



ANALISIS PROSES PENGAMBILAN DATA PADA REKONSTRUKSI KOORDINAT UNTUK *TREATMENT PLANNING SYSTEM* (TPS) BRAKHITERAPI KANKER SERVIK

Achmad Suntoro

Pusat Rekayasa Perangkat Nuklir, Kawasan PUSPIITEK Serpong, Gedung 71, Tangerang Selatan, 15310

ABSTRAK

ANALISIS PROSES PENGAMBILAN DATA PADA REKONSTRUKSI KOORDINAT UNTUK TREATMENT PLANNING SYSTEM (TPS) BRAKHITERAPI KANKER SERVIK. Telah dilakukan analisis proses pengambilan data pada rekonstruksi koordinat untuk Treatment Planning System (TPS) brakhiterapi kanker servik. Analisis ini dilakukan untuk evaluasi atas disain konsep algoritma rekonstruksi koordinat dalam proses TPS brakhiterapi yang telah dibuat. Dalam makalah ini titik berat analisis pada proses pengambilan data melalui dua foto proyeksi menggunakan sinar-X. Posisi sumber sinar-X, sistem koordinat, dan transformasi ukuran menjadi obyek dalam analisis. Dari analisis disimpulkan bahwa posisi sumber sinar-X tidak harus orthogonal dan isosentris, perlu koreksi dengan teknik rotasi untuk kemungkinan kesalahan dalam proses transmisi data melalui scanner, dan transformasi ukuran bisa dilakukan dengan hanya melihat ukuran di awal dan di akhir proses dalam pengambilan data.

Kata kunci: Pengambilan data, koordinat, proyeksi sinar-X, posisi sinar-X, transformasi ukuran,

ABSTRACT

AN ANALYSIS OF DATA ACQUISITION PROCESS ON THE COORDINATE RECONSTRUCTION FOR TREATMENT PLANNING SYSTEM (TPS) OF CERVIX CANCER BRACHYTHERAPY. An analysis of data acquisition process on the coordinate reconstruction for Treatment Planning System (TPS) of cervix cancer brachytherapy has been conducted. The analysis is implemented to evaluate a conceptual design of a reconstruction coordinate algorithm in the TPS of cancer cervix brachytherapy that has been developed. The analysis in this paper is emphasized on its data acquisition processes which are taken through two-image projections of X-ray. The X-ray source positions, coordinate systems, and values transformation become the object of the analysis. The results of the analysis show that the X-ray source positions are not necessary orthogonal and isocentric, data transmission through the scanner need to be corrected by rotation, and the values transformation can be calculated by considering its original value and its final value in the acquisition data process.

Keywords: Data acquisition, coordinates, X-ray projections, X-ray positions, values transformation.

1. PENDAHULUAN

Proses brakhiterapi kanker servik menggunakan sebuah aplikator yang dimasukkan ke tubuh pasien. Aplikator adalah tempat sementara dimana sumber radioaktif dari tempat penyimpanannya dipindahkan selama terapi berlangsung ke aplikator tersebut. Oleh karena itu tempat kedudukan dari aplikator ketika digunakan dalam terapi relatif terhadap tubuh pasien harus diketahui. Dua foto proyeksi sinar-X digunakan untuk rekonstruksi tempat kedudukan tersebut.

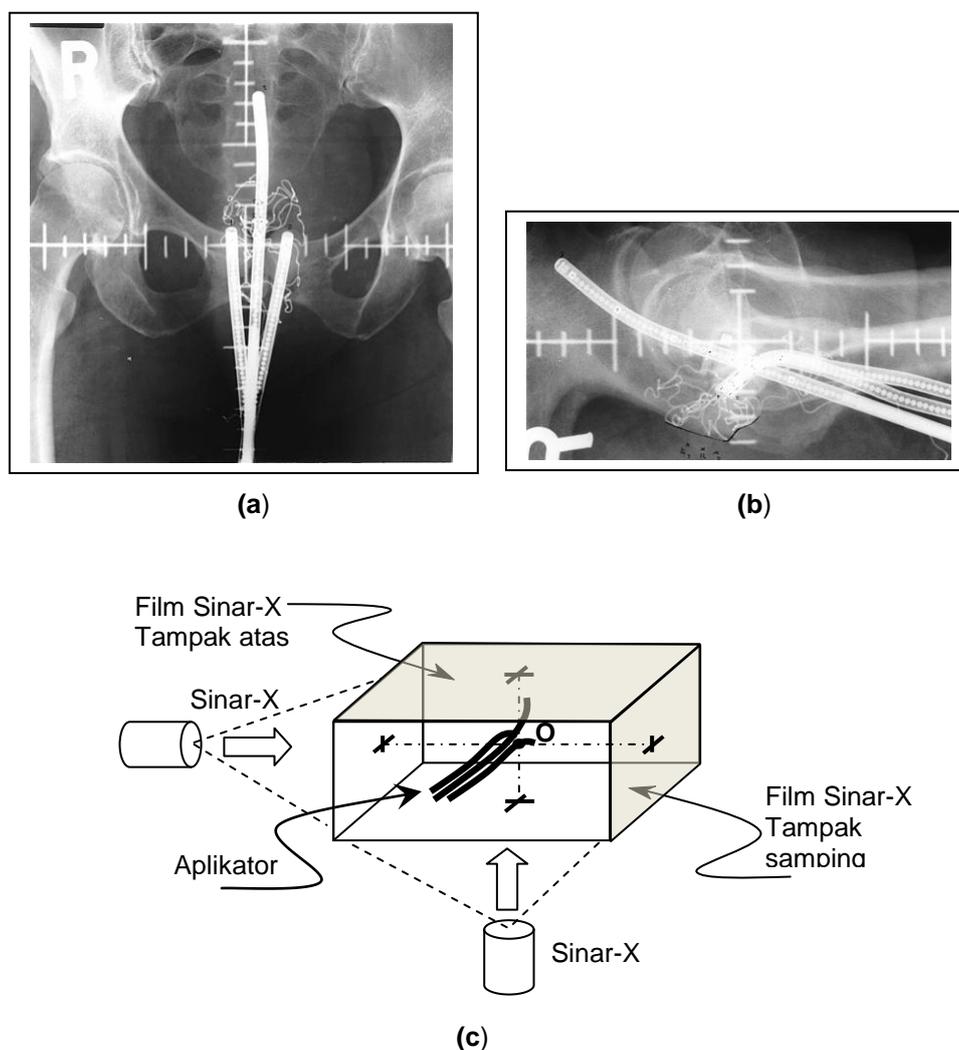
Treatment Planning System (TPS) adalah bagian dari urutan proses radioterapi dimana kegiatan TPS harus dilakukan terlebih dahulu sebelum proses terapi dijalankan. Pada prinsipnya, salah satu tugas utama program TPS brakhiterapi adalah membuat kurva isodosi dari sumber yang terletak di dalam aplikator. Kurva dibentuk menggunakan komputer (pada layar komputer)



dengan posisi ketika aplikator tersebut sedang digunakan dalam terapi. Oleh karena itu koordinat aplikator ketika pada posisi terapi harus diketahui relatif terhadap tubuh pasien dan sumbu koordinat yang ditetapkan. Kurva ini akan digunakan oleh tim medis untuk membuat analisis sebelum proses terapi dilakukan. Sebuah konsep algoritma sedang dikembangkan untuk program TPS tersebut meliputi pengambilan data untuk proses rekonstruksi, pembentukan dosis-matriks, transformasi geometri dosis matriks, dan program isodosis beserta atributnya untuk keperluan medis.

