

Analisis dosis sebaran organ at risk (OAR) pada perencanaan radioterapi kanker payudara kiri dengan teknik 3D-CRT melalui dose volume histogram (DVH)

Winda Suryaning Pramesti¹, Firdy Yuana¹, Sri Herwiningsih¹, Fatimah Kunti Hentihu² and Alfian Khoiri Anto²

¹ Departemen Fisika, Fakultas MIPA, Universitas Brawijaya, 65145, Malang, Indonesia

² Unit Radioterapi, RS Lavalette, 65111, Malang, Indonesia

E-mail: winning_esti19@student.ub.ac.id

Naskah Masuk	5 Agustus 2022
Naskah Revisi	22 Januari 2023
Naskah Diterima	3 Maret 2023
Naskah Terbit	23 Juni 2023

Abstrak: Perencanaan radioterapi merupakan tahapan penting yang menentukan pemberian dosis dalam pengobatan kanker. 3D-CRT (*three-dimensional conformal radiation therapy*) adalah teknik yang digunakan dalam perencanaan radioterapi untuk menghasilkan gambaran volume target sesuai dengan bentuk jaringan kanker dalam tampilan kurva isodosis. Penelitian ini bertujuan untuk menganalisis distribusi dosis yang diterima oleh OAR (*organ at risk*) dan mengetahui faktor yang mempengaruhi sebaran dosis pada radioterapi kanker payudara kiri. OAR pada kasus kanker payudara kiri meliputi jantung, paru-paru (kanan dan kiri), sumsum tulang belakang, dan esofagus. Data penelitian diperoleh sebanyak 44 perencanaan perawatan pasien kanker payudara sebelah kiri pasca mastektomi (*post mastectomy*). Dosis preskripsi sebesar 50 Gy, diberikan sebanyak 25 fraksi dengan masing-masing fraksi sebesar 2 Gy menggunakan foton berenergi 6 MV. Analisis dengan cara mengamati distribusi dosis yang diterima oleh OAR melalui grafik DVH (*dose volume histogram*) yang dibandingkan dengan standar dosis toleransi oleh rekomendasi QUANTEC (*Quantitative Analysis of Normal Tissue Effect in the Clinic*). Hasil penelitian diperoleh bahwa perencanaan perawatan terhadap penderita kanker payudara kiri khususnya yang sudah menjalani operasi mastektomi mempunyai tingkat penerimaan dosis OAR yang cukup tinggi pada bagian jantung dan paru-paru kiri. Variasi distribusi dosis dimungkinkan karena adanya metode pengobatan operasi mastektomi dan perbedaan anatomi antar pasien.

Abstract: Radiotherapy planning is an important step that determines the dosage in cancer treatment. 3D-CRT (Three-Dimensional Conformal Radiation Therapy) is a technique used in radiotherapy planning to produce an image of the target volume according to the shape of the cancer tissue in an isodose curve display. This study aims to analyze the distribution of doses received by the OAR (Organ at Risk) and determine the factors that influence the distribution of doses in radiotherapy for left breast cancer. OAR in cases of left breast cancer includes the heart, lungs (right and left), spinal cord, and esophagus. The research data obtained as many as 44 post-mastectomy treatment plans for left breast cancer patients (post-mastectomy). A prescription dose of 50 Gy was given as many as 25 fractions with 2 Gy for each fraction using photons with an energy of 6 MV. Analysis by observing the distribution of doses received by the OAR through the DVH (Dose Volume Histogram) chart compared to the standard dose tolerance recommended by QUANTEC (Quantitative Analysis of Normal Tissue Effect in the Clinic). The results showed that treatment planning for patients with left breast cancer, especially those who had undergone mastectomy surgery, had a fairly high level of acceptance of OAR doses in the heart and left lung. Variations in the distribution of doses are possible due to the treatment methods of mastectomy surgery and anatomical differences between patients.

Kata kunci: Volume target, organ berisiko, distribusi dosis, pasca mastektomi, QUANTEC

Keywords: Target volume, organ at risk, dose distribution, post mastectomy, QUANTEC

1. Pendahuluan

Kanker adalah suatu penyakit yang ditandai dengan adanya pertumbuhan sel secara tidak normal.¹ Kanker payudara merupakan suatu penyakit akibat pertumbuhan sel yang tidak terkendali pada jaringan payudara dan dapat menyebabkan metastasis atau penyebaran ke organ lain yang berada disekitar payudara.² Metode pengobatan kanker perlu dilakukan secara tepat sebagai sarana pencegahan untuk menghindari risiko penyebaran kanker yang lebih luas. Radioterapi merupakan salah satu metode pengobatan kanker dengan cara memberikan paparan radiasi untuk membunuh sel kanker di dalam tubuh.

Radioterapi menggunakan radiasi pengion yang dapat menyebabkan kematian sel kanker.³ *Organ at risk* (OAR) merupakan organ sehat yang berpotensi menerima efek dari penyinaran terapi radiasi. OAR pada kasus kanker payudara kiri adalah jantung, paru-paru (kanan dan kiri), dan sumsum tulang belakang.⁴ Esofagus juga termasuk salah satu organ yang harus diperhatikan karena mempunyai risiko terpapar radiasi selama pelaksanaan radioterapi.⁵ Jenis pengobatan radioterapi yang sering digunakan adalah radioterapi eksternal. Radioterapi eksternal dapat dilakukan dengan menggunakan modalitas pesawat *linear accelerator* (LINAC) atau pesawat Cobalt-60. Pesawat LINAC mampu memancarkan foton atau elektron dengan energi mencapai 6 MeV atau 10 MeV. Terapi LINAC memanfaatkan teknik *three-dimensional conformal radiation therapy* (3D-CRT). Tahapan penting dalam terapi pesawat LINAC adalah *treatment planning system* (TPS) yang dapat menghasilkan bentuk presisi volume target yang akan disinari.

