

## RANCANG BANGUN GONIOMETER TIGA SUMBU UNTUK FLIGHT TUBE FCD/TD

*Herry Mugirahardjo<sup>1</sup>, Tri Hardi Priyanto<sup>1</sup>, Sairun<sup>1</sup>, A. Ramdhani<sup>1</sup>, Saparudin<sup>1</sup>*

*mugirahardjo@gmail.com*

*Pustek Bahan Industri Nuklir – BATAN, Kawasan Puspiptek Serpong*

### **ABSTRAK**

**RANCANG BANGUN GONIOMETER TIGA SUMBU UNTUK FLIGHT TUBE FCD/TD.** Salah satu cara untuk meningkatkan homogenitas neutron terhambur pada pengukuran cuplikan di FCD/TD adalah dengan pemasangan *flight tube*. *Flight tube* tersebut diletakkan antara *beam narrower* dan cuplikan. Pada saat dilakukan penggantian slit, perlu dilakukan pengaturan kembali posisi *flight tube*, sehingga berkas neutron yang mengenai cuplikan optimal. Untuk mengatur posisi *flight tube* tersebut telah dilakukan rancang bangun goniometer tiga sumbu.. Ketiga sumbu tersebut adalah translasi ( X ), perputaran arah horisontal ( $\omega$ ) dan perputaran arah vertikal ( R ). Sistem penggerak goniometer seluruhnya menggunakan pengaturan mekanis. Kestabilan dan ketelitian gerakan ditentukan oleh pemilihan jarak gang as ulir dan modul roda gigi. Jangkauan translasi ( X ) yang dihasilkan adalah  $\pm 22,86$  mm, jangkauan rotasi ( $\omega$ ) adalah  $\pm 5^\circ$  dan jangkauan tilting ( Rx ) adalah  $5^\circ$  .

Kata kunci : flight tube, goneometer tiga sumbu.

### **ABSTRACT**

**DESIGN OF THREE –AXIS GONEOMETER FOR FOR FLIGHT TUBE FCD/TD.** One way to improve the homogeneity of neutron scattering on the measurement of samples in the FCD/TD is the installation of flight tube. Flight tube is placed between the beam narrower and the sample. At the time of replacement slit, is necessary to position the flight tube rearrangement, so the neutron beam is hit about optimum sample. To adjust the position of the flight tube design of three-axis goneometer has been carried out. The axis are for translational direction ( X), rotation ( $\omega$ ) and tilting direction (Rx). Goneometer drive system uses all mechanical settings. Stability and accuracy of movement distance is determined by the selection of the aisle as a srew and gear module. Range translational (X) generated is  $\pm 25$  mm, and rotation range ( $\omega$ ) is  $\pm 5^\circ$ . Tilting Rx is  $\pm 5^\circ$ .

Keywords : Flight tube, three-axis goneometer

### **1. PENDAHULUAN**

Difraktometer empat lingkaran/difraktometer tekstur ( FCD/TD-DN2 ) adalah salah satu peralatan difraktometer neutron yang dimiliki oleh Pusat Teknologi Bahan Industri Nuklir-BATAN. Difraktometer ini dipasang pada lubang berkas S5 melalui tabung pemandu neutron 2 ( NGT-2 ) di Balai Percobaan Reaktor ( XHR ) gedung reaktor serbaguna G.A SIWABESSY. Selain digunakan untuk penelitian struktur kristal, perralatan ini juga dgunakan

untuk penelitian tekstur bahan dengan teknik hamburan neutron.

Pada tahun 2008 peralatan tersebut telah dipasang *flight tube* untuk meningkatkan homogenitas intensitas berkas neutron pada cuplikan dan mengurangi cacahan latar. Namun pada saat itu *flight tube* belum dilengkapi goniometer untuk mengatur posisinya agar dapat mengikuti perubahan slit, yang digunakan untuk mengatur lebar berkas neutron .

