

II.4.6 Dosis ekivalen efektif (E) .....	15
II.5 Efek Paparan Radiasi .....	16
BAB III .....	20
METODE PENELITIAN .....	20
III.1 Jenis Penelitian .....	20
III.2 Lokasi dan Waktu Penelitian .....	20
III.3 Sampel Penelitian .....	20
III.4 Analisis Data Penelitian .....	21
III.5 Bagan Alur Penelitian .....	22
BAB IV .....	23
HASIL DAN PEMBAHASAN .....	23
BAB V .....	35
PENUTUP .....	35
V.1 Kesimpulan .....	35
V.2 Saran .....	35
DAFTAR PUSTAKA .....	35

## DAFTAR TABEL

<b>Tabel 2.1</b> Klasifikasi Stadium Kanker Servik menurut FIGO .....	6
<b>Tabel 2.2</b> Comparison of the TNM and Jawett-Stong-Marshall Staging System .....	7
<b>Tabel 2.3</b> Pengelompokan Stadium Kanker Payudara .....	8
<b>Tabel 2.4</b> Pengelompokan Stadium Kanker Nasofaring .....	9
<b>Tabel 2.5</b> Pengelompokan Stadium Kanker Prostat .....	9
<b>Tabel 2.6</b> Perubahan Kulit Akut Dengan Dosis Radiasi Lokal .....	19
<b>Tabel 4.1</b> Karakteristik sampel .....	23
<b>Tabel 4.2</b> Dosis yang digunakan dalam radioterapi .....	30

## DAFTAR GAMBAR

<b>Gambar 2.1</b> Korelasi tingkat invasi tumor dengan sistem pementasan TNM dari Uni Internasional terhadap Kanker dan sistem pementasan Jewett Strong-Marshal .....	8
<b>Gambar 2.2</b> Lapisan-lapisan dan apendiks kulit.....	17
<b>Gambar 3.1</b> Pesawat LINAC RSU Pendidikan UNHAS .....	20
<b>Gambar 3.2</b> Ilustrasi perhitungan dosis radiasi yang diterima oleh kulit ( $D_{max}$ ) .....	21
<b>Gambar 3.3</b> Alur Penelitian.....	22
<b>Gambar 4.1</b> Hubungan antara variabel jenis kanker dengan stadium kanker ....	24
<b>Gambar 4.2</b> Hubungan antara variabel fraksinasi dosis dengan jenis kanker .....	27
<b>Gambar 4.3</b> Kondisi kulit pasien setelah fraksinasi .....	32

## DAFTAR LAMPIRAN

<b>LAMPIRAN 1</b>	Data Pasien Berdasarkan Umur .....	41
<b>LAMPIRAN 2</b>	Data Pasien Berdasarkan Jenis Kanker Dan Stadium .....	46
<b>LAMPIRAN 3</b>	Data Pasien Berdasarkan Fraksinasi Dosis Dan Jenis Kanker .....	52
<b>LAMPIRAN 4</b>	Dosis Radiasi Yang Diserap Oleh Kulit Per Fraksinasi.....	58
<b>LAMPIRAN 5</b>	Peralatan Linac Accelator Dalam Kondisi Penyinaran Tanpa Pasien .....	59
<b>LAMPIRAN 6</b>	Peralatan Linac Accelator Dalam Kondisi Pengaturan Posisi Pasien .....	60
<b>LAMPIRAN 7</b>	Warna Kulit Pasien Waktu Pertama Kali Fraksinasi .....	61
<b>LAMPIRAN 8</b>	Warna Kulit Pasien Fraksinasi 10 Kali .....	62
<b>LAMPIRAN 9</b>	Posisi Tegak Lurus .....	63
<b>LAMPIRAN 10</b>	Proses Penyinaran Pasien.....	64
<b>LAMPIRAN 11</b>	Proses Monitoring Pada Saat Pemeriksaan Berlangsung.....	65

## **BAB I**

### **PENDAHULUAN**

#### **I.1 Latar Belakang**

Kanker merupakan penyakit yang berbahaya dan penyebab kematian tertinggi di Indonesia bahkan dunia [1]. Dalam beberapa tahun ini, angka kejadian kasus kanker meningkat tajam dan kasus kematian diperkirakan mencapai 10 juta di tahun 2020, dan diprediksi akan terus meningkat [2]. Hal ini menjadikan kanker sebagai salah satu isu penting dalam bidang kesehatan masyarakat di seluruh dunia. Beberapa metode pengobatan yang dapat digunakan ketika terdeteksi penyakit kanker adalah pembedahan, kemoterapi dan radioterapi.

Pembedahan merupakan terapi yang paling awal dikenal untuk pengobatan kanker [3]. Namun, tidak semua jenis kanker harus melalui operasi atau pembedahan, semua tergantung jenis kanker, tingkat stadium sampai lokasi kanker. Tindakan pembedahan atau operasi ini memang lazim dilakukan oleh dokter onkologi dalam rangka menghambat atau bahkan mengobati penyakit kanker tersebut. Sebenarnya tindakan pembedahan ini mempunyai tujuan yang bermacam - macam.

Tujuan pembedahan yang pertama untuk mendiagnosis (jinak/benigna atau ganas/maligna serta jenis sel kanker), yang biasa dikenal dengan cara biopsi yaitu mengangkat sejumlah jaringan untuk menghambat laju pertumbuhan kanker, ataupun mengangkat seluruh jaringan, sedangkan tujuan yang kedua adalah untuk pengobatan, yaitu mengangkat kanker yang menjadi penyebabnya. Dalam pembedahan kanker tujuan ketiga adalah guna penetapan tahapan (*surgical staging*). Di kanker ovarium, tahapan IA atau IB, tidak memerlukan pengobatan adjuvant setelah pembedahan, sedangkan tahapan IC atau lebih diperlukan pengobatan tersebut yaitu kemoterapi gabungan. Contoh lain jenis kanker limfoma atau kelenjar getah bening tidak akan sembuh jika melalui proses pembedahan atau operasi, sehingga memerlukan pengobatan lain yaitu kemoterapi

atau radioterapi secara teratur. Kemoterapi bertujuan untuk menghilangkan seluruh sel kanker di dalam tubuh, khususnya di dalam rongga perut [4].

Kemoterapi adalah cara mengobati kanker dengan menggunakan bahan kimia yang dimasukkan ke dalam aliran darah, baik secara oral maupun intravena. Bahan kimia ini akan beredar ke seluruh tubuh untuk menghancurkan sel kanker metastatik. Penggunaan bahan kimia dalam kemoterapi dapat mengganggu metabolisme dan fungsi organ tubuh, seperti mual, tidak nafsu makan, demam, diare, dan lain-lainnya [5].

Metode pengobatan selanjutnya adalah radioterapi. Radioterapi menggunakan radiasi ionik, yang langsung ditembak pada sel kanker. Metode ini tidak memerlukan pembedahan dan dilakukan dalam waktu singkat. Akibatnya radioterapi merupakan pilihan jika lokasi dan ukuran sel kanker diketahui.

Radioterapi dapat dibedakan menjadi dua jenis, yaitu radioterapi kuratif, yang bertujuan untuk membunuh sel kanker, dan radioterapi paliatif, yang digunakan untuk mengatasi ketidaknyamanan pasien, seperti kesulitan bernapas karena sel kanker telah menekan paru-paru, kesulitan buang air kecil karena kanker, sel-sel yang menekan saluran kemih [6]. Tujuan kedua jenis terapi tersebut berbeda, oleh sebab itu dosis radiasi yang digunakan juga berbeda. Radioterapi kuratif menggunakan dosis total yang lebih tinggi dan diberikan selama beberapa minggu. Sebaliknya, radioterapi paliatif menggunakan dosis total yang lebih kecil dengan waktu yang lebih singkat.

Beberapa jenis kanker dapat ditemukan di tubuh bagian dalam, seperti kanker servik, payudara, prostat, nasofaring, kandung kemih dan lain-lain sebagainya. Radioterapi yang digunakan untuk jenis kanker ini adalah radioterapi internal (*brachiterapy*) dan radioterapi eksternal. Radioterapi internal menggunakan sumber radiasi dalam bentuk bahan radioaktif yang diletakkan di dekat atau di dalam sel kanker untuk beberapa waktu. Cara ini memerlukan pembedahan ringan sehingga tidak banyak dipilih. Radioterapi eksternal merupakan metode yang banyak diminati karena prosedur lebih sederhana, tidak memerlukan pembedahan dan pasien tidak memerlukan rawat inap.

Menurut penelitian Sandra demaria (2020), bahwa jaringan yang terpapar oleh radiasi ionik pada radioterapi eksternal adalah kulit. Kulit adalah pelindung terluar tubuh dari panas dan mengatur panas tubuh, benturan, dan bahan kimia. Kulit juga mempunyai sifat radiosensitif, khususnya pada jaringan keratinosit pada lapisan kulit terluar. Keratinosit merupakan sel yang radiosensitive karena sel ini mempunyai umur yang singkat dan sel ini cepat mengalami kerusakan serta melakukan perbaikan sel (*proliferasi*). Akibatnya paparan dosis total radiasi yang besar ( $> 30$  Gy) akan menyebabkan kematian sel, sehingga dilakukan fraksinasi dengan tujuan meminimalisasi efek samping paparan radiasi pada kulit. Walaupun demikian dosis per fraksinasi masih tergolong tinggi yaitu antara 2 – 8 Gy dengan jeda waktu pemberian yang singkat atau per hari. Pemberian secara fraksinasi diharapkan rasio radioterapi yang optimal dapat dicapai, sehingga prinsip dalam radioterapi untuk mematikan sebanyak mungkin sel tumor/kanker dapat dicapai dengan tetap melindungi semaksimal mungkin jaringan sehat disekitarnya [7].

Menurut penelitian Jin song wang *et al.* (2018), fokus pada hubungan antara radiasi dan keadaan biologi kanker. Tujuannya untuk menjelaskan efek radiasi pada struktur biologi dan tingkah laku sel kanker, sehingga dapat menolong dokter untuk menggunakan radioterapi secara efektif yaitu maksimal merusak sel kanker tetapi jaringan sehat mendapat efek minimal. Radiasi dapat merusak DNA, organel, dan membran sel atau merubah kekebalan dan lingkungan kecil sel kanker supaya sel kanker melakukan apoptosis, proliferasi, diferensiasi, migrasi dan fungsi biologi. Dan juga dapat mencegah imun tubuh merespon yang menginisiasi perkembangan sel kanker. Jadi di masa depan, ada dua factor utama pada *treatment* kanker yaitu radiasi dan imunoterapi. Untuk mendapatkan hasil maksimal, digunakan radioterapi dosis rendah untuk merusak struktur biologi sel kanker, dan imunoterapi (kemoterapi) untuk mencegah imun tubuh menginisiasi pertumbuhan sel kanker. [8]. Hingga saat ini penelitian umumnya fokus pada penurunan pertumbuhan sel kanker atau mematikan sel kanker, sehingga efek samping paparan radiasi yang terjadi pada kulit (khususnya pada kanker organ dalam) tidak mendapatkan perhatian.

Berdasarkan latar belakang tersebut diatas maka penelitian ini akan dilakukan analisis efek paparan radiasi pada kulit akibat radioterapi eksternal. Analisis mencakup pemilihan laju dosis pada terapi paliatif dan kuratif untuk kasus kanker servik, payudara, nasofaring, prostat dan kandung kemih.

### **I.2 Rumusan Masalah**

1. Bagaimana analisis dosis maksimum yang diterima permukaan kulit?
2. Bagaimana pemilihan laju dosis untuk meminimalisasi efek paparan radiasi pada kulit?

### **I.3 Tujuan Penelitian**

1. Untuk menganalisis dosis maksimum yang diterima permukaan kulit
2. Untuk menganalisis laju dosis untuk meminimalisasi efek paparan radiasi pada kulit

### **I.4 Manfaat Penelitian**

Penelitian ini diharapkan mampu untuk memberikan informasi mengenai efek samping radioterapi eksternal pada kulit yang dapat dialami oleh pasien kanker.



## BAB II

### TINJAUAN PUSTAKA

#### II.1 Kanker

Tumor (dalam bahasa latin artinya "pembengkakan") merupakan sekelompok sel abnormal yang terbentuk hasil proses pembelahan sel yang berlebihan dan tidak terkoordinasi. Dalam bahasa medisnya, tumor dikenal sebagai neoplasia. "Neo" berarti "baru", "plasia" berarti "pertumbuhan" atau "pembelahan". Neoplasia mengacu pada pertumbuhan sel-sel di sekitarnya yang normal. Berdasarkan pengertian tumor diatas, tumor dibagi menjadi dua golongan besar, yaitu tumor jinak (*benign*) dan tumor ganas (*balignan*) atau kanker. Jenis–Jenis kanker diklasifikasikan sebagai berikut [9]:

- Limfoma. Limfoma adalah jenis kanker yang berasal dari jaringan yang membentuk darah, misalnya jaringan limfe, lacteal, limfa, timus dan sumsum tulang. Limfoma spesifik antara lain adalah penyakit *hodgkin* (kanker kelenjar limfe dan limfa).
- Leukimia. Kanker ini tidak berbentuk massa tumor, tetapi memenuhi pembuluh darah dan mengganggu fungsi sel darah normal.
- Sarkoma. Sarkoma adalah jenis kanker pada jaringan penunjang yang berada di permukaan tubuh, seperti jaringan ikat, termasuk sel-sel yang ditemukan di otot dan tulang. Sarcoma merupakan kanker sel mesodermal, sel yang membentuk otot-otot dan jaringan penghubung. Contoh adalah *lelomyosarcoma* (kanker otot halus yang ditemukan pada dinding organ pencernaan) dan *osteosarcoma* (kanker tulang).
- *Glioma*. *Glioma* merupakan kanker susunan saraf, misalnya sel-sel glia (jaringan penunjang) di susunan saraf pusat.
- Karsinoma. Karsinoma merupakan jenis kanker yang berasal dari sel yang melapisi permukaan tubuh atau permukaan saluran tubuh, misalnya jaringan seperti sel kulit, testis, ovarium, kelenjar mucus, sel melanin, payudara, leher rahim, kolon, rektum, lambung, pankreas dan esophagus. Contoh karsinoma adalah kanker kulit, kanker paru-paru, kanker usus, kanker payudara, kanker

prostat dan kanker kelenjar tiroid.

## II.2 Stadium Kanker

Penentuan stadium dibutuhkan untuk menentukan perluasan penyakit secara anatomi. Sistem yang umum dipakai adalah TNM (*Tumor-NodeMetastasis staging system*). Untuk menentukan stadium kanker perlu dilakukan pemeriksaan seperti sistoskopi, pielografi intravena, komputer tomografi pelvis/abdomen, magnetic resonance imaging (dengan akurasi 85-94%), ultrasonografi, *scan* tulang, foto toraks, dan pemeriksaan laboratorium (darah lengkap, ureum, kreatinin, *kalsium*, dan alkali fosfatase). Stadium kanker ditentukan berdasarkan Sistem Klasifikasi TNM *American Joint Committee on Cancer* (AJCC) [10], dan perbandingan pada tabel 2.1 (stadium kanker servik), tabel 2.2 (stadium kanker prostat), tabel 2.3 (stadium kanker payudara), tabel 2.4 (stadium kanker nasofaring) dan tabel 2.5 (stadium kanker kandung kemih).

