

PEMBUATAN PROGRAM REKONSTRUKSI KONTUR CITRA 3D PADA ORGAN MENGGUNAKAN MATLAB 2008a

Siti A'isyah ,Kusworo Adi dan Choirul Anam

Jurusan Fisika, Fakultas Sains dan Matematika, Universitas Diponegoro, Semarang

E-mail: ais_chuy@yahoo.co.id

ABSTRACT

Program of contour Reconstruction of 3D imaging at organ has been done. To determine the tumor volume by creating a 3D contour Planning Target Volume (PTV) and organs at risk in head for each image slice. Determination of 3D PTV contour begins with contouring, featuring contour, contour editing and showing PTV and organs at risk in 3D. So that a more accurate determination of radiotherapy dose and the organ at risk dose does not exceed a given tolerance. 3D contour reconstruction algorithm can be displayed on each slice so organ at risk boundary and Planning Target Volume (PTV) that used to radiotherapy treatment can be seen.

Keywords: radiotherapy, treatment planning system (TPS), Planning Target Volume (PTV).

ABSTRAK

Telah dilakukan pembuatan program rekonstruksi kontur citra 3D pada organ. Digunakan untuk menentukan volume tumor dengan cara membuat kontur 3D Planning Target Volume (PTV) dan organ at risk pada citra kepala untuk tiap slice. Penentuan kontur 3D PTV diawali dengan melakukan konturing, menampilkan kontur, editing kontur dan menampilkan PTV dan organ at risk dalam 3D. Sehingga penentuan dosis radioterapi lebih akurat dan pada organ at risk dosis yang diberikan tidak melebihi toleransi. Algoritma rekonstruksi kontur 3D dapat ditampilkan pada tiap slice sehingga dapat diketahui batas organ yang berbahaya dan Planning Target Volume (PTV) yang digunakan untuk pengobatan radioterapi.

Kata kunci: radioterapi, treatment planning system (TPS), Planning Target Volume (PTV).

PENDAHULUAN

Kanker merupakan perubahan sel yang mengalami pertumbuhan tidak normal. Peningkatan jumlah sel tak normal umumnya membentuk benjolan yang disebut tumor atau kanker. Tidak semua tumor bersifat kanker. Tumor yang bersifat kanker disebut tumor ganas, sedangkan yang bukan kanker disebut tumor jinak. Tumor jinak berbentuk gumpalan yang terbungkus dalam suatu wadah yang menyerupai kantong, sel tumor jinak tidak menyebar ke bagian lain pada tubuh penderita [1].

Untuk menghancurkan sel-sel kanker dapat dilakukan terapi menggunakan radiasi dosis tinggi yang biasa disebut dengan radioterapi. Radiasi akan merusak sel-sel kanker sehingga proses multiplikasi ataupun

pembelahan sel-sel kanker akan terhambat [2]. Karena menggunakan radiasi pengion dengan dosis tinggi, maka radioterapi harus direncanakan dengan cermat. Dosis pada kanker harus benar-benar tepat dan organ-organ berbahaya tidak boleh mendapat dosis yang tinggi. Untuk memastikan semua itu, perlu dilakukan perencanaan radioterapi dengan *software* khusus yang dinamakan *Treatment Planning System (TPS)*.

Treatment Planning System (TPS) yang dilakukan untuk menentukan target volume dalam radioterapi ada beberapa jenis yaitu *Gross Tumour Volume (GTV)*, *Clinical Target Volume (CTV)*, *Internal Target Volume (ITV)* dan *Planning Target Volume (PTV)*. Hal ini dilakukan untuk memperoleh hasil terapi yang optimal dan distribusi dosis yang merata. Ketelitian yang disyaratkan dalam pemberian

dosis dalam radioterapi pada tahun 1976 ICRU merekomendasikan sebesar $\pm 5\%$ [3].

Selama ini penentuan kontur tumor hanya dilakukan pada citra 2D. Padahal volume tumor dapat dipastikan berupa 3D. Dengan demikian, penelitian ini dilakukan untuk menentukan volume tumor dengan merepresentasikan lokasi dan bentuk tumor secara 3D baik untuk *Planning Target Volume* (PTV) maupun *organ at risk*. Sehingga hasil penelitian ini dapat digunakan sebagai alternatif penentuan target volume yang akan memudahkan pelaksanaan radioterapi dalam menentukan luas lapangan dan besarnya dosis radioterapi.

