

ANALISIS DOSE VOLUME HISTOGRAM (DVH) DAN OAR JANTUNG PADA PASIEN KANKER PAYUDARA POST MASTEKTOMI MENGGUNAKAN TEKNIK INTENSITY MODULATED RADIATION THERAPY (IMRT)



JERRY DJOHAN

H021211009

**PROGRAM STUDI FISIKA
FAKULTAS MATEMATIKA DAN ILMU PENGETAHUAN ALAM
UNIVERSITAS HASANUDDIN
MAKASSAR
2024**



**ANALISIS *DOSE VOLUME HISTOGRAM* (DVH) DAN OAR JANTUNG PADA
PASIEN KANKER PAYUDARA *POST MASTEKTOMI* MENGGUNAKAN
TEKNIK *INTENSITY MODULATED RADIATION THERAPY* (IMRT)**

JERRY DJOHAN

H021211009



**PROGRAM STUDI FISIKA
FAKULTAS MATEMATIKA DAN ILMU PENGETAHUAN ALAM
UNIVERSITAS HASANUDDIN
MAKASSAR
2024**

**ANALYSIS OF DOSE VOLUME HISTOGRAM (DVH) AND HEART OAR IN
POST-MASTECTOMY BREAST CANCER PATIENTS USING INTENSITY
MODULATED RADIATION THERAPY (IMRT)**

JERRY DJOHAN

H021211009



**STUDY PROGRAM PHYSICS
FACULTY OF MATHEMATICS AND NATURAL SCIENCES
HASANUDDIN UNIVERSITY
MAKASSAR, INDONESIA
2024**

**ANALISIS *DOSE VOLUME HISTOGRAM* (DVH) DAN OAR JANTUNG PADA
PASIEN KANKER PAYUDARA *POST MASTEKTOMI* MENGGUNAKAN
TEKNIK *INTENSITY MODULATED RADIATION THERAPY* (IMRT)**

JERRY DJOHAN

H021211009

Skripsi

Sebagai salah satu syarat untuk mencapai gelar sarjana

Program studi Fisika

Pada

**PROGRAM STUDI FISIKA
FAKULTAS MATEMATIKA DAN ILMU PENGETAHUAN ALAM
UNIVERSITAS HASANUDDIN
MAKASSAR
2024**

SKRIPSI

ANALISIS DOSE VOLUME HISTOGRAM (DVH) DAN OAR JANTUNG PADA PASIEN KANKER PAYUDARA POST MASTEKTOMI MENGGUNAKAN TEKNIK INTENSITY MODULATED RADIATION THERAPY (IMRT)

JERRY DJOHAN
H021211009

Skripsi,

telah dipertahankan di depan panitia ujian sarjana Fisika pada 29 November 2024 dan dinyatakan telah memenuhi syarat kelulusan pada

pada

Program Studi Fisika
Fakultas Matematika Dan Ilmu Pengetahuan Alam
Universitas Hasanuddin
Makassar

Mengesahkan:
Pembimbing Tugas Akhir,



Prof. Dr. Syamsir Dewang, M.Eng.Sc., F.Med
NIP. 19630111 199002 1 001

Mengetahui:
Ketua Program Studi,





Prof. Dr. Arifin, M.T
NIP. 19670520 199403 1 002

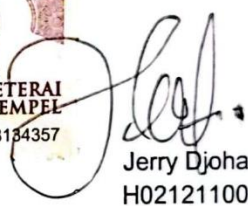
PERNYATAAN KEASLIAN SKRIPSI DAN PELIMPAHAN HAK CIPTA

Dengan ini saya menyatakan bahwa, skripsi berjudul "ANALISIS DOSE VOLUME HISTOGRAM (DVH) DAN OAR JANTUNG PADA PASIEN KANKER PAYUDARA POST MASTEKTOMI MENGGUNAKAN TEKNIK INTENSITY MODULATED RADIATION THERAPY (IMRT)" adalah benar karya saya dengan arahan dari pembimbing Prof.Dr.Syamsir Dewang, M.Eng.Sc., F.Med. Karya ilmiah ini belum diajukan dan tidak sedang diajukan dalam bentuk apa pun kepada perguruan tinggi mana pun. Sumber informasi yang berasal atau dikutip dari karya yang diterbitkan maupun tidak diterbitkan dari penulis lain telah disebutkan dalam teks dan dicantumkan dalam Daftar Pustaka skripsi ini. Apabila di kemudian hari terbukti atau dapat dibuktikan bahwa sebagian atau keseluruhan skripsi ini adalah karya orang lain, maka saya bersedia menerima sanksi atas perbuatan tersebut berdasarkan aturan yang berlaku.