Distribusi dosis radiasi pada setiap target penyinaran akan didapatkan dari grafik *dose volume histogram* (DVH).⁶ Grafik DVH merepresentasikan volume kumulatif dari rencana perawatan dan nilai dosis rata-rata yang diterima oleh target penyinaran. Grafik DVH memperlihatkan letak dari sebaran dosis penyinaran termasuk kekurangan dosis (*coldspot*) atau kelebihan dosis (*hotspot*). *Coldspot* dapat terjadi ketika dosis minimum target kurang dari nilai ketetapan yang dianjurkan, sedangkan *hotspot* dapat dihasilkan dari perencanaan yang nilai dosisnya melebihi anjuran dari ICRU. Sebaran dosis di OAR pada kanker payudara yang diperoleh dari perencanaan penyinaran bernilai fluktuatif, hal ini dapat disebabkan oleh beberapa faktor diantaranya jangkauan berkas penyinaran, anatomi dan volume target dari setiap pasien.^{7,8} Jarak berkas radiasi ke titik isosenter akan menentukan ketepatan penyinaran. Pada kasus kanker payudara khususnya pasca mastektomi, anatomi dan volume target dari pasien berbeda-beda. Oleh karena itu, pemberian dosis digunakan acuan untuk pemberian dosis OAR yakni *Quantitative Analysis of Normal Tissue Effect in the Clinic* (QUANTEC).

Penelitian ini dilakukan dengan tujuan untuk mengetahui distribusi dari dosis yang diterima oleh OAR pada penderita kanker payudara kiri dan kesesuaiannya terhadap QUANTEC. Pada OAR diharapkan dosis radiasi yang diterima oleh organ sehat adalah seminimal mungkin. Selain itu juga dapat diketahui faktor-faktor yang mempengaruhi distribusi dosis pada perencanaan radioterapi. Sehingga penelitian ini dapat bermanfaat untuk dijadikan sebagai bahan evaluasi dalam upaya mengoptimalkan kesehatan pasien kanker payudara pasca menjalani terapi radiasi.

2. Bahan dan metode

Penelitian menggunakan data sekunder dari 44 perencanaan perawatan pasien kanker payudara kiri berjenis kelamin perempuan dalam periode perawatan radioterapi selama tahun 2021. Pasien kanker payudara mempunyai kisaran umur antara 27 – 75 tahun. Dipilih pasien kanker yang telah menjalani operasi pengangkatan jaringan payudara (*post mastectomy*). Dosis preskripsi sebesar 50 Gy, diberikan sebanyak 25 fraksi dengan masing-masing fraksi sebesar 2 Gy menggunakan foton berenergi 6 MV. Perangkat lunak untuk perencanaan perawatan adalah *Monaco* versi 5.11.03. Perencanaan perawatan dengan teknik 3D-CRT menggunakan 4 bidang penyinaran, yakni dua bidang tangensial yang berlawanan (bidang mediolateral pada arah sudut 303°-318° dan bidang lateromedial pada arah sudut 123°-138°) untuk dinding dada (*chest wall*) dan sepasang bidang pada arah sudut 345° dan 165° untuk daerah *supraklavikula*. Volume kanker yang dipergunakan dalam penelitian berkisar antara 454,05 – 1717,08 cm³.

DVH diperoleh dari TPS yang menunjukkan distribusi dosis dari perencanaan 3D-CRT. Parameter dosis pada OAR meliputi dosis yang diserap oleh 4 organ sehat disekitar kanker payudara, yakni jantung, paru-paru, sumsum tulang belakang dan esofagus. Analisa OAR dilakukan dengan melakukan perbandingan antara distribusi dosis yang diterima dari pengobatan radioterapi dan dosis toleransi yang disarankan oleh QUANTEC (*Quantitative Analysis of Normal Tissue Effect in the Clinic*). Rekomendasi QUANTEC untuk organ jantung adalah *mean dose* < 26 Gy dan *V25* < 10%, paru-paru dengan *mean dose* = 20 Gy dan *V20* ≤ 30%, sumsum tulang belakang dengan *max dose* = 50 Gy, dan esofagus dengan *mean dose* < 34 Gy.⁹ Berdasarkan perbedaan nilai rata-rata yang didapatkan dari masing-masing pasien untuk setiap organ yang diamati, akan diketahui bagian organ mana yang menerima dosis lebih banyak daripada organ lainnya.

Sehingga dapat dibentuk grafik distribusi dosis OAR dari masing-masing organ dalam perencanaan perawatan radioterapi.