Dalam makalah ini analisis proses pengambilan data (koordinat aplikator) untuk keperluan pembuatan dosis-matriks dibahas. Data aplikator yang perlu diketahui untuk pembuatan dosis matriks adalah tempat kedudukan aplikator yang merupakan tempat kedudukan sumber radioaktif yang digunakan dalam terapi. Titik-titik perwakilan dari aplikator ditentukan sehingga dengan titik-titik tersebut tempat kedudukan aplikator dapat direkonstruksi. Dua foto proyeksi sinar-X digunakan untuk proses menemukan titik-titik perwakilan tersebut. Detail infrastruktur proses pengambilan data melalui sinar-X adalah materi yang akan dianalisis.

2. TATA KERJA



Gambar 1. Pengambilan proyeksi aplikator tampak atas dan samping menggunakan sinar-X.

a. Proyeksi sinar-X tampak atas^[1], b. Proyeksi sinar-X tampak samping^[1].

c. Proses pengambilan foto proyeksi menggunakan sinar-X.



Foto proyeksi tampak atas dan samping seperti pada Gambar 1.a dan 1.b dilakukan untuk proses rekonstruksi koordinat aplikator brakiterapi kanker servik. Aplikator berada di tubuh pasien ketika diambil fotonya seperti pada Gambar 1.c (gambar pasien tidak diperlihatkan). Dari proses ini akan diperoleh data proyeksi posisi aplikator pada posisi terapi. Foto hasil proyeksi merupakan data masukan yang akan dibaca oleh komputer melalui *file* elektronik (*soft-file*). Selain itu, data dari *user interactive* diperlukan dengan cara *click* pada lokasi foto proyeksi di layar komputer terhadap *file* yang telah dibaca oleh komputer tersebut.

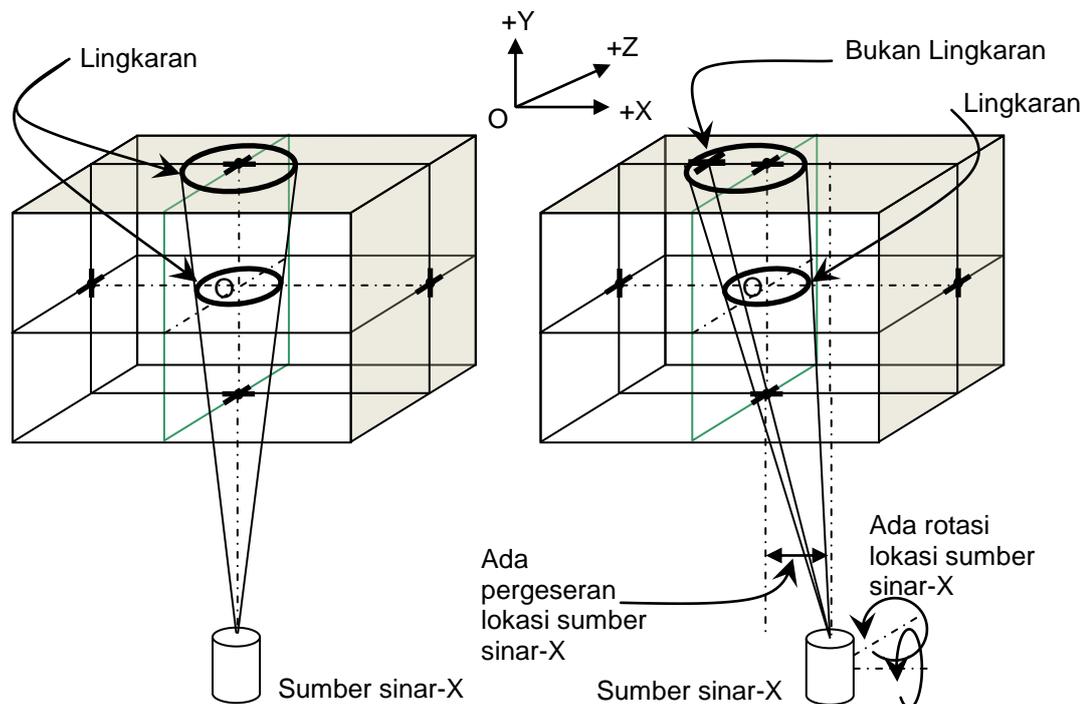
Proses pengambilan proyeksi menggunakan sinar-X tersebut pada sistem TPS yang umum digunakan di rumah sakit menggunakan *C-arm* atau *O-frame*, sehingga hasil proyeksi orthogonal dan isosentris dapat diperoleh. Namun demikian, dalam program TPS yang dikembangkan ini, proyeksi orthogonal isosentris tidak diharuskan. Sehingga *C-arm* atau *O-frame* tidak diperlukan, sebagai penggantinya adalah kotak rekonstruksi yang ukurannya diketahui^[2]. Hal penting dalam pengambilan proyeksi tersebut adalah bahwa aplikator dapat tertangkap secara lengkap di film yang disediakan baik tampak atas dan samping sehingga rekonstruksi koordinat dapat dilaksanakan^[3].

Proses penindaian adalah menempatkan foto proyeksi pada alat penindai, dan proses ini adalah proses transmisi data pada sistem pengambilan data dalam konsep algoritma yang dikembangkan ini. Posisi ketika meletakkan foto proyeksi pada alat *scanner* harus tepat sehingga hasil *scanning* akan sesuai atau mewakili foto proyeksi yang di pindai.