**Tabel 2.1** Klasifikasi Stadium Kanker Servik menurut FIGO

0	Karsinoma in situ (karsinoma preinvasive)
I	Karsinoma serviks terbatas di uterus (ekstensi ke korpus uterus dapat diabaikan)
IA	Karsinoma invasif didiagnosis hanya dengan mikroskop. Semua lesi yang terlihat secara makroskopik, meskipun invasi hanya superfisial, dimasukkan ke dalam stadium IB
IA1	Invasi stroma tidak lebih dari 3,0 mm kedalamannya dan 7,0 mm atau kurang pada ukuran secara horizontal
IA2	Invasi stroma lebih dari 3,0 mm dan tidak lebih dari 5,0mm dengan penyebaran horizontal 7,0 mm atau kurang
IB	Lesi terlihat secara klinik dan terbatas di serviks atau secara mikroskopik lesi lebih besar dari IA2
IB1	Lesi terlihat secara klinik berukuran dengan diameter terbesar 4,0 cm atau kurang
IB2	Lesi terlihat secara klinik berukuran dengan diameter terbesar lebih dari 4,0 cm
II	Invasi tumor keluar dari uterus tetapi tidak sampai ke dinding panggul atau mencapai 1/3 bawah vagina

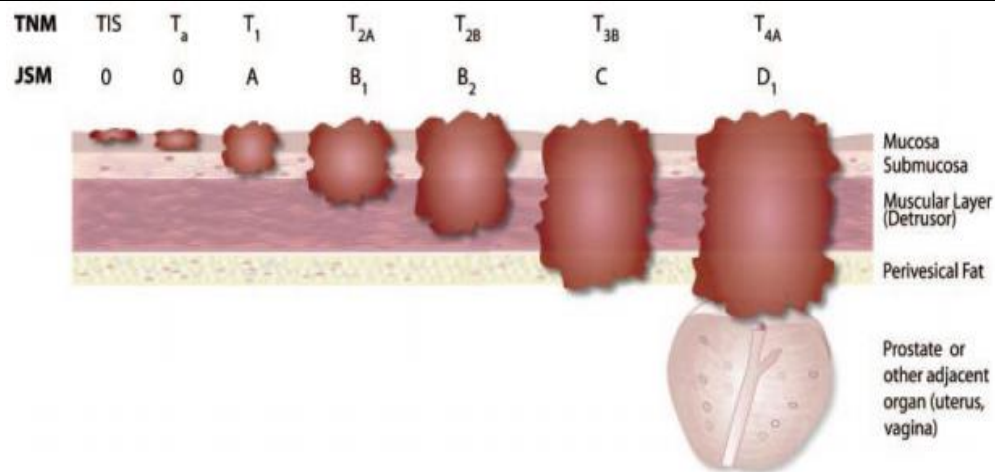
IIA	Tanpa invasi ke parametrium
IIA1	Lesi terlihat secara klinik berukuran dengan diameter terbesar 4,0 cm atau kurang
IIA2	Lesi terlihat secara klinik berukuran dengan diameter terbesar lebih dari 4,0 cm
IIB	Tumor dengan invasi ke parametrium
III	Tumor meluas ke dinding panggul/ atau mencapai 1/3 bawah vagina dan/atau menimbulkan hidronefrosis atau afungsi ginjal
IIIA	Tumor mengenai 1/3 bawah vagina tetapi tidak mencapai dinding panggul
IIIB	Tumor meluas sampai ke dinding panggul dan / atau menimbulkan hidronefrosis atau afungsi ginjal
IVA	Tumor menginvasi mukosa kandung kemih atau rektum dan/atau meluas keluar panggul kecil ( <i>true pelvis</i> )
IVB	Metastasis jauh (termasuk penyebaran pada peritoneal, keterlibatan dari kelenjar getah bening supraklavikula, mediastinal, atau paraaorta, paru, hati, atau tulang)

**Tabel 2.2** Perbandingan sistem staging TNM dan Jawett-Stong-Marshall [11]

TNM*Stadium	JSM+Stadium	Defenisi
TIS	0	Karsinoma in situ, terbatas pada mukosa
Ta		Tumor terbatas pada mukosa
T <sub>1</sub>	A	Filtrasi lamina propria
T <sub>2</sub> A	B <sub>1</sub>	Perluasan ke lapisan otot superfisial
T <sub>2</sub> B	B <sub>2</sub>	Perluasan ke lapisan otot dalam
T <sub>3</sub> A	C	Filtrasi lemak perivesikal (mikroskopis)
T <sub>3</sub> B		filtrasi lemak perivesikal (makroskopik)
T <sub>4</sub> A	D <sub>1</sub>	Invasi ke prostat, uterus, atau vagina
T <sub>4</sub> B		Invasi ke dinding panggul atau perut
N <sub>0</sub>		Metastasis kelenjar getah bening
N <sub>1</sub>		Metastasis ke mode limfa tunggal ≤ 2cm dalam dimensi terbesar
N <sub>2</sub>		Metastasis ke mode limfa tunggal ≤ 2 cm tetapi ≤ 5 cm dalam dimensi terbesar atau ke beberapa kelenjar getah bening
N <sub>3</sub>		Metastasis ke kelenjar getah bening > 5 cm dalam dimensi terbesar
M <sub>0</sub>		Tidak ada metastasis jauh
M <sub>1</sub>	D <sub>2</sub>	Metastasis jauh

\*Menurut system pementasan TNM melawan kanker

+JSM = Jewn-Strong-Marshall.



**Gambar 2.1.** Korelasi tingkat invasi tumor dengan sistem pementasan TNM dari Uni Internasional terhadap Kanker dan sistem pementasan Jewett Strong-Marshall (JSM) [12]

**Tabel 2.3** Pengelompokan Stadium Kanker Payudara [13]

Stadium	T	N	M
Stadium 0	Tis	N0	M0
Stadium IA	T1	N0	M0
Stadium IB	T0	N1mic	M0
	T1	N1mic	M0
Stadium IIA	T0	N1	M0
	T1	N1	M0
	T2	N0	M0
Stadium IIB	T2	N1	M0
	T3	N0	M0
Stadium IIIA	T0	N2	M0
	T1	N2	M0
	T2	N2	M0
	T3	N1-N2	M0
Stadium IIIB	T4	N1-N2	M0
Stadium IIIC	Semua T	N3	M0
Stadium IV	Semua T	Semua N	M1

**Tabel 2.4** Pengelompokan Stadium Kanker Nasofaring [14]

		<b>Tis</b>	<b>T1</b>	<b>T2</b>	<b>T3</b>	<b>T4</b>
<b>MO</b>	<b>NO</b>	0	I	II	III	IVA
	<b>N1</b>		II	II	III	IVA
	<b>N2</b>		III	III	III	IVA
	<b>N3</b>		IVB	IVB	IVB	IVB
<b>M1</b>			IVC	IVC	IVC	IVC

**Tabel 2.5** Pengelompokan Stadium Kanker Prostat [15]

Group I	T1a-T2a	N0	M0	PSA<10
Group IIA	T1a-c	N0	M0	PSA<20
	T1a-T2a	N0	M0	PSA≥10,<20
	T2a	N0	M0	PSA<20
	T2b	N0	M0	PSA<20
Group IIB	T2c	N0	M0	Semua PSA
	T1-2	N0	M0	PSA≥10
	T1-2	N0	M0	Semua PSA
Group III	T3a-b	N0	M0	Semua PSA
Group IV	T4	N0	M0	Semua PSA
	Any T	N1	M0	Semua PSA
	Any T	Any N	M1	Semua PSA

Beberapa faktor resiko penyebab utama kanker menurut Kementerian Kesehatan Republik Indonesia adalah sebagai berikut:

1. Jenis kelamin
2. Ras
3. Usia (30-50) tahun
4. Makanan
5. Infeksi Virus
6. Riwayat keluarga (Gen)
7. Rokok, dan
8. Minuman beralkohol.

## II.3 Radioterapi

Radioterapi atau yang disebut terapi radiasi adalah pengobatan yang terutama ditujukan untuk penyakit keganasan dengan menggunakan sinar pengion. Prinsip dari radioterapi yaitu untuk memberikan dosis radiasi yang tepat dan terukur pada volume tumor yang ditentukan dan untuk menghindari atau mengurangi kerusakan jaringan sehat disekitarnya seminimal mungkin.

Secara garis besar teknik radioterapi digolongkan menjadi 2:

- a. Radiasi Eksternal (*Teletherapy*). Radiasi eksternal adalah terapi dengan menggunakan radiasi yang berasal dari sumber di luar tubuh. Antara sumber radiasi dan target terdapat jarak yaitu lebih kurang 90 cm. Metode ini digunakan sebelum dilakukan radioterapi internal.
- b. Radiasi Internal (*Brachytherapy*). Radiasi internal adalah pengobatan radiasi dengan mendekatkan sumber radiasi ke sel kanker. Penempatan sumber radiasi ini umumnya dalam waktu tertentu, bila dosis radiasi yang direncanakan telah tercapai maka sumber radiasi ini diangkat kembali [10].

Pada radioterapi eksternal digunakan radiasi yang dapat menembus jaringan yaitu sinar X, electron yang dipercepat ataupun proton yang dipercepat. Radiasi ini dapat menembus kulit dan masuk ke dalam tubuh. Akibat paparan radiasi ini dapat menimbulkan efek deterministik yang bergantung pada dosis. Untuk dosis tinggi (~100 Gy) akan menghasilkan 100% kemungkinan kematian dalam beberapa jam setelah paparan radiasi. Dosis iradiasi tubuh total di mana kematian akan terjadi pada 50% individu (LD50) adalah 3-4 Gy, seperti yang terjadi kasus bom hiroshima nagasaki. [16] Disisi lain, kematian sel diperlukan pada radioterapi sehingga dosis yang digunakan pada radioterapi adalah dosis tinggi (> 50 Gy). Akibatnya digunakan pemecahan dosis (fraksinasi) dengan tujuan untuk melindungi jaringan normal yang dapat terpapar radiasi ionik secara tidak langsung tetapi dapat memaksimalkan efek radiasi pada sel kanker.

Dalam pelaksanaannya radioterapi memiliki dua tujuan yaitu kuratif dan paliatif [17]

### II.3.1 Radioterapi Kuratif

Terapi radiasi dengan tujuan pemusnahan kanker secara total dikenal

sebagai radioterapi kuratif. Radioterapi kuratif diberikan untuk tumor yang radiosensitif, yang tidak memungkinkan dilakukan pengangkatan sel kanker atau pasien menolak operasi.

Radioterapi dilakukan pada sel kanker yang letaknya sudah diketahui dan dimulai pada stadium II, yaitu sel kanker sudah membesar di organ asal dan sudah menyebar ke jaringan di sekitarnya, tetapi belum menyerang organ lain di dalam tubuh.

Keadaan sel kanker stadium II, misalkan pada kanker payudara, sel kanker mempunyai ukuran 2–5 cm dan kemungkinan sudah menyerang kelenjar getah bening. Contoh lainnya yaitu stadium II pada kanker paru-paru dikatakan bila sel kanker telah memasuki bronkus utama tetapi belum mencapai *carina*. Berikutnya stadium II pada kanker serviks yaitu sel kanker telah mempunyai ukuran kanker yang kurang lebih 4 cm dan penyebaran kanker hingga sekitar leher rahim, tetapi belum mencapai dinding panggul. Keadaan sel kanker yang telah di uraikan diatas tidak memungkinkan dilakukan pengangkatan melalui pembedahan.

### **II.3.2 Radioterapi Paliatif**

Terapi radiasi paliatif adalah bentuk pengobatan pada pasien mulai stadium II hingga stadium lanjut. Saat itu sel kanker telah menimbulkan gejala hingga mengganggu kenyamanan pasien, misalkan nyeri, terjadinya penyumbatan, mengganggu proses urinasi dan pengeluaran feses, serta hal lain yang berakibat pada terjadinya pendarahan dalam jumlah banyak. Tujuan terapi paliatif adalah untuk menjaga kualitas hidup pasien di sisa hidupnya dengan menghilangkan keluhan dan gejala sehingga pasien dapat hidup dengan lebih nyaman.

### **II.4 Parameter Radioterapi**

Radioterapi berbeda dengan radiodiagnostik, khususnya dalam dosis. Tujuan radioterapi seperti diketahui adalah mengurangi ukuran sel kanker atau membunuh sel kanker, sedangkan radiodiagnostik hanya merupakan perpanjangan mata untuk melihat kondisi organ. Oleh sebab itu dosis yang digunakan pada radioterapi lebih besar dari pada dosis yang digunakan pada radiodiagnostik, sehingga istilah dosis

rendah dan dosis tinggi pada keduanya akan sangat berbeda.

#### II.4.1 Dosis Rendah dan Dosis Tinggi

Dosis rendah yang digunakan pada radioterapi adalah 0,4 – 2 Gy/h [18]. Dosis ini ditujukan pada radioterapi eksternal dengan sumber elektron dan proton. Tujuan dari pemberian ini adalah untuk meminimalkan kerusakan pada jaringan sehat sekitar kanker. Biasanya diberikan pada terapi kuratif dengan pertimbangan kondisi pasien dalam keadaan baik.

Dosis tinggi yang digunakan pada radioterapi adalah > 2 Gy/h [18] yang umumnya dilakukan pada terapi paliatif. Tujuan dari pemberian dosis tinggi adalah untuk mengecilkan sel kanker secara cepat agar tidak mengganggu organ lain atau sekitarnya.

#### II.4.2 Laju Dosis

Laju dosis digunakan dalam perhitungan dosis dalam radioterapi karena mempertimbangkan jumlah foton yang interaksi dengan sel kanker ataupun sel jaringan sekitarnya. Sel pada setiap jaringan mempunyai perbedaan waktu siklus kehidupan. Sel yang berada dekat permukaan mempunyai waktu siklus yang lebih pendek dibandingkan dengan sel yang berada dibagian dalam atau organ. Misalkan sel kulit mempunyai waktu siklus dalam hitungan jam sedangkan sel pada organ ginjal mempunyai waktu siklus dalam hitungan bulan. Oleh sebab itu jumlah foton radiasi yang mengenai sel kulit akan lebih besar dibandingkan dengan jumlah foton radiasi yang mengenai sel organ ginjal. Akibatnya efek paparan radiasi pada sel kulit akan lebih besar. [19]

Dosis ( $D_{max}$ ) pada kulit dihitung menggunakan persamaan (2.1)[20]

$$\frac{\text{Dosis pada titik A}}{\text{PDD pada titik A}} = \frac{\text{Dosis pada } D_{max}}{\text{PDD pada titik } D_{max}} \quad (2.1)$$

dengan PDD adalah Persentase Kedalaman Dosis [20]

Dari rumus persamaan (1) akan diperoleh  $D_{max}$  (Dosis permukaan kulit) dengan satuan Gray, apabila hasil perhitungan tersebut dikonversikan ke energi yang di serap kulit dalam satuan Mev/kg maka digunakan:



$$\begin{aligned}
 1 \text{ Gy} &= 1 \text{ Sv} \\
 &= 0,001 \text{ Joule/gram} \\
 &= 10^{-3} \text{ Joule/gram} \\
 1 \text{ Joule} &= 6,24 \times 10^{18} \text{ ev} \\
 10^{-3} \text{ Joule} &= 6,24 \times 10^{15} \text{ ev} \\
 1 \text{ Mev} &= 10^6 \text{ ev} \\
 1 \text{ Gy} &= 6,24 \times 10^9 \text{ Mev/gram} \\
 &= 6,24 \times 10^{12} \text{ Mev/kg}
 \end{aligned}$$

Secara teoritis energi yang menghasilkan satu ion adalah 32 ev. Maka satu ion diperoleh  $32 \times 10^{-6}$  Mev. Hasil dari rumus persamaan (1) akan diperoleh dalam satuan Gray dapat dikonversikan ke energi yang diserap kulit dalam satuan Mev/kg dan dihasilkan energi dalam satuan ion/kg.

#### II.4.3 Paparan

Paparan adalah kemampuan radiasi sinar X atau gamma untuk menimbulkan ionisasi di udara pada volume tertentu. Satuan paparan adalah coulomb/kilogram (C/kg).

$$1R = 2,58 \times 10^{-4} \text{ C/kg}$$

Satuan paparan:

- SI = coulomb/kilogram (C/kg)
- Satuan lama = Rontgent (R)

1 C/kg adalah besar paparan yg dapat menyebabkan terbentuknya muatan listrik sebesar 1 coulomb pada suatu elemen volume udara yg mempunyai massa 1 kg.

#### Laju paparan

Laju paparan adalah besar paparan per satuan waktu.