DASAR TEORI

Radioterapi

Radioterapi adalah pengobatan dengan memberikan dosis radiasi yang terukur terhadap penyakit seperti tumor atau kanker. Perkembangan teknologi di dunia kedokteran tidak dapat dipungkiri telah membantu penderita penyakit untuk sembuh dari sakit yang dideritanya dan meningkatkan kualitas hidup penderita tersebut. Salah satu perkembangan teknologi yang sedang diperhatikan dan terus diikuti oleh kalangan praktisi dunia kedokteran adalah kemajuan di bidang yang berkaitan dengan perang terhadap penyakit yang digolongkan sebagai penyakit mematikan yaitu tumor atau kanker. Metode penanganan kanker yang sarat dengan teknologi canggih yang sedang dan terus berkembang secara pesat adalah radioterapi. Radioterapi atau juga dikenal dengan istilah terapi radiasi, yang menggunakan radiasi untuk mematikan sel-sel kanker atau melukai sel-sel tersebut sehingga tidak dapat membelah atau memperbanyak diri. Radioterapi dapat digunakan untuk meradiasi kanker primer dan gejala-gejala yang diakibatkan oleh kanker yang telah meluas yang disebut dengan metastasis [4].

Treatment Planning System (TPS)

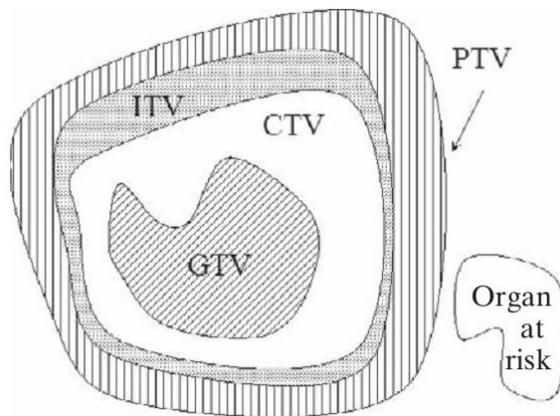
Treatment Planning System (TPS) merupakan perangkat lunak yang digunakan untuk mengetahui distribusi dosis radiasi pada perencanaan radioterapi eksternal yang diberikan kepada pasien. Tujuan dibuat perencanaan adalah untuk memaksimalkan dosis pada tumor (organ bermasalah) dan meminimalkan dosis pada jaringan sehat. Dalam TPS perencanaan penyinaran dilakukan berdasarkan parameter pengaturan energi radiasi yang digunakan, jumlah berkas lapangan radiasi, arah penyinaran, luas lapangan penyinaran yang digunakan, aksesoris yang digunakan, dan hasil perhitungan *monitor unit* (MU) penyinaran [5].

Jenis Volume Tumor

Radioterapi eksternal dengan sinar foton biasanya dilakukan dengan menggunakan lebih dari satu berkas radiasi untuk mencapai distribusi dosis yang seragam pada target volume dan serendah mungkin dosis radiasi pada jaringan sehat disekitar target [5].

Definisi Volume

Definisi Volume merupakan prasyarat untuk rencana perawatan 3-D yang berarti dan untuk memperoleh dosis yang akurat. ICRU Report No 50 dan 62 menjelaskan beberapa sasaran dan volume struktur kritis yang membantu dalam proses perencanaan pengobatan dan memberikan dasar untuk perbandingan hasil pengobatan. Volume berikut telah didefinisikan sebagai volume utama yang berkaitan dengan perencanaan perawatan 3-D: *gross tumour volume (GTV)*, *clinical target volume (CTV)*, *internal target volume (ITV)* and *planning target volume (PTV)*. Gambar 1 menunjukkan bagaimana volume yang berbeda terkait satu sama lain [5].



Gambar 1 Representasi grafis dari volume yang penting, sebagaimana didefinisikan dalam ICRU Report No 50 dan 62.

