

Peralatan Uji kesesuaian





Tujuan

Tujuan Materi:

Peserta dapat memahami prinsip dan cara kerja alat uji kesesuaian pesawat sinar-X.

Pokok Bahasan:

1. Dasar Dosimetri Radiologi Diagnostik
2. Pengukuran dosis dan paparan
3. Kendali eksposi dan pengukuran non-invasif
4. Alat pendukung uji: dosis, citra dan kolimasi
5. Resume dan Kesimpulan



Besaran Dosimetri Fisika

- Energy fluence (Fluks)

Unit: J/m²

$$\Psi = \frac{dR}{da}$$

- Kerma

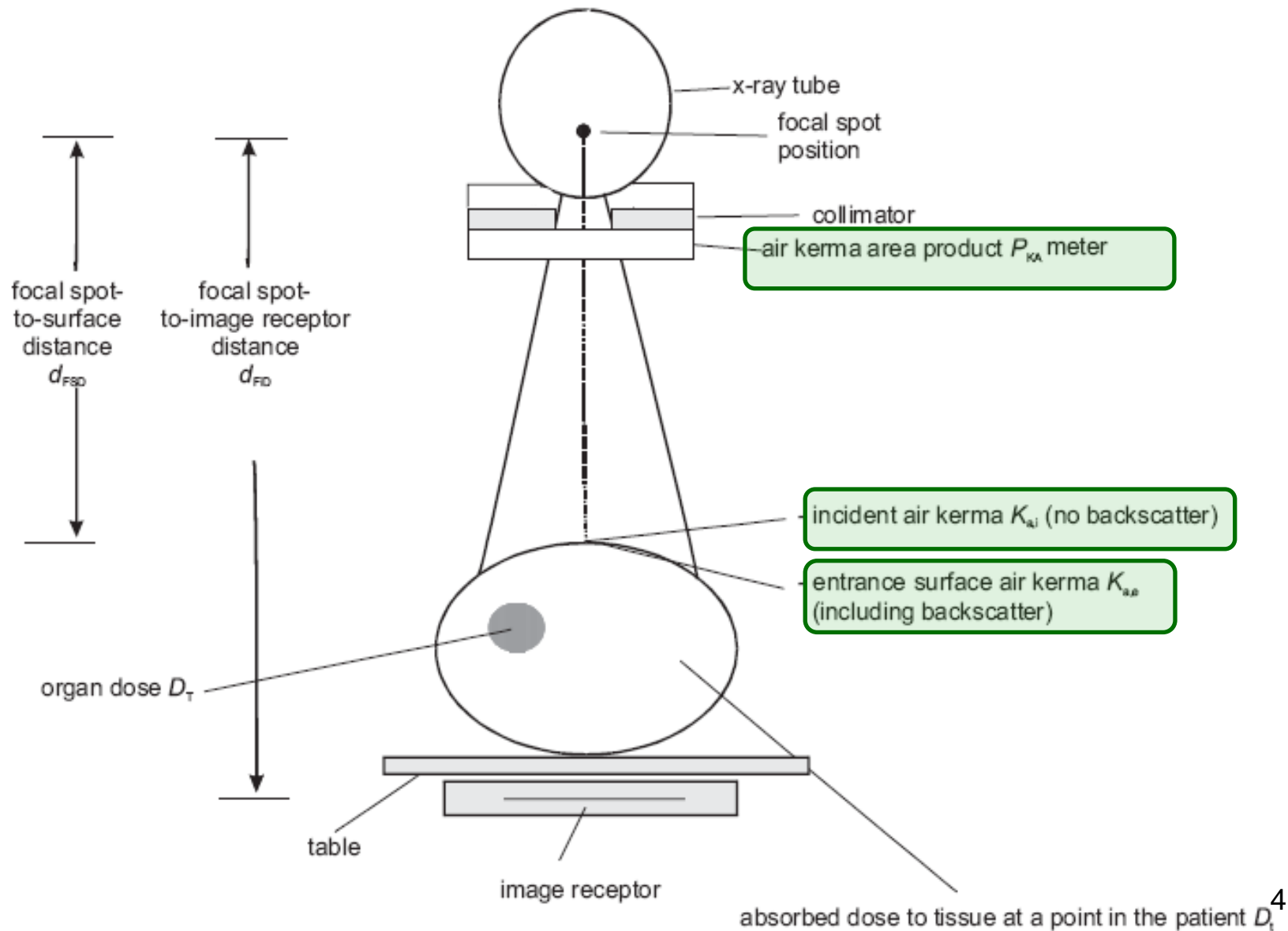
Unit: J/kg, Gy

$$K = \frac{dE_{tr}}{dm}$$

- Dosis serap

Unit: J/kg, Gy

$$D = \frac{d\bar{\varepsilon}}{dm}$$





Besaran Dosimetri terkait Resiko

Resiko Deterministik:

