



**UNIVERSITAS INDONESIA**

**EVALUASI VERIFIKASI LAPANGAN RADIASI PADA KASUS  
KANKER SERVIKS DAN KANKER NASOFARING  
MENGUNAKAN PESAWAT TERAPI Co-60**

**SKRIPSI**

**RICHARD IMMANUEL B  
0606068625**

**FAKULTAS MATEMATIKA DAN ILMU PENGETAHUAN ALAM  
PROGRAM STUDI S1 FISIKA  
PEMINATAN FISIKA MEDIS DAN BIOFISIKA  
DEPOK  
JUNI 2010**



**UNIVERSITAS INDONESIA**

**EVALUASI VERIFIKASI LAPANGAN RADIASI PADA KASUS  
KANKER SERVIKS DAN KANKER NASOFARING  
MENGUNAKAN PESAWAT TERAPI Co-60**

**SKRIPSI**

**Diajukan sebagai salah satu syarat untuk memperoleh gelar sarjana**

**RICHARD IMMANUEL B  
0606068625**

**FAKULTAS MATEMATIKA DAN ILMU PENGETAHUAN ALAM  
PROGRAM STUDI S1 FISIKA  
PEMINATAN FISIKA MEDIS DAN BIOFISIKA  
DEPOK  
JUNI 2010**

## HALAMAN PERNYATAAN ORISINALITAS

**Skripsi ini adalah hasil karya saya sendiri,  
dan semua sumber baik yang dikutip maupun dirujuk  
telah saya nyatakan dengan benar.**

**Nama : Richard Immanuel B**

**NPM : 0606068625**

**Tanda Tangan : .....**

**Tanggal : 14 Mei 2010**

## HALAMAN PENGESAHAN

Skripsi ini diajukan oleh :  
Nama : Richard Immanuel B  
NPM : 0606068625  
Program Studi : Fisika  
Judul Skripsi : Evaluasi Verifikasi Lapangan Radiasi Pada Kasus  
Kanker Serviks dan Kanker Nasorafing Menggunakan  
Pesawat Terapi Co-60

**Telah berhasil dipertahankan di hadapan Dewan Penguji dan diterima sebagai bagian persyaratan yang diperlukan untuk memperoleh gelar Sarjana Reguler pada Program Studi Fisika, Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam, Universitas Indonesia.**

### DEWAN PENGUJI

Pembimbing I : Prof.Dr.Djarwani S. Soejoko (.....)  
Pembimbing II : Sri Sunarsih, M.Si (.....)  
Penguji I : Dwi Seno Kuncoro, Msi (.....)  
Penguji II : Dr. Seruni U. Freisleben (.....)

Ditetapkan di : Depok

Tanggal :

## KATA PENGANTAR/UCAPAN TERIMA KASIH

Puji syukur saya panjatkan kepada Tuhan Yang Maha Esa karena atas berkat dan rahmat-Nya, saya dapat menyelesaikan skripsi ini. Penulisan skripsi ini dilakukan dalam rangka memenuhi salah satu syarat untuk mencapai gelar Sarjana Sains Program Studi Fisika pada Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam. Saya sadari pencapaian ini atas bantuan dan bimbingan dari berbagai pihak. Saya sampaikan terima kasih kepada:

- a) **Dr. Santoso Soekirno** selaku ketua Departemen Fisika FMIPA UI yang telah mendukung penyelesaian skripsi
- b) **Prof. Dr. Djarwani S. Soejoko** selaku pembimbing pertama saya. Terima kasih atas waktu, dan juga bimbingan serta arahan Ibu dalam penelitian ini.
- c) **Sri Sunarsih, Msi** selaku pembimbing kedua saya. Terima kasih atas dukungan, bimbingan, serta saran selama saya mengambil data di RSCM hingga penyelesaian skripsi.
- d) Para dosen Fisika yang telah membimbing saya sejak awal bergabung dengan keluarga besar Fisika FMIPA UI sampai saya menempuh masa akhir studi.
- e) Keluarga saya **Janta F Barus** dan **Timbang S Lalisang** sebagai orang tua saya dan **Hendrik P Barus** sebagai kakak saya. Terima kasih atas dukungan keuangan dan doa kalian sampai saat ini.
- f) **Andini Sulistiowati** terima kasih untuk bantuan dan semangat selama mengerjakan skripsi ini.
- g) **Hanna C Togatorop** dan **Yosmeita Dame Simbolon**, terima kasih buat saat teduh, semangat dan dukungannya.
- h) **Robiatul Adawiyah, May Rara, Indah Citra Pertiwi, Rotua Candra, Annisa Sarah**, gak terasa ya power ranger sudah berumur 4 tahun.
- i) **Candra S** selaku pembimbing pesawat terapi Co-60, terima kasih banyak buat saran, masukan, dan bimbingan selama melakukan penelitian di RSCM.

- j) **Mutiara Nathania**, makasih ya udah ngajarin SPSS ampe diusir tengah malem dari rumah lo.
- k) Teman-teman seperjuangan Fisika Medis 2006 **Agus, Habib, Fauzi, Dika, Vivi, Anggita, Icha, Mursi, Puspita, Intan, Lisday, Lisrin**. Terima kasih untuk semua kenangan selama 4 semester ini.
- l) Teman-teman Fisika 2006, terima kasih atas dukungannya, kalian adalah kesempatan yang paling menyenangkan dan penuh pengalaman.
- m) Terakhir **Ceria Biru B 8571 LP** yang udah nemenin saya kemanapun saya pergi, maaf ya aku jarang mandiin kamu.

Akhir kata, saya berharap kepada Tuhan Yang Maha Esa untuk memberikan rahmat-Nya kepada semua pihak yang telah membantu. Semoga skripsi ini membawa manfaat bagi pengembangan ilmu.

Depok, 14 Mei 2010

Penulis

**HALAMAN PERNYATAAN PERSETUJUAN PUBLIKASI  
TUGAS AKHIR UNTUK KEPENTINGAN AKADEMISI**

---

Sebagai sivitas akademik Universitas Indonesia, saya yang bertanda tangan di bawah ini :

Nama : Richard Immanuel B  
NPM : 0606068625  
Program Studi : Fisika  
Departemen : Fisika  
Fakultas : Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam  
Jenis karya : Skripsi

demikian pengembangan ilmu pengetahuan, menyetujui untuk memberikan kepada Universitas Indonesia **Hak Bebas Royalti Noneksklusif (*Non-exclusive Royalty-Free Right*)** atas karya ilmiah saya yang berjudul :

Evaluasi Verifikasi Lapangan Radiasi Pada Kasus Kanker  
Serviks dan Kanker Nasorafing Menggunakan Pesawat Terapi Co-60

Beserta perangkat yang ada (jika diperlukan). Dengan Hak Bebas Royalti Noneksklusif ini Universitas Indonesia berhak menyimpan, mengalihmedia/formatkan, mengelola dalam bentuk pangkalan data (*database*), merawat dan memublikasikan tugas akhir saya selama tetap mencantumkan nama saya sebagai penulis/pencipta dan sebagai pemilik Hak Cipta.

Demikian pernyataan ini saya buat dengan sebenarnya.

Dibuat di : Depok

Pada tanggal :

Yang menyatakan,

( Richard Immanuel B)

## **ABSTRAK**

Nama : Richard Immanuel B  
Program Studi : S-1 Reguler Fisika Falultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam  
Judul : Evaluasi Verifikasi Lapangan Radiasi Pada Kasus Kanker Serviks dan Kanker Nasofaring Menggunakan Pesawat Terapi Co-60

Penelitian ini membahas mengenai tingkat keberhasilan verifikasi kasus kanker serviks dengan kanker nasofaring. Dalam penelitian ini telah dievaluasi data film verifikasi penyinaran pasien radioterapi untuk jenis kanker serviks dan nasofaring. Jumlah pasien untuk jenis kanker serviks berjumlah 45 pasien dan untuk jenis kanker nasofaring 45 pasien. Peneliti tidak melakukan verifikasi secara langsung dan tidak berhubungan dengan pasien, Data diperoleh dari status pasien yang tersedia di Rumah Sakit Cipto Mangunkusumo . Hasil penelitian ini menunjukkan bahwa tingkat keberhasilan verifikasi kasus kanker nasofaring lebih tinggi dibandingkan dengan kasus kanker serviks.

Kata kunci:

Kanker serviks, kanker nasofaring, pesawat teleterapi Co-60

## ABSTRACT

Name : Richard Immanuel B  
Study Program : S-1 Regular Physics Faculty of Mathematic and Natural Sciences  
Title : The Evaluation of Radiation Field Verification on the Cases of Cervical Cancer and Nasopharyngeal Cancer Using Co-60 Teletherapy

My research study is focused on evaluating the verification success rates of cervical cancer and nasopharyngeal cancer survivors. 45 patients underwent radiotherapy procedures to identify specific types of the two mentioned cancers followed by data recording, for a total of 90 patients. The experimenter conducted no direct verification and had no direct contact with the patients since the data samples were obtained from Cipto Mangunkusumo Hospital. Research findings proved that the success rates of nasopharyngeal cancer verification were higher than the cervical cancer verification.

Keywords:

Cervical cancer, nasopharyngeal cancer, Co-60 teletherapy

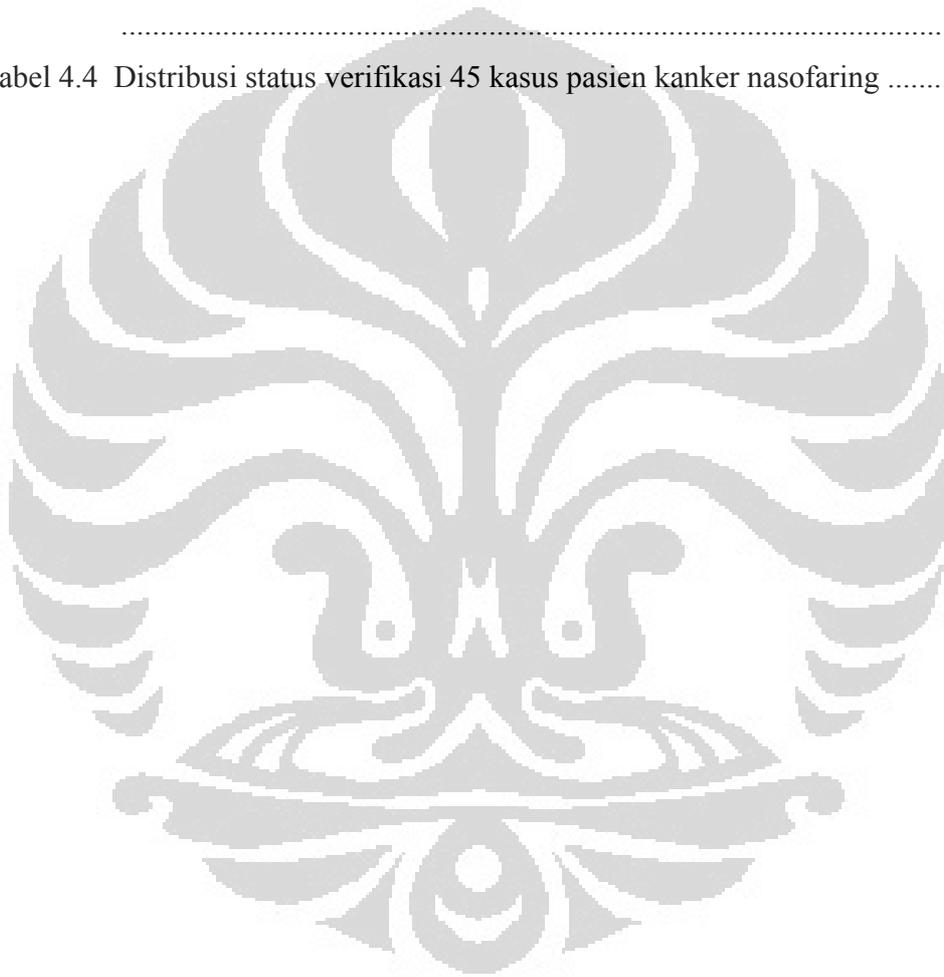
## DAFTAR ISI

Halaman	
Halaman Judul .....	i
Halaman Pernyataan Orisinalitas .....	iii
Halaman Pengesahan.....	iv
Kata Pengantar .....	v
Halaman Pernyataan Persetujuan Publikasi Tugas Akhir Untuk Kepentingan Akademisi .....	vii
Abstrak .....	viii
Daftar Isi .....	x
Daftar Tabel .....	xii
Daftar Gambar .....	xiii
<b>BAB 1 PENDAHULUAN</b>	
1.1. Latar Belakang Masalah .....	1
1.2. Batasan Masalah .....	2
1.3. Metode Penelitian .....	2
1.4. Tujuan Penelitian .....	3
1.5. Tempat dan Waktu Penelitian.....	3
1.6. Permasalahan yang Ditemui Selama Penelitian Berlangsung.....	3
1.7. Sistematika Penulisan .....	4
<b>BAB 2. TINJAUAN PUSTAKA</b>	
2.1. Radioterapi .....	5
2.2. Efek Radiasi Pada Manusia .....	5
2.3. Kanker Serviks .....	7
2.4. Kanker Nasofaring .....	8
2.5. Pesawat Terapi Cobalt-60 .....	9
2.6. Peralatan yang Digunakan .....	10