Organ at Risk

Organ yang berisiko adalah organ yang sensitivitas terhadap radiasi adalah sedemikian rupa sehingga dosis yang diterima dari rencana perawatan mungkin signifikan dibandingkan dengan toleransi, mungkin membutuhkan perubahan dalam susunan balok atau perubahan dosis. Perhatian khusus harus diberikan pada organ yang berisiko, meskipun tidak berbatasan langsung dengan CTV, memiliki dosis toleransi yang sangat rendah (misalnya lensa mata selama perawatan tumor asopharyngeal atau otak). Organ dengan toleransi radiasi yang tergantung pada skema fraksinasi harus diuraikan sepenuhnya untuk mencegah benda asing selama evaluasi rencana pengobatan [5].

Kontur dan Representasinya

Pendeteksian tepi menghasilkan citra tepi yang berupa citra biner (piksel tepi berwarna putih, sedangkan piksel bukan tepi berwarna hitam). Tetapi, tepi belum memberikan informasi yang berguna karena belum ada keterkaitan antara suatu tepi dengan tepi lainnya [6].

Contouring

Departemen protokol menyatakan untuk penggambaran target volume sangat penting dilakukan pada masing-masing tumor,

hal ini dilakukan untuk menentukan pengaturan optimalisasi window. Meliputi pengaturan nilai 3D untuk margin antara CTV-PTV, jenis perangkat lunak ekspansi 3D dan metode untuk menguraikan OAR (*Organ At Risk*) yang akan digunakan. Kesalahan penggambaran/delineasi dokter akibat konturing dikatakan bagian paling pasti dari proses perencanaan dan validasi prosedur ini sangat penting. Konturing dimulai dengan mendefinisikan GTV pada potongan utama dari tumor primer dan kemudian pada setiap citra CT aksial bergerak superior dan inferior. GTV pada DRR koronal dan sagital menjamin konsistensi antar irisan sehingga tidak ada langkah buatan dalam target volume yang dilakukan [7].

Representasi Kontur

Representasi kontur dapat berupa senarai tepi (*edge list*) atau berupa kurva. Senarai tepi merupakan himpunan terurut piksel - piksel tepi. Representasi kontur ke dalam kurva merupakan representasi yang kompak dan mangkus untuk analisis citra. Misalnya, rangkaian piksel tepi yang membentuk garis dapat direpresentasikan hanya dengan sebuah persamaan garis lurus. Representasi semacam ini menyederhanakan perhitungan selanjutnya seperti arah dan panjang garis [6].

METODE PENELITIAN

Bahan yang digunakan dalam penelitian ini yaitu citra MRI yang ada di dalam Matlab berupa citra kepala manusia dalam posisi aksial dengan jumlah *slice* sebanyak dua puluh tujuh.

Penelitian ini diawali dengan studi pustaka mengenai *treatment planning system* dalam radioterapi yang digunakan untuk menentukan target volume tumor. Dalam penelitian ini akan ditentukan target volume dengan menentukan *Planning Target Volume* (PTV) dan *organ at risk*. Proses menentukan *Planning Target Volume* (PTV) dan *organ at risk* ini diawali dengan menampilkan citra kepala dari *slice* pertama hingga *slice* ke dua puluh tujuh. Kemudian melakukan proses

kontur citra 2D pada setiap *slice*nya. Hasil kontur 2D dari *Planning Target Volume* (PTV) dan *organ at risk* digabung menjadi satu dan disimpan sehingga terbentuk kontur citra 3D. Setelah selesai dilakukan kontur 3D, maka hasil kontur tersebut akan ditampilkan dengan citra MRI.

Membuat Kontur

Membuat kontur pada citra dengan metode *Planning Target Volume* (PTV) dimulai dengan memanggil citra mri yang terdapat di dalam matlab. Kemudian dilakukan proses *contouring* satu persatu dari *slice* pertama hingga *slice* ke dua puluh tujuh, dengan membuat titik kontur (x,y) pada tiap *slice* citra, setelah itu data kontur disimpan.

Mengedit Kontur

Untuk mengedit kontur citra pada tiap *slice* diawali dengan memanggil data kontur citra yang telah disimpan. Tools yang digunakan untuk mengedit kontur sama dengan tools yang digunakan untuk membuat kontur. Kemudian untuk melakukan edit pada hasil kontur untuk tiap titik kontur (x,y). Sehingga hasil kontur yang diinginkan dapat sesuai dengan target volume yang telah ditentukan. Mengedit kontur ini dapat dilakukan pada PTV dan *organ at risk*.

