
RESULT ANALYSIS OF TREATMENT PLANNING SYSTEM BETWEEN 3-DIMENSIONAL CONFORMAL RADIATION THERAPY TECHNIQUE AND INTENSITY MODULATED RADIATION THERAPY TECHNIQUE IN NASOPHARYNGEAL CANCER CASES

Nursama Heru Apriantoro, Bambang Sutrisno Wibowo, Muhammad Irsal,
Prima Chintya Delsy Kasih

Jurusan Teknik Radiodiagnostik dan Radioterapi Politeknik Kemenkes Jakarta II
Jln. Hang Jebat III Blok F3 Kebayoran Baru DKI Jakarta, Kode Pos 12120

E-mail: nursama_91@yahoo.co.id

ABSTRACK

This study aims to analyze the difference in results between TPS 3D-CRT radiotherapy irradiation technique and IMRT radiotherapy irradiation technique in nasopharyngeal cancer cases based on the doses received by the target volume and organs at risk and results of isodosis curve which include the value of the index conformity and homogeneity index value. Type of this research is quantitative experimental method. As for the population was taken in 10 patients consisting of 5 male and 5 female patients with nasopharyngeal cancer who received radiation therapy with 3D-CRT irradiation technique and IMRT radiation technique. Meaningfully, the results shows that are no difference in the dose received by the target volume, the dose received by organs at risk, and the curve isodose on these two techniques, including index values of conformity and homogeneity index. In conclusion, IMRT radiotherapy irradiation technique for nasopharyngeal cancer is more prioritized than 3DCRT radiotherapy irradiation technique, as the radiotherapy principle can be achieved by using IMRT radiotherapy irradiation technique.

Keywords: 3D-CRT, IMRT, Target Volume, Risk Organ,

ANALISIS PERBEDAAN HASIL *TREATMENT PLANNING SYSTEM* ANTARA TEKNIK PENYINARAN RADIOTERAPI *3-DIMENSIONAL RADIATION THERAPY* DAN *INTENSITY MODULATED RADIATION THERAPY* PADA KASUS KANKER NASOFARING

ABSTRAK

Penelitian ini bertujuan untuk menganalisis perbedaan hasil TPS antara teknik penyinaran radioterapi 3D-CRT dan teknik penyinaran radioterapi IMRT pada kasus kanker nasofaring berdasarkan dosis yang diterima oleh target volume dan organ beresiko serta hasil kurva isodosis yang mencakup nilai *conformity index* dan nilai *homogeneity index*. Jenis penelitian adalah kuantitatif dengan metode eksperimen. Penelitian ini dilakukan pada 10 pasien yang terdiri dari 5 laki-laki dan 5 perempuan penderita kanker nasofaring yang menerima terapi radiasi dengan teknik penyinaran 3D-CRT dan teknik penyinaran IMRT. Hasil penelitian menunjukkan ada perbedaan dosis yang diterima oleh target volume, dosis yang diterima organ beresiko, dan kurva isodosis pada kedua teknik tersebut, mencakup nilai *conformity index* dan *homogeneity index*. Kesimpulan pada teknik penyinaran radioterapi IMRT lebih diprioritaskan untuk kanker nasofaring daripada teknik penyinaran radioterapi 3DCRT, karena dengan menggunakan teknik penyinaran radioterapi IMRT, prinsip radioterapi dapat tercapai.

Kata Kunci: 3D-CRT, IMRT, Target Volume, Organ Beresiko,

PENDAHULUAN

Karsinoma Nasofaring (KNF) merupakan keganasan yang muncul pada daerah nasofaring (area di atas tenggorok dan belakang hidung). Karsinoma ini terbanyak merupakan keganasan tipe sel skuamosa. KNF terutama pada pria usia produktif (perbandingan pasien pria dan wanita adalah 2,18 : 1) dan 60% pasien berusia antara 25 hingga 60 tahun (1). Pada daerah Asia Timur dan Tenggara didapatkan angka kejadian yang tinggi. Angka kejadian tertinggi di dunia terdapat di provinsi Cina Tenggara yakni sebesar 40-50 kasus KNF diantara 100.000 penduduk (2). KNF sangat jarang ditemukan di daerah Eropa dan Amerika Utara dengan angka kejadian kurang dari/sekitar 200.000 penduduk (3). Di Indonesia, karsinoma nasofaring merupakan salah satu jenis keganasan yang sering ditemukan (4), berada pada urutan ke-4 kanker terbanyak di Indonesia setelah kanker leher rahim, kanker payudara, dan kanker paru(5).

