

## PENINGKATAN AKURASI DATA HRSANS DENGAN MODIFIKASI PERANGKAT LUNAK KENDALI PADA BAGIAN *SAMPLE CHANGER*

*Alan Maulana, Irfan Hafid dan Bharoto*  
Pusat Teknologi Bahan Industri Nuklir-BATAN  
Puspiptek Serpong, Tangerang 15314

### Abstrak

Telah dilakukan modifikasi perangkat lunak kendali pada *sample changer* HRSANS yang terpasang di Bidang Spektrometri Neutron PTBIN-BATAN. Spektrometer Hamburan Neutron sudut kecil resolusi tinggi (HRSANS) adalah spektrometer yang menggunakan dua buah kristal sempurna (*double perfect crystal*) untuk merefleksikan berkas neutron. Spektrometer ini berguna untuk menentukan struktur (ukuran, bentuk) suatu bahan yang mempunyai inhomogenitas. Modifikasi pada spektrometer HRSANS dilakukan karena data kurva yang direfleksikan oleh kristal-2 yang berasal dari sampel dan tanpa sampel terletak pada posisi sudut yang puncaknya tidak berimpit. Oleh karena itu dalam makalah ini akan dilaporkan proses dan hasil perbaikan atau modifikasi perangkat kendali pada bagian *sample changer* sehingga data yang diperoleh dapat menghasilkan puncak pada posisi sudut yang sama. Hasil yang diperoleh dalam kegiatan ini dengan menggunakan sampel SiO<sub>2</sub> menunjukkan bahwa puncak kurva *blank* dan sampel terletak pada satu posisi sudut yang sama yaitu 29,20017°.

Kata Kunci : *Perfect Crystal*, Hamburan Neutron Sudut Kecil Resolusi Tinggi, berkas neutron, enkoder.

### Abstract

*A software control for sample changer of High Resoluton Small Angle Neutron Scattering (HRSANS) at Neutron Scattering laboratory Batan has been modified. The HRSANS is a spectrometer which utilize double perfect crystal to reflect the neutron beam. This spectrometer can be used to determine the structure (size, shape) of particle or inhomogeneity of materials. The modification of this instrument is important because the rocking curve of second crystal produced by the sample and blank is not coincide. The experiment result after modification showed that the peak of rocking curve of SiO<sub>2</sub> powder and blank is in the same position at 29,20017°.*

**Keywords:** *Perfect crystal, High Resolution Small Angle Neutron Scattering, Neutron beam, encoder.*

## 1. PENDAHULUAN

Spektrometer Hamburan Neutron sudut kecil resolusi tinggi (HRSANS) adalah spektrometer yang menggunakan dua buah kristal sempurna (*perfect crystal*) untuk merefleksikan berkas neutron. Spektrometer ini berguna untuk menentukan struktur (ukuran, bentuk) suatu bahan yang mempunyai inhomogenitas dalam skala ukuran, ratusan sampai ribuan nanometer. Sampel yang dapat dikarakterisasi dapat berupa cairan, serbuk atau padatan.

HRSANS memanfaatkan sumber Neutron yang berasal dari Reaktor GA Sywabessi Serpong dengan

kapasitas daya 30 MW. Neutron termal diambil dari lubang berkas (*beam hole*) S5 yang berjarak 63 m dari lokasi peralatan dan disalurkan melalui tabung pemandu neutron yang terbuat dari gelas Borkron yang dilapisi nikel serta dilengkapi dengan sistem vakum. Fluks neutron sebelum monokromator PG(004) sebesar  $6 \times 10^7$  n/cm<sup>2</sup>.detik dan di depan kolimator  $1 \times 10^5$  n/cm<sup>2</sup>.detik.

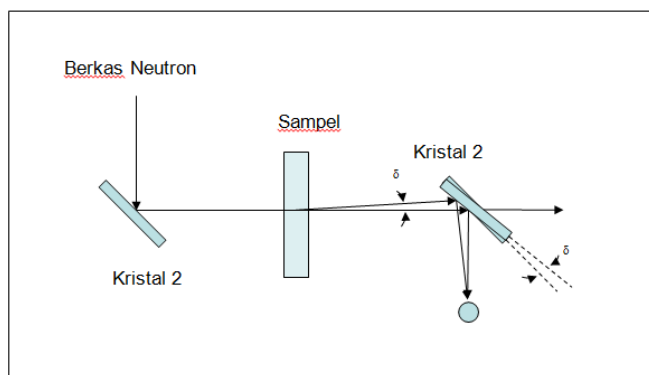
Data puncak kurva HRSANS yang direfleksikan oleh kristal-2 yang berasal dari sampel dan tanpa sampel terletak pada posisi sudut yang tidak berimpit. Hal ini disebabkan karena pengukuran dilakukan pada waktu yang tidak bersamaan dan tidak digunakannya encoder untuk pembacaan posisi sudut kristal.

