

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Kanker adalah salah satu penyebab utama kematian di dunia. Penyakit ini terjadi ketika sel-sel tubuh tumbuh secara cepat dan tidak terkendali, membentuk sel baru yang tidak sempurna dan bersifat ganas (Dewi, 2017; Prastiwi, 2012). Berdasarkan Riset Kesehatan Dasar (Riskesdas) tahun 2013, prevalensi kanker di Indonesia adalah 1,4%. Dan terjadi peningkatan pada tahun 2018 prevalensi kanker sebesar 1,8 per 1000 penduduk (Rachmawati, 2020). Penyebab kematian tertinggi pada kejadian kanker terbesar adalah kanker paru-paru sebanyak 18,4%, diikuti kanker payudara 11,6%, kanker prostat 9,2%, kanker kolorektal 6,1%, kanker lambung 8,2% dan kanker hati 8,2%. Dari data tersebut dapat diketahui bahwa Kanker payudara merupakan salah satu jenis kanker yang terbanyak di Indonesia dan mematikan.

Kanker payudara adalah tumor ganas yang berkembang di jaringan payudara, berasal dari lapisan epitel duktus atau lobulus (Apriantoro et al., 2023). Pengobatan pada kanker payudara tergantung pada jenis, stadium, ukuran kanker, serta sensitivitasnya terhadap hormon. Metode pengobatan kanker payudara dapat dilakukan dengan pembedahan, kemoterapi, terapi hormon, dan radioterapi (Fardela et al., 2023).

Sekitar 10,9 juta orang di seluruh dunia didiagnosis dengan kanker setiap tahunnya, dan sekitar 50% di antaranya memerlukan radioterapi. Dari jumlah tersebut, 60% di antaranya diobati dengan kuratif (Fitriatuzzakiyyah et al., 2017). Radioterapi merupakan prosedur medis yang menggunakan radiasi pengion untuk menghancurkan sel kanker sebisa mungkin dengan kerusakan yang minimal. Pengobatan ini diberikan melalui teleterapi, yaitu metode yang menggunakan sumber radiasi pada jarak tertentu dari tubuh pasien (Wessha et al., 2021).

Pesawat teleterapi yang digunakan dalam radioterapi adalah Linear Accelerator (LINAC), yang dirancang untuk mempercepat elektron secara linier, sehingga menghasilkan berkas foton dan elektron. Berkas foton memiliki energi 6 MV dan 10 MV, sementara berkas elektron memiliki energi (4, 6, 9, 12, 15, dan 18) MeV. Berkas foton digunakan untuk menyinari kanker yang berada di dalam tubuh, seperti kanker payudara, serviks, dan nasofaring, sementara berkas elektron umumnya digunakan untuk mengobati kanker kulit (Suharmono et al., 2020). Teknik penyinaran teleterapi yang saat ini digunakan *Three-Dimensional Reconstruction Technique* (3DRCT) (Milvita, Hadi, 2019), adapun teknik pengobatan radioterapi modern teknik *Intensity Modulated Radiation Therapy* (IMRT), dan *Volumetric Modulated Arc Therapy* (VMAT), menghasilkan distribusi dosis yang sangat tepat (Martins et al., 2023).

Pengobatan menggunakan *Linear Accelerator* (LINAC) memiliki potensi untuk memberikan dosis yang kurang tepat saat perawatan pada pasien dengan dosis yang telah direncanakan, sehingga perlu dilakukan verifikasi. Verifikasi yang

dilakukan pada pesawat terapi termasuk dalam verifikasi keselamatan radiasi yaitu verifikasi pergeseran geometri dan verifikasi dosis radiasi. Verifikasi dosis dilakukan menggunakan nilai indeks gamma, indeks gamma adalah perbedaan distribusi dosis pada *Treatment Planning System* (TPS) dengan dosis yang direncanakan, yang menunjukkan penyimpangan dapat diterima dalam dosis dan jarak (2%/2mm dan 3%/3mm). Indeks ini sangat berguna untuk mengkuantifikasi dan membandingkan data dosis dalam dua dimensi (2D) maupun tiga dimensi (3D), terutama ketika pengukuran langsung sulit dilakukan (Purwantiningsih et al., 2023). Verifikasi ini berdasarkan standar *International Atomic Energy Agency* (IAEA) Human Health Series No. 31 Tahun 2016 (Defira et al., 2022).