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

3.1. POSISI SUMBER SINAR-X

Proyeksi perspektif akan digunakan dalam rangka rekonstruksi posisi koordinat di dalam kotak rekonstruksi tersebut. Strategi ini diambil karena posisi sumber sinar-X terhadap kotak rekonstruksi tidak terlalu jauh sehingga tidak akan membentuk proyeksi paralel^[4]. Perbesaran citra proyeksi yang tidak sama pada tampak atas dan samping akibat posisi pesawat sinar-X yang tidak orthogonal untuk perhitungan koordinat tidak menjadi masalah, karena sudah menjadi bagian (sudah diperhitungkan) dari akibat proyeksi perspektif yang terjadi.



Gambar 2. Pengaruh posisi sumber sinar-X terhadap citra pada foto.



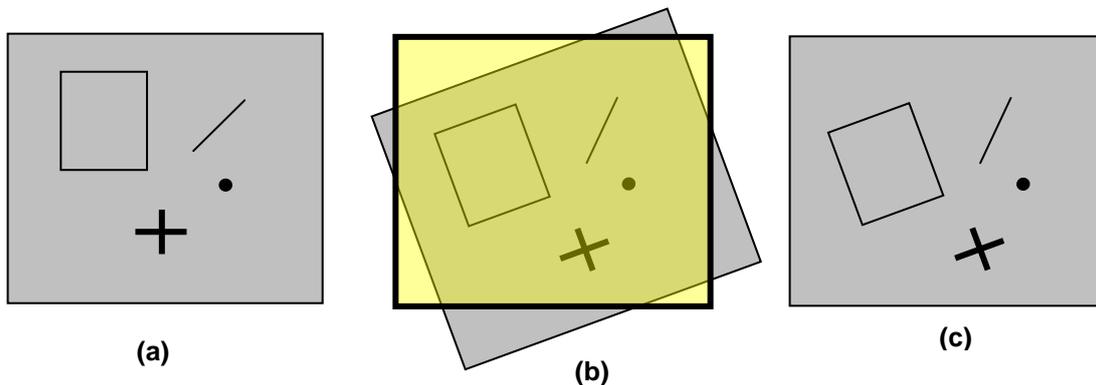
Foto proyeksi dari sinar-X bersama dengan kotak rekonstruksi digunakan untuk menentukan koordinat titik-titik yang diperlukan yang berlokasi di dalam kotak rekonstruksi. Kontour bagian dalam tubuh pasien yang terbentuk dari foto sinar-X dapat juga digunakan untuk menentukan batasan sasaran yang menjadi obyek penyinaran ketika terapi. Namun demikian faktor perbesaran citra harus diperhitungkan jika citra foto tersebut digunakan untuk menentukan kontour. Untuk penentuan koordinat, faktor perbesaran tidak mempengaruhi perhitungan yang dilakukan, karena perhitungan koordinat berkaitan dengan koordinat titik yang tidak dipengaruhi oleh faktor perbesaran. Faktor perbesaran sudah termasuk dalam koordinat yang terjadi akibat perbesaran tersebut.

Jika foto proyeksi sinar-X akan digunakan juga sebagai penentu kontour target kanker yang akan diterapi, maka posisi sumber sinar-X harus tepat orthogonal terhadap film yang merekam hasil proyeksi. Kondisi ini akan memberikan perbesaran citra pada foto sinar-X homogen, sehingga ukuran sebenarnya dapat dengan mudah diperoleh dengan memperhitungkan nilai perbesaran pemotretan. Jika penempatan sumber sinar-X tidak orthogonal citra hasil pemotretan akan diperbesar tidak homogen karena terjadi pergeseran atau rotasi dari posisi sumber sinar-X tidak homogen. Kontour berbentuk lingkaran misalnya akan diproyeksikan pada foto sinar-X bukan lingkaran seperti ditunjukkan pada Gambar 2.

Citra yang terdapat pada foto sinar-X sangat mungkin berubah bentuknya tergantung orthogonalitas sumber sinar-X terhadap posisi film perekam proyeksi. Oleh karena itu foto sinar-X kurang tepat digunakan untuk menentukan kontour target terapi kecuali jika pesawat sinar-X dilengkapi dengan perangkat *C-arm*. Meskipun citra foto sinar-X mengalami distorsi (perbesaran tidak homogen), untuk perhitungan rekonstruksi koordinat tidak menjadi masalah, karena distorsi tersebut sebanding dengan posisi sumber sinar-X yang semua telah diperhitungkan secara matematis, sehingga perhitungan koordinat dapat dibuktikan benar.

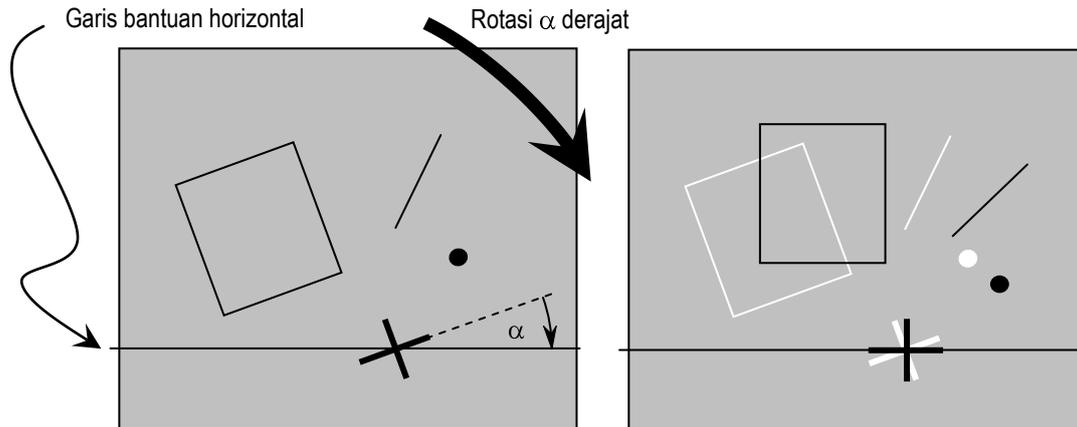
3.2. PROSES PEMINDAIAN

Proses penindaian menjadi bagian dari proses transmisi data dalam konsep algoritma yang dikembangkan. Dalam proses penindaian, ketika meletakkan foto proyeksi yang akan dipindai, bisa terjadi foto tersebut tidak tepat tegak lurus tetapi miring (Gambar 3.b), sehingga orientasi hasil pemindaian tidak sama dengan aslinya (Gambar 3.c) Oleh karena itu, semua citra hasil pemindaian harus diperbaiki kembali posisinya.



Gambar 3. (a). Foto sinar-X hasil penyinaran. (b). Posisi foto ketika di scan. (c) Hasil scanning.