Satuan laju paparan:

- SI = Coulomb/kilogram-jam (C/kg-jam)
- Satuan lama = Rontgent/Jam (R/jam)

#### II.4.4 Dosis Serap (D)

Dosis serap adalah energi rata-rata yang diserap bahan per satuan massa bahan tersebut. Satuan dosis serap adalah joule/kg atau gray (Gy)

$$D = \frac{dE}{dm} \quad (2.2)$$

Keterangan:

- dE = energi yg diserap
- dm = massa bahan

Satuan dosis serap:

- SI = joule/kg atau gray (Gy)
- Satuan lama: Radiation Absorbed Dose(rad)

1 gray (Gy) = 100 rad

Dosis serap berlaku untuk semua jenis radiasi dan semua jenis bahan yang dilalui.

#### Laju dosis serap

Laju dosis serap adalah besar dosis serap per satuan waktu Satuan laju dosis serap:

- SI = joule/kg.jam (Gy/jam)
- Satuan lama = rad/jam

Hubungan Dosis Serap dengan Paparan dapat di rumuskan sebagai berikut:

$$D = f \times X \quad (2.3)$$

Keterangan:

- D = Dosis serap (rad)
- X = Paparan (R)
- f = Faktor konversi dari laju paparan ke laju dosis serap (rad/R)

#### II.4.5 Dosis Ekuivalen (H)

Dosis ekuivalen merupakan perkalian dosis serap dan faktor bobot radiasi. Faktor bobot radiasi adalah besaran yang merupakan kuantisasi radiasi untuk menimbulkan kerusakan pada jaringan/organ.

Satuan dosis ekivalen adalah

- SI = Sievert (Sv)
- Satuan lama = Radiation Equivalen Men (Rem)

Dimana 1 Sievert (Sv) = 100 rem

Dosis serap yang sama tetapi berasal dari jenis radiasi yang berbeda ternyata memberikan akibat atau efek yang berbeda pada sistem tubuh makhluk hidup. Makin besar daya ionisasi makin tinggi tingkat kerusakan biologi yang ditimbulkannya. Besaran yg merupakan jumlah radiasi untuk menimbulkan kerusakan pada jaringan/organ dinamakan Faktor bobot radiasi ( $W_r$ )

Faktor bobot radiasi sebelumnya disebut dengan faktor kualitas (QF), Sedang untuk aplikasi di bidang radiologi dinyatakan dengan relative biological effectiveness (RBE)

Rumus dosis ekivalen:

$$H = \sum (D \times W_r) \quad (2.4)$$

keterangan:

H = dosis ekivalen

D = dosis serap

$W_r$  = Faktor bobot radiasi

Laju dosis ekivalen

Laju dosis ekivalen adalah dosis ekivalen per satuan waktu

Satuan laju dosis ekivalen :

- SI = sievert/jam (Sv/jam)
- Satuan lama = Radiation Equivalen Men/jam (Rem/jam)

#### **II.4.6 Dosis ekivalen efektif (E)**

Dosis efektif adalah besaran dosis yang memperhitungkan sensitifitas organ/jaringan. Tingkat kepekaan organ/jaringan tubuh terhadap efek stokastik akibat radiasi disebut faktor bobot

organ/jaringan tubuh ( $W_t$ ). Dosis efektif merupakan hasil perkalian dosis ekuivalen dengan faktor bobot jaringan/organ.

Pada penyinaran seluruh tubuh sedemikian sehingga setiap organ menerima dosis ekuivalen yg sama, ternyata efek biologi pada setiap organ tersebut. Efek radiasi yg diperhitungkan adalah efek stokastik. Besaran dosis yg memperhitungkan sensitivitas organ disebut dosis ekuivalen efektif ( $E$ ) Tingkat kepekaan organ terhadap efek stokastik akibat radiasi disebut faktor bobot organ tubuh ( $W_r$ ).

$$E_T = H_T \omega_T = D_T \omega_R \omega_T \quad (2.5)$$

Satuan dosis ekuivalen efektif:

- SI = sievert (Sv)
- Satuan lama = Radiation Equivalen Men (rem)

Laju dosis ekuivalen efektif

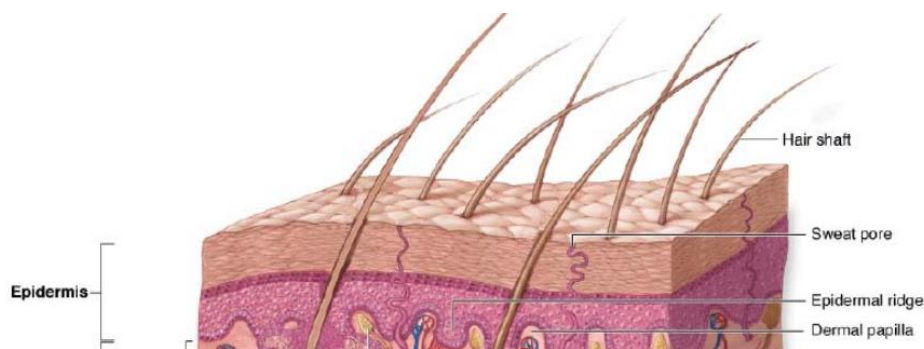
Laju dosis ekuivalen efektif adalah Dosis ekuivalen efektif per satuan waktu.

Satuan laju dosis ekuivalen efektif:

- SI = Sv/jam
- Satuan Lama = rem/jam. [21]

## II.5 Efek Paparan Radiasi

Untuk radioterapi eksternal jaringan yang pertama terpapar radiasi adalah kulit. Kulit terdiri dari 3 lapisan, lapisan terluar disebut epidermis tahan air, yang merupakan penghalang pertama tubuh dan biosensor terhadap lingkungan luar, yang terdiri dari lapisan keratinosit. Lapisan kedua adalah dermis yang berada tepat di bawah epidermis. Lapisan ini merupakan lapisan penguat kulit, yaitu berupa jaringan ikat dari fibroblas, yang menampung folikel rambut dan jaringan keringat, dan lapisan terdalam adalah jaringan ikat yang tersusun dari lemak [22]. Kulit merupakan jaringan yang sangat sensitif terhadap gangguan luar, terutama radiasi, karena kulit mudah rusak, sehingga sel-sel kulit selalu cepat pulih, dan juga mengalami pematangan yang cepat.



**Gambar 2.2** Lapisan-lapisan dan apendiks kulit. [23]

Lapisan pertama kulit yang akan rusak bila terkena radiasi adalah epidermis, tepatnya keratinosit basal, sel puncak folikel rambut, karena putusya untai ganda pada inti DNA sel akibat ion radikal, dan peradangan [16]. Untuk paparan radiasi dalam fraksinasi pertama radioterapi, menyebabkan kerusakan parah pada keratinosit basal, yang mengakibatkan gangguan perbaikan lapisan epidermis. Pada lapisan epidermis terdapat kromosom manusia. Kromosom manusia terkecil memiliki jumlah pasangan basah kurang lebih  $5 \times 10^7$  [24], sehingga dari persamaan 2 akan diperoleh nilai kerusakan kromosom pada lapisan epidermis yang ditandai dengan adanya eritema, edema, perubahan pigmentasi, dan pengelupasan, penebalan stratum korneum, hilangnya cairan kulit, bahkan hilangnya seluruh lapisan epidermis [25]. Terlebih bagi mereka yang mengalami pengelupasan sel epidermis, ada risiko infeksi. Radiasi berulang dalam fraksinasi tidak memberikan waktu yang cukup bagi sel-sel epidermis untuk melakukan perbaikan lengkap, meskipun keratinosit basal yang tidak terlalu rusak terus diperbaiki. Namun perbaikan kerusakan sel epidermis yang terjadi belum sempurna, sehingga pasien kanker yang menjalani radioterapi akan merasakan ketidaknyamanan pada kulit disamping efek radioterapi lainnya (mual, demam, dll) [18].

Keratinosit merupakan jenis sel yang mendominasi lapisan epidermis, dengan kata lain hampir 90% dari lapisan epidermis adalah sel keratinosit. Sel-sel ini berasal dari lapisan terdalam epidermis, yang disebut *stratum basale* yang bergerak ke permukaan kulit atau *stratum korneum*. Protein utama yang ada dalam keratinosit adalah keratin. Keratin membantu sel-sel keratinosit berdiferensiasi dan bergerak menuju stratum korneum. Pada permukaan kulit atau stratum korneum, keratinosit menjadi sel gepeng yang mati dan tidak berkembang biak. Setelah keratinosit mencapai stratum korneum, permukaan kulit mengalami keratinisasi atau kornifikasi, yang menciptakan lapisan luar kulit yang keras. Oleh karena itu, dapat dikatakan bahwa sel keratinosit berperan penting dalam perbaikan kulit [26].

Selain epidermis, dermis juga bisa terkena. Lapisan dermis didominasi oleh jaringan ikat untuk menopang lapisan epidermis, yang menampung folikel rambut dan kantong keringat, serta terdapat juga pembuluh darah kapiler. Paparan radiasi ion yang mencapai folikel rambut akan merusak akar rambut dan menyebabkan akar rambut tercabut, kantong keringat yang menyebabkan rambut rontok dan kulit kering, sedangkan pembuluh darah akan mempengaruhi sel darah. [16].

Menurut Mendelsohn FA dkk pada tabel (2.5) tahap awal setelah radioterapi pada permukaan kulit akan muncul ulkus akibat nekrosis yang terjadi pada lapisan epidermis, dan untuk dosis radiasi total radioterapi tidak melebihi atau mendekati 30 Gy, pada minggu keempat atau kelima, eritema kulit diamati diikuti dengan munculnya skuamosa kering, ditandai dengan gatal, dan pigmentasi melamin di lapisan basal. Setelah dua bulan, eksudat inflamasi dan edema telah mereda, meninggalkan area pigmentasi coklat. [40]

**Tabel 2.6** Perubahan Kulit Akut Dengan Dosis Radiasi Lokal

Efek Kulit Akut	Dosis (Gy)	Waktu
Eritema Sementra Awal	2	Per Jam
Eritema Samar: Pencukuran Bulu	6 – 10	7 – 10 Hari
Eritema Pasti;	12 – 20	2 – 3 Minggu

Hiperpigmentasi		
Deskuamasi Kering	20 – 25	3 – 4 Minggu
Deskuamasi Lembab	30 - 40	≥ 4 Minggu
Koreng	> 40	≥ 6 Minggu
Efek Kulit Terlambat	Dosis (Gy)	Waktu
koreng Tertunda	> 45	Seminggu Setelah Terkena Paparan Radiasi
Nekrosis / Atrofi Kulit	> 45	Sebulan Setelah Terkena Paparan Radiasi
Fibrosis	> 45	6 Bulan – 1 Tahun Setelah Terkena Paparan Radiasi
Telangiektasia	> 45	6 Bulan – 1 Tahun Setelah Terkena Paparan Radiasi

## **BAB III**

### **METODE PENELITIAN**

#### **III.1 Jenis Penelitian**

Penelitian ini menggunakan data sekunder yang meliputi usia, jenis kanker, stadium kanker, dosis fraksinasi, dosis total dan waktu penyinaran. Selanjutnya dilakukan analisis efek biologi pada kulit.

#### **III.2 Lokasi dan Waktu Penelitian**

Penelitian dilakukan di Ruang Rekam Medik Radiotherapy Rumah Sakit Umum (RSU) Pendidikan Universitas Hasanuddin (UNHAS) Makassar, Sulawesi Selatan dari bulan Juni – Desember 2020 dengan menggunakan alat Linac Merk Varian



**Gambar 3.1** Pesawat LINAC RSU Pendidikan UNHAS

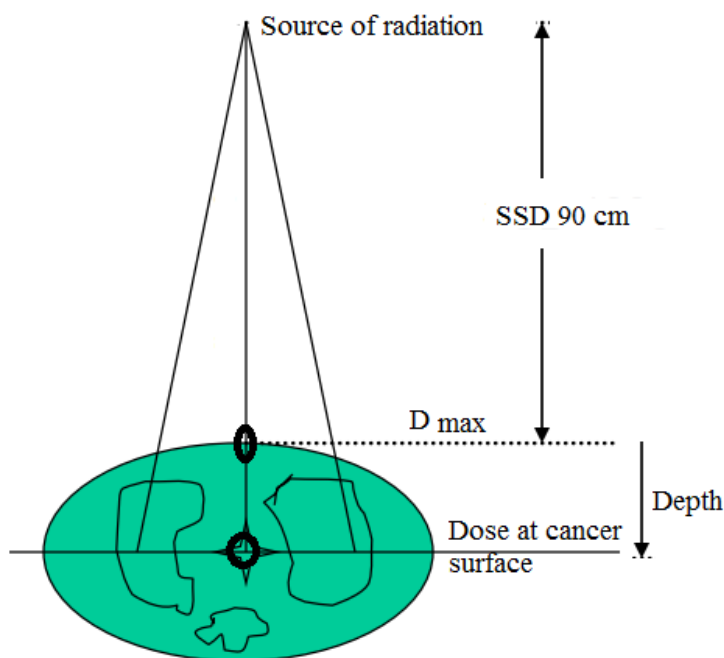
#### **III.3 Sampel Penelitian**

Sampel dalam penelitian ini adalah data semua pasien yang didiagnosa kanker dan melakukan radioterapi di RSU Pendidikan UNHAS.



### III.4 Analisis Data Penelitian

Data yang diperoleh meliputi jarak antara sumber radiasi dengan permukaan kulit (*Source Skin Distance/SSD*), data dosis total, usia pasien, waktu paparan dan luas lapangan. Posisi pasien yang digunakan pada penelitian ini hanya posisi tegak lurus terhadap sumber radiasi (*Supine*). Untuk mengetahui besar dosis yang diterima permukaan kulit pada saat dilakukan radioterapi digunakan persamaan dibawah ini:

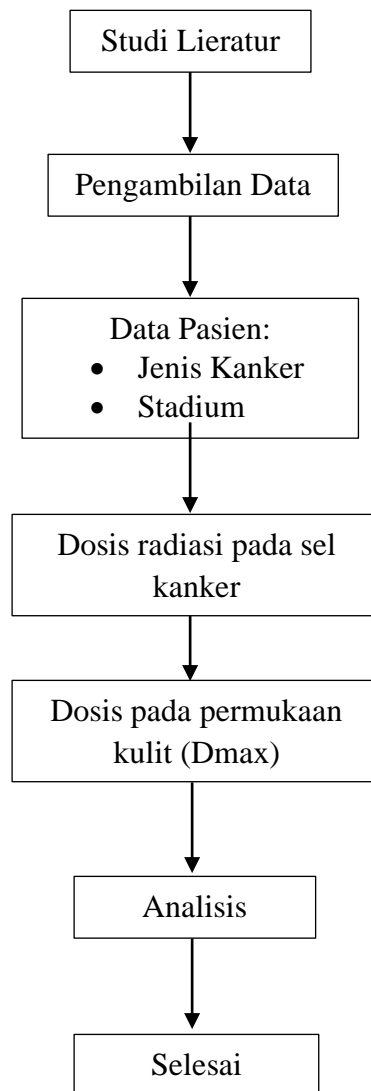


**Gambar 3.2** Ilustrasi perhitungan dosis radiasi yang diterima oleh kulit ( $D_{max}$ )

Dosis ( $D_{max}$ ) pada kulit dihitung menggunakan persamaan (2.1)

Selanjutnya dilakukan analisis data dosis paparan radiasi pada kulit dan efek yang ditimbulkannya

### III.5 Bagan Alur Penelitian



**Gambar 3.3** Alur Penelitian

## BAB IV

### HASIL DAN PEMBAHASAN

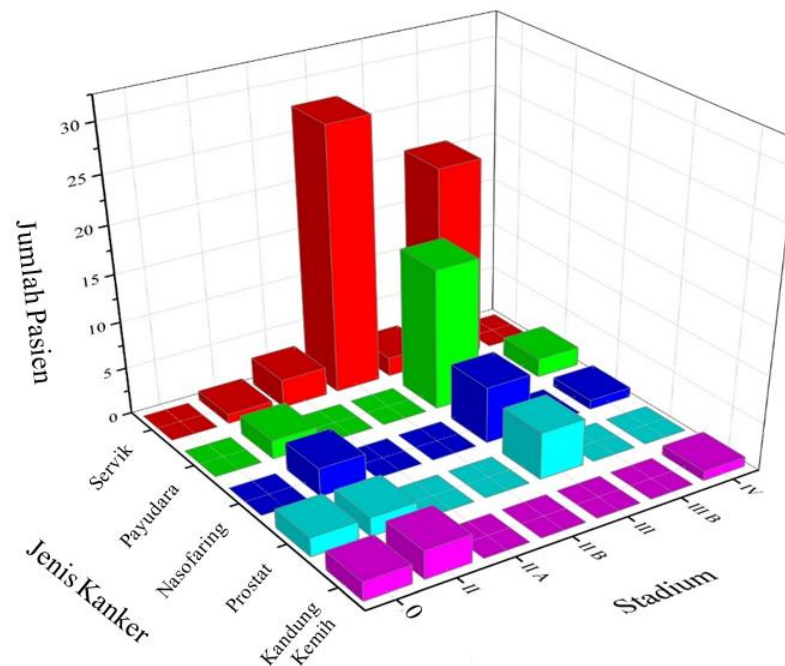
Penelitian dilakukan di Rumah Sakit Pendidikan Universitas Hasanuddin bagian Radioterapi. Instrumen yang digunakan adalah radioterapi eksternal LINAC 6 MV merek Varian. Jumlah sampel yang digunakan adalah 100 orang yang terbagi menjadi 96 orang yang melakukan radioterapi kuratif dan 4 orang melakukan radioterapi paliatif. Semua sampel adalah pasien kanker yang meliputi kanker servik, payudara, nasofaring, prostat dan kandung kemih dengan stadium yang berbeda atau dari stadium 0 sampai dengan stadium IV. Karakteristik sampel dapat dilihat pada tabel (4.1).

