

MENENTUKAN POSISI TITIK FOKUS PESAWAT SINAR-X PADA HASIL TANGKAP CITRA DENGAN KOTAK REKONSTRUKSI

Ahmad Rifai dan Wahyuni Z. Imran
Pusat Rekayasa Fasilitas Nuklir- BATAN
Gedung 71, Kawasan PUSPIPTEK Serpong, Tangerang Selatan, 15310
ahrifai@batan.go.id

ABSTRAK

MENENTUKAN POSISI TITIK FOKUS PESAWAT SINAR-X PADA HASIL TANGKAP CITRA DENGAN KOTAK REKONSTRUKSI. Telah dikembangkan modul perangkat lunak kalibrasi yang merupakan bagian dari perangkat lunak Treatment Planning System (TPS) Brakiterapi. Modul ini digunakan untuk menentukan posisi titik fokus pesawat sinar-X dari masukan berupa pasangan citra AP dan citra LAT. Citra ini diperoleh dengan bantuan kotak rekonstruksi LAZ11-03 yang disinari secara semi-orthogonal, yaitu dari arah AP dan LAT. Dengan menggunakan informasi pada citra tersebut akan dihitung posisi titik fokus pesawat sinar-X berdasarkan data koordinat marker-acuan dan proyeksinya. Perhitungan ini dilakukan dengan menggunakan teori geometri 3D sederhana yaitu penyelesaian persamaan titik potong sebuah garis linier pada sebuah bidang datar.

Kata kunci: Treatment, Planning, System, Brakiterapi, Rekonstruksi

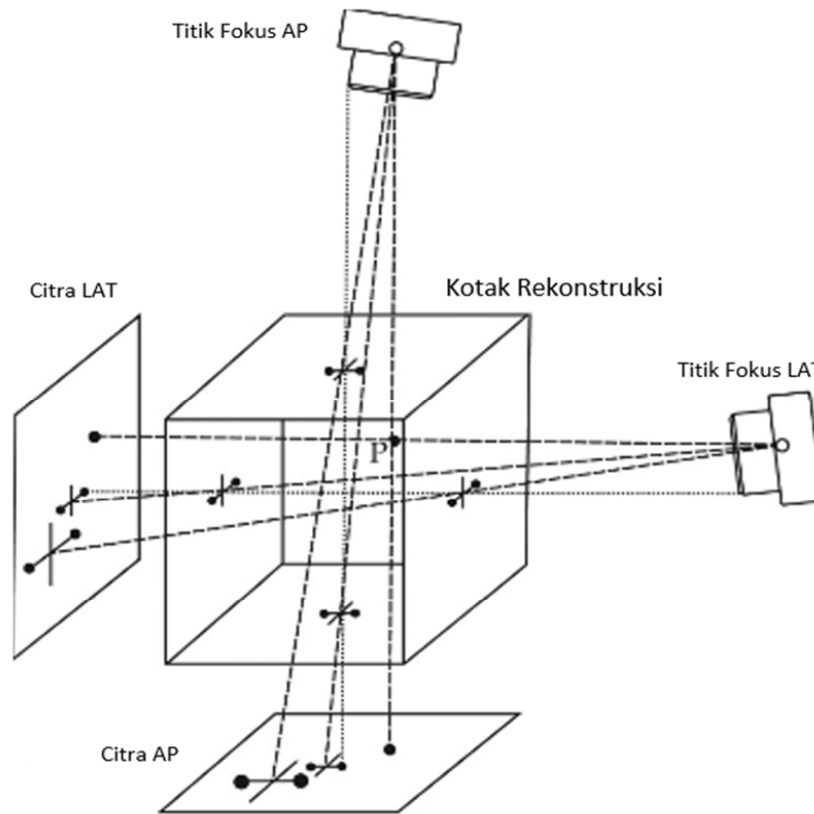
ABSTRACT

DETERMINING X-RAY FOCAL POINT BASED ON IMAGE PROJECTION USING RECONSTRUCTION BOX. An application software as part of brachytherapy's Treatment Planning System (TPS) has been developed. The application will be used for determining focal point of x-ray machine based on both AP and LAT images. The images are obtained with the help of reconstruction box LAZ11-03 using semi-orthogonal projection, from direction AP and LAT respectively. Based on these images, the focal point of the x-ray machine will be determined using a given reference marker and its projection. The calculation is done with simple 3D geometry theory to solve the equation of intersection point between a straight line and a plane.