3. Hasil dan pembahasan

3.1. Cakupan Target

Data hasil cakupan dosis untuk volume target perencanaan (PTV) dari penyinaran radiasi pada pasien yang menderita kanker payudara sebelah kiri ditampilkan pada Tabel 1. Dosis preskripsi yang digunakan dalam penelitian ini adalah sebesar 50 Gy. Acuan yang digunakan untuk menentukan perencanaan perawatan merujuk pada ICRU *Report* 62, yang mana dosis pada target adalah lebih dari 95% dan kurang dari 107% dosis preskripsi yang digunakan. Kemudian untuk analisa distribusi dosis yang diterima oleh PTV dilakukan melalui pengamatan terhadap distribusi dosis minimum dan maksimum yang diterima oleh PTV dalam perencanaan radioterapi.

Tabel 1. Data DVH dari seluruh perencanaan perawatan

TPS	Volume (cm ³)	Parametrik Dosis (cGy)			V ₉₅ (%)	V ₁₀₇ (%)
		Min dose	Max dose	Mean dose		
1	900.62	2288.20	5478.40	5111.80	95.01	103.40
2	517.08	2198.80	5549.20	5211.90	95.00	129.00
3	849.86	1850.50	5446.50	5100.50	95.00	102.64
4	1125.25	2104.80	5527.00	5109.20	95.02	104.46
5	1301.56	825.30	5552.00	5136.20	95.00	112.49
6	895.75	1585.10	5574.00	5135.20	95.01	109.52
7	1499.17	1752.10	5726.50	5146.50	95.00	121.50
8	1263.02	2322.30	5566.50	5171.30	95.02	122.94
9	886.66	1291.50	5524.10	5079.90	95.00	103.11
10	527.71	1367.40	5560.90	5108.90	95.00	104.35
11	888.11	2243.60	5549.20	5124.30	95.00	110.50
12	1717.08	1771.70	5583.60	5166.00	95.00	119.67
13	937.10	1332.50	5577.50	5076.90	95.00	103.70
14	648.20	2209.50	5683.40	5252.20	95.00	144.20
15	875.84	1526.00	5510.70	5117.60	95.00	101.97
16	961.82	890.40	5457.90	5093.70	95.01	101.25
17	775.40	753.30	5463.30	5117.30	95.01	104.13
18	938.86	439.90	5498.80	5111.00	95.00	105.59
19	768.23	2013.20	5505.70	5083.30	95.03	103.43
20	1202.20	2247.50	5534.80	5090.30	95.01	102.94
21	500.86	2094.80	5483.30	5123.30	95.02	104.36
22	536.34	838.00	5494.90	5135.80	95.01	104.76
23	919.86	1456.30	5472.80	5159.80	95.01	102.95
24	573.62	1790.40	5478.60	5122.70	95.00	101.80
25	559.52	1738.20	5503.00	5121.30	95.00	102.64

26	756.51	832.20	5423.20	5078.60	95.01	100.42
27	933.53	1738.40	5747.00	5125.90	95.02	108.22
28	910.71	1940.40	5410.00	5095.50	95.01	101.12
29	667.83	1585.00	5470.30	5107.80	95.02	101.79
30	808.10	1796.00	5384.70	5070.70	95.01	100.25
31	846.90	1480.80	5476.70	5065.50	95.01	101.33
32	688.34	702.80	5413.30	5080.20	95.01	100.33
33	820.46	988.00	5473.00	5105.90	95.00	102.15
34	711.84	835.80	5479.90	5083.80	95.00	102.92
35	1015.25	1645.70	5454.50	5036.70	95.00	101.30
36	967.40	979.90	5454.80	5081.60	95.04	100.97
37	719.89	1380.50	5441.80	5104.20	95.01	101.26
38	959.54	2020.50	5444.60	5082.30	95.01	100.74
39	935.57	1382.10	5490.00	5108.30	95.00	104.69
40	1054.76	1828.70	5717.10	5103.00	95.00	106.35
41	882.60	2003.00	5527.10	5101.10	95.04	110.57
42	762.11	704.80	5457.50	5075.20	95.01	101.53
43	454.05	1520.20	5503.70	5107.30	95.00	102.00
44	1523.53	1728.70	5492.40	5066.60	95.03	101.85

Cakupan dosis minimum adalah 95% dari dosis preskripsi, yakni sebesar 47,5 Gy. Berdasarkan hasil pengamatan pada tabel data, diperoleh persentase dosis minimum pada target berkisar antara 95% – 95,04%. Sedangkan rata-rata cakupan dosis minimum yang diperoleh adalah $95,01 \pm 0,01\%$. Distribusi cakupan target dari seluruh perencanaan radioterapi yang diperoleh tidak menunjukkan nilai yang kurang dari batas toleransi minimum oleh ICRU. Hal ini menunjukkan bahwa perencanaan perawatan radioterapi telah memenuhi standar minimum yang direkomendasikan oleh ICRU, sehingga perencanaan perawatan radioterapi tidak beresiko menimbulkan kegagalan penyinaran radiasi terhadap target perencanaan (PTV).

Cakupan dosis maksimum adalah 107% dari dosis preskripsi, yakni sebesar 53,5 Gy. Berdasarkan hasil pengamatan, diperoleh distribusi cakupan dosis maksimum berkisar antara 100,25% – 144,2%. Persentase dosis tertinggi yang diperoleh mencapai pada titik 144,2%. Sedangkan rata-rata cakupan dosis maksimum yang diperoleh adalah $106,3 \pm 8,63\%$. Terdapat 10 perencanaan perawatan radioterapi yang tidak memenuhi standar toleransi rekomendasi dari ICRU Report 62. Hal ini dapat terjadi karena dipengaruhi oleh kondisi pasien yang berbeda-beda saat menjelang proses perawatan radioterapi.