Mengedit kontur *organ at risk* sama dengan proses pembuatan kontur *Planning Target Volume* (PTV). Diawali dengan memanggil data kontur citra yang telah disimpan. Kemudian proses *editing* dengan make OR untuk *organ at risk* yang pertama dan OR3 untuk mengkontur *organ at risk* yang kedua. Selanjutnya hasil kontur tersebut disimpan kembali.

Menampilkan Kontur 2D

Setelah membuat kontur pada citra, proses selanjutnya adalah menampilkan hasil kontur pada tiap *slice* (menampilkan kontur citra 2D). Untuk menampilkan kontur citra 2D diawali dengan memanggil citra pada *slice* tertentu. Kemudian memanggil data kontur

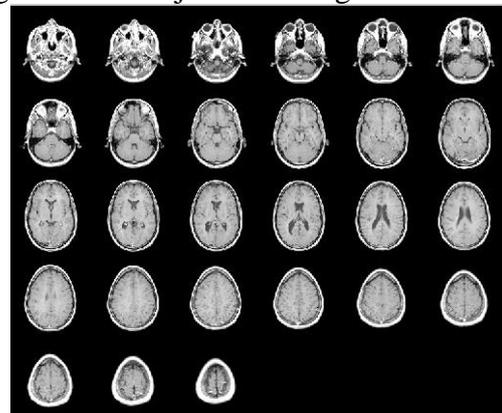
yang telah disimpan. Proses untuk menampilkan kontur citra 2D *organ at risk* sama dengan menampilkan kontur citra 2D PTV.

Menampilkan Kontur 3D

Untuk menampilkan kontur citra 3D diawali dengan proses pemanggilan citra kepala mri. Selanjutnya memanggil data kontur citra 2D yang disimpan. Dimana kontur citra dipanggil secara langsung sehingga akan tampak seperti tumpukan kontur dari masing-masing *slice*. Kemudian menggabungkan data kontur 3D dengan citra kepala secara keseluruhan.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Proses radioterapi diperlukan perencanaan yang tepat agar memperoleh hasil terapi yang maksimal. Penelitian ini menggunakan citra MRI yang tersimpan di dalam Matlab. Citra tersebut berukuran 128 x 128 piksel dengan jumlah *slice* sebanyak dua puluh tujuh *slice*. Sampel citra MRI yang digunakan ditunjukkan oleh gambar 2.



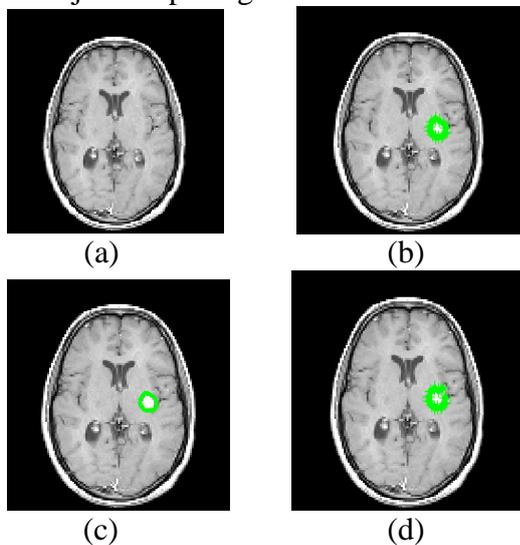
Gambar 2. Citra MRI yang terdapat di dalam matlab.

Gambar 2 merupakan citra MRI untuk bagian kepala pada posisi aksial. Citra tersebut biasa digunakan untuk menunjukkan adanya tumor pada bagian kepala. Anatomi kepala terdiri atas mata, hidung, otak kecil, otak besar, dan spinal cord. Organ at risk yang terdapat dalam kanker tumor adalah mata (*lens of eye*) dan *brainstem*.

Kontur 2D *Planning Target Volume* (PTV)

Proses penentuan target volume dengan *Planning Target Volume* (PTV) ini dimulai dengan penentuan tingkat tumor mikroskopik *Gross Tumor Volume* (GTV) pada target volume utama dari tumor primer pada setiap *slice* citra aksial. PTV meliputi wilayah yang berbatasan langsung dengan GTV yang mengandung penyakit mikroskopik dan daerah lain yang dianggap berisiko dan memerlukan pengobatan. Proses PTV dilakukan agar kemungkinan pada daerah sekitar tumor primer yang memiliki risiko dapat dilakukan pengobatan.

