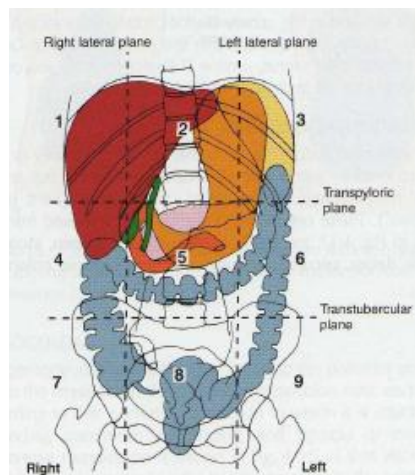


BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

A. Anatomi Abdomen

Abdomen adalah bagian tubuh yang berbentuk rongga terletak diantara toraks dan pelvis. Rongga ini berisi viscera dan dibungkus dinding abdomen yang terbentuk dari dari otot abdomen, *columna vertebralis*, dan tulang ilium. Untuk membantu menetapkan suatu lokasi di abdomen, yang paling sering dipakai adalah pembagian abdomen oleh dua buah bidang bayangan horisontal dan dua bidang bayangan vertikal. Bidang bayangan tersebut membagi dinding anterior abdomen menjadi sembilan daerah (*regiones*). Dua bidang diantaranya berjalan horizontal melalui setinggi tulang rawan iga kesembilan, yang bawah setinggi bagian atas *crista iliaca* dan dua bidang lainnya vertikal di kiri dan kanan tubuh yaitu dari tulang rawan iga kedelapan hingga ke pertengahan ligamentum inguinale⁽⁴⁾. Regio abdomen tersebut tampak pada gambar 2.1



Keterangan Gambar :

- 1 *hypocondriaca dextra*,
- 2 *epigastrica*,
- 3 *hypocondriaca sinistra*,
- 4 *lumbalis dextra*,
- 5 *umbilical*,
- 6 *lumbalis sinistra*,
- 7 *inguinalis dextra*,
- 8 *pubica/hipogastrica*,
- 9 *inguinalis sinistra*.

Gambar 2.1. Pembagian anatomi abdomen berdasarkan lokasi organ yang ada di dalamnya⁽⁴⁾

1. *Hypocondriaca dextra* meliputi organ : lobus kanan hati, kantung empedu, sebagian duodenum fleksura hepatic kolon, sebagian ginjal kanan dan kelenjar suprarenal kanan.
2. *Epigastrica* meliputi organ: pilorus gaster, duodenum, pankreas dan sebagian dari hepar.
3. *Hypocondriaca sinistra* meliputi organ: gaster, limpa, bagian kaudal pankreas, fleksura lienalis kolon, bagian proksimal ginjal kiri dan kelenjar suprarenal kiri.
4. *Lumbalis dextra* meliputi organ: kolon ascenden, bagian distal ginjal kanan, sebagian duodenum dan jejunum.
5. *Umbilical* meliputi organ: Omentum, mesenterium, bagian bawah duodenum, jejunum dan ileum.
6. *Lumbalis sinistra* meliputi organ: kolon ascenden, bagian distal ginjal kiri, sebagian jejunum dan ileum.
7. *Inguinalis dextra* meliputi organ: sekum, apendiks, bagian distal ileum dan ureter kanan.
8. *Pubica/Hipogastric* meliputi organ: ileum, vesica urinaria dan uterus (pada kehamilan).
9. *Inguinalis sinistra* meliputi organ: kolon sigmoid, ureter kiri dan ovarium kiri.

Untuk kepentingan klinis rongga abdomen dibagi menjadi tiga regio yaitu : rongga peritoneum, rongga retroperitoneum dan rongga pelvis. rongga pelvis sebenarnya terdiri dari bagian dari intraperitoneal dan sebagian

retroperitoneal. Rongga peritoneal dibagi menjadi dua yaitu bagian atas dan bawah. Rongga peritoneal atas, yang ditutupi tulang tulang toraks, termasuk diafragma, liver, lien, gaster dan kolon transversum. Area ini juga dinamakan sebagai komponen torako-abdominal dari abdomen. Sedangkan rongga peritoneal bawah berisi usus halus, sebagian kolon ascenden dan descenden, kolon sigmoid, caecum, dan organ reproduksi pada wanita⁽²¹⁾