Oleh karena itu dalam makalah ini akan dilaporkan kegiatan hasil perbaikan atau modifikasi perangkat lunak kendali pada bagian *sample changer* sehingga data yang diperoleh dapat menghasilkan posisi puncak pada sudut yang sama. Sehingga dalam mereduksi data yang diperoleh tidak akan menghadapi hambatan.

## 2. TUJUAN

Kegiatan ini dilakukan untuk mendapatkan data atau kurva HRSANS yang direfleksikan oleh kristal-2 dimana posisi puncak kurva yang dihasilkan oleh sampel dan tanpa sampel berada pada posisi sudut yang sama. Sehingga hasil ini dapat mempermudah perhitungan koreksi atau reduksi data hamburan neutron.

## 3. PRINSIP KERJA HRSANS

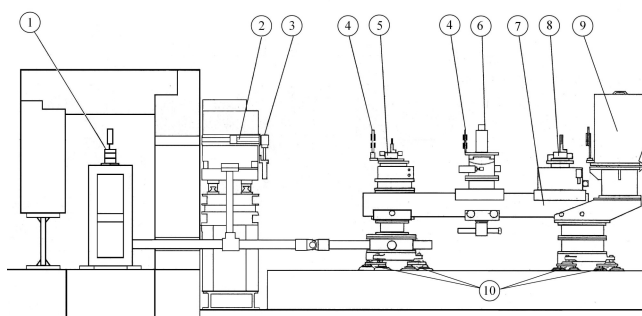


Gambar 1. Prinsip kerja Hamburan Neutron Sudut Kecil Resolusi Tinggi (HRSANS)

Prinsip kerja HRSANS diperlihatkan pada Gambar 1. Sumber neutron termal yang berasal dari reaktor diarahkan pada monokromator sehingga panjang gelombang neutron menjadi monokromatis. Panjang gelombang yang dihasilkan dengan kristal PG(004) antara 1,5-2.9 Å. Berkas neutron selanjutnya diarahkan menuju kolimator dengan sudut kolimasi 20" dan diarahkan menuju kristal 1 yang merupakan kristal sempurna Si(311). Gelombang neutron dari kristal 1 kemudian diarahkan menuju kristal 2 Si(311). Kurva yang dihasilkan oleh kristal 2 mempunyai FWHM (Full Width at Half Maximum) yang sangat sempit, sehingga step yang digunakan untuk menggerakkan kristal 2 sekitar 0.0001° agar puncak kurva hamburan sudut kecilnya dapat terdeteksi. Ketelitian dalam menempatkan posisi sudut dan membacanya merupakan salah satu alasan spektrometer ini mempunyai resolusi tinggi.

Skema Fasilitas HRSANS: 1.Goniometer Monokromator PG(004); 2.Kolimator; 3.Shutter; 4.Beam Narrower; 5.Goniometer Kristal Tunggal Monokromator; 6.Goniometer Sampel; 7.Optical Bench; 8.Goniometer Kristal Tunggal Analyser; 9.Detektor Utama; 10.Air Cushion.

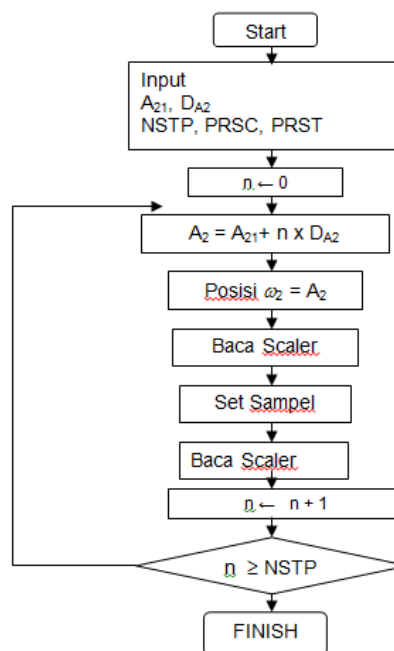
Secara lebih lengkap peralatan HRSANS dapat dilihat pada Gambar 2. Komponen-komponen yang dipakai pada spektrometer ini ditunjukkan pada keterangan di bawah.