Verifikasi dosis menggunakan alat dosimeter film EBT2, film EBT3, *Ionization Chamber*, Thermoluminescent Dosimeters (TLD), dan Electronic Portal Imaging Device (EPID). Dalam penelitian ini, EPID digunakan karena perangkat ini sudah terintegrasi dengan mesin Linear Accelerator (LINAC), sehingga tidak memerlukan pengaturan alat tambahan dan hanya menggunakan pengaturan melalui komputer. Berdasarkan penelitian yang dilakukan oleh Van Elmpst dkk, EPID menawarkan kemudahan dalam verifikasi dosis dan distribusi radiasi berkat kemampuannya yang *real-time* dan kompatibilitasnya dengan sistem LINAC (van Elmpst et al., 2008).

Penelitian verifikasi dosis menggunakan perangkat *Electronic Portal Imaging Device* (EPID) telah dilakukan oleh Maria Atiq dkk, dosis dihitung 14 pasien kanker kepala dan leher menggunakan teknik *Intensity Modulated Radiation Therapy* (IMRT) dengan sistem perencanaan pengobatan *Software Eclipse*. Hasil penelitian menunjukkan 13 lulus kriteria toleransi 95% yang. Batas Keyakinan untuk Perbedaan Dosis adalah 9,3% dan kriteria gamma menggunakan toleransi 2,0% (98,0%, lulus) (Atiq et al., 2017). W. Purwanti dkk, juga telah menguji keakuratan distribusi dosis untuk 20 perencanaan perawatan telah dievaluasi dengan melakukan analisis gamma untuk pretreatment dan perawatan QA di setiap bidang dan bidang komposit dengan menggunakan kriteria indeks gamma 3%/3 mm dan 2%/2 mm. Hasil analisis GPR untuk lapangan masing-masing sebesar 99,32% dan 97,74% untuk indeks gamma 3%/3 mm dan 2%/2 mm. Selain itu, hasil analisis GPR untuk komposit masing-masing sebesar 95,46% dan 81,38% untuk indeks gamma 3%/3 mm dan 2%/2 mm (Purwati et al., 2023).

Dari penelitian terkait maka dilakukan penelitian ini untuk memverifikasi distribusi dosis 5 data rekam medis pasien kanker *mammæ* dengan teknik *Intensity Modulated Radiation Therapy* (IMRT) menggunakan *Linear Accelerator* (LINAC) Varian *TruBeam* yang terintegrasi *Electronic Portal Imaging Device* (EPID). Verifikasi menggunakan toleransi indeks gamma 95% dan Kriteria DTA yang telah dibuat dan disepakati menurut IAEA adalah 3 mm dan kriteria perbedaan dosis radiasi sebesar 3% 3mm.

1.2 Tujuan Penelitian

Tujuan dilaksanakannya penelitian ini antara lain:

1. Menganalisis kesesuaian distribusi dosis pada *Treatment Planning System* (TPS) dengan hasil pengukuran *Electronic Portal Imaging Device* (EPID) berdasarkan nilai indeks gamma.

2. Mengevaluasi efektivitas rencana perawatan Teknik *Intensity-Modulated Radiation Therapy* (IMRT) pada kanker *mammae* menggunakan analisis nilai indeks gamma.

1.3 Manfaat Penelitian

Manfaat penelitian ini adalah membantu memverifikasi akurasi distribusi dosis pada pasien kanker *mammae*, serta menjadi bahan pertimbangan bagi fisikawan medis dalam mengevaluasi rencana perawatan yang telah dirancang di ruang *Treatment Planning System* (TPS).