Dengan ini saya melimpahkan hak cipta (hak ekonomis) dari karya tulis saya berupa skripsi ini kepada Universitas Hasanuddin.

Makassar, 29 - November - 2024




Jerry Djohan
H021211009

UCAPAN TERIMA KASIH

Dengan penuh rasa syukur kepada Allah SWT, Tuhan Yang Maha Esa, atas segala limpahan rahmat, karunia, dan kasih sayang-Nya, saya dapat menyelesaikan skripsi ini dengan baik. Setiap langkah dalam perjalanan ini adalah bentuk nyata dari kemurahan-Nya. Proses yang saya lalui bukanlah perjalanan yang mudah, namun berkat cinta, dukungan, dan doa dari banyak pihak, saya mampu melalui semuanya. Dengan kerendahan hati, skripsi ini saya persembahkan kepada:

1. Orang tua tercinta, terutama **Ibunda** Banong yang selalu senantiasa mendukung putra bungsunya untuk melanjutkan pendidikan ke jenjang sarjana walaupun banyak rintangan, ibu Sosok yang luar biasa kuat, yang selalu memberikan dukungan moril, materil, cinta, doa, dan dukungan tiada henti. Kepada **ayahanda** almarhum Haring, Setiap langkah dan keberhasilan ini adalah wujud nyata dari nilai-nilai yang engkau tanamkan dalam hidup saya. Semoga setiap huruf yang tertulis dalam skripsi ini menjadi amal jariyah untukmu, dan semoga Allah SWT memberikan tempat terbaik di sisi-Nya untukmu.
2. Saudara **Andi**, Terima kasih atas dukungan, dan kebersamaan yang menjadi penyemangat saya untuk terus maju.
3. Dosen Pembimbing ayahanda **Prof. Dr. Syamsir Dewang, MS., F.Med.** Terima Kasih atas arahan, bimbingan, dan dukungan tanpa henti selama proses penelitian dan penulisan ini.
4. Dosen Penguji, Ibunda **Dr. Sri Dewi Astuty, M.Si., F.Med** Selaku Penguji Pertama dan pembimbing akademik penulis, Ayahanda **Prof. Dr. Tasrief Surungan, M.Sc** selaku Penguji Kedua, Terima kasih atas masukan dan saran yang telah diberikan.
5. Para **Dosen** yang telah memberikan ilmu, bimbingan, dan inspirasi, penulis mengucapkan terima kasih atas dedikasi dan komitmen yang tiada henti dalam mendidik dan membimbing kami. Setiap pelajaran yang diberikan, setiap nasihat yang disampaikan, telah membentuk penulis menjadi pribadi yang lebih baik dan siap menghadapi tantangan di masa depan.
6. Seluruh **Staf** yang telah memberikan dukungan administratif dan fasilitas yang memudahkan proses belajar mengajar. Tanpa kerja keras dan kerjasama semua pihak, perjalanan akademis ini tidak akan berjalan dengan lancar.
7. **Fisikawan medik** Kak Saleha dan Seluruh **staf** di Instalasi Radioterapi Rumah Sakit TK II Pelamonia Makassar yang telah memberikan limpahan bantuan fasilitas dan izin dalam melakukan penelitian.
8. Teman-teman **Fisika 2021**, Terima kasih banyak untuk bantuan dan kerja samanya selama ini yang mewarnai perkuliahan dengan penuh warna, terkhusus ucapan terima kasih untuk, **Adri Ashari** yang senantiasa memberikan tumpangan untuk kekampus. **Satria Ulia Uliana** yang memberikan semangat untuk melanjutkan perkuliahan. Terimakasih juga **kepada Fara, Wulan, Azhara, Aurel, Werdi, Hartini, Alif, Tanhar, Sachimar, Asmayati, Amar, Fera, Andini, Mar'a, Dana, Fitri, Anni, Dilla, Rahma, Gelora, Vivaldo, Aldi, dan Sari**, yang selalu membantu dalam perkuliahan.
9. Magang Kelompok II, **Fausiyyah Kamilah M., Naura Shafila, Nurhikma Aris, Sulizzah Latifanny Ismail, Shadiqah Fitri.** Terima Kasih Untuk kebersamaan, kerja sama, dan semangat yang telah kita jalani bersama selama masa magang

dan semester akhir ini. Setiap tawa, dukungan, dan inspirasi yang membuat pengalaman ini menjadikan sangat menyenangkan.

