

TUGAS AKHIR

**PERKIRAAN DOSIS RADIASI YANG DITERIMA OLEH
PEKERJA RADIASI BERDASARKAN PENGUKURAN
TINGKAT PAPARAN RADIASI PADA PEMERIKSAAN
COLON INLOOP DOUBLE CONTRAST
DIRUANG FLUORORADIOGRAFI
GEDUNG PUSAT DIAGNOSTIK TERPADU
RSU Dr. SOETOMO SURABAYA**



Oleh :

TUTUT WULANDARI

NIM. 010710545 - A

**PROGRAM STUDI DIPLOMA III RADIOLOGI
MINAT RADIODIAGNOSTIK
FAKULTAS KEDOKTERAN
UNIVERSITAS AIRLANGGA
SURABAYA
2010**

TUGAS AKHIR

**PERKIRAAN DOSIS RADIASI YANG DITERIMA OLEH
PEKERJA RADIASI BERDASARKAN PENGUKURAN
TINGKAT PAPARAN RADIASI PADA PEMERIKSAAN
COLON INLOOP DOUBLE CONTRAST
DIRUANG FLUORORADIOGRAFI
GEDUNG PUSAT DIAGNOSTIK TERPADU
RSU Dr. SOETOMO SURABAYA**

**Diajukan Untuk Memenuhi Persyaratan Menyelesaikan Pendidikan
Program Studi Diploma III Radiologi Minat Radiodiagnostik
Fakultas Kedokteran Universitas Airlangga Surabaya**

Oleh :

TUTUT WULANDARI

NIM. 010710545 - A

**PROGRAM STUDI DIPLOMA III RADIOLOGI
MINAT RADIODIAGNOSTIK
FAKULTAS KEDOKTERAN
UNIVERSITAS AIRLANGGA
SURABAYA
2010**

LEMBAR PERSETUJUAN

**PERKIRAAN DOSIS RADIASI YANG DITERIMA OLEH PEKERJA
RADIASI BERDASARKAN PENGUKURAN TINGKAT PAPARAN RADIASI
PADA PEMERIKSAAN *COLON INLOOP DOUBLE CONTRAST*
DI RUANG FLUORORADIOGRAFI
GEDUNG PUSAT DIAGNOSTIK TERPADU
RSU Dr. SOETOMO SURABAYA**

Diajukan Untuk Memenuhi Persyaratan Pendidikan

DIII Radiologi Minat Radiodiagnostik

Fakultas Kedokteran Universitas Airlangga Surabaya

Oleh :

Tutut Wulandari

NIM: 010710545A

Mengetahui,

Ketua Program Studi

DIII Radiologi Minat Radiodiagnostik

Fakultas Kedokteran UNAIR

dr. Anggraeni Dwi Sensusiati., SpRad(K)

NIP: 19610912 198003 2 001

Menyetujui,

Dosen Pembimbing

Soegardo I.P., BSc, SE

NIP: 1400 6726 400

LEMBAR PENGESAHAN

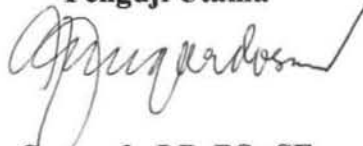
**PERKIRAAN DOSIS RADIASI YANG DITERIMA OLEH PEKERJA
RADIASI BERDASARKAN PENGUKURAN TINGKAT PAPARAN
RADIASI PADA PEMERIKSAAN *COLON INLOOP DOUBLE CONTRAST*
DI RUANG FLUORORADIOGRAFI GEDUNG PUSAT DIAGNOSTIK
TERPADU RSU Dr. SOETOMO SURABAYA**

Oleh : Tutut Wulandari

NIM: 010710545A

Telah di uji di depan dewan penguji dan dinyatakan lulus pada tanggal 20
Mei 2010

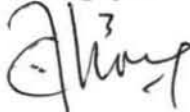
Penguji Utama



Soegardo I.P., BSc, SE

NIP: 1400 6726 400

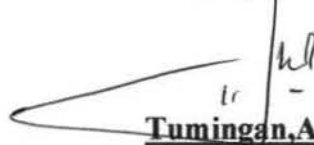
Penguji I



Choironis Sa'adah, Amd

NIP: 1970209 199703 2 002

Penguji II



Tumingan, Amd

NIP: 19621231 198401 1 010

Mengetahui,

Ketua Program Studi

DIII Radiologi Minat Radiodiagnostik

Fakultas Kedokteran UNAIR

dr. Anggraeni Dwi Sensusiaty, SpRad(K)

NIP: 19610912 198003 2 001

KATA PENGANTAR

Assalammu'alaikum Wr. Wb.

Puji syukur kehadiran Allah S.W.T yang telah memberikan rahmat dan hidayahNya sehingga penyusunan tugas akhir yang berjudul "Perkiraan Dosis Radiasi Yang Diterima Oleh Pekerja Radiasi Berdasarkan Pengukuran Tingkat Paparan Radiasi Pada Pemeriksaan *Colon Inloop Double Contrast* di Ruang Fluororadiografi Gedung Pusat Diagnostik Terpadu RSUD Dr. Soetomo Surabaya" dapat diselesaikan dengan tepat waktu.

Dengan terselesaikannya tugas akhir ini, maka terpenuhi salah satu syarat untuk menyelesaikan pendidikan Program Studi DIII Radiologi Minat Radiodiagnostik Fakultas Kedokteran Universitas Airlangga Surabaya.

Penulis mengakui bahwa tugas akhir ini tidak akan selesai tanpa ada dukungan dan bantuan dari semua pihak. Oleh karena itu, izinkan kami hanturkan rasa terima kasih dan rasa hormat kepada:

1. dr. Anggraeni Dwi Sensusiati.,SpRad(K) selaku ketua program studi DIII Radiologi Minat Radiodiagnostik Fakultas Kedokteran Universitas Airlangga Surabaya.
2. Dosen pembimbing kami, Bapak Soegardo Indra Praptono, BSc.SE. yang telah memberikan bimbingan dan arahan kepada kami hingga terselesaikannya tugas akhir ini.

3. Kedua orang tua yang selalu memberi dukungan, perhatian, nasehat, dan kasih sayang tiada henti dan adik kami, Aryo Kuncoro Sakti yang telah membuat kami termotivasi dalam mengerjakan tugas akhir ini.
4. Kekasih hati, Pratama Nur Wijayanto yang telah bersedia menjadi tempat diskusi. I Love U.
5. Teman-teman DIII Radiologi angkatan 2007 atas kebersamaan yang telah kami lalui selama tiga tahun ini.
6. Alm. M.Akbar Nugroho yang telah membuat keceriaan selama kami bersama.
7. Seluruh Staf sekretariat DIII Radiologi Minat Radiodiagnostik Fakultas Kedokteran Universitas Airlangga Surabaya.
8. Seluruh Instruktur dan Karyawan-Karyawati Instalasi Radiodiagnostik RSUD Dr. Soetomo Surabaya.
9. Serta seluruh pihak yang telah membantu proses terselesaikannya tugas akhir ini, terimakasih semua.

Akhir kata penulis mengharapkan semoga tugas akhir ini dapat bermanfaat bagi pembaca khususnya dan dapat digunakan sebagai acuan dalam perbaikan karya-karya berikutnya.

Surabaya, Mei 2010

Penulis

DAFTAR ISI**Halaman**

Halaman judul.....	i
Lembar Persetujuan	ii
Lembar Pengesahan	iii
Kata Pengantar	iv
Daftar Isi	vi
Daftar Gambar	x
Daftar Tabel	xi
Daftar Diagram	xii
Daftar Bagan	xiii
Daftar Lampiran.....	xiv
BAB I PENDAHULUAN.....	1
1.1 Latar Belakang.....	1
1.2 Rumusan Masalah.....	5
1.3 Tujuan Penelitian	5
1.3.1 Tujuan Umum.....	5
1.3.2 Tujuan Khusus	5

1.4 Batasan Masalah	6
1.5 Manfaat Penelitian	6
BAB II TINJAUAN PUSTAKA	7
2.1 Sinar X	7
2.2 Fluororadiografi	8
2.3 Alat Ukur Radiasi	9
2.4 Proteksi Radiasi	12
2.4.1 Definisi Proteksi Radiasi	12
2.4.2 Tujuan Proteksi Radiasi	13
2.4.3 Filosofi Proteksi Radiasi	13
2.4.4 Prinsip Proteksi Radiasi	14
2.5 Pengaruh Radiasi Terhadap Manusia	16
2.6 Nilai Batas Dosis	17
BAB III METODE PENELITIAN	19
3.1 Jenis Penelitian	19
3.2 Tempat dan Waktu Penelitian	19
3.3 Instrumen Penelitian	19
3.4 Rencana Pengelolaan dan Analisis Data	20

BAB IV HASIL PENELITIAN DAN PEMBAHASAN	22
4.1 Posisi Obyek	22
4.2 Jarak Antara Sumber Radiasi Dengan Obyek Pada Masing- Masing-Masing Posisi	24
4.2.1 Posisi Dokter PPDS Radiologi	24
4.2.2 Posisi Radiografer.....	25
4.2.3 Posisi Dokter PPDS Senior Radiologi.....	26
4.3 Hasil Pengukuran Laju Dosis Rata-Rata Dengan Surveymeter MiniRad	27
4.4 Nilai Rata-Rata Waktu Fluoroscopy Per Pasien Colon Inloop Double Contrast.....	28
4.5 Perkiraan Terimaan Dosis Pekerja Radiasi Per Pemeriksaan Colon Inloop Double Contrast.....	29
4.6 Pemeriksaan Colon Inloop Double Contrast Selama Tahun 2009	31
4.7 Perkiraan Terimaan Dosis Pekerja Radiasi Dalam Satu Bulan Pada Pemeriksaan Colon Inloop Double Contrast.....	32
4.8 Perkiraan Terimaan Dosis Pekerja Radiasi Dalam Satu Tahun Pada Pemeriksaan Colon Inloop Double Contrast.....	34

BAB V PENUTUP.....	36
5.1 Kesimpulan	36
5.2 Saran.....	37
DAFTAR PUSTAKA	39
LAMPIRAN.....	40

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1 Cara Kerja Pesawat Fluororadiografi.....	8
Gambar 2.2 Konstruksi Surveymeter.....	11
Gambar 4.1 Alat Fluororadiografi Dengan Posisi Obyek.....	22
Gambar 4.2 Denah Posisi Obyek.....	23
Gambar 4.3 Jarak Titik Ukur Obyek A.....	24
Gambar 4.4 Jarak Titik Ukur Obyek B.....	25
Gambar 4.5 Jarak Titik Ukur Obyek C	26

DAFTAR TABEL

Tabel 4.1 Jarak Antara Sumber Radiasi Dengan Obyek Pada Masing- Masing Posisi	26
Tabel 4.2 Hasil Pengukuran Laju Dosis Rata-Rata	27
Tabel 4.3 Perkiraan Besaran Dosis Radiasi Perdetik Yang Diterima Oleh Pekerja Radiasi	28
Tabel 4.4 Perkiraan Terimaan Dosis Pekerja Radiasi Per Pemeriksaan Colon Inloop Double Contrast	29
Tabel 4.5 Pemeriksaan Colon Inloop Double Contrast Selama Tahun 2009	31
Tabel 4.6 Perkiraan Terimaan Dosis Pekerja Radiasi Dalam Satu Bulan	32
Tabel 4.7 Perkiraan Terimaan Dosis Pekerja Radiasi Dalam Satu Tahun.....	34

DAFTAR DIAGRAM

Diagram 4.1 Perkiraan Terimaan Dosis Pekerja Radiasi (μSv) Per Pemeriksaan <i>Colon Inloop Double Contrast</i>	30
Diagram 4.2 Perkiraan Terimaan Dosis Pekerja Radiasi Dalam Satu Bulan (μSv) Pada Pemeriksaan <i>Colon Inloop Double Contrast</i>	33
Diagram 4.3 Perkiraan Terimaan Dosis Pekerja Radiasi Dalam Satu Tahun (μSv) Pada Pemeriksaan <i>Colon Inloop Double Contrast</i>	35

DAFTAR BAGAN

Bagan 2.1 Pengaruh Radiasi Terhadap Manusia	16
---	----

DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran 1 : Jarak Antara Sumber Radiasi Dengan Obyek Pada Masing-Masing Posisi	40
Lampiran 2 : Hasil Pengukuran Laju Dosis Dengan Surveymeter Minirad 031A / L0002687	42
Lampiran 3: Hasil Pengukuran Laju Dosis Dengan Surveymeter Minirad 031A / L0002687 Setelah Dikalikan Dengan Faktor Kalibrasi 1,16	43
Lampiran 4 : Besaran Dosis Radiasi Yang Diterima Oleh Pekerja Radiasi	44
Lampiran 5 : Waktu <i>Fluoroscopy</i> Pemeriksaan <i>Colon Inloop Double</i> <i>Contrast</i> di Ruang Fluororadiografi Gedung Diagnostik Pusat Terpadu RSUD Dr. Soetomo Surabaya	46
Lampiran 6 : Perhitungan Perkiraan Terimaan Dosis Pekerja Radiasi.....	48
Lampiran 7 : Perkiraan Terimaan Dosis Pekerja Radiasi Dalam Satu Bulan.....	51
Lampiran 8 : Perkiraan Terimaan Dosis Pekerja Radiasi Dalam Satu Tahun.....	54
Lampiran 9 : Tabel Nilai Batas Dosis Yang Ditetapkan Oleh Keputusan Kepala Badan Pengawas Tenaga Nuklir Nomor 01/KA-BAPETEN/V-99	57

BAB I



PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Unit pelayanan Radiologi merupakan salah satu instalasi penunjang medik, menggunakan sumber radiasi pengion untuk mendiagnosis adanya suatu penyakit dalam bentuk gambaran anatomi tubuh yang ditampilkan dalam film radiografi. Pelayanan Radiologi harus memperhatikan aspek keselamatan kerja radiasi. Dalam upaya pengendalian, Pemerintah telah menerbitkan Peraturan Pemerintah Republik Indonesia nomor 33 tahun 2007 tentang Keselamatan Radiasi Pengion dan Keamanan Sumber Radioaktif, Surat Keputusan Kepala Bapeten nomor 01/Ka-Bapeten/V-99 tentang Ketentuan Keselamatan Kerja Terhadap Radiasi yang memuat nilai batas dosis yaitu untuk pekerja radiasi : 50 mSv/tahun dan masyarakat umum : 5 mSv/tahun.