Goniometer tiga sumbu flight tube FCD/TD digunakan untuk membatasi lebar berkas neutron yang didifraksikan oleh monokromator ke cuplikan. Berkas neutron tersebut harus diposisikan pada pusat cuplikan. Dengan adanya *flight tube*, homogenitas berkas neutron yang mengenai cuplikan akan semakin merata dan paparan radiasi disekitar peralatan akan berkurang karena hamburan neutron tidak menyebar keluar dari gelas.

Dalam kegiatan ini telah dilakukan rancang bangun goniometer tiga sumbu untuk *flight tube*, Ketiga sumbu tersebut adalah translasi ( X ), putaran horisontal ( w ) dan putaran vertikal ( R ). Rancangan pembuatan goniometer dibuat dengan bahan plat alumunium, kuningan dan polietylin. Semua bahan tersebut sangat mudah didapatkan dipasaran umum dengan harga yang terjangkau. Pembuatan dilakukan oleh SDM yang ada di PTBIN dengan memanfaatkan peralatan bengkel mekanik PTBIN.

## 2. METODOLOGI

Rancang bangun goniometer *flight tube* FCD/TD dibuat menggunakan tiga sumbu gerak, yaitu translasi X , w ( putaran horisontal ) dan R ( putaran arah vertikal ). Gerakan masing-masing sumbu goniometer dilakukan oleh sebuah meja yang terbuat dari bahan plat alumunium dengan ketebatalan 20 mm yang dipasang bertumpuk sehingga menjadi satu kesatuan. Gerakan masing-masing sumbu merupakan gerakan relative antara meja satu dengan meja yang lain. Dengan metode ini dimensi goniometer menjadi lebih kecil dan menghemat bahan yang akan dipergunakan.

Penempatan goniometer pada peralatan FCD/TD, ditopang oleh sebuah penyangga dari pipa diameter 4". Sedangkan panjang *flight tube* dan goniometer adalah 100 cm. Dengan demikian penempatannya harus mempertimbangkan titik berat dari masing-masing komponen penyusunnya, untuk menjaga kestabilan dan keseimbangan posisi goniometer.

Goniometer tiga sumbu terdiri dari beberapa peralatan yaitu ; *flight tube*, meja satu sampai dengan meja empat dan peralatan system gerak. Berat total *flight tube* dan meja gonio adalah :

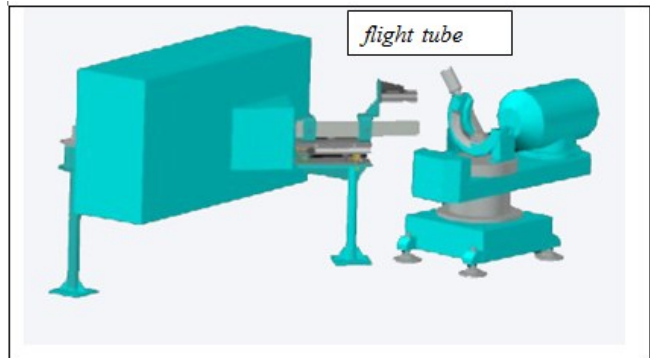
$$W = w_1 + w_2 + w_3 + \dots + w_n = \sum w \quad \dots(1)$$

Dimana  $w_n$  adalah berat masing-masing benda penyusun meja goniometer. Apabila  $\bar{x}$  adalah jarak titik

berat dari titik acuan, dan  $x_n$  adalah jarak titik berat masing-masing benda penyusun dari titik acuan, maka :

$$\bar{x} = \frac{w_1x_1 + w_2x_2 + \dots + w_nx_n}{w + w_2 + \dots + w_n} = \frac{\sum wx}{\sum w} \quad \dots(2)$$

Semua gerakan sumbu-sumbu goniometer FCD/TD dilakukan secara mekanis, sehingga dalam melakukan pemilihan system gerakan harus dilakukan secara cermat agar dapat menghasilkan gerakan yang stabil dan halus serta tidak ada gerakan hampa. Terutama dalam melakukan pemilihan jarak gang ulir pada pengatur translasi, modul pada roda gigi dan as pemutar pada pengaturan putaran horisontal ( w ) dan rotasi arah k ( R ).