Keywords: Treatment, Planning, System, Brachytherapy, Reconstruction

1. PENDAHULUAN

Rancang bangun perangkat lunak Brakiterapi Treatment Planning system (TPS) masih terus dilakukan. Sebelum makalah ini ditulis, sudah dikembangkan beberapa modul perangkat lunak seperti modul database untuk pendataan data pasien dan paramedik^[1] yang dilanjutkan dengan mendesain algoritma dan perhitungan untuk memperoleh koordinat ruang 3D dari citra 2D dengan bantuan kotak rekonstruksi. Sistem pengambilan citra yang menggunakan cara semi-orthogonal diperlihatkan pada Gambar 1.

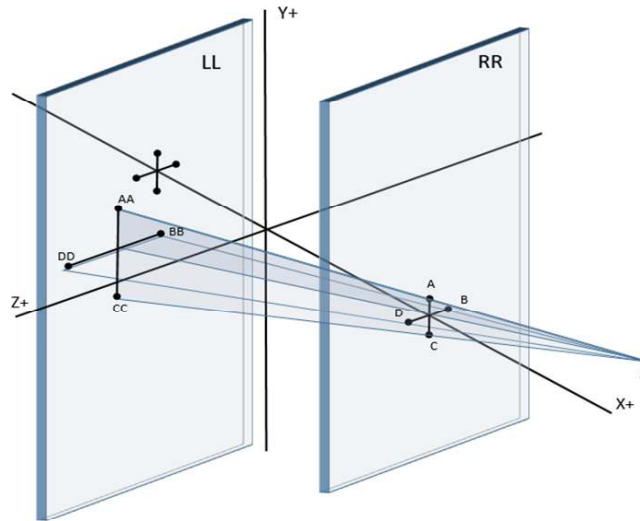


Gambar 1. Kotak rekonstruksi pada pengambilan citra semi-orthogonal

Dua citra AP (*anteroposterior*) dan LAT (*Lateral*) diperoleh sebagai hasil dari proyeksi sumber titik sinar-X. Algoritma dan perhitungan untuk mendapatkan koordinat ruang 3 dimensi dari dua citra tersebut dilakukan secara manual dengan menggunakan program aplikasi *Microsoft PAINT* dan perhitungannya menggunakan program aplikasi *Excel*^[2]. Pada tulisan ini akan dijabarkan metoda pendekatan untuk mendapatkan posisi titik fokus pesawat sinar X dengan bantuan deskripsi metrik kotak rekonstruksi LAZ11-03. Titik fokus pesawat sinar X diperlukan untuk proses kalibrasi citra sehingga semua posisi titik yang berada di dalam wilayah kotak rekonstruksi bisa diketahui posisinya dalam koordinat ruang 3 dimensi dalam satuan milimeter.

2. DASAR TEORI

Dalam proses rancang bangun perangkat lunak modul untuk mendapatkan titik fokus, digunakan rumus persamaan garis dan perpotongannya dengan bidang datar. Cara ini lebih mudah dilakukan dibandingkan dengan cara mencari titik potong di antara dua garis sinar proyeksi, karena sangat besar kemungkinan dua garis tersebut tidak berpotongan sebagai akibat karena tidak akuratnya pengukuran.