10. Pejuang Sukses, **Muh. ilham, Kahar, Rizkiyah, Rara, Andini, Ipha, Rika, Nurhikma, dan Sefia**, telah kebersamai berjuang masuk ke jenjang pendidikan tinggi.
11. Untuk **Febrianto Patuo**, yang telah membantu penulis, serta menjadi teman cerita.
12. Kak **Sitti Fathull Jannah** Fisika 2020 Menjadi tempat untuk bertanya yang senantiasa mengarahkan penulis dalam melakukan penelitian.
13. Berbagai pihak, baik yang terlibat secara langsung maupun tidak langsung, telah memberikan bantuan, dukungan, dan semangat yang sangat berarti bagi penulis, meskipun tidak dapat disebutkan satu per satu.

ABSTRAK

JERRY DJOHAN. **Analisis Dose Volume Histogram (DVH) dan Oar Jantung pada pasien kanker payudara post mastektomi menggunakan Teknik Intensity Modulated Radiation Therapy (IMRT)** (dibimbing oleh Syamsir Dewang).

Latar Belakang. Kanker payudara memiliki angka kejadian tinggi di Indonesia, maka diperlukan pengobatan untuk meningkatkan kelangsungan hidup pasien. Salah satu metode pengobatan yang digunakan adalah radioterapi dengan teknik *Intensity Modulated Radiation Therapy* (IMRT), yang bertujuan untuk memberikan dosis radiasi yang optimal pada tumor dan meminimalkan paparan radiasi pada organ sehat, seperti jantung. **Tujuan.** Penelitian ini bertujuan untuk menganalisis distribusi dosis pada organ at risk (OAR) jantung serta mengevaluasi kesesuaian nilai *Homogeneity Index* (HI) dan *Conformity Index* (CI) pada pasien kanker payudara pasca mastektomi yang menjalani radioterapi teknik IMRT. **Metode.** Penelitian dilakukan dengan menggunakan data 10 pasien *post-mastektomi* di Rumah Sakit TK II Pelamonia. Data dikumpulkan melalui analisis *Dose Volume Histogram* (DVH), yang mencakup dosis radiasi pada 98%, 50%, dan 2% dari volume target. Selain itu, dianalisis pula volume yang terpapar isodosis 95% serta persentase volume jantung yang menerima dosis 25 Gy. Data tersebut digunakan untuk menghitung nilai HI, CI, serta total dosis yang diterima oleh jantung. **Hasil.** Hasil penelitian menunjukkan bahwa nilai HI berkisar antara 0,14-0,83, yang menunjukkan variasi tingkat keseragaman dosis. Sebagian besar pasien memiliki nilai CI di atas 0,9 dengan rentang 0,87-0,96, yang menandakan kesesuaian dosis yang baik dengan target volume tumor. Dosis jantung yang diterima oleh semua pasien berada di bawah batas toleransi yang ditetapkan oleh QUANTEC ($V_{25} < 10\%$). **Kesimpulan.** Teknik IMRT efektif dalam meminimalkan dosis radiasi ke jantung dan mampu memberikan distribusi dosis yang sesuai dengan standar ICRU, dengan nilai HI dan CI yang mendekati optimal. Hasil ini menunjukkan bahwa IMRT merupakan metode yang efektif dalam terapi kanker payudara *post mastektomi*.

Kata kunci: Kanker Payudara; *post mastektomi*; IMRT; Jantung; *Homogeneity index* (HI); *Conformity Index* (CI)

ABSTRACT

JERRY DJOHAN. **Analysis of Dose Volume Histogram (DVH) and Cardiac Oar in post mastectomy breast cancer patients using Intensity Modulated Radiation Therapy (IMRT) Technique** (supervised by Syamsir Dewang).