Rongga retroperitoneal terdapat di abdomen bagian belakang, berisi aorta abdominalis, vena cava inferior, sebagian besar duodenum, pancreas, ginjal, dan ureter, permukaan posterior kolon ascenden dan descenden serta komponen retroperitoneal dari rongga pelvis. Sedangkan rongga pelvis dikelilingi oleh tulang pelvis yang pada dasarnya adalah bagian bawah dari rongga peritoneal dan retroperitoneal. Berisi rektum, kandung kencing, pembuluh darah iliaka, dan organ reproduksi interna pada wanita⁽⁶⁾

B. Teknik Radiografi Abdomen Proyeksi Antero Posterior

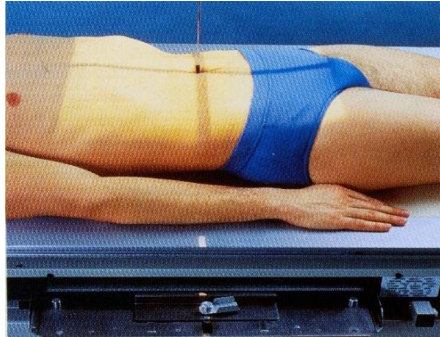
1. Persiapan Pasien

Pasien mengganti baju dan melepas benda benda di sekitar abdomen yang bisa menimbulkan *radioopaque*

2. Pengaturan Posisi Pasien

Pasien diposisikan *supine* di atas meja pemeriksaan dengan *Mid Sagittal Plane* (MSP) tubuh berada tepat pada garis tengah meja pemeriksaan. Kedua tangan lurus di samping tubuh dan kedua kaki lurus ke bawah. Objek diatur dengan menentukan batas atas *processus xypoides* dan batas bawah adalah *symphysis pubis*.

Titik bidik pada pertengahan kedua *crista iliaca* dengan arah sinar vertikal tegak lurus dengan kaset. Eksposi dilakukan saat pasien ekspirasi penuh dan tahan napas.



Gambar 2.2 Posisi Pasien Proyeksi AP⁽³⁾



Gambar 2.3 Radiograf Abdomen Proyeksi Antero Posterior⁽¹¹⁾

3. Kriteria Radiograf Abdomen

- a. Tampak dari bagian atas abdomen sampai simpisis pubis
- b. *Columna vertebrae* berada pada pertengahan
- c. Antara kedua tulang *costae*, *hip joint* dan pelvis berjarak sama

- d. Tidak ada rotasi pasien ditandai dengan *processus spinosus* bersada di pertengahan *columna vertebrae*, kedua tulang iliaka pada pelvis simetris.
- e. Jaringan lunak tampak jelas dan menunjukkan kontras sebagai berikut. dinding perut lateral dan lapisan *properitonealfat* (flank stripe). spoas otot, bagian bawah hati dan ginjal, iga inferior, prosesus transversus dan vertebra lumbar.

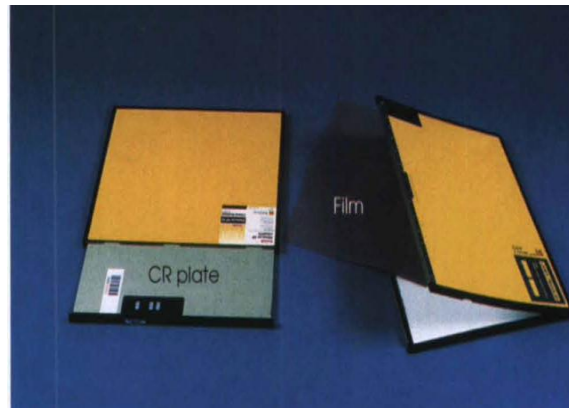
C. *Computed Radiography* (CR)

Computed Radiography (CR) adalah sistem akuisisi dan pemrosesan citra digital untuk memproduksi radiograf statis. CR dikembangkan pada tahun 1981 oleh Fuji Corporation, dengan aplikasi klinis pertama di tahun 1983. Sistem ini menggunakan tabung sinar X standar dan generator namun memerlukan reseptor gambar khusus dan mengolah sistem CR yang terdiri dari reseptor gambar sebagai perangkat pembaca gambar dan sebuah workstation⁽¹⁴⁾.