Gambar 2. Proyeksi marker acuan pada citra

Titik marker acuan A, B, C dan D yang diketahui koordinatnya pada dinding RR diproyeksikan sebagai citra pada bidang LL masing-masing sebagai titik AA, BB, CC dan DD. Koordinat empat titik terakhir ini diketahui melalui pengukuran dari citra yang diperoleh. Sumber sinar-X yang membentuk proyeksi tersebut terletak pada titik S yang akan ditentukan. Berdasarkan Gambar 2 dapat ditetapkan persamaan bidang datar yang dibentuk dari 3 titik koordinat, dan sebuah garis lurus yang dibentuk dari 2 titik koordinat. Sebagai contoh bidang yang diambil misal bidang AA, BB, A dengan garis lurus DD, D, atau bidang DD, CC, D dengan garis AA, A. Garis ini akan berpotongan dengan bidang tersebut pada titik fokus S. Titik-titik pada bidang misalkan AA, BB dan A dinyatakan dengan P1, P2, dan P3 sedangkan titik pada garis misalkan DD dan D dinyatakan dengan P dan Q.

Persamaan garis linier^[3] dalam parameter t melalui dua titik P(x_p, y_p, z_p) dan Q(x_q, y_q, z_q) adalah

$$\begin{aligned} x &= x_p + t(x_q - x_p) \dots\dots\dots (1 a) \\ y &= y_p + t(y_q - y_p) \dots\dots\dots (1 b) \\ z &= z_p + t(z_q - z_p) \dots\dots\dots (1 c) \end{aligned}$$

Sedangkan persamaan bidang datar yang dibentuk dengan tiga titik P1(x₁, y₁, z₁), P2(x₂, y₂, z₂) dan P3(x₃, y₃, z₃) dinyatakan dalam determinan sebagai :

$$\begin{vmatrix} x - x_3 & y - y_3 & z - z_3 \\ x_1 - x_3 & y_1 - y_3 & z_1 - z_3 \\ x_2 - x_3 & y_2 - y_3 & z_2 - z_3 \end{vmatrix} = 0 \dots\dots\dots (2)$$

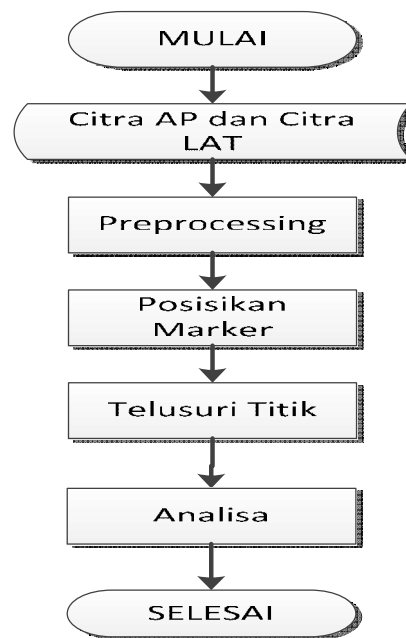
$$ax + by + cz + d = 0 \dots\dots\dots (3)$$

dimana a, b, c dan d merupakan konstanta.

Titik fokus sinar-X S(x,y,z) yang merupakan titik potong akan memenuhi persamaan 1a,1b,1c dan persamaan 3. Eliminasi x, y dan z pada persamaan 3 dengan cara memasukkan persamaan 1a,1b dan 1c akan diperoleh parameter t. sehingga koordinat titik S dapat diperoleh.