3.2. Iradiasi jaringan normal

Batasan dosis pada *Organ at Risk* (OAR) dari teknik perencanaan 3D-CRT mengacu pada panduan QUANTEC. Berdasarkan hasil penelitian yang ditampilkan pada Tabel 2, diperoleh distribusi dosis OAR pada kanker payudara yang meliputi organ jantung, paru-paru (kanan dan kiri), sumsum tulang belakang (*spinal cord*) dan esofagus. Untuk mempermudah analisis terkait distribusi dosis yang diterima oleh jaringan normal, maka pembahasan distribusi dosis yang diserap oleh OAR akan diuraikan berdasarkan masing-masing organ tersebut.

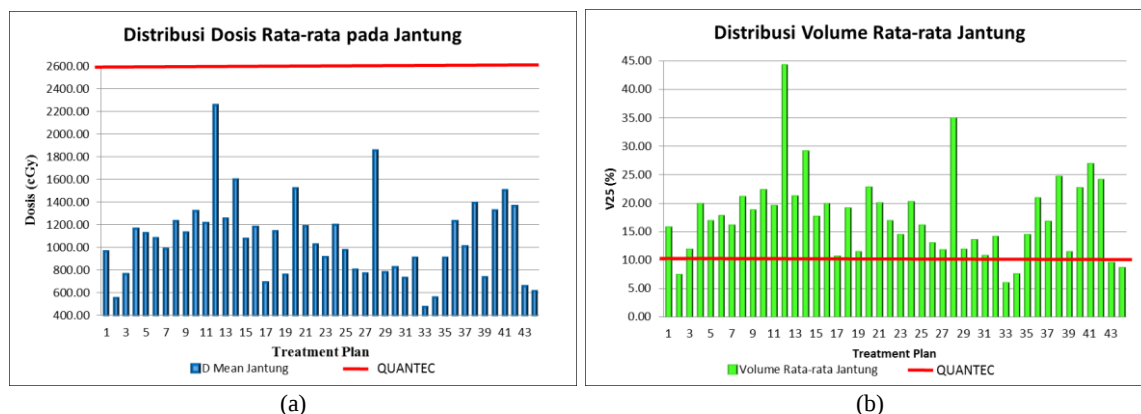
Tabel 2. Distribusi dosis pada OAR

TPS	<i>Organ at Risk (OAR)</i>							
	<i>Heart</i>		<i>Right Lung</i>		<i>Left Lung</i>		<i>Spinal Cord</i>	<i>Esophagus</i>
	<i>D_{mean}</i>	<i>V₂₅</i>	<i>D_{mean}</i>	<i>V₂₀</i>	<i>D_{mean}</i>	<i>V₂₀</i>	<i>D_{max}</i>	<i>D_{mean}</i>
1	965,10	15,81	78,10	0,00	1853,60	37,09	3919,30	827,20
2	557,20	7,48	64,00	0,00	2034,40	40,01	4002,10	342,40
3	765,90	11,99	75,70	0,00	1795,60	36,40	2561,00	1146,90
4	1166,70	19,93	77,00	0,00	1898,40	38,31	688,20	609,90
5	1129,80	16,94	88,30	0,00	1970,10	39,72	2067,30	796,80
6	1084,40	17,87	75,80	0,00	1887,90	38,40	2684,90	587,00
7	989,20	16,16	100,10	0,00	2392,20	50,02	3283,80	304,80
8	1234,90	21,20	89,00	0,00	1831,30	36,53	2619,20	798,40
9	1131,90	18,79	77,90	0,00	2078,00	42,67	1622,40	835,80
10	1321,60	22,42	72,30	0,00	2157,30	43,36	1419,80	310,10
11	1214,60	19,65	80,30	0,00	2171,80	43,78	1282,20	440,90
12	2253,30	44,24	113,50	0,00	2232,00	45,17	844,40	605,60
13	1254,30	21,26	76,20	0,00	2058,60	42,18	804,80	425,70
14	1600,40	29,18	72,60	0,00	2109,60	41,87	2808,70	358,80
15	1076,40	17,77	80,70	0,00	1961,80	39,53	2054,40	571,80
16	1184,10	19,97	72,80	0,00	2026,30	40,75	1691,80	590,60
17	695,90	10,78	71,50	0,00	1987,90	40,13	1234,60	385,70
18	1146,80	19,20	71,30	0,00	2025,40	40,93	1289,50	635,30
19	761,60	11,55	68,80	0,00	2074,80	42,47	1774,90	673,00
20	1521,50	22,78	89,90	0,00	2142,50	27,78	415,30	371,80
21	1189,20	20,00	74,50	0,00	1890,90	37,94	1387,30	617,10
22	1027,00	16,93	69,70	0,00	2041,50	41,56	2139,90	1442,70
23	918,80	14,55	76,80	0,00	1684,40	34,09	2815,70	647,80
24	1198,50	20,23	73,50	0,00	2088,10	42,10	3372,60	1091,70
25	979,70	16,19	69,10	0,00	1979,00	40,48	1195,50	459,10
26	807,00	13,10	73,30	0,00	2104,40	43,06	1135,30	813,80
27	774,70	11,82	77,00	0,00	1540,70	30,29	1704,50	725,70
28	1856,00	34,94	89,60	0,00	2081,60	42,01	1463,60	538,50
29	784,30	11,94	63,10	0,00	1846,30	36,80	2323,60	698,80
30	827,20	13,57	68,20	0,00	2093,80	42,60	1224,50	442,80
31	735,20	10,89	59,50	0,00	1710,60	33,86	1843,60	555,10
32	913,20	14,21	80,70	0,00	2234,40	45,48	2875,20	1040,50
33	477,70	6,04	73,60	0,01	1898,80	38,08	2735,40	1129,10
34	563,60	7,64	71,00	0,00	1720,70	34,50	3539,80	1300,60