2.6.1 Grid .....	10
2.6.2 Tray Bout / Individual Blok .....	11
2.6.3 Kaset .....	13
2.7 Verifikasi .....	13
2.7.1 Simulator .....	13
2.7.2 Gammagrafi .....	14
<b>BAB 3. METODOLOGI PENELITIAN</b>	
3.1. Kanker Serviks .....	15
3.2. Kanker Nasofaring .....	18
<b>BAB 4. HASIL DAN PEMBAHASAN</b>	
4.1. Kasus Kanker Serviks .....	21
4.2. Kanker Nasofaring .....	25
<b>BAB 5. PENUTUP</b>	
5.1. Kesimpulan .....	30
5.2. Saran .....	30
DAFTAR REFERENSI .....	31
LAMPIRAN .....	33

## DAFTAR TABEL

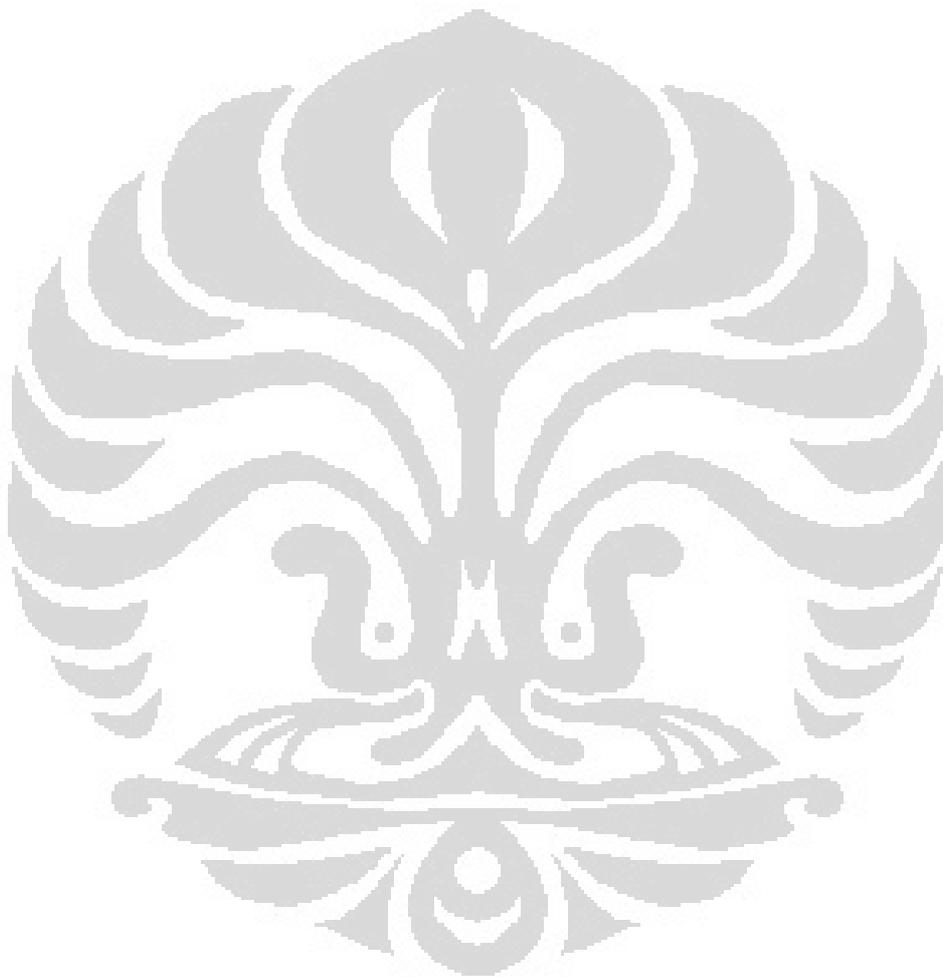
Tabel 4.1 Hasil verifikasi perencanaan pasien kanker serviks dengan gammagrafi .....	21
Tabel 4.2 Distribusi status verifikasi 45 kasus pasien kanker serviks .....	23
Tabel 4.3 Hasil verifikasi perencanaan pasien kanker nasofaring dengan gammagrafi .....	25
Tabel 4.4 Distribusi status verifikasi 45 kasus pasien kanker nasofaring .....	27



## DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1 Anatomi pelvis untuk kanker serviks.....	7
Gambar 2.2 Letak serviks pada struktur reproduksi wanita .....	7
Gambar 2.3 Anatomi kepala dengan sudut pandang lateral .....	8
Gambar 2.4 Letak nasofaring terhadap rongga mulut dan rongga hidung .....	9
Gambar 2.5 Komponen pesawat terapi Co-60.....	10
Gambar 2.6 Tingkat HVL dan TVL terhadap ketebalan material .....	12
Gambar 3.1 Radiografi AP simulator untuk perencanaan radioterapi pasien kanker serviks dengan radiasi gamma co-60. Diperlihatkan 4 jarak acuan antara : 1) tepi lapangan radiasi kanan ke pelvic ring kanan, 2) pelvic ring kanan ke pusat lapangan, 3) pusat lapangan ke pelvic ring kiri, dan 4) pelvic ring kiri ke tepi lapangan radiasi kiri.....	16
Gambar 3.2 Contoh gammagrafi verifikasi radioterapi kanker serviks dengan arah proyeksi AP. Jarak evaluasi 1, 2, 3, dan 4 yang akan dibandingkan dengan jarak acuan pada Gambar 3.1.....	17
Gambar 3.3 Radiografi AP simulator untuk perencanaan radioterapi pasien kanker nasofaring dengan radiasi gamma Co-60. Diperlihatkan 5 jarak acuan antara : 1) blok mata ke pusat lapangan, 2) maksilaris/mandibula ke pusat lapangan, 3) nasal bone ke pusat lapangan, 4) temporal bone ke pusat lapangan, dan 5) mastoid ke pusat lapangan.....	19
Gambar 3.4 Contoh gammagrafi verifikasi radioterapi kanker nasofaring dengan arah proyeksi lateral. Jarak evaluasi 1, 2, 3, 4, dan 5 yang akan dibandingkan dengan jarak acuan pada Gambar 3.3.....	20
Gambar 4.1 Diagram status evaluasi 45 kasus kanker serviks. Status dengan ketepatan penyinaran bagus dan memadai layak untuk diterapi, sementara status verikasi cukup memadai, kurang, dan gagal berarti penyinaran memiliki ketidaktepatan rendah, menengah dan tinggi .....	24

Gambar 4.2 Diagram status evaluasi 45 kasus kanker nasofaring. Status dengan ketepatan penyinaran bagus dan memadai layak untuk diterapi, sementara status kurang dan gagal berarti penyinaran memiliki ketidaktepatan renda dan tinggi ..... 28



# **BAB 1**

## **PENDAHULUAN**

### **1.1 Latar Belakang Masalah**

Telah kita ketahui bahwa terdapat kemungkinan untuk terjadinya kesalahan dalam penentuan lapangan radiasi kepada pasien, oleh karena itu perlu dilakukan verifikasi. Proses ini dilakukan untuk memastikan apakah ukuran lapangan yang didapatkan berdasarkan hasil pemeriksaan dengan pesawat simulator sesuai dengan pelaksanaan. Terapi menggunakan pesawat terapi Co-60. Pada umumnya verifikasi lapangan radiasi dilakukan kepada pasien jenis kanker serviks dan nasofaring. Verifikasi ini dilakukan kepada setiap pasien sebelum dilakukan terapi.

Peneliti melakukan penelitian ini untuk dapat mengetahui tingkat keberhasilan dalam verifikasi lapangan radiasi. Dalam penelitian ini peneliti akan memfokuskan penelitiannya mengenai evaluasi verifikasi lapangan pada pasien jenis kanker serviks dan nasofaring dengan total jumlah 90 pasien, menggunakan perlakuan terapi eksternal pesawat terapi Co-60. Perlu diketahui bahwa pasien dengan status verifikasi yang kurang baik tidak akan diterapi sebelum mendapatkan status verifikasi yang baik melalui proses verifikasi ulang.

Pada pesawat terapi Co-60 kita dapat mengecek kesesuaian lapangan radiasi simulator dengan lapangan yang dicitra dengan teknik gammagrafi menggunakan film diagnostik. Melalui proses verifikasi kita dapat memastikan apakah lapangan yang ditunjukkan melalui pesawat simulator sesuai dengan lapangan yang akan diterapi menggunakan pesawat cobalt.

Pesawat Cobalt-60 merupakan salah satu pesawat terapi yang sederhana, dengan biaya operasional yang cukup murah dan lebih umum dibandingkan dengan pesawat terapi yang lain. Pesawat terapi cobalt-60 di Rumah Sakit Cipto Mangunkusumo sendiri dapat melakukan terapi kepada banyak pasien dimana tiap-tiap pasien memiliki jenis kanker atau tumor yang berbeda-beda. Sehingga tidak terlalu sulit bagi peneliti untuk mendapatkan data penelitian.

Melalui penelitian ini, hasil dan kesimpulan dapat dijadikan sebagai bahan referensi bagi Rumah Sakit Cipto Mangunkusumo mengenai selisih verifikasi antar titik acuan yang umum dan tingkat persentasi evaluasi verifikasi antara jenis kanker serviks dan kanker nasofaring, juga sebagai bahan literatur untuk fisika medis.

## **1.2 Batasan Masalah**

Pembatasan masalah skripsi ini akan mengarah pada proses evaluasi verifikasi lapangan pada pesawat terapi Co-60 gammagrafi. Teknik verifikasi akan meliputi kasus kanker serviks dan nasofaring. Disini akan dilihat tingkat akurasi dari verifikasi tiap-tiap jenis kanker yang akan diterapi menggunakan pesawat terapi Co-60.

## **1.3 Metode Penelitian**

Metode penelitian terdiri dari beberapa tahap antara lain:

### **a. Studi Kepustakaan**

Pada tahap ini, penulis mencari dan juga mempelajari tentang verifikasi kanker serviks dan nasofaring serta evaluasinya menggunakan pesawat terapi Co-60. Informasi ini dapat diperoleh dari berbagai literature baik buku, internet, penjelasan dari dosen pembimbing dan juga diskusi dengan mahasiswa lain.

### **b. Eksperimen**

Pengambilan data dilakukan dengan mengevaluasi 45 pasien kasus kanker serviks dan kanker nasofaring, selama kurung waktu 1 bulan.

## **1.4 Tujuan Penelitian**

Membandingkan tingkat persentasi keberhasilan dalam evaluasi verifikasi lapangan radiasi kanker serviks dan nasofaring menggunakan pesawat terapi Co-60. Melalui penelitian ini akan diketahui jenis kanker yang memiliki kemungkinan

kesalahan yang lebih dan untuk itu pasien jenis kanker tersebut dapat diberikan perhatian yang lebih dalam proses verifikasi.

### **1.5 Tempat dan waktu penelitian**

Departemen Radioterapi ruangan cobalt-60 RSCM dijadikan peneliti sebagai tempat dilakukannya penelitian dengan judul "Evaluasi Verifikasi Lapangan Radiasi Pada Kasus Kanker Serviks dan Nasofaring Menggunakan Pesawat Terapi Cobalt-60"

Waktu maksimum penelitian yang diberikan oleh pihak Departemen Radioterapi adalah satu bulan dihitung dari hari pertama peneliti melakukan penelitian di ruangan cobalt-60 RSCM, sedangkan penelitian dilaksanakan bulan Januari 2010 hingga Mei 2010.

### **1.6 Permasalahan yang ditemui selama penelitian berlangsung**

Permasalahan yang dihadapi berhubungan dengan jumlah data yang didapatkan:

#### **1. Keterbatasan pasien dan jumlah pasien yang dilakukan verifikasi**

Jumlah pasien kanker nasofaring yang lebih sedikit membuat peneliti harus mencari data tambahan dari rekam medik sementara proses verifikasi baru mulai digalakkan sejak April 2009 dan tidak semua pasien dilakukan verifikasi menyebabkan hambatan tertentu bagi peneliti akan keterbatasan jumlah sampel penelitian.

#### **2. Rekam medik**

Sebagian besar sumber data yang didapat untuk jenis kanker nasofaring merupakan data yang berasal dari rekam medik sedangkan untuk jenis kanker serviks sebagian besar data didapatkan berasal dari pasien yang sedang diterapi. Hal tersebut disebabkan karena peneliti hanya diberikan ijin untuk memasuki kamar rekam medik pada hari sabtu.

Dikarenakan pasien jenis kanker nasofaring yang lebih jarang dibandingkan dengan pasien jenis kanker serviks maka peneliti memanfaatkan ruangan rekam medik untuk mengambil data pasien kanker nasofaring. Untuk pasien kanker

serviks peneliti mengambil data pada hari kerja berhubung dengan banyaknya jumlah pasien penderita kanker serviks membuat peneliti tidak harus mengambil data kanker serviks dari ruangan rekam medik

### **1.7 Sistematika Penulisan**

Sistematika penulisan pada skripsi ini adalah sebagai berikut :

**BAB I : Pendahuluan**, meliputi penjabaran tentang latar belakang masalah, pembatasan masalah, perumusan masalah dan tujuan penelitian.