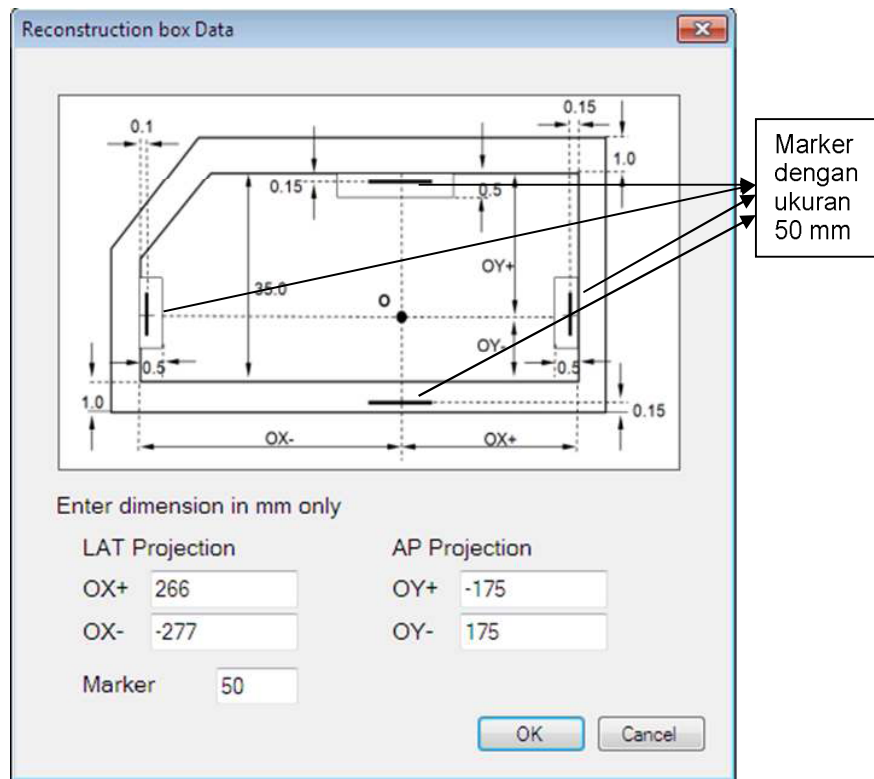
3. TATA KERJA

Tata kerja rancang bangun perangkat lunak modul untuk mendapatkan posisi titik fokus pesawat sinar x pada perangkat lunak Brakiterapi disusun ke dalam langkah-langkah yang diuraikan pada diagram alir pada Gambar 3. Diambil 2 Citra yang berpasangan. Citra sinar-X pertama diperoleh dengan cara melewatkan sinar-X dari depan ke belakang tubuh manusia (*anteroposterior*), citra ini disebut citra AP, yang berbeda dengan citra PA (*posteroanterior*) di mana sinar-X melewati tubuh dari belakang ke depan tubuh. Sedangkan citra kedua, citra sinar-X diperoleh dari melewatkan sinar-X dari samping kiri tubuh manusia (*Lateral LR*). Sedangkan citra LAT RL untuk hasil citra dimana sinar-X melewati tubuh dari kanan ke kiri. Pada tulisan ini, citra LR yang digunakan dan seterusnya disebut citra LAT. Citra AP dan LAT yang diperoleh merupakan citra hasil pemotretan/penangkapan dengan bantuan kotak rekonstruksi. Deskripsi kotak rekonstruksi LAZ11-03 dengan ukurannya (lihat Gambar 4) beserta tampilan marker kotak rekonstruksi yang tertangkap pada masing-masing citra akan menjadi acuan dalam perhitungan titik fokus pesawat sinar- X.