**Tabel 4.1** Karakteristik sampel

Rentang usia (tahun)	Frekuensi
17 -30	5
31-40	13
41-50	31
51-60	33
61-88	18

Usia termuda 17 tahun dan tertua 88 tahun, dengan frekuensi tertinggi berada pada pasien dengan usia 51 tahun hingga 60 tahun.

Seperti telah dicantumkan pada tinjauan pustaka (BAB II), terdapat berbagai jenis kanker. Data yang diperoleh menunjukkan jenis kanker yang ada adalah jenis karsinoma, dengan stadium bervariasi yaitu dari stadium 0 hingga stadium IV.



**Gambar 4.1** Hubungan antara variabel jenis kanker dengan stadium kanker

Berdasarkan gambar 4.1, jenis kanker yang diderita paling banyak yaitu kanker servik yang didominasi pada stadium IIB dan stadium IIIB. Untuk kanker dengan stadium III terdapat pada hampir semua jenis kanker yaitu prostat, nasofaring, payudara, dan serviks, tetapi didominasi paling banyak oleh kanker payudara. Kanker dengan stadium II terdapat pada semua jenis kanker mulai dari kandung kemih, prostat, nasofaring, payudara, dan servik yang jumlah penderitanya hampir sama.

Stadium II, IIA dan IIB pada penderita kanker servik jumlahnya 32 orang, dan sisanya 23 orang merupakan penderita kanker servik stadium III dan IIIB. Hal ini karena pada stadium 1, sel kanker berukuran kecil dan hanya dapat dilihat melalui mikroskop, padahal sel kanker tersebut telah tumbuh dari permukaan servik ke jaringan servik yang lebih dalam, sehingga tidak menimbulkan gangguan apapun. Selain itu, jenis sel kankernya adalah adenokarsinoma yang sulit dideteksi pada stadium 1 [27]. Pada stadium II, sel kanker telah tumbuh di luar leher rahim dan rahim, tetapi belum menyebar ke dinding panggul atau bagian bawah vagina. Namun, mungkin mulai memberikan ketidaknyamanan bagi pasien, seperti periode

yang lebih lama, lebih sering terjadi, bau vagina, atau pendarahan selama atau setelah hubungan seksual [27]. Inilah alasannya, pasien kanker servik stadium II melakukan radioterapi paliatif.

Kanker payudara stadium III dan IV merupakan jumlah penderita terbanyak yaitu 17 orang, dan sisanya 2 orang merupakan penderita kanker payudara stadium II. Hal ini karena, rendahnya pengetahuan mengenai kanker payudara sebagian besar wanita usia produktif. Sel kanker pada stadium I dan II yang berukuran kecil tidak menimbulkan keluhan, walaupun sel kanker telah tumbuh, dan dapat diketahui melalui perabaan pada payudara [28]. Penanganan sel kanker stadium I dan II, dapat dilakukan melalui pembedahan karena ukuran kanker kurang dari 2 cm sedangkan stadium II ukuran kanker antar 2 – 5 cm dan belum menjalar hingga kelenjar getah bening. Pada stadium III, ukuran kanker sudah mencapai lebih dari 5 cm dan sudah menyebar hingga kelenjar getah bening ketiak sehingga tidak dapat dilakukan pembedahan. Sel kanker stadium IV merupakan tahap paling akhir dari kondisi kanker dan dapat mengancam jiwa pasien, karena kanker telah menyebar dari payudara dan kelenjar getah bening di sekitarnya ke organ tubuh lain, seperti paru-paru, kelenjar getah bening yang jauh dari payudara, kulit, tulang, hati, atau otak. Umumnya pasien mengalami keluhan rasa sakit pada puting susu, nyeri pada tulang, nyeri pada otak, luka terbuka (ulkus) berdarah, berbau, dan mengalami sesak nafas. Oleh sebab itu dilakukan radioterapi paliatif dengan tujuan untuk meredakan gejala sehingga meningkatkan kualitas hidup pasien.

Stadium III dan IV merupakan kondisi sampel penderita kanker nasofaring terbanyak yaitu 7 orang, dan sisanya 3 orang merupakan penderita kanker stadium II. Hal ini dikarenakan pada stadium I dan II kanker nasofaring cukup sulit untuk di deteksi, karena kanker ini tidak menimbulkan benjolan, tetapi hanya perubahan sel atau abnormalitas jaringan. Pada stadium II abnormalitas jaringan sudah mencapai antara hidung dan trachea, tetapi belum menimbulkan keluhan. Pada stadium III, abnormalitas jaringan sudah mencapai ke tulang dan organ sinus. Lebih jauh lagi stadium IV, abnormalitas sudah mencapai organ lain yang jauh dari nasofaring. Gejala yang sering terjadi adalah hidung terus menerus tersumbat,

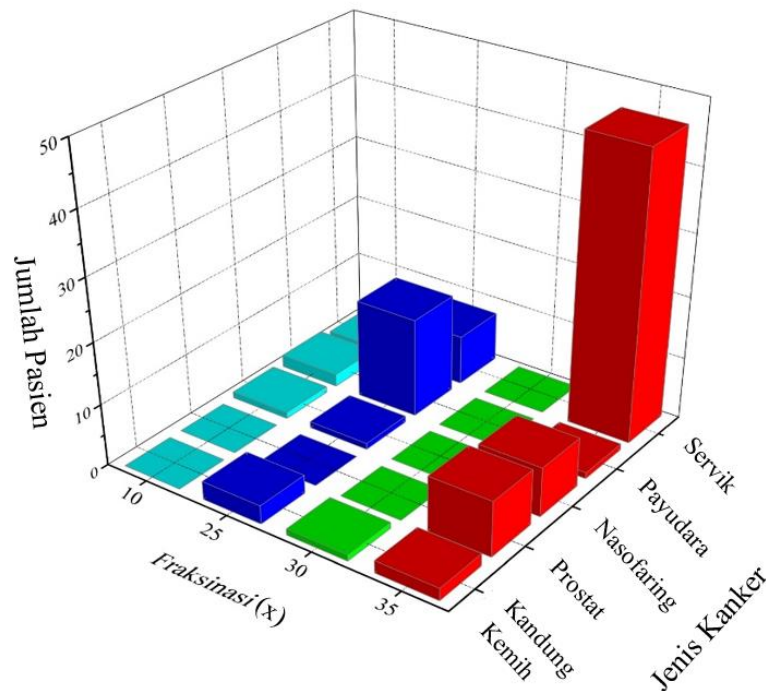
telinga berdengung, gangguan pendengaran, kesulitan membuka mulut serta mati rasa di wajah [29].

Kanker prostat stadium III merupakan sampel penderita yang terbanyak yaitu 5 orang dan stadium II sebanyak 2 orang serta sisanya stadium 0 sebanyak 2 orang. Hal ini karena kanker prostat stadium 0 / stadium awal (*non staging*) hampir selalu tanpa gejala karena sel kanker hanya ada disatu sisi prostat. Pada stadium II, sel kanker dapat terlihat karena adanya perbedaan bentuk dengan jaringan normal prostat dan belum menyebar diluar area prostat. Stadium III, kanker sudah menyebar keluar prostat hingga mencapai jaringan kandung kemih. Akibatnya akan timbul gejala seperti nyeri pada saat buang air kecil serta kesulitan buang air kecil. Kanker prostat sangat jarang pada pria usia di bawah 40 tahun [30]. Risiko yang lebih tinggi setelah di usia 50 tahun. Stadium III ini di dominasi oleh uisa 57-88 tahun.

Kanker kandung kemih stadium stadium 0 dan stadium II merupakan sampel penderita yang terbanyak yaitu 6 orang dan sisanya 1 orang merupakan sampel penderita kanker stadium IV. Kanker kandung kemih stadium 0 ini, merupakan kanker yang masih berada terbatas pada lapisan kandung kemih. Gejala awal biasanya kencing darah yang mudah di deteksi sehingga dapat dilakukan untuk mengangkat sebagian dari kanker tersebut yang kemudian sisanya dapat di lakukan radioterapi. Kanker kandung kemih stadium I menandakan kanker telah menyebar ke lapisan jaringan ikat dibawahnya, namun belum mencapai lapisan otot kandung kemih, bilamana tidak dilakukan pengobatan, maka sel kanker akan berkembang dan menyebar ke otot di kandung kemih bahkan menyebar ke bagian tubuh lain. Penyebaran sel kanker inilah dikategorikan sebagai kanker kandung kemih stadium II. Kanker kandung kemih stadium IV telah menyebar ke dinding perut atau panggul. Selain itu sel keganasan juga menyebar ke beberapa kelenjar getah bening di dekat arteri utama panggul. Pengobatan dilakukan dengan radioterapi kuratif.

Pada radioterapi dosis total untuk semua jenis kanker khususnya terapi kuratif dimulai dari 50 Gy hingga 70 Gy, dan untuk terapi paliatif digunakan dosis total 20 Gy hingga 30Gy. Dosis sebesar itu akan memberikan efek negatif pada

jaringan sehat yang berada di sekitarnya. Oleh sebab itu dengan tujuan melindungi jaringan sehat dilakukan pemecahan dosis menjadi lebih kecil atau fraksinasi.



**Gambar 4.2** Hubungan antara variabel fraksinasi dosis dengan jenis kanker

Penentuan dosis paparan pada setiap fraksinasi menggunakan pertimbangan kerusakan pada jaringan dan sel darah. Untuk dosis radiasi 2 sampai 4 Gy akan menyebabkan kelainan pada sistem hematologi seperti kerusakan pada sel darah leukosit. Untuk dosis antara 4 sampai 5 Gy akan menyebabkan kerusakan pada sel darah yang mengakibatkan penurunan jumlah limfosit. Oleh sebab itu dosis untuk setiap fraksinasi dibatasi hanya sebesar 2 Gy pada terapi kuratif dan 3 sampai 4 Gy pada terapi paliatif. [31]

Berdasarkan data yang diperoleh untuk kanker serviks, stadium II sampai dengan stadium IIIB diberikan fraksinasi selama 35 kali dengan dosis yang diberikan setiap 1 kali fraksinasi sebesar 2 Gy sehingga total dosis yang diberikan pada stadium II – IIIB hanya sampai 70 Gy. Selama melakukan penelitian ini dalam waktu 6 bulan dari 55 pasien kanker serviks terdapat 46 pasien yang menerima 35 kali fraksinasi dengan total dosis 70 Gy atau tuntas. Sebaliknya ada 8 pasien stadium IIB (3 Pasien) dan stadium IIIB (5 pasien), memperoleh fraksinasi

sebanyak 25 kali dengan total dosis sebanyak 50 Gy. Pasien ini tidak menyelesaikan terapi secara tuntas dengan alasan sudah tidak ada keluhan yang dirasakan. Selanjutnya terdapat 1 pasien stadium IIB melakukan terapi paliatif dengan fraksinasi sebanyak 10 kali dengan total dosis sebanyak 30 Gy. Ini dikarenakan pasien mengalami rasa sakit nyeri sehingga diberikan dosis tinggi dengan tujuan untuk mengecilkan sel kanker secara cepat agar tidak mengganggu organ lain atau sekitarnya.

Kanker payudara selama dalam 6 bulan penelitian terdapat 19 pasien yang mengalami kanker payudara dengan stadium yang berbeda dari stadium II hingga stadium IV. Stadium II – III diberikan fraksinasi sebanyak 25 kali dengan setiap 1 kali fraksinasi, dosis yang diberikan sebanyak 2 Gy sehingga total dosis yang diterima oleh pasien sebesar 50 Gy. Pasien yang diberikan total dosis sebesar 50 Gy ini hanya 17 pasien dari stadium II – III. Pada stadium IV terdapat 2 pasien yang melakukan terapi paliatif dengan menerima fraksinasi sebanyak 10 kali dan 5 kali dengan dosis yang diberikan setiap 1 kali fraksinasi sebesar 3 Gy dan 4 Gy sehingga total dosis yang diterima sebanyak 30 Gy dan 20 Gy. Ini dikarenakan terdapat indikasi pada kanker tersebut dengan tujuan untuk mengecilkan sel kanker secara cepat agar tidak mengganggu organ lainnya seperti menghindari dosis di bagian paru-paru dan jantung.

Kanker nasofaring selama penelitian ini sebanyak 10 pasien dengan stadium yang bervariasi dari stadium II – IV. Jenis kanker ini dari stadium II – III sebanyak 8 pasien yang menerima fraksinasi 35 kali dengan setiap 1 kali fraksinasi dosis yang diberikan sebesar 2 Gy sehingga total dosis yang diterima sebanyak 70 Gy. Terdapat 1 pasien stadium III yang melakukan terapi paliatif dengan menerima fraksinasi 25 kali dengan setiap 1 kali fraksinasi dosis yang diberikan sebesar 2 Gy sehingga total dosis yang diterima sebesar 50 Gy. Ini diakibatkan karena terdapat indikasi pada jenis kanker tersebut yaitu nasofaring residif yang sudah pernah menerima total dosis sebelumnya. Pasien dengan stadium IV selama penelitian hanya mendapatkan 1 pasien dengan menerima fraksinasi sebanyak 10 kali dengan dosis yang diberikan setiap 1 kali fraksinasi sebesar 3 Gy sehingga total dosis yang diterima sebesar 30 Gy dengan tujuan untuk memperkecil sel kanker secara cepat.



Kanker Prostat selama penelitian ini sebanyak 9 pasien dengan stadium yang bervariasi dari stadium 0 hingga stadium III yang menerima fraksinasi 35 kali dengan setiap 1 kali fraksinasi dosis yang diberikan sebesar 2 Gy. Jadi total dosis yang diterima sebanyak 70 Gy. Stadium 0 hingga stadium III mendapatkan radioterapi kuratif.