- Dosis serap organ (satuan: rad, gray)

Catt: tidak dapat diukur langsung hanya dapat menggunakan fantom, atau dengan perhitungan.

Resiko Stokastik:

- Dosis ekuivalen untuk organ (satuan: rem, sievert)
- Dosis efektif untuk seluruh tubuh (satuan: rem, sievert)

Catt: dapat diukur, bukan dosis sebenarnya yang diterima tubuh, hanya untuk pendekatan proteksi.



Dosimetri Klinis

- Pengukuran langsung ke pasien atau fantom
- Pengukuran tidak langsung ke pasien atau fantom
 - Output tabung





Radiografi

Phantom	Incident air kerma	Methodology for using chest and abdomen/lumbar spine phantoms is described.
Patient	Incident air kerma Entrance surface air kerma Air kerma–area product	Calculated from exposure parameters and measured tube output. Measurements on patient's skin. Methodology same as for fluoroscopy.



Mammografi



Phantom	Incident air kerma	Mean glandular dose is the primary quantity of interest. It is calculated from measured incident air kerma.
	Entrance surface air kerma	When this is measured (using TLDs) the backscatter factors are used to calculate the incident air kerma.
Patient	Incident air kerma	Mean glandular dose is the primary quantity of interest. It is calculated from the incident air kerma estimated from measurements of tube output by using the exposure parameters for the examination.

Alat Uji



Water Pass dan Penggaris



Densitometer



Alat Ukur Non-Invasive



Alat Uji Kolimasi dan Ketegaklurusan Berkas



Filter Aluminium



Attenuator/Fantom: Perspex



Lembar Pb



Kaset berbagai ukuran



Pengukuran Non-Invasive

- Pengukuran non-invasive adalah kombinasi pengukuran dosis/paparan (dosimeter/surveymeter) dan pengukuran parameter kendali berkas sinar-X (kVp, mA, s) serta pengukuran kualitas berkas (HVL).
- Secara prinsip pengukuran parameter kendali berkas secara tidak langsung, tetapi melalui analisis gelombang berkas yang masuk detektor/sensor, menjadi hasil ukur kVp, mA dan s yang dapat diolah sebagai representasi dari kinerja generator dan tabung.
- Parameter statistik: akurasi (error), linearitas (CL) dan reproduksibilitas (CV).



Pengukuran kVp, s dan HVL





Alat Ukur Non-Invasif



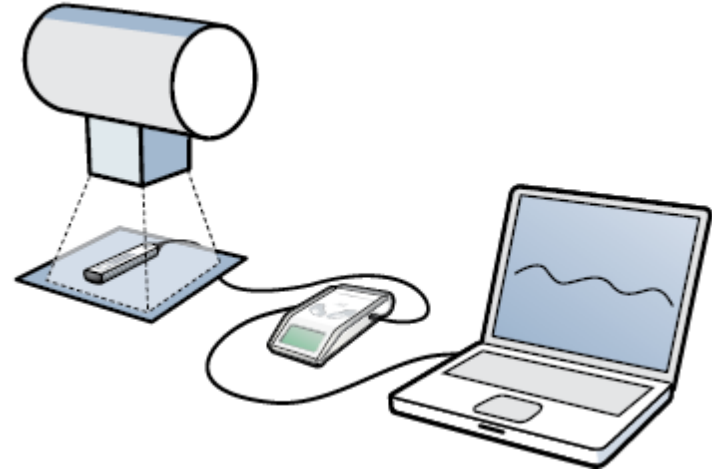


Detektor/Sensor/Probe



- Detektor transparan: jenis solid state (semi konduktor), digunakan untuk RF (low, high).
- Detektor CT (pencil detector): jenis ion chamber, digunakan untuk pengukuran dosis CT (CTDI, LDP).
- Detektor paparan (*surveymeter*): jenis ion chamber, digunakan untuk pengukuran paparan kebocoran tabung, dan paparan ambien.
- Detektor cahaya (*light detector*): digunakan untuk pengukuran kekuatan cahaya sumber (luminansi: cd/m^2 atau *fl*) dan pengukuran kekuatan cahaya ambien (iluminansi: *lux*).