Kanker nasofaring membutuhkan pembahasan luas dalam ilmu radioterapi mengingat bahwa angka kematian kanker nasofaring cukup tinggi yaitu kurang lebih 5 dari 100 ribu penduduk Indonesia adalah pengidap kanker nasofaring. Kanker nasofaring masuk dalam kelompok 5 besar tumor ganas yang sering di jumpai di Indonesia bersama dengan kanker payudara, leher rahim, paru-paru dan kulit. Kanker ini ditemukan 2 kali lebih banyak pada pria dibandingkan pada wanita..Karsinoma nasofaring sensitif terhadap radioterapi maupun kemoterapi (6).

Pemilihan pengobatan untuk kanker nasofaring tergantung dengan luas, bentuk, ukuran tumor dan keadaan umum penderita. Pengobatannya dapat dilakukan dengan 3 cara yaitu operasi, radioterapi dan kemoterapi. Diantara beberapa macam cara pengobatan tersebut masing-masing memiliki maksud dan tujuan. Untuk radioterapi tujuannya adalah memberikan dosis radiasi tertentu pada tumor atau bagian tubuh yang beresiko terkena kanker tanpa memberikan dosis berarti pada jaringan normal dan sehat disekitarnya. Radioterapi adalah salah satu bidang pengobatan kanker dengan radiasi. Perkembangan radioterapi dimulai sejak beberapa tahun setelah ditemukannya sinar-X pada 8 November 1895. Pada pertengahan abad ke-20 energi terapi radiasi berkembang dari skala kV ke MV, pesawat linier akselerator mulai menjadi peralatan standar radioterapi. Teknologi pencitraan diagnostik dimanfaatkan dalam radioterapi terutama dengan berkembangnya tomografi.

Perencanaan terapi radiasi mulai dikerjakan dengan komputer bahkan untuk perputaran gantry satu bidang (*coplanar*) dan tidak sebidang (*noncoplanar*). Blok dan kompensator mulai digunakan dan dosimetri radiasi semakin berkembang.(7)

Untuk meminimalisasi jaringan sehat di sekitar tumor terkena radiasi, dikembangkan teknik 3D-CRT. Dengan teknik ini lapangan radiasi dibentuk iregular sesuai bentuk tumor dengan penggunaan CT Scan pada TPS (*Treatment Planning System*) sehingga bentuk tumor dapat ditentukan secara 3 dimensi. Perkembangan selanjutnya dari teknik 3D *conformal* adalah teknik IMRT (*Intensity-Modulated Radiation Therapy*). Teknik IMRT menggunakan intensitas radiasi yang tidak seragam pada setiap arah lapangan radiasinya. Kelebihan teknik ini dapat diperolehnya dosis radiasi yang optimal pada tumor yang bentuknya kompleks dan seminimal mungkin pada jaringan sehat di sekitarnya, terutama organ beresiko yang letaknya sangat dekat dengan tumor. Dengan demikian tujuan radioterapi dapat tercapai (7). Perencanaan yang digunakan pada teknik IMRT adalah dengan menggunakan metode *inverse planning*.

Departemen Radioterapi RSUPN Dr. Cipto Mangunkusumo salah satu rumah sakit yang menerapkan penggunaan teknik penyinaran 3D-CRT dan IMRT untuk beberapa kasus kanker termasuk kanker nasofaring. Penelitian yang akan dilakukan adalah analisis pada perbandingan hasil TPS antara teknik penyinaran radioterapi 3D-CRT dan teknik penyinaran radioterapi IMRT pada kasus kanker nasofaring yang dilihat berdasarkan dosis radiasi yang diterima oleh target volume dan organ beresiko di sekitarnya, serta hasil kurva isodosis.

METODE PENELITIAN

Data yang digunakan adalah data sekunder pada kasus Nasofaring pada Pesawat CT Simulator GE Bright Speed 4 Slice 150 kV 500 mA selanjutnya perencanaan penyinaran menggunakan TPS Software Pinnacle 9.8. Diperoleh hasil berupa DVH (Dose Volume Histogram) yang menggambarkan distribusi dosis pada organ target diperoleh PTV (*Planing Target Volume*) dan organ beresiko, hasil gambaran kurva isodosis, serta nilai CI, dan nilai HI.