Aspek keselamatan radiologi mendapatkan prioritas tinggi dalam setiap kegiatan pemanfaatannya karena pada prinsipnya paparan radiasi yang tidak dikehendaki terhadap tubuh manusia dapat memberikan efek negatif terhadap kesehatan. Efek merugikan dapat muncul apabila tubuh manusia mendapatkan paparan radiasi melebihi Nilai Batas Dosis (NBD) yang telah ditetapkan. Upaya yang harus dilakukan sesuai dengan aturan

yang berlaku untuk mengurangi atau meniadakan resiko tersebut, salah satunya adalah dengan mengontrol penerimaan dosis para pekerja radiasi. Ada banyak cara yang dapat dilakukan untuk mengontrol terimaan dosis pekerja radiasi, seperti pemantauan dosis pekerja dengan dosimeter perorangan dan pemantauan radiasi daerah kerja dengan surveymeter.

Karena proses terkena radiasi tidaklah dapat dirasakan oleh indra (tidak bisa terlihat, terdengar, atau terbau) secara langsung oleh para pekerja, maka diperlukan sekali suatu kesadaran yang tinggi tentang bahaya radiasi agar pekerja radiasi selalu berhati-hati menangani sumber-sumber radiasi yang biasa dipakai didalam pekerjaan mereka sehari-hari. Selain itu, pengaruh negatif akibat radiasi dosis rendah yang diperoleh akibat kerja, biasanya juga baru bisa terjadi dan terasa lama setelah penyinaran itu sendiri terjadi. Oleh sebab itu, untuk keperluan mengamati adanya radiasi pengion disekitarnya, manusia harus mengandalkan sepenuhnya pada kemampuan alat pantau radiasi. Untuk memantau adanya radiasi pengion, manusia memerlukan instrumentasi khusus yang peka terhadap berbagai jenis radiasi. Instrumentasi radiasi ini memegang peranan yang sangat penting untuk keperluan proteksi radiasi.

Cara yang biasa untuk menetapkan radiasi akibat kerja yang diterima oleh para petugas kesehatan yang bekerja dengan radiasi ini adalah peenggunaan alat yang sering dinamakan sebagai alat pantauan radiasi perorangan (personal monitoring devices) untuk menetapkan berapa besar dosis radiasi yang diterima oleh petugas tersebut apabila ada radiasi yang

diterimanya selama mereka melakukan pekerjaannya. Alat tersebut hanya mungkin menentukan dosis radiasi apabila memang ada radiasi yang melewati alat tersebut. Sehingga kemudian dosis radiasi total yang diterima oleh petugas tadi harus diperhitungkan dengan suatu asumsi bahwa penyinaran radiasi akibat kerja kepada tubuh si petugas adalah homogen atau merata. Besarnya dosis radiasi akan terlihat dari proses perubahan film. Namun bagaimanapun juga, alat pantauan radiasi perorangan yang berupa film badge tidak akan mungkin bisa memberikan reaksi apabila radiasi yang masuk kedalam film tersebut berada dibawah dosis minimum yang bisa menyebabkan perubahan dari film. Jadi setiap film badge mempunyai apa yang dinamakan "minimum detectible level" yaitu dosis minimum yang harus dilampaui untuk bisa menyebabkan perubahan didalam film. Keterbatasan film badge ini bisa menyebabkan kesalahanperkiraan besarnya dosis radiasi akibat kerja yang sebenarnya, yang diterima oleh petugas yang menggunakan alat tersebut. Dalam banyak kasus, dosis ini bahkan tidak terdeteksi dan tidak dilaporkan, sehingga berdampak secara psikologis terhadap para pekerja radiasi. Mereka merasa bekerja di medan radiasi tetapi tidak pernah menerima paparan radiasi sehingga muncul keraguan terhadap sistem keselamatan radiologi ditempat kerja karena mereka merasa tidak mendapatkan jaminan keselamatan selama bekerja.

Untuk mengatasi masalah tersebut, perlu diperkenalkan metode lain yang mampu memperkirakan terimaan dosis radiasi bagi para pekerja dimedan radiasi, dimana dosimeter personil tidak dapat berperan secara

optimal. Cara yang mungkin untuk diterapkan, terutama untuk tempat kerja yang permanen dengan kondisi lingkungan dan radiologis yang relatif konstan, seperti fasilitas yang memberikan pelayanan radiodiagnostik atau radioterapi di rumah sakit, adalah dengan mengukur dosis radiasi yang diterima oleh para pekerja terutama dibagian-bagian vital tubuh seperti mata, tangan, gonad (dalam apron), gonad (diluar apron) guna memperkirakan dosis radiasi yang diterima oleh para pekerja radiasi seperti dokter dan radiografer pada periode tertentu. Jika data yang disertakan cukup akurat, maka hasil perhitungan perkiraan terimaan dosis pekerja juga akurat dan dapat dipertanggung jawabkan kebenarannya.

Dengan penelitian kami ini, diharapkan dapat menghilangkan keraguan pada sebagian besar pekerja radiasi yang umumnya bekerja ditempat radiasi yang terimaan dosis radiasinya selama bekerja tidak pernah terpantau atau dilaporkan. Penelitian ini perlu dilakukan ditempat-tempat tersebut untuk mendapatkan gambaran kondisi radiologis yang lebih akurat sehingga para pekerja merasa yakin telah mendapatkan perlindungan radiologis yang optimal melalui sistem proteksi radiasi yang digunakan ditempat tersebut. Perhitungan melalui permodelan ini dapat memberikan data terimaan dosis pekerja yang lebih akurat apabila pengukuran tingkat radiasi daerah kerja dilakukan menggunakan surveymeter yang memiliki tingkat kepekaan lebih tinggi terhadap intensitas radiasi yang sangat rendah dalam orde mikroSievert dibandingkan dengan film badge.

1.2 Rumusan Masalah

- a. Berapa dosis radiasi yang diterima oleh dokter radiologi selama melakukan pemeriksaan di ruang fluororadiografi Gedung Pusat Diagnostik Terpadu RSUD Dr. Soetomo Surabaya periode tahun 2009?
- b. Berapa dosis radiasi yang diterima oleh radiografer selama melakukan pemeriksaan di ruang fluororadiografi Gedung Pusat Diagnostik Terpadu RSUD Dr. Soetomo Surabaya periode tahun 2009?

1.3 Tujuan Penelitian

1.3.1 Tujuan Umum

Untuk dapat memperkirakan besarnya dosis radiasi yang diterima oleh para pekerja radiasi yaitu dokter radiologi dan radiografer selama melakukan pemeriksaan *colon inloop double contrast* di ruang Fluororadiografi Gedung Pusat Diagnostik Terpadu RSUD Dr. Soetomo Surabaya.

1.3.2 Tujuan Khusus

1. Memperkirakan jumlah dosis radiasi dibagian tertentu tubuh antara lain: setinggi mata, tangan, gonad (dalam apron), dan gonad (luar apron) yang diterima oleh dokter radiologi selama melakukan pemeriksaan di ruang Fluororadiografi Gedung Pusat Diagnostik Terpadu RSUD Dr. Soetomo Surabaya.

2. Memperkirakan jumlah dosis radiasi dibagian tertentu tubuh antara lain: setinggi mata, tangan, gonad (balik apron), dan gonad (luar apron) yang diterima oleh radiografer selama melakukan pemeriksaan diruang Fluororadiografi Gedung Pusat Diagnostik Terpadu RSUD Dr. Soetomo Surabaya

1.4 Batasan Masalah

Dalam penelitian ini, digunakan ruang Fluororadiografi Gedung Pusat Diagnostik Terpadu RSUD Dr. Soetomo Surabaya dengan obyek para pekerja radiasi yaitu dokter radiologi dan radiografer dengan titik ukur setinggi mata, tangan, dan gonad para pekerja radiasi selama melakukan pemeriksaan *colon inloop double contrast* terhadap pasien.

1.5 Manfaat Penelitian

1. Menambah wawasan pengetahuan dan pengalaman tentang keselamatan kerja radiasi.
2. Sebagai studi banding antara teori yang didapat dari perkuliahan dengan realita yang ada.
3. Sebagai upaya dalam rangka peningkatan upaya keselamatan kerja radiasi bagi pekerja radiasi.
4. Sebagai bahan masukan bagi peneliti lain untuk penelitian lebih lanjut.
5. Menghilangkan keraguan pada sebagian besar pekerja radiasi yang umumnya bekerja ditempat dengan medan radiasi.

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

2.1. Sinar-X

Sinar X adalah pancaran gelombang elektromagnetik yang karena energi yang dimilikinya mampu mengionisasikan media yang dilaluinya.

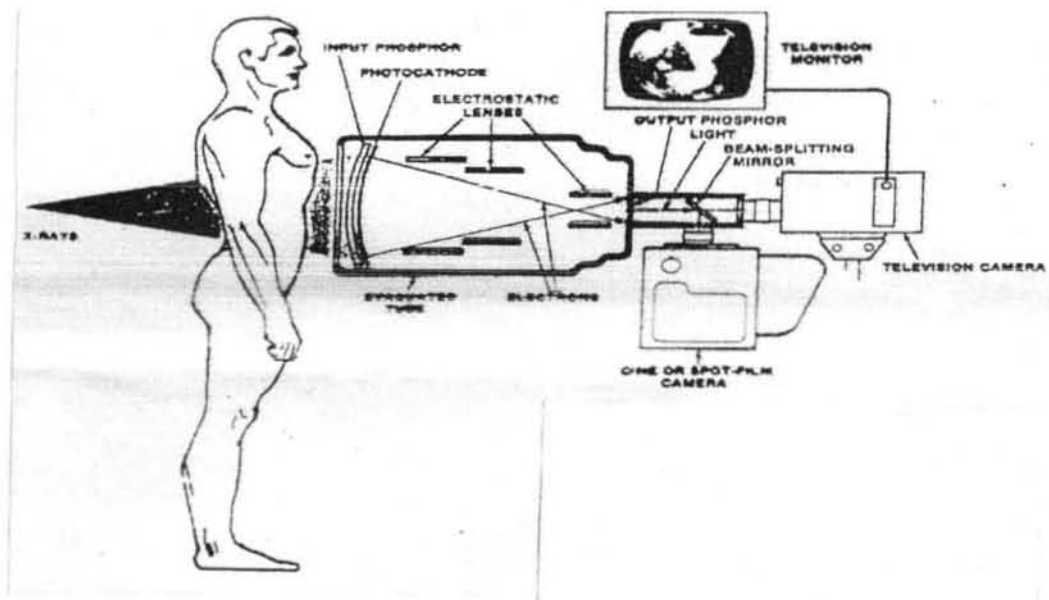
Sinar X mempunyai beberapa sifat fisik, yaitu : daya tembus, pertebaran, penyerapan, efek fotografik, pendar, ionisasi, dan efek biologi.

1. Daya tembus : sinar X dapat menembus obyek yang dilewatinya. Makin tinggi tegangan yang digunakan, makin besar daya tembusnya.
2. Pertebaran : apabila berkas sinar X melalui suatu bahan, maka berkas tersebut akan bertebaran ke segala jurusan, akan menghasilkan radiasi sekunder (sinar hambur).
3. Penyerapan : sinar X dalam radiografi diserap oleh bahan sesuai tingkat kepadatannya.
4. Efek fotografik : sinar X dapat menghitamkan emulsi film
5. Pendar : sinar X menyebabkan bahan-bahan tertentu memancarkan cahaya apabila dilewatinya.
6. Ionisasi : sinar X apabila mengenai suatu bahan akan menimbulkan proses ionisasi pada bahan tersebut.
7. Efek biologi : sinar X menimbulkan perubahan-perubahan sel biologi pada jaringan.

Secara sederhana dapat diterangkan bahwa sinar X dihasilkan oleh tabung sinar X yaitu tabung hampa yang dilengkapi dengan dua buah elektroda yaitu anoda dan katoda. Katoda sebagai kutub negatif memproduksi elektron bebas, dan jika antara katoda dan anoda diberikan beda potensial yang cukup, maka elektron akan bergerak menuju kutub anoda dan menabrak target. Pada saat interaksi antara elektron dengan target inilah terbentuk sinar X.

2.2. Fluororadiografi

fluororadiografi adalah tehnik pencitraan yang menggabungkan *fluoroscopy* dan radiografi.



Gambar 2.1 : cara kerja pesawat fluororadiografi

Sinar X yang tidak tampak dikeluarkan dari tube mengenai tubuh pasien, diteruskan ke Image Intensifier diubah menjadi sinar tampak. Sinar tampak tersebut difokuskan dan diperkuat sehingga outputnya menjadi kecil dan sinar yang jelas sekali. Sinar tadi diterima kamera dan diubah menjadi signal listrik. Dari kamera masuk ke central televisi untuk merubah signal listrik menjadi signal video. Dari signal video menjadi gambar yang bisa dilihat di monitor televisi.