Gambar 3. Diagram Alir Proses Penentuan Titik Fokus

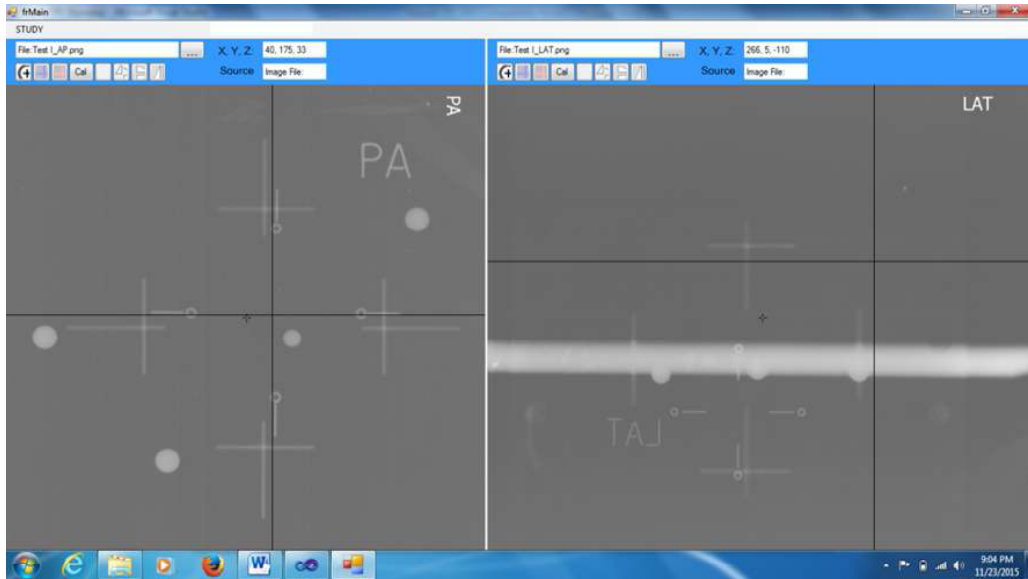
Berdasarkan metoda penangkapan citra baik secara AP maupun LAT sebagaimana diilustrasikan pada Gambar 1, dilakukan peletakan film sedekat mungkin dengan kotak rekonstruksi, sehingga marker yang terdapat pada kotak rekonstruksi yang dekat dengan film akan tertangkap pada citra dengan ukuran mendekati sama dengan ukuran yang terdapat pada kotak rekonstruksi. Bentuk marker yang sama ukurannya dengan aslinya disebut marker referensi dan marker yang berukuran lebih besar disebut marker proyeksi. Untuk mendapatkan titik fokus, letak marker referensi pada citra akan ditranslasi ke posisi marker yang lebih dekat dengan pesawat sinar-X atau dengan kata lain ditranslasi ke posisi AA-BB-CC-DD. Lalu bentuk bidang AA-BB-B dan bentuk garis CC-C seperti terlihat pada Gambar 2. Dengan membentuk bidang dan garis yang sejenis beberapa kali, akan diperoleh nilai rata-rata dari beberapa titik dan kemudian dibulatkan.



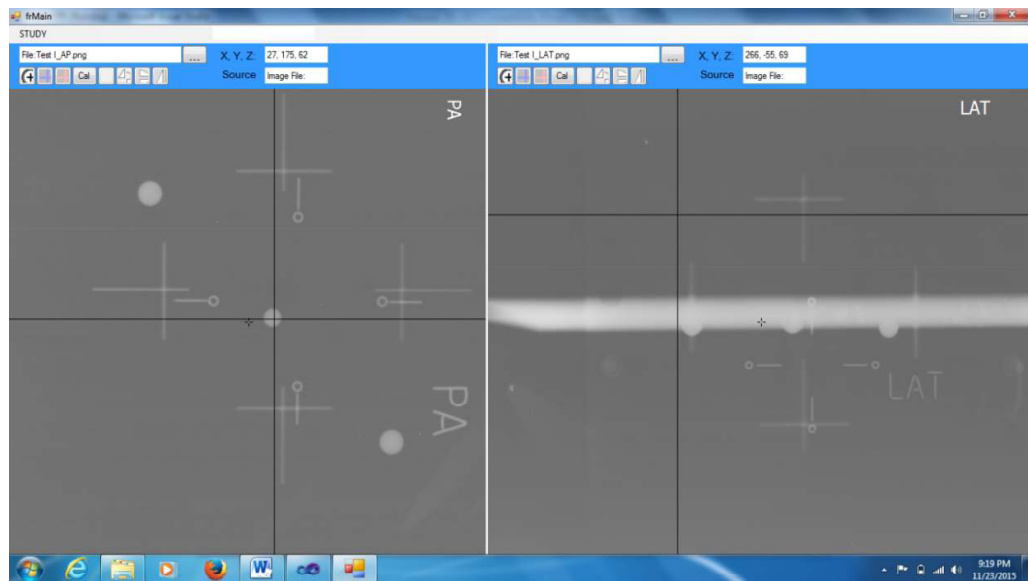
Gambar 4. Deskripsi kotak rekonstruksi LAZ11-03