1. Komponen *Computed Radiography*

a. *Imaging Plate*

Imaging Plate merupakan lembaran yang dapat menangkap dan menyimpan sinar-X. Terdiri dari lapisan fosfor dan lapisan pendukung. *Imaging Plate* digunakan dengan cara *recording* dibaca oleh sinar laser dan dihapus untuk dipakai kembali. Dalam penggunaan *Imaging Plate* berada didalam kaset⁽³⁾.



Gambar 2.4 *Imaging Plate* Tampak Depan⁽³⁾



Gambar 2.5 *Imaging Plate* Tampak Belakang⁽³⁾

Lapisan *Imaging Plate* terdiri dari:

1) Lapisan Pelindung

Lapisan ini berfungsi untuk melindungi IP dari benturan⁽³⁾.

2) Lapisan Fosfor

Lapisan fosfor IP adalah lapisan kristal *europium-doped fluorohalide* ($\text{BaF}_x;\text{Eu}^{2+}$) berubah menjadi semistabil. Distribusi molekul semi stabil ini membentuk gambaran laten⁽³⁾.

3) Lapisan Penyokong

Lapisan penyokong adalah lapisan dasar yang melapisi lapisan lain yang terbuat dari *polyester*⁽³⁾.

4) Lapisan Konduktor

Lapisan Konduktor berfungsi mengeluminasi masalah elektrostatis dan menyerap cahaya untuk meningkatkan ketajaman⁽³⁾.

5) Lapisan Pelindung Cahaya

Lapisan ini berfungsi untuk mencegah cahaya masuk saat proses penghapusan data dari *Imaging Plate*, kebocoran, dan menurunkan resolusi spasial⁽³⁾.

Imaging Plate mempunyai peran yang sama seperti *intensifying screen* dan ditempatkan pada kaset yang mirip dengan kaset radiografi konvensional. Sensitivitas *IP* kira-kira sama dengan kombinasi film screen yang memiliki *speed* 200 (Bushong, 2001). *IP* yang telah dieksposi sama halnya seperti prosedur kerja dari film screen pada radiografi konvensional dan kemudian kaset CR tersebut dibawa ke *CR Reader Unit* (IP Unit).

Pada proses *loading* dan *unloading IP*, pada *CR reader* harus diminyaki dan dibersihkan dengan rutin. *IP* harus dijaga dari kotoran dan debu untuk menghindari artefak pada gambar akhir yang dapat mengganggu gambaran patologi. *IP* harus di periksa dari kerutan dan retakkan setiap bulannya. Karena goresan, kerutan atau retakkan dapat menyebabkan artefak pada gambaran seperti patologi, misalnya gambaran fraktur maupun *phenomeno*⁽¹⁴⁾.

Kaset terdiri dari bingkai yang terutama aluminium atau baja dilengkapi *tube side* dari serat karbon. Bagian belakang kaset

merupakan bagian tipis dari timah hitam untuk menyerap radiasi hambur, fungsi utama kaset adalah untuk melindungi *Imaging Plate*, bukan mengontrol cahaya. Label berkode angka-angka yang menunjukkan identitas kaset. Yang akan memudahkan untuk mencocokkan tiap kaset dengan identitas pasien dan pemeriksaan serta informasi positioning⁽³⁾.

IP mendemonstrasikan respon linear yang unggul terhadap intensitas sinar-X dibanding film radiograf, maka IP mampu menampilkan tampilan yang baik dalam kemampuannya memberi informasi diagnostik yang lebih baik pada daerah *underexposure* dan *overexposure*⁽³⁾.

b. *Imaging Plate Reader*

Imaging Plate Reader adalah komponen penting lain dari kontrol akuisisi gambar. *Imaging Plate Reader* mengubah *continuous analog information* (gambar laten) pada IP menjadi format digital⁽³⁾.

