

**MODUL PRAKTIKUM
FISIKA RADIASI**



NAMA :

NIM :

KELOMPOK :

**PRODI D3 TEKNIK RADIODIAGNOSTIK DAN RADIOTERAPI
SEKOLAH TINGGI ILMU KESEHATAN GUNA BANGSA
YOGYAKARTA**

2020

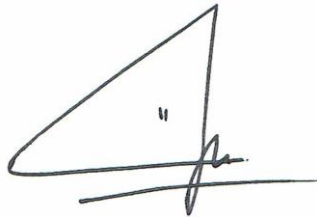
PENGESAHAN

Dibuat Oleh :

Efita Pratiwi Adi, S.Pd., M.Sc

Diperiksa Oleh : **Ketua Program Studi**

D3 Teknik Radiodiagnostik dan Radioterapi



Alpha Olivia Hidayati, S.Si., M.P.H

Disahkan Oleh : **Ketua STIKES Guna Bangsa Yogyakarta**



dr. R. Soerjo Hadiojono, SpOG (K), DTRM & B(Ch)

KATA PENGANTAR

Puji syukur kepada Allah SWT atas terselesainya penyusunan Buku Panduan Praktikum Fisika Radiasi bagi mahasiswa Program Studi D3 Teknik Radiodiagnostik dan Radioterapi STIKES Guna Bangsa Yogyakarta.

Kami menyadari keterbatasan kemampuan maupun kesempatan dalam penyusunan buku panduan ini sehingga saran dan kritik yang membangun akan kami terima dengan senang hati. Semoga buku ini dapat memberikan petunjuk kepada mahasiswa agar dapat melaksanakan perkuliahan praktikum dengan baik dan benar.

Akhirnya kami ucapkan banyak terima kasih kepada semua pihak yang telah memberikan bantuan sehingga buku ini dapat terselesaikan.

Penyusun

Efita Pratiwi Adi, S.Pd., M.Sc

VISI DAN MISI PROGRAM STUDI D3 TEKNIK RADIODIAGNOSTIK DAN RADIOTERAPI STIKES GUNA BANGSA YOGYAKARTA

Visi Program Studi Teknik Radiodiagnostik dan Radioterapi:

Menjadi Program Studi Teknik Radiodiagnostik dan Radioterapi yang unggul dengan pendekatan pelayanan komunitas di tingkat regional dan nasional sampai dengan tahun 2023.

Misi utama Program Studi Teknik Radiodiagnostik dan Radioterapi STIKES Guna Bangsa Yogyakarta :

1. Menyelenggarakan pendidikan teknik radiodiagnostik dan radioterapi yang berintegritas, profesional dan unggul
2. Melaksanakan penelitian ilmiah khususnya di bidang Teknik Radiodiagnostik dan Radioterapi yang bermanfaat bagi masyarakat, pengembangan ilmu pengetahuan dan pembangunan
3. Melakukan pengabdian kepada masyarakat dengan mengaplikasikan ilmu pengetahuan, ketrampilan dan teknologi di bidang Teknik Radiodiagnostik dan Radioterapi dengan pendekatan berbasis komunitas.
4. Menjalin kerjasama dengan institusi pemerintah, swasta dan masyarakat baik nasional maupun internasional.

TATA TERTIB PRAKTIKUM

1. Mahasiswa menyiapkan diri 15 menit di depan laboratorium sebelum praktikum dimulai
2. Mahasiswa yang terlambat 15 menit atau lebih tidak diijinkan mengikuti praktikum
3. Setiap akan praktikum, diadakan pre test dengan materi yang akan dipraktikumkan
4. Mahasiswa tidak boleh bersenda gurau dan makan minum selama praktikum
5. Mahasiswa diwajibkan menggunakan jas lab selama praktikum berlangsung
6. Selama praktikum berlangsung, mahasiswa tidak boleh meninggalkan laboratorium tanpa izin dosen
7. Mahasiswa wajib membersihkan alat- alat yang dipakai untuk praktikum dan dikembalikan dalam keadaan rapi dan bersih
8. Bila mahasiswa memecahkan /merusakkan alat, diwajibkan mengganti alat tersebut paling lambat 2 hari setelah praktikum
9. Mahasiswa yang tidak dapat mengikuti praktikum karena berhalangan atau gagal dalam praktikum harus mengulang atau mengganti pada hari lain sesuai dengan jadwal yang telah diatur (sesuai dengan kebijakan dosen)
10. Mahasiswa wajib mengikuti praktikum 100% dari kegiatan praktikum