Base Unit



- Base unit menjadi pusat pengolahan sinyal dari detektor sekaligus display hasil akhir.
- Sinyal berbentuk gelombang kV dan radiasi beserta hasil akhir tersimpan menjadi data mentah, dapat tersimpan hingga ribuan data (tergantung merk alat) sebelum terhapus secara otomatis.
- Dapat terhubung dengan komputer secara real time dengan kabel atau wireless.



Mode Pengukuran

- Display muncul secara otomatis setelah eksposi, tergantung mode pengukuran yang diseting.

kVp	kVp (for the R/F high sensor at adequate signal levels) or kV
Dose	Gy (Air kerma, free in air) or R (Exposure)
Dose rate	Gy or R per s, m or h
Time	ms, s
HVL	mm Al
Total Filtration, TF	mm Al



Seting Delay

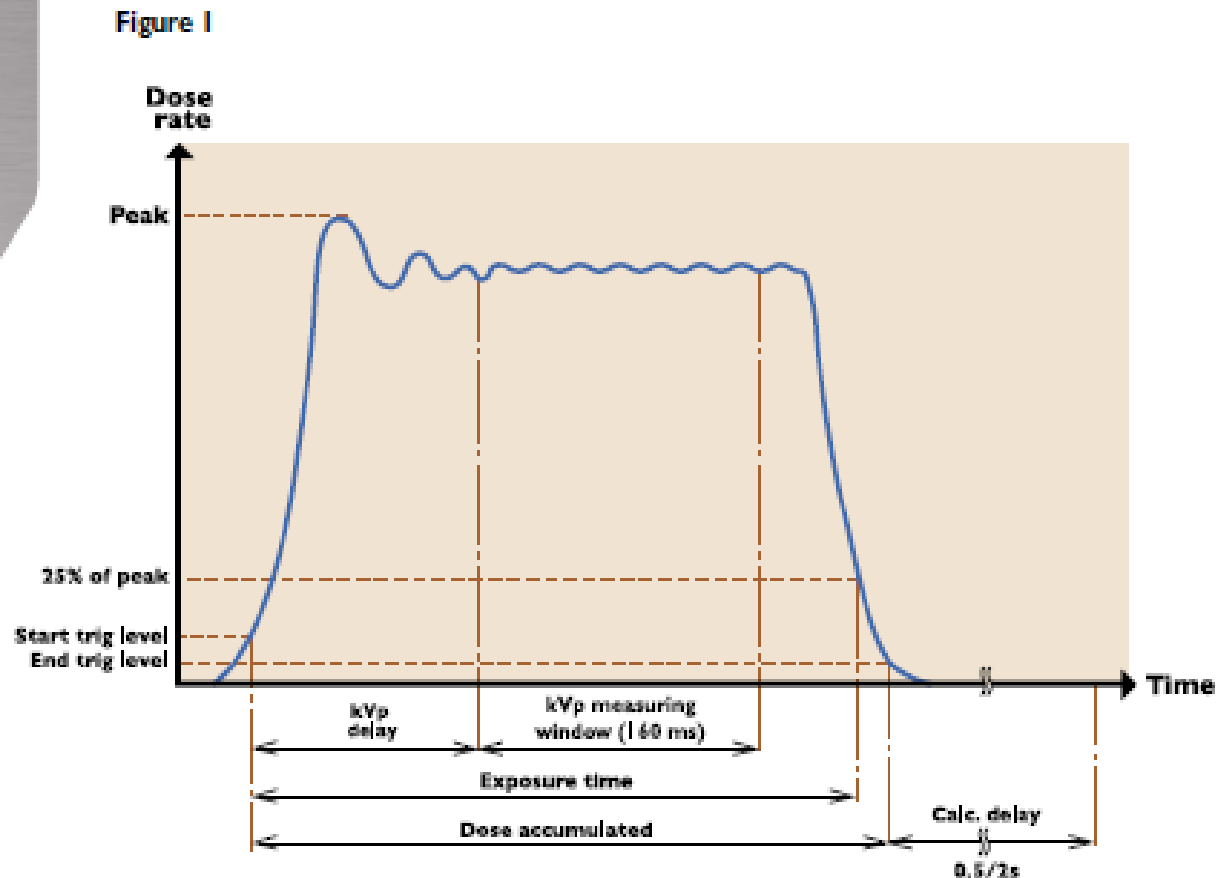
- Seting delay dibutuhkan untuk mendapat hasil pengukuran pada saat pulsa kV atau radiasi stabil.
- *Trig Delay*: jeda waktu dimana tidak ada pengukuran, untuk menghindari sinyal awal yang tidak diinginkan. Rentang delay: 0,5, 10, 50, 100, 200, 500, 1000, 2000 ms).
- *Trig Level*: hanya untuk mengkoreksi pengukuran waktu (ms) setelah pengukuran pertama, berupa persen puncak gelombang (kVp) yang akan memicu pengukuran (25%, 50% atau 75% dari kVp). Digunakan untuk generator 1 fase yang lambat menghasilkan radiasi stabil (misal; dental intraoral).
- *kVp Delay*: jeda waktu tambahan setelah trig delay, juga untuk generator 1 fase yang lambat menghasilkan radiasi stabil.
- *Calc Delay*: jeda waktu “off” dimana tidak masuk perhitungan. Default alat pada 0,5 s, tetapi dapat ditambah untuk mode fluoro pulsa dimana waktu “off “ antar pulsa x-ray bisa melebihi 0.5 s.