Setelah *Imaging Plate* (IP) diekspose, maka *imaging plate* harus diletakkan dislot pada *image reader*. Di dalam *image reader*, *imaging plate* secara otomatis keluar dari kaset dan bayangan laten yang terekam pada *imaging plate* akan dipindai setiap garisnya oleh *laser scanner*. Saat proses pemindaian, fosfor *imaging plate* melepaskan elektron yang memancarkan cahaya, yang sama dengan energi yang tersimpan dalam *imaging plate*. Pada tahap ini, terjadi perubahan data analog menjadi digital. Kemudian bayangan laten pada *imaging plate* dihapus,

dimasukkan kembali dalam kaset, dan *imaging plate* siap digunakan kembali untuk pemeriksaan selanjutnya. Proses ini memakan waktu selama kurang lebih 20 detik⁽⁴⁾.



Gambar 2.6 *Imaging Plate Reader*⁽⁶⁾

c. Sistem Pengolahan Citra

Imaging plate diekspose dengan sinar-X maka menghasilkan bayangan laten pada *Imaging Plate*. *Imaging Plate* yang telah diekspose ini dimasukkan dalam slot pada *Imaging Plate Reader device* yang akan memindahkan *Imagng Plate*, *Imaging Plate* kemudian discan dengan *helium neon laser* (emisi cahaya merah dengan panjang gelombang 633 nm) sehingga kristal *imaging plate* menghasilkan cahaya biru-violet (panjang gelombang 390-400 nm). Cahaya ini kemudian dideteksi oleh *phoposensor* dan dikirim melalui *Analog Digital Conventer* (ADC) ke komputer untuk diproses. Setelah gambar diperoleh, *Imaging Plate* ditransfer ke bagian lain dari *ImagingPlate Reader device* untuk menghapus sisa-sisa gambar agar *Imaging Plate* dapat digunakan kembali⁽¹⁴⁾

d. Sistem Tampilan Gambar

Tampilan citra pada *Computed Radiography* dengan *Computed Tomography* pada dasarnya hampir sama yaitu merupakan hasil respon frekuensi spasial dan proses gradasi. Respon frekuensi spasial mengontrol kontras antara dua struktur pada densitas yang berbeda. Proses gradasi mengontrol *range* densitas yang digunakan untuk menampilkan struktur pada gambar, ini sama dengan *windows setting* yang digunakan pada tampilan *Computed Tomography* (CT). Dua karakteristik yang berbeda kontras dan densitasnya dioptimalkan dengan *digital image processor* untuk bagian anatomi spesifik yang dipelajari⁽³⁾.

Jika gambar ditampilkan dalam monitor, maka karakteristik gambar dapat diatur (dimagnifikasi, dirotasi dan dibalik) oleh pengguna untuk mendapatkan hasil yang terbaik⁽³⁾, fungsi ini dilakukan oleh komponen yang disebut *workstation* terdiri dari konsol komputer dimana gambar dapat dimanipulasi setelah data dimasukkan dalam memori computer⁽¹⁴⁾.

2. Faktor-Faktor yang Mempengaruhi Kualitas Gambar pada *Computed Radiography* (CR)

a. Kecerahan

Kecerahan didefinisikan sebagai intensitas cahaya masuk yang mewakili individu *pixel* pada gambar yang ada pada monitor. Sistem pencitraan digital dirancang secara elektronik untuk menampilkan kecerahan gambar yang optimal melalui sejumlah faktor eksposi.

Kecerahan ini dikontrol oleh pengolahan perangkat lunak melalui penerapan algoritma pengolahan digital yang telah ditetapkan sebelumnya. Dengan demikian, berbeda dengan hubungan linear antara mAs dan densitas pada pencitraan secara screen imaging, perubahan mAs tidak memiliki efek kontrol pada kecerahan citra digital. Penting untuk dicatat bahwa meskipun kepadatan gambar film tidak dapat diubah setelah diekspose dan diproses secara kimia, pengguna dapat menyesuaikan kecerahan pada citra digital setelah diekspos⁽⁴⁾.

b. Kontras

Dalam pencitraan digital, kontras didefinisikan sebagai perbedaan kecerahan antara daerah terang dan gelap pada suatu gambar. Definisi ini hampir sama dengan citra konvensional, dimana kontras merupakan perbedaan densitas pada area film.