**BAB II : Tinjauan Pustaka**, meliputi penjabaran teori dasar penelitian yang merupakan hasil dari studi literatur.

**BAB III : Metodologi Penelitian**, meliputi penjabaran alat dan bahan serta cara kerja yang dilakukan untuk memverifikasikan lapangan radiasi kanker servix dan nasofaring.

**BAB IV : Hasil dan Pembahasan**, meliputi penjabaran hasil dan analisa hasil penelitian.

**BAB V : Penutup**, berisi kesimpulan dan saran dari hasil penelitian.

## **BAB 2**

### **TINJAUAN PUSTAKA**

#### **2.1 Radioterapi**

Radioterapi adalah jenis terapi yang menggunakan radiasi energi tinggi untuk menghancurkan sel-sel kanker. Baik sel-sel normal maupun sel-sel kanker bisa dipengaruhi oleh radiasi ini. Radiasi akan merusak sel-sel kanker sehingga proses multiplikasi ataupun pembelahan sel-sel kanker kemungkinan dapat terhambat (<http://www.meds.com/pdq/radio.html>, 2010). Tujuan radioterapi adalah untuk pengobatan secara kuratif atau sebagai terapi paliatif yang hanya mengurangi dan menghilangkan rasa sakit akibat kanker. Dengan pemberian terapi, banyak sel-sel kanker yang mati yang berarti tumor akan mengecil. Melalui metabolisme sel-sel kanker yang mati akan dikeluarkan dari tubuh. Sebagian besar sel-sel sehat dapat pulih kembali dari efek radiasi. Tetapi bagaimanapun juga, kerusakan yang terjadi pada sel-sel yang sehat merupakan penyebab terjadinya efek samping radiasi.

#### **2.2 Efek Radiasi Pada Manusia**

Jaringan yang terkena radiasi akan menyerap energi radiasi tersebut dan akan menimbulkan ionisasi air dan oksigen sehingga menjadi ion  $H^+$ , ion  $OH^-$ , dan ion oksigen yang sangat reaktif, tidak stabil, dan dapat berubah menjadi radikal  $H$ , radikal  $OH$ , dan radikal oksigen. Radikal ini akan bereaksi dengan molekul DNA dan kromosom (Zubaidah A. 2004), yang selanjutnya mengakibatkan kerusakan sel

##### **Efek pada DNA:**

Kerusakan pada DNA dapat menyebabkan putusya untaian DNA baik salah satu (single strand break), kedua untaian (double strand break), atau keduanya (clustered damage). Kerusakan tersebut dapat diperbaiki secara alamiah sehingga struktur DNA kembali seperti semula, namun jika terjadi kesalahan dalam proses perbaikan DNA, yang artinya tetap diperbaiki namun tidak sesuai seperti sebagaimana mestinya akan menghasilkan DNA dengan struktur yang berbeda, yang kita kenal dengan mutasi

**Efek pada kromosom:**

Radiasi pada kromosom dapat menyebabkan terjadinya perubahan baik jumlah maupun struktur kromosom. Perubahan tersebut dapat memungkinkan terjadinya kelainan genetik. Abrasi kromosom yang mungkin terjadi adalah translokasi kromosom dan patahnya fragmen kromosom.

Dosis lethal dan kemampuan reparasi kerusakan pada sel-sel kanker lebih rendah dari sel-sel normal, sehingga akibat radiasi sel-sel kanker lebih banyak yang mati dan rusak dibandingkan dengan sel-sel normal.

**Efek Radiasi Gamma Pada Materi**

Ketika sebuah photon berenergi sekitar 1 MeV, sekitar setengah dari energi akan terserap dan sisanya akan dihamburkan (Cunningham, 1994). Efek radiasi gamma yang terjadi pada materi dengan energi sekitar 1 MeV adalah hamburan compton dan efek foto listrik. Dimana efek foto listrik timbul akibat hamburan compton itu sendiri.

**Efek foto listrik:**

Pada proses efek foto listrik photon dengan energi  $h\nu$  berinteraksi dengan atom dan melepaskan elektron yang terikat pada kulit K,L,M atau N. Elektron yang terlepas disebut foto elektron dengan energi  $h\nu - \Phi$ . Dengan  $\Phi$  adalah energi ikat dari elektron tersebut. Pada proses ini sebagian besar energi photon akan dirubah menjadi energi kinetik dan hanya sedikit yang akan menjadi radiasi hambur. Efek foto listrik dominan terjadi pada radiasi gamma berenergi rendah.

**Hamburan Compton:**

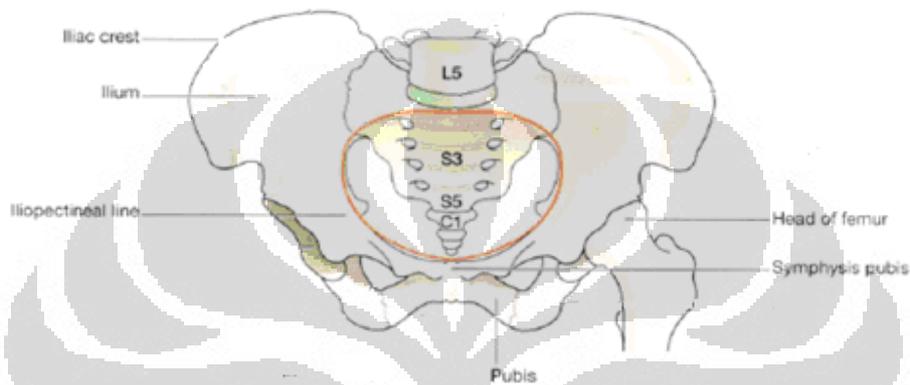
Pada proses ini energi dari photon yang menabrak elektron beberapa akan dihamburkan dan beberapa kan diubah menjadi energi kinetik. Energi yang terhambur ( $h\nu'$ ) akan menjadi photon baru dengan energi yang lebih kecil. Photon baru ( $h\nu'$ ) dapat menimbulkan efek foto listrik bila berinteraksi dengan atom lain. Energi yang terserap elektron akan meningkatkan energi elektron (E) menjadi energi kinetik.

$$h\nu = h\nu' + E$$

Hamburan compton dominan terjadi pada radiasi gamma berenergi sekitar 1 MeV.

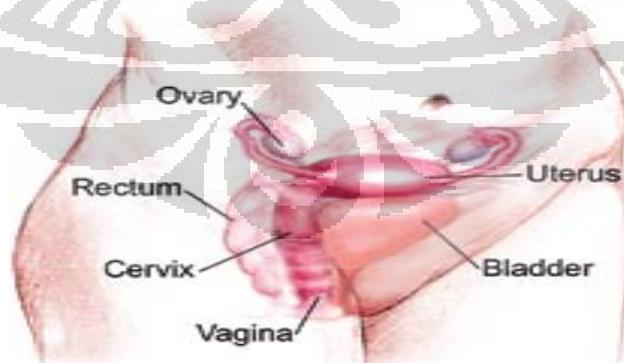
### 2.3 Kanker Servix

Kanker leher rahim atau kanker serviks merupakan salah satu jenis penyakit yang potensial menghinggapi wanita. Kanker serviks merupakan jenis kanker terbanyak yang mengenai wanita selain kanker payudara. Untuk anatomi pelvis kanker serviks dapat dilihat melalui Gambar 2.1



Gambar 2.1 Anatomi pelvis untuk kanker serviks ( Sumber : Anne Waugh and Allison Grant. 2004)

Batas-batas lapangan anterior posterior pelvis meliputi batas atas tepi atas vertebra lumbal V, batas bawah tepi bawah symphysis pubis, batas lateral 2 cm lateral dari linea inominata (protokol penyinaran karsinoma serviks RSCM)

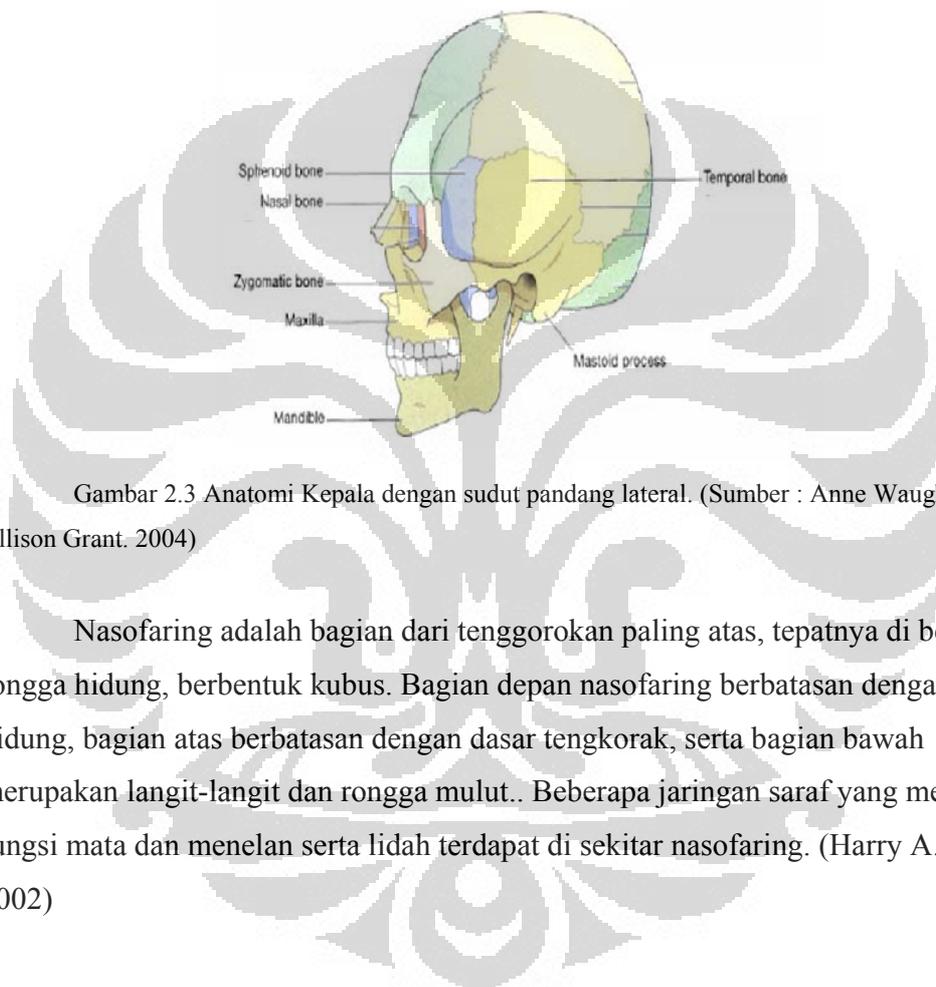


Gambar 2.2 Letak Serviks pada struktur reproduksi wanita (Sumber: [http://www.google.co.id/imglanding?q=anatomi pelvis wanita](http://www.google.co.id/imglanding?q=anatomi%20pelvis%20wanita)) Organ yang akan terkena radiasi adalah kolon, ileum, dan rektum. Bagian superior panggul memiliki toleransi dosis maksimum 50 Gy.

## 2.4 Kanker Nasofaring

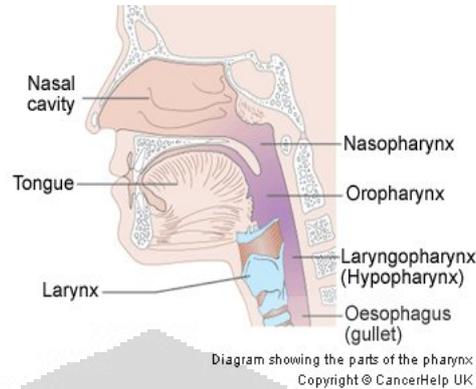
Kanker nasofaring merupakan tumor ganas yang paling banyak dijumpai di antara tumor ganas THT di Indonesia, dimana kanker nasofaring termasuk dalam lima besar tumor ganas dengan frekwensi tertinggi.

