

**DESAIN DAN PEMBUATAN PERANGKAT BANTU KOTAK REKONSTRUKSI
UNTUK SIMULASI PADA FASILITAS TPS
(TREATMENT PLANNING SYSTEM) BRAKITERAPI
UNTUK KANKER SERVIK**

Nur Khasan, Wahyuni Z.I, Donny Nurmayady
Pusat Rekayasa Perangkat Nuklir – Badan Tenaga Nuklir Nasional
Kawasan Puspiptek Serpong Tangerang – Banten

ABSTRAK.

**DESAIN DAN PEMBUATAN PERANGKAT BANTU KOTAK REKONSTRUKSI
UNTUK SIMULASI PADA FASILITAS TPS (TREATMENT PLANNING SYSTEM)
BRAKITERAPI UNTUK KANKER SERVIK.** Desain dan pembuatan perangkat bantu kotak
rekonstruksi untuk simulasi pada TPS brakiterapi untuk kanker servik telah dilakukan sebagai
kelengkapan fasilitas saat pengambilan data pengujian titik koordinat melalui sinar-X. Desain
dan pembuatan ini dilakukan dengan memperhatikan bentuk fisik dan dimensi kotak
rekonstruksi TPS yang ada, dimensi ukuran film, kemungkinan posisi pengambilan data foto
sinar X dan simulasi penempatan titik-titik koordinat di dalam ruang data kotak rekonstruksi.
Dengan menggunakan perangkat bantu ini akan mempermudah setiap pengambilan data titik-
titik koordinat yang akan diuji komparasi terhadap hasil perhitungan rumus-rumus secara teori.
Adapun bahan yang digunakan adalah fleksi gelas dengan pertimbangan tidak terekam pada
film hasil foto sinar X. Dari pembuatan ini dihasilkan 1 set perangkat bantu dudukan kotak
rekonstruksi yang bisa digunakan untuk membantu dan melengkapi fasilitas pengujian titik
koordinat pada fasilitas TPS brakiterapi untuk kanker servik.

Kata kunci : Perangkat bantu, kotak rekonstruksi, TPS brakiterapi, kanker servik

ABSTRACT.

**A DESIGN AND CONSTRUCTION OF ASSISTIVE DEVICE FOR BOX
RECONSTRUCTION FOR SIMULATION IN TPS (TREATMENT PLANNING SYSTEM)
FACILITY FOR CERVICAL CANCER BRACHYTHERAPY.** A Design and construction of
assistive device for reconstruction box for simulation on TPS brachytherapy of cervical cancer
has been done to provide the facility during X-ray data testing the point coordinates in the
reconstruction box. The design and construction was carried out by paying attention to the
physical shape and dimensions of the reconstruction box of existing TPS, film size dimensions,
the possibility of taking the position of the X-ray data and simulated placement of coordinate
points in the data space of reconstruction box. By using assistive device, it is getting easier
every data capture which are coordinate points to be tested against the results of comparative
calculation formulas in theory. The material used is flexi glass which is transparent in X-rays.
The result of the construction is a set of auxiliary devices for reconstruction box that can be
used to improve facilities to take the coordinates of the point to be tested for cervical cancer
brachytherapy TPS.

Key words: Assistive devices, reconstruction box, TPS brachytherapy, cervical cancer

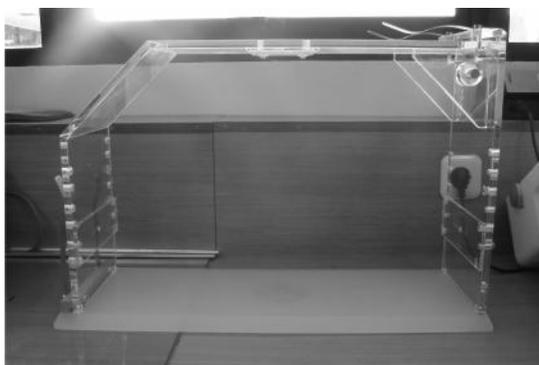
1. PENDAHULUAN

Sejak awal tahun 2011 telah dilakukan kegiatan rancang bangun konsep algoritma perangkat lunak TPS (*treatment planning system*) brakiterapi untuk kanker servik. Kegiatan yang dilakukan adalah penerapan TPS berlisensi yang telah ada untuk disesuaikan dengan karakteristik sumber yang dihasilkan oleh Pusat Radioisotop

dan Radiofarmaka (PRR–BATAN) dan aplikator yang telah dimiliki buatan PRPN-BATAN.