4. HASIL DAN PEMBAHASAN

Perangkat lunak untuk menentukan posisi titik fokus pesawat sinar X adalah berupa *user interface* dalam bentuk form yang dapat dilihat pada Gambar 5. Pertama ditampilkan dua citra, yaitu citra AP dan citra LAT. Peletakan citra harus disesuaikan dengan petunjuk yang ada di masing-masing layar citra. Petunjuknya yaitu arah tulisan PA dan LAT. Moda untuk proses *preprocessing* citra disediakan pada 3 tombol sebelah kanan layar tampilan berupa *mirror horizontal*, *mirror vertical* dan rotasi searah jarum jam. Untuk kasus ini, citra AP perlu dilakukan proses rotasi searah jarum jam 90° agar posisinya sesuai dengan yang diharuskan. Sedangkan pada kasus citra LAT perlu dilakukan *mirror vertical* (lihat Gambar 6). Kemudian tekan tombol merah atau biru untuk menampilkan tanda silang merah dan biru. Proses menempatkan tanda silang sesuai pada marker yang terdapat pada citra siap dilakukan dengan menggunakan pergerakan *mouse*. Hal ini dilakukan pada citra AP maupun citra LAT (lihat Gambar 7). Jika kedua tanda silang tersebut sudah ditempatkan pada posisi sesuai dengan tanda yang terdapat pada citra, maka dilakukan kalibrasi dengan menekan tombol tertulis "cal", sehingga tanda silang berwarna hitam akan berpusat pada tanda silang berukuran kecil dengan ujung berbentuk bulat (Gambar 8). Perhatikan pula tombol *textbox* yang disebelah kiri tertulis label **Source**, tombol akan memberikan informasi berupa tiga angka yang salah satunya memberikan hasil perhitungan titik fokus pesawat sinar x yang diperoleh dengan bantuan data kotak rekonstruksi. Pada citra AP didapat angka 1050 dan pada citra LAT didapat nilai 969 yang artinya citra AP diletakkan pada jarak 1050 mm, sedangkan citra LAT diletakkan pada jarak 969 mm.



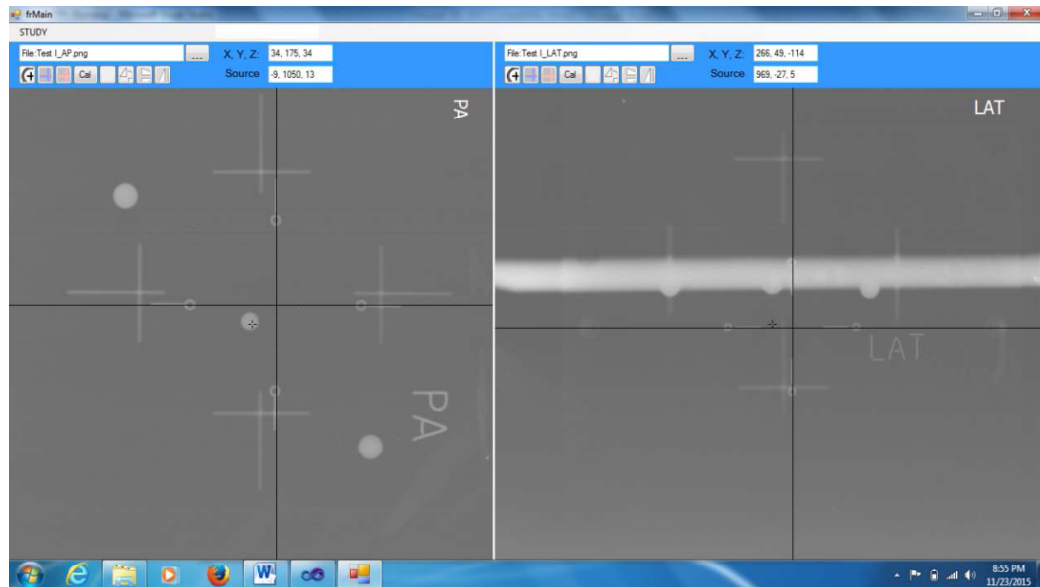
Gambar 5. Tampilan citra AP/LAT sebelum *preprocessing*



Gambar 6. Tampilan citra AP/LAT setelah *preprocessing*



Gambar 7. Tanda silang merah dan biru sudah berada di posisi yang semestinya



Gambar 8. Tanda silang hitam telah berpusat di tanda silang berujung bulat.