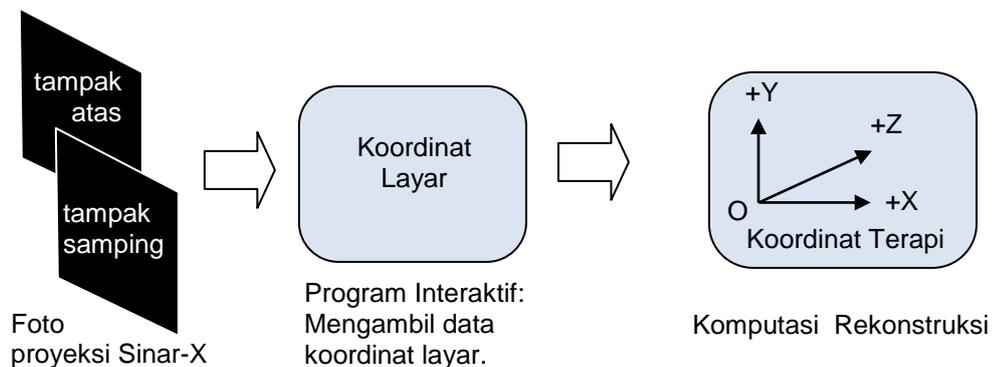
Marker (+) yang menempel di film (marker ukuran kecil) pada Gambar 4 dapat dipakai sebagai pusat referensi rotasi untuk proses koreksi citra ini. Besar sudut rotasi dihitung dari sudut rotasi marker tanda (+) terhadap garis bantu horizontal sebesar tersebut α° . Obyek yang dirotasi adalah seluruh citra *file* dengan pusat rotasi titik marker (+) yang dipilih. Rotasi dilakukan dengan sudut α° sehingga garis horizontal marker (+) berimpit dengan garis bantu horizontal seperti ditunjukkan pada Gambar 4.



Gambar 4. Proses rotasi mengembalikan posisi yang sebenarnya.

3.3. SISTEM KOORDINAT

Dalam proses pengambilan data yang direncanakan, koordinat layar komputer hanya digunakan untuk menentukan koordinat titik-titik penting sesuai dengan yang terrekam pada layar untuk kemudian ditransfer ke sistem koordinat terapi, seperti ditunjukkan pada Gambar 5. Semua perhitungan rekonstruksi dilakukan menggunakan sistem koordinat terapi.



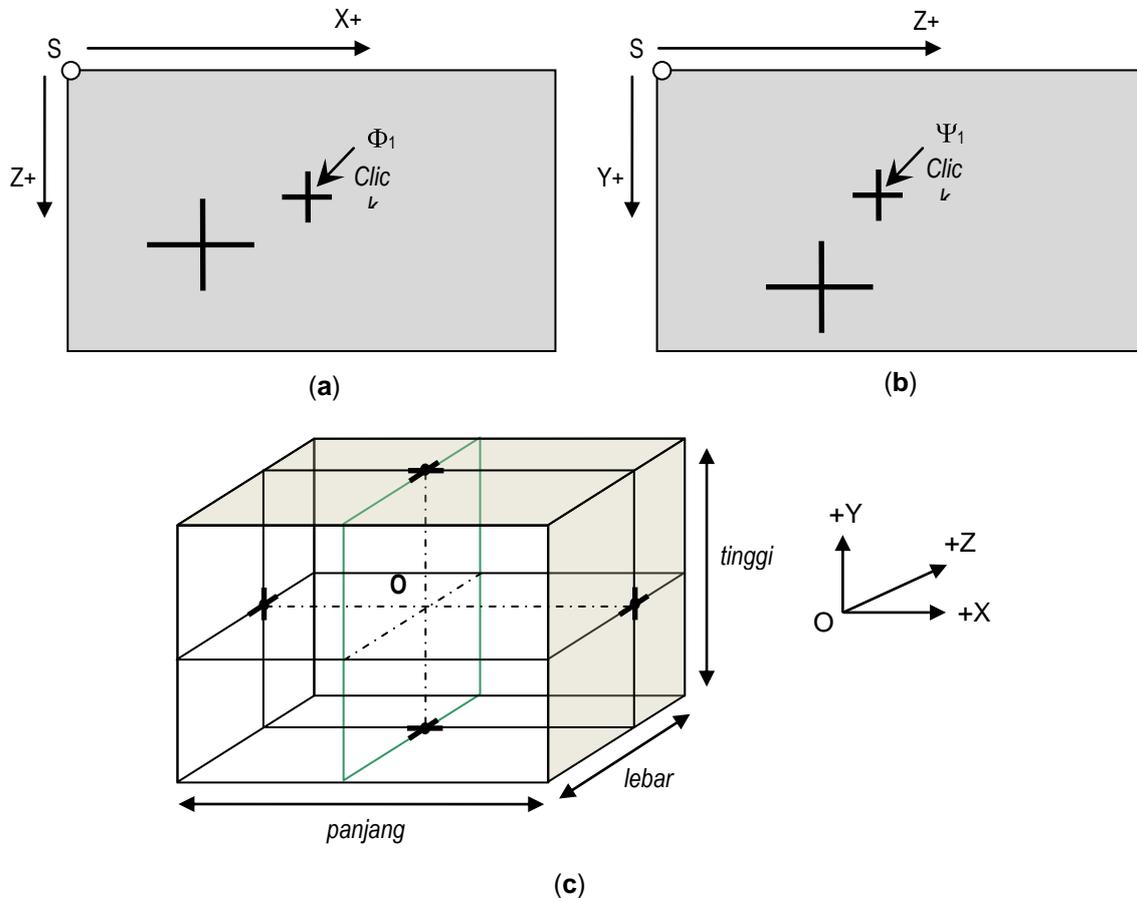
Gambar 5. Strategi komputasi koordinat.

Dua foto proyeksi sinar-X tampak atas dan samping dibaca komputer menggunakan pemindai. Koordinat yang dibaca dari citra hasil pemindai berdasar pada sistem koordinat layar. Pengguna menandai titik-titik penting dengan cara *click* pada titik bersangkutan menggunakan *mouse*. Hasil *click* adalah koordinat titik yang dipilih pada sistem koordinat layar^[5]. Titik S pada Gambar 6 adalah pusat koordinat pada sistem koordinat layar komputer, dan titik O adalah pusat koordinat dalam sistem koordinat yang digunakan dalam terapi. Pusat koordinat terapi O diperoleh dari data koordinat layar dengan cara *click* Φ_1 dan Ψ_1 pada foto proyeksi tampak atas dan samping.