Dalam lingkup peralatan yang terkait dengan TPS terdapat satu unit alat bantu yang disebut kotak rekonstruksi (*reconstruction box*) seperti terlihat pada gambar 1. Kotak rekonstruksi berfungsi sebagai alat bantu pengambilan film sinar-X untuk proses rekonstruksi koordinat yang diperlukan sebagai data-data bagi perangkat lunak TPS yang akan dikirimkan ke proses selanjutnya pada saat terapi.

Pada kegiatan rancang bangun yang dilakukan memerlukan simulasi rekonstruksi titik-titik koordinat melalui pengambilan foto sinar-X untuk diuji komparasi dengan perhitungan secara teori. Karena keterbatasan posisi penyinaran pada fasilitas pesawat sinar-X yang ada di Poliklinik PKTN-BATAN maka kotak rekonstruksi memerlukan perangkat bantu untuk membantu proses pengambilan foto sinar-X. Makalah ini membahas mengenai desain dan pembuatan perangkat bantu kotak rekonstruksi.



Gambar 1. Kotak Rekonstruksi^[1]

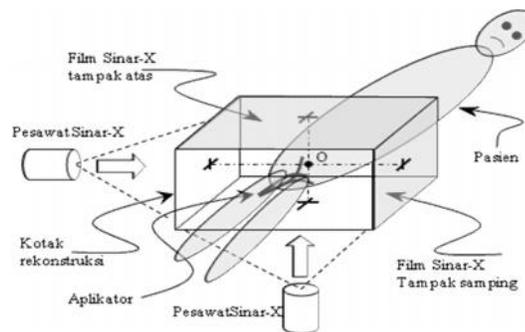
2. LANDASAN TEORI

2.1. Kotak Rekonstruksi^[2]

Kotak rekonstruksi diperlukan untuk proses rekonstruksi koordinat. Proses rekonstruksi dilakukan karena ketelitian posisi sumber sinar-X ketika memproyeksikan obyek diabaikan. Posisi kotak rekonstruksi relatif terhadap posisi pasien dan pesawat sinar-X ditunjukkan pada gambar 2. Film sinar-X ditempelkan pada dua sisi kotak rekonstruksi untuk merekam proyeksi tampak samping dan tampak atas akibat sinar-X. Titik O adalah pusat koordinat yang ditetapkan oleh kotak rekonstruksi. Semua koordinat dalam rekonstruksi ini akan mengacu pada pusat koordinat O tersebut. Posisi pesawat sinar-X tidak harus tepat isosentris pada titik O dan jarak kedua posisi penyinaran pesawat sinar-X terhadap titik O juga tidak harus persis sama dan tepat orthogonal terhadap sisi kotak rekonstruksi dalam konsep algoritma perangkat lunak TPS.

Kotak rekonstruksi (berbentuk segi panjang) terbuat dari bahan tembus pandang (*flexi glass*) dengan ukuran panjang, lebar, dan tinggi yang diketahui. Ukuran marker tanda silang penentu titik pusat koordinat O juga diketahui. Ukuran-ukuran yang diketahui tersebut akan dipakai sebagai informasi tambahan dalam menentukan koordinat titik didalam kotak rekonstruksi menggunakan dua foto sinar-X yang diperoleh dan keperluan desain dari perangkat bantu kotak rekonstruksi. Adapun

ukuran dimensi umum dari kotak rekonstruksi adalah panjang 560 mm, lebar 180 mm dan tinggi 370 mm.



Gambar 2. Posisi kotak rekonstruksi relatif terhadap pasien dan pesawat sinar-X^[2].

2.2. Kaset Film Sinar-X

Kaset film berisi film yang akan digunakan pada saat pengambilan gambar foto sinar-X terhadap simulasi titik koordinat yang akan direkam. Dimensi kaset film juga menjadi data penting dalam pembuatan perangkat bantu kotak rekonstruksi. Adapun film yang dipakai adalah merek AGFA dengan ukuran dimensi kaset film panjang 350 mm, lebar 350 mm dan tebal 10 mm.