Sistem pencitraan digital dirancang secara elektronik untuk menampilkan kontras gambar yang optimal dalam sejumlah faktor eksposi. Sebaliknya, kontras radiografi dipengaruhi oleh pengolahan digital komputer melalui penerapan algoritma yang telah ditentukan sebelumnya., berbeda dengan pencitraan film-screen, dimana tegangan tabung merupakan faktor yang digunakan untuk mengontrol kontras pada citra. Kontras pada gambar tidak dapat diubah setelah diekspose dan diolah.

c. Resolusi

Resolusi dalam pencitraan digital didefinisikan sebagai ketajaman rekaman atau datail dari struktur pada gambar yang sama seperti yang didefinisikan pada *film screen imaging*.

d. Distorsi

Distorsi didefinisikan sebagai ketidaktepatan ukuran objek atau bentuk seperti yang diproyeksikan media perekam radiografi, seperti pencitraan film screen. Faktor-faktor yang mempengaruhi distorsi (*Source Image Distance*, *Object Image Distance* dan kesejajaran arah sinar) sama seperti pada pencitraan film screen dan pencitraan digital⁽⁴⁾.

e. *Noise*

Noise didefinisikan sebagai gangguan yang mengurangi kejelasan dari gambar. Dalam citra radiografi, ini dapat dinyatakan seperti tampilan yang kasar atau bercak-bercak pada gambar. Salah satu cara untuk menggambarkan noise pada akuisisi citra digital adalah dengan konsep *signal to noise ratio* (SNR).

High SNR yang diinginkan dalam pencitraan, dimana sinyal mAs lebih besar dari noise, sehingga kontras rendah pada struktur jaringan lunak dapat ditampakkan. Meskipun *high Signal to noise Ratio* (SNR) menguntungkan, radiografer harus memastikan bahwa faktor eksposi yang digunakan tidak melampaui dari apa yang diperlukan dan menyebabkan *overexposure* pada pasien.

Low SNR tidak diinginkan, sinyal yang rendah (mAs) rendah disertai dengan *noise* yang tinggi dapat mengaburkan detail dari jaringan lunak dan menghasilkan gambar yang kasar⁽⁴⁾.

f. Detail

Detail gambar adalah sebagai ketajaman dari struktur terkecil pada radiograf. Dengan detail yang baik maka hampir semua organ terkecil akan terlihat. Detail gambar dapat dievaluasi dengan dua arti yaitu ketajaman detail gambar dan jarak pandang detail gambar. Ketajaman detail gambar diartikan sebagai struktur garis tepi jaringan pada gambar radiograf. Faktor yang mempengaruhi ketajaman gambar adalah faktor geometri, *focal spot*, FFD, dan OID⁽³⁾.

g. Artefak

Artefak adalah sesuatu dalam gambar yang bukan merupakan bagian dari anatomi pasien⁽¹⁴⁾

3. Kelebihan *Computed Radiography* (CR)

CR memiliki beberapa kelebihan dibandingkan dengan radiograf konvensional, diantaranya :

- a. Dosis radiasi yang diterima pasien lebih rendah deteksi efisiensi kuantum (hingga 50%) *phosphor imaging plate*.
- b. Rendahnya tingkat pengulangan pemeriksaan karena faktor-faktor teknis.
- c. Resolusi kontras yang tinggi dan letitude eksposi yang luas dibandingkan emulsi film radiograf.

- d. Tidak memerlukan kamar gelap.
- e. Kualitas gambar dapat ditingkatkan
- f. Penyimpanan gambar lebih mudah, baik dalam bentuk *hard copy* maupun *soft copy*.
- g. Lebih mudah menghubungkan dengan *Picture Archiving and Communication system (PACS)* atau *Image Management and Communication System (IMACS)* ⁽¹⁴⁾.

4. Kekurangan *Computed Radiography (CR)*

Kekurangan dari penggunaan CR adalah sebagai berikut.

- a. Biaya yang cukup tinggi untuk *image receptors (IR)*, *CR readerunit*, *hardware* dan *software* untuk workstation.
- b. Resolusi spatial yang rendah.
- c. Kolimasi dan titik pusat (CP) merupakan bagian yang paling penting bagi komputer untuk menentukan ketajaman dan kontras yang tepat.
- d. Pasien berpotensi menerima dosis yang lebih besar.
- e. Adanya artefak pada gambar akibat proses penghapusan *imaging plate (IP)* yang kurang baik ⁽¹⁴⁾.