DAFTAR ISI

HALAMAN JUDUL	1
PENGESAHAN	2
KATA PENGANTAR	3
VISI DAN MISI	4
TATA TERTIB PRAKTIKUM	5
DAFTAR ISI.....	6
PENGUKURAN FAKTOR-FAKTOR YANG MEMPENGARUHI INTENSITAS RADIASI (kV).....	7
PENGUKURAN FAKTOR-FAKTOR YANG MEMPENGARUHI INTENSITAS RADIASI (mAs).....	9
PENGUKURAN FAKTOR-FAKTOR YANG MEMPENGARUHI INTENSITAS RADIASI (FFD).....	11
PENGUKURAN ATENUASI (PERLEMAHAN SINAR-X).....	13
PENGUKURAN HALF VALUE LAYER (HVL).....	15
DAFTAR PUSTAKA.....	19

MODUL PRAKTIKUM I
PENGUKURAN FAKTOR-FAKTOR YANG MEMPENGARUHI
INTENSITAS RADIASI (kV)

A. Kompetensi Praktikum

Mahasiswa mengerti bagaimana cara mengukur faktor-faktor yang mempengaruhi intensitas radiasi (kV).

B. Tujuan Praktikum

Untuk mengetahui hubungan beda potensial (kV) dengan intensitas sinar-x.

C. Dasar Teori

Faktor Eksposi yaitu faktor yg mempengaruhi kuantitas (intensitas) dan kualitas dari energi radiasi yg dipancarkan ke image receptor. Kuantitas Sinar-x adalah jumlah sinar-x dalam suatu berkas radiasi. Kuantitas atau intensitas sinar-x yang keluar dari pesawat sinar-x dapat diukur dengan satuan Rontgen atau mR atau mGy (milligray). Rontgen adalah pengukuran jumlah pasangan ion yg dihasilkan di udara oleh kuantitas sinar-x. Ada beberapa faktor yang mempengaruhi intensitas radiasi diantaranya yaitu beda potensial (kV).

Intensitas sinar-x mempunyai hubungan kuadrat sebanding dengan kV, dimana jika beda potensial(kV) diperbesar 2 kali maka intensitasnya akan naik sebesar 4 faktor. Secara matematika dapat dituliskan sebagai berikut:

$$\frac{I_1}{I_2} = \frac{(kV_1)^2}{(kV_2)^2}$$

dimana I_1 dan I_2 merupakan intensitas sinar-x serta kV_1 dan kV_2 merupakan beda potensial.

D. Prosedur Praktikum

1. Alat dan Bahan

- Luxmeter

- Phantom manus
- Pesawat sinar-x konvensional
- Kaset
- Film

2. Cara Kerja

- Mengatur jarak antara fokus ke film (FFD) sebesar 100 cm.
- Mengatur penyinaran dengan 50kV, 32 mAs dan 0,25 s.
- Lakukan untuk berbagai variasi kV
- Lakukan langkah sampai selesai mencuci film
- Ukurlah intensitas akhir pada film tersebut

E. Latihan

Tabel 1. Hasil Pengamatan Praktikum

No	mAs	S	mAs	kV	I_t
1	32	0.5	16	50	
2	32	0.5	16	60	
3	32	0.5	16	70	

F. Tugas

1. Isilah pada kolom di tabel 1 sesuai hasil yang diperoleh.
2. Buatlah laporan sesuai dengan format. Tuliskan pula hasil dan pembahasan berdasarkan hasil data yang diperoleh dan simpulkan dengan benar berdasarkan tujuan praktikum hari ini.

MODUL PRAKTIKUM II
PENGUKURAN FAKTOR-FAKTOR YANG MEMPENGARUHI
INTENSITAS RADIASI (mAs)

A. Kompetensi Praktikum

Mahasiswa mengerti bagaimana cara mengukur faktor-faktor yang mempengaruhi intensitas radiasi (mAs).

B. Tujuan Praktikum

Untuk mengetahui hubungan mAs dengan intensitas sinar-x.