2.3. Bahan Akrilik atau Kaca Fleksi

Akrilik yang juga dikenal sebagai fleksi gelas merupakan bahan multiguna yang cocok digunakan dalam berbagai aplikasi. Fleksi gelas merupakan bahan yang kuat, namun sangat mudah dan ringan dalam penanganannya. Hal ini membuatnya cocok untuk digunakan dalam aplikasi yang menuntut fisik, seperti di *signage outdoor*, jendela bangunan bertingkat tinggi dan pagar. Sifat transparannya memungkinkan cahaya untuk melaluinya, sehingga cocok untuk pengganti bahan kaca. Adapun karakteristik umumnya adalah :

- Jauh lebih kuat dari kaca, namun jauh lebih ringan.
- Transparan, memungkinkan cahaya untuk lolos melaluinya.
- Permukaannya halus, tersedia dalam berbagai warna, sehingga cocok untuk tujuan dekoratif.
- Tahan terhadap kelembaban dan tidak beracun^[3]

Fleksi gelas juga merupakan bahan yang tidak terekam pada film sinar-X.

3. TATA KERJA

3.1. Membuat Sketsa Awal

Pembuatan sketsa awal harus dilakukan karena menjadi acuan dalam membuat gambar detail berupa gambar rinci yang akan siap digunakan dalam pekerjaan pembuatan perangkat bantu dudukan untuk kotak rekonstruksi untuk simulasi koordinat.

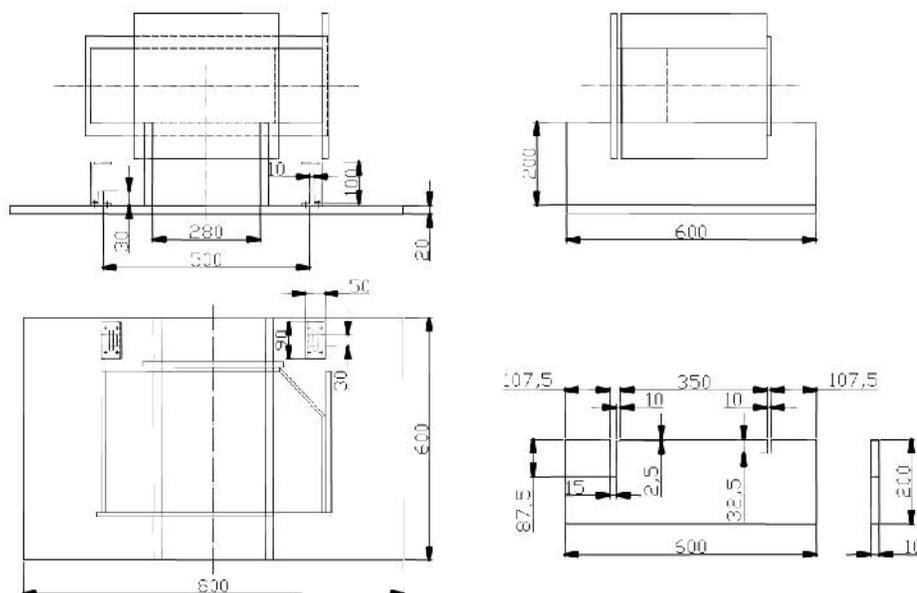
3.2. Membuat Desain Rinci

Pembuatan desain rinci dilakukan dengan mengacu kepada sketsa awal yang telah dibuat. Pekerjaan ini menggunakan aplikasi komputer untuk gambar teknik berupa program AutoCAD versi 2004 yang telah biasa dipakai. Dari pekerjaan ini dihasilkan gambar rinci lengkap dengan ukuran teknis, bagian-bagian konstruksi dan