Gelombang Radiasi dan kV

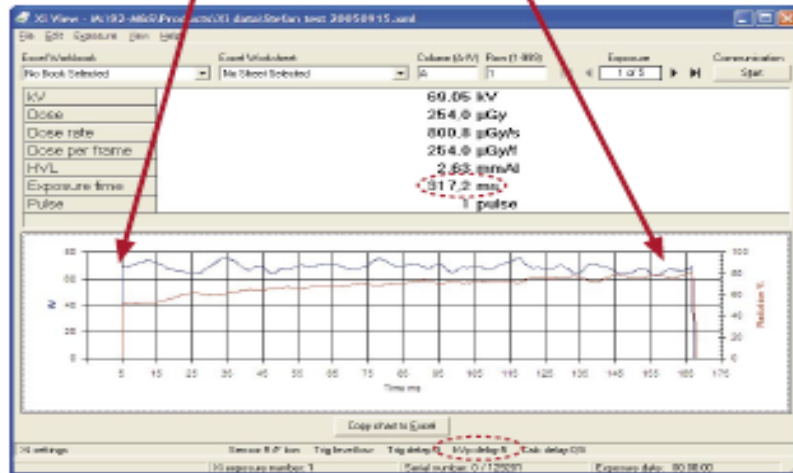
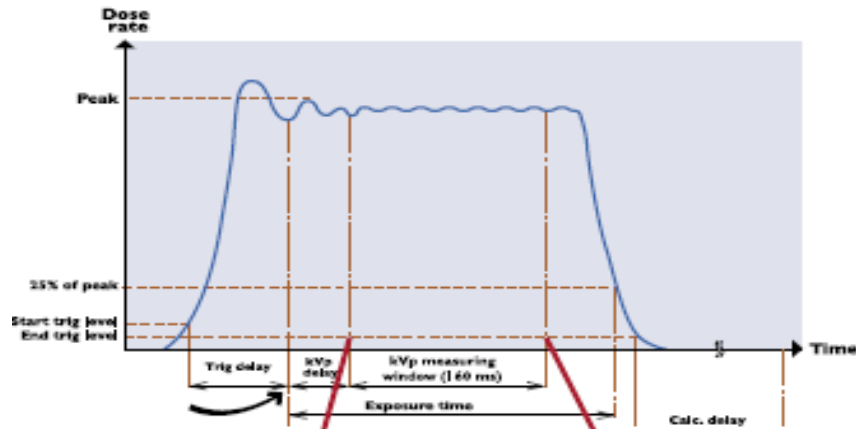
Pengukuran berdasarkan Gelombang (Pulsa) kVp