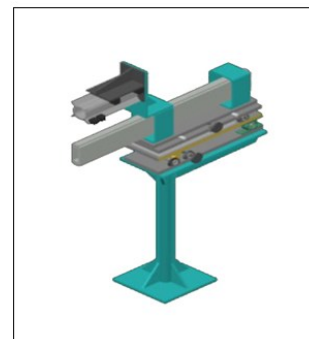


Gambar 1. Peletakan goniometer tiga sumbu pada peralatan FCD/TD

Goniometer tiga sumbu dibuat di bengkel mekanik Pusat Teknologi Bahan. Peralatan yang digunakan dalam pembuatan meja goniometer adalah : mesin bubut merk TASIKAWA, mesin fraize merk ONCE, mesin bor statis merk TASIKAWA, dan beberapa peralatan kerja bantu. Untuk pembuatan roda gigi dan as pemutar dikerjakan di luar PTBIN, karena tidak adanya fasilitas pada mesin frais.

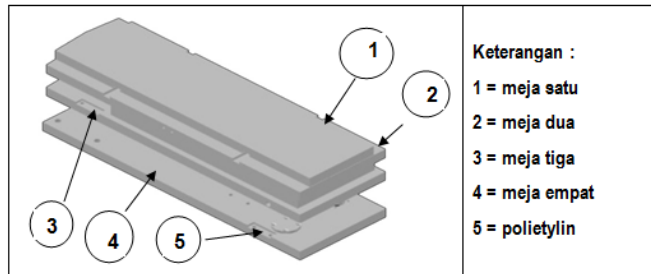
## 3. HASIL DAN PEMBAHASAN

Gambar 2 memperlihatkan rancangan dan hasil pembuatan goniometer *flight tube* FCD/TD. Gambar tersebut memperlihatkan goniometer tiga sumbu terdiri dari empat buah meja yang disusun secara bertingkat dengan susunan dari atas ; meja satu, meja dua, meja tiga dan meja empat. Di bawah meja empat adalah plat penyangga goniometer. Dimensi total goniometer tanpa penyangga adalah 600 (l) X 260 (w) X 190 (h) mm.



Gambar 2. Rancangan goniometer tiga sumbu untuk flight tube FCD/TD

Gerakan translasi ( X ) adalah gerakan relatif antara meja satu dengan meja dua. Meja satu sebagai meja gerak dan meja dua sebagai meja diam. Untuk mengurangi gesekan antara meja satu dan meja dua dilapisi dengan polyetilyn. Polietilyn dipilih sebagai bahan pelapis gesekan karena polietilyn mempunyai sifat yang licin, lunak dan kuat. Sehingga akan mengurangi gesekan dan meratakan tekanan karena seluruh beban akan ditahan oleh seluruh polietilyn.



Gambar 3. Gambar perpektif tata letak meja goniometer flight tube FCD/TD

Gerakan perputaran arah horisontal ( w ) dilakukan gerakan relatif antara meja dua dengan meja tiga. Meja dua sebagai meja gerak dan meja tiga sebagai meja diam. Sama halnya dengan gerakan translasi, untuk mengurangi gesekan antara meja dua dan meja tiga dilapisi dengan polietilyn dengan tebal 40 mm. Untuk memudahkan pengaturan, sumbu putar gerakan diletakkan didekat *beam narrower* FCD/TD.

Gerakan perputaran arah vertikal dilakukan oleh gerakan relatif antara meja tiga dan meja empat. Meja tiga sebagai meja gerak dan meja empat sebagai meja diam. Sumbu putar arah horisontal diletakkan sedekat mungkin dengan *beam narrower*.