Hasil perencanaan TPS pada setiap pasien untuk masing-masing teknik penyinaran kemudian dibandingkan melalui parameter DVH dan hasil gambaran kurva isodosis. Analisis perbandingan berdasarkan 3 parameter, yaitu dosis pada target volume, dosis pada organ beresiko, dan kurva

isodosis, dimana kurva isodosis mencakup nilai CI (Comformity Index) dan HI (Homogeneity Index).

Dan dari hasil penelitian dapat dilakukan uji beda untuk menentukan prosedur penghitungan mana yang berbeda secara bermakna dan sebelumnya dilakukan uji normalitas. Jenis uji beda yang di gunakan adalah uji parametrik *Independent T Test* untuk data yang berdistribusi normal dan uji nonparametrik *Mann-Whitney U* untuk data yang berdistribusi tidak normal dengan menggunakan program *IBM SPSS 21.0*. Hasil dari uji statistik ini kemudian akan dijadikan dasar pengambilan kesimpulan penelitian.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Perbandingan dosis yang diterima oleh target volume

Berdasarkan hasil penelitian yang didapatkan dari DVH, untuk target volume di evaluasi, penyajian nilai rata-rata target volume PTV ditunjukkan pada Table 1. Pada Tabel 1. merupakan dosis target volume pada PTV untuk teknik penyinaran 3D-CRT dan IMRT. Masing-masing pasien dilakukan 2

Tabel 1. Dosis target volume antara teknik 3D-CRT dan teknik IMRT

Pasien	PTV (cGy)	
	3D-CRT	IMRT
1.	6904.7	7081.3
2.	6899.3	7002.5
3.	7003.9	7012.2
4.	7062.3	7106.6
5.	6854.5	7134.4
6.	7168.5	7212.7
7.	7085.2	7094.9
8.	7072.1	7077.6
9.	7024.8	7126.8
10.	6978.7	7010.9
<i>Mean</i>	7005.4	7085.99
<i>Std. D</i>	97.7	65.6

nasofaring relatif tidak berbeda dari penelitian. Pada penelitian banyak segmen yang digunakan pada perencanaan teknik IMRT, sehingga memberikan intensitas radiasi yang berbeda di setiap arah sinarnya Dengan teknik ini akan membuat dosis yang diterima target volume lebih maksimal.

Tabel 2. Dosis Maksimum pada organ beresiko antara teknik 3D CRT dan teknik IMRT

TNR	<i>Brainstem</i> (cGy)		<i>Spinal Cord</i> (cGy)		<i>Optic Chiasm</i> (cGy)		<i>Left Nerve Optic</i> (cGy)		<i>Right Nerve Optic</i> (cGy)	
	3D CRT	IMRT	3D CRT	IMRT	3D CRT	IMRT	3D CRT	IMRT	3D CRT	IMRT
	1	5238.4	4687.9	4672	4573.7	4358.3	4098.9	4765.4	4475	4130.9
2	5359.7	5317,0	4395.6	4174.2	5451.4	5430.2	5366.7	5374.3	3991.9	3791.6
3	5471.6	5335.1	4469.6	4234.8	5299.6	5250.7	5393.3	5403.3	5201.4	5031.5
4	5484.9	5317.3	4479.3	3821.4	5316.6	5251.3	4457.6	4444,0	5215.3	5292.4
5	4836.6	4282.8	4509.1	3909.8	456.2	437.5	417,0	395,0	396.9	387.9
6	4106.7	3825.2	3890	3804.3	176.9	165.2	159.9	154.4	176.4	164.7
7	5007.5	4634.5	4308.4	3645.4	4511.1	4202	3744.5	2442.7	3921.6	3521.5
8	5358.6	4846.5	4617.9	3524.9	469.5	505.9	515.9	572.4	479.4	485.6
9	5367.2	5340.6	4471.2	4483.8	4936.9	4860.1	5179.2	4932.7	5171.4	3857.8
10	5043.7	5120.7	3540.2	3732	5275.1	4537.1	3793	3603.1	3972.6	3722.7
<i>Mean</i>	5127.5	4870.7	4335.3	3990.4	3625.16	3473.9	3379.25	3179.7	3265.78	3019.9
<i>Std. Dev</i>	417.83	519.19	352.06	357.36	2276.8	2188.1	2159.5	2122.2	2079.6	1932.4

perencanaan yaitu untuk teknik penyinaran 3D-CRT dan teknik penyinaran IMRT. Serta di dapatkan nilai rata-rata dosis, peresentase, dan standar deviasi dari 10 pasien tersebut.