D. Exposure Index (EI)

Exposure Index (EI) adalah ukuran dari jumlah pemaparan yang diterima oleh reseptor gambar (IR). EI dalam radiografi digital bisa dibandingkan dengan kecepatan film dan kehitaman di layar film. EI dihitung dari nilai kode rata-rata di area data gambar yang digunakan oleh algoritma. Nilai rata-rata dihitung oleh piksel yang terkandung didalam batas anatomis⁽⁷⁾.

Exposure Index tergantung dari radiasi yang menumbuk detektor. Itu adalah nilai yang dikalkulasikan dari pengaruh kuat arus, waktu, tegangan tabung, jumlah detektor yang disinari dan objek yang dieksposi. Memeriksa nilai EI adalah kunci dalam memverifikasi bahwa kualitas optimal citra radiograf digital telah diperoleh dengan kemungkinan dosis yang diterima pasien rendah. Jika EI berada diluar rentang nilai yang telah direkomendasikan pada sistem digital, gambar mungkin masih bisa muncul dan dapat dilihat di layar monitor. Monitor dari *workstation* melaporkan resolusi spasial dan resolusi kontras yang disebabkan karena bertambahnya matriks dengan piksel yang lebih kecil dan karakteristik kecerahan yang lebih besar⁽⁴⁾.

Pada tahun 2008 dan 2009, *International Electrotechnical Commission* (IEC) dan *American Association of Physicists in Medicine* (AAPM) secara terpisah mengembangkan *Exposure Index* (EI) untuk menetapkan standar internasional yang secara tidak langsung untuk mengukur paparan radiasi pada detektor digital. EI dirancang untuk menghasilkan hubungan linier antara indeks nilai dan eksposur detektor (Mervyn D. Cohen dkk, 2011). EI berbanding lurus dengan jumlah radiasi terhadap *Indeks Deviasi*⁽¹⁴⁾.

Tabel 2.1 Sistem Index Eksposure *Computed Radiography*

Sistem	Indikator Eksposi	Symbol	Units	Formula
Fuji	S value	S	-	200/mR
Carestream	Exposure Index	EI	Milibels (mbel)	2000+[1000xlog(mR)]
Agfa	Log Median Value	LgM	Bels	2.2+log(mR) ^a

Tabel 2.2 Parameter *Indeks Exposure Computed Radiography*

Sistem	Indikator Eksposi	Parameter Yang Diterima	Eksposi Ideal	Eksposi yang memandai	Eksposi yang berlebihan	Perubahan dengan faktor 2
Kodak/ carestream	<i>Exposure Index (EI)</i>	1700-2300	2000	<i>Below 1700</i>	<i>Above 2300</i>	300
Fuji	<i>Sensitivity (S) Number</i>	100-400	200	<i>Above 400</i>	<i>Below 100</i>	100
Philips	<i>Sensitivity (S) Number</i>	55-220	110	<i>Above 220</i>	<i>Below 55</i>	55
Agfa	<i>Log Median Value (LgM)</i>	2.2-2.8	2.5	<i>Below 2.5</i>	<i>Above 2.8</i>	0.3

(22)

E. Faktor Eksposi

Menurut Rasad⁽²⁰⁾ faktor eksposi sangat bervariasi tergantung pada berbagai hal, antara lain:

1. Objek pasien.
2. Kelainan patologis.
3. Pemeriksaan dengan grid atau tanpa grid.
4. Pada objek yang sering bergerak, untuk hal ini memerlukan waktu eksposi sesingkat mungkin.

Faktor eksposi dibagi menjadi 3 yaitu :

a. Tegangan Tabung (kV)

Besaran tegangan tabung pada umumnya menunjukkan kualitas radiasi. Apabila tegangan tabung dinaikkan, maka densitas foto akan tinggi, kontras akan rendah dan sinar hambur akan meningkat. Untuk sebagian besar pemeriksaan sinar-X pada tulang belakang dan batang tubuh menggunakan tegangan tabung kira-kira 80 kV, untuk jaringan lunak perut sekitar 70 kV dan kebanyakan ekstremitas optimumnya kira-

kira 60 kV. Pemeriksaan thorax biasanya menggunakan tegangan tabung 60-90 kV, untuk obyek abdomen 70-95 kV⁽²⁰⁾.

