo Chong, Le Roy Chong, Shih Zhu Yiin, Jeffrey Kk Fong, and Wey Chyi Teoh. 2018. "Computed Tomography Urography: Comparison of Image Quality and Radiation Dose between Single- and Split-Bolus Techniques." *Annals of the Academy of Medicine, Singapore* 47(8):278–84.
- Kim, Yong Hee, Myung Joon Kim, Hyun Joo Shin, Haesung Yoon, and Mi Jung Lee. 2017. "Simplified Split-Bolus Intravenous Contrast Injection Technique for Pediatric Abdominal CT." *Clinical Imaging* 46(March 2014):28–32. doi: 10.1016/j.clinimag.2017.06.002.
- Kyongtae T, Bae. 2010. "Intravenous Contrast Medium Administration and Scan Timing at CT: Considerations and Approaches." *Radiology* 256(1):32–61. doi: 10.1148/radiol.10090908.
- Lai, Y. T. A., B. M. H. Lai, H. Chin, K. P. Fung, S. F. Shum, W. K. Kan, and J. L. S. Khoo. 2017. "Single-Bolus versus Split-Bolus Protocol in Multidetector Computed Tomography Urography." *Hong Kong Journal of Radiology* 20(2):126–30. doi: 10.12809/hkjr1716420.
- Lampignano, John P., and Leslie E. Kendrick. 2018. "Bontrager's Textbook of Radiographic Positioning and Related Anatomy by John Lampignano Leslie E Kendrick (z-Lib.)"
- Manoharan, D., S. Sharma, C. J. Das, R. Kumar, and P. Kumar. 2020. "Split Bolus Dual-Energy CT Urography after Urine Dilution: A One-Stop Shop for Detection and Characterisation of Urolithiasis." *Clinical Radiology* 75(8):643.e11-643.e18. doi: 10.1016/j.crad.2020.03.020.
- Niemann, T., M. Van Straten, C. Resinger, T. Bayer, and Georg Bongartz. 2011. "Detection of Urolithiasis Using Low-Dose CT - A Noise Simulation Study." *European Journal of Radiology* 80(2):213–18. doi: 10.1016/j.ejrad.2010.05.016.
- Panbianco, Valeria, and Jurgen J. Springte. Ftterer. 2015. *CT SCAN and MRI in Genitourinary Imaging*. Italia: Springer Milan Heidelberg New York Dordrecht London.
- Reiser, M. F., H. Hricak, M. Knauth, Henrik S. Thomsen, and Judith A. W. Webb. 2014. *Contrast Media. Safety Issues and ESUR*. Berlin Heidenberg.
- Romans, Lois E. 2011. "Computed Tomography for Technologists: A Comprehensive Text, Second Edition." *Computed Tomography for Technologists: A Comprehensive Text* 1–440.
- Saade, Charbel, May Mohamad, Racha Kerek, Nadine Hamieh, Ibrahim Alsheikh Deeb, Bassam El-Achkar, Hani Tamim, Farah Abdul Razzak, Maurice Haddad, Alain S. Abi-Ghanem, and Fadi El-Merhi. 2018. "Augmented

- Quadruple-Phase Contrast Media Administration and Triphasic Scan Protocol Increases Image Quality at Reduced Radiation Dose during Computed Tomography Urography.” *Journal of Computer Assisted Tomography* 42(2):216–21. doi: 10.1097/RCT.0000000000000674.
- Scialpi, Michele, and Raffaele Schiavone. 2019. “Diagnostic Efficacy of Single-Pass Split-Bolus Multidetector Computed Tomography in Pediatric Oncology: A Valid Alternative to a Standard Monophasic Protocol.” *Pediatric Radiology* 49(1):151–52. doi: 10.1007/s00247-018-4234-5.
- Seeram, Euclid. 2016. *Computed Tomography : Physical Principle, Clinical Applications, and Quality Control*, Journal of Chemical Information and Modeling. Elsevier Inc.
- Sulaksono N, Suryono, Ardiyanto J. Optimalisasi Citra MSCT Traktus Urinarius Menggunakan Tracking dengan Variasi Slice Thickness dan Window Setting. *Jurnal Riset Berkala*. 2016.
- Sulaksono N, Suryono, Ardiyanto J. The Optimization of Ureterolithiasis Image with a Contrast Analysis on MSCT of Urinary Tract with Variation of Slice Thickness and Window Setting. American Scientific Publishers. 2017.
- Takeuchi, Mitsuru, Tatsuya Kawai, Masato Ito, Masaki Ogawa, Kazuya Ohashi, Masaki Hara, and Yuta Shibamoto. 2012. “Split-Bolus CT-Urography Using Dual-Energy CT: Feasibility, Image Quality and Dose Reduction.” *European Journal of Radiology* 81(11):3160–65. doi: 10.1016/j.ejrad.2012.05.005.
- Wahyuningsih, P. H. 2017. *BAHAN AJAR KEBIDANAN ANATOMI FISILOGI*. 2017th ed. edited by A. A. Darmanto. Jakarta Selatan: Kementerian Kesehatan Republik Indonesia PUSDIK BPP SDM.
- Waugh, A. Grant, A. 2014. *Rose and Wilson Anatomy and Physiology in Health and Illness*. Vol. 66. 12th Edition. British: Elsevier.
- Widjokongko, S. dkk. (2016) *Protokol Radiologi CT-Scan dan MRI*. Magelang: Int: Media Pustaka.
- Wijaya, A.T dan Atmadja, B. (2016) “NEFROGRAFI AKIBAT KONTRAS Risk identification dan Prevention of Contrast-Induced Nephropathy) 2(September 2016).hal,52-53