Kontur PTV dimulai dengan proses kontur pada tiap *slice*. Kontur akan diakhiri double klik pada kontur pertama dan terakhir kemudian menyimpannya. Apabila ada kesalahan pada proses konturing dapat dilakukan *editing*. Proses kontur PTV ditunjukkan pada gambar 3.



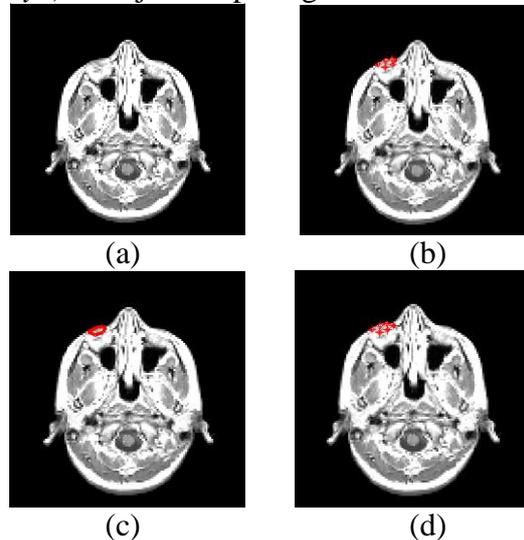
Gambar 3. Proses *contouring* PTV untuk tiap *slice* (a) Memanggil citra mri dari matlab, (b) Proses *contouring* PTV, (c) Menampilkan hasil kontur PTV, dan (d) Proses *editing* PTV.

Gambar 3 merupakan proses *contouring* pada *slice* empat belas. Dimulai dengan memanggil citra pada gambar 3 (a), proses *contouring* PTV ditunjukkan pada gambar 3 (b)

, jika terdapat kesalahan ketika proses *contouring* maka data kontur dapat diedit pada gambar 3 (d), dan gambar 3 (c) menampilkan hasil kontur PTV.

Kontur 2D *Organ at Risk*

Proses *contouring organ at risk* ini sama dengan proses *contouring* PTV. Proses *contouring* 2D *organ at risk* pada kanker otak memiliki dua organ yang berbahaya apabila terpapar radiasi dengan dosis tinggi yaitu pada bagian mata (*lens of eye*) dan *brainstem*. Berikut proses *contouring* pada mata (*lens of eye*) ditunjukkan pada gambar 4.



Gambar 4. Proses *contouring organ at risk* pada tiap *slicenya*. (a) Menampilkan citra mri asli, (b) Proses *contouring organ at risk* pada bagian mata, (c) Menampilkan hasil kontur *organ at risk* pada bagian mata dan (d) Proses mengedit kontur *organ at risk*.

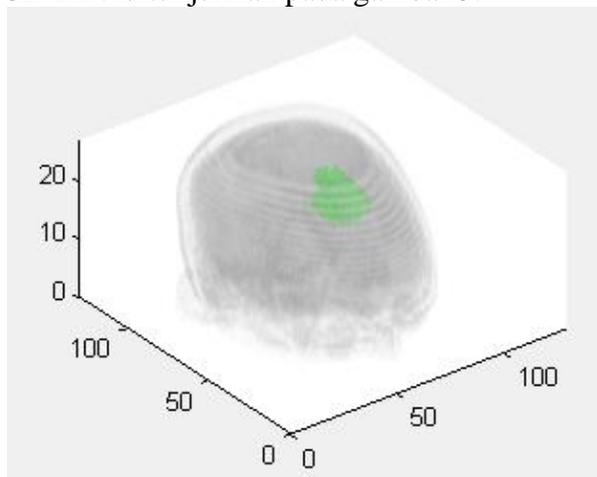
Gambar 4. menjelaskan tentang proses *contouring organ at risk*. Diawali dengan memanggil citra mri, dilanjutkan dengan mengkontur bagian *organ a risk* yang terletak dekat tumor, mengedit kontur *organ at risk* dan selanjutnya proses menampilkan hasil kontur 2D *organ at risk*. Pada *organ at risk* dilakukan *contouring* pada *slice* pertama sampai *slice* delapan. Sedangkan pada *brainstem* dilakukan

kontur pada *slice* pertama sampai *slice* ke tiga belas.