Kanker kandung kemih selama penelitian ini sebanyak 7 pasien dengan stadium dari stadium 0 hingga stadium IV. Tiga (3) pasien stadium 0 diberikan fraksinasi yang berbeda, yaitu 30 dan 35 kali dengan setiap 1 kali fraksinasi, dosis yang diberikan sebanyak 2 Gy sehingga dosis yang telah diterima oleh pasien tersebut sebesar 60 Gy dan 70 Gy. Pemberian dosis total sebanyak 60 Gy disebabkan pasien termasuk dalam kelompok lansia. Pasien dengan stadium II – IV sejumlah 4 pasien diberikan fraksinasi 25 dan 35 kali dengan setiap 1 kali fraksinasi, dosis yang diberikan sebanyak 2 Gy sehingga dosis yang telah diterima oleh pasien tersebut sebesar 50 Gy dan 70 Gy. Pemberian dosis total 50 Gy diberikan pada pasien dengan jenis kelamin perempuan karena ukuran fisiologis berbeda.

Dosis yang digunakan untuk pengobatan paliatif adalah 30 Gy dengan 10 fraksi diberikan selama 2 sampai 3 minggu untuk kasus kanker serviks stadium IIB, kanker payudara stadium IV dan kanker nasofaring stadium IV. Dosis 20 Gy dengan 5 fraksi diberikan selama 1 minggu untuk kanker payudara stadium IV. Pemberian dosis yang berbeda disebabkan kondisi pasien pada penderita kanker payudara stadium IV lebih memerlukan penanganan yang cepat akibat pendarahan yang terjadi. Bahkan pada kasus khusus dosis terapi paliatif diberikan 8 - 10 Gy untuk 1 fraksinasi [31], dengan alasan mempersingkat waktu perawatan. Sedangkan untuk pengobatan kuratif digunakan tiga dosis yaitu 50 Gy dengan 25 fraksinasi, 60 Gy dengan 30 fraksinasi dan 70 Gy dengan 35 fraksinasi. Dosis yang diberikan lebih tinggi dari pengobatan paliatif dan diberikan dalam jangka waktu yang lebih lama, misalnya selama 4 sampai 8 minggu dan 5 hari per minggu.

Semua jenis kanker yang diteliti terletak pada bagian dalam tubuh. Disisi lain jenis radioterapi yang digunakan adalah radioterapi eksternal. Oleh sebab itu jaringan pertama yang terpapar radiasi adalah kulit, dalam hal ini adalah jaringan epidermis. Kulit adalah pelindung terluar tubuh dari panas dan mengatur panas

tubuh, benturan dan bahan kimia. Dosis radiasi yang diterima pada permukaan kulit dihitung menggunakan persamaan 1.

**Tabel 4.2** Dosis radiasi yang diserap oleh kulit per fraksinasi

No	Jenis kanker	Ketebalan kulit (cm)	Dosis per fraksinasi (Gy)	Dmax (Dosis permukaan kulit) (Gy)	Energi yang diserap kulit (MeV/kg)
1	Servik	2,7	2,00	2,10	$6,24 \times 10^{11}$
			3,00	3,15	$9,36 \times 10^{11}$
2	Payudara	4,1	2,00	2,18	$11,23 \times 10^{11}$
			3,00	3,27	$16,85 \times 10^{11}$
			4,00	4,36	$22,46 \times 10^{11}$
3	Nasofaring	2,1	2,00	2,03	$1,87 \times 10^{11}$
			3,00	3,04	$2,50 \times 10^{11}$
4	Prostat	2,8	2,00	2,10	$6,24 \times 10^{11}$
5	Kandung kemih	2,8	2,00	2,10	$6,24 \times 10^{11}$

Untuk bagian perut, ketebalan kulit mencapai 28,05 mm untuk pria dan 27,40 mm untuk wanita [32] dan untuk ketebalan kulit pada payudara bagi wanita kisaran normal 4,1 cm [33]. sedangkan pada nasofaring ketebalan kulit pada pria 21 mm dan untuk wanita 19 mm [34]. Dengan mengasumsikan ketebalan kulit sebagai kedalaman radiasi, maka dapat diketahui nilai PDD pada kedalaman bagian perut adalah 95,1%, kedalaman bagian payudara 91,7 % dan untuk bagian nasofaring adalah 98,6 % (sesuai tabel PDD untuk SSD 90 cm, ukuran medan 17 cm x 20 cm, dan 6 elektron MV) [35]. Dari perhitungan diperoleh dosis yang diterima permukaan kulit pada jenis kanker servik adalah 2,10 Gy dan 3,15 Gy atau 0,10 dan 0,15 Gy yang lebih tinggi dari dosis per fraksinasi pada sel kanker, jenis kanker payudara adalah 2,18 Gy, dan 3,27 Gy, serta 4,36 Gy atau 0,18, dan 0,27 serta 0,36 Gy yang lebih tinggi dari dosis fraksinasi pada sel kanker. Sama halnya dengan

jenis kanker nasofaring, prostat, dan kandung kemih mendapatkan dosis lebih tinggi dari dosis fraksinasi pada sel kanker (Tabel 4.2).

Dari data pada tabel 4.2 terlihat adanya energi radiasi yang diserap oleh lapisan kulit, yaitu dalam dosis 0,03 Gy (30 mGy) hingga 0,36 Gy (360 mGy) pada semua jenis kanker. Jika dosis diubah dalam satuan Sievert, 30 mSv hingga 360 mSv akan diperoleh untuk semua jenis kanker. Jika dibandingkan dengan peraturan BAPETEN no. 4 Tahun 2013 tentang Proteksi dan Keselamatan Radiasi Dalam Pemanfaatan Tenaga Nuklir, Pasal 15 bagi pekerja radiasi, dosis akumulasi dalam 5 (lima) tahun tidak boleh melebihi 100 mSv (seratus milisievert). Dari tabel 4.2 terlihat bahwa dosis yang diserap kulit untuk satu kali paparan jauh lebih besar dari nilai batas dosis, sehingga efek paparan radiasi ionik segera terjadi setelah radioterapi.

Ketika diubah menjadi energi, jumlah energi yang diserap oleh kulit pada jenis kanker servik adalah  $6,24 \times 10^{11}$  MeV/kg untuk fraksinasi 2 Gy dan  $9,36 \times 10^{11}$  MeV/kg untuk fraksinasi 3 Gy, jenis kanker payudara adalah  $11,23 \times 10^{11}$  MeV/kg untuk fraksinasi 2 Gy dan  $16,85 \times 10^{11}$  MeV/kg untuk fraksinasi 3 Gy serta  $22,46 \times 10^{11}$  MeV/kg untuk fraksinasi 4 Gy, jenis kanker nasofaring adalah  $1,87 \times 10^{11}$  MeV/kg untuk fraksinasi 2 Gy dan  $2,50 \times 10^{11}$  MeV/kg untuk fraksinasi 3 Gy, jenis prostat dan kandung kemih adalah  $6,24 \times 10^{11}$  MeV/kg untuk fraksinasi 2 Gy, setiap fraksinasi. Secara teoritis, energi untuk menghasilkan satu ion adalah 32 eV, jadi masing-masing fraksinasi akan terjadi ionisasi pada jenis kanker servik sebesar  $1,95 \times 10^{16}$  ion/kg dan  $2,92 \times 10^{16}$  ion/kg, jenis kanker payudara  $3,51 \times 10^{16}$  ion/kg dan  $5,27 \times 10^{16}$  ion/kg serta  $7,02 \times 10^{16}$  ion/kg, jenis kanker nasofaring sebesar  $0,58 \times 10^{16}$  ion/kg dan  $0,78 \times 10^{16}$  ion/kg, jenis kanker prostat dan kandung kemih sebesar  $1,95 \times 10^{16}$  ion/kg. Kromosom manusia terkecil memiliki jumlah pasangan basa kurang lebih  $5 \times 10^7$  [24] sehingga akan terjadi kerusakan kromosom pada jenis kanker servik  $3,9 \times 10^8$  dan  $5,8 \times 10^8$ , jenis kanker payudara kerusakan kromosom  $7 \times 10^8$  dan  $10,54 \times 10^8$  serta  $14 \times 10^8$ , jenis kanker nasofaring kerusakan kromosom  $1,2 \times 10^8$  dan  $1,6 \times 10^8$ , jenis kanker prostat dan kandung kemih kerusakan kromosom  $3,9 \times 10^8$  setiap fraksinasi. Penelitian yang dilakukan oleh Paulin pada sel limfosit yang terpapar sinar-X menunjukkan bahwa paparan dosis 2 Gy

mengakibatkan sekitar 20% kromosom mengalami discentric aberrations atau bergabungnya 2 kromosom [36]. Hasil ini memperkuat pernyataan tentang adanya efek samping dalam radioterapi. Dalam jangka panjang, efek radioterapi pada kulit adalah kulit menjadi kering, hiperpigmentasi, mengelupas, menipis, atrofi, dan dapat menyebabkan kanker kulit [37]. Menurut Salvo et al, diamati bahwa sekitar 95% pasien kanker yang menjalani radioterapi mengalami cedera kulit [38].



**Gambar 4.3** Kondisi kulit pasien setelah fraksinasi, *sumber: (RSU) Pendidikan Universitas Hasanuddin (UNHAS) Makassar, 2020*

Efek samping yang terjadi pada kulit akibat radioterapi yang diamati oleh Mendelsohn FA dkk, pada tahap awal setelah radioterapi pada permukaan kulit akan muncul ulkus akibat nekrosis yang terjadi pada lapisan epidermis [39]. Hal ini disebabkan oleh pemakaian dosis tinggi dengan pertimbangan siklus sel, baik sel jaringan normal maupun sel kanker. Menurut Antone dkk, sel kanker mempunyai siklus 3,6 hari sedangkan sel kulit untuk usia 50 – 60 tahun siklus sel adalah 60 – 90 hari [40]. Dengan pertimbangan bahwa sel kanker dapat membesar dengan cepat maka digunakan dosis per fraksinasi sebesar 2 – 4 Gy per hari dengan alasan kerusakan maksimal akan terjadi pada sel kanker dan jaringan sehat mengalami kerusakan minimal. Pengulangan paparan radiasi dalam waktu yang singkat atau 24 jam diharapkan sel kanker akan mengalami mutasi karena terbatasnya waktu untuk melakukan perbaikan. Dilain pihak kulit akan mempunyai masalah yang sama

tetapi dengan panjangnya siklus sel, sel kulit dapat melakukan perbaikan. Namun perbaikan kerusakan sel epidermis kulit yang terjadi belum sempurna, sehingga pasien kanker yang menjalani radioterapi akan merasakan ketidaknyamanan pada kulit disamping efek radioterapi lainnya (mual, demam, dll) [20].

Pengamatan yang dilakukan oleh Mendelsohn FA dkk, menunjukkan dosis radiasi total radioterapi tidak melebihi atau mendekati 30 Gy, pada minggu keempat atau kelima, eritema kulit diamati diikuti dengan munculnya skuamosa kering, ditandai dengan gatal, dan pigmentasi melamin di lapisan basal. Setelah dua bulan, eksudat inflamasi dan edema telah mereda, meninggalkan area pigmentasi coklat. [39] Dalam penelitian ini, dosis total 20 Gy dan 30 Gy diberikan untuk terapi paliatif. Untuk terapi kuratif, dosis total yang diberikan adalah 50 Gy, 60 Gy dan 70 Gy, dan menurut Mendelshon, dosis radiasi total sama dengan atau lebih dari 40 Gy, akan terjadi eritema diikuti skuamosa basah, ulkus tidak nyaman diamati pada minggu keempat. [39]

Kerusakan lapisan epidermis kulit ditandai dengan adanya eritema, edema, perubahan pigmentasi, dan pengelupasan, penebalan stratum korneum, hilangnya cairan kulit, bahkan hilangnya seluruh lapisan epidermis [25]. Untuk jaringan kulit yang mengalami pengelupasan sel epidermis, ada risiko infeksi. Penelitian yang dilakukan oleh Ingela Turesson dkk, pada pasien yang menjalani radioterapi payudara, diamati penurunan lapisan stratum korneum dan percepatan proses pembentukan lapisan stratum korneum baru. Dengan dosis 2 Gy per fraksi per hari selama 2 minggu atau dosis total 20 Gy, diamati kerusakan untai ganda pada DNA sel keratinosit, menghentikan pertumbuhan sel keratinosit, dan apoptosis yang terjadi lebih cepat menuju akhir terapi [41]. Kondisi ini dapat menyebabkan penipisan lapisan epidermis, dan berujung pada infeksi.

Selain epidermis, dermis juga bisa terkena. Lapisan dermis didominasi oleh jaringan ikat untuk menopang lapisan epidermis, yang menampung folikel rambut dan kantong keringat, serta terdapat juga pembuluh darah kapiler. Paparan radiasi ion yang mencapai folikel rambut akan merusak akar rambut dan menyebabkan akar rambut tercabut, kantong keringat yang menyebabkan rambut

rontok dan kulit kering, sedangkan pembuluh darah akan mempengaruhi sel darah. [22].

Berdasarkan uraian di atas, penggunaan radioterapi untuk pengobatan kanker organ dalam seperti kanker servik, payudara, nasofaring, prostat dan kandung kemih, sebaiknya tidak dilakukan hanya dengan radioterapi eksternal, tetapi menggabungkannya dengan kemoterapi atau radioterapi internal (brachiterapy), meskipun terapi yang lebih disukai adalah radioterapi eksternal. [44-46]. Hal ini karena untuk meminimalkan efek negatif paparan radiasi pada jaringan sehat lainnya, seperti kulit, dan untuk mengurangi ketidaknyamanan pasien kanker setelah menjalani radioterapi.

## **BAB V**

### **PENUTUP**

#### **V.1 Kesimpulan**

Penelitian mengenai Analisis hubungan dosis maksimum yang diterima permukaan kulit dan efek biologi akibat paparan radiasi secara fraksinasi telah berhasil dilakukan. Berdasarkan hasil penelitian, dapat disimpulkan bahwa:

1. Dari perhitungan diperoleh dosis yang diterima permukaan kulit pada jenis kanker servik adalah 2,10 Gy dan 3,15 Gy atau 0,10 Gy dan 0,15 Gy yang lebih tinggi dari dosis per fraksinasi pada sel kanker, jenis kanker payudara adalah 2,18 Gy, dan 3,27 Gy, serta 4,36 Gy atau 0,18 Gy, dan 0,27 Gy serta 0,36 Gy yang lebih tinggi dari dosis fraksinasi pada sel kanker, jenis kanker nasofaring adalah 2,03 Gy dan 3,04 Gy atau 0,03 Gy dan 0,04 Gy yang lebih tinggi dari dosis fraksinasi pada sel kanker, jenis kanker prostat dan kandung kemih adalah 2,10 Gy atau 0,10 Gy yang lebih tinggi dari dosis fraksinasi pada sel kanker. Penggunaan radiasi dalam bidang terapi medis memiliki manfaat yang besar, terutama bagi pasien kanker.
2. Selain dapat membunuh sel kanker, mencegah metastasis, juga dapat meredakan nyeri, gangguan fungsi organ lain akibat pembesaran sel melalui terapi paliatif. Namun, penggunaan radiasi dosis besar dalam waktu singkat dapat menyebabkan masalah lain, seperti iritasi pada kulit yang terkena radiasi secara langsung, bisul, kulit sensitif, atau perubahan warna kulit.