Untuk anatomi kepala kasus nasofaring dapat dilihat di Gambar 2.2



Gambar 2.3 Anatomi Kepala dengan sudut pandang lateral. (Sumber : Anne Waugh and Allison Grant. 2004)

Nasofaring adalah bagian dari tenggorokan paling atas, tepatnya di belakang rongga hidung, berbentuk kubus. Bagian depan nasofaring berbatasan dengan rongga hidung, bagian atas berbatasan dengan dasar tengkorak, serta bagian bawah merupakan langit-langit dan rongga mulut.. Beberapa jaringan saraf yang mengatur fungsi mata dan menelan serta lidah terdapat di sekitar nasofaring. (Harry A. Asroel, 2002)



Gambar 2.4 Letak nasofaring terhadap rongga mulut dan rongga hidung  
 (<http://www.cancerhelp.org.uk/type/nasopharyngeal-cancer/about/what-is-the-nasopharynx>)

## 2.5 Pesawat Terapi Cobalt-60

### Karakteristik Cobalt-60

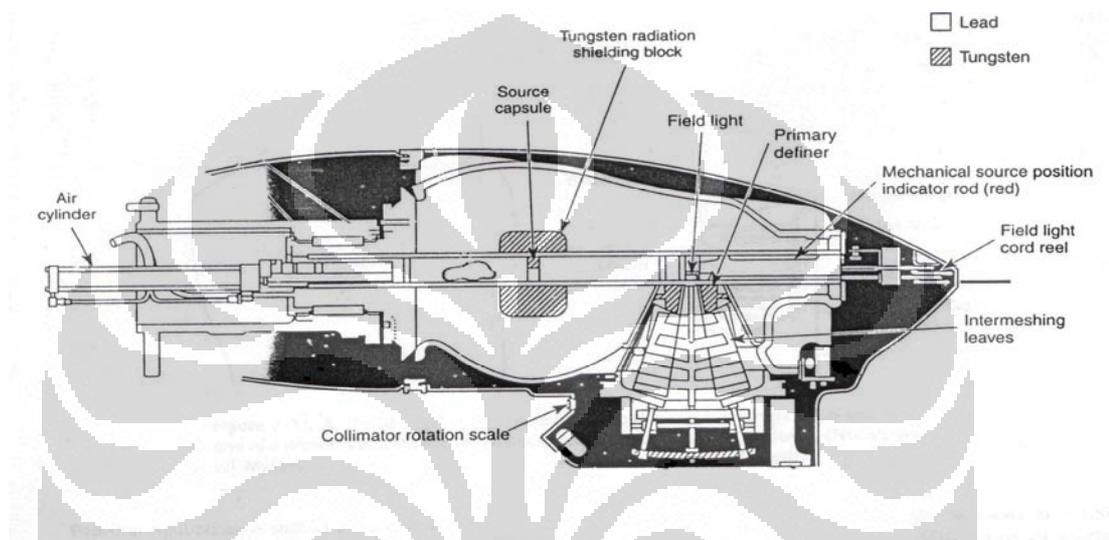
Atom Co-60 mengemisikan radiasi ionisasi dalam bentuk sinar gamma berenergi tinggi. Peluruhan pertama pada Co-60 mengemisikan partikel beta dengan energi 0.31 MeV yang akan diserap oleh kapsul sumber. Setelah mengemisikan partikel beta, nukleus akan tereksitasi menjadi Ni-60. Unsur Ni-60 akan meluruh ke *ground state* dengan mengemisikan 2 sinar gamma dengan energi 1.17MeV dan 1.33MeV, dengan energi rata-rata 1.25MeV (Cohen, Montague & Mitchell, Joseph S. 1984). Atom Co-60 memiliki waktu paruh yaitu 5.27 tahun yang artinya aktivitas dari sumber tersebut akan berkurang sebanyak 50% setelah 5.27 tahun (Cohen, Montague & Mitchell, Joseph S. 1984).

### Pesawat Terapi Cobalt-60

Pesawat teleterapi ini menggunakan sumber radiasi Co-60 yang memancarkan sinar gamma secara terus menerus sehingga baik digunakan untuk keperluan pengobatan penyakit kanker. Sumber (head source) Co-60 berada pada gantry yang dapat diatur penyudutannya dari 0 derajat hingga 360 derajat. Pesawat ini dilengkapi dengan lampu kolimator yang berfungsi untuk mendapatkan titik sentral dari luas

lapangan penyinaran, mengatur jarak sumber ke obyek dengan mengubah ketinggian meja. Keuntungan penggunaan pesawat cobalt adalah kesederhanaannya, dengan biaya operasional yang cukup murah, memiliki kemudahan dalam perawatan dan memerlukan tenaga listrik yang rendah.

### Komponen Pesawat Cobalt-60



Gambar 2.5 Komponen pesawat terapi Co-60. *Source capsule* yang akan menyerap peluruhan pertama dari Co-60 berupa partikel beta. Kolimator yang berfungsi untuk membentuk dan mengarahkan sinar radiasi (sumber : Charles M. Washinton, 2010)

## 2.6 Peralatan yang Digunakan

### 2.6.1 Grid

Grid merupakan alat tambahan yang digunakan agar film dapat menyerap sinar dari ganty dengan baik. Posisi grid sendiri diletakan tepat dibawah lapangan tumor pasien, dibawah meja pesawat terapi cobalt-60.

Dengan adanya grid ini maka kualitas pencitraan akan ditingkatkan dikarenakan noise pada pencitraan dapat dihilangkan. Selain itu Grid juga berfungsi untuk menghomogenkan berkas sinar yang diterima sehingga pada tiap titik akan

menerima intensitas yang sama dan film dapat tercitra dengan baik. Dibawah grid diletakan kaset berisi film yang akan dipakai untuk mencitra verifikasi tersebut.

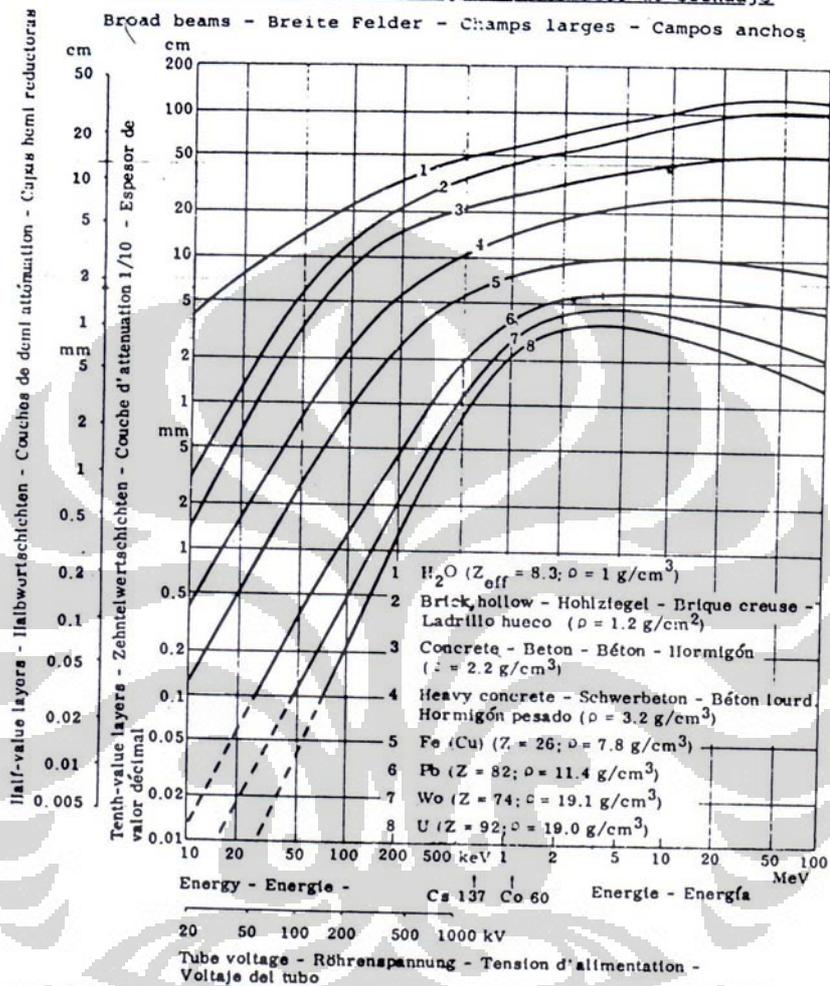
### **2.6.2 Tray bout / Individual blok (Cerrobend)**

Tray bout disisipkan didekat ganty pesawat Co-60 untuk menekan dosis radiasi yang akan diterima jaringan sehat pada pasien. Penggunaan tray bout atau individual blok didasarkan atas jenis kasus dari penderita kanker.

Individual blok jarang digunakan pada kasus kanker serviks, penggunaan alat ini lebih pada kanker nasofaring dimana lapangan yang harus di-blok cukup rumit sehingga dibutuhkan blok khusus untuk melindungi organ at risk pada daerah tenggorokan, kelenjar-kelenjar tertentu maupun otak manusia.

*Cerrobend* merupakan bahan yang digunakan sebagai pelindung terhadap jaringan sehat. Bahan ini merupakan campuran yang terdiri dari 50,0% bismuth, 26,7% timbal, 13,3% tin dan 10,0% cadmium. Dibandingkan dengan Pb Bahan *cerrobend* lebih mudah dibentuk karena memiliki titik lebur sekitar 70°C dan mempunyai densitas yang setara dengan 83% densitas timbal, sehingga *cerrobend* dapat digunakan sebagai bahan alternatif pembuat blok. (M. Azam, K. Sofjan Firdausi,2006)

9.5 Average half- and tenth-value layers of shielding materials  
Mittlere Halb- und Zehntelwertschichten von Abschirmstoffen  
Couches moyennes de demi atténuation et d'atténuation 1/10  
pour les matériaux utilisés en radioprotection  
Capas hemi y deci reductoras para materiales de blindaje



Gambar 2.6 menunjukkan tingkat HVL dan TVL terhadap ketebalan material (F. Wachsmaan & G. Drexler, 1976). Terlihat untuk pesawat terapi Cobalt-60, dibutuhkan Pb dengan tebal sekitar 1.2 cm sedangkan untuk Fe (Cu) dibutuhkan dengan tebal 2.2 cm sehingga Pb lebih baik untuk digunakan sebagai pelindung dibandingkan dengan Cu.

Didapatkan bahwa semakin tinggi nomor atom sebuah material akan semakin baik untuk digunakan sebagai pelindung radiasi (Pb)

([http://en.wikibooks.org/wiki/Basic\\_Physics\\_of\\_Nuclear\\_Medicine/Attenuation\\_of\\_Gamma-Rays](http://en.wikibooks.org/wiki/Basic_Physics_of_Nuclear_Medicine/Attenuation_of_Gamma-Rays))

### 2.6.3 Kaset

Fungsi utama kaset adalah untuk membuat film kedap cahaya. Kaset yang digunakan untuk verifikasi lapangan pada pesawat terapi Co-60 adalah kaset dengan Zn. Kaset dengan Zn digunakan untuk mengurangi energi dari sumber Co-60 yang akan diterima film. Pencitraan dengan energi tinggi akan menimbulkan kontras yang rendah sehingga perbedaan antara tulang dengan jaringan lunak tidak dapat tercitra dengan baik, sedangkan pencitraan dengan energi rendah akan menimbulkan kontras yang cukup tinggi sehingga gambar dapat tercitra dengan baik.

## 2.7 Verifikasi

Verifikasi radioterapi adalah proses pengecekan apakah terapi yang diberikan kepada pasien sudah sesuai dengan terapi yang direncanakan. Verifikasi ini bertujuan untuk memastikan ketepatan geometrik yang diberikan kepada pasien melalui batas-batas tertentu sesuai dengan perencanaan terapi.

Berbeda dengan verifikasi kasus kanker serviks yang tidak menggunakan fiksasi, untuk verifikasi kasus kanker nasofaring, pasien harus diberikan alat fiksasi (dapat berupa masker) untuk mencegah pergerakan dari pasien selama proses verifikasi. Citra yang diperoleh harus dapat menunjukkan struktur tulang dengan jelas sehingga dapat dijadikan sebagai acuan verifikasi. Batas toleransi verifikasi lapangan radioterapi terhadap pencitraan adalah 2-3 mm (*On Target : ensuring geometric accuracy in radiotherapy*. The Royal College of Radiologist).

### 2.7.1 Simulator

Persiapan verifikasi terlebih dahulu dilakukan pada pesawat simulator. Pada prinsipnya proses kerja pada pesawat simulator mirip dengan pesawat rontgen biasa. Pesawat simulator dengan beda potensial berkisar 60 – 150 Kv dapat mencitra gambar yang lebih bagus jika dibandingkan dengan pesawat terapi Co-60 dengan energi sekitar 1.25 MeV. Pesawat simulator digunakan untuk mendapatkan luas lapangan radiasi tumor dan juga kedalaman tumor melalui hasil pencitraan AP dan lateral. Melalui alat ini juga kita dapat menetapkan letak blok terhadap pasien.

Berdasarkan data dari film simulator maka hasil dari verifikasi dengan menggunakan pesawat terapi cobalt-60 akan dibandingkan dengan film simulator

### **2.7.2 Gammagrafi**

Port film yang biasa disebut juga dengan gammagrafi dapat digunakan untuk verifikasi (Podgorsak, 2005). Gammagrafi pada pesawat terapi Co-60 menggunakan teknik *double exposure* yang berarti film diradiasikan dua kali. Radiasi pertama bertujuan untuk melihat *background* dari tumor dengan luas lapangan yang lebih besar dari luas lapangan radiasi tumor tanpa menggunakan blok pada pasien (biasa dikenal dengan teknik *open beam*). Radiasi kedua dilakukan pada lapangan radiasi tumor dengan menggunakan blok pada pasien.