Berdasarkan penelitian sebelumnya (8) menyatakan teknik IMRT lebih baik dibandingkan teknik 3D-CRT untuk kanker

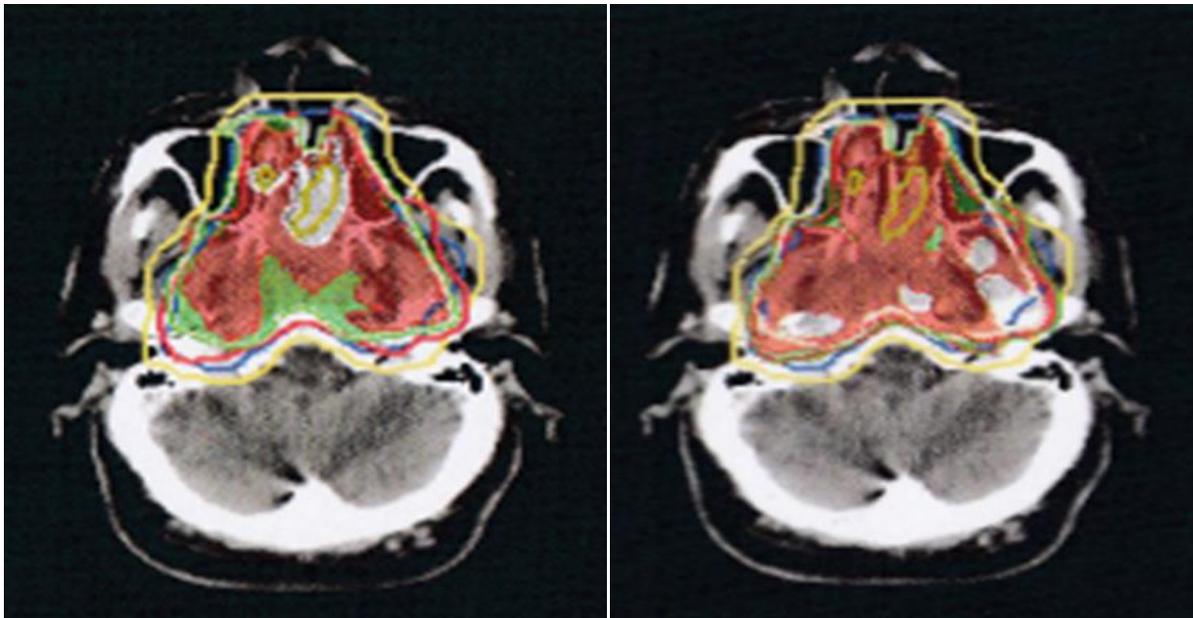
Karena disetiap segmen akan memberikan dosis yang sesuai serta terukur sehingga dapat meminimalisir adanya area yang mendapat dosis secara berlebihan dari yang direncanakan.

Perbandingan dosis yang diterima oleh organ beresiko

Berdasarkan hasil penelitian dari organ beresiko yang dievaluasi pada kanker nasofaring parameter yang dievaluasi pada organ beresiko adalah dosis maksimum.

dipilih karena pada distribusi dosis 50% terlihat seberapa besar distribusi dosis yang diterima oleh organ beresikodisekitar tumor. Sedangkan, pada distribusi dosis 95% memperlihatkan distribusi dosis pada target volume.

Perbandingan kurva isodosis bisa



Gambar 1. Kurva isodosis pasien 1 pada distribusi dosis 50% dan 95% teknik 3D-CRT (kiri) dan teknik IMRT (kanan)

Dosis maksimum di *Brainstem, Spinal Cord, Optic Chiasm, Left Nerve Optic, dan Right Nerve Optic* untuk 10 pasien pada penelitian ini hasilnya diperlihatkan pada Tabel 2. Pada Tabel 2 merupakan dosis maksimum pada organ beresiko untuk teknik penyinaran 3D-CRT dan IMRT. Masing-masing pasien dilakukan 2 perencanaan yaitu untuk teknik penyinaran 3D-CRT dan teknik penyinaran IMRT. Serta di dapatkan nilai dosis rata-rata dari 10 pasien tersebut.

Perbandingan Kurva Isodosis

Berdasarkan hasil penelitian didapatkan gambaran kurva isodosis yang menggambarkan distribusi dosis yang diterima oleh target volume dan organ beresiko disekitarnya. Gambaran warna merah menunjukkan distribusi dosis PTV 95% dari 7000 cGy, sedangkan gambaran warna hijau menunjukkan distribusi dosis PTV 50% dari 7000 cGy. Pada PTV 50% dan PTV 95%, teknik 3D-CRT dan teknik IMRT yang terdapat pada Gambar 1.