Skema Fasilitas HRSANS: 1.Goniometer Monokromator PG(004); 2.Kolimator; 3.Shutter; 4.Beam Narrower; 5.Goniometer Kristal Tunggal Monokromator; 6.Goniometer Sampel; 7.Optical Bench; 8.Goniometer Kristal Tunggal Analyser; 9.Detektor Utama; 10.Air Cushion.

## 4. METODA

Dalam penyelesaian masalah di atas maka dilakukan modifikasi perangkat lunak kontrol yang ada, dengan tambahan algoritma seperti seperti diagram alir Gambar 3. Langkah yang pertama adalah dengan mengaktifkan perangkat encoder dimana dengan perangkat lunak lama encoder tersebut tidak dikontrol atau tidak terbaca. Dengan encoder ini posisi sudut dapat dibaca secara lebih teliti. Sebelumnya posisi sudut tersebut ditentukan posisinya secara software, dengan demikian posisi tersebut bukan merupakan posisi sebenarnya. Langkah yang ke dua adalah dengan menambah perintah menggerakkan *sample changer* sebelum loop yang berikutnya berjalan. Dengan demikian pada posisi yang sama dilakukan dua kali pencacahan tanpa mengubah posisi  $\omega_2$ .



Gambar 3. Flowchart untuk mengukur *sample* dan *blank* secara bergantian.

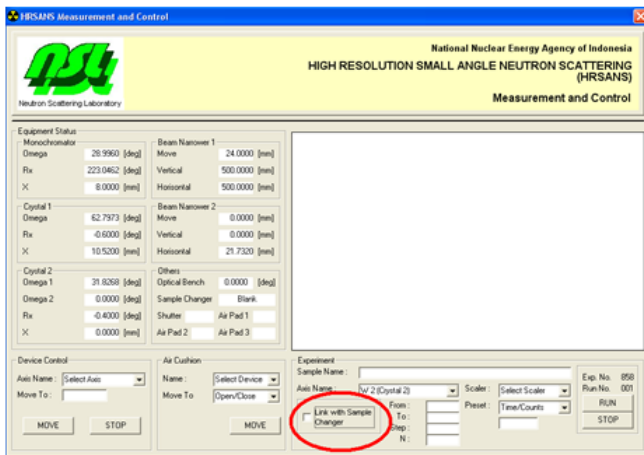
$n$  : jumlah step,  $A_{21}$  : posisi sudut pada awal pengukuran,  $w_2$  : Posisi sudut,  $D_{A2}$  : step gerakan motor,

Perangkat lunak untuk kontrol yang dipakai adalah Visual Basic 6 yang mana koneksi dengan motor/alat menggunakan antarmuka (interface) buatan Rigaku Ltd. Komunikasi komputer dengan motor/alat menggunakan jalur serial RS232.

Diagram alir (*flowchart*) untuk membuat HRSANS dapat mengukur blank dan sample secara bergantian pada posisi sudut yang sama diperlihatkan pada Gambar 3.

### 5. HASIL DAN PEMBAHASAN

Pada Gambar 4 ditunjukkan tampilan perangkat lunak kendali yang dapat mengendalikan seluruh perangkat motor maupun encoder yang terdapat pada HRSANS. Perangkat lunak ini dapat mengakuisisi data hasil eksperimen secara otomatis. Bagian yang dilingkari dengan lingkaran merah dalam Gambar 4 terdapat opsi untuk memilih apakah *sample changer* akan dipakai atau tidak. Apabila dalam keadaan eksperimen menggunakan sampel, maka opsi ini harus dicheklis sehingga sampel dan blank akan dicacah secara bergantian pada sudut yang sama. Cara kerja ini sesuai dengan algoritma yang terdapat pada Gambar 3. Secara eksperimen kegiatan ini telah dicoba dan dapat bekerja dengan baik.



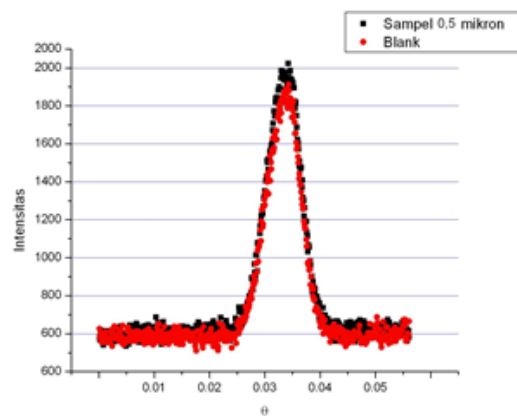
Gambar 4. Tampilan perangkat lunak kendali HRSANS.