## **BAB 3**

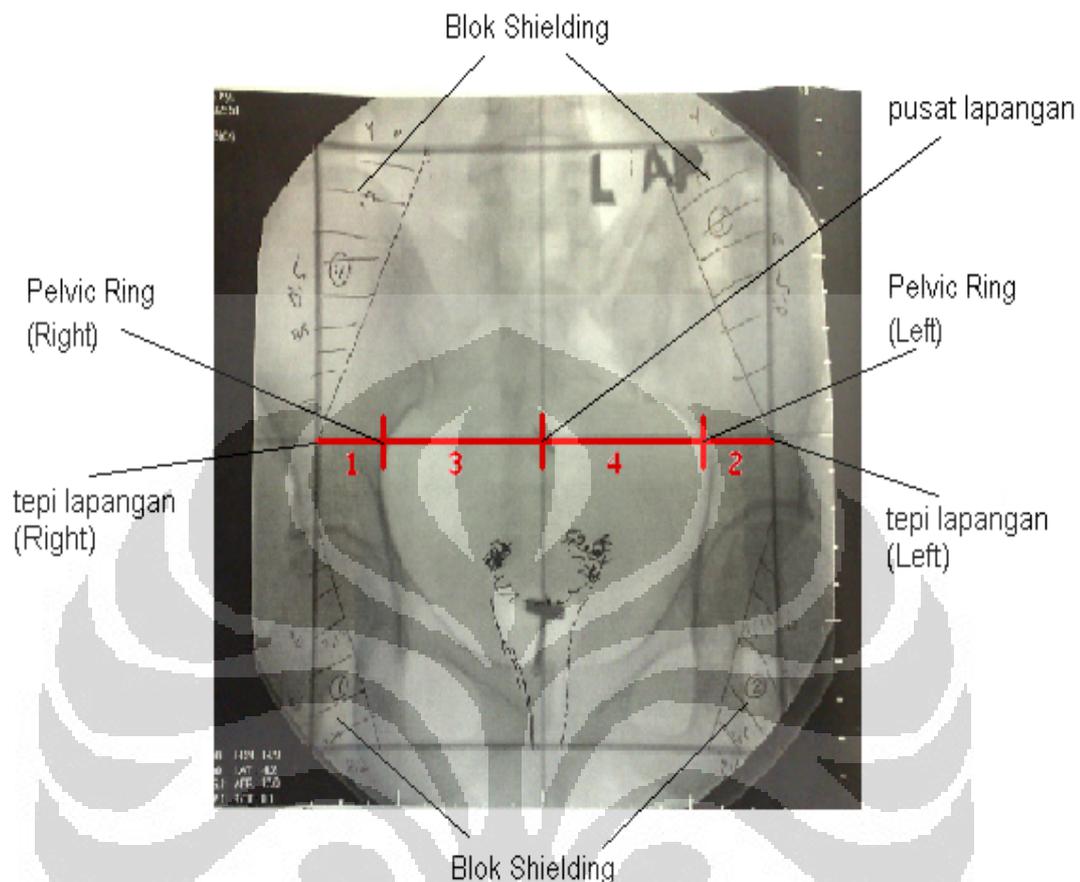
### **METODOLOGI PENELITIAN**

Dalam penelitian ini telah dievaluasi data film verifikasi penyinaran pasien radioterapi untuk jenis kanker serviks dan nasofaring. Jumlah pasien untuk jenis kanker serviks berjumlah 45 pasien dan untuk jenis kanker nasofaring 45 pasien. Peneliti tidak melakukan verifikasi secara langsung dan tidak berhubungan dengan pasien. Adapun proses verifikasi dilakukan oleh penata roentgen diawali dengan persiapan pasien, pemasangan berbagai alat bantuan yang diperlukan, dilanjutkan dengan pengambilan citra radiografi untuk verifikasi. Evaluasi hasil film radiografi verifikasi dilakukan dengan membandingkannya dengan perencanaan lapangan radiasi yang diperoleh dengan simulator

#### **3.1 Kanker Serviks**

Pada umumnya radioterapi Co-60 pasien kanker serviks dilakukan dengan 2 lapangan AP (anterior-posterior) dan PA (posterior-anterior) dan menggunakan blok untuk melindungi organ atupun jaringan sehat. Untuk evaluasi, pelvic ring digunakan sebagai titik acuan verifikasi karena pelvic ring adalah tulang yang tidak bergerak sehingga lokasinya tetap dan dapat digunakan sebagai acuan (*On target ensuring geometric accuracy in radiotherapy*). Titik pada tepi lapangan penyinaran radiasi yang berada segaris dengan titik acuan yang lain juga digunakan untuk verifikasi.

Sebagai contoh hasil perencanaan lapangan radiasi dengan simulator dapat dilihat pada Gambar 3.1

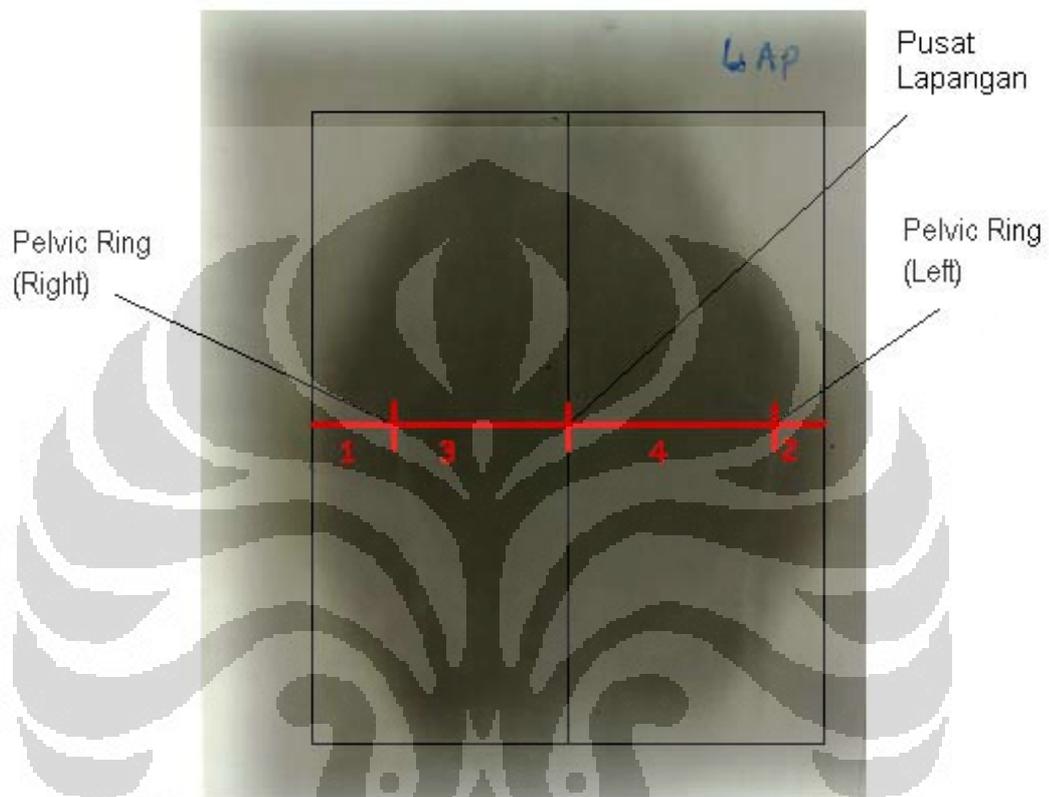


Gambar 3.1 Radiografi AP simulator untuk perencanaan radioterapi pasien kanker serviks dengan radiasi gamma co-60. Diperlihatkan 4 jarak acuan antara : 1) tepi lapangan radiasi kanan ke pelvic ring kanan, 2) tepi lapangan radiasi kiri ke pelvic ring kiri, 3) pelvic ring kanan ke pusat lapangan, dan 4) pelvic ring kiri ke pusat lapangan

Daerah terarsir menunjukkan blok pelindung. Radiografi simulator tersebut selanjutnya dipakai juga sebagai acuan dalam evaluasi hasil gammagrafi verifikasi dengan proyeksi AP.

Gammagrafi pada pesawat terapi Co-60 menggunakan teknik *double exposure* yang berarti film diradiasikan dua kali. Radiasi pertama bertujuan untuk melihat *background* dari tumor dengan luas lapangan yang lebih besar dari luas lapangan radiasi tumor tanpa menggunakan blok pada pasien (biasa dikenal dengan teknik *open*

*beam*). Radiasi kedua dilakukan pada lapangan radiasi tumor dengan menggunakan blok pada pasien. Contoh hasil gammagrafi verifikasi dapat dilihat pada Gambar 3.2



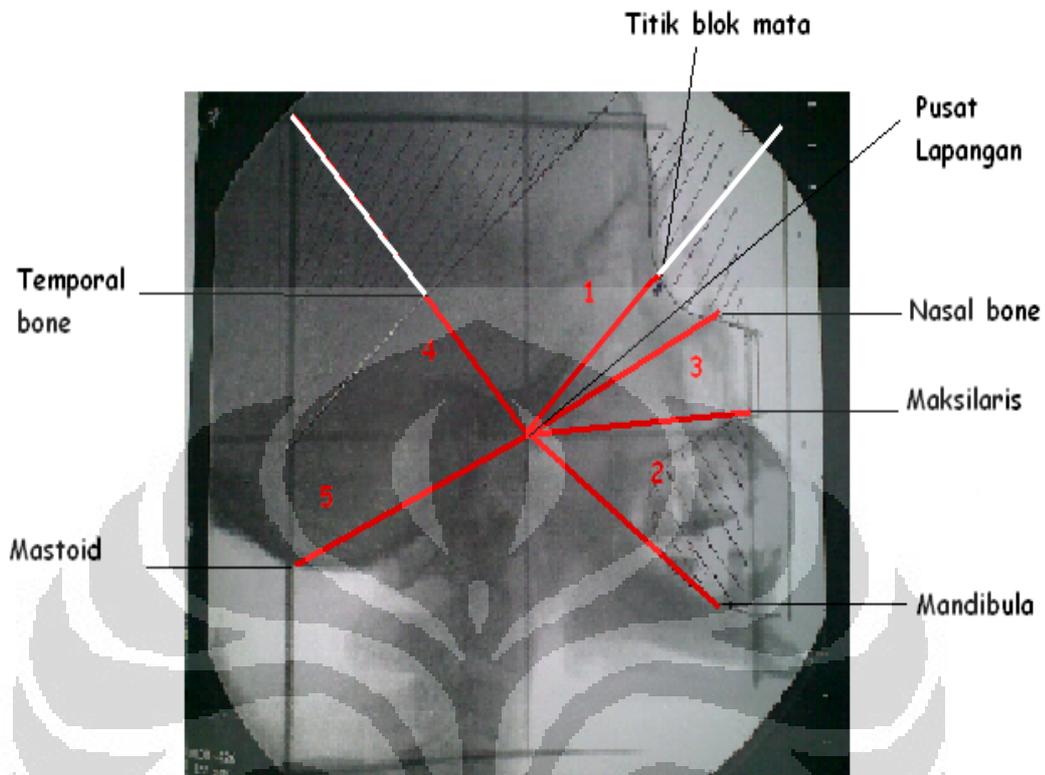
Gambar 3.2 Contoh gammagrafi verifikasi radioterapi kanker serviks dengan arah proyeksi AP. Jarak evaluasi 1, 2, 3, dan 4 yang akan dibandingkan dengan jarak acuan pada Gambar 3.1

Pusat lapangan adalah titik pusat pada sumbu lapangan radiasi yang juga merupakan titik pusat dari luas lapangan radiasi  $\frac{1}{2}$  (x,y). Pusat lapangan biasanya dijadikan titik tengah atau sentrasi dari tumor, yang akan mendapatkan dosis 100%. Bentuk kanker yang tidak beraturan membuat titik sentrasi atau pusat lapangan tidak selalu merupakan titik pusat kanker namun diharapkan demikian.

### 3.2 Kanker Nasofaring

Pada umumnya radioterapi Co-60 pasien kanker nasofaring dilakukan dengan 2 lapangan lateral kiri dan kanan dan menggunakan blok untuk melindungi organ atau jaringan yang sehat. Untuk evaluasi peneliti menggunakan 5 titik acuan verifikasi yaitu blok mata, maksilaris/mandibula, nasal bone, temporal bone, dan mastoid. Untuk penetapan titik acuan pada kanker nasofaring tidak semudah seperti pasien kanker serviks karena organ yang tercakup pada lapangan radiasi tidak selalu sama antara satu pasien dengan yang lain. Disamping itu juga kualitas citra ikut menentukan pemilihan titik acuan verifikasi karena titik acuan harus terlihat jelas (*On target ensuring geometric accuracy in radiotherapy*).