35	911,60	14,46	79,60	0,00	2007,70	41,30	696,70	630,20
36	1234,50	20,93	78,30	0,00	1860,20	37,30	668,10	788,40
37	1013,70	16,88	70,20	0,00	1847,10	37,00	517,30	654,10
38	1392,50	24,67	70,80	0,00	1867,90	38,21	540,30	343,50
39	739,40	11,47	74,30	0,00	1818,70	36,48	2425,20	1238,00
40	1324,90	22,74	82,00	0,00	2041,70	40,67	653,10	172,00
41	1506,80	26,94	105,20	0,04	1934,80	38,94	1367,00	338,00
42	1369,00	24,15	84,50	0,00	2019,20	41,27	2119,90	1971,90
43	661,10	9,57	62,10	0,00	1901,20	38,48	740,90	693,00
44	615,50	8,74	75,60	0,01	1467,40	28,65	990,80	1046,80

3.2.1 Distribusi dosis pada jantung

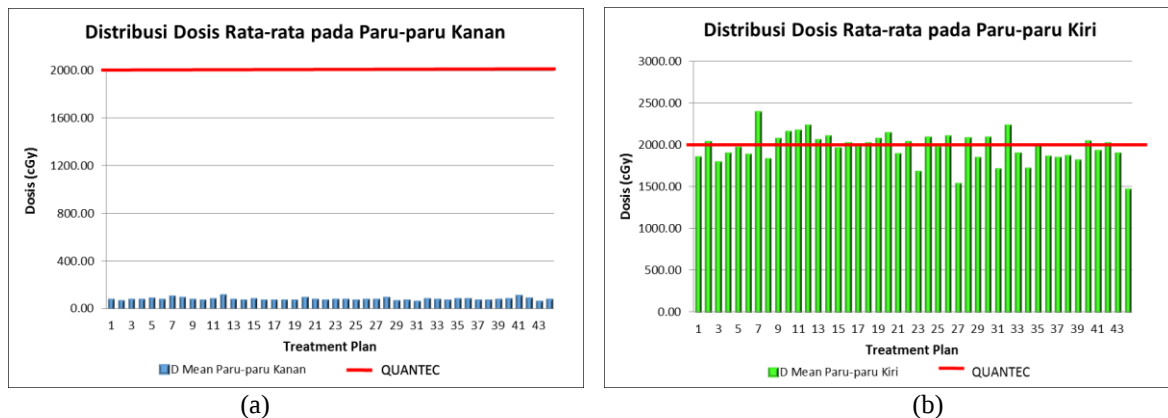
Distribusi dosis pada jantung menunjukkan persebaran rata-rata serapan radiasi yang diterima oleh organ jantung dalam perencanaan radioterapi. Distribusi dosis dan volume rata-rata pada jantung dapat dilihat pada Gambar 1. Nilai batas dosis yang direkomendasikan oleh QUANTEC untuk dosis rata-rata yang diterima organ jantung adalah kurang dari 26 Gy. Sedangkan toleransi terhadap dosis yang direkomendasikan untuk volume yang menerima dosis sebesar 25 Gy (V25) adalah 10% dari volume total organ jantung.⁹



Gambar 1. Grafik distribusi dosis rata-rata (a) dan volume rata-rata jantung (b).

Gambar (1.a) menunjukkan rentang distribusi dosis yang diterima oleh organ jantung adalah berkisar antara 477,7 cGy – 2253,3 cGy. Berdasarkan nilai tersebut distribusi dosis serap pada organ jantung dari keseluruhan perencanaan perawatan pasien telah memenuhi standar perawatan radioterapi yang direkomendasikan. Sedangkan gambar (1.b) menunjukkan rentang distribusi volume organ jantung yang menerima dosis radiasi sebesar 25 Gy berkisar antara 6,04% – 44,24% dari volume total jantung. Hasil pengamatan menunjukkan bahwa hanya terdapat 5 perencanaan saja yang memenuhi standar dari QUANTEC, yakni 11,36% dari keseluruhan perencanaan pasien. Sebanyak 39 perencanaan perawatan melebihi batas standar volume yang direkomendasikan. Jadi rata-rata pasien yang sudah menjalani radioterapi menerima dosis penyinaran pada jantung yang sesuai dengan standar QUANTEC, tetapi dengan volume yang cukup besar.