Keuntungannya menggunakan closed circuit television adalah sinar X yang terjadi diperkuat oleh image intensifier sehingga radiasi sangat kecil, dapat dilakukan diruang yang terang sehingga dapat digunakan untuk pemeriksaan yang lebih detail, dan bisa dikembangkan dengan kemajuan teknologi.

Dalam bentuk yang paling sederhana, fluororadiografi terdiri dari *panel detector* dan tabung sinar X. Dalam model modern fluororadiografi dilengkapi dengan tabung image intensifier dan close circuit video yang memungkinkan untuk memperlihatkan citra kemonitor dan merekamnya.

2.3. Alat Ukur Radiasi

Alat ukur proteksi radiasi merupakan suatu sistem yang terdiri dari detektor dan elektrometer (reader). Dengan alat ukur ini akan didapatkan informasi tentang besaran dosis radiasi seperti paparan dalam roentgen atau C/kg, dosis serap dalam rad atau gray, dan dosis ekuivalen dalam rem atau sievert.

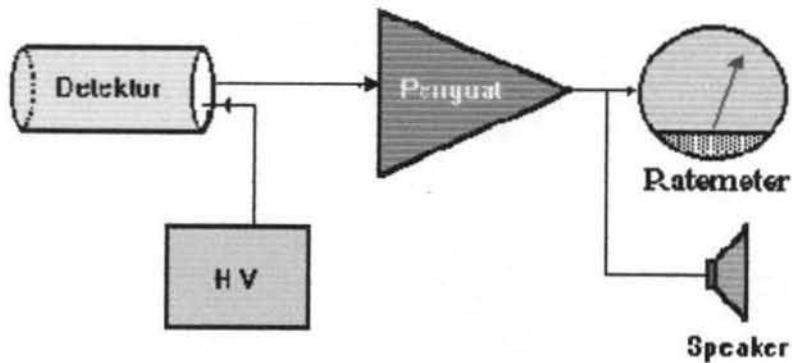
Alat ukur radiasi ini dibedakan menjadi tiga yaitu :

- a. Dosimeter personal
- b. Surveimeter
- c. Monitor kontaminasi

Dosimeter personal berfungsi untuk mencatat dosis radiasi yang telah mengenai seorang pekerja radiasi secara akumulasi. Oleh karena itu, setiap orang yang bekerja di suatu daerah radiasi harus selalu mengenakan dosimeter personal. Surveimeter digunakan untuk melakukan pengukuran tingkat radiasi di suatu lokasi secara langsung sedang monitor kontaminasi digunakan untuk mengukur tingkat kontaminasi pada pekerja, alat maupun lingkungan.

Surveimeter harus dapat memberikan informasi laju dosis radiasi pada suatu area secara langsung. Sehingga, seorang pekerja radiasi dapat memperkirakan jumlah radiasi yang akan diterimanya bila akan bekerja di suatu lokasi selama waktu tertentu. Dengan informasi yang ditunjukkan surveimeter ini, setiap pekerja dapat menjaga diri agar tidak terkena paparan radiasi yang melebihi batas ambang yang diizinkan.

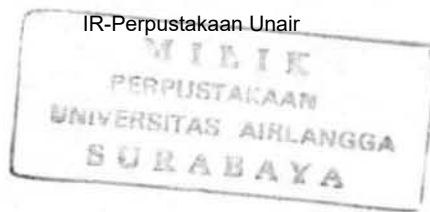
Sebagaimana fungsinya, suatu survaimeter harus bersifat portable meskipun tidak perlu sekecil sebuah dosimeter personal. Konstruksi survaimeter terdiri atas detektor dan peralatan penunjang seperti terlihat gambar berikut.



Gambar 2.2 : konstruksi surveymeter

Tiga langkah penting yang perlu diperhatikan sebelum menggunakan survaimeter adalah:

- a. Memeriksa batere.
 - b. Memeriksa sertifikat kalibrasi.
 - c. Memahami pengoperasian dan pembacaan.
1. Memeriksa batere: Hal ini dilakukan untuk menguji kondisi catu daya tegangan tinggi detektor. Bila tegangan tinggi detektor tidak sesuai dengan yang dibutuhkan, maka detektor tidak peka atau tidak sensitif terhadap radiasi yang mengenainya, akibatnya survaimeter akan menunjukkan nilai yang salah.
 2. Memeriksa sertifikat kalibrasi: Pemeriksaan sertifikat kalibrasi dengan memperhatikan faktor kalibrasi alat dan memeriksa tanggal validasi sertifikat. Faktor kalibrasi merupakan suatu parameter yang



membandingkan nilai yang ditunjukkan oleh alat ukur dan nilai dosis sebenarnya.

$$D_{\text{sebenarnya}} = D_{\text{terukur}} \times \text{Faktor Kalibrasi}$$

Bila sertifikat kalibrasinya sudah melewati batas waktunya, maka survaimeter tersebut harus dikalibrasi ulang sebelum dapat digunakan lagi.

3. Memahami cara pengoperasian dan pembacaan: Langkah ini perlu dilakukan, khususnya bila akan menggunakan survaimeter "baru". Setiap survaimeter mempunyai tombol-tombol dan saklar-saklar yang berbeda-beda. Terdapat beberapa faktor pengalihan misalnya x1; x10; x100 dan sebagainya. Sedang display-nya juga berbeda-beda, ada yang berskala rontgent / jam ; rad / jam ; Sievert /jam atau mSievert / jam atau bahkan masih dalam cpm (counts per minutes).

2.4. Proteksi Radiasi

2.4.1. Definisi Proteksi Radiasi

1. Menurut Peraturan Pemerintah Republik Indonesia Nomor 33 Tahun 2007 BAB I Ketentuan Umum pasal 1 ayat 3 proteksi radiasi adalah, "tindakan yang dilakukan untuk mengurangi pengaruh radiasi yang merusak akibat paparan radiasi".
2. Menurut Peraturan Pemerinah Republik Indonesia (PP) Nomor 63 Tahun 2000 (63/2000) BAB I Ketentuan Umum pasal 1 ayat 1 proteksi radiasi adalah, " upaya yang dilakukan untuk menciptakan kondisi

yang sedemikian agar efek radiasi pengion terhadap manusia dan lingkungan hidup tidak melampaui nilai batas yang ditentukan”.

2.4.2. Tujuan Proteksi Radiasi

Tujuan proteksi radiasi menurut Peraturan Pemerintah Republik Indonesia (PP) Nomor 63 Tahun 2000 (63/2000) BAB II Ruang Lingkup dan Tujuan pasal 2 ayat 2 adalah, “menjamin keselamatan, keamanan, dan ketentraman, kesehatan pekerja dan anggota masyarakat, serta perlindungan terhadap lingkungan hidup”.

Secara umum tujuan proteksi radiasi adalah :

- a. Mencegah terjadinya efek non stokastik yang membahayakan.
- b. Membatasi peluang terjadinya efek stokastik.
- c. Meyakinkan bahwa pekerjaan atau kegiatan yang berkaitan dengan penyinaran radiasi dapat dibenarkan.

2.4.3 Filosofi Proteksi Radiasi

Filosofi proteksi radiasi yang tercantum dalam Peraturan Pemerintah Republik Indonesia Nomor 33 Tahun 2007 BAB III Keselamatan Radiasi Dalam Pemanfaatan Tenaga Nuklir Bagian Ketiga Persyaratan Proteksi Radiasi pasal 21 adalah, “ Setiap pemanfaatan tenaga nuklir wajib melaksanakan dengan memenuhi persyaratan proteksi radiasi sebagaimana dimaksud dalam pasal 4 ayat (3) huruf b, yang meliputi justifikasi pemanfaatan tenaga nuklir, limitasi dosis, dan optimisasi proteksi”.

Penjelasannya adalah :

- a. Justifikasi : setiap pemanfaatan sumber radiasi harus didasarkan pada azas manfaat maksudnya adalah bahwa kegiatan tersebut harus memberikan manfaat yang lebih besar kepada individu yang terkena paparan dibandingkan dengan bahaya radiasi yang ditimbulkannya.
- b. Limitasi : dosis ekivalen yang diterima oleh pekerja radiasi atau masyarakat tidak boleh melampaui Nilai Batas Dosis (NBD) yang ditetapkan menurut Keputusan Kepala Badan Pengawas Tenaga Nuklir Nomor : 01/Ka-BAPETEN/V-99. Batas dosis bagi pekerja radiasi dimaksudkan untuk mencegah timbulnya efek non stokastik dan mengurangi peluang terjadinya efek stokastik.
- c. Optimasi : semua penyinaran harus diusahakan serendah-rendahnya ALARA (As Low As Reasonably Achievable) dengan mempertimbangkan faktor ekonomi dan sosial.

2.4.4 Prinsip Proteksi Radiasi

Untuk memproteksi diri dari sumber radiasi, maka diterapkan tiga strategi dasar yang dikenal sebagai prinsip proteksi radiasi, yaitu :

- a. Waktu

Minimalkan waktu exposi, maka akan meminimalkan dosis radiasi yang diterima. Pengaturan mAs yang tepat, dengan waktu paparan 0,02 detik lebih baik daripada 1 detik. Nilai kVp yang digunakan cukup

tinggi sehingga daya tembus dalam radiografi cukup baik, dengan demikian maka pengulangan radiografi dapat dicegah.

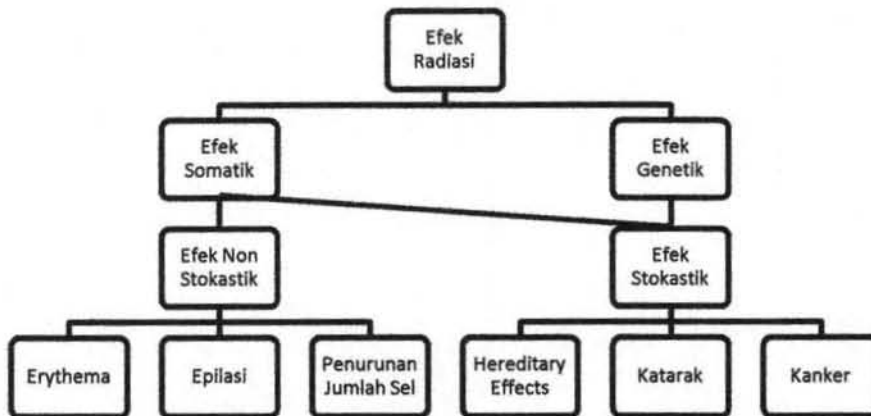
b. Jarak

Radiasi dipancarkan dari sumber radiasi kesegala arah. Semakin dekat tubuh dengan sumber radiasi maka paparan radiasi yang kita terima akan semakin besar. Pancaran radiasi sebagian akan menjadi pancaran hambur saat mengenai materi. Radiasi hambur ini akan menambah jumlah dosis radiasi yang diterima. Untuk mencegah paparan radiasi yang berlebihan harus diupayakan agar sejauh mungkin dari sumber radiasi.

c. Perisai

Penggunaan perisai atau pelindung berupa apron mengandung Pb, gloves, kacamata, merupakan sarana proteksi radiasi individu. Proteksi lingkungan terhadap radiasi dapat dilakukan dengan melapisi ruang radiografi menggunakan Pb.

2.5 Pengaruh Radiasi Terhadap Manusia



Bagan 2.1 : pengaruh radiasi terhadap manusia

Sel dalam tubuh manusia terdiri dari sel genetik dan somatik. Sel genetik adalah sel telur pada perempuan dan sel sperma pada laki-laki, sedangkan sel somatik adalah sel lainnya yang ada dalam tubuh. Berdasarkan jenis sel, maka efek radiasi dibagi dua yaitu efek genetik dan efek somatik. Efek genetik adalah efek yang akan muncul pada keturunan dari individu yang terkena paparan radiasi. Efek somatik adalah efek radiasi yang dirasakan oleh individu yang terpapar radiasi. Efek somatik terdiri atas efek stokastik dan efek non stokastik. Efek genetik hanya terdiri atas efek stokastik.

Efek stokastik terjadi dimana peluang terjadinya suatu akibat tidak memerlukan dosis ambang. Efek stokastik disebut juga efek tertunda yaitu merupakan efek radiasi yang baru timbul setelah waktu yang lama setelah

terpapar radiasi, seperti : katarak dan kanker. Efek non stokastik terjadi apabila tingkat keparahan suatu akibat bergantung pada dosis dan pemunculan pertamanya memerlukan dosis ambang. Efek non stokastik disebut juga efek segera yaitu kerusakan yang secara klinik sudah dapat teramati pada individu dalam waktu singkat setelah individu tersebut terpapar radiasi, seperti : epilasi (rontoknya rambut) , eritema (memerahnya kulit), dan penurunan jumlah sel darah.