Hal ini dilakukan untuk beberapa pasangan citra AP/LAT dengan tertera jarak yang diukur dengan mistar dengan jarak yang diperoleh dari perhitungan modul perangkat lunak untuk kalibrasi citra (Tabel 1). Selisih yang diperoleh dihitung berdasarkan rumus pada Persamaan (4) dengan NP adalah nilai yang diperoleh dari perangkat lunak dan NT nilai yang diukur dengan mistar. Setelah itu dihitung rata-rata dari semua nilai selisih dan diperoleh nilai selisih rata-rata 3.18 %. Nilai selisih rata-rata ini disebabkan karena sulitnya menentukan dengan tepat jarak antara posisi titik fokus suatu perangkat sinar-X dengan film. Ketepatan peletakan film pada kotak rekonstruksi juga dapat menyumbang kesalahan pada hasil citranya.

$$| \text{Selisih} | = \left| \frac{NP - NT}{NT} \right| * 100\% \dots\dots\dots(4)$$

Dimana:

- NP : nilai yang diperoleh dari perangkat lunak
- NT : nilai yang diukur dengan mistar saat pengambilan citra

Tabel 1. Jarak Titik Fokus Pesawat Sinar-X

	Pengukuran jarak saat pengambilan Citra(mm)	Hasil di Program (mm)	Selisih (%)
Citra AP - 01	1500	1468	2.13
Citra LAT - 01	1500	1511	0.73
Citra AP - 02	1400	1321	5.64
Citra LAT - 02	1400	1360	2.85
Citra AP - 03	1670	1652	1.07
Citra LAT - 03	1670	1771	6.06
Citra AP - 04	1000	995	0.5
Citra LAT - 04	1000	965	3.5
Citra AP - 05	1000	995	0.5
Citra LAT - 05	1000	969	3.1
Citra AP - 06	1000	1073	7.3
Citra LAT - 06	1000	945	5.5
Citra AP - 07	1000	1050	5
Citra LAT - 07	1000	993	0.7

5. KESIMPULAN

Posisi titik fokus sinar-X telah dapat diketahui oleh perhitungan yang menggunakan persamaan garis dan bidang berdasarkan data kotak rekonstruksi yang digunakan. Hasil analisa posisi titik fokus antara pengukuran saat pengambilan citra dengan hasil perhitungan terdapat selisih rata-rata 3,18%. Pada penelitian berikutnya perlu dilakukan pengambilan sampel citra dengan pengukuran yang lebih akurat lagi mengingat posisi titik fokus akan digunakan untuk perhitungan selanjutnya pada proses kalibrasi citra.

6. DAFTAR PUSTAKA

- [1] Wahyuni, 2014, *Technical Report SW Brakiterapi*, TR04-WP3-WBS0-RFN-2014-024.
- [2] Wahyuni dkk, 2014, *Proses Kalibrasi citra sinar-X untuk Treatment Planning System Brakiterapi*, Prosiding Pertemuan Ilmiah PRFN.
- [3] Anonymous, diakses tanggal 2 Juni 2015 <http://2000clicks.com/MathHelp/GeometryPointsAndLines3D.aspx>,
- [4] BrachyPLAN 2.6, @2010, *User's Guide and Tutorial*, sonoTECH GmbH
- [5] Fitri S, 2015, *Technical Note Brakiterapi*, TN04-WP3.2-WBS0-RFN-2015-024
- [6] Liew Voon Kiong, diakses tanggal 10 Februari 2015, *Visual Basic Made Easy*, http://www.vbtutor.net/vb2013/vb2013me_preview.pdf,