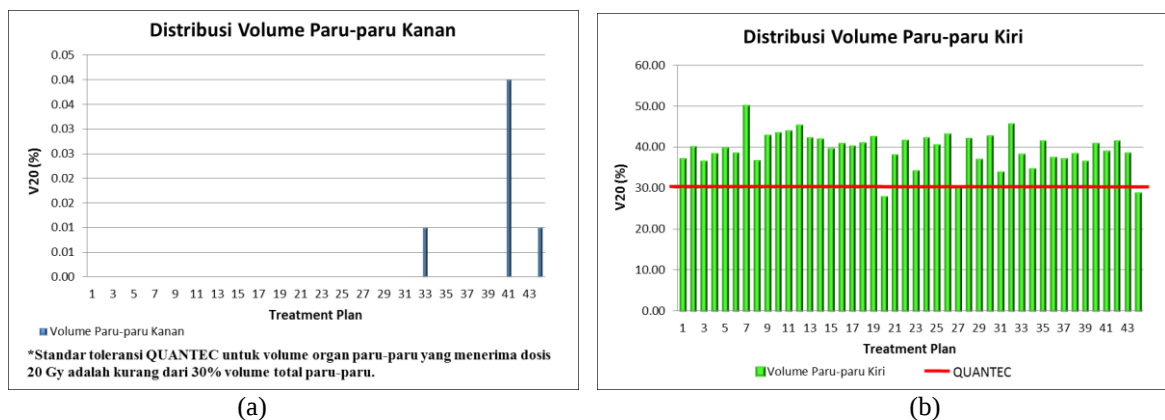
3.2.2. Distribusi dosis pada paru-paru



Gambar 2. Grafik distribusi dosis pada paru-paru kanan (a) dan paru-paru kiri (b).

Batas standar yang direkomendasikan oleh QUANTEC untuk organ paru-paru, yakni sebesar 2000 cGy.⁹ Gambar (2.a) menunjukkan rentang distribusi dosis pada paru-paru kanan berkisar antara 59,5cGy – 113,5 cGy. Tidak terdapat perencanaan perawatan yang melebihi batas standar dari QUANTEC. Hal ini dapat terjadi karena target utama penyinaran radioterapi adalah pada payudara sisi kiri, sehingga berkas sinar akan diminimalkan agar tidak terkena pada payudara sisi kanan. Sedangkan gambar (2.b) menunjukkan rentang distribusi dosis pada paru-paru kiri yang berkisar antara 1467,4 cGy – 2392,2 cGy. Terdapat sebanyak 21 perencanaan perawatan yang melebihi batas standar dosis rekomendasi QUANTEC. Hal ini dapat disebabkan oleh faktor pengobatan lain (operasi mastektomi) dan anatomi pasien yang beragam pasca mastektomi.

Pada pasien yang menerima dosis berlebih di bagian paru-paru kiri, struktur payudara pasien sudah tidak utuh lagi. Faktor ini yang menjadi penyebab terbesar nilai kelebihan dosis serap pada organ paru-paru kiri. Jaringan payudara yang sudah diangkat membuat berkas sinar radiasi mengarah ke area dibelakangnya, sehingga dosis yang diterima oleh paru-paru kiri juga menjadi semakin besar. Oleh karena itu, organ paru-paru kiri secara tidak langsung akan mendapatkan dosis yang lebih besar dibandingkan dengan paru-paru kanan. Batas standar toleransi oleh QUANTEC untuk persentase volume paru-paru yang menerima dosis sebesar 20 Gy adalah 30% dari volume total paru-paru.⁷ Analisa distribusi persentase volume paru-paru yang menerima dosis sebesar 20 Gy ditampilkan pada Gambar 3.



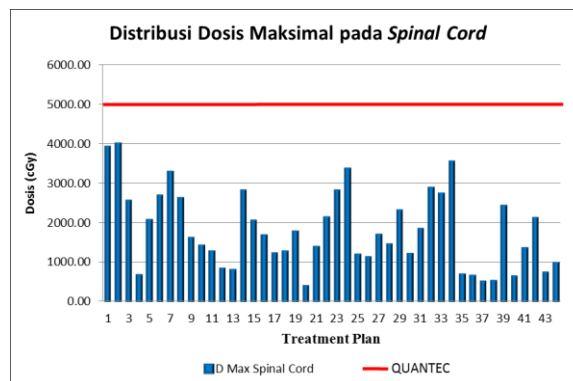
Gambar 3. Grafik distribusi volume paru-paru kanan (a) dan paru-paru kiri (b).

Pada gambar (3.a) diperoleh nilai distribusi volume organ paru-paru kanan yang menerima dosis radiasi sebesar 20 Gy mempunyai persentase yang berkisar antara 0% – 0,04%. Tidak terdapat perencanaan perawatan yang melebihi batas standar rekomendasi dosis, bahkan nilai rata-rata volume yang terpapar radiasi sangat kecil, sehingga pada paru-paru kanan batasan tersebut sudah terpenuhi untuk seluruh perencanaan. Sedangkan gambar (3.b) menunjukkan persentase volume paru-paru kiri yang menerima dosis sebesar 20 Gy berkisar antara 27,78% – 50,02%. Terdapat 42 perencanaan yang melebihi batas standar rekomendasi dari QUANTEC.