2.6 Nilai Batas Dosis

Definisi Nilai Batas Dosis (NBD) menurut Peraturan Pemerintah Republik Indonesia Nomor 33 Tahun 2007 BAB I Ketentuan Umum pasal 1 ayat 23 adalah, “ nilai batas dosis adalah dosis terbesar yang diizinkan yang dapat diterima oleh pekerja radiasi dan anggota masyarakat dalam jangka waktu tertentu tanpa menimbulkan efek genetik dan somatik yang berarti akibat Pemanfaatan Tenaga Nuklir”. Adapun menurut Keputusan Kepala Badan Pengawas Tenaga Nuklir Nomor : 01/Ka-BAPETEN/V-99 BAB III 3.3. Pembatasan Dosis untuk Pekerja Radiasi antara lain :

- a. NBD untuk penyinaran seluruh tubuh ditetapkan 50 mSv (5000 mrem)pertahun.
- b. NBD untuk wanita dalam usia subur pada abdomen ditetapkan tidak lebih dari 13mSv (1300mrem)dalam jangka waktu 13 minggu.
- c. NBD untuk wanita hamil ditetapkan tidak boleh melebihi 10 mSv (1000mrem).
- d. NBD untuk penyinaran lokal

1. Dosis rata-rata pada setiap organ atau bagian jaringan yang terkena harus tidak melebihi 500 mSv (50000 mrem) dalam setahun.
2. Batas dosis untuk lensa mata adalah 150 mSv (15000 mrem) dalam setahun.
3. Batas dosis untuk kulit adalah 500 mSv (50000 mrem) dalam setahun.
4. Batas dosis untuk tangan, lengan, kaki, dan tungkai adalah 500 mSv (50000 mrem) dalam setahun.

BAB III

METODE PENELITIAN

3.1 Jenis Penelitian

Penelitian ini dilakukan dengan pola penelitian yang bersifat Eksperimen. Ruangan yang dipilih untuk penelitian adalah ruangan dengan beban kerja yang cukup tinggi dimana merupakan tempat yang rawan bagi pekerja radiasi terhadap paparan radiasi yang diterima selama pemeriksaan berlangsung.

3.2 Tempat dan Waktu Penelitian

Penelitian ini dilakukan di ruang fluororadiografi Gedung Pusat Diagnostik Terpadu RSUD Dr. Soetomo Surabaya pada bulan april 2010.

3.3 Instrumen Penelitian

- a. Pesawat fluororadiografi
- b. Surveimeter Mini Rad 031A/L0002687

3.4 Rencana Pengelolaan dan Analisis Data

3.4.1 Variabel

- a. Variable bebas : pengukuran tingkat paparan radiasi diruang fluororadiografi pada pemeriksaan *colon inloop double contrast* Gedung Pusat Diagnostik Terpadu RSUD Dr. Soetomo Surabaya
- b. Variable terikat : perkiraan dosis radiasi yang diterima oleh para pekerja radiasi.

3.4.2 Cara Kerja

1. Menghitung lamanya para pekerja radiasi bekerja (*fluoroscopy* aktif) menggunakan pesawat fluororadiografi pada pemeriksaan *colon inloop double contrast*, sehingga diketahui waktu rata-rata yang diperlukan untuk pemeriksaan dengan jumlah sample = 30 pemeriksaan *colon inloop double contrast*.
2. Menentukan posisi pekerja radiasi dalam mengerjakan pemeriksaan *colon inloop double contrast* di ruang fluororadiografi Gedung Pusat Diagnostik Terpadu RSUD Dr. Soetomo Surabaya.
3. Menghitung jumlah pasien *colon inloop double contrast* selama tahun 2009.
4. Melakukan perhitungan dosis radiasi yang diterima oleh para pekerja radiasi yaitu dokter radiologi dan radiografer selama melakukan pemeriksaan *colon inloop double contrast* dengan titik

ukur setinggi mata, tangan, *gonad* (dalam apron), dan *gonad* (luar apron). Masing-masing titik ukur dilakukan pengujian hingga tiga kali di tempat yang sama.

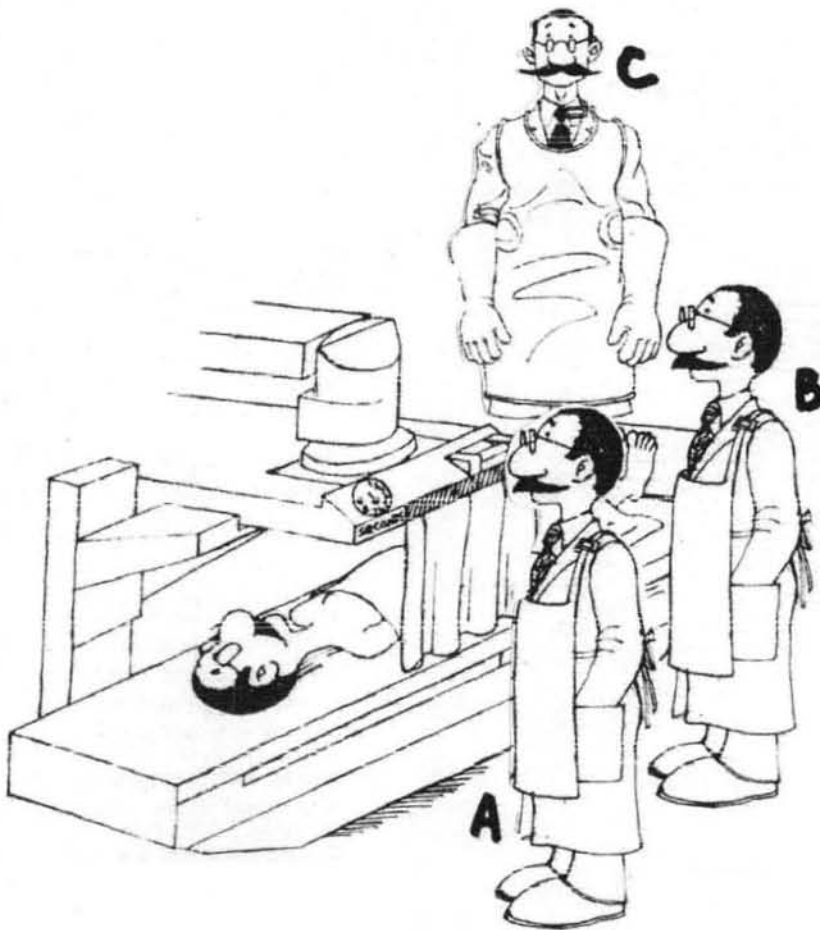
5. Melakukan perhitungan perkiraan dosis radiasi yang diterima oleh para pekerja radiasi dengan menggunakan rumus berdasarkan data yang didapat.
6. Analisa data.
7. Pembahasan.
8. Kesimpulan dan saran.
9. Laporan hasil penelitian.

BAB IV

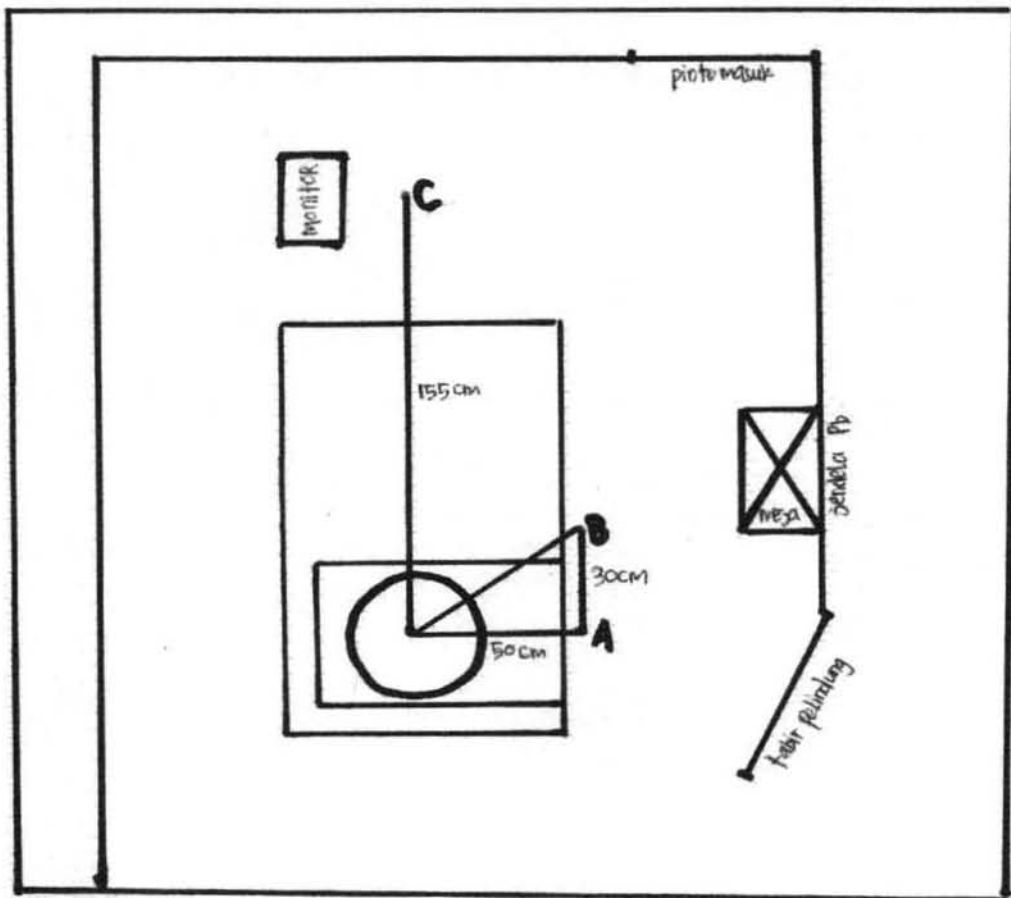
HASIL PENELITIAN DAN PEMBAHASAN

4.1. Posisi Obyek

Berikut ini adalah gambar alat fluororadiografi dengan posisi obyek yang akan diukur dengan surveymeter Mini Rad 031A / L0002687



Gambar 4.1 : alat fluororadiografi dengan posisi obyek



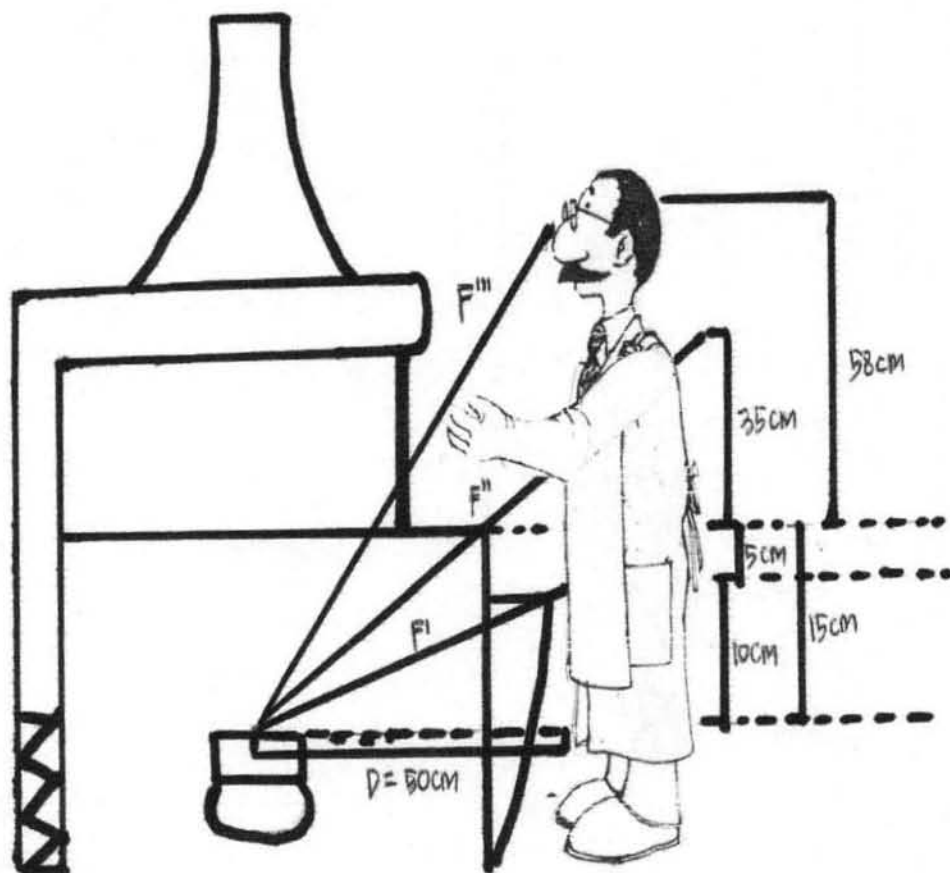
Gambar 4.2 : denah posisi obyek

Obyek tersebut terdiri atas:

- Posisi A adalah posisi dokter peserta Program Pendidikan Dokter Spesialis (PPDS) Radiologi yang melakukan pemeriksaan *colon inloop double kontras*.
- Posisi B adalah posisi Radiografer.
- Posisi C adalah posisi dokter peserta Program Pendidikan Dokter Spesialis (PPDS) Senior Radiologi.