BAB II METODE PENELITIAN

2.1 Waktu dan Tempat Penelitian

Penelitian telah dilakukan pada bulan Juli-Desember 2024. Bertempat di Instalasi Radioterapi Rumah Sakit Tk.II Pelamonia, Makassar.

2.2 Alat dan Bahan

2.1.1 Alat

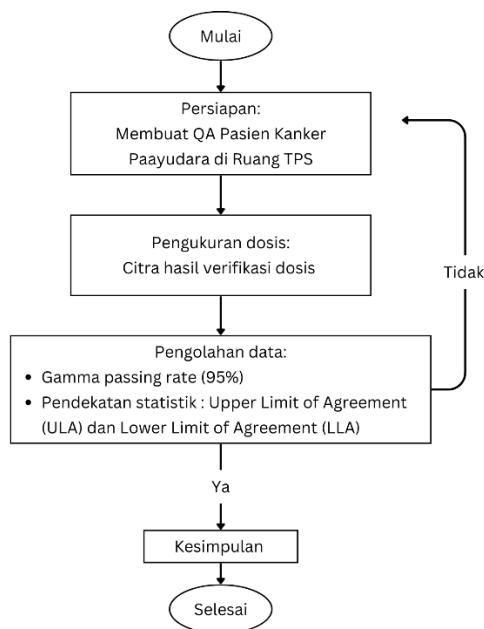
1. Pesawat teleterapi *Linear Accelerator* (Linac) Varian TruBeam
2. *Electronic Portal Imaging Device* (EPID)
3. *Control Console*
4. Komputer *Treatment Planning System* (TPS)

2.1.2 Bahan

1. *Software Eclipse* berisi QA Pasien

2.3 Metode Penelitian

Dalam melaksanakan penelitian. Tahapan penelitian ini dimulai dengan melakukan persiapan dengan pembuatan *Quality Assurance* (QA) pasien. Setelah itu dilakukan penyinaran menggunakan perangkat *Electronic Portal Imaging Device* (EPID). Kemudian dilakukan pembacaan dari hasil citra yang didapatkan pada komputer radioterapi. Dan dilakukan verifikasi menggunakan kriteria gamma 3%/3mm, dengan toleransi indeks gamma >95%. Adapun penjelasannya seperti pada Gambar 1:



Gambar 1. Bagan Alir Penelitian

2.3.1 Persiapan

Pengumpulan lima data rekam medis pasien kanker payudara dengan teknik penyinaran *Intensity Modulated Radiation Therapy* (IMRT). Rencana perawatan mencakup tujuh bidang dan sudut *gantry* ditetapkan pada 0°, 50°, 80°, 120°, 150°, 300° dan 340° dengan tiga rekam medis pasien untuk payudara kiri dan 0°, 50°, 90°, 230°, 270°, 310° dan 350° dengan dua rekam medis pasien untuk payudara kanan yang menggunakan sinar foton 6 MV.

2.3.2 Pengukuran dosis

Pengukuran data diawali dengan mengirimkan data rekam medis pasien dari komputer *Eclipse* di ruangan TPS ke ruangan Radioterapi. Data perencanaan pasien yang telah dipilih selanjutnya dilakukan tahap penjadwalan (*schedulling*) untuk penyinaran, lalu diteruskan ke komputer *console* untuk penyinaran menggunakan *Electronic Portal Imaging Device* (EPID) pada *Linear Accelerator* (Linac). Penyinaran dilakukan dengan mengoperasikan EPID melalui *remote control* dan menyalakan laser pada Linac dengan gantry Linac pada 0° selama proses penyinaran. Setelah penyinaran dilakukan verifikasi dosis radiasi didasarkan pada analisis indeks gamma dengan toleransi 3%/3mm yang di input pada komputer, sesuai standar IAEA Human Health Series No. 31 Tahun 2016. Hasil verifikasi, yang diperoleh setelah penyinaran menggunakan EPID, dapat dilihat melalui perangkat lunak *Eclipse*.