C. Dasar Teori

Faktor Eksposi yaitu faktor yg mempengaruhi kuantitas (intensitas) dan kualitas dari energi radiasi yg dipancarkan ke image receptor. Kuantitas Sinar-x adalah jumlah sinar-x dalam suatu berkas radiasi. Intensitas sinar-x yang keluar dari pesawat sinar-x yang dapat diukur dengan satuan Rontgen atau mR atau mGy. Rontgen adalah pengukuran jumlah pasangan ion yg dihasilkan di udara oleh kuantitas sinar-x. Ada beberapa faktor yang mempengaruhi intensitas radiasi diantaranya yaitu kuat arus (mAs).

Intensitas sinar-x mempunyai hubungan sebanding dengan mAs, dimana jika mAs diperbesar 2 kali maka intensitasnya akan naik sebesar 2 faktor. Secara matematika dapat dituliskan sebagai berikut:

$$\frac{I_1}{I_2} = \frac{mAs_1}{mAs_2}$$

dimana I_1 dan I_2 merupakan intensitas sinar-x serta mAs_1 dan mAs_2 merupakan miliAmpere sekon.

D. Prosedur Praktikum

1. Alat dan Bahan

- Luxmeter
- Phantom manus
- Pesawat sinar-x konvensional

- Kaset
- Film

2. Cara Kerja

- Mengatur jarak antara fokus ke film (FFD) sebesar 100 cm.
- Mengatur penyinaran dengan 50kV, 32 mAs dan 0,25 s.
- Lakukan untuk berbagai variasi mAs
- Lakukan langkah sampai selesai mencuci film
- Ukurlah intensitas awal dan akhir pada film tersebut

E. Latihan

Tabel 1. Hasil Pengamatan Praktikum

No	mA	s	mAs	kV	I _t
1	16	0.5	8	50	
2	32	0.5	16	50	
3	63	0.5	32.1	50	

F. Tugas

1. Isilah pada kolom di tabel 1 sesuai hasil yang diperoleh.
2. Buatlah laporan sesuai dengan format. Tuliskan pula hasil dan pembahasan berdasarkan hasil data yang diperoleh dan simpulkan dengan benar berdasarkan tujuan praktikum hari ini.

MODUL PRAKTIKUM III
PENGUKURAN FAKTOR-FAKTOR YANG MEMPENGARUHI
INTENSITAS RADIASI (FFD)

A. Kompetensi Praktikum

Mahasiswa mengerti bagaimana cara mengukur faktor-faktor yang mempengaruhi intensitas radiasi (FFD).

B. Tujuan Praktikum

Untuk mengetahui hubungan jarak(d) dengan intensitas sinar-x.

C. Dasar Teori

Faktor Eksposi yaitu faktor yg mempengaruhi kuantitas (intensitas) dan kualitas dari energi radiasi yg dipancarkan ke image receptor. Kuantitas Sinar-x adalah jumlah sinar-x dalam suatu berkas radiasi. Intensitas sinar-x yang keluar dari pesawat sinar-x yang dapat diukur dengan satuan Rontgen atau mR atau mGy. Rontgen adalah pengukuran jumlah pasangan ion yg dihasilkan di udara oleh kuantitas sinar-x. Ada beberapa faktor yang mempengaruhi intensitas radiasi diantaranya yaitu jarak fokus dengan film (FFD).

Intensitas sinar-x mempunyai hubungan kuadrat terbalik dengan FFD, dimana jika FFD diperbesar 2 kali maka intensitasnya akan turun sebesar 4 faktor. Secara matematika dapat dituliskan sebagai berikut:

$$\frac{I_1}{I_2} = \left(\frac{D_2}{D_1} \right)^2$$

dimana I_1 dan I_2 merupakan intensitas sinar-x serta D_1 dan D_2 merupakan jarak fokus dengan film.

D. Prosedur Praktikum

1. Alat dan Bahan

- Luxmeter
- Phantom manus
- Pesawat sinar-x konvensional

- Kaset
- Film

2. Cara Kerja

- Mengatur jarak antara fokus ke film (FFD) sebesar 100 cm.
- Mengatur penyinaran dengan 50kV, 32 mAs dan 0,25 s.
- Lakukan untuk berbagai variasi FFD
- Lakukan langkah sampai selesai mencuci film
- Ukurlah intensitas akhir pada film tersebut

E. Latihan

Tabel 1. Hasil Pengamatan Praktikum

No	mA	S	kV	FFD (cm)	I _t
1	32	0.5	50	100	
2	32	0.5	50	90	
3	32	0.5	50	80	

F. Tugas

1. Isilah pada kolom di tabel 1 sesuai hasil yang diperoleh.
2. Buatlah laporan sesuai dengan format. Tuliskan pula hasil dan pembahasan berdasarkan hasil data yang diperoleh dan simpulkan dengan benar berdasarkan tujuan praktikum hari ini.