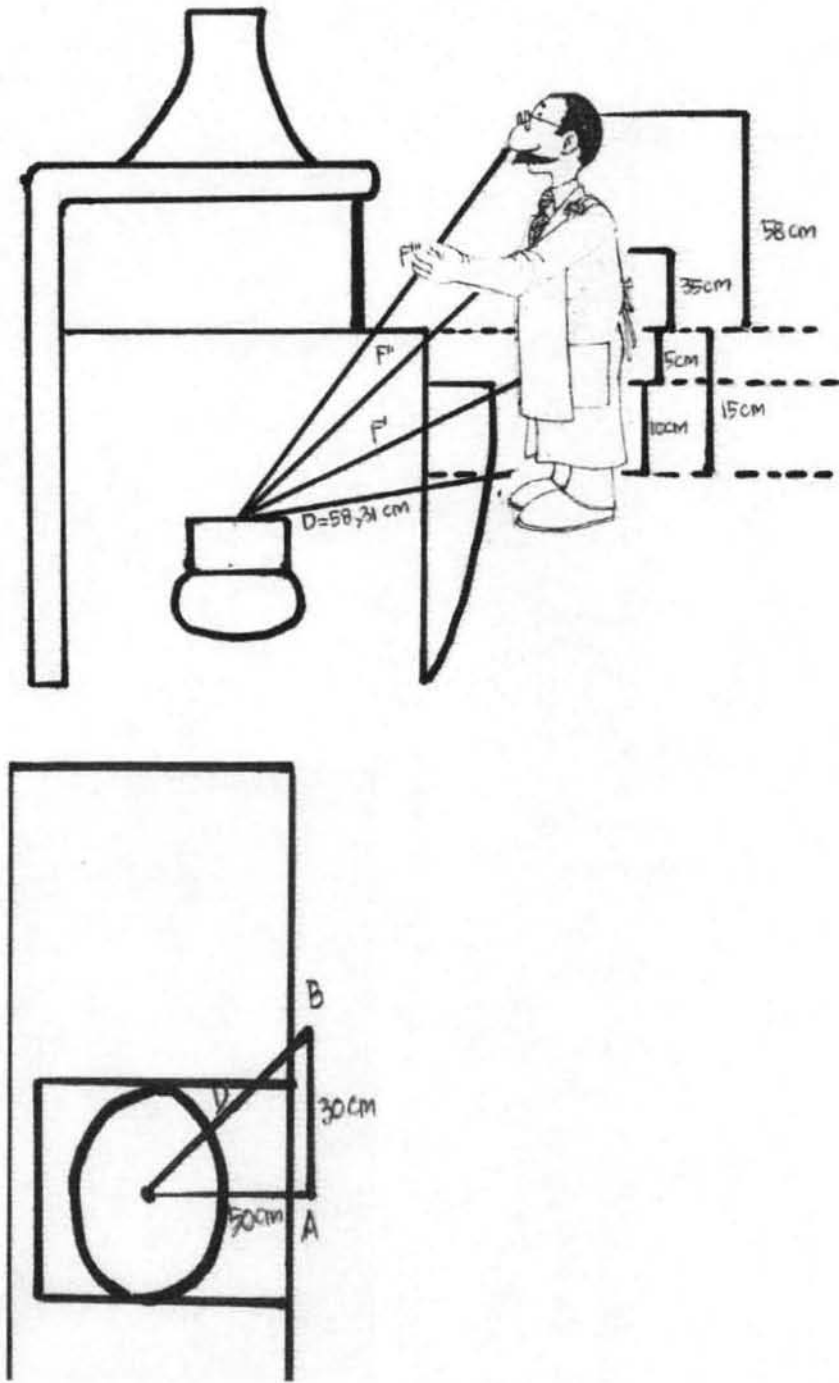
4.2. Jarak Antara Sumber Radiasi Dengan Obyek Pada Masing-Masing Posisi

4.2.1. Posisi Dokter PPDS Radiologi (posisi A)



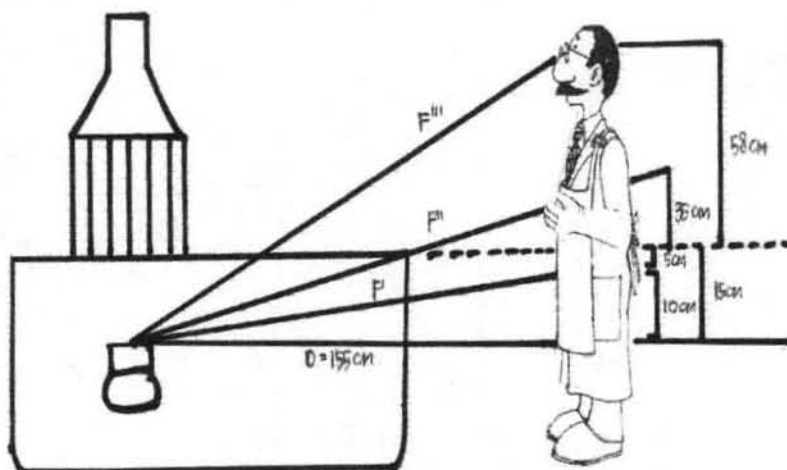
Gambar 4.3 : jarak titik ukur obyek A

4.2.2. Posisi Radiografer (posisi B)



Gambar 4.4 : jarak titik ukur obyek B

4.2.3. Posisi Dokter PPDS Senior Radiologi (posisi C)



Gambar 4.5 : jarak titik ukur obyek C

NO	LOKASI	TITIK UKUR		
		MATA	TANGAN	GONAD
A	Dokter PPDS Radiologi	88,48 cm	70,71 cm	50,99 cm
B	Radiografer	93,43 cm	76,81 cm	59,16 cm
C	Dokter PPDS Senior Radiologi	171,33 cm	162,86 cm	155,32 cm

Tabel 4.1 : jarak antara sumber radiasi dengan obyek pada masing-masing posisi

4.3. Hasil Pengukuran Laju Dosis Rata-Rata Dengan Surveymeter Minirad 031A / L0002687

No	Lokasi	Titik ukur			
		Mata	Tangan	Gonad Dalam Apron	Gonad Luar Apron
A	Dokter PPDS Radiologi	1,005 $\mu\text{Sv/jam}$	3,209 $\mu\text{Sv/jam}$	0,967 $\mu\text{Sv/jam}$	1,933 $\mu\text{Sv/jam}$
B	Radiografer	48,333 $\mu\text{Sv/jam}$	75,4 $\mu\text{Sv/jam}$	0,696 $\mu\text{Sv/jam}$	1,431 $\mu\text{Sv/jam}$
C	Dokter PPDS Senior Radiologi	30,16 $\mu\text{Sv/jam}$	41,373 $\mu\text{Sv/jam}$	0,425 $\mu\text{Sv/jam}$	0,889 $\mu\text{Sv/jam}$

Tabel 4.2 : hasil pengukuran laju dosis rata-rata

Dari tabel tersebut diatas maka besaran dosis radiasi perdetik yang diterima oleh pekerja radiasi, dihitung dengan rumus sebagai berikut :

$$D = LD \times 1/3600$$

Dengan:

- a. D = besaran dosis radiasi perdetik yang diterima oleh pekerja radiasi
- b. LD = laju dosis

dengan menggunakan rumus diatas akan didapatkan hasil sebagai berikut :

No	Lokasi	Titik Ukur			
		Mata	Tangan	Gonad Dalam Apron	Gonad Luar Apron
A	Dokter PPDS Radiologi	0,00028 μSv	0,00089 μSv	0,00027 μSv	0,00054 μSv
B	Radiografer	0,0134 μSv	0,0209 μSv	0,00019 μSv	0,0004 μSv
C	Dokter PPDS Senior Radiologi	0,00838 μSv	0,01149 μSv	0,00012 μSv	0,00025 μSv

Tabel 4.3 : perkiraan besaran dosis radiasi perdetik yang diterima oleh pekerja radiasi

4.4. Nilai Rata-Rata Waktu *Fluoroscopy* Per Pasien *Colon Inloop Double Contrast*

Total waktu dari 30 orang pasien adalah 2 jam 45menit 16detik 07mdetik sehingga nilai rata-rata waktu *fluoroscopy* untuk satu orang pasien *colon inloop double contrast* adalah 330,54 detik.

4.5. Perkiraan Terimaan Dosis Pekerja Radiasi Per Pemeriksaan *Colon Inloop Double contrast*

Untuk menghitung terimaan dosis radiasi rata-rata, digunakan rumus.

$$D_p = D (\mu\text{Sv}) \times t (\text{detik})$$

Dengan:

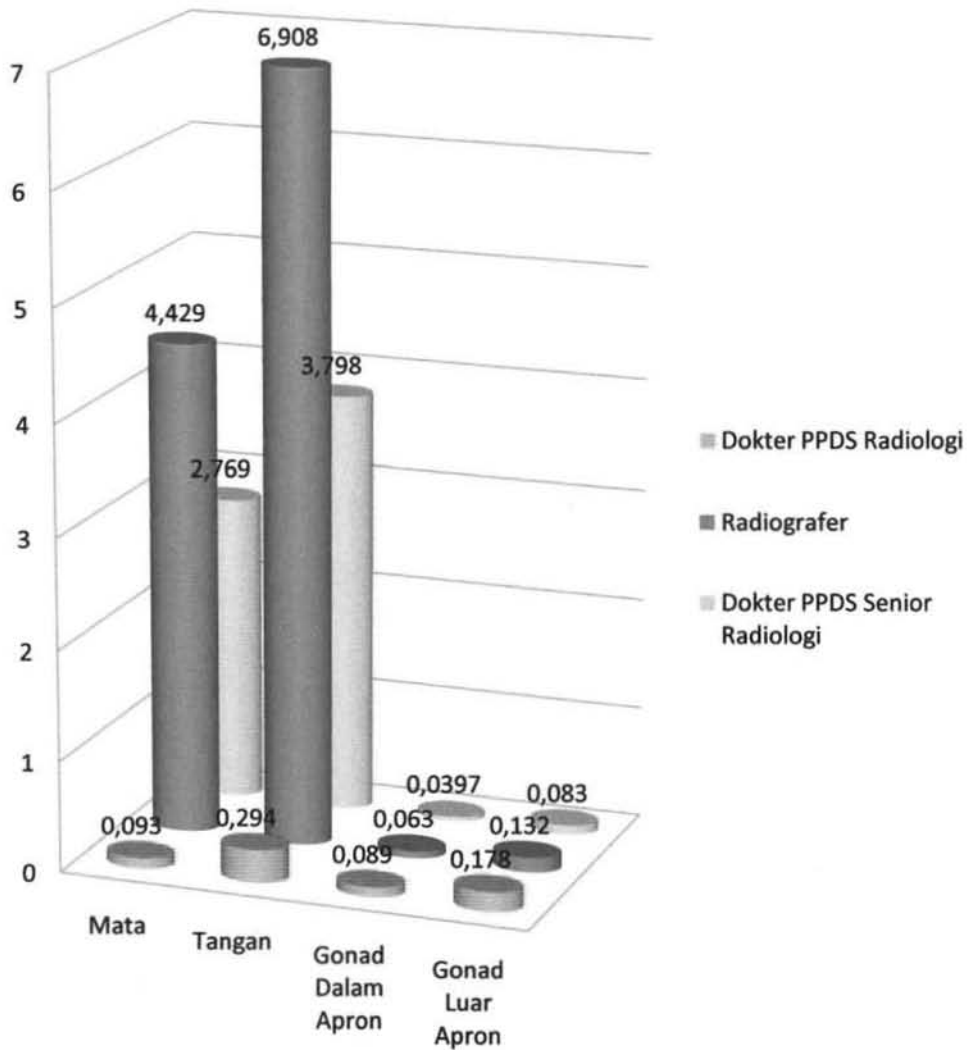
- a. D_p = perkiraan terimaan dosis pekerja radiasi
- c. D = Besaran dosis radiasi perdetik yang diterima oleh pekerja radiasi
- b. t = Nilai rata-rata waktu fluoroscopy perpasien *colon inloop double contrast* (330,54 detik)

dengan menggunakan rumus diatas akan didapatkan hasil sebagai berikut:

No	Lokasi	Titik ukur			
		Mata	Tangan	Gonad Dalam Apron	Gonad Luar Apron
A	Dokter PPDS Radiologi	0,093 μSv	0,294 μSv	0,089 μSv	0,178 μSv
B	Radiografer	4,429 μSv	6,908 μSv	0,063 μSv	0,132 μSv
C	Dokter PPDS Senior Radiologi	2,769 μSv	3,798 μSv	0,0397 μSv	0,083 μSv

Tabel 4.4 : perkiraan terimaan dosis pekerja radiasi per pemeriksaan *colon inloop double contrast*

Diagram 4.1 : Perkiraan Terimaan Dosis Pekerja Radiasi (μSv) Per Pemeriksaan Colon Inloop Double Contrast



4.6. Pemeriksaan *Colon Inloop Double Contrast* Selama Tahun 2009

NO	BULAN	BANYAKNYA PEMERIKSAAN <i>COLON INLOOP DOUBLE CONTRAST</i>
1	Januari	41
2	Februari	54
3	Maret	56
4	April	43
5	Mei	46
6	Juni	48
7	Juli	49
8	Agustus	49
9	September	39
10	Oktober	62
11	November	63
12	Desember	46
Jumlah		596

Tabel 4.5 : pemeriksaan *colon inloop double contrast* selama tahun 2009

Dari data diatas didapat bahwa banyaknya pemeriksaan *colon inloop double contrast* selama tahun 2009 adalah 596 pasien, sehingga dalam satu bulan pekerja radiasi mengerjakan 49,6 orang pasien \approx 50 orang pasien *colon inloop double contrast*.