- Koordinat Φ_1 adalah $\Phi_1 [X_{\Phi_1}, Z_{\Phi_1}]$ dan Ψ_1 adalah $\Psi_1 [Z_{\Psi_1}, Y_{\Psi_1}]$.
- Seharusnya $Z_{\Phi_1} = Z_{\Psi_1}$, tetapi karena teknis pengambilan proyeksi atau proses scanning yang bebas, maka bisa terjadi $Z_{\Phi_1} \neq Z_{\Psi_1}$, oleh karena itu harus dibentuk variabel $\Delta Z = Z_{\Psi_1} - Z_{\Phi_1}$ sebagai faktor koreksi. Semua koordinat yang diperoleh dari bidang ZY (tampak samping) pada layar komputer harus dikoreksi dengan ΔZ . Jadi $Z_O = Z_{\Psi_1} - \Delta Z$.



- Koordinat O adalah $[X_O, Y_O, Z_O]$.
 Dimana: $X_O = X_{\Phi_1}$ dan $Y_O = Y_{\Psi_1}$ diperoleh langsung dari *click* Φ_1 dan Ψ_1
 $Z_O = Z_{\Psi_1} - \Delta Z$.
 $\Delta Z = Z_{\Psi_1} - Z_{\Phi_1}$
 Z_{Φ_1} dan Z_{Ψ_1} diperoleh dari koordinat Φ_1 dan Ψ_1
- Nilai koordinat O tersebut relatif terhadap pusat koordinat layar (S).



Gambar 6. Sistem Koordinat: Koordinat layar dan koordinat terapi.

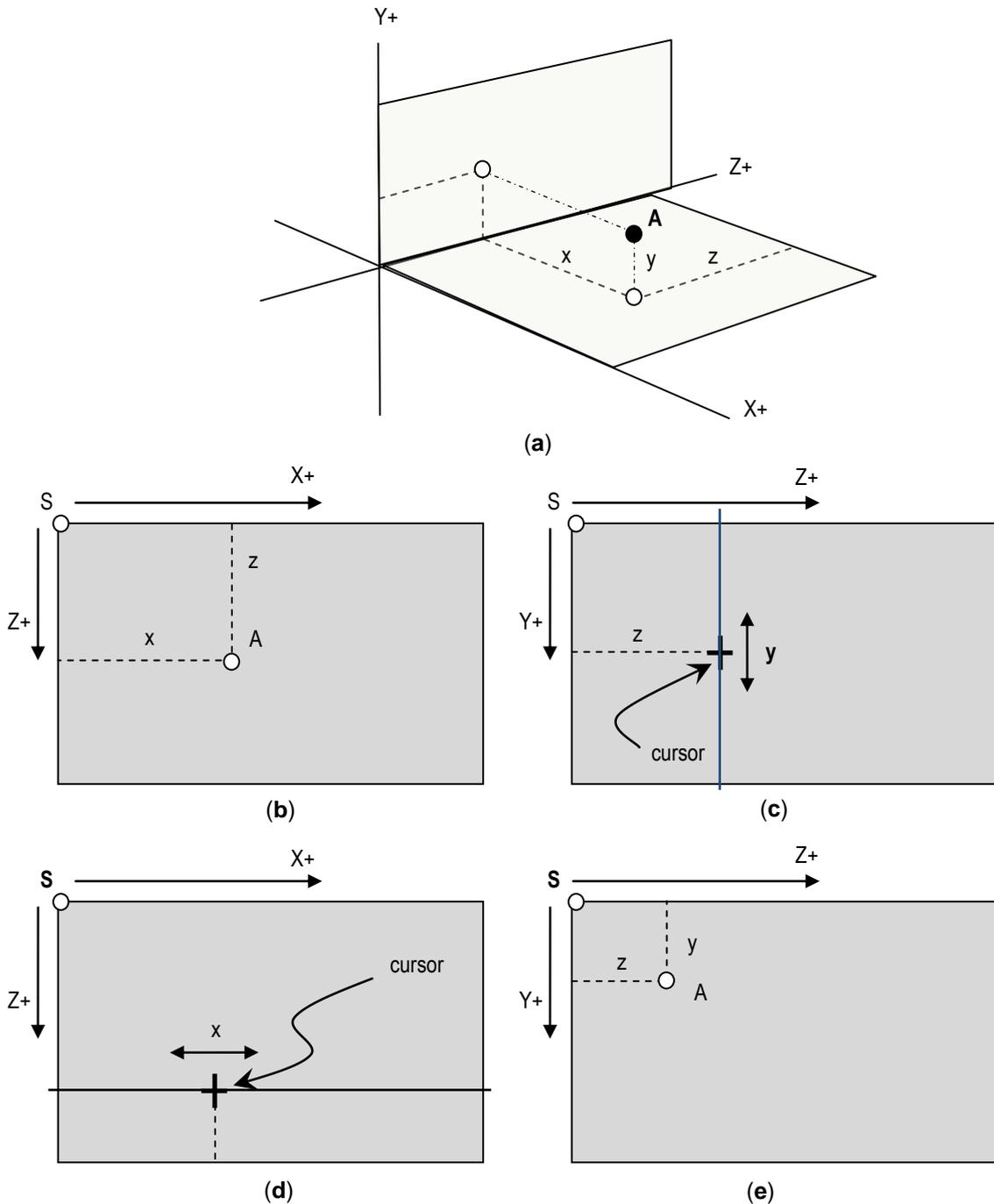
a. Koordinat layar: Tampak atas b. Koordinat layar: Tampak samping c. Koordinat terapi

Memasukkan koordinat suatu titik di dalam kotak rekonstruksi dilakukan dengan cara *click cursor* pada layar komputer. Satu *click* pada layar komputer akan menghasilkan dua nilai koordinat horizontal dan vertikal. Untuk koordinat titik 3 dimensi diperlukan 3 bilangan koordinat, sehingga diperlukan dua proyeksi tampak atas dan samping sebagai media pemasukan data koordinat tersebut. Namun demikian dua titik pada media proyeksi tersebut harus sinkron menghasilkan tiga nilai komponen koordinat. Untuk itu proses sinkronisasi pemasukan data harus dilakukan.

Sebuah *routine* program komputer harus disiapkan untuk proses sinkronisasi tersebut dalam sub-program pengambilan data. Proses interaktif yang melibatkan pengguna menggunakan fasilitas komputer *mouse*. Setiap *click* oleh *mouse* pada layar komputer akan menghasilkan koordinat dari posisi yang di *click* relatif terhadap sistem koordinat layar yang berpusat pada pojok kiri atas dari layar komputer. Layar komputer memfasilitasi dua ruang tampak atas dan tampak samping sesuai dengan proses pengambilan data yang diterapkan. Urutan *click* ruang tampak atas atau tampak samping yang didahulukan oleh user akan mempengaruhi perolehan jenis datanya.