Gambar 1. merupakan gambaran kurva isodosis pasien pada PTV 50% dari 7000 cGy dan PTV 95% dari 7000 cGy, teknik 3D-CRT dan teknik IMRT. Persentase distribusi dosis PTV 50% dan PTV 95%

Tabel 3. Nilai CI antara teknik 3D-CRT dan teknik IMRT

Pasien	Teknik	VPTV (cc)	V95% (cc)	CI
1.	3D-CRT	256.857	230.96	0.89
	IMRT	256.857	258.288	1.00
2.	3D-CRT	221.431	205.03	0.92
	IMRT	221.431	205.93	0.92
3.	3D-CRT	210.316	211.648	1.00
	IMRT	210.316	205.769	0.97
4.	3D-CRT	281.848	247.322	0.87
	IMRT	281.848	276.45	0.98
5.	3D-CRT	335.249	281.439	0.84
	IMRT	335.249	383.325	1.1
6.	3D-CRT	138.664	142.652	1.03
	IMRT	138.664	142.739	1.03
7.	3D-CRT	257.63	294.786	1.14
	IMRT	257.63	275.1	1.02
8.	3D-CRT	235.763	210.738	0.9
	IMRT	235.763	212.181	0.9
9.	3D-CRT	196.976	187.727	0.95
	IMRT	196.976	203.364	1.03
10.	3D-CRT	297.928	363.626	1.2
	IMRT	297.928	351.289	1.1

dilihat dari kehomogenan dan kesesuaian distribusi dosis. Perbandingan kehomogenan dan kesesuaian distribusi dosis yang didapat

dari 10 pasien kanker nasofaring pada distribusi dosis 50%, terlihat bahwa distribusi dosis yang diterima oleh organ berisiko di sekitar tumor pada teknik 3D-CRT lebih besar daripada teknik IMRT. Sedangkan, pada distribusi dosis 95%, terlihat bahwa

pembatas dalam dan luar 2 cm dari kontur PTV, sehingga PTV akan menerima dosis sesuai dengan preskripsi yang diberikan. Selain itu, dalam perencanaan IMRT profil dosis terjadi secara tidak seragam sehingga berkas radiasi akan termodulasi dan

Tabel 4. Nilai HI antara teknik 3D-CRT dan teknik IMRT

Pasien	Teknik	D98% (cGy)	D50% (cGy)	D2% (cGy)	HI
1.	3D-CRT	6262	7133	7577	0.18
	IMRT	6263	7134	7514	0.17
2.	3D-CRT	4905	7101	7543	0.37
	IMRT	5334	7140	7378	0.28
3.	3D-CRT	5886	7091	7484	0.22
	IMRT	6226	7187	7447	0.17
4.	3D-CRT	5468	7165	7776	0.32
	IMRT	5678	7195	7475	0.24
5.	3D-CRT	5176	7077	7788	0.37
	IMRT	6613	7137	7517	0.12
6.	3D-CRT	6587	7220	7443	0.12
	IMRT	6720	7252	7473	0.10
7.	3D-CRT	5604	7207	7660	0.28
	IMRT	6411	7129	7405	0.13
8.	3D-CRT	6158	7147	7508	0.18
	IMRT	6424	7138	7365	0.13
9.	3D-CRT	5624	7164	7618	0.27
	IMRT	6173	7205	7467	0.17
10.	3D-CRT	6261	7033	7460	0.17
	IMRT	6541	7116	7503	0.13

distribusi dosis yang diterima oleh target volume pada teknik 3D-CRT kurang merata, kurang sesuai, banyak terdapat *hot spot* atau area yang menerima dosis 107% pada target volume dibandingkan dengan teknik penyinaran IMRT

Perbandingan Nilai CI

Berdasarkan hasil penelitian dari hasil kurva isodosis juga terdapat parameter seperti CI dan HI yang digunakan untuk evaluasi hasil perencanaan radiasi. Nilai CI untuk 10 pasien yang diamati dapat dilihat pada Tabel 3. Pada Tabel 3. merupakan hasil penghitungan nilai CI pada perencanaan teknik penyinaran 3D-CRT dan teknik penyinaran IMRT.

Dari nilai rata-rata CI secara keseluruhan pada teknik IMRT yaitu 1.00, membuktikan bahwa teknik IMRT lebih baik digunakan untuk kanker nasofaring, karena nilai ideal untuk CI adalah 1.00 yang berarti bentuk kurva isodosis untuk dosis preskripsi pada PTV berhimpit dengan batas target tumor.