Perangkat lunak di atas telah dapat membaca encoder yang terdapat HRSANS yaitu yang terdapat pada goniometer 1 dan goniometer 2. Hal ini ditunjukkan dengan telah berfungsinya lagi panel untuk membaca encoder yang ditunjukkan pada Gambar 5. Tampak pada Gambar tersebut ditampilkan posisi sudut goniometer 1 dan 2 yang menunjukkan posisi sudut kristal 1-1 dan kristal-2.

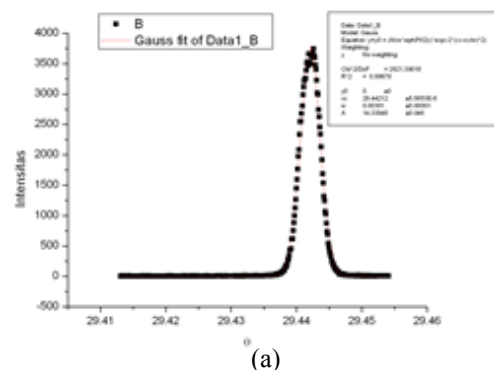


Gambar 5. Tampilan posisi sudut yang ditunjukkan oleh encoder.

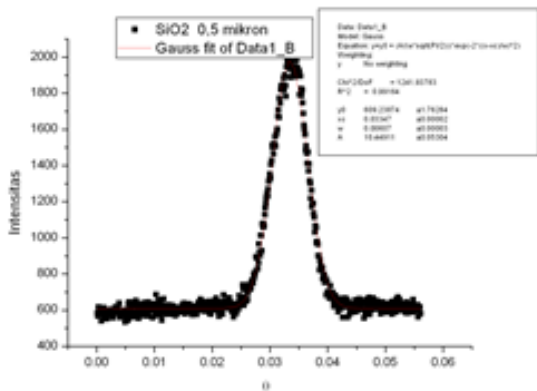
Pada Gambar 6 dan 7 ditunjukkan kurva HRSANS hasil scanning kristal-2 sebelum modifikasi software serta pada Gambar 8 dan 9 hasil setelah modifikasi. Gambar 6 adalah kurva HRSANS sampel dan blank yang diukur tidak secara bersamaan tetapi diukur satu-satu secara bergantian. Pada Gambar tersebut kelihatannya posisi puncak terletak pada sudut yang sama, tetapi kalau dilakukan Gaussian fitting posisi tersebut tidak terletak pada sudut yang sama. Pada Gambar 6(a) yang merupakan blank, posisi puncak pada sudut  $0.00345^\circ$  sedangkan pada Gambar 6(b) yang merupakan kurva HRSANS bahan SiO<sub>2</sub> powder berada pada posisi  $0,00347^\circ$ . Dalam HRSANS akurasi posisi ini sangat penting sekali karena data posisi tersebut akan dipakai untuk proses reduksi data.



Gambar 6. Kurva hasil HRSANS blank dan SiO<sub>2</sub> sebelum modifikasi

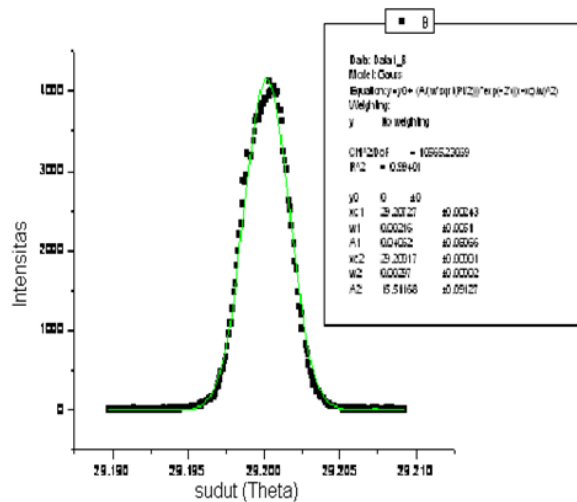


(a)



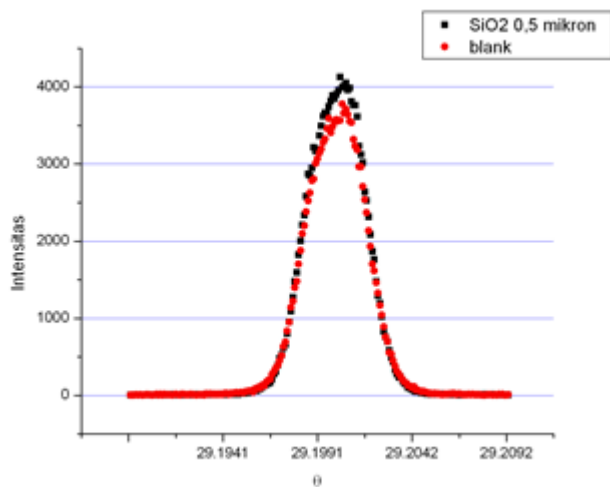
(b)

Gambar 7. Kurva HRSANS blank (a) dan bahan SiO<sub>2</sub> (b) sebelum modifikasi yang difitring dengan metoda Gauss.