Oleh karena itu *routine*-program interaktif harus tanggap akan hal ini seperti ditunjukkan pada Gambar 7.



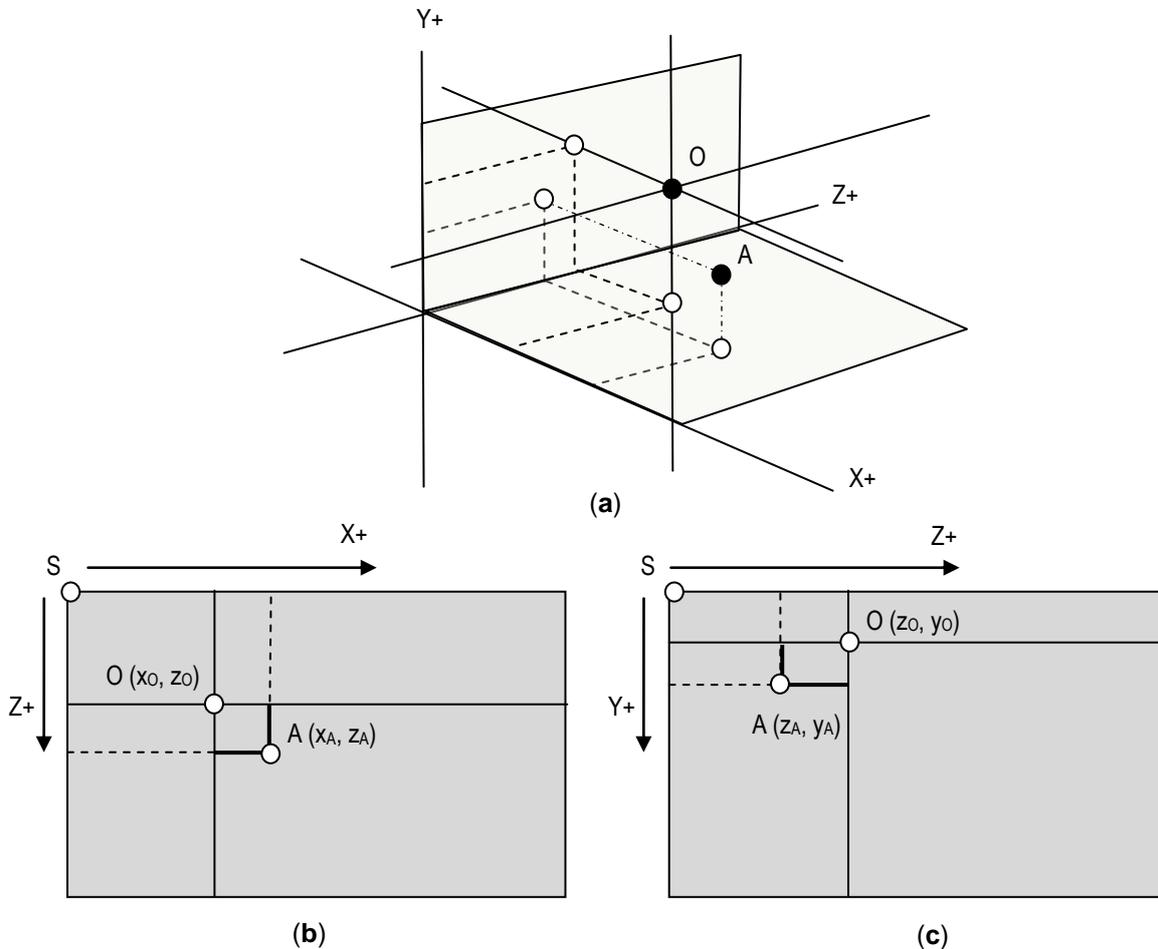
Gambar 7. Input Interaktif Koordinat titik A

- a.** Posisi titik A dalam ruang **b.** Tampak atas: koordinat X dan Z **c.** Tampak samping: koordinat Y
d. Tampak atas: koordinat Y **e.** Tampak samping: koordinat Z dan Y

Menggunakan sistem koordinat layar, jika tampak atas lebih dahulu dipilih maka akan menentukan nilai koordinat X dan Z, sementara dari tampak samping harus hanya menentukan koordinat Y. Untuk itu harus dibuatkan garis pembatas dimana pada garis tersebut daerah koordinat Y dapat ditentukan seperti pada Gambar 7.b dan c. Jika layar tampak samping terdahulu



yang digunakan untuk menentukan koordinat, maka koordinat Z dan Y yang diperoleh dan dari tampak atas akan diperoleh koordinat X seperti pada Gambar 7.d dan e.



Gambar 8. Konversi pusat koordinat layar ke terapi.

- a.** Posisi titik A dan pusat koordinat O dalam ruang. **b.** Tampak atas (koordinat layar): $A(x_A, z_A)$ dan $O(x_0, z_0)$.
- c.** Tampak samping (koordinat layar): $A(z_A, y_A)$ dan $O(z_0, y_0)$.

Koordinat layar adalah hasil yang diperoleh dari proses click pada display komputer. Penggunaan TPS menggunakan koordinat terapi, oleh karena itu perlu faktor konversi dari koordinat layar ke koordinat terapi. Konversi tersebut ditunjukkan dengan Tabel 1 dengan sampel sebuah titik sembarang A dan titik O sebagai pusat koordinat terapi. Kedua koordinat titik tersebut dapat diketahui nilainya dalam sistem koordinat layar, yaitu: $A(x_A, y_A, z_A)$ dan $O(x_O, y_O, z_O)$ seperti pada Gambar 8.