Volume pemberian dosis menjadi berlebih karena pada praktiknya pihak Rumah Sakit lebih mementingkan manfaat dari penyinaran radiasi guna meningkatkan kualitas hidup pasien pasca menjalani radioterapi daripada efek yang akan ditimbulkan. Hingga penelitian ini dilaksanakan, sangat jarang terjadi efek yang dirasakan oleh pasien pasca menjalani perawatan radioterapi. Oleh karena itu, perencanaan perawatan tetap bisa dilakukan dengan persetujuan Dokter spesialis radioterapi meskipun dalam volume yang cukup besar. Acuan yang digunakan untuk perencanaan perawatan lebih difokuskan untuk membunuh sisa-sisa sel kanker setelah operasi mastektomi.

3.2.3. Distribusi dosis pada sumsum tulang belakang

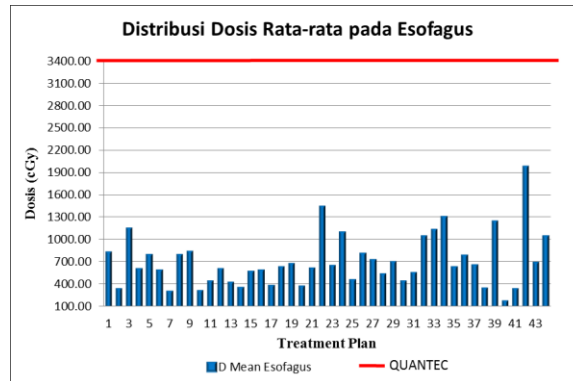
Standar toleransi dosis yang direkomendasikan oleh QUANTEC untuk sumsum tulang belakang (*spinal cord*) adalah maksimal sebesar 5000 cGy.⁹ Berdasarkan hasil pengamatan, dosis maksimal yang diterima oleh sumsum tulang belakang berkisar antara 415,3 cGy – 4002,1 cGy. Nilai dosis maksimal yang diterima oleh sumsum tulang belakang pada keseluruhan perencanaan perawatan radioterapi masih berada di bawah batas standar toleransi dosis yang ditetapkan oleh QUANTEC. Hal ini menunjukkan bahwa seluruh perencanaan perawatan radioterapi sudah memenuhi standar yang berlaku untuk proteksi organ sumsum tulang belakang.



Gambar 4. Grafik distribusi dosis pada sumsum tulang belakang.

3.2.4. Distribusi dosis pada esofagus

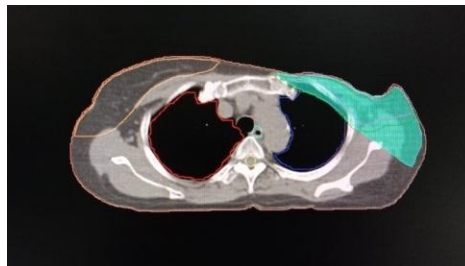
Batasan nilai dosis yang diperbolehkan menurut rekomendasi QUANTEC terhadap esofagus adalah sebesar 3400 cGy.⁹ Berdasarkan hasil pengamatan, rentang dosis rata-rata yang diterima oleh esophagus berkisar antara 172 cGy – 1971,9 cGy. Dosis rata-rata yang diterima oleh esofagus masih berada dalam batas toleransi yang direkomendasikan oleh QUANTEC. Perencanaan radioterapi telah memenuhi standar dari QUANTEC, yang mana tidak ada satu pun dari perencanaan perawatan pasien yang menerima dosis di atas batas standar untuk organ esofagus.



Gambar 4. Grafik distribusi dosis pada esofagus.

3.2.5. Faktor yang mempengaruhi distribusi dosis

Pada OAR, ditemukan ketidaksesuaian dosis pada organ jantung dan paru-paru kiri. Pasien radioterapi pada kasus kanker payudara mempunyai anatomi dan volume target yang berbeda-beda, khususnya yang sudah menjalani operasi mastektomi. Perbedaan anatomi dari setiap pasien disebabkan oleh faktor usia yang dapat mempengaruhi ukuran dari organ jantung. Selain itu, letak dari masing-masing organ yang dimiliki oleh setiap pasien juga berbeda-beda, baik yang posisinya berada di dekat area dinding dada maupun yang jauh dari dinding dada.⁸ Contoh dari citra pasien kanker payudara pasca menjalani mastektomi dapat dilihat pada Gambar 5.



Gambar 5. Citra pasien kanker payudara kiri pasca mastektomi.

Sistem pembatasan dosis yang dikeluarkan oleh ICRP (International Commission on Radiological Protection) pada perencanaan pengobatan radioterapi dikenal sebagai ALARA (*as low as reasonably achievable*). Sistem ALARA digunakan untuk membatasi nilai dosis yang diterima oleh setiap pasien dalam pengobatan radioterapi. Tiga prinsip utama dalam sistem ALARA adalah justifikasi, limitasi dan optimasi.¹⁰ Pada PTV ditemukan ketidaksesuaian dosis cakupan maksimum dikarenakan nilai *hot spot* (kelebihan dosis) yang cukup tinggi dari perencanaan perawatan. *Hot spot* merupakan volume yang berada di luar PTV dan menerima dosis radiasi lebih besar dari 100%. Nilai *hot spot* dapat dipengaruhi oleh akurasi penempatan pasien, kesesuaian berkas dan lapangan radiasi. Penggunaan metode pengobatan lain seperti pembedahan dan kemoterapi juga turut mempengaruhi serapan dosis yang diterima oleh jaringan normal.