PETUNJUK PRAKTIKUM IV
PENGUKURAN ATENUASI (PERLEMAHAN SINAR-X)

A. Kompetensi Praktikum

Mahasiswa memahami bagaimana cara mengukur atenuasi (perlemahan sinar-x) yang diperoleh dari intensitas sinar-x yang dihasilkan dari pesawat konvensional.

B. Tujuan Praktikum

Untuk mengetahui atenuasi (perlemahan sinar-x) pada berbagai phantom.

C. Dasar Teori

Intensitas sinar-x setelah menembus bahan akan mengalami 3 proses, yaitu : diserap, dihamburkan dan diteruskan. Intensitas yang diteruskan (I_t) lebih kecil dari intensitas awal (I_0). Peristiwa ini dikenal dengan nama atenuasi (perlemahan) berkas sinar-x. Atenuasi terdiri dari atenuasi linier dan atenuasi massa. Atenuasi linear adalah perlemahan akibat ketebalan/volume bahan. Sedangkan atenuasi massa perlemahan akibat kerapatan /nomor atom bahan.

Perbandingan intensitas pancaran yang datang dan intensitas yang masih diteruskan, tergantung pada tebal bahan, Jenis bahan dan energi radiasi. Secara matematis hubungan tersebut dinyatakan sebagai berikut:

$$I = I_0 \cdot e^{-\mu \cdot x}$$

dengan

I_0 = Intensitas paparan radiasi yang datang (mR/jam)

I = Intensitas paparan radiasi yang diteruskan (mR/jam)

μ = Koefisienn atenuasi (mm^{-1})

x = Tebal bahan (mm)

D. Prosedur Praktikum

1. Alat dan Bahan

- Luxmeter
- Phantom
- Pesawat sinar-x konvensional
- Kaset
- Film

2. Cara Kerja

- Mengatur jarak antara fokus ke film (FFD) sebesar 100 cm.
- Mengatur penyinaran dengan 50kV, 32 mAs dan 0,25 s.
- Lakukan langkah sampai selesai mencuci film
- Ukurlah intensitas awal dan akhir pada film tersebut

E. Latihan

Tabel 1. Hasil Pengamatan Praktikum

No	Jenis Phantom	Tebal Bahan (x)	I_0	I_t	μ
1	Manus				
2	Wrist joint				
3	Antebrachi				

F. Tugas

1. Isilah pada kolom di tabel 1 sesuai hasil yang diperoleh.
2. Buatlah laporan sesuai dengan format. Tuliskan pula hasil dan pembahasan berdasarkan hasil data yang diperoleh dan simpulkan dengan benar berdasarkan tujuan praktikum hari ini.

PETUNJUK PRAKTIKUM V

PENGUKURAN HALF VALUE LAYER (HVL)

A. Kompetensi Praktikum

Mahasiswa memahami bagaimana cara menentukan Half Value Layer (HVL) dengan bahan Aluminium (AL).

B. Tujuan Praktikum

Menentukan Half Value Layer (HVL) dengan bahan Aluminium (AL).

C. Dasar Teori

Berkas sinar-x dapat menembus tubuh pasien, sebagian besar photon yang berenergi rendah diserap oleh tubuh pasien pada beberapa cm di permukaan kulit, dan hanya photon yang berenergi tinggi yang mampu menembus tubuh pasien untuk membentuk gambaran radiografi. Karena dosis pasien dipengaruhi oleh jumlah photon yang diserap, maka beberapa cm jaringan tubuh menerima radiasi lebih banyak. Jaringan/tissue dapat dilindungi dari penyerapan energi rendah dari berkas sebelum berkas mengenai pasien dengan menggunakan/meletakkan bahan material diantara pasien dan tabung sinar-x. Filter biasanya berasal dari lempengan logam dan fungsi pokoknya di dalam radiologi diagnostik adalah menekan dosis pasien