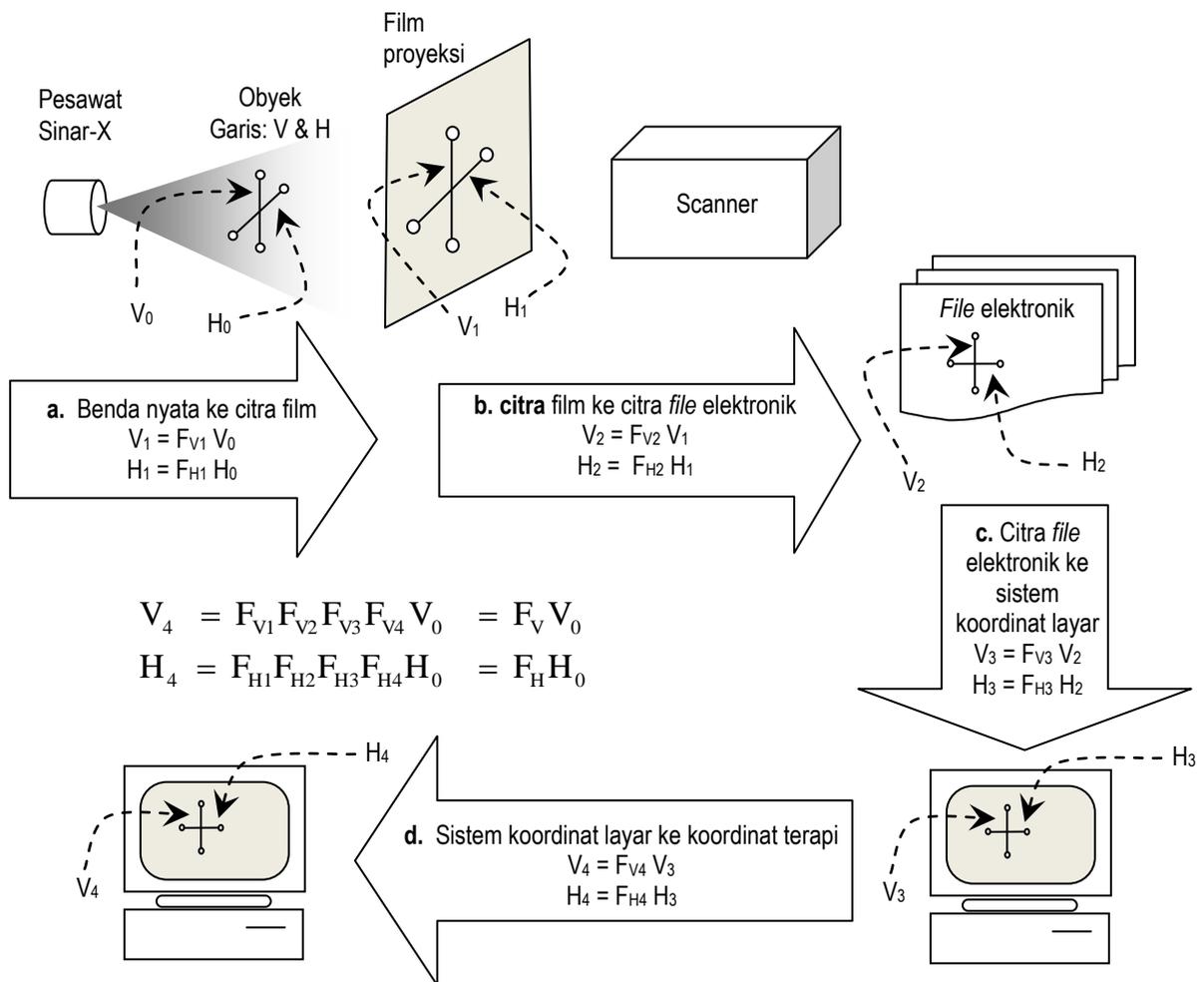
Tabel 1. Konversi sistem koordinat Layar ke koordinat terapi

	Sistem koordinat Layar		Sistem koordinat Terapi	
	Titik O	Titik A	Titik O	Titik A
X	X_0	X_A	0	$X_A - X_0$
Y	Y_0	Y_A	0	$Y_0 - Y_A$
Z	Z_0	Z_A	0	$Z_0 - Z_A$



3.4. TRANSFORMASI UKURAN

Pesawat sinar-X digunakan untuk mengambil citra proyeksi dari titik-titik penting dalam kotak rekonstruksi. Dua titik dapat membentuk garis, dimana panjang garis tersebut merupakan informasi yang diperlukan dalam proses rekonstruksi koordinat. Posisi titik yang selanjutnya bisa menentukan panjang jarak suatu penggal garis telah mengalami beberapa kali transformasi dalam penggunaan sinar-X ke program TPS. Gambar 9 memperlihatkan urutan proses dua penggal garis (4 titik) dari ukuran sebenarnya di kotak rekonstruksi hingga menjadi informasi yang diterima oleh komputer pengolah data dalam sistem koordinat terapi.



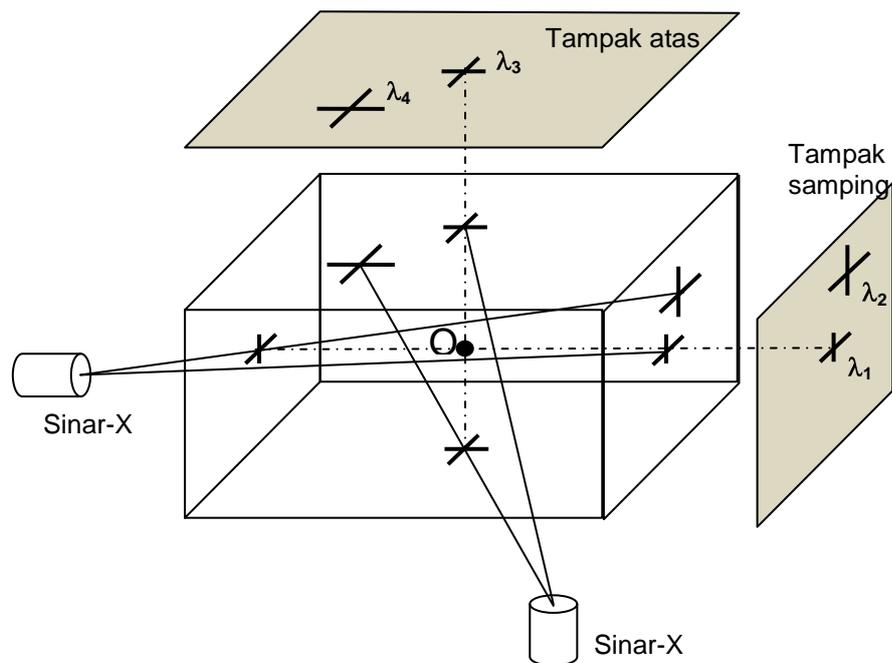
Gambar 9. Proses transformasi ukuran di TPS.