Background. Breast cancer has a high incidence rate in Indonesia, so treatment is needed to improve patient survival. One of the treatment methods used is radiotherapy with Intensity Modulated Radiation Therapy (IMRT) technique, which aims to provide optimal radiation dose to the tumor and minimize radiation exposure to healthy organs, such as the heart. **Objective.** This study aims to analyze the dose distribution in the organ at risk (OAR) of the heart and evaluate the suitability of the Homogeneity Index (HI) and Conformity Index (CI) values in post-mastectomy breast cancer patients undergoing IMRT radiotherapy techniques. **Methods.** The study was conducted using data from 10 post-mastectomy patients at Pelamonia TK II Hospital. Data were collected through Dose Volume Histogram (DVH) analysis, which included radiation doses at 98%, 50%, and 2% of the target volume. In addition, the volume exposed to 95% isodosis and the percentage of heart volume that received a dose of 25 Gy were analyzed. These data were used to calculate HI, CI, and total dose received by the heart. **Results.** The results showed that HI values ranged from 0.14-0.83, indicating a variation in the level of dose uniformity. Most patients had CI values above 0.9 with a range of 0.87-0.96, indicating good dose conformity with the target tumor volume. The cardiac dose received by all patients was below the tolerance limit set by QUANTEC ($V_{25} < 10\%$). **Conclusion.** The IMRT technique is effective in minimizing radiation dose to the heart and is able to provide dose distribution in accordance with ICRU standards, with HI and CI values close to optimal. These results suggest that IMRT is an effective method in post-mastectomy breast cancer therapy.

Key Words: Breast Cancer; post mastectomy; IMRT; Heart; Homogeneity index (HI); Conformity Index (CI)

DAFTAR ISI

ABSTRAK	ii
ABSTRACT	iii
DAFTAR ISI	iv
DAFTAR TABEL	v
DAFTAR LAMPIRAN	vii
DAFTAR ISTILAH	viii
BAB I PENDAHULUAN.....	1
1.1 Latar Belakang.....	1
1.2 Tujuan Penelitian	3
1.3 Manfaat penelitian	3
BAB II METODE PENELITIAN	5
2.1. Tempat dan Waktu Penelitian	5
2.2. Alat Dan Bahan Penelitian.....	5
2.3. Metode Kerja	5
2.4 Bagan Alir Penelitian	7
BAB III HASIL DAN PEMBAHASAN.....	8
3.1. Analisis Nilai <i>Homogeneity Index</i> (HI)	8
3.2. Analisis Nilai <i>Conformity Index</i> (CI)	10
3.3. Analisis dosis yang diterima PTV	12
3.4. Analisis Nilai OAR Jantung.....	13
BAB IV KESIMPULAN DAN SARAN	16
4.1. Kesimpulan	16
4.2. Saran	16
DAFTAR PUSTAKA.....	17

DAFTAR TABEL

Nomor urut	Halaman
1. Nilai <i>Homogeneity Index</i> (HI)	9
2. Nilai <i>Conformity Index</i> (CI)	10
3. Uji Normalitas PTV	12
4. Uji <i>One Sample T-Test</i>	12

DAFTAR GAMBAR

Nomor urut	Halaman
1. Kurva DVH yang menampilkan PTV dan OAR Jantung	8
2. Kurva DVH Pasien ABH.....	8
3. Grafik Nilai <i>Homogeneity index</i> (HI).....	9
4. Kurva DVH untuk Nilai <i>Conformity Index</i>	10
5. Grafik Nilai <i>Conformity Index</i> (CI)	11
6. Kurva <i>Dose Volume Histogram</i> OAR Jantung.....	14
7. Grafik persentase OAR Jantung yang menerima dosis 25 Gy	14
8. Citra pasien ER untuk PTV dan OAR.....	15

DAFTAR LAMPIRAN

Nomor urut	Halaman
1. Kurva DVH hasil Treatmen planning system PTV 95% dan 107%	21
2. Kurva Hasil DVH OAR Jantung dengan nilai $V_{25} < 10\%$	23
3. Kurva DVH dan Volume total untuk Perhitungan Nilai CI	25
4. Kurva DVH Hasil <i>Treatmen Planning System</i> Untuk Hitung HI	27
5. Pehitungan <i>Conformity Index</i> (CI) dan <i>Homogeneity Index</i> (HI)	31

DAFTAR SINGKATAN

Singkatan	Arti dan penjelasan
Hi	<i>Homogeneity indeks</i>
CI	<i>Conformity Indeks</i>
PTV	<i>Planning Target Volume</i>
OAR	<i>Organ At Risk</i>
IMRT	<i>Intensity Modulated Radiation Therapy</i>
DVH	<i>Dose Volume Histogram</i>
TPS	<i>Treatment Planning System</i>
ICRU	<i>International Commission on Radiation Units and Measurements</i>
QUANTEC	<i>Quantitative Analyses of Normal Tissue Effects in the Clinic</i>
3D CRT	<i>Three Dimensional Conformal Radiation Therapy</i>
Gy	<i>Gray</i>
VMAT	<i>Volumetric Modulated Arc Therapy</i>
FB	<i>Free Breath</i>
DIBH	<i>Deep Inspiration Breath Hold</i>
RTOG	<i>Radiation Therapy Oncology Group</i>
RT	<i>Radioterapy</i>