b. Arus(mA)

Arus (mA) adalah mengontrol kualitas atau jumlah x- ray yang dihasilkan⁽⁵⁾. Perubahan mA tidak mengubah energi kinetik elektron yang mengalir dari katoda ke anoda. Tetapi hanya mengubah jumlah elektronnya. Akibatnya, energi sinar-X yang dihasilkan tidak berubah, tetapi hanya jumlahnya yang berubah. Sistem pencitraan radiografi umumnya dirancang memiliki kapasitas maksimum 600 mA⁽⁶⁾.

c. Waktu Eksposi (s)

Waktu Eksposi (s) adalah waktu yang di gunakan dalam pemaparan (Bontranger, 2014). Waktu paparan radiografi biasanya dijaga sesingkat mungkin. Tujuannya bukan untuk meminimalkan dosis radiasi pasien, melainkan untuk meminimalkan blur yang bisa terjadi karena pergerakan pada tubuh. Untuk menghasilkan gambar diagnostik memerlukan paparan radiasi tertentu dari reseptor gambar. Oleh karena itu, bila waktu pemaparan dikurangi, maka mA harus ditingkatkan secara proporsional untuk memberikan intensitas sinar-X yang dibutuhkan⁽⁶⁾.

Arus dan waktu biasanya digabungkan dan digunakan sebagai mAs. Nilai mAs menentukan jumlah sinar-x pada objek utama. Oleh karena itu, pada prinsipnya mengendalikan kuantitas radiasi dengan cara yang sama seperti mA dan waktu pemaparan, yang dilakukan secara terpisah tidak

mempengaruhi kualitas radiasi. pengaturan mAs adalah faktor kunci dalam pengendalian OD pada radiografi⁽⁶⁾.

d. Asas Optimalisasi Pada Proteksi Radiasi

Berdasarkan salah satu asas proteksi radiasi yaitu asas optimalisasi, pemanfaatan tenaga nuklir menuntut paparan radiasi yang berasal dari suatu kegiatan harus ditekan serendah mungkin dengan mempertimbangkan berbagai aspek. Tujuan dari asas optimalisasi dalam proteksi radiasi adalah bahwa setiap komponen dalam program pemanfaatan radiasi telah dipertimbangkan secara saksama untuk mendapatkan hasil optimal yang meliputi kombinasi penerimaan dosis yang rendah, baik individu maupun kolektif, dan minimnya resiko dari pemaparan yang tidak dikehendaki⁽²¹⁾

F. *Body Mass Index* (BMI)

1. Definisi *Body Mass Index* (BMI)

Body Mass Index (BMI) adalah nilai yang diambil dari perhitungan antara berat badan (BB) dan tinggi badan (TB) seseorang. BMI dipercayai dapat menjadi indikator atau menggambarkan kadar adipositas dalam tubuh seseorang. BMI tidak mengukur lemak tubuh secara langsung, tetapi penelitian menunjukkan bahwa BMI berkorelasi dengan pengukuran secara langsung lemak tubuh seperti *underwater weighing* dan *dual energy x-ray absorptiometry* (Grummer, 2002). BMI merupakan alternatif untuk tindakan pengukuran lemak tubuh karena murah serta metode *skrining*

kategori berat badan yang mudah dilakukan. Untuk mengetahui nilai BMI ini, dapat dihitung dengan rumus :

$$\text{Body Mass Index} = \frac{\text{berat badan (kg)}}{[\text{tinggi badan (m)}]^2}$$

2. Kategori *Body Mass Index*

Untuk orang dewasa yang berusia 20 tahun ke atas, BMI diinterpretasi menggunakan kategori status berat badan standar yang sama untuk semua umur bagi pria dan wanita. Untuk anak-anak dan remaja, interpretasi BMI adalah spesifik mengikuti usia dan jenis kelamin (CDC, 2009).

Secara umum, nilai BMI 25 ke atas membawa arti pada obes. Standar baru untuk BMI telah dipublikasikan pada tahun 1998 mengklasifikasikan nilai BMI dibawah 18,5 sebagai sangat kurus atau *underweight*. Nilai BMI yang melebihi 23 sebagai berat badan lebih atau *overweight*, dan nilai BMI melebihi 25 sebagai obesitas. Nilai BMI yang ideal bagi orang dewasa adalah diantara 18,5-22,9. Obesitas dikategorikan menjadi tiga tingkat : Tingkat I (25-29,9), tingkat II (30-40) dan tingkat III (>40) (CDC, 2002).