Objek nyata di ruang kotak rekonstruksi dengan ukuran dalam mili-meter akan diproyeksikan ke film hitam-putih melalui proyeksi sinar-X. Karena posisi sumber sinar-X tidak selalu orthogonal terhadap posisi film penangkap citra proyeksi dan sumber-sinar-X berupa sumber titik, maka proyeksi obyek di film akan mengalami perbesaran yang tidak sama antara posisi horizontal dan vertikal. F_{H1} dan F_{V1} adalah faktor perbesaran dari objek nyata tersebut ke film untuk berturut-turut horizontal dan vertikal. Film tersebut oleh pemindai dipindahkan ke bentuk file elektronik dengan perbesaran (atau pengecilan) tertentu juga. Perbesaran tersebut berturut-turut adalah F_{H2} dan F_{V2} , namun dapat dipastikan perbesaran tersebut akan homogen untuk horizontal dan vertikal. File elektronik akan dibaca oleh komputer pemroses data dalam bentuk piksel dengan sistem koordinat



layar. Faktor perubahan tersebut berturut-turut adalah F_{H3} dan F_{V3} sehingga objek semula (V dan H) akan bersatuan piksel. Sistem koordinat terapi yang digunakan terletak di tengah kotak rekonstruksi dengan satuan mili-meter, untuk itu perlu faktor perubahan F_{H4} dan F_{V4} sehingga objek akan bersatuan mili-meter seperti aslinya dan berposisi relatif terhadap sumbu koordinat terapi.

Proses transformasi ukuran pada Gambar 9 berjalan sehingga proses rekonstruksi koordinat atas benda-benda yang berada di dalam kotak rekonstruksi dapat dilakukan berdasarkan ukuran-ukuran dari hasil proyeksi sinar-X menuju ke koordinat terapi. Faktor transformasi horizontal dan vertikal (F_H dan F_V) harus dicari agar proses rekonstruksi koordinat dapat dilakukan. Faktor ini ditentukan tidak melalui urutan proses seperti pada Gambar 9, tetapi langsung dari ukuran benda nyata ke ukuran citra di layar komputer (citra akhir), baik untuk F_H maupun F_V . Cara ini lebih praktis dan sederhana. Transformasi dilakukan langsung dari nilai sumbernya ke nilai relatif yang diperoleh dimana akan digunakan. Fenomena Gambar 9 muncul karena ada dugaan proses transformasi ukuran dipengaruhi oleh proses antara tersebut, namun proses antara dapat diabaikan dengan menganggap urutan-urutan proses antara tersebut adalah satu kesatuan dengan hasil akhir.



Gambar 10. Proyeksi perspective.

Dari fenomena proyeksi perspektif Gambar 10, empat citra proyeksi marker (+) pada foto proyeksi mengandung informasi sebagai berikut. Ukuran λ_1 dan λ_3 tidak berubah dari objek sesungguhnya karena posisi objek menempel pada foto. Panjang sesungguhnya antar ujung marker (+) adalah 50 mm, maka jumlah piksel antar ujung marker (+) masing-masing proyeksi tampak atas dan samping akan selalu sama karena proses pemindai dan pembacaan file elektronik oleh komputer bersifat homogen. Oleh karena itu faktor piksel (F_P) adalah sebagai berikut (sama untuk tampak atas dan samping):

$$F_P = \frac{50}{\text{jumlah piksel antar ujung marker (+)} \lambda_1 \text{ atau } \lambda_3} \quad (1)$$



Persamaan (1) digunakan sebagai faktor pengali untuk mengetahui panjang sesungguhnya suatu penggal garis, jika diketahui jumlah pikselnya pada layar komputer.

4. KESIMPULAN.

Dari analisis pengambilan data, dua foto proyeksi sinar-X tampak atas dan samping dapat digunakan untuk proses rekonstruksi koordinat, meskipun sifat proyeksi sinar-X tersebut bersifat perspektif. Faktor perbesaran tidak menjadi masalah dalam proses rekonstruksi koordinat, karena perbesaran titik termasuk pada nilai koordinat hasil proyeksi sehingga perhitungan menggunakan koordinat tidak terpengaruh oleh faktor perbesaran. Oleh karena itu posisi sumber sinar-X tidak perlu bersifat orthogonal dan isosentris terhadap kotak rekonstruksi yang digunakan. Transformasi ukuran dari nilai ukuran obyek langsung menjadi citra akhir yang akan diproses dalam perhitungan dapat dilakukan tanpa memperhatikan proses transformasi antara di dalamnya.

5. DAFTAR PUSTAKA

1. Smith MD, Todd JG, and Symond RP, "Analgesia for pelvic brachytherapy"., British Journal Anaesthesia. Vol. 88, p. 270-276, 2002.
2. Budiyono Tris, "Brachytherapy Intracavitair Nasofarings Menggunakan mHDR Ir-192 di RS Dr. Sardjito", Prosiding Seminar Persatuan Ahli Radiografi Indonesia., Denpasar Bali, 2007.
3. Suntoro A., "Rekonstruksi Koordinat Menggunakan Kotak Rekonstruksi dan Foto Proyeksi Sinar-X"., PRIMA, Vol. 8. No. 1., November 2011.
4. Coexter H S M., "Introduction to Geometry"., John Wiley & Sons, Inc., New York, 1969.
5. Foley J, vanDam A, Feiner S, and Hughes J., "Computer Graphics: Principles and Practice"., Addison Wesley, London, 1990.

-oOo-

PERTANYAAN :

1. Apakah bisa jika persamaan matematiknya menentukan koordinat posisi kanker tanpa informasi dari tim medis? (GUNARWAN PRAYITNO)
2. Dalam pengambilan atau penentuan koordinat, bagaimana posisi realnya pencitraan sinar-X pada pasien, dari atas, dari samping atau bagaimana? (SUJATNO)
3. Mengapa saat mengoperasikan software Brachyplan untuk akuisisi gambar X-ray kadang didapat kesulitan menentukan tanda-tanda (marker) yang terdapat di Recobox. Sering muncul error message " di luar batas error yang ditetapkan"? (WAHYUNI Z. IMRAN)
4. Berapa waktu yang dibutuhkan untuk persiapan terapi (aplikator dimasukkan ke dalam tubuh pasien, mencari posisi aplikator dan perhitungan TPS) ? (ARI SATMOKO)

JAWABAN :

1. Pada dasarnya semua titik yang berada di rekonstruksi box dapat ditentukan koordinatnya dengan proyeksi sinar-X tampak atas dan samping. Namun demikian foto sinar-X utamanya digunakan untuk menentukan koordinat aplikator.
2. Dua foto proyeksi, tampak samping dan tampak atas diperlukan untuk proses rekonstruksi koordinat. Oleh karena itu posisi pesawat sinar-X berada pada dua posisi tersebut.
3. Kesalahan bisa terjadi ketika proses pengambilan foto sinar-X atau pada saat proses scanner yang tidak mengikuti prosedur/ketentuan dari Brachyplan.
4. Biasanya diperlukan waktu sekitar $\frac{1}{2}$ jam, prinsipnya makin cepat, makin baik bagi pasien. Oleh karena itu teknik filmless sinar-X sudah mulai digunakan dan software TPS yang cepat dipersyaratkan/diperlukan.