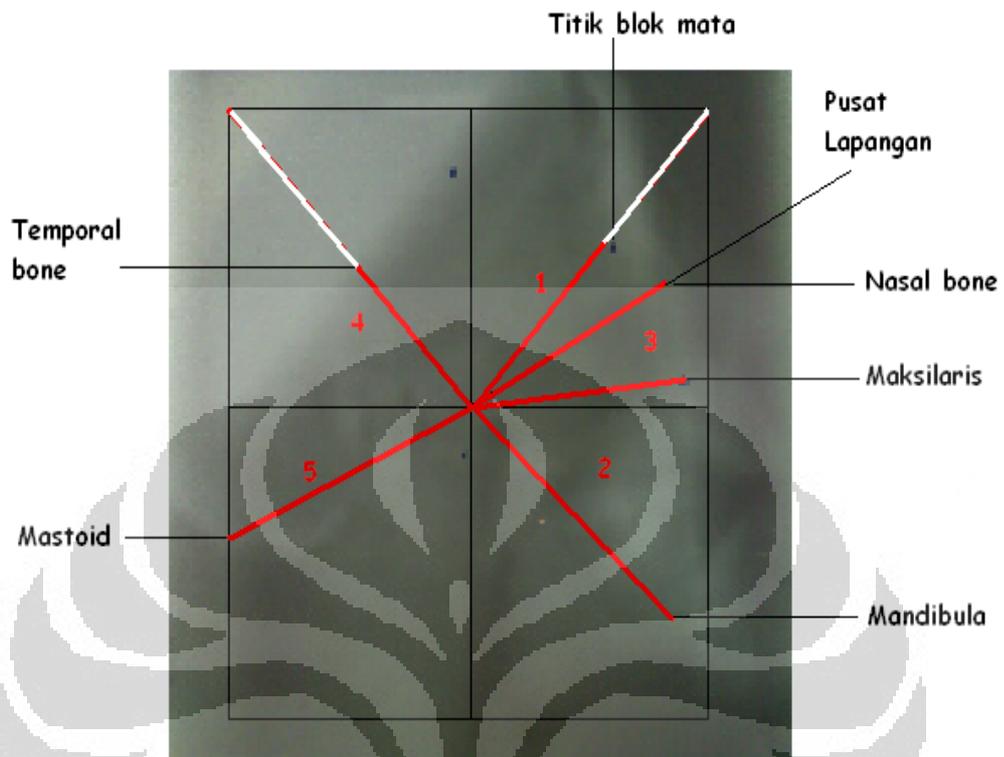
Sebagai contoh hasil perencanaan lapangan radiasi dengan simulator dapat dilihat pada Gambar 3.3



**Gambar 3.3** Radiografi AP simulator untuk perencanaan radioterapi pasien kanker nasofaring dengan radiasi gamma Co-60. Diperlihatkan 5 jarak acuan antara : 1) blok mata ke pusat lapangan, 2) maksilaris/mandibula ke pusat lapangan, 3) nasal bone ke pusat lapangan, 4) temporal bone ke pusat lapangan, dan 5) mastoid ke pusat lapangan.

Daerah terarsir menunjukkan blok pelindung. Hasil tersebut dipakai sebagai acuan evaluasi terhadap hasil gammagrafi yang diambil dengan proyeksi lateral.

Melalui Gambar 3.3 dapat dilihat bahwa penetapan titik temporal bone didapat dari perpotongan antara blok kepala dengan jarak dari pusat lapangan menuju ujung kanan atas lapangan penyinaran, sementara untuk penetapan titik blok mata didapat dari perpotongan antara blok mata dengan jarak dari pusat lapangan menuju ujung kiri atas lapangan penyinaran. Contoh hasil gammagrafi verifikasi dapat dilihat pada Gambar 3.4



Gambar 3.4 Contoh gammagrafi verifikasi radioterapi kanker nasofaring dengan arah proyeksi lateral. Jarak evaluasi 1, 2, 3, 4, dan 5 yang akan dibandingkan dengan jarak acuan pada Gambar 3.3

## BAB 4

### HASIL DAN PEMBAHASAN

Penelitian ini merupakan evaluasi verifikasi lapangan radiasi pada kasus kanker serviks dan nasofaring menggunakan pesawat terapi Co-60. Verifikasi dilakukan dengan membandingkan citra perencanaan hasil simulator dengan citra gammagrafi. Untuk kuantifikasi verifikasi dipilih beberapa titik acuan terutama berkaitan dengan jaringan yang sangat konstan posisinya dalam pencitraan seperti tulang.

#### 4.1 Kasus Kanker Serviks

Hasil penelitian verifikasi 45 kasus kanker serviks ditunjukkan dalam Tabel 4.1. Seluruh data penelitian diberikan dalam Lampiran 2.

Tabel 4.1 Hasil verifikasi perencanaan pasien kanker serviks dengan gammagrafi.

No Pasien	Hasil verifikasi (cm)				Status verifikasi
	1	2	3	4	
1	0.60	0.90	0.60	0.20	Sangat kurang
2	0.00	0.10	0.30	0.20	Sangat baik
3	0.10	0.20	0.20	0.10	Sangat baik
4	0.10	0.20	0.20	0.10	Sangat baik
5	0.20	0.40	1.20	0.70	Sangat kurang
6	0.30	0.40	0.30	0.30	Baik
7	0.30	0.20	0.30	0.00	Sangat baik
8	0.20	0.30	0.20	0.10	Sangat baik
9	0.90	1.20	0.30	0.30	Kurang
10	0.10	0.50	0.60	0.00	Kurang
11	0.80	1.10	1.40	1.00	Gagal
12	0.70	0.70	1.30	0.10	Sangat kurang
13	0.30	0.30	0.30	0.30	Sangat baik
14	0.20	0.20	0.30	0.10	Sangat baik
15	0.30	0.30	0.50	1.20	Kurang
16	0.00	0.40	0.80	0.75	Sangat kurang
17	0.50	0.60	0.40	0.30	Sangat kurang
18	0.30	0.70	0.80	0.50	Sangat kurang

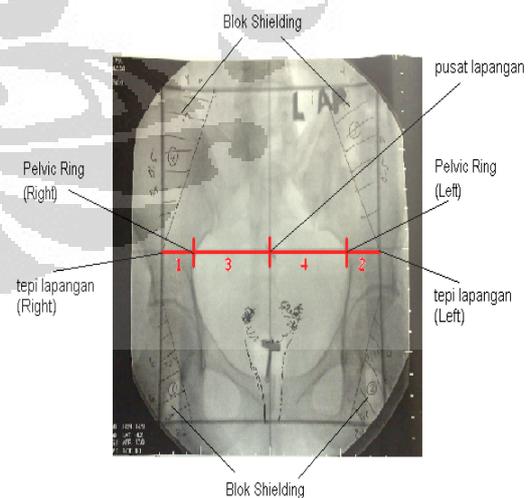
19	0.10	0.00	0.20	0.20	Sangat baik
20	0.10	0.30	0.00	0.30	Sangat baik
21	0.00	0.20	0.20	0.40	Baik
22	0.30	0.30	0.30	0.50	Baik
23	0.10	0.30	0.20	0.10	Sangat baik
24	0.70	0.10	0.80	0.00	Kurang
25	0.10	0.20	0.20	0.20	Sangat baik
26	0.20	0.20	0.30	0.50	Baik
27	0.30	0.30	0.70	0.40	Kurang
28	0.10	0.20	0.10	0.30	Sangat baik
29	0.00	0.20	0.20	0.20	Sangat baik
30	0.30	0.30	0.90	1.00	Kurang
31	0.20	0.30	1.30	1.30	Kurang
32	0.30	0.60	0.50	0.80	Sangat kurang
33	0.60	0.30	0.40	0.50	Sangat kurang
34	0.30	0.20	0.60	0.40	Kurang
35	0.80	0.50	1.00	0.40	Gagal
36	0.20	0.30	0.30	0.10	Sangat baik
37	0.40	0.30	0.10	0.00	Baik
38	0.30	0.20	0.00	0.10	Sangat baik
39	0.40	0.20	0.00	0.00	Baik
40	0.30	0.30	0.30	0.20	Sangat baik
41	0.30	0.30	0.30	0.20	Sangat baik
42	0.00	0.30	0.20	0.10	Sangat baik
43	0.10	0.20	0.10	0.10	Sangat baik
44	0.00	0.10	0.20	0.10	Sangat baik
45	1.00	1.10	0.50	0.60	Gagal

Keterangan:

- 1) Verifikasi 1, jarak antara tepi lapangan radiasi kanan dengan pelvic ring kanan.
- 2) Verifikasi 2, jarak antara tepi lapangan radiasi kiri dengan pelvic ring kiri.
- 3) Verifikasi 3, jarak antara pelvic ring kanan dengan pusat lapangan.
- 4) Verifikasi 4, jarak antara pelvic ring kiri dengan pusat lapangan

Status verifikasi:

- Sangat baik : bila keempat selisih panjang garis verifikasi  $\leq 0.3$  cm
- Baik : bila ketiga selisih panjang garis verifikasi  $\leq 0.3$  cm
- Kurang : bila kedua selisih panjang garis verifikasi  $\leq 0.3$  cm
- Sangat kurang : bila hanya satu dari selisih panjang garis verifikasi  $\leq 0.3$  cm
- Gagal : bila keempat dari selisih panjang garis verifikasi  $> 0.3$  cm



Dari data dalam Tabel 4.1 dapat dilihat distribusi hasil verifikasi yang dinyatakan dengan status verifikasi, (Tabel 4.2)

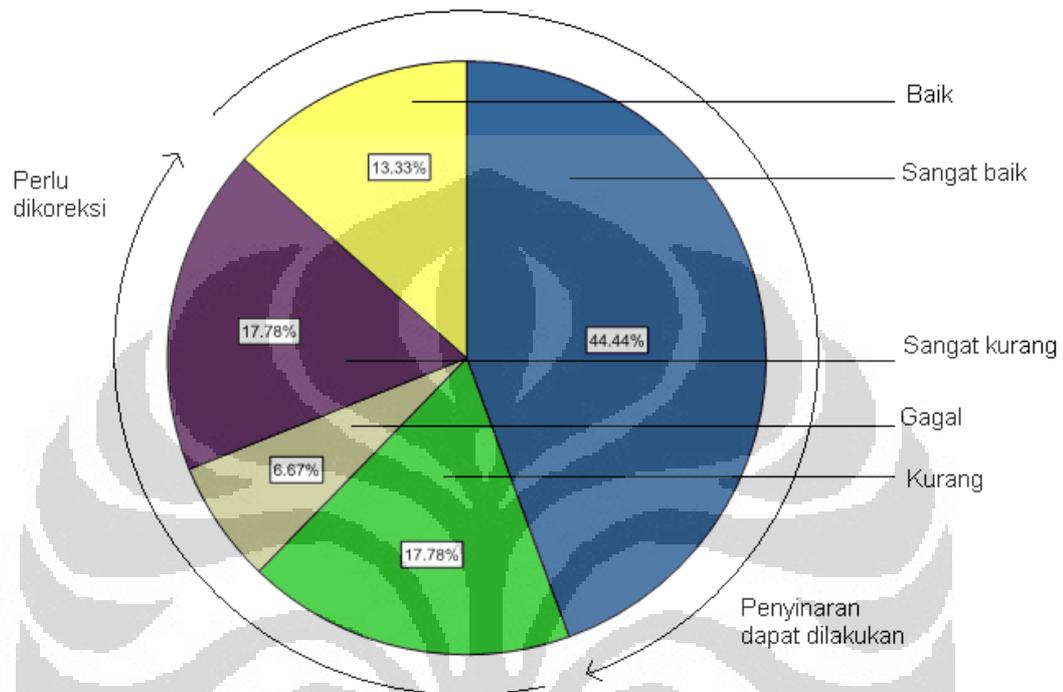
Tabel 4.2 Distribusi status verifikasi 45 kasus pasien kanker serviks.

Status verifikasi	Jumlah pasien	Persentase (%)
Sangat baik	20	44.4
Baik	6	13.3
Kurang	8	17.8
Sangat kurang	8	17.8
Gagal	3	6.7
Total	45	100

Tampak bahwa ketepatan penyinaran pasien dengan status verifikasi sangat baik hanya diperoleh 44.4% (20 orang). Status verifikasi baik yang berarti kesalahan relatif kecil dan masih dapat ditoleransi diperoleh 13.3% (6 orang), sehingga dengan status verifikasi sangat baik dan baik diperoleh ketepatan penyinaran sebanyak 57.7% dengan jumlah 26 orang. Dengan demikian dengan status verifikasi kurang, sangat kurang, dan gagal ketidaktepatan penyinaran mencapai 42.3% (24 orang). Ketidakpastian tertinggi dijumpai pada hasil verifikasi yang mencapai 1.4 cm. Dengan perubahan lapangan radiasi yang demikian besar, dimungkinkan ada fraksi volume target maupun jaringan sehat yang tidak menerima dosis seperti yang direncanakan.

Titik acuan pada kasus kanker serviks ditetapkan pada tulang pelvic ring kiri-kanan yang berada pada sumbu lapangan radiasi. Dengan demikian titik acuan lain dapat ditentukan, yakni titik pusat lapangan, dan 2 titik potong antara sumbu dan tepi lapangan. Jika gambar gammagrafi kurang jelas, verifikasi tetap akan dilakukan dengan memperhatikan titik acuan, sehingga kemungkinan kesalahan verifikasi dapat terjadi.

Selanjutnya untuk lebih jelasnya dibuat visualisasi data dalam Tabel 4.2 dengan bentuk diagram *pie chart* yang ditunjukkan pada Gambar 4.1



Gambar 4.1 Diagram status evaluasi 45 kasus kanker serviks. Status dengan ketepatan penyinaran sangat baik dan baik layak untuk diterapi, sementara status verifikasi kurang, sangat kurang, dan gagal berarti penyinaran memiliki ketidaktepatan rendah, menengah dan tinggi.

Terlihat bahwa ketepatan penyinaran pada kasus kanker serviks cukup rendah hanya 57.7% (26 pasien). Hal tersebut dapat disebabkan karena sebagian besar data verifikasi berasal dari pasien yang belum selesai diterapi dan kebanyakan belum mendapatkan persetujuan dari dokter radioterapi sehingga kemungkinan diverifikasi ulang cukup besar.

## 4.2 Kasus Kanker Nasofaring

Hasil data penelitian verifikasi 45 kasus kanker nasofaring dapat dilihat dalam Lampiran 2. Selisih antara panjang garis verifikasi pada citra simulator dengan citra gammagrafi ditunjukkan dalam Tabel 4.3

Tabel 4.3 Hasil verifikasi perencanaan pasien kanker nasofaring dengan gammagrafi.