Perawatan radioterapi yang dipilih dalam penelitian ini adalah untuk tujuan pengobatan kuratif, yakni untuk penyembuhan penyakit kanker, pengurangan penderitaan akibat penyakit kanker, dan pengendalian penyakit kanker. Oleh karena itu, perencanaan perawatan radioterapi yang dilakukan juga didampingi oleh pengobatan lain, dalam kasus kanker payudara kiri ini adalah operasi pembedahan, sehingga akibat yang ditimbulkan adalah meningkatkan nilai *hot spot* pada target penyinaran radiasi.

Tujuan dari pengobatan radioterapi berdasarkan adalah mendapatkan manfaat yang lebih besar dari resiko yang diterima. Penyinaran radiasi harus diminimalkan atau serendah mungkin diterima oleh pasien. Sesuai dengan hasil

penelitian, terdapat nilai kelebihan dosis pada organ jantung dan paru-paru kiri. Pasien radioterapi pada kasus kanker payudara mempunyai anatomi dan volume target yang berbeda-beda, khususnya yang sudah menjalani operasi mastektomi. Maka dari itu dalam beberapa kasus penyusunan rencana perawatan untuk kanker payudara pasca mastektomi, nilai kelebihan dosis tetap disetujui oleh Dokter spesialis radioterapi dan dapat diberikan kepada pasien untuk mendapatkan manfaat yang lebih besar bagi kesehatan pasien.

4. Kesimpulan

Dari penelitian ini dapat disimpulkan bahwa distribusi dosis yang diterima oleh target dan OAR pada kanker payudara kiri masih berada pada rentang dosis yang direkomendasikan. Variasi distribusi dosis dimungkinkan karena adanya metode pengobatan operasi mastektomi sebelum menjalani radioterapi dan perbedaan anatomi yang dipengaruhi oleh usia dan letak antar organ yang dimiliki setiap pasien. Perencanaan perawatan terhadap penderita kanker payudara khususnya yang sudah menjalani operasi mastektomi mempunyai tingkat penerimaan dosis OAR yang cukup tinggi pada bagian jantung dan paru-paru kiri. Hal ini dikarenakan jarak kedua organ tersebut menjadi cukup dekat dari permukaan payudara yang sudah diangkat sebagian maupun keseluruhan, sehingga menjadi lebih rentan terpapar radiasi.

Referensi

- ¹ AH Ko, M Dollinger, dan E. H. Rosenbaum, "Everyone's Guide to Cancer Therapy: How Cancer is Diagnosed, Treated, and Managed Day to Day (Fifth Edit)," Kansas: Andrews McMeel Publishing (2008).
- ² M Al-Hajj, M Wicha, A Bernito-Hernandez dkk., "Prospective Identification of Tumorigenic Breast Cancer Cells," *Proceedings of the National Academy of Sciences*, **100**(7), 3983–3988 (2003).
- ³ N Fitriatuzzakiyyah, RK Sinuraya, dan IM Puspitasari, "Terapi Kanker dengan Radiasi: Konsep Dasar Radioterapi dan Perkembangannya di Indonesia," *J. Farmasi Klinik Indonesia*, **6**(4), 311–320 (2017).
- ⁴ M Barsoum, M Mostafa, H El Hossieny dkk., "Dosimetric Prospective Study Comparing 2D and 3D Planning for Irradiation of Supraclavicular and Infraclavicular Regions in Breast Cancer Patients," *J. of the Egyptian National Cancer Institute*, **27**(1), 25–34 (2015).
- ⁵ S Lamart, M Stovall, SL Simon dkk., "Radiation Dose to the Esophagus from Breast Cancer Radiation Therapy, 1943-1996: An International Population-based Study of 414 Patients," *Int. J. of Radiation Oncology Biology Physics*, **86**(4), 694–701 (2013).
- ⁶ W Farhiyati, R Subroto, IWA Makmur dkk., "Treatment Planning System (TPS) Kanker Payudara Menggunakan Teknik 3DCRT," *Jurnal Hasil Kajian, Inovasi, Dan Aplikasi Pendidikan Fisika*, **6**(1), 150–154 (2020).
- ⁷ IP Liasari, D Milvita, dan F Diyona, "Distribusi Dosis Radiasi dari Penggabungan Lapangan Foton dan Elektron Berdasarkan Grafik Dose Volume Histogram (DVH) pada Terapi Kanker Payudara," *Jurnal Fisika Unand (JFU)*, **11**(1), 62-67 (2022).
- ⁸ FK Hentihu, AK Anto, dan RS Nugroho, "Skin Dosimetric Comparison of 3DCRT and IMRT Planning for Post-Mastectomy Breast Radiotherapy," *Atom Indonesia*, **48**(1), 1–5 (2022).
- ⁹ LB Marks, ED Yorke, A Jackson dkk., "Use of Normal Tissue Complication Probability Models in the Clinic," *Int. J. of Radiation Oncology Biology Physics*, **76**(3), 10–19 (2010).
- ¹⁰ M Irsal dan G Winarno, "Pengaruh Parameter Milliampere-Second (mAs) Terhadap Kualitas Citra dan Dosis Radiasi pada Pemeriksaan Computed Tomography (CT) Scan Kepala Pediatrik," *J. Fisika Flux: J. Ilmiah Fisika FMIPA Universitas Lambung Mangkurat*, **17**(1), 1–8 (2020).