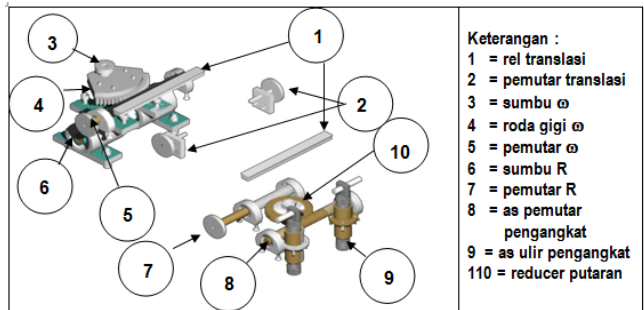
Keempat meja goniometer dirangkai menjadi satu kesatuan. Pada saat pengaturan gerakan putar arah horisontal ( meja dua ), meja satu ikut bergerak. Demikian juga pada saat pengaturan putaran arah vertikal ( meja tiga ), meja dua dan meja satu ikut berputar. Untuk lebih praktis dalam pengaturan, langkah pertama yang dilakukan adalah mengatur putaran arah horisontal, kemudian mengatur translasi dan dilanjutkan dengan mengatur putaran arah vertikal.

Gambar 4 memperlihatkan tata letak rancangan sistem penggerak pengaturan meja goniometer.. Seluruh penggerak meja goniometer ( tiga sumbu ) dilakukan secara mekanis dengan menggunakan roda gigi dan as ulir. Kestabilan dan ketelitian gerakan menggandakan jarak gang dan modul pada as ulir dan roda gigi. Untuk itu perlu ketepatan dan kehati-hatian dalam melakukan pemilihan jarak gang dan modul.

Semua gambar dan simulasi gerakan pada makalah ini dibuat dengan perangkat lunak AutoCad 2007 dengan skala, sehingga apabila gambar 3 dan gambar 4 disatukan, maka kedua gambar tersebut akan menjadi satu kesatuan dan penempatan komponen sistem gerak akan sesuai dengan meja goniometer. Tata letak komponen sistem gerak diperlihatkan pada Gambar 4. sistem gerak translasi

X dilakukan dengan menggunakan rel penyearah dan as ulir. ( komponen no 1 dan no 2 Gambar 4 ). Pengaturan translasi menggunakan 2 buah pemutar. Mekanisme pengaturan dengan cara mengendorkan pemutar yang satu, kemudian mengencangkan pemutar yang lain. Setelah posisi yang diinginkan tercapai, kedua pemutar dikencangkan. Tujuan penggunaan dua buah pemutar adalah untuk mengikat meja satu supaya tidak bergerak saat posisi yang diinginkan sudah tercapai.

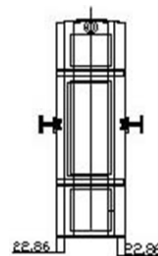
Jangkauan translasi X adalah setengah dari selisih lebar meja dua dan meja satu. Dalam rancang bangun ini, lebar meja dua adalah 200 mm dan lebar meja satu 150 mm, sehingga jangkauan translasi X adalah  $\pm 25$  mm.



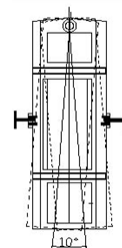
Gambar 4. Gambar tata letak sistem penggerak tiga sumbu

Gerakan putaran horisontal adalah gerakan relatif antara meja dua dengan meja tiga, dimana meja dua sebagai meja gerak dan meja tiga sebagai meja diam. Pengaturan gerakan dilakukan dengan memutar pemutar ( komponen no 5 pada gambar 4 ). Pemutar ini dihubungkan dengan as ulir yang bertumpu pada meja tiga. As ulir ini akan memutar roda gigi yang diletakkan menyatu dengan meja dua, sehingga meja dua akan berputar sesuai dengan yang diinginkan.

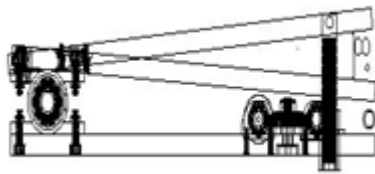
Jangkauan maksimum putaran w ditentukan dengan menggunakan simulasi *rotate* pada program AutoCad 2007 yaitu sebesar  $\pm 5^\circ$ . Putaran arah vertikal dilakukan dengan memutar pemutar R ( komponen no 7 gambar 4 ) yang dihubungkan dengan as pemutar roda gigi. As pemutar ini akan memutar roda gigi pengurang putaran ( komponen nomor 10 gambar 4 ) dan selanjutnya memutar as pemutar pengangkat ( komponen no 9 gambar 4 ) Roda gigi pngurang putaran berfungsi untuk memperlambat putaran as ulir pengangkat , sehingga gerakan putaran vertikal akan lebih halus.