No Pasien	Hasil verifikasi (cm)					Status verifikasi
	1	2	3	4	5	
1	0.10	0.10				Sangat baik
2	0.10	0.00				Sangat baik
3		0.70		1.80		Gagal
4	0.10		0.20			Sangat baik
5		0.30	0.20			Sangat baik
6		0.60		1.30		Gagal
7		0.20		0.00	0.30	Sangat baik
8		0.20			0.10	Sangat baik
9		1.10		0.70	0.60	Gagal
10		0.60		0.30	0.60	Kurang
11		0.20		0.20	0.10	Sangat baik
12	0.10	0.10			0.20	Sangat baik
13		0.10		0.20	0.30	Sangat baik
14		0.00			0.20	Sangat baik
15	0.20	0.10			0.20	Sangat baik
16	0.90				1.80	Gagal
17	0.00			0.30		Sangat baik
18	0.20			0.30	0.30	Sangat baik
19		1.00			1.10	Gagal
20		0.20			0.00	Sangat baik
21		0.70			0.50	Gagal
22		0.20			0.00	Sangat baik
23	0.10	0.10		0.30		Sangat baik
24				1.00	0.40	Gagal
25		0.10		0.60	0.10	Baik
26		0.10			0.00	Sangat baik
27	0.90	0.70				Gagal
28	0.20	0.00				Sangat baik
29			0.30		0.20	Sangat baik
30	0.00	0.20		0.20		Sangat baik
31	0.30	0.20			0.30	Sangat baik
32		0.80	0.90	0.70		Gagal
33		0.00			0.10	Sangat baik
34		0.10		0.20	0.00	Sangat baik

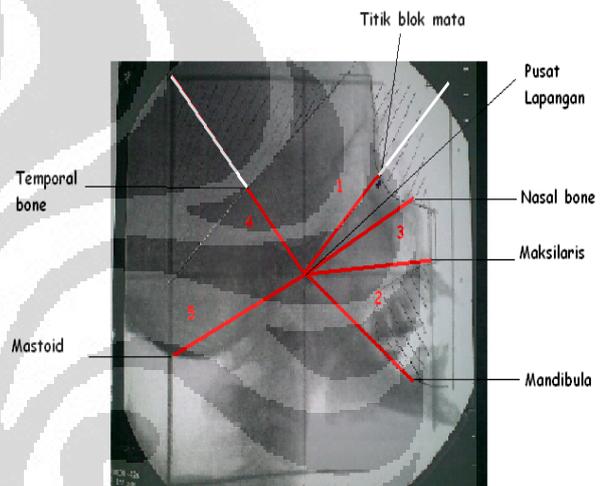
35	0.20	0.00			0.10	Sangat baik
36		0.10		0.30	0.30	Sangat baik
37	0.20	0.20		0.20		Sangat baik
38	0.00	0.10		0.10		Sangat baik
39		1.30	1.10			Gagal
40	0.20	0.00				Sangat baik
41		0.40		0.60		Gagal
42	0.20	0.10		0.10		Sangat baik
43	0.20	0.00			0.10	Sangat baik
44	0.10	1.10			0.90	Gagal
45		0.10	0.10	0.00		Sangat baik

Keterangan:

- 1) Verifikasi 1, jarak antara pusat lapangan dengan blok mata.
- 2) Verifikasi 2, jarak antara pusat lapangan dengan maksilaris/mandibula.
- 3) Verifikasi 3, jarak antara pusat lapangan dengan nasal bone.
- 4) Verifikasi 4, jarak antara pusat lapangan dengan temporal bone.
- 5) Verifikasi 5, jarak antara pusat lapangan dengan mastoid

Status verifikasi:

- Sangat baik : bila seluruh selisih panjang garis verifikasi  $\leq 0.3$  cm
- Baik : bila salah satu selisih panjang garis verifikasi  $> 0.3$  cm
- Kurang : bila hanya satu dari selisih panjang garis verifikasi yang  $\leq 0.3$  cm
- Gagal : bila seluruh dari selisih panjang garis verifikasi  $> 0.3$  cm



Distribusi frekuensi status verifikasi dari data dalam Tabel 4.3 diberikan dalam Tabel 4.4

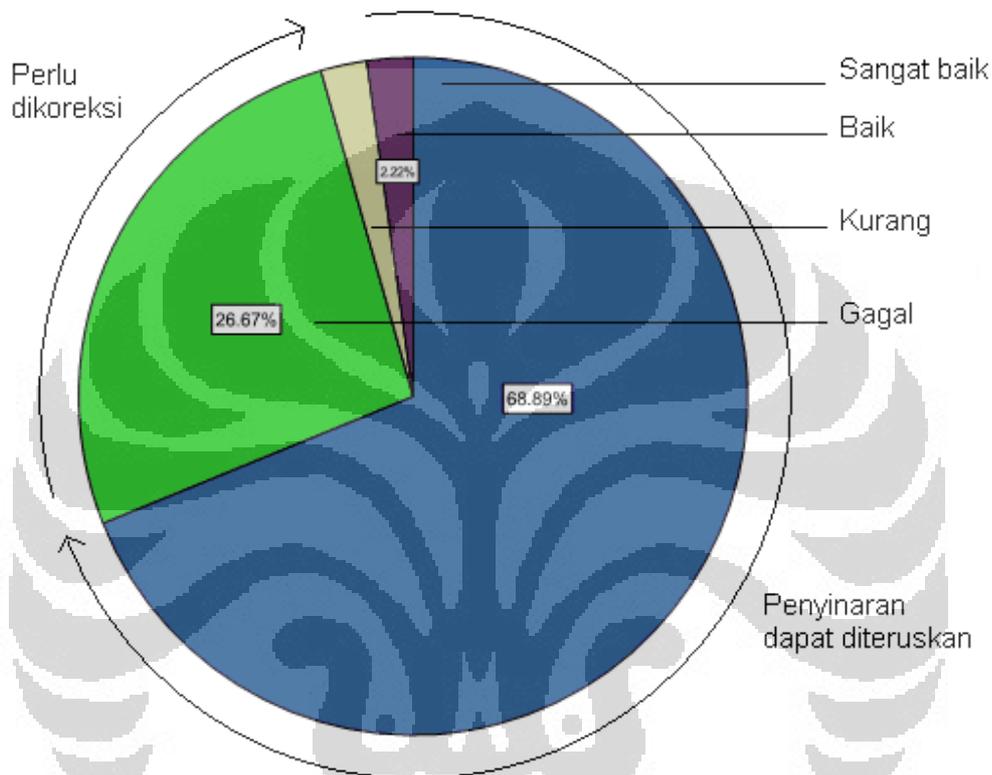
Tabel 4.4 Distribusi status verifikasi 45 kasus pasien kanker nasofaring

Status verifikasi	Jumlah pasien	Persentase (%)
Sangat baik	31	68.9
Baik	1	2.2
Kurang	1	2.2
Gagal	12	26.7
Total	45	100.0

Berbeda dengan verifikasi kasus pasien kanker serviks untuk verifikasi kasus nasofaring digunakan 5 garis acuan verifikasi dengan 4 status verifikasi : sangat baik, baik, kurang, dan gagal. Diperoleh status verifikasi baik 1 orang (2.2%) yang mempunyai ketidaktepatan masih dapat ditoleransi. Status verifikasi kurang dan gagal mencapai 13 orang (28.9%) tidak dapat ditoleransi. Dengan demikian pasien dengan status verifikasi sangat baik dan baik berjumlah 32 orang (71.1%). Walaupun diperoleh ketidakpasien tertinggi yang mencapai 1.8 cm pada hasil verifikasi, namun tingkat ketepatan penyinaran pasien kasus kanker nasofaring lebih tinggi dibandingkan kasus kanker serviks.

Tabel 4.4 menunjukkan status verifikasi sangat baik yang cukup tinggi yaitu 68.9% (31 orang). Titik acuan pada jenis kanker nasofaring yang tidak selalu sama akan memberikan tingkat verifikasi yang lebih baik karena titik referensi acuan ditetapkan pada daerah tulang yang terlihat lebih jelas (*On target ensuring geometric accuracy in radiotherapy*). Titik acuan verifikasi kanker nasofaring tergantung pada kondisi citra gammagrafi dan kondisi pasien sesuai dengan stadium kanker pasien serta penyebarannya.

Visualisasi data dalam Tabel 4.4 akan dibuat dalam bentuk diagram *pie chart*. Bentuk *pie chart* dipilih agar distribusi dan persentase dari status verifikasi dapat terlihat lebih jelas (Gambar 4.1).



Gambar 4.2 Diagram status evaluasi 45 kasus kanker nasofaring. Status dengan ketepatan penyinaran sangat baik dan baik layak untuk diterapi, sementara status verifikasi kurang dan gagal berarti penyinaran memiliki ketidaktepatan rendah dan tinggi.

Jika hasil status verifikasi sangat baik dan baik kasus kanker serviks dibandingkan dengan kanker nasofaring, maka tingkat ketepatan penyinaran radiasi kanker nasofaring lebih tinggi. Persentase ketepatan kasus nasofaring 71.11% dan kasus kanker serviks 57.77%. Perbedaan tersebut dapat disebabkan karena sebagian besar sumber data yang didapat untuk jenis kanker nasofaring merupakan data yang berasal dari rekam medik, yang artinya pasien tersebut sudah selesai menerima terapi. Pasien yang sudah selesai dengan terapi dimungkinkan untuk mendapatkan tingkat

verifikasi yang lebih tinggi, karena data tersebut sudah mendapatkan persetujuan dari dokter radioterapi dan kemungkinan juga telah memperoleh verifikasi ulang.

Selain itu dalam proses verifikasi kanker nasofaring pasien menggunakan masker. Alat masker tersebut berfungsi sebagai daerah marker pasien (agar marker tidak dilakukan pada wajah dan kepala pasien) dan juga berfungsi sebagai fiksasi. Fiksasi tersebut bertujuan agar posisi pasien terhadap lapangan dari simulator yang dibawa ke pesawat Co-60 tidak berubah. Dengan demikian kemungkinan kesalahan verifikasi menjadi lebih kecil. Untuk kasus verifikasi kanker serviks tidak terdapat alat fiksasi.



## **BAB 5**

### **PENUTUP**

#### **5.1 Kesimpulan**

Penelitian ini ingin melihat tingkat persentasi keberhasilan dalam evaluasi verifikasi lapangan radiasi kanker serviks dan nasofaring menggunakan pesawat terapi Co-60. Penelitian yang dilakukan di Rumah Sakit Ciptomangunkusumo ini secara garis besar dapat ditarik kesimpulan sebagai berikut:

- a) Melalui penelitian ini dapat disimpulkan bahwa tingkat keberhasilan verifikasi kasus kanker nasofaring lebih tinggi dibandingkan dengan kasus kanker serviks.
- b) Tingkat keberhasilan evaluasi geometri penyinaran kasus kanker serviks memiliki persentase sebesar 57.77% dari total pasien kanker serviks.
- c) Tingkat keberhasilan evaluasi geometri penyinaran kasus kanker nasofaring memiliki persentase sebesar 71.11% dari total pasien kanker nasofaring.

#### **5.2 Saran**

Penelitian mengenai evaluasi verifikasi lapangan radiasi belum banyak dilakukan sehingga masih banyak yang dapat diteliti mengenai evaluasi verifikasi lapangan radiasi. Saran terhadap penelitian selanjutnya hendaknya terdapat penelitian untuk meningkatkan kualitas citra gammagrafi untuk mempermudah dilakukannya verifikasi lapangan.

## DAFTAR REFERENSI

### I. Buku

Borras, Carl. *Organization Development Quality Assurance and Radiation Protection in Radiology Devices: Imaging and Radiation*.

ED.I, Thwaites & J.R William 1993. *Radiotherapy Physics in Practice*. New York : Oxford University Press

Faiz & Khan, M. 2003 .*The Physics of Radiation Therapy* : Lippincott Williams & Wilkins

M.K Leung, Philip.1990.*The Physical Basis of Radiotherapy* : The Ontario Cancer Institute Incorporating The Princess Margaret Hospital

M.Charles, Washington & Leaver Dennis. *Principles and Practice of Radiation Therapy*.

Murshed, Hasa. *Clinical Fundamentals for Radiation Oncology Residents*.

Podgorsak, E.B. (2005 ). *Radiation Oncology (2<sup>nd</sup> ed)* .Vienna : IAEA

Reiza, Mohammad. (2008). *Metode Penulisan Ilmiah*. Jakarta.

*Setting Up A Radiotherapy Programme : Clinical, Medical Physics, Radiation Protection and Safety Aspects* (2008). Vienna : IAEA

Cohen, Montague & Mitchell, Joseph S. (1984). *Cobalt-60 Teletherapy: A Compendium of International Practice*. Vienna : IAEA

Wheldon, T.E. *Mathematical Models in Cancer Research : Radiotherapy Damage for Normal Tissue*.

Van Dyk, Jacob. *The Modern Technology of Radiation Oncology*.

*On Target : ensuring geometric accuracy in radiotherapy*. The Royal College of Radiologist.