Measuring



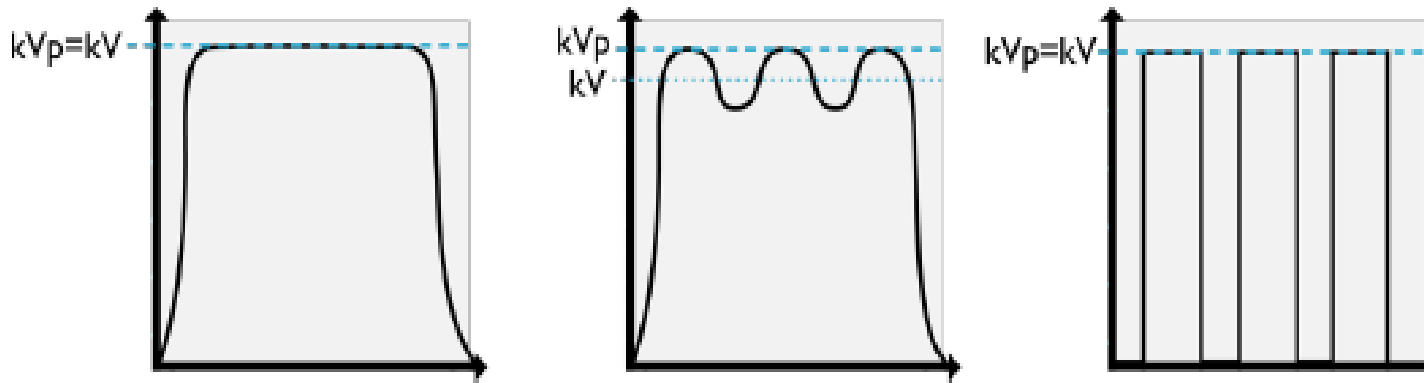
Gelombang Radiasi dan kV

Pengukuran berdasarkan Gelombang (Pulsa) kVp



Display Grafik

kV dan kVp



Pada sensor high kVp: bila level sinyal cukup tinggi (radiasi tidak cukup) maka hasil pengukuran berupa “kVp”, tetapi bila level sinyal rendah maka yang muncul di display adalah “kV”.



Spesifikasi Alat

Contoh Spesifikasi Alat “X”:

DOSE (R/F LOW)

RANGE 10 nGy – 9999 Gy (1 μ R – 9999 R)
TRIG LEVEL 200 nGy/s (1.4 mR/min)
UNCERTAINTY 5 %

DOSE (R/F HIGH)

RANGE 10 μ Gy – 9999 Gy (1 mR – 9999 R)
TRIG LEVEL 100 μ Gy/s (0.7 R/min)
UNCERTAINTY 5 %

kV/kVp

RANGE 35 – 160 kV/kVp (for up to 0.5 mm Cu or equivalent)
60 – 130 kV/kVp (for 0.5 – 1 mm Cu or equivalent)
UNCERTAINTY 2-3%



Alat Ukur Non-Invasive

Contoh Spesifikasi Alat “X”:

EXPOSURE TIME

RANGE 1 ms – 999 s

UNCERTAINTY 0.5 % or 0.2 ms

HVL

RANGE 1.0 – 14.0 mm Al

UNCERTAINTY 10 %

ILLUMINANCE

RANGE (AUTO) 0.05 – 50 000 lux

RESOLUTION 0.01 lux

MAX. DEVIATION FROM COSINE ANGULAR RESPONSE

1.7 % (see figure Cosine Response)



Alat Ukur Non-Invasive

Contoh Spesifikasi Alat “X”:

SURVEY METER DOSE RATE

RANGE 0 $\mu\text{Sv/h}$ – 0.15 Sv/h

(0 $\mu\text{Gy/h}$ – 0.1 Gy/h)

(0 nR/h – 11 R/h)