4.7. Perkiraan Terimaan Dosis Pekerja Radiasi Dalam Satu Bulan Pada Pemeriksaan *Colon Inloop Double Contrast*

Untuk menghitung terimaan dosis radiasi dalam satu bulan, digunakan rumus :

$$D_h = D_p (\mu\text{Sv}) \times L (\text{/bulan})$$

Dengan:

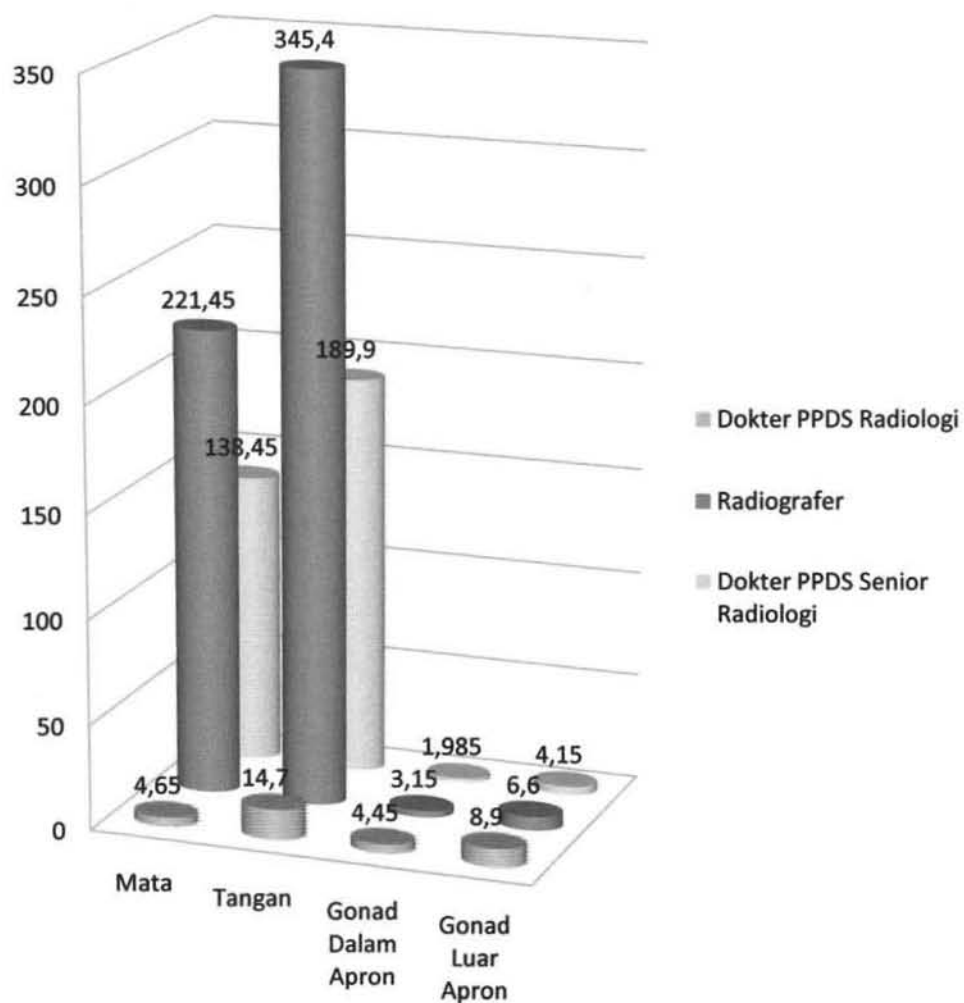
- D_h = Perkiraan terimaan dosis pekerja radiasi dalam satu bulan
- D_p = Perkiraan terimaan dosis pekerja radiasi
- L = Beban kerja rata-rata peswat fluororadiografi dalam mengerjakan pasien *colon inloop double contrast* dalam satu bulan

dengan menggunakan rumus diatas akan didapatkan hasil sebagai berikut

No	Lokasi	Titik Ukur			
		Mata	Tangan	Gonad Dalam Apron	Gonad Luar Apron
A	Dokter PPDS Radiologi	4,65 μSv	14,7 μSv	4,45 μSv	8,9 μSv
B	Radiografer	221,45 μSv	345,4 μSv	3,15 μSv	6,6 μSv
C	Dokter PPDS Senior Radiologi	138,45 μSv	189,9 μSv	1,985 μSv	4,15 μSv

Tabel 4.6 : perkiraan terimaan dosis pekerja radiasi dalam satu bulan

Diagram 4.2 : Perkiraan Terimaan Dosis Pekerja Radiasi Dalam Satu Bulan (μSv) Pada Pemeriksaan *Colon Inloop Double Contrast*



4.8. Perkiraan Terimaan Dosis Pekerja Radiasi Dalam Satu Tahun Pada Pemeriksaan *Colon Inloop Double Contrast*

Untuk menghitung perkiraan terimaan dosis radiasi tahunan seorang pekerja radiasi, digunakan rumus :

$$D_t = D_h (\mu\text{Sv/bulan}) \times 12 (\text{bulan/tahun})$$

Dengan:

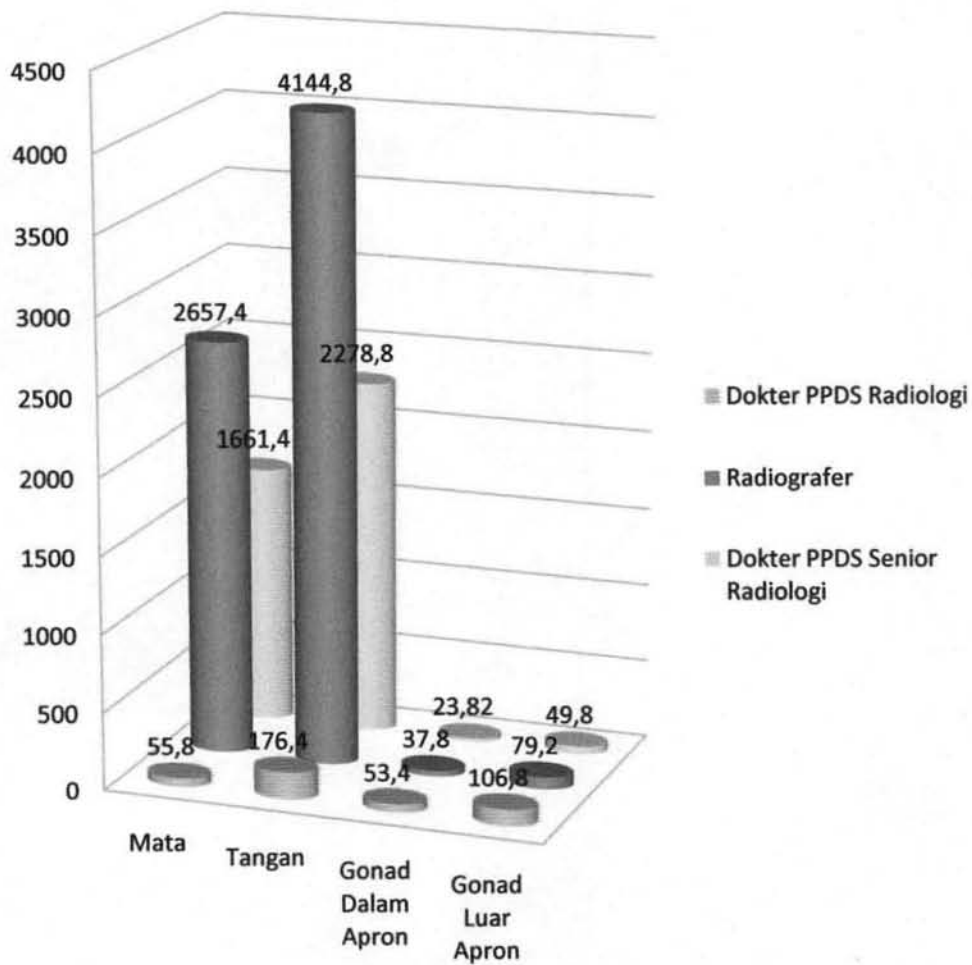
- a. D_t = Perkiraan terimaan dosis pekerja radiasi dalam satu tahun
- b. D_h = Perkiraan terimaan dosis pekerja radiasi dalam satu bulan

dengan menggunakan rumus diatas akan didapatkan hasil sebagai berikut :

No	Lokasi	Titik ukur			
		Mata	Tangan	Gonad Dalam Apron	Gonad Luar Apron
A	Dokter PPDS Radiologi	55,8 μSv	176,4 μSv	53,4 μSv	106,8 μSv
B	Radiografer	2657,4 μSv	4144,8 μSv	37,8 μSv	79,2 μSv
C	Dokter PPDS Senior Radiologi	1661,4 μSv	2278,8 μSv	23,82 μSv	49,8 μSv

Tabel 4.7 : perkiraan terimaan dosis pekerja radiasi dalam satu tahun

**Diagram 4.3 : Perkiraan Terimaan Dosis
Pekerja Radiasi Dalam Satu Tahun (μSv)
Pada Pemeriksaan *Colon Inloop Double
Contrast***



BAB V

PENUTUP

5.1. Kesimpulan

Pengukuran dosis radiasi setinggi mata di posisi B yaitu posisi Radiografer menerima sinar hambur paling besar selama satu tahun yaitu 2657,4 μSv atau setara dengan 2,6574 mSv. Dosis radiasi sebesar ini masih dibawah NBD mata yaitu 150 mSv/tahun.

Pengukuran dosis radiasi setinggi tangan di posisi B yaitu posisi Radiografer menerima sinar hambur paling besar selama satu tahun yaitu 4144,8 μSv atau setara dengan 4,1448 mSv. Dosis radiasi sebesar ini masih dibawah NBD tangan yaitu 500 mSv/tahun.

Pengukuran dosis radiasi setinggi *gonad* di posisi A yaitu posisi Dokter PPDS Radiologi menerima sinar hambur paling besar selama satu tahun yaitu 53,4 μSv atau setara dengan 0,0534 mSv untuk dalam *apron* dan 106,8 μSv atau setara dengan 0,1068 mSv untuk luar *apron*. Dosis radiasi sebesar ini masih dibawah NBD *gonad* yaitu 500 mSv/tahun. Nilai ini menunjukkan pula efektifitas *apron* adalah setara dengan 1 HVL.

Meskipun jarak Dokter PPDS Radiologi adalah jarak yang paling dekat dengan sumber radiasi akan tetapi untuk organ mata dan tangan menerima paparan sinar hambur rata-rata yang paling kecil. Itu dikarenakan adanya tirai Pb yang terpasang tepat di depan Dokter PPDS Radiologi. Untuk organ *gonad* laju

rata-rata dosis sinar hambur yang paling besar diterima oleh Dokter PPDS Radiologi karena pada posisi ini tidak tertutup oleh tirai Pb dan jaraknya palig dekat dengan sumber radiasi.

Petugas radiografer di ruang D2 fluororadiografi untuk tahun 2009 dinyatakan aman bekerja, karena sesuai standar keamanan tingkat dosis radiasi yaitu kurang dari 50 mSv/ tahun.

5.2. Saran

- a. Penggunaan kacamata yang mengandung Pb sangat diperlukan di posisi Radiografer guna meminimalkan efek non stokastik.
- b. Penggunaan sarungtangan yang mengandung Pb sangat diperlukan di posisi Radiografer guna meminimalkan efek non stokastik.
- c. Memperpanjang selang yang berguna untuk mengalirkan kontras barium dari tabung irrigator sangat diperlukan agar Radiografer bisa berada pada jarak yang lebih jauh dari sumber radiasi.
- d. Meminimalkan orang berada di ruang fluororadiografi selama dilakukan pemeriksaan guna menghindari efek non stokastik.
- e. Ini bukan berarti bahwa tindakan proteksi radiasi selama pemeriksaan *colon inloop double contrast* di ruang fluororadiografi Gedung Diagnostik Pusat Terpadu RSUD Dr. Soetomo Surabaya sudah dapat dicukupkan. Berpegang pada filosofi dasar proteksi radiasi tentang limitasi, maka tindakan proteksi radiasi harus selalu diupayakan agar penerimaan dosis

radiasi menjadi serendah mungkin (As Low As Reasonably Achievable = ALARA) yang dapat dicapai.

DAFTAR PUSTAKA

- Rasad, Sjahriar, dkk, 2005. *Radiologi Diagnostik*. Jakarta: Balai Penerbit FKUI.
- Notoatmodjo, Soekidjo, 2005. *Metodologi Penelitian Kesehatan*. Jakarta: PT. Rineka Cipta.
- Amsyari, Fuad, 1989. *Radiasi Dosis Rendah dan Pengaruhnya Terhadap Kesehatan*, Surabaya: Airlangga University Press.
- Edward, Cris, dkk, 1990. *Perlindungan Radiasi*, Jakarta: Widya Medika.
- Bushong, Steward, 1998. *Radiation Protection*, United States: The McGraw-Hill Companies.
- Kepala Badan Pengawas Tenaga Nuklir, 1999. *Ketentuan Keselamatan Kerja Terhadap Radiasi (1999)*.
- Peraturan Pemerintah Republik Indonesia, 2007. *Keselamatan Radiasi Pengion Dan Keamanan Sumber Radioaktif (2007.)*
- Peraturan Pemerintah Republik Indonesia, 2000. *Keselamatan Dan Kesehatan Terhadap Pemanfaatan Radiasi Pengion (2000)*.