F. Wachsmann & G. Drexler (1976). *Graphs and Tables for Use in Radiology*. New York: Springer-Verlag Berlin Heidelberg.

M. Azam, K. Sofjan Firdausi, Sisca Silvani (2006) *Penelitian Karakterisasi Cerrobend Sebagai "Wedge Filter" Pada Pesawat Teleterapi 60Co*. Semarang. Universitas Diponegoro

Anne Waugh and Allison Grant. 2004. *Anatomy and Physiology in Health and Illness*. Spain : Elsevier

Harry A. 2002. *Penatalaksanaan Radioterapi Pada Karsinoma Nasofaring*. Medan. Universitas Sumatra Utara

Zubaidah A. 2004. *Efek Radiasi Pengion dan Non Pengion Pada Manusia*. Jakarta. Puslitbang Keselamatan Radiasi dan Biomedika Nuklir- BATAN

Charles M. Washington & Dennis Leaver. 2010. *Principles and Practicess of Radiation Therapy*. America. Elseiver.

Dr. Irwan Kreshnamurti dkk. *Radioterapi Pada Kanker Serviks*. Semarang. Universitas Sriwijaya.

John. R Cunningham. 1994. *The Physics of Radiology*. Illinois USA. Charles C Thomas

## II. Publikasi Elektronik

<http://en.wikipedia.org/wiki/Cobalt-60>,

<http://puskaradim.blogspot.com/2008/01/mutu-dan-karakteristik-citra-medik.html>

<http://cegahkankerserviks.com/>

<http://digilib.unsri.ac.id/download/Dasar-Dasar%20Radioterapi.pdf>

<http://library.usu.ac.id/download/fk/tht-hary2.pdf>

<http://www.ihc4u.com/nurse/ikan-asin-dan-kanker-nasofaring>

<http://www.meds.com/pdq/radio.html>

<http://www.ehs.utoronto.ca/services/radiation/radtraining/module3.htm>

## Lampiran 1

### Grid



**Grid**



**Pemasangan Grid**

### TRAY BOUT/ INDIVIDUAL BLOK



**Tampak Atas**



**Tampak Bawah**



**Individual Blok**



**Cerobend**



**Kaset dengan Zn**



**Pesawat Teleterapi Co-60**

## **Lampiran 2**

Data pasien kanker serviks

No pasien	Simulator (cm)				Magnifikasi simulator	Verifikasi gammagrafi (cm)				Magnifikasi gammagrafi
	1	2	3	4		1	2	3	4	
1	1.6	1.7	5.8	5.7	0.812	2.2	0.8	5.2	5.9	1.45
2	1.4	1.4	5.4	5.4	0.84	1.4	1.3	5.1	5.2	1.45
3	1.4	1.6	5.4	5.4	0.835	1.5	1.4	5.2	5.5	1.375
4	1.3	1.7	6	5.8	0.832	1.4	1.5	5.8	5.7	1.45
5	1.5	1.4	5.5	5.6	0.84	1.3	1	4.3	4.9	1.45
6	1.5	1.7	4.8	4.7	0.807	1.2	1.3	4.5	4.4	1.47
7	1.5	1.6	5.6	5.4	0.827	1.2	1.4	5.3	5.4	1.45
8	1.4	1.4	5.2	5.2	0.83	1.2	1.1	5	5.3	1.375
9	1.6	1.6	5	5	0.78	0.7	0.4	4.7	4.7	1.475
10	2.2	2.2	5.7	5.7	0.812	2.3	1.7	5.1	5.7	1.45
11	1.5	1.3	5.7	5.9	0.82	2.3	2.4	7.1	6.9	1.414
12	1.6	1.7	5.8	5.8	0.83	2.3	1	4.5	5.9	1.44
13	1.9	2.1	4.9	4.8	0.81	1.6	1.8	5.2	5.1	1.44
14	1.6	1.8	5.5	5.9	0.819	1.8	1.6	5.8	6	1.41
15	1.5	1.8	6	5.7	0.84	1.2	2.1	5.5	4.5	1.448
16	1.5	1.8	5.5	5.25	0.8	1.5	1.4	4.7	4.5	1.45
17	1.7	1.8	5.9	5.8	0.84	1.2	1.2	5.5	5.5	1.46
18	1.7	1.8	5.9	5.8	0.846	1.4	1.1	5.1	5.3	1.46
19	1.7	1.8	5.9	5.8	0.813	1.8	1.8	5.7	5.6	1.415
20	1.6	1.4	5.1	5.3	0.83	1.5	1.7	5.1	5	1.44
21	1.7	1.6	5.4	5.7	0.83	1.7	1.4	5.6	5.3	1.44
22	1.7	1.7	5.5	5.5	0.84	1.4	1.4	5.2	5	1.44
23	1.5	1.5	5.5	5.5	0.82	1.4	1.2	5.3	5.6	1.427
24	1.7	1.2	4.3	4.8	0.84	1	1.1	5.1	4.8	1.46
25	1.7	1.6	5.7	5.9	0.82	1.8	1.8	5.5	5.7	1.41
26	1.2	1.8	4.9	4.4	0.816	1.4	1.6	4.6	4.9	1.41
27	1.5	1.7	5.7	5.8	0.813	1.8	1.4	5	5.4	1.4
28	1.4	1.6	5.6	5.3	0.83	1.5	1.8	5.5	5	1.42
29	1.5	1.6	5.6	5.6	0.8	1.5	1.4	5.4	5.8	1.39
30	1.8	1.8	5.8	5.8	0.8	2.1	2.1	4.9	4.8	1.45
31	1.9	2.1	6.4	6.4	0.78	1.7	1.8	5.1	5.1	1.475
32	1.7	1.7	5.3	5.3	0.827	1.4	1.1	4.8	6.1	1.41
33	1.6	1.7	5.6	5.6	0.8	1	1.4	5.2	5.1	1.39
34	1.5	1.6	5.5	5.6	0.91	1.2	1.4	4.9	5.2	1.45
35	1.4	1.5	5.5	5.5	0.84	2.2	1	4.5	5.9	1.45
36	1.6	1.6	5.7	5.4	0.83	1.4	1.3	5.4	5.5	1.45
37	1.7	1.6	5.6	5.6	0.86	1.3	1.3	5.5	5.6	1.43
38	1.8	1.9	6.2	6.1	0.82	1.5	1.7	6.2	6	1.45
39	2.3	1.9	4.8	4.8	0.84	1.9	1.7	4.8	4.8	1.487
40	1.4	1.4	4.8	4.9	0.85	1.7	1.7	4.5	4.7	1.475
41	1.8	1.8	5.5	5.5	0.82	1.5	1.5	5.2	5.3	1.42
42	1.7	1.7	5.1	5.1	0.89	1.7	1.4	4.9	5.2	1.44
43	1.9	1.9	5.6	5.6	0.8	1.8	1.7	5.5	5.7	1.45

44	1.8	1.9	5.6	5.5	0.833	1.8	1.8	5.4	5.4	1.45
45	6.5	6.2	2.2	2.4	0.74	5.5	5.1	1.7	1.8	1.46

Keterangan:

1 : Jarak garis verifikasi Batas lapangan ke Pelvic Ring simulator dan gammagrafi (Right) melalui proses magnifikasi.

2 : Jarak garis verifikasi Batas lapangan ke Pelvic Ring simulator dan gammagrafi (Left) melalui proses magnifikasi.

3 : Jarak garis verifikasi Sentralisasi ke Pelvic Ring simulator dan gammagrafi (Right) melalui proses magnifikasi.

4 : Jarak garis verifikasi Sentralisasi ke Pelvic Ring simulator dan gammagrafi (Left) melalui proses magnifikasi.

Data pasien kanker nasofaring

No pasien	Simulator (cm)					Magnifikasi simulator	Verifikasi gammagrafi (cm)					Magnifikasi gammagrafi
	1	2	3	4	5		1	2	3	4	5	
1	5.7	2.8				0.92	5.8	2.7				1.45
2	9	1.3				0.89	1.3	8.9				1.55
3		3.1		4.9		0.9		2.4		6.7		1.475
4	8.5		7			0.88	8.6		6.8			1.5
5		3.8	7.1			0.91		3.5	6.9			1.475
6		4.3		4		0.91		4.9		5.3		1.48
7		4.3		3.8	8.2	0.927		4.5		3.8	7.9	1.475
8		5.8			5.2	0.9		6			5.3	1.475
9		4.4		7.4	5.2	0.9		5.5		8.1		1.437
10		6.1		3.1	5.5	0.9		5.5		2.8	5.6	1.475
11		4.5		2.3	5.5	0.91		4.7	2.5		5.6	1.475
12	6.7	4.1			4.4	0.73	6.6	4.2			4.2	1.48
13		6		7.9	6.4	0.896		6.1		8.1	6.1	1.475
14		5.4			4	0.92		5.4			4.2	1.4875
15	8.3	5.4			4.9	0.92	8.5	5.3			5.1	1.475
16	6				6.6	0.91	6.9				8.3	1.375

17	7.1			3.1		0.91	7.1			3.4		1.475
18	7.8			3.5	6	0.92	7.6			3.2	6.3	1.5875
19		5.7			4.5	0.92		4.7			3.4	1.475
20		2.9			8.3	0.865		2.7			8.3	1.475
21		4.3			5	0.92		3.6			5.5	1.35
22		2.9			8.3	0.865		2.7			8.3	1.475
23	8.4	6.2		6.2		0.89	8.5	6.3		5.9		1.475
24				5.7	5.4	0.9				4.7	5.8	1.475
25		5.4		4.8	5.9	0.93		5.3		5.4	5.8	1.475
26		2.1			1.3	0.91		2			1.3	1.475
27	8.1	5.9				0.93	7.2	5.2				1.45
28	5	4.6				0.94	4.8	4.6				1.475
29			7.6		5.2	0.95			7.3		5	1.475
30	5.5	6		5.7		0.96	5.5	5.8		5.5		1.475
31	5	5.3			5	0.9	4.7	5.1			4.7	1.475
32		6.4	8.9	3.1		0.89		7.2	9.8	3.8		1.53
33		6.5			5.1	0.93		6.5			5.2	1.375
34		6.9		9.1	7	0.87		7		8.9	7	1.41
35	7.6	5.8			6	0.92	7.8	7.8			6.1	1.475
36		7.2		4.7	7	0.88		7.3		5	6.7	1.487
37	6.7	6.7		5.6		0.92	6.9	6.5		5.8		1.375
38	7.8	6.1		4.5		0.9	7.8	6.2		4.6		1.45
39		3.8	5.5			0.9		5.1	6.6			1.35
40	6.7	8.2				0.92	6.9	8.2				1.3
41		5		5.5		0.9		4.6		4.9		1.387
42	5.6	4.6		6.1		0.9	5.8	4.7		6.2		1.375

43	6.1	3.9			0.9	0.9	6.3	3.9			0.8	1.43
44	6.2	5.9			6	0.92	6.1	4.8			5.1	1.475
45		7.2	8.9	4.9		0.9		7.1	8.8	4.9		1.475

**Keterangan:**

1 : Jarak garis verifikasi Sentralisasi ke blok mata simulator dan gammagrafi melalui proses magnifikasi.

2 : Jarak garis verifikasi Sentralisasi ke maksilaris / mandibula simulator dan gammagrafi melalui proses magnifikasi.

3 : Jarak garis verifikasi Sentralisasi ke nasal bone simulator dan gammagrafi melalui proses magnifikasi.

4 : Jarak garis verifikasi Sentralisasi ke temporal bone simulator dan gammagrafi melalui proses magnifikasi.

5 : Jarak garis verifikasi Sentralisasi ke mastoid simulator dan gammagrafi melalui proses magnifikasi.

**Lampiran 3**

**Tingkat verifikasi gammagrafi tiap bulan di RSCM tahun 2009**

No.	Bulan	Tingkat Verifikasi gammagrafi
1.	April	21.62 %
2.	Mei	18.75 %
3.	Juni	56.09 %
4.	Juli	50 %
5.	Agustus	88 %
6.	September	86.4 %
7.	Oktober	75 %
8.	November	93 %
9.	Desember	77 %

Tingkat verifikasi pada bulan april sampai juli masih sedikit dilakukan verifikasi. Bulan agustus hingga desember radiografer mencoba untuk melakukan verifikasi pada setiap pasien, kenaikan ataupun penurunan dari persentasi verifikasi dari bulan agustus hingga desember disebabkan karena tidak semua jenis kanker dapat diverifikasi menggunakan gammagrafi (contoh terdapat kemungkinan untuk

bulan oktober dan desember yang persentasenya sekitar 70% memiliki pasien dengan jenis kanker payudara atau tulang belakang sehingga tidak dilakukan verifikasi)

Payudara tidak diverifikasi karena angle gantri sering kali bertabrakan dengan tubuh pasien atau dengan meja pasien sehingga gambar yang dihasilkan sangat tidak baik. Tulang belakang tidak diverifikasi karena: pada dasarnya kanker tulang belakang merupakan metastase dari jenis kanker yang lain, kebanyakan dari penderita kanker tulang belakang hanya dilakukan terapi paliatif yaitu untuk mengurangi rasa sakit penderita saja dan tidak bertujuan untuk menyembuhkan si pasien (kuratif). Dengan kondisi pasien yang sudah cukup menderita rasanya kasian jika pasien harus dikenakan sinar radiasi untuk memastikan besar lapangan yang akan diterapi.