Kualitas sinar-x diidentifikasi dengan sejumlah Half Value Layer (HVL). HVL adalah ketebalan material yang mampu mereduksi intensitas sinar-x menjadi $\frac{1}{2}$ intensitas mula-mula. Reduksi sinar-x oleh bahan terutama diharapkan terjadi pada foton dengan energi rendah. Tiap-tiap jenis bahan memiliki nilai HVL masing-masing. Dalam penggunaan sinar-x diagnostik HVL bahan Aluminium adalah 3-5 mmAl setara dengan 4-8 cm *soft tissue*. Intensitas radiasi setelah menembus bahan akan berkurang berdasarkan persamaan eksponensial :

$$I_t = I_0 \cdot e^{-\mu \cdot x}$$

dengan

I_0 = intensitas awal sebelum menembus bahan

I_t = Intensitas setelah menembus bahan

μ = Koefisienn atenuasi (mm^{-1})

x = Tebal bahan (mm)

e = bilangan logaritma

Agar $I_t = \frac{1}{2} I_0$ maka diperlukan ketebalan material (x) = 1 HVL sehingga bila disubstitusikan dalam rumus adalah sbb :

$$I_t = I_0 \cdot e^{-\mu \cdot x}$$

$$\frac{1}{2} I_0 = I_0 \cdot e^{-\mu \cdot x}$$

$$\frac{1}{2} = e^{-\mu \cdot x}$$

$$\frac{1}{2} = e^{-\mu \cdot HVL} \quad , \text{dimana } x = HVL$$

$$\ln 1 - \ln 2 = e^{-\mu \cdot HVL}$$

$$0 - 0.693 = \mu \cdot HVL$$

$$-0.693 = \mu \cdot HVL$$

$$HVL = \frac{-0.693}{\mu}$$

Semakin besar nilai HVL maka akan semakin tinggi berkas sinar-x yang diserap. Filter tambahan dihasilkan dari bahan penyerap yang diletakkan pada jalur berkas sinar. Idealnya bahan filter, menyerap semua foton energi rendah dan meneruskan semua energi tinggi. Pada kenyataannya tidak ada bahan yang mampu melakukan fungsi tersebut.

Pemilihan bahan filter pada prinsipnya pada bahan yang mampu menyerap foton dengan energi rendah.

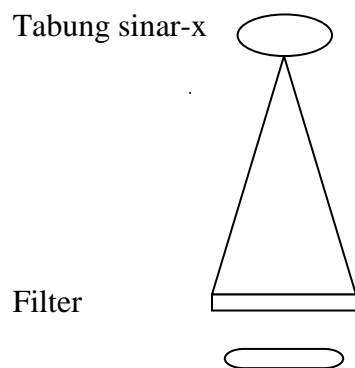
D. Prosedur Praktikum

1. Alat dan Bahan

- Luxmeter
- Phantom
- Lembaran Alumunium
- Penggaris
- Pesawat sinar-x konvensional
- Kaset
- Film

2. Cara Kerja

- Susun alat percobaan seperti gambar dibawah ini:



- Atur Fokus Film Distance (FFD) 100 cm, dengan luas lapangan seluas lapangan detektor, dan pusat berkas sinar diatur tepat pada chamber dosimeter
- Diatur jarak antara fokus ke film (FFD) sebesar 100 cm.
- Diatur penyinaran cukup dengan kV rendah yaitu 50kV, 6.3 mAs
- Atur kolimator sesuai dengan luas lapangan filter Al
- Lakukan Ekspose tanpa filter tambahan dan ukur paparan nya dengan surveymeter.

- Pasang lempeng aluminium 1 persatu dan ekspose dan ukur paparan radiasi saat melewati lempeng
- Lakukan tahap di atas berulang sampai setengah dosis paparan awal tanpa filter

E. Latihan

Tabel 1. Hasil Pengamatan Praktikum

No	Tebal Filter	I_0	I_t
	Non filter		

Tabel 2. Nilai HVL

I_0	I_t	Tebal Filter	μ	HVL

F. Tugas

1. Isilah pada kolom di tabel 1 sesuai hasil yang diperoleh.
2. Buatlah laporan sesuai dengan format. Tuliskan pula hasil dan pembahasan berdasarkan hasil data yang diperoleh dan simpulkan dengan benar berdasarkan tujuan praktikum hari ini.

DAFTAR PUSTAKA

Bushong, Stewart Carly. 2017. *Radiologic Science for Technologist Physics, Biology and Protection Eleventh Edition*. Texas : Elsevier.