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Kanker payudara merupakan salah satu penyakit kanker yang banyak diderita oleh sebagian besar orang, terutama Wanita (Aras et al., 2020). Dilansir dari data Globocan tahun 2022, kasus di Indonesia terdapat 66.271 dari 220.266 kasus kanker di dunia dan angka kematian sekitar 22.598 jiwa (Globocan, 2022). Untuk mengurangi risiko kematian dan keberlanjutan hidup maka diperlukan pengobatan. Pengobatan tergantung pada jenis, stadium, ukuran, dan sensitivitas kanker. Perawatan untuk kanker payudara meliputi pembedahan, kemoterapi, terapi hormon, dan radioterapi (Apriantoro & Kartika, 2023; Fardela et al., 2023a).

Pembedahan adalah terapi pertama yang diketahui dapat mengobati kanker. Namun tidak semua jenis kanker memerlukan pembedahan atau operasi, semua tergantung pada jenis kanker, stadium dan lokasi kanker. Operasi atau pembedahan ini biasanya dilakukan oleh ahli onkologi untuk mencegah atau bahkan mengobati kanker. Sebenarnya, prosedur pembedahan ini memiliki beberapa tujuan. Tujuan utama pembedahan adalah diagnosis (jinak atau ganas serta jenis sel kanker), yang biasa disebut biopsi, sedangkan tujuan kedua adalah pengobatan, khususnya pengangkatan sejumlah jaringan tertentu yang dimaksudkan untuk menghambat laju pertumbuhan kanker atau menghilangkan seluruh jaringan. Dalam operasi kanker, tujuan ketiga adalah menentukan stadium (stadium bedah) (Kementerian Kesehatan RI, 2015). Pada kanker ovarium stadium IA atau IB tidak memerlukan pengobatan tambahan setelah operasi, sedangkan stadium IC dan lebih tinggi memerlukan pengobatan, khususnya kombinasi kemoterapi (Rahmawati et al., 2016). Sehingga diperlukan pengobatan lain yaitu kemoterapi dan radioterapi.

Kemoterapi adalah pengobatan 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 membunuh sel kanker metastasis. Penggunaan bahan kimia dalam kemoterapi dapat mengganggu metabolisme dan fungsi organ dalam tubuh, seperti mual, kehilangan nafsu makan, demam, diare, dan lain-lain (Armini et al., 2016).

Metode pengobatan selanjutnya yaitu radioterapi yang merupakan perawatan kanker yang menggunakan sinar-x yang berenergi tinggi atau terapi radiasi untuk membunuh sel kanker atau mengecilkan tumor (Wulandari et al., 2023). Terapi ini diberikan sebagai terapi tunggal tetapi sering juga dikombinasikan dengan perawatan lainnya, seperti kemoterapi ataupun tindakan operasi (Nurhayati & Mulyaningsih, 2020). Radiasi yang terkena kanker menyebabkan fenomena seperti ionisasi molekul air, yang mengarah pada pembentukan radikal bebas yang pada akhirnya membunuh sel target. Hal ini sesuai dengan tujuan radioterapi, yaitu membunuh sel dengan radiasi (Wihantoro et al., 2022).

Untuk meningkatkan efektivitas pengobatan radioterapi diperlukan Radioterapi yang merupakan perawatan kanker yang menggunakan sinar-x yang berenergi tinggi atau terapi radiasi untuk membunuh sel kanker atau mengecilkan tumor dalam pengobatannya. Pengobatan pasien radioterapi diawali dari Administrasi Radioterapi,

lalu pasien konsultasi di Poli dengan dokter spesialis onkologi radiasi, kemudian dilakukan *planning CT Simulator*, setelah itu hasil *CT simulator* dikirim ke TPS (Agustini et al., 2021). *Treatment Planning System* (TPS) merupakan modalitas penting yang menentukan hasil tindakan radioterapi. Akurasi teknik pada TPS dipengaruhi oleh algoritma teknik yang digunakan. Pada penggunaannya bertujuan untuk memberikan dosis yang optimal pada tumor dan dosis minimal pada organ sehat pasien. Berdasarkan basis data internasional, TPS termasuk salah satu penyebab utama terjadinya kecelakaan radiasi pada radioterapi. Oleh karena itu, TPS perlu diaudit secara dosimetri untuk memastikan akurasi dosis yang diterima oleh target serta mengurangi kemungkinan terjadinya kecelakaan radiasi pada radioterapi (Daniartie et al., 2022; Handika et al., 2020)