(a) Simulasi jangkauan maksimum gerakan translasi



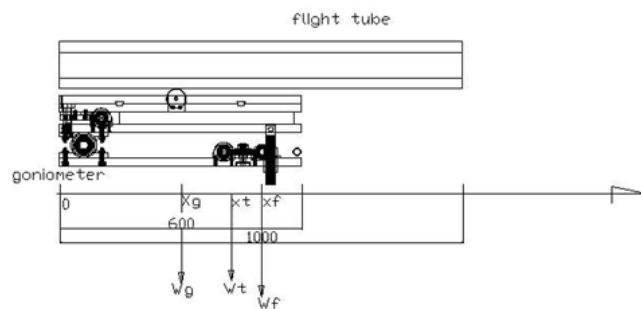
(b) Simulasi jangkauan gerakan putaran arah horisontal



(c) Simulasi jangkauan gerakan putaran arah vertikal

Gambar 5. (a), (b), (c) Simulasi jangkauan gerakan maksimum menggunakan program AutoCAD 2007.

Pada Gambar 5 diperlihatkan simulasi jangkauan pengaturan gerakan masing-masing sumbu gerak, yaitu jangkauan gerakan translasi X, jangkauan gerakan arah horisontal dan jangkauan gerakan putar arah vertikal. Semua jangkauan diukur dengan simulasi gambar AutoCAD 2007 dengan ketelitian 0,00001 mm untuk pengukuran translasi dan 0,01° untuk pengukuran sudut putar.



Gambar 6. Skema distribusi gaya berat goniometer dan flight tube

Tabel 1. Tabel berat dan nilai axis komponen goniometer dan flight tube

No.	Komponen	Berat	Axiz titik berat
1.	Goneometer	36	300
2.	Flight tube	25	500

Penentuan titik berat menjadi bagian yang sangat penting dalam pemasangan goniometer dan flight tube pada peralatan FCD/TD. Pemasangan goniometer dan flight tube yang bertumpu pada titik berat akan membuat peralatan tersebut stabil. Perhitungan titik berat menggunakan persamaan (2), jika  $W_g$  dan  $X_g$  berturut turut adalah berat dan nilai axiz titik berat goniometer,  $W_f$  dan  $x_f$  adalah berat dan nilai axiz titik berat flight tube,  $x_t$  adalah nilai axiz gabungan goniometer dan flight tube, maka persamaan (2) mwnjadi :

$$\bar{x}_t = \frac{\bar{x}_g \cdot W_g + \bar{x}_f \cdot W_f}{W_g + W_f}$$

Nilai axis titik berat pada tabel 1 berdasarkan perhitungan bahwa bentuk goniometer dan flight tube adalah kotak simetri, sehingga nilai axis titik berat berada

pada titik tengah benda. Sedangkan acuan titik berat ( axis = 0 ) adalah bagian depan goniometer yang tersekat dengan beam narrower. Berdasarkan tabel 1, maka  $\bar{x}_t$  adalah 381 mm.

#### 4. KESIMPULAN

Peningkatan intensitas dan homogenitas berkas neutron pada cuplikan FCD/TD adalah dengan memasang flight tube sebagai peralatan tambahan. Berkas neutron pada peralatan FCD/TD menjadi homogen pada lebar berkas flight tube. Pada pemasangan flight tube harus dilengkapi dengan goniometer, sehingga dapat mengikuti lebar slits pada cuplikan.

#### 5. DAFTAR PUSTAKA:

1. Text Book of Machine Design, RS Khurmi, JIC Gupta, Third Edition, 1992, New Delhi.
2. Text Book of Aplied Machine , RS Khurmi, JIC Gupta, Third Edition, 1992, New Delhi.
3. Manual dan As Build Drawing FCD/TD-DN2, 1992 Sumitomo Corporation, Tokyo, Japan