#### **V.2 Saran**

Selanjutnya perlu dilakukan penelitian lebih lanjut untuk menggabungkan dengan kemoterapi dan radioterapi internal (*Brachyterapi*)

## DAFTAR PUSTAKA

- [1] Ni Putu Ayu Oka Wiastini, I. K. (2020). *Klasifikasi Sel Nukleus Pap Smear Menggunakan Metode Backpropagation Neural Network*. Ilmiah Merpati, 224.
- [2] Hyuna Sung, J. F. (2021). *Global cancer Statistics 2020: Globocan Estimates Of Incidence And Mortality Worldwide For 36 cancers In 185 Countries*. cancer Journal For Clinicians, 7(1), 209.
- [3] Kementerian Kesehatan. (2014). *Panduan Penatalaksanaan Kanker Payudara*. Jakarta: Komite Penanggulangan Kanker Nasional.
- [4] Rahmawati H, Darmawaty ER, Ruland DN Pakasi. (2012). *Kanker Ovarium Disgerminoma (Ovarian Dysgerminomas Cancer)*. Indonesian Jurnal Of Clinical Pathology and Medical Laboratory, ISSN 0854 -4263, Vol. 19 No. 1 November 2012 : 53
- [5] Masfin Muhayanah, Ni Ketut Alit Armini, Aria Aulia Nastiti, 2016. *The Incident of Diarrhea Among Cervical Cancer Patients Post Chemoterapy Treatment*, Jurnal Ners Vol. 11 No. 1 April 2016: 106-111
- [6] National Cancer Institute, 2019, *Radiation Therapy for Canner*, <https://www.cancer.gov/about-cancer/treatment/types/radiation-therapy>.
- [7] Sandra Demaria, C. G. (2020). *Radiation Dose And Fraction In Immunotherapy: One-Size Regimen Does Not Fit All Settings, So How Does One Choose*. Immunotherapy Of cancer, 9(4), 1.
- [8] Jin-song Wang, Hai-Juan Wang, Hai-Li Qian, (2018). *Biological effects of radiation on cancer cells*, Military Medical Research, 5:20, 7.
- [9] Nho J, Reul Kim S, Soon Kwon Y. 2014. *Depression and appetite: predictors of malnutrition in gynecologic cancer*. Support care cancer 2014;22:3081–88
- [10] Rasjidi I., Supriana N dan Cahyono K, 2011. *Panduan Radioterapi pada Keganasan Ginekologi*. Badan Penerbit Fakultas Kedokteran: Jakarta
- [11] Kenichi Nakamura, T. K. (2008). *Accelerated Fractionation Versus Conventional Fractionation Radiation Therapy For Glottic cancer Of T1-2n0m0 Phase Iii Study*. Japan Clinical Oncology Group Study (Jcog 0701) . Jpn J Clin Oncol, 38(5), 387-389.



- [12] Rotty, S. S. (2010). *Karsinoma Kandung Kemih*. Biomedik, 58-66.
- [13] Kementerian Kesehatan. (2014). *Panduan Penatalaksanaan Kanker Payudara*. Jakarta: Komite Penanggulangan Kanker Nasional.
- [14] Kementerian Kesehatan. (2015). *Panduan Penatalaksanaan Kanker Nasofaring* Jakarta: Komite Penanggulangan Kanker Nasional.
- [15] Kementerian Kesehatan. (2016). *Panduan Penatalaksanaan Kanker Prostat* Jakarta: Komite Penanggulangan Kanker Nasional.
- [16] Burbach JP, den Harder AM, Intven M, Vulpen MV, Verkooijen MV, Reerink O, 2014. *Impact of radiotherapy boost on pathological complete response in patients with locally advanced rectal cancer: a systematic review and meta-analysis*. *Radiother Oncol* 2014; 113: 1–9.
- [17] Xiang GZ, Jin LL, Xiao FL, Yong HL, Qian YN, Lin W, Shan WZ, Jin Gu, Yong Cai, Chi Lin, 2017. *Two-week course of preoperative radiotherapy for locally advanced rectal adenocarcinoma: 8 years' experience in a single institute*. *Am J Clin Oncol* 2017; 40: 266–273.
- [18] Podgorsak. E. B, 2005. *Radiation Oncology Physics: A Handbook For Teachers and Student*. International Atomic Energy Agency, Vienna, 13(454)
- [19] Supriana. N & Adam. F, 2012. *Radioterapi dan Onkologi Indonesia*. *Jurnal of Indonesian Radioation Oncology Society*, 3 (1)2012;1-36
- [20] Ensiklopedi, Ensiklopedi Teknologi Nuklir,  
<https://www.batan.go.id/ensiklopedi/08/01/02/01/08-01-02-01.html>
- [21] *DOSIMETRI*. (n.d.). *RADIOLOGI SCIENCES*. Retrieved August 15, 2022, from <https://ilmuradiologi.blogspot.com/2012/01/dosimetri.html>
- [22] Julie L. Ryan, 2012, Ionizing Radiation : The Good, the bad, and the ugly, *J Invest Dermatol* 2012 Mar;132(3 Pt 2):985-93.doi: 10.1038/jid.2011.411.
- [23] Mescher AL, (2010). *Junqueira's Basic Histology Text & Atlas*. New York: McGraw Hill Medical
- [24] Wikipedia, Human genome, <https://en.wikipedia.org/wiki/Humangenome>
- [25] Jensen JM, Gau T, Schultze J, Lemnitz G, Holst RF, May T, Abels C, Porksich E, 2011. *Treatment of acute radiodermatitis with an oil-in-water*

*emulsion following radiation therapy for breast cancer: a controlled, randomized trial*, *Strahlenther Onkol.* 187: 378-384.

- [26] Minna Piipponen,<sup>†</sup> Dongqing Li,<sup>†</sup> and Ning Xu Landén, 2020, *The Immune Functions of Keratinocytes in Skin Wound Healing*, *Int J Mol Sci.* 2020 Nov; 21(22): 8790 : 1-26, doi: 10.3390/ijms21228790
- [27] cancer council, 2021, Types of cancer: Cervical cancer, <https://www.cancer.org.au/cancer-information/types-of-cancer/cervical-cancer>.
- [28] Dewi, Hendrati, 2015. *Analisis Risiko Kanker Payudara Berdasar Riwayat Pemakaian Kontrasespi Hormonal Dan Usia Menarche*. *Jurnal Berkala Epidemiologi*, 3(1) 2015, 12-23
- [29] Widiono. RK, 2016. *Perbandingan Five Year Survival Rate Penderita Karsinoma Nasofaring Pada Modalitas Kemoterapi dan Kemoradiasi*. 2(8), Universitas Diponegoro
- [30] Lawrenti, 2019. *Perkembangan Terapi Kanker Prostat*. Departemen Medical PT. Kalbe Farma, Jakarta, CDK-278/vol. 46 (8) 2019
- [31] Barret. A, Morris S, Dobbs J, Roques T, 2009. *Practical Radiotherapy Planning*. 4<sup>th</sup> edition, Hodder Arnold an Hacchete UK Company, 382
- [32] Sunil. M. Jain, Kirnesh Pandey, Alok Lahoti, dan P. Kiran Rao, 2013, *Evaluation of skin and subcutaneous tissue thickness at insulin injection sites in Indian, insulin naïve, type-2 diabetic adult population*, *Indian J Endocrinol Metab.* 2013 Sep-Oct; 17(5): 864–870. doi:
- [33] Tanaka. H, Hayashi S, Hoshi H, 2014. *Detremination of the optimal method for the field-in-field technique in breast tangential radiotherapy*. *Jurnal of radiation research*, 2014, 55, 769-773:771
- [34] Ziter MH, Roberts JF, Eller JL, (2012). *Normal Nasopharyngeal Soft Tissue In Adults*. A Statistical Study, 112 (3)
- [35] M. Giglioli, M.A.R. Fernandes, and H. Yoriyaz, 2011, PDD's Reconstruction of the Linear Accelerator Varian 2100C for PhotonsBeams of the 6MV and 10MV Using MCNP-4C Code, *International Conference on Medical Physics, April 17-20, 2011, Porto Alegre, Brazil* : 1-4
- [36] Galle P. Dan R. Paulin, 1992, *Biophysique:1. Radiobiologie – Radiopathologie*, Masson – Paris, hal. 109.

- [37] J. BERKEY, 2010, Managing the Adverse Effects of Radiation Therapy, *Am Fam Physician*. 2010 Aug 15;82(4):381-388.
- [38] N. Salvo, E. Barnes, J van Draanen, E Stacey, G Mitera, D Breen, A Giotis, G Czarnota, J Pang, C De Angelis., “Prophylaxis and management of acute radiation-induced skin reactions: a systematic review of the literature”., *Curr. Oncol*. 17 (2010) 94 – 112.
- [39] Felicia A Mendelsohn, Celia M Divino, Ernane D Reis, Morris D Kerstein, 2002, Wound care after radiation therapy, *Adv Skin Wound care Sep-Oct 2002;15(5):216-24*.doi: 10.1097/00129334-200209000-00007.
- [40] Brooks AL, Hoel DG, Preston LJ, 2016.. *The role of dose in radiation cancer risk: evaluating the effect of dose rate at the molecular, cellular and tissue levels using key events in critical pathways following exposure to low LET radiation*. *International Journal of Radiation Biology*, 92(8):2016, 405-426
- [41] Ingela Turesson , Martin Simonsson, Ingegerd Hermansson, Majlis Book , Sunna Sigurdadottir, Ulf Thunberg, Fredrik Qvarnström , Karl-Axel Johansson, Per Fessé, Jan Nyman , 2020, Epidermal Keratinocyte Depletion during Five Weeks of Radiotherapy is Associated with DNA Double-Strand Break Foci, Cell Growth Arrest and Apoptosis: Evidence of Increasing Radioresponsiveness and Lack of Repopulation; the Number of Melanocytes Remains Unchanged, *Radiat Res* 2020 May;193(5):481-496., doi: 10.1667/RR15417.1
- [42] Jian Yang, Haoyang cai, Zhi-Xiong Xiao, Hangyu Wang, dan Ping Yang, 2019, Effect of radiotherapy on the survival of cervical cancer patients, *Medicine (Baltimore)*. 2019 Jul; 98(30): e16421 :1-10, doi: 10.1097/MD.00000000000016421.
- [43] Lalit Kumar, Sudeep Gupta, 2016, Integrating Chemotherapy in the Management of Cervical cancer: A Critical Appraisal, *Oncology* 2016; 91 (suppl 1): 8–17, DOI: 10.1159/000447576
- [44] Marija Zivkovic Radojevic, Aleksandar Tomasevic, Vesna Plesinac Karapandzic, Neda Milosavljevic, Slobodan Jankovic and Marko Folic , 2020, Acute chemoradiotherapy toxicity in cervical cancer patients, *Open Medicine* 2020; 15: 822–832, doi.org/10.1515/med-2020-0222
- [45] Horia Vulpe, Francis Adumata Asamoah Anthony Fyles , Joel Yarney , 2018, External Beam Radiation Therapy and Brachytherapy for Cervical cancer:

The Experience of the National Centre for Radiotherapy in Accra, Ghana, *Int J Radiat Oncol Biol Phys.* 2018 Apr 1;100(5):1246-1253.doi: 10.1016/j.ijrobp.2017.12.270 <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/29395628/-affiliation-2>, ManjulaMaganti , Verna Vanderpuye <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/29395628/-affiliation-2>,

- [46] C.W.Williamson·H.C.Liu, J.Mayadev·L.K.Mell, 2021, Advances in External Beam Radiation Therapy and Brachytherapy for Cervical cancer, *Clinical Oncology*, Volume 33, Issue 9, September 2021, Pages 567-578, <https://doi.org/10.1016/j.clon.2021.06.012>

**LAMPIRAN 1**  
**DATA PASIEN BERDASARKAN UMUR**

No	Jenis Kelamin	Usia	Jenis Kanker	Stadium/Staging	Kuratif / Paliatif	Total Dosis	Fraksinasi	Posisi
1	Laki - Laki	17	Kandung Kemih	Stadium 0	Kuratif	70 Gy	35	H & N Mask "E"
2	Perempuan	20	Kanker Payudara	stadium III	Kuratif	50 Gy	25	Breastboard
3	Perempuan	25	Kanker Payudara	stadium III	Kuratif	50 Gy	25	Breastboard
4	Perempuan	29	Kanker Servik	stadium IIIB	Kuratif	70 Gy	35	Supine
5	Perempuan	30	Kanker Servik	stadium IIB	Kuratif	70 Gy	35	Supine
6	Perempuan	33	Kanker Servik	stadium IIIB	Kuratif	70 Gy	35	Supine
7	Perempuan	34	Kanker Servik	stadium II	Kuratif	70 Gy	35	Supine
8	Perempuan	34	Kanker Servik	stadium III	Kuratif	70 Gy	35	Supine
9	Laki - Laki	34	Kanker Kandung Kemih	stadium II	Kuratif	70 Gy	35	Supine
10	Perempuan	37	Kanker Servik	stadium IIB	Kuratif	70 Gy	35	Supine
11	Perempuan	37	Kanker Payudara S	stadium III	Kuratif	50 Gy	25	Breastboard
12	Perempuan	38	Kanker Servik	stadium IIB	Paliatif	30 Gy	10	Supine
13	Perempuan	38	Payudara D	stadium III	Kuratif	50 Gy	25	Breastboard
14	Laki - Laki	38	Kanker Nasofaring	stadium III	Kuratif	70 Gy	35	H & N Mask

15	Laki - Laki	38	Kanker Nasofaring	stadium III	Kuratif	70 Gy	35	H & N Mask Bantal "E"
16	Perempuan	39	Kanker Servik	Stadium IIB	Kuratif	70 Gy	35	Supine
17	Perempuan	40	Kanker Payudara	stadium II	Kuratif	50 Gy	25	Breastboard
18	Perempuan	40	Kanker Payudara D	Stadium IV	Paliatif	30 Gy	10	Breastboard
19	Perempuan	41	Kanker Servik	stadium IIB	Kuratif	50 Gy	25	Supine
20	Laki - Laki	41	Kanker Nasofaring	stadium III	Kuratif	70 Gy	35	Masker Kepala Leher
21	Perempuan	42	Kanker Servik	stadium IIB	Kuratif	70 Gy	35	Supine
22	Perempuan	43	Kanker Servik	stadium IIB	Kuratif	70 Gy	35	Supine
23	Perempuan	43	Kanker Servik	stadium IIB	Kuratif	70 Gy	35	Supine
24	Perempuan	44	Kanker Servik	stadium IIA	Kuratif	70 Gy	35	Supine
25	Perempuan	44	Kanker Servik	stadium IIIB	Kuratif	70 Gy	35	Supine
26	Perempuan	45	Kanker Payudara	stadium II	Kuratif	50 Gy	25	Breastboard
27	Perempuan	45	Kanker Payudara	stadium III	Kuratif	50 Gy	25	supine, breast board
28	Laki - Laki	45	Kanker Nasofaring	stadium II	Kuratif	70 Gy	35	Masker Kepala
29	Perempuan	46	Kanker Servik	stadium IIIB	Kuratif	70 Gy	35	Supine
30	Perempuan	46	Kanker Servik	stadium IIIB	Kuratif	70 Gy	35	Supine
31	Perempuan	47	Kanker Servik	stadium IIB	Kuratif	70 Gy	35	Supine
32	Perempuan	47	Kanker Servik	stadium IIB	Kuratif	70 Gy	35	Supine
33	Perempuan	47	Kanker Servik	Stadium IIIB	Kuratif	70 Gy	35	Supine
34	Perempuan	47	Kanker Servik	stadium IIIB	Kuratif	70 Gy	35	Supine
35	Perempuan	48	Kanker Servik	stadium IIB	Kuratif	50 Gy	25	Supine
36	Perempuan	48	Adeno Kanker Servik	stadium IIB	Kuratif	70 Gy	35	Supine
37	Perempuan	48	Kanker Servik	stadium IIIB	Kuratif	70 Gy	35	Supine
38	Perempuan	48	Kanker Servik	stadium IIIB	Kuratif	50 Gy	25	Supine