Di Indonesia, batas ambang BMI dimodifikasi lagi berdasarkan pengalaman klinik dan hasil penelitian di beberapa negara berkembang. Pada akhirnya diambil kesimpulan, batas ambang BMI untuk Indonesia adalah sebagai berikut :

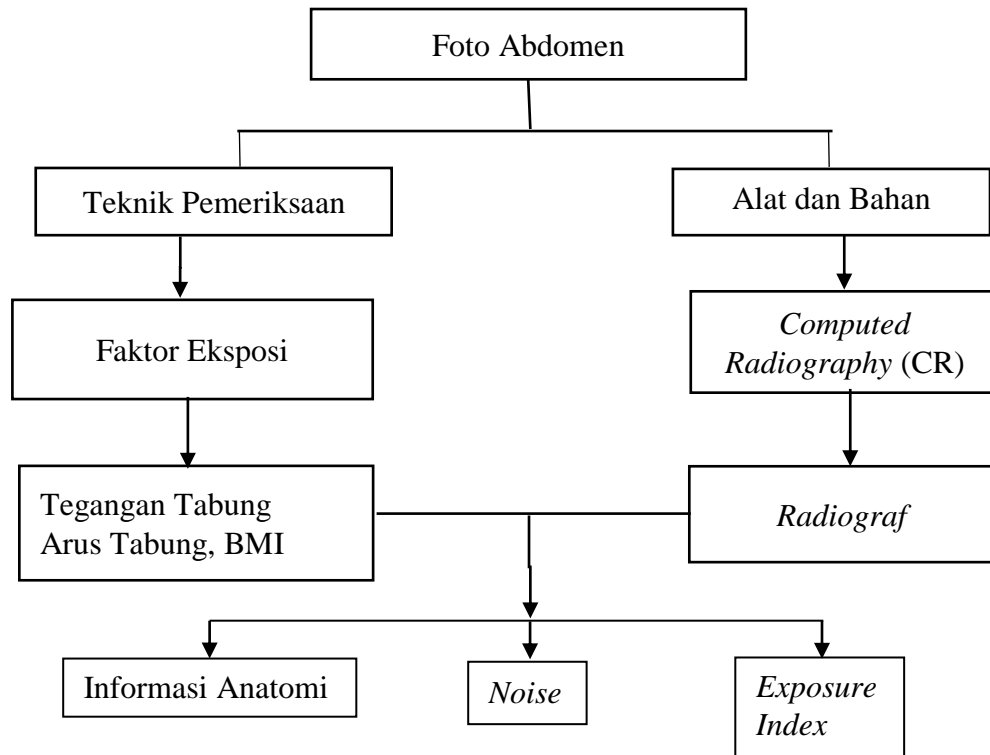
Tabel 2.3 Kategori Body Mass Index (BMI)

BMI	KATEGORI
< 18,5	Berat badan kurang
18,5-22,9	Berat badan normal
≥ 23,0	Kelebihan berat badan
23,0-24,9	Beresiko menjadi obes
25,0-29,9	Obes I
≥ 30,0	Obes II

(CORE, 2007)

3. Pengaruh *Body Mass Index* (BMI) dalam Pembentukan Citra

Body Mass Index berpengaruh besar terhadap pembentukan citra radiografi terutama pada pasien yang dikategorikan obesitas. Diketahui bahwa gambaran radiograf dari pasien obesitas memiliki kualitas gambar yang lebih rendah dibandingkan dengan radiograf dari pasien dengan ukuran tubuh normal. Hal ini karena semakin tebal tubuh pasien maka kemampuan untuk melemahkan berkas sinar-X (atenuasi) akan semakin besar. Pengaturan Tegangan tabung yang tinggi digunakan pada pasien obesitas untuk menghasilkan daya tembus sinar-X yang tinggi, namun hal tersebut akan menurunkan nilai kontras dari radiograf ⁽⁶⁾.

G. Kerangka Teori

Gambar 2.7 Kerangka Teori