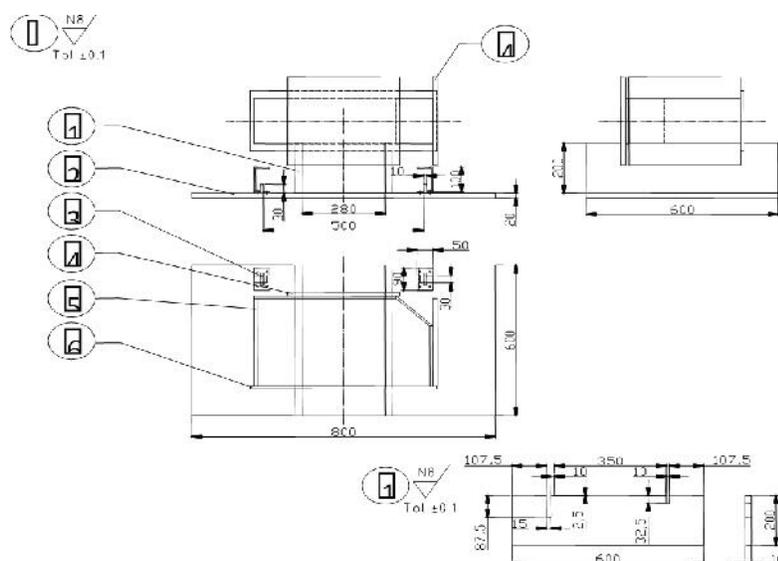
bahan kerja yang siap difabrikasikan seperti terlihat pada gambar 4. Bahan kerja yang dipilih adalah fleksi gelas dengan pertimbangan bahwa tidak akan terekam pada film sinar-X saat penyinaran untuk pengambilan gambar titik-titik koordinat.

3.3. Fabrikasi Perangkat Bantu Kotak Rekonstruksi

Berdasarkan gambar rinci yang telah dibuat maka dapat dilakukan fabrikasi atau pembuatan perangkat bantu kotak rekonstruksi untuk keperluan simulasi titik-titik koordinat. Fabrikasi dilakukan oleh teknisi di bengkel kerja PRPN-BATAN dengan pengerjaan yang relatif mudah.



Gambar 3. Sketsa Awal



Gambar 4. Gambar Rinci Perangkat Bantu Kotak Rekonstruksi

4. HASIL DAN PEMBAHASAN

Pembuatan perangkat bantu kotak rekonstruksi untuk keperluan simulasi titik-titik koordinat telah dilakukan dengan melalui tahapan-tahapan tertentu. Tahap pertama adalah membuat sketsa awal. Pembuatan sketsa awal dilakukan secara manual dengan memperhatikan ukuran/bentuk fisik kotak rekonstruksi, ukuran kaset film sinar-X dan kemungkinan posisi penyinaran dari pesawat sinar-X. Adapun hasil sketsa dapat dilihat pada gambar 3 yang berupa gambar sketsa berisi ukuran-ukuran teknis secara detail.

Pembuatan sketsa awal dilakukan dengan memperhatikan bentuk dan dimensi dari kotak rekonstruksi yang dimiliki oleh PRPN-BATAN. Pembuatan sketsa awal juga memperhatikan posisi penyinaran sinar-X yang ada pada fasilitas sinar-X di Poliklinik PKTN-BATAN. Setelah kelengkapan terpenuhi maka gambar sketsa awal siap dibuat menjadi gambar rinci pada tahap berikutnya.

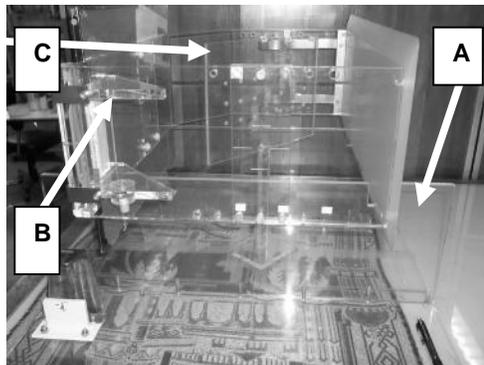
Tahap ke dua adalah membuat gambar rinci dengan menggunakan program aplikasi gambar teknik AutoCAD versi 2004. Pekerjaan pembuatan gambar rinci dilakukan dengan memindahkan data-data bentuk dan ukuran dari gambar sketsa awal yang sudah disiapkan. Gambar rinci yang dihasilkan seperti terlihat pada gambar 4 terdiri atas enam buah bagian yang ditunjukkan dengan nomor-nomor bagian. Nomor bagian 4 adalah film standar sinar-X dengan dimensi 350mm x 350mm x 10mm. Nomor bagian 5 dan 6 adalah satu set kotak rekonstruksi standar dengan dimensi utama panjang 560 mm, lebar 180 mm dan tinggi 370 mm. Adapun yang didesain dan dibuat adalah :

- a. Nomor bagian 1 adalah rel dudukan berjumlah dua buah untuk penempatan kotak rekonstruksi pada saat pengambilan foto sinar-X,
- b. Nomor bagian 2 dan 3 adalah satu set papan rel dudukan dan fasilitas dudukan pengunci pemegang aplikator.