UNCERTAINTY (MAMMOGRAPHY) 10 % or 0,3 $\mu\text{Sv/h}$

UNCERTAINTY (R/F) 10 % or 0,3 $\mu\text{Sv/h}$



Fantom Dosis

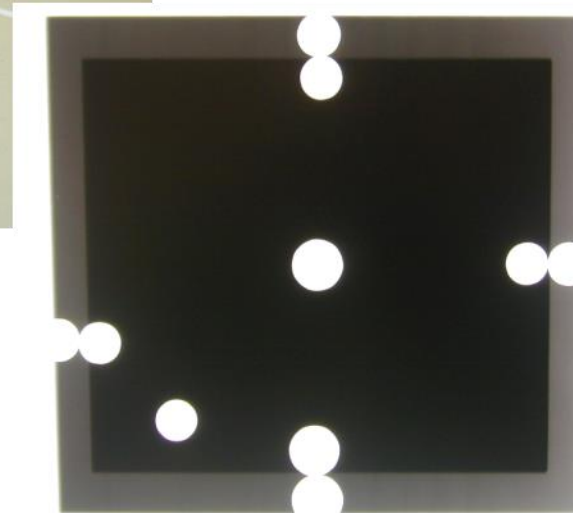
Pasien

- Situasi sebenarnya

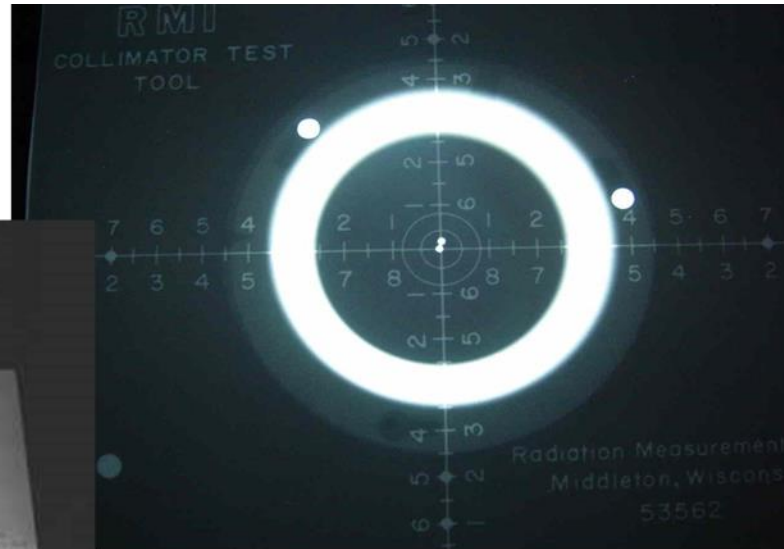
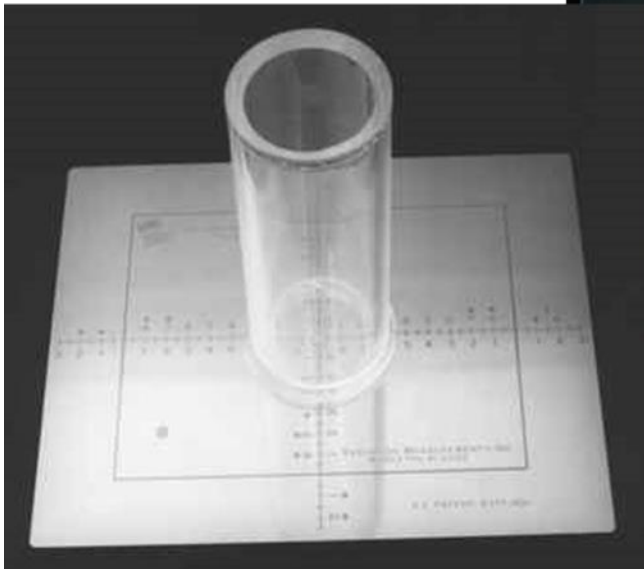
Fantom

- Objek yang mensimulasikan pasien sebenarnya dalam hal interaksi radiasi dengan materi
- Mudah dikerjakan
- Terstandarisasi

Alat Pendukung Uji Kolimasi:



. Alat Pendukung Uji Kolimasi:





Resume

- Radiologi diagnostik merupakan penyumbang mayoritas ke dosis total dari sumber radiasi buatan manusia
- Besaran dosimetri fisika (dasar): fluks, kerma dan dosis serap
- Besaran dosimetri terkait resiko untuk kebutuhan proteksi: dosis serap organ (resiko deterministik), dosis ekuivalen dan efektif (resiko stokastik).
- Pengukuran non-invasive adalah kombinasi metode pengukuran dosis dan parameter kendali berkas (kVp, s, HVL dan output tabung) secara tidak langsung.
- Alat uji QC radiologi diagnostik terus berkembang sesuai kebutuhan praktis QA/QC radiologi diagnostik modern.