2.3.3 Pengolahan Data

Pengolahan data dilakukan setelah pengambilan citra pada verifikasi indeks gamma menggunakan perangkat EPID dilanjutkan dengan pembacaan hasil data yang didapatkan. Verifikasi dianggap berhasil jika analisis pada Aria menunjukkan status "*Passed*" pada gambar 1 dan gagal jika menunjukkan "*Failed X*" pada gambar 2. Batas toleransi nilai gamma passing rate $\geq 95\%$. Setiap sudut *gantry* di analisis kesesuaiannya dengan toleransi yang telah ditetapkan. Nilai *dose diffrence* juga di analisis kesesuaiannya dengan toleransi 3%/3mm.

Gamma (3,0 %, 3,0 mm)	Value	Tol.	Abs. Dose Difference	Value	Tol.
Area Gamma < 1.0	100,0 %	95,0 %	Max. Dose Difference	0,27 CU	
Maximum Gamma	3,23		Avg. Dose Difference	0,01 CU	
Average Gamma	0,17		Area Dose Diff > 0,50 CU	0,0 %	
LCA Gamma > 1.0	0,0 %	1,0 %	Area Dose Diff > 0,80 CU	0,0 %	
Area Gamma > 0,8	0,2 %				
Area Gamma > 1,2	0,0 %				
Passed 					

Gambar 2. Perform Analys indeks gamma pada komputer Eclipse *passed*

Gamma (3,0 %, 3,0 mm)	Value	Tol.	Abs. Dose Difference	Value	Tol.
Area Gamma < 1.0	64,2 %	95,0 %	Max. Dose Difference	0,73 CU	
Maximum Gamma	2,57		Avg. Dose Difference	0,08 CU	
Average Gamma	0,84		Area Dose Diff > 0,50 CU	0,7 %	
LCA Gamma > 1.0	11,4 %	1,0 %	Area Dose Diff > 0,80 CU	0,0 %	
Area Gamma > 0,8	47,5 %				
Area Gamma > 1,2	25,1 %				
Failed 					

Gambar 3. Perform Analys indeks gamma pada komputer Eclipse *failed*

Verifikasi dosis pada teknik *Intensity Modulated Radiation Therapy* (IMRT) dilakukan dengan menggunakan *Upper Limit of Agreement* (ULA) dan *Lower Limit of Agreement* (LLA) dan dihitung menggunakan persamaan berikut (Atiq et al., 2017):

$$ULA = |\text{average}| + 2 \times \text{SD} \quad (1)$$

$$LLA = |\text{average}| - 2 \times \text{SD} \quad (2)$$

Dalam analisis gamma kesesuaian sempurna antara dosis yang direncanakan dan yang diukur menghasilkan tingkat kelulusan 100%, batas kepercayaan atau *confidence limit* (CL) didefinisikan sebagai rentang toleransi yang menentukan apakah perbedaan tersebut masih dapat diterima dan dihitung dengan persamaan:

$$CL = |100 - \text{average}| + 2 \times \text{SD} \quad (3)$$

Untuk menentukan batas-batas perbedaan yang dapat diterima antara dosis yang direncanakan dan dosis yang diukur. Rentang ini bergantung pada distribusi rata-rata ($\bar{X}$) dan standar deviasi (SD) (Sugiyono, 2007):

$$\bar{X} = \frac{\sum X_i}{n} \quad (4)$$

untuk Standar Deviasi:

$$s = \sqrt{\frac{\sum (X_i - \bar{X})^2}{n - 1}} \quad (5)$$

Ket:

$\bar{X}$ = Rata-rata

X_i = Nilai data

n = Jumlah data

s = Standar Deviasi