Setelah diperiksa dan disetujui oleh penanggung jawab kegiatan maka gambar rinci dikirimkan ke unit fabrikasi bengkel PRPN untuk dikerjakan pada tahap selanjutnya.

Tahap terakhir dari pekerjaan yang dilakukan adalah fabrikasi di bengkel berdasarkan gambar rinci oleh teknisi yang ada. Pekerjaan pembuatan relatif mudah dan ringan tetapi juga dilakukan dengan cermat dan hati-hati karena berbahan dasar fleksi gelas yang bersifat rentan terhadap patah/pecah dan gores. Bahan kerja dari fleksi gelas mempermudah dalam hal pengerjaan berupa pemotongan, pengeboran dan pembuatan lubang-lubang ulir.

Dua bagian dari tiga bagian utama dari perangkat dibuat terlebih dahulu yaitu 1 buah papan utama dudukan dan 2 buah pilar/rel dudukan diintegrasikan dengan sistem baut-baut tanam. Sedangkan satu bagian utama berupa 1 unit papan simulasi titik koordinat dibuat langsung secara terpisah. Hasil pengerjaan berupa 1 unit lengkap perangkat bantu dudukan kotak rekonstruksi untuk keperluan simulasi titik-titik koordinat dapat dilihat pada gambar 5.



Gambar 5. Perangkat Bantu Kotak Rekonstruksi Untuk Simulasi

Hasil akhir pembuatan perangkat ini seperti terlihat pada gambar 5 di atas terdiri dari 1 set perangkat bantu kotak rekonstruksi (A), kotak rekonstruksi yang ada (B) yang dipasang pada posisi tidur sesuai posisi penyinaran sinar-X dan 1 set papan simulasi titik koordinat (C). Satu set papan simulasi titik koordinat akan diisi bola-bola/peluru terbuat dari besi/baja yang menjadi simulasi posisi titik-titik koordinat. Perekaman titik koordinat juga bisa dilakukan dengan menempatkan titik-titik logam sembarang dengan alat bantu penempatan yang berbahan tembus sinar-X di dalam ruang data kotak rekonstruksi. Titik-titik koordinat inilah yang nantinya akan direkonstruksi dan diuji komparasi dengan perhitungan secara teori yang ada.

5. KESIMPULAN DAN SARAN

5.1. Kesimpulan

Desain dan pembuatan perangkat bantu kotak rekonstruksi telah dilakukan dengan mengacu terhadap tahapan-tahapan kerja yang dibuat. Setelah dilakukan pekerjaan ini, maka dihasilkan satu unit perangkat bantu kotak rekonstruksi untuk keperluan pengambilan data pengujian titik koordinat melalui sinar-X sebagai simulasi titik-titik koordinat pada fasilitas TPS brakiterapi untuk kanker servik.

5.2. Saran

Perangkat bantu kotak rekonstruksi yang dihasilkan masih terkondisi manual sehingga untuk memutar dan memindahkannya dilakukan dengan cara diputar dan diangkat oleh minimal dua orang. Oleh karena itu untuk lebih menyempurnakan lagi perlu dibuatkan meja khusus untuk menempatkan unit perangkat bantu ini.

6. UCAPAN TERIMA KASIH

Penulis sangat berterima kasih kepada Peneliti Utama beserta tim PIPKPP TPS Brakiterapi untuk kanker servik, atas bantuan ide, saran dan kerja samanya dalam kegiatan ini.

7. DAFTAR PUSTAKA

- [1]. PRPN, 2011, *SonoTECH Reconstruction BOX*, PRPN-BATAN.
- [2]. Achmad Suntoro, 2011, *Konsep Algoritma Rekonstruksi Isodosis Sumber Batang Pada Brachytherapy Servik Menggunakan Transformasi Geometry*, PRPN-BATAN.
- [3]. <http://jakartacity.olx.co.id/acrylic-clear-coloured-sheet-rod-iid-177093975>, dibuka tanggal 11 November 2011.