LAMPIRAN

Lampiran 1

Jarak Antara Sumber Radiasi Dengan Obyek Pada Masing-Masing Posisi

1.1. Pada posisi A (posisi dokter PPDS radiologi)

- a. Titik ukur gonad

$$F'^2 = 10^2 + 50^2$$

$$F'^2 = 2600$$

$$F' = 50,99 \text{ cm}$$

- b. Titik ukur tangan

$$F''^2 = 50^2 + 50^2$$

$$F''^2 = 5000$$

$$F'' = 70,71 \text{ cm}$$

- c. Titik ukur mata

$$F'''^2 = 73^2 + 50^2$$

$$F'''^2 = 7829$$

$$F''' = 88,48 \text{ cm}$$

1.2. Pada posisi B (posisi radiografer)

- a. Jarak antara sumber radiasi ke obyek B (radiografer)

$$D^2 = 50^2 + 30^2$$

$$D^2 = 3400$$

$$D = 58,31 \text{ cm}$$

- b. Titik ukur gonad

$$F'^2 = 10^2 + 58,31^2$$

$$F'^2 = 3500$$

$$F' = 59,16 \text{ cm}$$

c. Titik ukur tangan

$$F''^2 = 50^2 + 58,31^2$$

$$F''^2 = 5900$$

$$F'' = 76,81 \text{ cm}$$

d. Titik ukur mata

$$F'''^2 = 73^2 + 58,31^2$$

$$F'''^2 = 8729$$

$$F''' = 93,43 \text{ cm}$$

1.3. Pada posisi C (posisi dokter PPDS senior radiologi)

a. Titik ukur gonad

$$F'^2 = 10^2 + 155^2$$

$$F'^2 = 24125$$

$$F' = 155,32 \text{ cm}$$

b. Titik ukur tangan

$$F''^2 = 50^2 + 155^2$$

$$F''^2 = 2500 + 24025$$

$$F''^2 = 26525$$

$$F'' = 162,86 \text{ cm}$$

c. Titik ukur mata

$$F'''^2 = 73^2 + 155^2$$

$$F'''^2 = 29354$$

$$F''' = 171,33 \text{ cm}$$

Lampiran 2

Hasil Pengukuran Laju Dosis Dengan Surveymeter Minirad 031A /

L0002687

No	Lokasi	Titik ukur			
		Mata	Tangan	Gonad Dalam Apron	Gonad Luar Apron
1	A	1,2 $\mu\text{Sv/jam}$	3 $\mu\text{Sv/jam}$	1 $\mu\text{Sv/jam}$	2 $\mu\text{Sv/jam}$
		0,8 $\mu\text{Sv/jam}$	2,8 $\mu\text{Sv/jam}$	0,8 $\mu\text{Sv/jam}$	1,7 $\mu\text{Sv/jam}$
		0,6 $\mu\text{Sv/jam}$	2,5 $\mu\text{Sv/jam}$	0,7 $\mu\text{Sv/jam}$	1,3 $\mu\text{Sv/jam}$
2	B	40 $\mu\text{Sv/jam}$	60 $\mu\text{Sv/jam}$	0,6 $\mu\text{Sv/jam}$	1,2 $\mu\text{Sv/jam}$
		45 $\mu\text{Sv/jam}$	70 $\mu\text{Sv/jam}$	0,6 $\mu\text{Sv/jam}$	1,2 $\mu\text{Sv/jam}$
		40 $\mu\text{Sv/jam}$	65 $\mu\text{Sv/jam}$	0,6 $\mu\text{Sv/jam}$	1,3 $\mu\text{Sv/jam}$
3	C	28 $\mu\text{Sv/jam}$	40 $\mu\text{Sv/jam}$	0,5 $\mu\text{Sv/jam}$	1 $\mu\text{Sv/jam}$
		25 $\mu\text{Sv/jam}$	32 $\mu\text{Sv/jam}$	0,4 $\mu\text{Sv/jam}$	0,9 $\mu\text{Sv/jam}$
		25 $\mu\text{Sv/jam}$	35 $\mu\text{Sv/jam}$	0,2 $\mu\text{Sv/jam}$	0,4 $\mu\text{Sv/jam}$

Lampiran 3

**Hasil Pengukuran Laju Dosis Dengan Surveymeter Minirad 031A /
L0002687 Setelah Dikalikan Dengan Faktor Kalibrasi 1,16**

No	Lokasi	Titik ukur			
		Mata	Tangan	Gonad Dalam Apron	Gonad Luar Apron
1	A	1,392 $\mu\text{Sv/jam}$	3,48 $\mu\text{Sv/jam}$	1,16 $\mu\text{Sv/jam}$	2,32 $\mu\text{Sv/jam}$
		0,928 $\mu\text{Sv/jam}$	3,248 $\mu\text{Sv/jam}$	0,928 $\mu\text{Sv/jam}$	1,972 $\mu\text{Sv/jam}$
		0,696 $\mu\text{Sv/jam}$	2,9 $\mu\text{Sv/jam}$	0,812 $\mu\text{Sv/jam}$	1,508 $\mu\text{Sv/jam}$
2	B	46,4 $\mu\text{Sv/jam}$	69,6 $\mu\text{Sv/jam}$	0,696 $\mu\text{Sv/jam}$	1,392 $\mu\text{Sv/jam}$
		52,2 $\mu\text{Sv/jam}$	81,2 $\mu\text{Sv/jam}$	0,696 $\mu\text{Sv/jam}$	1,392 $\mu\text{Sv/jam}$
		46,4 $\mu\text{Sv/jam}$	75,4 $\mu\text{Sv/jam}$	0,696 $\mu\text{Sv/jam}$	1,508 $\mu\text{Sv/jam}$
3	C	32,48 $\mu\text{Sv/jam}$	46,4 $\mu\text{Sv/jam}$	0,58 $\mu\text{Sv/jam}$	1,16 $\mu\text{Sv/jam}$
		29 $\mu\text{Sv/jam}$	37,12 $\mu\text{Sv/jam}$	0,464 $\mu\text{Sv/jam}$	1,044 $\mu\text{Sv/jam}$
		29 $\mu\text{Sv/jam}$	40,6 $\mu\text{Sv/jam}$	0,232 $\mu\text{Sv/jam}$	0,464 $\mu\text{Sv/jam}$

Lampiran 4

Besaran Dosis Radiasi Yang Diterima Oleh Pekerja Radiasi

4.1 Pada posisi A (posisi dokter PPDS radiologi)

- a) Titik ukur mata

$$D = 1,005 \times 1/3600$$

$$D = 0,00028 \mu\text{Sv}$$

- b) Titik ukur tangan

$$D = 3,209 \times 1/3600$$

$$D = 0,00089 \mu\text{Sv}$$

- c) Titik ukur gonad dalm apron

$$D = 0,967 \times 1/3600$$

$$D = 0,00027 \mu\text{Sv}$$

- d) Titik ukur gonad luar apron

$$D = 1,933 \times 1/3600$$

$$D = 0,00054 \mu\text{Sv}$$

4.2 Pada posisi B (posisi radiografer)

- a) Titik ukur mata

$$D = 48,333 \times 1/3600$$

$$D = 0,0134 \mu\text{Sv}$$

- b) Titik ukur tangan

$$D = 75,4 \times 1/3600$$

$$D = 0,0209 \mu\text{Sv}$$

- c) Titik ukur gonad dalam apron

$$D = 0,696 \times 1/3600$$

$$D = 0,00019 \mu\text{Sv}$$

- d) Titik ukur gonad luar apron

$$D = 1,431 \times 1/3600$$

$$D = 0,0004 \mu\text{Sv}$$

4.3 Pada posisi C (posisi dokter PPDS senior radiologi)

- a) Titik ukur mata

$$D = 30,16 \times 1/3600$$

$$D = 0,00838 \mu\text{Sv}$$

- b) Titik ukur tangan

$$D = 41,373 \times 1/3600$$

$$D = 0,01149 \mu\text{Sv}$$

- c) Titik ukur gonad dalam apron

$$D = 0,425 \times 1/3600$$

$$D = 0,00012 \mu\text{Sv}$$

- d) Titik ukur gonad luar apron

$$D = 0,889 \times 1/3600$$

$$D = 0,00025 \mu\text{Sv}$$

Lampiran 5

**Waktu *Fluoroscopy* Pemeriksaan *Colon Inloop Double Contrast* di Ruang
Fluororadiografi Gedung Pusat Diagnostik Terpadu RSU Dr. Soetomo
Surabaya**

No	Nama Penderita	Klinis	Pemeriksaan	Sinar X aktif
1	Asf , Ny	CaCx IIIB	Colon inloop double contrast	05:53.81
2	Ashr , Ny	CaCx IIB	Colon inloop double contrast	08:49.00
3	Asmwt , Ny	CaCx IIIB	Colon inloop double contrast	05:48.04
4	Dmrngsh , Ny	change of bowel habit	Colon inloop double contrast	04:33.22
5	Drm , Ny	CaCx IIB	Colon inloop double contrast	04:52.55
6	En St , Ny	post op radical histektomi	Colon inloop double contrast	05:31.98
7	Hrtn , Ny	CaCx IIIB	Colon inloop double contrast	07:56.91
8	Kmnh , Ny	CaCx IIB	Colon inloop double contrast	04:56.15
9	Ksln , Ny	CaCx IIIB	Colon inloop double contrast	04:04.53
10	Mchd , Tn	CaCx IIIB	Colon inloop double contrast	03:58.00
11	Mmnh , Ny	HILL + Konstipasi	Colon inloop double contrast	04:45.12
12	Mnh , Ny	CaCx IIIB	Colon inloop double contrast	04:34.34
13	Mrfh , Ny	CaCx IIIB	Colon inloop double contrast	04:02.59
14	Mrtm , Ny	CaCx IIIB	Colon inloop double contrast	08:47.40
15	Msr , Ny	CaCx IIB	Colon inloop double contrast	07:57.10
16	Nnk , Ny	CaCx IIB	Colon inloop double contrast	04:03.02
17	Nrl Azzh , Ny	CaCx IIIB	Colon inloop double contrast	03:31.23

18	Rbt , Ny	CaCx IIIB	Colon inloop double contrast	04:42.82
19	Rmkh , Ny	CaCx IIB	Colon inloop double contrast	04:13.94
20	Rnn , Ny	CaCx IIIB	Colon inloop double contrast	06:39.57
21	Shrsn , Tn	CaCx IIIB	Colon inloop double contrast	05:01.08
22	Skjh , Ny	CaCx IIIB	Colon inloop double contrast	07:20.40
23	Skrn , Tn	Susp. Tumor Colon	Colon inloop double contrast	08:44.58
24	Slkh , Ny	CaCx IIB	Colon inloop double contrast	03:59.72
25	Sswrn , Ny	Tumor Intra Abdomen	Colon inloop double contrast	08:06.44
26	Styh , Ny	CaCx IIB	Colon inloop double contrast	04:03.09
27	Swsh , Ny	CaCx IIIB	Colon inloop double contrast	04:14.16
28	Syt , Ny	CaCx IIB	Colon inloop double contrast	05:35.12
29	Ttk , Ny	CaCx IIB	Colon inloop double contrast	03:40.10
30	Wsltl H , Ny	CaCx IIIB	Colon inloop double contrast	04:50.06
TOTAL				2:45:16.07

Lampiran 6

Perhitungan Perkiraan Terimaan Dosis Pekerja Radiasi Per Pemeriksaan *Colon Inloop Double Contrast*