Salah satu teknik radioterapi yang umum digunakan dalam pengobatan kanker payudara adalah IMRT (*Intensity Modulated Radiation Therapy*). Teknik IMRT yang merupakan kelanjutan dari teknik 3D-CRT mempunyai kelebihan yang lebih baik. Terapi pemberian radiasi dengan berkas sinarnya *non-uniform* yang bertujuan agar distribusi dosis homogen sesuai dengan bentuk PTV atau bentuk target. Keuntungan menggunakan teknik IMRT adalah kemampuannya dalam menghantarkan dosis radiasi yang lebih besar dan tepat pada volume target kanker dibandingkan dengan teknik penyinaran lainnya, sehingga efektif membunuh sel kanker lebih besar dibandingkan efek toksiknya. Efek serupa berpotensi menyebabkan kerusakan jaringan pada organ proses fisiologis tubuh (seperti pernapasan dan detak jantung)(Dwikuntari dkk., 2017).

Pada Saat perencanaan radioterapi, berbagai faktor seperti lokasi, ukuran, penyebaran kanker, stadium dan tingkat keganasan memainkan peran penting dalam keberhasilan pengobatan kanker payudara. Faktor-faktor tersebut mempengaruhi proses perencanaan dalam sistem perencanaan pengobatan. Proses ini meliputi pembuatan kontur organ untuk menentukan target radiasi, mengatur *beam display* yang digunakan untuk menentukan sudut penyinaran ke pasien, serta menentukan dosis yang didistribusikan ke target. Hasil akhirnya adalah plot *Dose Volume Histogram* (DVH) yang menunjukkan distribusi dosis radiasi ke setiap target. Ada dua jenis target dalam TPS yakni *Planning Target Volume* (PTV) sebagai fokus utama kanker dan *Organ At Risk* (OAR) organ sehat di sekitar kanker yang berisiko terkena radiasi (Febrietri dkk., 2020). Histogram yang didapatkan dalam bentuk kurva *Dose Volume Histogram* (DVH). Parameter yang digunakan dalam perencanaan dan evaluasi dari kurva DVH adalah kesesuaian distribusi dosis dengan bentuk target atau *Conformity Index* (CI), keseragaman dosis dalam volume target atau *Homogeneity Index* (HI) dan dosis radiasi pada organ berisiko di dekat target atau *Organ At Risk* (OAR) (ICRU report 83, 2010). Kemudian untuk dosis PTV dikaitkan dengan prinsip optimasi, yaitu dosis yang diberikan kepada target harus dioptimalkan. Oleh karena itu, dosis radiasi yang diterima PTV diatur menurut ketentuan ICRU 62 yang menetapkan dosis optimal PTV antara 95% dan 107%. Pada saat yang sama, dosis yang diterima oleh organ sehat harus diminimalkan sesuai prinsip pembatasan. QUANTEC adalah pedoman yang diterbitkan oleh *International Society of Radiation Oncology* yang menetapkan batas dosis aman untuk organ sehat. Dalam kasus kanker payudara, QUANTEC menetapkan dosis yang dapat ditoleransi jantung sebesar 25 Gy <10% (Fardela et al., 2023b).

Penelitian sebelumnya yang dilakukan Sari dkk. (2024), menganalisis Nilai *Conformity Index* (CI) dan *Homogeneity Index* (HI) Hasil Planning Penyinaran Pasien Kanker Paru di rumah sakit semanggi, dengan 20 sampel pasien hasil perencanaan kanker paru, didapatkan nilai rentang CI adalah 0,965-1,223 dan rentang nilai HI adalah 0,041-0,133. Terdapat 4 sampel yang nilai CI-nya masuk ke dalam kriteria sedikit menyimpang menurut RTOG. Untuk nilai HI, ke-20 sampel menghasilkan homogenitas distribusi dosis yang tinggi ((Eri Puspita Sari et al., 2024)