Organ at risk tersebut merupakan organ yang sensitif terhadap radiasi sehingga memungkinkan dosis yang diterima akan lebih berpengaruh secara signifikan apabila melebihi batas toleransi. Sehingga perlu dilakukan *planning* terhadap organ yang berbahaya terhadap radiasi dan menimbulkan efek yang merusak organ yang berbahaya tersebut. Sehingga batas toleransi yang diterima mata tidak boleh melebihi 10 Gy dan *brainstem* tidak boleh melebihi 54 Gy [7].

Kontur 3D *Planning Target Volume* (PTV)

Proses pembentukan kontur 3D *Planning Target Volume* (PTV) merupakan salah satu bagian dari proses perencanaan radioterapi, yang dilakukan untuk mengetahui data pasien, koreksi dan set up dalam proses pengobatan radioterapi. Penentuan target volume *Planning Target Volume* (PTV) dapat dilakukan dengan melihat potongan dari setiap *slice*. Sehingga dapat diketahui volume tumor yang akan dilakukan pengobatan. Berikut tampilan kontur 3D PTV ditunjukkan pada gambar 5.



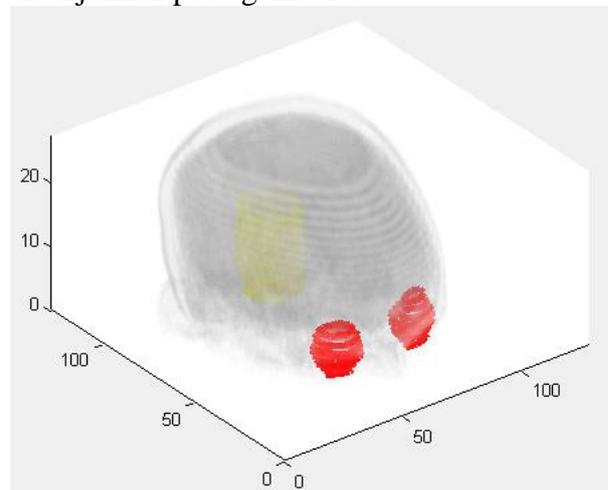
Gambar 5. Citra hasil kontur 3D PTV

Berdasarkan proses kontur 3D PTV yang ditunjukkan pada gambar 5, dapat diketahui lokasi dan volume tumor serta menunjukkan hasil kontur 3D PTV yang digabung dengan citra kepala secara keseluruhan. Sehingga dapat ditentukan dosis tumor, bobot dosis radiasi,

normalisasi dosis radiasi. Dosis radiasi pada kanker otak dengan *planning* lokalisasi PTV berkisar 60 Gy [7].

Kontur 3D *Organ at risk*

Perencanaan kontur 3D *organ at risk* perlu dilakukan agar organ yang berbahaya terhadap radiasi dapat terlokalisasi sehingga dosis yang diterima tetap bisa diterima serta tidak menimbulkan gangguan ataupun kerusakan pada organ tersebut. *Organ at risk* pada kanker otak meliputi mata (*lens of eye*) dan *brainstem*. Berikut hasil kontur 3D dari *organ at risk* yang terdapat pada kanker otak ditunjukkan pada gambar 6.

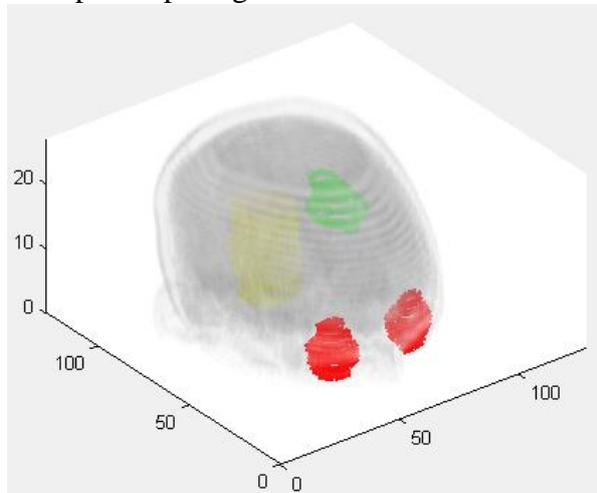


Gambar 6. Citra hasil kontur 3D *organ at risk*

Berdasarkan gambar 6 dapat diketahui *organ at risk* yang terdapat di kepala. *Organ at risk* yang pertama ditunjukkan dengan warna kontur merah yang menunjukkan organ mata dan organ yang kedua dengan warna kontur kuning menunjukkan organ *brainstem*. Hal ini akan menunjukkan letak dari mata dan *brainstem* pada citra kepala tersebut.