39	Perempuan	48	Kanker Servik	stadium IIIB	Kuratif	70 Gy	35	Supine
40	Perempuan	48	Kanker Payudara S	stadium III	Kuratif	70 Gy	35	Breastboard
41	Perempuan	48	Kanker Payudara	stadium III	Kuratif	50 Gy	25	Breastboard
42	Laki - Laki	48	Kanker Nasofaring	stadium II	Kuratif	70 Gy	35	Masker Kepala
43	Perempuan	48	Kanker Kandung Kemih	Stadium 0	Kuratif	70 Gy	35	Supine H & N Mask "E"
44	Perempuan	48	Kanker Kandung Kemih	stadium IV	Kuratif	50 Gy	25	Supine
45	Perempuan	50	Kanker Servik	Stadium IIIB	Kuratif	70 Gy	35	Supine
46	Perempuan	50	Kanker Payudara	stadium III	Kuratif	50 Gy	25	Breastboard
47	Perempuan	50	Kanker Payudara S	stadium III	Kuratif	50 Gy	25	supine, breast board
48	Perempuan	50	Kanker Payudara S	stadium III	Kuratif	50 Gy	25	Breastboard
49	Laki - Laki	50	Kanker Kandung Kemih	stadium II	Kuratif	50 Gy	25	Supine
50	Perempuan	51	Kanker Servik	stadium IIB	Kuratif	50 Gy	25	Supine
51	Perempuan	51	Kanker Servik	stadium IIB	Kuratif	70 Gy	35	Supine
52	Perempuan	51	Kanker Servik	stadium IIB	Kuratif	70 Gy	35	Supine
53	Perempuan	51	Kanker Servik	stadium IIIB	Kuratif	70 Gy	35	Supine
54	Perempuan	51	Kanker Payudara S	stadium III	Kuratif	50 Gy	25	supine, breast board
55	Perempuan	51	Kanker Payudarad D	stadium III	Kuratif	50 Gy	25	Breastboard
56	Perempuan	52	Kanker Servik	stadium IIB	Kuratif	70 Gy	35	Supine
57	Laki - Laki	52	Kanker Prostat	Stadium 0	Kuratif	70 Gy	35	Supine
58	Laki - Laki	52	Kanker Kandung Kemih	Stadium 0	Kuratif	60 Gy	30	Supine
59	Perempuan	53	Kanker Servik	stadium IIIB	Kuratif	70 Gy	35	Supine
60	Perempuan	53	Kanker Servik	stadium IIIB	Kuratif	50 Gy	25	Supine
61	Perempuan	54	Kanker Servik	Stadium IIB	Kuratif	70 Gy	35	Supine
62	Perempuan	54	Kanker Servik	stadium IIB	Kuratif	70 Gy	35	Supine

63	Perempuan	54	Kanker Payudara D	Stadium IV	Paliatif	20 Gy	5	Breastboard
64	Perempuan	55	Kanker Servik	stadium IIA	Kuratif	70 Gy	35	Supine
65	Perempuan	55	Kanker Servik	stadium IIB	Kuratif	70 Gy	35	Supine
66	Perempuan	55	Kanker Servik	stadium IIIB	Kuratif	70 Gy	35	Supine
67	Perempuan	55	Kanker Servik	stadium IIIB	Kuratif	50 Gy	25	Supine
68	Laki - Laki	55	Kanker Nasofaring	Stadium II	Kuratif	70 Gy	35	H & N Mask, bantal E
69	Laki - Laki	55	Kanker Prostat	stadium II	Kuratif	70 Gy	35	Supine
70	Perempuan	56	Kanker Servik	stadium IIB	Kuratif	70 Gy	35	Supine
71	Perempuan	56	Kanker servik	stadium IIB	Kuratif	70 Gy	35	Supine
72	Perempuan	56	Kanker Servik	stadium IIB	Kuratif	70 Gy	35	Supine
73	Perempuan	56	Adeno Kanker Servik	stadium IIIB	Kuratif	70 Gy	35	Supine
74	Perempuan	56	Kanker Payudara S	stadium III	Kuratif	50 Gy	25	Breastboard
75	Perempuan	57	Kanker Servik	stadium IIB	Kuratif	70 Gy	35	Supine
76	Laki - Laki	57	Kanker Prostat	stadium III	Kuratif	70 Gy	35	Supine
77	Perempuan	58	Kanker Servik	stadium IIB	Kuratif	70 Gy	35	Supine
78	Perempuan	59	Kanker Servik	stadium IIA	Kuratif	70 Gy	35	Supine
79	Laki - Laki	59	Kanker Prostat	stadium II	Kuratif	70 Gy	35	Supine
80	Perempuan	60	Kanker Servik	stadium IIB	Kuratif	70 Gy	35	Supine
81	Perempuan	60	Kanker Servik	stadium IIB	Kuratif	70 Gy	35	Supine
82	Perempuan	60	Kanker Servik	stadium IIIB	Kuratif	70 Gy	35	Supine
83	Perempuan	61	Kanker Servik	stadium IIB	Kuratif	70 Gy	35	Supine
84	Laki - Laki	62	Kanker Prostat	stadium III	Kuratif	70 Gy	35	Supine
85	Laki - Laki	65	Kanker Nasofaring	stadium III	Kuratif	70 Gy	35	Bantal E
86	Perempuan	67	Kanker Servik	stadium IIB	Kuratif	70 Gy	35	Supine



87	Perempuan	67	Kanker Servik	stadium IIIB	Kuratif	70 Gy	35	Supine
88	Perempuan	67	Kanker Payudarad D	stadium III	Kuratif	50 Gy	25	Breastboard
89	Laki - Laki	67	Kanker Nasofaring	stadium IV	Paliatif	30 Gy	10	H & N Mask
90	Laki - Laki	68	Kanker Prostat	stadium III	Kuratif	70 Gy	35	Supine
91	Perempuan	69	Kanker Servik	stadium IIIB	Kuratif	50 Gy	25	Supine
92	Perempuan	70	Kanker Payudara S	stadium III	Kuratif	50 Gy	25	Breastboard
93	Laki - Laki	70	Kanker Nasofaring	stadium III	Kuratif	70 Gy	35	H & N Mask
94	Laki - Laki	70	Kanker Prostat	Stadium 0	Kuratif	70 Gy	35	Supine
95	Perempuan	72	Kanker Servik	stadium III	Kuratif	70 Gy	35	Supine
96	Perempuan	73	Kanker Servik	stadium IIIB	Kuratif	50 Gy	25	Supine
97	Laki - Laki	73	Kanker Prostat	stadium III	Kuratif	70 Gy	35	Supine
98	Laki - Laki	75	Kanker Nasofaring Residif	stadium III	Kuratif	50 Gy	25	H & N Mask "E"
99	Laki - Laki	81	Kanker Kandung Kemih	stadium II	Kuratif	50 Gy	25	Supine
100	Laki - Laki	88	Kanker Prostat	stadium III	Kuratif	70 Gy	35	Supine

**LAMPIRAN 2**  
**DATA PASIEN BERDASARKAN JENIS KANKER DAN STADIUM**

**Kanker Servik**

No	Jenis Kelamin	Usia	Jenis Kanker	Stadium/Staging	Kuratif / Paliatif	Total Dosis	Fraksinasi	Posisi
1	Perempuan	34	Kanker Servik	stadium II	Kuratif	70	35	Supine
2	Perempuan	59	Kanker Servik	stadium IIA	Kuratif	70	35	Supine
3	Perempuan	44	Kanker Servik	stadium IIA	Kuratif	70	35	Supine
4	Perempuan	55	Kanker Servik	stadium IIA	Kuratif	70	35	Supine
5	Perempuan	47	Kanker Servik	stadium IIB	Kuratif	70	35	Supine
6	Perempuan	37	Kanker Servik	stadium IIB	Kuratif	70	35	Supine
7	Perempuan	56	Kanker Servik	stadium IIB	Kuratif	70	35	Supine
8	Perempuan	43	Kanker Servik	stadium IIB	Kuratif	70	35	Supine
9	Perempuan	30	Kanker Servik	stadium IIB	Kuratif	70	35	Supine
10	Perempuan	39	Kanker Servik	Stadium IIB	Kuratif	70	35	Supine
11	Perempuan	54	Kanker Servik	Stadium IIB	Kuratif	70	35	Supine
12	Perempuan	61	Kanker Servik	stadium IIB	Kuratif	70	35	Supine
13	Perempuan	56	Kanker Servik	stadium IIB	Kuratif	70	35	Supine
14	Perempuan	43	Kanker Servik	stadium IIB	Kuratif	70	35	Supine
15	Perempuan	54	Kanker Servik	stadium IIB	Kuratif	70	35	Supine
16	Perempuan	38	Kanker Servik	stadium IIB	Paliatif	30	10	Supine
17	Perempuan	67	Kanker Servik	stadium IIB	Kuratif	70	35	Supine

18	Perempuan	51	Kanker Servik	stadium IIB	Kuratif	50	25	Supine
19	Perempuan	58	Kanker Servik	stadium IIB	Kuratif	70	35	Supine
20	Perempuan	48	Kanker Servik	stadium IIB	Kuratif	50	25	Supine
21	Perempuan	51	Kanker Servik	stadium IIB	Kuratif	70	35	Supine
22	Perempuan	56	Kanker Servik	stadium IIB	Kuratif	70	35	Supine
23	Perempuan	41	Kanker Servik	stadium IIB	Kuratif	50	25	Supine
24	Perempuan	52	Kanker Servik	stadium IIB	Kuratif	70	35	Supine
25	Perempuan	55	Kanker Servik	stadium IIB	Kuratif	70	35	Supine
26	Perempuan	47	Kanker Servik	stadium IIB	Kuratif	70	35	Supine
27	Perempuan	51	Kanker Servik	stadium IIB	Kuratif	70	35	Supine
28	Perempuan	60	Kanker Servik	stadium IIB	Kuratif	70	35	Supine
29	Perempuan	60	Kanker Servik	stadium IIB	Kuratif	70	35	Supine
30	Perempuan	42	Kanker Servik	stadium IIB	Kuratif	70	35	Supine
31	Perempuan	57	Kanker Servik	stadium IIB	Kuratif	70	35	Supine
32	Perempuan	48	Adeno Kanker Servik	stadium IIB	Kuratif	70	35	Supine
33	Perempuan	72	Kanker Servik	stadium III	Kuratif	70	35	Supine
34	Perempuan	34	Kanker Servik	stadium III	Kuratif	70	35	Supine
35	Perempuan	56	Adenokankerrcinoma Servik	stadium IIIB	Kuratif	70	35	Supine
36	Perempuan	33	Kanker Servik	stadium IIIB	Kuratif	70	35	Supine
37	Perempuan	51	Kanker Servik	stadium IIIB	Kuratif	70	35	Supine
38	Perempuan	67	Kanker Servik	stadium IIIB	Kuratif	70	35	Supine
39	Perempuan	48	Kanker Servik	stadium IIIB	Kuratif	70	35	Supine
40	Perempuan	55	Kanker Servik	stadium IIIB	Kuratif	70	35	Supine
41	Perempuan	47	Kanker Servik	Stadium IIIB	Kuratif	70	35	Supine

42	Perempuan	50	Kanker Servik	Stadium IIIB	Kuratif	70	35	Supine
43	Perempuan	73	Kanker Servik	stadium IIIB	Kuratif	50	25	Supine
44	Perempuan	55	Kanker Servik	stadium IIIB	Kuratif	50	25	Supine
45	Perempuan	69	Kanker Servik	stadium IIIB	Kuratif	50	25	Supine
46	Perempuan	44	Kanker Servik	stadium IIIB	Kuratif	70	35	Supine
47	Perempuan	53	Kanker Servik	stadium IIIB	Kuratif	70	35	Supine
48	Perempuan	46	Kanker Servik	stadium IIIB	Kuratif	70	35	Supine
49	Perempuan	29	Kanker Servik	stadium IIIB	Kuratif	70	35	Supine
50	Perempuan	48	Kanker Servik	stadium IIIB	Kuratif	50	25	Supine
51	Perempuan	60	Kanker Servik	stadium IIIB	Kuratif	70	35	Supine
52	Perempuan	53	Kanker Servik	stadium IIIB	Kuratif	50	25	Supine
53	Perempuan	46	Kanker Servik	stadium IIIB	Kuratif	70	35	Supine
54	Perempuan	48	Kanker Servik	stadium IIIB	Kuratif	70	35	Supine
55	Perempuan	47	Kanker Servik	stadium IIIB	Kuratif	70	35	Supine

### Kanker Payudara

No	Jenis Kelamin	Usia	Jenis Kanker	Stadium/Staging	Kuratif / Paliatif	Total Dosis	Fraksinasi	Posisi
1	Perempuan	40	Kanker Payudara	stadium II	Kuratif	50	25	Breastboard
2	Perempuan	45	Kanker Payudara	stadium II	Kuratif	50	25	Breastboard
3	Perempuan	45	Kanker Payudara	stadium III	Kuratif	50	25	supine, breast board
4	Perempuan	38	Payudara D	stadium III	Kuratif	50	25	Breastboard
5	Perempuan	20	Kanker Payudara	stadium III	Kuratif	50	25	Breastboard

6	Perempuan	25	Kanker Payudara	stadium III	Kuratif	50	25	Breastboard
7	Perempuan	50	Kanker Payudara	stadium III	Kuratif	50	25	Breastboard
8	Perempuan	51	Kanker Payudara S	stadium III	Kuratif	50	25	supine, breast board
9	Perempuan	50	Kanker Payudara S	stadium III	Kuratif	50	25	supine, breast board
10	Perempuan	67	Kanker Payudarad D	stadium III	Kuratif	50	25	Breastboard
11	Perempuan	51	Kanker Payudarad D	stadium III	Kuratif	50	25	Breastboard
12	Perempuan	37	Kanker Payudara S	stadium III	Kuratif	50	25	Breastboard
13	Perempuan	56	Kanker Payudara S	stadium III	Kuratif	50	25	Breastboard
14	Perempuan	70	Kanker Payudara S	stadium III	Kuratif	50	25	Breastboard
15	Perempuan	48	Kanker Payudara S	stadium III	Kuratif	50	25	Breastboard
16	Perempuan	48	Kanker Payudara	stadium III	Kuratif	50	25	Breastboard
17	Perempuan	50	Kanker Payudara S	stadium III	Kuratif	50	25	Breastboard
18	Perempuan	54	Kanker Payudara D	Stadium IV A	Paliatif	20	5	Breastboard
19	Perempuan	40	Kanker Payudara D	Stadium IV	Paliatif	30	10	Breastboard

### Kanker Nasofaring

No	Jenis Kelamin	Usia	Jenis Kanker	Stadium/Staging	Kuratif / Paliatif	Total Dosis	Fraksinasi	Posisi
1	Laki - Laki	55	Nasofaring	Stadium II	Kuratif	70	35	H & N Mask, bantal E
2	Laki - Laki	45	Nasofaring	stadium II	Kuratif	70	35	Masker Kepala
3	Laki - Laki	48	Nasofaring	stadium II	Kuratif	70	35	Masker Kepala
4	Laki - Laki	41	Nasofaring	stadium III	Kuratif	70	35	Masker Kepala Leher
5	Laki - Laki	75	Nasofaring Residif	stadium III	Kuratif	50	25	H & N Mask "E"

6	Laki - Laki	70	Nasofaring	stadium III	Kuratif	70	35	H & N Mask
7	Laki - Laki	38	Nasofaring	stadium III	Kuratif	70	35	H & N Mask
8	Laki - Laki	65	Nasofaring	stadium III	Kuratif	70	35	Bantal E
9	Laki - Laki	38	Nasofaring	stadium III	Kuratif	70	35	H & N Mask Bantal "E"
10	Laki - Laki	67	Nasofaring Meta	stadium IV	Paliatif	30	10	H & N Mask

### Kanker Prostat

No	Jenis Kelamin	Usia	Jenis Kanker	Stadium/Staging	Kuratif / Paliatif	Total Dosis	Fraksinasi	Posisi
1	Laki - Laki	52	Kanker Prostat	stadium 0	Kuratif	70	35	Supine
2	Laki - Laki	70	Kanker Prostat	stadium 0	Kuratif	70	35	Supine
3	Laki - Laki	55	Kanker Prostat	stadium II	Kuratif	70	35	Supine
4	Laki - Laki	59	Kanker Prostat	stadium II	Kuratif	70	35	Supine
5	Laki - Laki	73	Kanker Prostat	stadium III	Kuratif	70	35	Supine
6	Laki - Laki	57	Kanker Prostat	stadium III	Kuratif	70	35	Supine
7	Laki - Laki	68	Kanker Prostat	stadium III	Kuratif	70	35	Supine
8	Laki - Laki	62	Kanker Prostat	stadium III	Kuratif	70	35	Supine
9	Laki - Laki	88	Kanker Prostat	stadium III	Kuratif	70	35	Supine