Rahmawati dkk. (2023), telah melakukan penelitian yang menganalisis *Dose Volume Histogram* (DVH) paru-paru dan jantung pada kasus kanker payudara dengan teknik 3DCRT yang dilakukan di salah satu instalasi radioterapi rumah sakit di wilayah Jakarta. Berdasarkan hasil *Treatment Planning System* (TPS) pada 10 pasien kanker payudara dengan teknik 3DCRT, dosis yang diterima *Planning Target Volume* (PTV) 95% \geq 4750 cGy, Sedangkan pada *Planning Target Volume* (PTV) 107%, semua pasien mendapatkan dosis berlebih dari batas toleransi (\geq 5350 cGy) (Rahmawati1 et al., 2023)

Errahmani dkk. (2022), melakukan studi penelitian yang melibatkan 116 pasien kanker payudara yang menjalani radioterapi, untuk mengeksplorasi hubungan antara paparan radiasi jantung dan risiko aritmia. Hasil yang didapatkan, dosis atrium kanan sedikit lebih tinggi pada kelompok kasus dengan kecenderungan risiko aritmia yang lebih tinggi dengan peningkatan dosis Radioterapi. Hal ini menyoroti perlunya perhatian khusus terhadap pasien kanker payudara sisi kanan dan dosis atrium kanan terkait risiko aritmia jantung (Errahmani et al., 2022). Namun beberapa penelitian sebelumnya memiliki kelemahan yakni tidak mengkhususkan pasien kanker payudara yang telah dilakukan *mastektomi* untuk dianalisis.

Berdasarkan rujukan penelitian sebelumnya, penelitian ini dilakukan di Rumah Sakit Pelamonia untuk menganalisis dosis yang diterima oleh *Organs At Risk* (OAR) jantung pada pasien kanker payudara *post* mastektomi yang menjalani radioterapi menggunakan teknik *Intensity Modulated Radiation Therapy* (IMRT). Dengan menggunakan kurva *Dose Volume Histogram* (DVH) untuk memperoleh nilai CI, HI, dosis maksimum pada PTV dan OAR jantung. Penelitian ini akan mengevaluasi distribusi dosis radiasi yang diterima oleh jantung, serta membandingkannya dengan batas toleransi yang ditetapkan dalam pedoman klinis. Penelitian ini diharapkan dapat memberikan wawasan yang mendalam mengenai efektivitas teknik IMRT dalam meminimalkan dosis radiasi pada jantung, yang merupakan organ vital yang sensitif terhadap radiasi.

1.2 Tujuan Penelitian

Adapun tujuan penelitian ini adalah:

1. Menganalisis dosis pada *Planning Target Volume* (PTV) serta kesesuaian *Homogeneity Index* (HI) dan *Conformity Index* (CI) dengan standar ICRU.
2. Menganalisis dosis pada *Organ At Risk* (OAR) jantung pada pasien *post* mastektomi sesuai batas toleransi QUANTEC pada terapi teknik IMRT.

1.3 Manfaat penelitian

Penelitian ini diharapkan dapat memberikan kontribusi yang signifikan dalam bidang radioterapi kanker payudara pasca mastektomi, khususnya dalam penerapan teknik IMRT. Secara khusus, manfaat penelitian ini adalah :

1. Menyediakan informasi kuantitatif mengenai dosis pada *Planning Target Volume* (PTV) untuk mendukung peningkatan kualitas perencanaan radioterapi.
2. Menghasilkan evaluasi komprehensif terhadap kesesuaian *Homogeneity Index* (HI) dan *Conformity Index* (CI) dengan standar ICRU.
3. Menyumbangkan data penting dalam upaya mengurangi risiko dosis radiasi pada *Organ At Risk* (OAR) jantung, mendukung penerapan terapi yang lebih aman dan sesuai dengan pedoman QUANTEC.

BAB II METODE PENELITIAN

2.1. Tempat dan Waktu Penelitian

Penelitian ini dilaksanakan di Rumah sakit TK II Pelamonia Makassar pada instalasi Radioterapi. Penelitian dilakukan dengan mengumpulkan data pada bulan Agustus sampai dengan september 2024.

2.2. Alat Dan Bahan Penelitian

Pada penelitian ini, alat yang digunakan meliputi aplikasi SPSS versi 27 untuk analisis data statistik, *Microsoft Excel* untuk pengolahan dan visualisasi data, serta komputer yang dilengkapi dengan sistem perencanaan pengobatan (*treatment planning system/TPS*) untuk memfasilitasi perhitungan dosis dan perencanaan terapi. Bahan yang digunakan dalam penelitian ini adalah data rekam medis pasien.