6.1. Pada posisi A (posisi dokter PPDS radiologi)

- a. Titik ukur mata

$$D_p = D (\mu\text{Sv}) \times t (\text{detik})$$

$$D_p = 0,00028 (\mu\text{Sv}) \times 330,54 (\text{detik})$$

$$D_p = 0,093 \mu\text{Sv}$$

- b. Titik ukur tangan

$$D_p = D (\mu\text{Sv}) \times t (\text{detik})$$

$$D_p = 0,00089 (\mu\text{Sv}) \times 330,54 (\text{detik})$$

$$D_p = 0,294 \mu\text{Sv}$$

- c. Titik ukur gonad dalam apron

$$D_p = D (\mu\text{Sv}) \times t (\text{detik})$$

$$D_p = 0,00027 (\mu\text{Sv}) \times 330,54 (\text{detik})$$

$$D_p = 0,089 \mu\text{Sv}$$

- d. Titik ukur gonad luar apron

$$D_p = D (\mu\text{Sv}) \times t (\text{detik})$$

$$D_p = 0,00054 (\mu\text{Sv}) \times 330,54 (\text{detik})$$

$$D_p = 0,178 \mu\text{Sv}$$

6.2. Pada posisi B (posisi radiografer)

- a. Titik ukur mata

$$D_p = D (\mu\text{Sv}) \times t (\text{detik})$$

$$D_p = 0,0134 (\mu\text{Sv}) \times 330,54 (\text{detik})$$

$$D_p = 4,429 \mu\text{Sv}$$

b. Titik ukur tangan

$$D_p = D (\mu\text{Sv}) \times t (\text{detik})$$

$$D_p = 0,0209 (\mu\text{Sv}) \times 330,54 (\text{detik})$$

$$D_p = 6,908 \mu\text{Sv}$$

c. Titik Ukur gonad dalam apron

$$D_p = D (\mu\text{Sv}) \times t (\text{detik})$$

$$D_p = 0,00019 (\mu\text{Sv}) \times 330,54 (\text{detik})$$

$$D_p = 0,063 \mu\text{Sv}$$

d. Titik ukur gonad luar apron

$$D_p = D (\mu\text{Sv}) \times t (\text{detik})$$

$$D_p = 0,0004(\mu\text{Sv}) \times 330,54 (\text{detik})$$

$$D_p = 0,132 \mu\text{Sv}$$

6.3. Pada posisi C (posisi dokter PPDS senior radiologi)

a. Titik ukur mata

$$D_p = D (\mu\text{Sv}) \times t (\text{detik})$$

$$D_p = 0,00838(\mu\text{Sv}) \times 330,54 (\text{detik})$$

$$D_p = 2,769\mu\text{Sv}$$

b. Titik ukur tangan

$$D_p = D (\mu\text{Sv}) \times t (\text{detik})$$

$$D_p = 0,01149 (\mu\text{Sv}) \times 330,54 (\text{detik})$$

$$D_p = 3,798 \mu\text{Sv}$$

c. Titik ukur gonad dalam apron

$$D_p = D (\mu\text{Sv}) \times t (\text{detik})$$

$$D_p = 0,00012 (\mu\text{Sv}) \times 330,54 (\text{detik})$$

$$D_p = 0,0397 \mu\text{Sv}$$

d. Titik ukur gonad luar apron

$$D_p = D (\mu\text{Sv}) \times t (\text{detik})$$

$$D_p = 0,00025 (\mu\text{Sv}) \times 330,54 (\text{detik})$$

$$D_p = 0,083 \mu\text{Sv}$$

Lampiran 7

Perkiraan Terimaan Dosis Pekerja Radiasi Dalam Satu Bulan

7.1. Pada posisi A (posisi dokter PPDS radiologi)

- a. Titik ukur mata

$$D_h = D_p (\mu\text{Sv}) \times L (\text{pasien/bulan})$$

$$D_h = 0,093 (\mu\text{Sv}) \times 50 (\text{pasien/bulan})$$

$$D_h = 4,65 \mu\text{Sv}$$

- b. Titik ukur tangan

$$D_h = D_p (\mu\text{Sv}) \times L (\text{pasien/bulan})$$

$$D_h = 0,294 (\mu\text{Sv}) \times 50 (\text{pasien/bulan})$$

$$D_h = 14,7 \mu\text{Sv}$$

- c. Titik ukur gonad dalam apron

$$D_h = D_p (\mu\text{Sv}) \times L (\text{pasien/bulan})$$

$$D_h = 0,089 (\mu\text{Sv}) \times 50 (\text{pasien/bulan})$$

$$D_h = 4,45 \mu\text{Sv}$$

- d. Titik ukur gonad luar apron

$$D_h = D_p (\mu\text{Sv}) \times L (\text{pasien/bulan})$$

$$D_h = 0,178 (\mu\text{Sv}) \times 50 (\text{pasien/bulan})$$

$$D_h = 8,9 \mu\text{Sv}$$

7.2. Pada posisi B (posisi radiografer)

- a. Titik ukur mata

$$D_h = D_p (\mu\text{Sv}) \times L (\text{pasien/bulan})$$

$$D_h = 4,429 (\mu\text{Sv}) \times 50 (\text{pasien/bulan})$$

$$D_h = 221,45 \mu\text{Sv}$$

b. Titik ukur tangan

$$D_h = D_p (\mu\text{Sv}) \times L (\text{pasien/bulan})$$

$$D_h = 6,908 (\mu\text{Sv}) \times 50 (\text{pasien/bulan})$$

$$D_h = 345,4 \mu\text{Sv}$$

c. Titik ukur gonad dalam apron

$$D_h = D_p (\mu\text{Sv}) \times L (\text{pasien/bulan})$$

$$D_h = 0,063 (\mu\text{Sv}) \times 50 (\text{pasien/bulan})$$

$$D_h = 3,15 \mu\text{Sv}$$

d. Titik ukur gonad luar apron

$$D_h = D_p (\mu\text{Sv}) \times L (\text{pasien/bulan})$$

$$D_h = 0,132 (\mu\text{Sv}) \times 50 (\text{pasien/bulan})$$

$$D_h = 6,6 \mu\text{Sv}$$

7.3. Pada posisi C (posisi dokter PPDS senior radiologi)

a. Titik ukur mata

$$D_h = D_p (\mu\text{Sv}) \times L (\text{pasien/bulan})$$

$$D_h = 2,769 (\mu\text{Sv}) \times 50 (\text{pasien/bulan})$$

$$D_h = 138,45 \mu\text{Sv}$$

b. Titik ukur tangan

$$D_h = D_p (\mu\text{Sv}) \times L (\text{pasien/bulan})$$

$$D_h = 3,798 (\mu\text{Sv}) \times 50 (\text{pasien/bulan})$$

$$D_h = 189,9 \mu\text{Sv}$$

c. Titik ukur gonad dalam apron

$$D_h = D_p (\mu\text{Sv}) \times L (\text{pasien/bulan})$$

$$Dh = 0,0397 (\mu\text{Sv}) \times 50 (\text{pasien/bulan})$$

$$Dh = 1,985 \mu\text{Sv}$$

d. Titik ukur gonad luar apron

$$Dh = Dp (\mu\text{Sv}) \times L (\text{pasien/bulan})$$

$$Dh = 0,083 (\mu\text{Sv}) \times 50 (\text{pasien/bulan})$$

$$Dh = 4,15 \mu\text{Sv}$$

Lampiran 8

Perkiraan Terimaan Dosis Pekerja Radiasi Dalam Satu Tahun

8.1. Pada posisi A (posisi dokter PPDS radiologi)

a. Titik ukur mata

$$Dt = Dh (\mu\text{Sv}) \times 12 (\text{bulan/tahun})$$

$$Dt = 4,65 (\mu\text{Sv}) \times 12 (\text{bulan/tahun})$$

$$Dt = 55,8 \mu\text{Sv}$$

b. Titik ukur tangan

$$Dt = Dh (\mu\text{Sv}) \times 12 (\text{bulan/tahun})$$

$$Dt = 14,7 (\mu\text{Sv}) \times 12 (\text{bulan/tahun})$$

$$Dt = 176,4 \mu\text{Sv}$$

c. Titik ukur gonad dalam apron

$$Dt = Dh (\mu\text{Sv}) \times 12 (\text{bulan/tahun})$$

$$Dt = 4,45 (\mu\text{Sv}) \times 12 (\text{bulan/tahun})$$

$$Dt = 53,4 \mu\text{Sv}$$

d. Titik ukur gonad luar apron

$$Dt = Dh (\mu\text{Sv}) \times 12 (\text{bulan/tahun})$$

$$Dt = 8,9 (\mu\text{Sv}) \times 12 (\text{bulan/tahun})$$

$$Dt = 106,8 \mu\text{Sv}$$

8.2. Pada posisi B (posisi radiografer)

a. Titik ukur mata

$$Dt = Dh (\mu\text{Sv}) \times 12 (\text{bulan/tahun})$$

$$Dt = 221,45 (\mu\text{Sv}) \times 12 (\text{bulan/tahun})$$

$$Dt = 2657,4 \mu\text{Sv}$$

b. Titik ukur tangan

$$Dt = Dh (\mu\text{Sv}) \times 12 (\text{bulan/tahun})$$

$$Dt = 345,4 (\mu\text{Sv}) \times 12 (\text{bulan/tahun})$$

$$Dt = 4144,8 \mu\text{Sv}$$

c. Titik ukur gonad dalam apron

$$Dt = Dh (\mu\text{Sv}) \times 12 (\text{bulan/tahun})$$

$$Dt = 3,15 (\mu\text{Sv}) \times 12 (\text{bulan/tahun})$$

$$Dt = 37,8 \mu\text{Sv}$$

d. Titik ukur gonad luar apron

$$Dt = Dh (\mu\text{Sv}) \times 12 (\text{bulan/tahun})$$

$$Dt = 6,6 (\mu\text{Sv}) \times 12 (\text{bulan/tahun})$$

$$Dt = 79,2 \mu\text{Sv}$$

8.3. Pada posisi C (posisi dokter PPDS senior radiologi)

a. Titik ukur mata

$$Dt = Dh (\mu\text{Sv}) \times 12 (\text{bulan/tahun})$$

$$Dt = 138,45 (\mu\text{Sv}) \times 12 (\text{bulan/tahun})$$

$$Dt = 1661,4 \mu\text{Sv}$$

b. Titik ukur tangan

$$Dt = Dh (\mu\text{Sv}) \times 12 (\text{bulan/tahun})$$

$$Dt = 189,9 (\mu\text{Sv}) \times 12 (\text{bulan/tahun})$$

$$Dt = 2278,8 \mu\text{Sv/tahun}$$

c. Titik ukur gonad dalam apron

$$Dt = Dh (\mu\text{Sv}) \times 12 (\text{bulan/tahun})$$

$$Dt = 1,985 (\mu\text{Sv}) \times 12 (\text{bulan/tahun})$$

$$Dt = 23,82 \mu\text{Sv}$$

d. Titik ukur gonad luar apron

$$Dt = Dh (\mu\text{Sv}) \times 12 (\text{bulan/tahun})$$

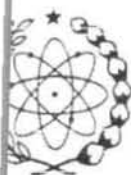
$$Dt = 4,15 (\mu\text{Sv}) \times 12 (\text{bulan/tahun})$$

$$Dt = 49,8 \mu\text{Sv}$$

Lampiran 9

Tabel Nilai Batas Dosis Yang Ditetapkan Oleh Keputusan Kepala Badan Pengawas Tenaga Nuklir Nomor : 01/KA-BAPETEN/V-99

DEWASA	
Seluruh Tubuh	50 mSv (5000 mrem) per tahun
Lensa Mata	150 mSv (15000 mrem) per tahun
Tangan,Lengan,Kaki,dan Tungkai	500 mSv (50000 mrem) per tahun
Kulit	500 mSv (50000 mrem) per tahun
Setiap Organ atau Jaringan	500 mSv (50000 mrem) per tahun
Wanita dalam usia subur	≤ 13 mSv (1300 mrem) dalam 13 minggu
Wanita hamil	≤ 10 mSv (1000 mrem) per tahun
BATASAN KHUSUS	
Magang dan siswa ≥ 18 tahun	sama dengan pekerja radiasi
Magang dan siswa 16-18 tahun	15 mSv (1500 mrem) per tahun
Masyarakat Umum	5 mSv (500 mrem) per tahun

**LABORATORIUM METROLOGI RADIASI**

PUSAT TEKNOLOGI KESELAMATAN DAN METROLOGI RADIASI - BATAN

JL. LEBAK BULUS RAYA NO. 49. JAKARTA 12440

Telepon : (021) 751 3906 (Hunting), 765 9511, Fax. (021) 765 7950 email : ptkmr@batan.go.id

FORM-LMR-KAL-33

Rev.03-2009

Hal. 1 (2)

**SERTIFIKAT KALIBRASI SURVEYMETER
ALAT UKUR RADIASI UNTUK PROTEKSI
NOMOR : 1787 / S / PI 0302 / KMR / 2009****ALAT UKUR RADIASI YANG DIKALIBRASI**

NAMA / JENIS ALAT : *Surveymeter*
NAMA ELEKTROMETER : *Mini Rad*
TIPE / NO. SERI ELEKTROMETER : *MFG 031A / L0002687*
TIPE / NO. SERI DETEKTOR : *-*
NO. KONTRAK : *748/LMR/VIII/ 2009*
NAMA PEMILIK : *Balai Pengamanan Fasilitas Kesehatan Surabaya*
ALAMAT PEMILIK : *Jl. Karangmenjangan No. 22 Surabaya 60286*

ALAT UKUR RADIASI STANDAR

NAMA ALAT UKUR : *Dosimeter Farmer*
TIPE / NO. SERI DETEKTOR : *NE 2575 / 135*
TIPE / NO. SERI ELEKTROMETER : *NE 2570IB / 1319*
KETERTELUSSURAN : *SI melalui IAEA*

SUMBER KALIBRASI

TANGGAL KALIBRASI : *Cs-137*
METODE KALIBRASI : *10 - 18 Agustus 2009*
Safety Reports Series No. 16, IAEA (2000).
Detektor disinari dalam medan radiasi yang telah diketahui laju dosisnya dari hasil pengukuran dengan alat ukur radiasi standar.

KONDISI KALIBRASI

HASIL KALIBRASI : *Lihat Lampiran*
Lihat Lampiran

Catatan :

Sertifikat ini tidak boleh digandakan dan berlaku paling lambat sampai dengan **18 Agustus 2010** atau alat menunjukkan keadaan seperti pada Per. Ka. BAPETEN No. 1 Tahun 2006 Pasal 11.

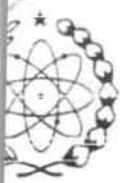
Manajer Kalibrasi

Sri Inang Sunaryati
NIP. 19591001 198901 2 001

Jakarta, 18 Agustus 2009
Kepala Laboratorium
Metrologi Radiasi



Dr. Sugilo Widodo
NIP. 19580414 198003 1 005



LABORATORIUM METROLOGI RADIASI

PUSAT TEKNOLOGI KESELAMATAN DAN METROLOGI RADIASI - BATAN

JL. LEBAK BULUS RAYA NO. 49, JAKARTA 12440

Telepon : (021) 751 3906 (Hunting), 765 9511, Fax. (021) 765 7950 email : pikmr@batan.go.id

DRM-LMR-KAL-33

Rev.02-2009

Hal 2(2)

AMPIRAN SERTIFIKAT KALIBRASI SURVEYMETER

D. 1787 / S / PI 0302 / RBN / 2009

ANGGAL : 18 Agustus 2009

ONDISI KALIBRASI

- ... : 1005 mbar
- ... : 21,0 °C
- ... : 65 %
- ... : Tegak lurus pada sumbu berkas radiasi
- ... : Terkolimasi
- ... : 200 cm
- ... : 111,63 $\mu\text{Sv/h}$
- ... : telah dinormalisasikan ke tekanan dan suhu udara acuan (1013 mBar, 20 °C)

ASIL KALIBRASI

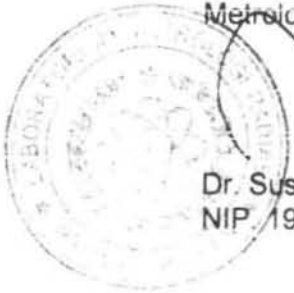
Rentang / Skala	Faktor Kalibrasi	Ketidakpastian (%)
($\mu\text{Sv/h}$)	1,16	6,6

Nilai Faktor Kalibrasi tersebut di atas harus dikalikan dengan bacaan alat ukur radiasi
 Nilai Faktor Kalibrasi tersebut di atas memiliki ketidakpastian yang diperluas (expanded uncertainty) untuk tingkat kepercayaan 95 %

Manajer Kalibrasi

Sri Inang Sunaryati
P. 19591001 198901 2 001

Jakarta, 18 Agustus 2009
Kepala Laboratorium
Metrologi Radiasi



Dr. Susilo Widodo
NIP. 19580414 198003 1 005