Konformitas yang tinggi pada teknik IMRT terjadi karena pada perencanaan IMRT terdapat *ring* yang berfungsi sebagai

pembobotan setiap *segment* pun akan berbeda yang mengakibatkan garis isodosis akan mengikuti bentuk target yang direncanakan.

Perbandingan Nilai HI

Berdasarkan hasil penelitian dari hasil kurva isodosis juga terdapat parameter seperti CI dan HI yang digunakan untuk evaluasi hasil perencanaan radiasi. Nilai HI untuk 10 pasien yang diamati dapat dilihat pada Tabel 4. Pada Tabel 4. merupakan hasil penghitungan nilai HI pada perencanaan teknik penyinaran 3D-CRT dan teknik penyinaran IMRT. Dari Tabel 4 hasil penghitungan nilai HI pada 10 pasien menerima dosis dengan menggunakan teknik penyinaran 3D-CRT dan teknik penyinaran IMRT antara 0.12 sampai dengan 0.37 dan 0.1 sampai dengan 0.28. Secara keseluruhan rata-rata nilai HI dengan menggunakan teknik penyinaran 3D-CRT dan teknik penyinaran IMRT adalah 0.24 dan 0.16.

Hasil penelitian sesuai dengan ketentuan ICRU 83 bahwa nilai HI yang merepresentasikan homogenitas dosis dalam

volume target dengan nilai idealnya adalah 0, yang berarti seluruh dosis pada volume target homogen. Kehomogenan pada teknik IMRT terjadi karena adanya optimasi dalam TPS yang memaksa agar dosis yang diterima oleh pasien sama disetiap arah sinarnya. Sehingga teknik penyinaran IMRT lebih baik digunakan untuk kanker nasofaring dibandingkan dengan teknik penyinaran 3D-CRT.

SIMPULAN

Berdasarkan penelitian dan analisis hasil TPS berupa DVH dan kurva isodosis terdapat perbedaan pada dosis yang diterima oleh target volume, dosis yang diterima oleh organ beresiko, dan hasil kurva isodosis mencakup nilai CI dan nilai HI. Rata-rata dosis target volume dengan teknik penyinaran 3D-CRT dan teknik penyinaran IMRT berbeda, teknik penyinaran IMRT lebih baik daripada teknik penyinaran 3D-CRT karena dosis target volume lebih maksimal diberikan pada kanker nasofaring. Dari hasil hitung dengan uji statistik untuk organ beresiko dengan menggunakan teknik penyinaran 3D-CRT dan teknik penyinaran IMRT tidak ada perbedaan. Namun, jika dilihat rata-rata keduanya terdapat perbedaan dan dengan teknik IMRT dosis yang diterima organ beresiko lebih minimal.

DAFTAR PUSTAKA

1. Susworo R. Radioterapi Jakarta: UI-Press; 2007
2. Santoso, B. Pengaruh kemoterapi Neoadjuvant Terhadap Ekspresi LMPI, CD4⁺,CD8⁺ dan Rasio CD4⁺/CD8⁺ Pada Karsinoma Nasofaring Jenis Undifferentiated, Tesis ; Program Pasca Sarjana Ilmu Biomedik Universitas Sebelas Maret, Surakarta; 2011
3. Roezin, A, Aninda. Karsinoma Nasofaring. Dalam : Buku Ajar Telinga Hidung, Tenggorok Kepala Dan Leher. Edisi 6, Fakultas Kedokteran Universitas Indonesia, Jakarta; 2007
4. Chang ET, Adami HO. The Enigmatic Epidemiology of Nasopharyngeal Carcinoma. *Cancer Epidemiol Biomarkers Prev*; 2006
5. Adham M, Kurniawan AN, Muhtadi AI, et al. Nasopharyngeal Carcinoma in Indonesia: Epidemiology, Incidence, Signs, and Symptoms at Presentation. *Chin J Cancer*; 2012
6. Adham M, et al, Pedoman Nasional Pelayanan Kedokteran ; Kanker Nasofaring, Kementerian nasional Republik Indonesia, Jakarta; 2015
7. Webb S. The Physical basis of IMRT and Inverse Planning British Institute of Radiology; 2003.
8. Al-Zayat DM, Attalla EM, Abouelenein HS, Khalil W. Dosimetric Comparison of Intensity-Modulated Radiotherapy versus 3D Conformal Radiotherapy in Patient with Head and Neck Cancer. *Journal of Multidisciplinary Engineering Science and Technology*; 2015