2.3. Metode Kerja

2.3.1 Pengambilan Data Rekam Medis

Data yang digunakan dalam penelitian ini berasal dari 10 pasien kanker payudara kiri yang menerima radioterapi menggunakan teknik IMRT dengan dosis 50 Gy dan 25 kali fraksinasi. Data yang diperoleh mencakup kurva DVH pada pasien-pasien tersebut. Informasi yang dikumpulkan meliputi volume target kanker pada 95% dan 107% dosis radiasi, volume total target kanker, serta dosis radiasi yang diterima pada 2%, 50%, dan 98% dari volume target kanker serta volume total PTV. Di samping itu, informasi mengenai *Organ At Risk* (OAR) jantung juga disertakan sebagai bagian dari evaluasi.

2.3.2 Analisis Dosimetri

Analisis distribusi dosis pada PTV dapat dilihat dari nilai CI dan HI. CI mengacu pada perbandingan antara volume target yang menerima dosis yang diharapkan dan total volume target yang terkena radiasi. CI memiliki rentang nilai dari 0 hingga 1, dengan nilai ideal 1 (Husni et al., 2021). Nilai ini menunjukkan bahwa PTV menerima 100% dosis yang diinginkan tanpa mempengaruhi jaringan sehat lainnya. Nilai CI, sebagaimana ditentukan oleh Laporan ICRU 62 dan 83, dijelaskan dalam Persamaan.

$$CI = \frac{V_{95\%}}{V_{PTV}} \quad (1)$$

dengan

V_{95} adalah volume PTV yang menerima 95% dosis preskripsi (cm^3)

V_{PTV} adalah volume total PTV (cm^3).

Indeks Homogenitas (HI) mengukur sejauh mana dosis yang diterima oleh PTV yang merata. Rentang nilai HI adalah dari 0 hingga 1, dengan nilai yang paling diinginkan adalah 0, menunjukkan distribusi dosis yang konsisten (ICRU, 2010). Nilai HI dalam ICRU Report 83 didefinisikan pada Persamaan (Syafna et al., 2024).

$$HI = \frac{D_{2\%} - D_{98\%}}{D_{50\%}} \quad (2)$$

dengan

$D_{2\%}$ adalah dosis yang mencakup 2% volume PTV (Gy)

$D_{98\%}$ adalah dosis yang mencakup 98% volume PTV (Gy)

$D_{50\%}$ adalah dosis yang mencakup 50% volume PTV (Gy)

2.3.4 Analisis dosis yang diterima PTV

Penentuan dosis maksimum pada *Planning Target Volume* (PTV) dilakukan dengan menetapkan dosis tertinggi yang diterima hingga 107% dari dosis target pada PTV dan dosis terendah 95%. Setelah perencanaan, distribusi dosis dievaluasi untuk memastikan bahwa dosis maksimum yang diterima oleh PTV tidak melebihi nilai 107% dan tidak kurang dari 95%. Penggunaan peta dosis 3D memungkinkan visualisasi yang jelas dari area yang menerima dosis tertinggi dalam PTV. Hasil distribusi dosis kemudian diperiksa untuk memastikan kepatuhan terhadap pedoman ICRU dan analisis statistik dilakukan untuk menilai konsistensi dan keamanan dosis yang diberikan kepada pasien. Pada proses pengambilan keputusan, analisis statistik dilakukan menggunakan SPSS versi 27. Uji yang akan diterapkan untuk mengevaluasi PTV adalah uji t-sampel satu jika data terdistribusi normal. Sebaliknya, jika data tidak terdistribusi normal, maka akan digunakan uji binomial.

2.3.4 Analisis *Organ At Risk* jantung

Analisis *Organ At Risk* (OAR) jantung dalam penelitian ini bertujuan untuk mengevaluasi dosis radiasi yang diterima oleh jantung pada pasien kanker payudara pasca mastektomi yang menjalani terapi IMRT. Dosis total yang diterima oleh jantung akan diukur dan dianalisis dengan memperhatikan ketentuan bahwa dosis lebih dari 25 Gy harus kurang dari 10% dari volume jantung. Penggunaan perangkat lunak perencanaan radioterapi memungkinkan pemetaan distribusi dosis yang akurat, sehingga area berisiko tinggi dapat diidentifikasi. Hasil analisis ini akan dibandingkan dengan batas toleransi yang direkomendasikan oleh pedoman ICRU dan QUANTEC, bertujuan untuk memastikan keamanan terapi IMRT dan melindungi fungsi jantung dari efek samping yang merugikan.

2.4 Bagan Alir Penelitian