Hasil kontur 3D *organ at risk* dapat dijadikan sebagai proses perencanaan radioterapi, sehingga organ yang berbahaya tersebut mendapat dosis radiasi yang tidak melebihi batas toleransi yang telah ditetapkan. Sehingga dalam penentuan PTV dan *organ at risk* dilakukan perencanaan radioterapi. Berikut

kontur citra 3D PTV dan *organ at risk* ditampilkan pada gambar 7.



Gambar 7. Kontur citra 3D PTV dan *organ at risk* pada citra kepala

Gambar 7 menunjukkan volume tumor pada PTV dan *organ at risk*. Pada gambar tersebut menunjukkan bagian organ yang harus memperoleh dosis yang tinggi dan bagian organ yang harus memperoleh dosis yang rendah. Sehingga dapat diketahui batas antara organ yang harus memperoleh dosis yang tinggi adalah pada bagian PTV serta meminimalkan dosis pada *organ at risk*.

Organ at risk tersebut merupakan organ yang sensitif terhadap radiasi sehingga memungkinkan dosis yang diterima akan lebih berpengaruh secara signifikan apabila melebihi batas toleransi. Sehingga perlu dilakukan planning terhadap organ yang berbahaya terhadap radiasi dan menimbulkan efek yang merusak organ yang berbahaya tersebut. Sehingga batas toleransi yang diterima mata tidak boleh melebihi 10 Gy dan brainstem tidak boleh melebihi 54 Gy [7].

KESIMPULAN

Dari hasil penelitian dan pembahasan yang telah dilakukan, maka dapat ditarik kesimpulan sebagai berikut:

1. Kontur 3D *Planning Target Volume* (PTV) menghasilkan keluaran berupa rekonstruksi target volume dalam bentuk

3D sehingga penentuan dosis radioterapi menjadi lebih akurat.

2. Program rekonstruksi citra 3D dapat mengetahui posisi dan volume organ. Sehingga dapat membantu menentukan dosis yang akan diterima oleh *organ at risk* tersebut.
3. Hasil algoritma rekonstruksi kontur 3D dapat ditampilkan pada tiap *slice* sehingga dapat diketahui batas organ yang berbahaya dan *Planning Target Volume* (PTV) yang digunakan untuk pengobatan radioterapi.

UCAPAN TERIMA KASIH

Penulis mengucapkan terimakasih kepada Universitas Diponegoro atas segala hal yang telah disediakan sebagai fasilitas kegiatan belajar. Penulis juga mengucapkan terima kasih kepada semua pihak yang terkait dalam pembuatan penelitian ini.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] Syeh, H.A., 2011, *Pengembangan Electrical Capacitance Volume Tomography (ECVT) untuk Rekonstruksi Citra dan Diagnosis Kanker Payudara*, Program Studi Fisika, Universitas Indonesia, Depok.
- [2] Tjokronagoro, M., 2001, *Biologi Sel Tumor Maligna*. Fakultas Kedokteran, Yogyakarta : UGM.
- [3] Palta, J.R., 1996, *Quality Assurance for Radiotherapy Equipment, Proceeding of the Summer School on Teletherapy : Present and Future*, Advanced Medical Publishing, Medison, Wisconsin, 507-524.
- [4] Suhartono, Z., 1990, *Dosimetri Radioterapi*, Jakarta : PSPKR-BATAN.
- [5] Podgorsak E.B., 2005, *External Photon Beams :Physical Aspects in Radiation Oncology Physics: A Hand Book for Teachers and Student*, Vienna, Austria : Publishing Section IAEA.
- [6] Munir, R., 2004, *Pengolahan Citra Digital*, Penerbit Informatika Bandung, ITB.
- [7] Barret, A., Dobbs, J., Morris, S. dan Roques, T., 2009, *Practical Radiotherapy Planning*, Hodder

Siti A'isyah, dkk

Pembuatan Program Rekonstruksi Kontur ...

Arnold, an imprint of Hodder Education, an
Hachette UK Company.