**Kanker Kandung Kemih**

No	Jenis Kelamin	Usia	Jenis Kanker	Stadium/Staging	Kuratif / Paliatif	Total Dosis	Fraksinasi	Posisi
1	Laki - Laki	17	Kanker Kandung kemih	stadium 0	Kuratif	70	35	Supine H & N Mask "E"
2	Perempuan	48	Kanker Kandung kemih	stadium 0	Kuratif	70	35	Supine H & N Mask "E"
3	Laki - Laki	52	Kanker Kandung kemih	stadium 0	Kuratif	60	30	Supine
4	Laki - Laki	34	Kanker Kandung kemih	stadium II	Kuratif	70	35	Supine
5	Laki - Laki	81	Kanker Kandung kemih	stadium II	Kuratif	50	25	Supine
6	Laki - Laki	50	Kanker Kandung kemih	stadium II	Kuratif	50	25	Supine
7	Perempuan	48	Kanker Kandung kemih	stadium IV	Kuratif	50	25	Supine

**LAMPIRAN 3**  
**DATA PASIEN BERDASARKAN FRAKSINASI DOSIS DAN JENIS KANKER**

**Kanker Servik**

No	Jenis Kelamin	Usia	Jenis Kanker	Stadium/Staging	Kuratif / Paliatif	Total Dosis	Fraksinasi	Posisi
1	Perempuan	38	Kanker Servik	stadium IIB	Paliatif	30	10	Supine
2	Perempuan	51	Kanker Servik	stadium IIB	Kuratif	50	25	Supine
3	Perempuan	48	Kanker Servik	stadium IIB	Kuratif	50	25	Supine
4	Perempuan	41	Kanker Servik	stadium IIB	Kuratif	50	25	Supine
5	Perempuan	73	Kanker Servik	stadium IIIB	Kuratif	50	25	Supine
6	Perempuan	55	Kanker Servik	stadium IIIB	Kuratif	50	25	Supine
7	Perempuan	69	Kanker Servik	stadium IIIB	Kuratif	50	25	Supine
8	Perempuan	48	Kanker Servik	stadium IIIB	Kuratif	50	25	Supine
9	Perempuan	53	Kanker Servik	stadium IIIB	Kuratif	50	25	Supine
10	Perempuan	34	Kanker Servik	stadium II	Kuratif	70	35	Supine
11	Perempuan	59	Kanker Servik	stadium IIA	Kuratif	70	35	Supine
12	Perempuan	44	Kanker Servik	stadium IIA	Kuratif	70	35	Supine
13	Perempuan	55	Kanker Servik	stadium IIA	Kuratif	70	35	Supine
14	Perempuan	47	Kanker Servik	stadium IIB	Kuratif	70	35	Supine
15	Perempuan	37	Kanker Servik	stadium IIB	Kuratif	70	35	Supine
16	Perempuan	56	Kanker Servik	stadium IIB	Kuratif	70	35	Supine
17	Perempuan	43	Kanker Servik	stadium IIB	Kuratif	70	35	Supine
18	Perempuan	30	Kanker Servik	stadium IIB	Kuratif	70	35	Supine



19	Perempuan	39	Kanker Servik	Stadium IIB	Kuratif	70	35	Supine
20	Perempuan	54	Kanker Servik	Stadium IIB	Kuratif	70	35	Supine
21	Perempuan	61	Kanker Servik	stadium IIB	Kuratif	70	35	Supine
22	Perempuan	56	Kanker Servik	stadium IIB	Kuratif	70	35	Supine
23	Perempuan	43	Kanker Servik	stadium IIB	Kuratif	70	35	Supine
24	Perempuan	54	Kanker Servik	stadium IIB	Kuratif	70	35	Supine
25	Perempuan	67	Kanker Servik	stadium IIB	Kuratif	70	35	Supine
26	Perempuan	58	Kanker Servik	stadium IIB	Kuratif	70	35	Supine
27	Perempuan	51	Kanker Servik	stadium IIB	Kuratif	70	35	Supine
28	Perempuan	56	Kanker Servik	stadium IIB	Kuratif	70	35	Supine
29	Perempuan	52	Kanker Servik	stadium IIB	Kuratif	70	35	Supine
30	Perempuan	55	Kanker Servik	stadium IIB	Kuratif	70	35	Supine
31	Perempuan	47	Kanker Servik	stadium IIB	Kuratif	70	35	Supine
32	Perempuan	51	Kanker Servik	stadium IIB	Kuratif	70	35	Supine
33	Perempuan	60	Kanker Servik	stadium IIB	Kuratif	70	35	Supine
34	Perempuan	60	Kanker Servik	stadium IIB	Kuratif	70	35	Supine
35	Perempuan	42	Kanker Servik	stadium IIB	Kuratif	70	35	Supine
36	Perempuan	57	Kanker Servik	stadium IIB	Kuratif	70	35	Supine
37	Perempuan	48	Adeno Kanker Servik	stadium IIB	Kuratif	70	35	Supine
38	Perempuan	72	Kanker Servik	stadium III	Kuratif	70	35	Supine
39	Perempuan	34	Kanker Servik	stadium III	Kuratif	70	35	Supine
40	Perempuan	56	Adenokankerrcinoma Servik	stadium IIB	Kuratif	70	35	Supine
41	Perempuan	33	Kanker Servik	stadium IIB	Kuratif	70	35	Supine
42	Perempuan	51	Kanker Servik	stadium IIB	Kuratif	70	35	Supine

43	Perempuan	67	Kanker Servik	stadium IIIB	Kuratif	70	35	Supine
44	Perempuan	48	Kanker Servik	stadium IIIB	Kuratif	70	35	Supine
45	Perempuan	55	Kanker Servik	stadium IIIB	Kuratif	70	35	Supine
46	Perempuan	47	Kanker Servik	Stadium IIIB	Kuratif	70	35	Supine
47	Perempuan	50	Kanker Servik	Stadium IIIB	Kuratif	70	35	Supine
48	Perempuan	44	Kanker Servik	stadium IIIB	Kuratif	70	35	Supine
49	Perempuan	53	Kanker Servik	stadium IIIB	Kuratif	70	35	Supine
50	Perempuan	46	Kanker Servik	stadium IIIB	Kuratif	70	35	Supine
51	Perempuan	29	Kanker Servik	stadium IIIB	Kuratif	70	35	Supine
52	Perempuan	60	Kanker Servik	stadium IIIB	Kuratif	70	35	Supine
53	Perempuan	46	Kanker Servik	stadium IIIB	Kuratif	70	35	Supine
54	Perempuan	48	Kanker Servik	stadium IIIB	Kuratif	70	35	Supine
55	Perempuan	47	Kanker Servik	stadium IIIB	Kuratif	70	35	Supine

### Kanker Payudara

No	Jenis Kelamin	Usia	Jenis Kanker	Stadium/Staging	Kuratif / Paliatif	Total Dosis	Fraksinasi	Posisi
1	Perempuan	54	Kanker Payudara D	Stadium IV	Paliatif	20	5	Breastboard
2	Perempuan	40	Kanker Payudara D	Stadium IV	Paliatif	30	10	Breastboard
3	Perempuan	40	Kanker Payudara	stadium II	Kuratif	50	25	Breastboard
4	Perempuan	45	Kanker Payudara	stadium II	Kuratif	50	25	Breastboard
5	Perempuan	45	Kanker Payudara	stadium III	Kuratif	50	25	supine, breast board
6	Perempuan	38	Payudara D	stadium III	Kuratif	50	25	Breastboard

7	Perempuan	20	Kanker Payudara	stadium III	Kuratif	50	25	Breastboard
8	Perempuan	25	Kanker Payudara	stadium III	Kuratif	50	25	Breastboard
9	Perempuan	50	Kanker Payudara	stadium III	Kuratif	50	25	Breastboard
10	Perempuan	51	Kanker Payudara S	stadium III	Kuratif	50	25	supine, breast board
11	Perempuan	50	Kanker Payudara S	stadium III	Kuratif	50	25	supine, breast board
12	Perempuan	67	Kanker Payudara D	stadium III	Kuratif	50	25	Breastboard
13	Perempuan	51	Kanker Payudara D	stadium III	Kuratif	50	25	Breastboard
14	Perempuan	37	Kanker Payudara S	stadium III	Kuratif	50	25	Breastboard
15	Perempuan	56	Kanker Payudara S	stadium III	Kuratif	50	25	Breastboard
16	Perempuan	70	Kanker Payudara S	stadium III	Kuratif	50	25	Breastboard
17	Perempuan	48	Kanker Payudara	stadium III	Kuratif	50	25	Breastboard
18	Perempuan	50	Kanker Payudara S	stadium III	Kuratif	50	25	Breastboard
19	Perempuan	48	Kanker Payudara S	stadium III	Kuratif	70	35	Breastboard

### Kanker Nasofaring

No	Jenis Kelamin	Usia	Jenis Kanker	Stadium/Staging	Kuratif / Paliatif	Total Dosis	Fraksinasi	Posisi
1	Laki - Laki	67	Nasofaring meta	stadium IV	Paliatif	30	10	H & N Mask
2	Laki - Laki	75	Nasofaring residif	stadium III	Kuratif	50	25	H & N Mask "E"
3	Laki - Laki	55	Nasofaring	Stadium II	Kuratif	70	35	H & N Mask, bantal E
4	Laki - Laki	45	Nasofaring	stadium II	Kuratif	70	35	Masker Kepala

5	Laki - Laki	48	Nasofaring	stadium II	Kuratif	70	35	Masker Kepala
6	Laki - Laki	41	Nasofaring	stadium III	Kuratif	70	35	Masker Kepala Leher
7	Laki - Laki	70	Nasofaring	stadium III	Kuratif	70	35	H & N Mask
8	Laki - Laki	38	Nasofaring	stadium III	Kuratif	70	35	H & N Mask
9	Laki - Laki	65	Nasofaring	stadium III	Kuratif	70	35	Bantal E
10	Laki - Laki	38	Nasofaring	stadium III	Kuratif	70	35	H & N Mask Bantal "E"

### Kanker Prostat

No	Jenis Kelamin	Usia	Jenis Kanker	Stadium/Staging	Kuratif / Paliatif	Total Dosis	Fraksinasi	Posisi
1	Laki - Laki	52	Kanker Prostat	stadium 0	Kuratif	70	35	Supine
2	Laki - Laki	70	Kanker Prostat	stadium 0	Kuratif	70	35	Supine
3	Laki - Laki	55	Kanker Prostat	stadium II	Kuratif	70	35	Supine
4	Laki - Laki	59	Kanker Prostat	stadium II	Kuratif	70	35	Supine
5	Laki - Laki	73	Kanker Prostat	stadium III	Kuratif	70	35	Supine
6	Laki - Laki	57	Kanker Prostat	stadium III	Kuratif	70	35	Supine
7	Laki - Laki	68	Kanker Prostat	stadium III	Kuratif	70	35	Supine
8	Laki - Laki	62	Kanker Prostat	stadium III	Kuratif	70	35	Supine
9	Laki - Laki	88	Kanker Prostat	stadium III	Kuratif	70	35	Supine

**Kanker Kandung Kemih**

No	Jenis Kelamin	Usia	Jenis Kanker	Stadium/Staging	Kuratif / Paliatif	Total Dosis	Fraksinasi	Posisi
1	Laki - Laki	81	Kanker Kandung kemih	stadium II	Kuratif	50	25	Supine
2	Laki - Laki	50	Kanker Kandung kemih	stadium II	Kuratif	50	25	Supine
3	Perempuan	48	Kanker Kandung kemih	stadium IV	Kuratif	50	25	Supine
4	Laki - Laki	52	Kanker Kandung kemih	stadium 0	Kuratif	60	30	Supine
5	Laki - Laki	17	Kanker Kandung kemih	stadium 0	Kuratif	70	35	Supine H & N Mask "E"
6	Perempuan	48	Kanker Kandung kemih	stadium 0	Kuratif	70	35	Supine H & N Mask "E"
7	Laki - Laki	34	Kanker Kandung kemih	stadium II	Kuratif	70	35	Supine

#### LAMPIRAN 4

### DOSIS RADIASI YANG DISERAP OLEH KULIT PER FRAKSINASI

Perhitungan Dmax (dosis permukaan kulit) pada kanker servik

Rumus:

$$\frac{\text{Dosis pada titik A}}{\text{PDD pada titik A}} = \frac{\text{Dosis pada } D_{\max}}{\text{PDD pada titik } D_{\max}}$$

dengan PDD adalah Persentase Kedalaman Dosis

Diketahui:

$$\text{Dosis pada titik A} = 2 \text{ Gy}$$

$$\text{PDD pada titik A} = 95,1 \%$$

$$\text{PDD pada titik Dmax} = 100\%$$

Maka:

$$\frac{2 \text{ Gy}}{95,1} = \frac{D_{\max}}{100}$$

$$0,021 \text{ Gy} = \frac{D_{\max}}{100}$$

$$D_{\max} = 2,10 \text{ Gy}$$

Dmax permukaan kulit 2,10 Gy dan yang tiba dikanker setelah melewati jaringan dan kulit adalah 2 Gy berarti yang diserap kulit dan jaringan adalah:

$$2,10 \text{ Gy} - 2 \text{ Gy} = 0,10 \text{ Gy}$$

Apabila dikonversikan ke energi dengan  $1 \text{ Gy} = 6,24 \times 10^{12} \text{ Mev/kg}$  maka:

$$0,10 \text{ Gy} = 0,10 \times 6,24 \times 10^{12} \text{ Mev/kg}$$

$$= 0,624 \times 10^{12} \text{ Mev/kg}$$

$$= 6,24 \times 10^{11} \text{ Mev/kg}$$

$$\text{Secara teoritis 1 ion} = 32 \text{ ev}$$

$$= 32 \times 10^{-6} \text{ Mev}$$

Maka:

$$\frac{6,24 \times 10^{11} \text{ mev/kg}}{32 \times 10^{-6} \text{ mev}} = 0,195 \times 10^{11} \times 10^6 \text{ ion/kg}$$

$$= 0,195 \times 10^{17} \text{ ion/kg}$$

$$= 1,95 \times 10^{16} \text{ ion/kg}$$

Kromosom dalam jumlah pasangan basah  $5 \times 10^7$  maka kerusakan kromosom pada jaringan kulit adalah:

$$\frac{1,95 \times 10^{16} \text{ ion/kg}}{5 \times 10^7} = 0,39 \times 10^9 = 3,9 \times 10^8$$

**LAMPIRAN 5**  
**PERALATAN LINAC ACCELATOR DALAM KONDISI PENYINARAN**  
**TANPA PASIEN**



**Keterangan alat:**

Data Alat	: Linear Accelerator (Linac)
Merk	: Varian - USA
Type	: Varian SERVIK 6540
Energi Foton	: 6 MegaVolt (MV)
Teknik Penyinaran	: 3D

**LAMPIRAN 6**  
**PERALATAN LINAC ACCELATOR DALAM KONDISI PENGATURAN**  
**POSISI PASIEN**





**LAMPIRAN 7**  
**WARNA KULIT PASIEN WAKTU PERTAMA KALI FRAKSINASI**



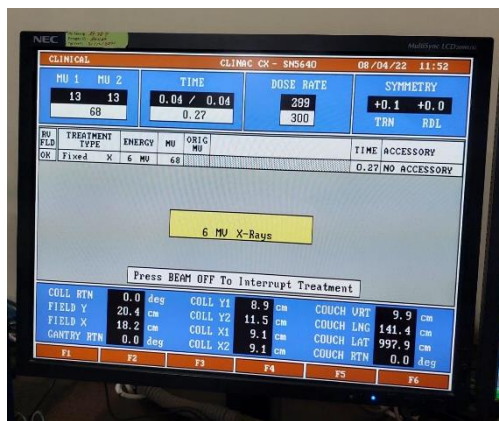
**LAMPIRAN 8**  
**WARNA KULIT PASIEN FRAKSINASI 10 KALI**



**LAMPIRAN 9**  
**POSISI TEGAK LURUS**



### LAMPIRAN 10 PROSES PENYINARAN PASIEN



**LAMPIRAN 11**  
**PROSES MONITORING PADA SAAT PEMERIKSAAN BERLANGSUNG**