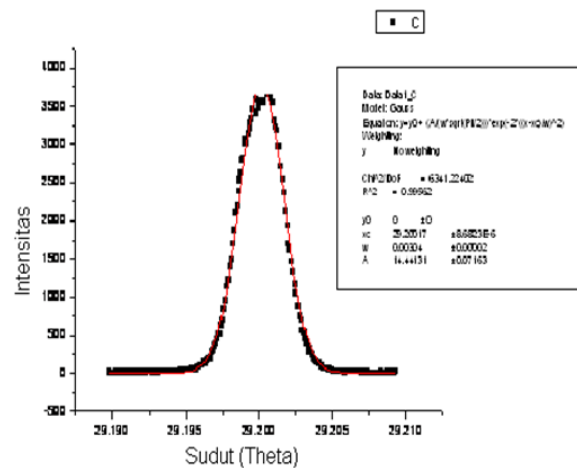


(a)

Proses *scanning* kristal-2 menggunakan sample SiO<sub>2</sub> dan blank setelah modifikasi diperlihatkan pada gambar di bawah 8. Percobaan ini dilakukan dengan waktu sekitar 5 menit per titik. Pada Gambar tersebut tampak kurva yang diperoleh lebih baik, karena proses pengambilan data dilakukan secara bergantian antara blank dan sampel pada posisi sudut yang sama.



Gambar 8. Kurva HRSANS menggunakan sample SiO<sub>2</sub>



(b)

Gambar 9. Hasil Gaussian Fitting blank (a) dan sampel SiO<sub>2</sub> (b) HRSANS setelah modifikasi.

Dari hasil-hasil yang diperoleh di atas, modifikasi perangkat lunak kontrol HRSANS yang meliputi penambahan algoritma dalam eksperimen menggunakan sample changer dan pengaktifan perangkat encoder yang terkontrol dapat menghasilkan data yang lebih baik.

Hasil Gaussian Fitting menggunakan software origin diperlihatkan pada Gambar 9(a) untuk blank dan 9(b) untuk sampel SiO<sub>2</sub>. Dari data fitting kurva sample dan blank terlihat posisi sudut puncak terletak pada sudut yang sama yaitu pada 29,20017°. Hal ini menunjukkan bahwa dengan modifikasi perangkat lunak dan pengaktifan encoder maka pengukuran dapat dilakukan secara bergantian pada sudut yang sama. Dengan diperolehnya posisi sudut yang sama akan memudahkan dalam proses reduksi data HRSANS.

## 6. UCAPAN TERIMAKASIH

Kami mengucapkan terimakasih yang sebesar-besarnya kepada pihak-pihak yang membantu terselenggaranya penelitian ini. Pihak-pihak tersebut diantaranya adalah : Kepala dan teman-teman karyawan Bidang Spektrometri Neutron khususnya dan PTBIN pada umumnya.

## 7. DAFTAR PUSTAKA

1. Aizawa K dan Tomimitsu H., Proceeding of the Fifth International Symposium on Advanced Nuclear Energy Research, Japan, 1993, 267.
2. Aizawa K dan Tomimitsu H., Design and use of a double crystal diffractometer for very small angle neutron scattering at JRR-3M, Physica B, 1995.
3. Anonymous, Operation Manual HRSANS, Rigaku Co, Ltd, Tokyo, 1992.
4. Alan Maulana, Edy Giri R P, Sutiarso, Gunawan, Irfan H, *Spektrometer Hamburan Neutron Sudut Kecil Resolusi Tinggi (SN3, HRSANS)*, Prosiding Seminar Teknologi dan Keselamatan PLTN serta Fasilitas Nuklir IV, Serpong, 10-11 Desember 1996, hal.400-411.
5. Bharoto, Irfan Hafid, dan Alan Maulana, “Perangkat Lunak Akuisisi Data Dan Sistem Kontrol Spektrometer Hamburan Neutron Sudut Kecil Resolusi Tinggi Di Batan-Serpong”, Prosiding Seminar Nasional Penelitian dan Pengelolaan Perangkat Nuklir, ISSN 1410 – 8178, pp. 76-80 (2011)