

IMPLEMENTASI PERANGKAT LUNAK PASAN-K PADA METODA AAN KOMPARATIF

Sunarko, Elisabeth Ratnawati, Saleh Hartaman

ABSTRAK

IMPLEMENTASI PERANGKAT LUNAK PASAN-K PADA METODA AAN KOMPARATIF. Telah dilakukan implementasi perangkat lunak PASAN-K di Pusat Reaktor Serba Guna pada metode AAN komparatif. Implementasi dilakukan untuk analisis cuplikan dari pelanggan Lab. AAN dengan 3 periode pengambilan data. Pengambilan data tersebut yaitu pada bulan Agustus, Oktober dan Desember 2006. Data-data cuplikan yang diambil dalam format ASCII, yang mana data tersebut diakusisi oleh perangkat lunak PCA II. Hasil akusisi data tersebut kemudian dianalisis dengan perangkat lunak PASAN-K. Keluaran analisisnya berupa data kualitatif, yaitu dengan diperolehnya luas puncak area beserta *uncertainty* radionuklida dari cuplikan maupun standar yang telah diiradiasi. Data-data dari hasil analisis kualitatif kemudian diolah dengan mempergunakan *Microsoft EXCELL*[®] untuk memperoleh hasil analisis secara kuantitatif. Data hasil analisis kuantitatif inilah yang merupakan informasi yang memuat kandungan unsur-unsur dari cuplikan yang telah diiradiasi. Hasil akhir analisis data dari pelanggan adalah kandungan Besi $\pm 9\%$ untuk cuplikan pada bulan Agustus, bulan Oktober Aluminium $> 30\%$, dan Besi $> 50\%$ dan bulan Desember Besi $> 35\%$.

Kata kunci: implementasi, metode komparatif, kuantitatif,

ABSTRACT

THE IMPLEMENTATION SOFTWARE OF PASAN-K AT THE AAN COMPARATIVE METHODE. The Implementation of PASAN-K software at the AAN comparative method has been done in Multi Purpose Reactor Center. The implementation conduct to analysis of customer samples of AAN Laboratory by 3 period of data intake. The data Intake in August, October and December 2006. The data of samples that is taken in ASCII format, which data acquisitions by PCA II software. The acquisition result of the data then analyzed with PASAN-K software. The out put of the analysis it is in the form of qualitative data, that is availably wide of area top along with radio nuclide uncertainty of standard and also samples which have irradiation. The data from qualitative analysis result then processed by using Of Microsoft EXCELL[®] to obtain quantitative analysis result. These quantitative data results to be represent information of elements content of irradiation samples. The last result data analysis of the customer is Iron content $\pm 9\%$ for samples in August, October month is Aluminum $> 30\%$, and Iron $> 50\%$ and in December month is Iron $> 35\%$.

Key words : implementation, comparative methode, quantitative

PENDAHULUAN

Metode Analisis Aktivasi Neutron komparatif di PRSG telah dilaksanakan dengan menggunakan sistem perangkat lunak Gamma Trac untuk analisis multi-unsur dari berbagai jenis cuplikan. Untuk peningkatan kualitas hasil penelitian dengan metode AAN komparatif, telah dilakukan pengembangan perangkat lunak **Program Analisis Spektrum Aktivasi Neutron Komparatif (PASAN-K)**^[1]. Perangkat lunak tersebut sebelum dipergunakan untuk analisis suatu cuplikan harus dilakukan evaluasi sensitivitas, presisi dan akurasi. Pada penelitian tahun 2005 telah dilakukan rangkaian kegiatan evaluasi

tersebut, dengan hasil baik, dengan demikian perangkat lunak PASAN-K dapat diimplementasikan untuk analisis multi unsur dari berbagai macam cuplikan^[2].

Untuk implementasi perangkat lunak PASAN-K telah dilakukan analisis cuplikan dari salah satu pelanggan Laboratorium AAN Serpong, yaitu cuplikan dari jenis batuan dengan bahan standarnya berupa SRM 2780 dari NIST.

Cuplikan dan bahan standar tersebut diakusisi dengan perangkat keras MCA dan perangkat lunak PCA II, dengan format data ASCII. Data ASCII selanjutnya dianalisis oleh PASAN-K yang akan menghasilkan luas puncak dari masing-masing unsur kelumit. Hasil analisis dari perangkat lunak PASAN-K tersebut selanjutnya diolah dengan Microsoft EXCELL untuk mendapatkan kandungan unsur dari masing-masing cuplikan. Pada penelitian ini telah diperoleh nilai konsentrasi dari unsur-unsur kelumit yang terkandung dalam cuplikan yang telah diiradiasi.

TEORI

Metode AAN adalah suatu metode teknik aktivasi inti dari unsur kelumit dalam target dengan neutron. Teknik aktivasi yang melibatkan penggunaan neutron, umumnya melibatkan penggunaan berbagai jenis neutron yang berlangsung dalam suatu fasilitas nuklir, khususnya reaktor nuklir. Iradiasi target dalam reaktor nuklir merupakan cara pengaktifan dari cuplikan, yang akan menghasilkan pancaran radiasi sinar gamma dari radionuklida. Jumlah radionuklida yang terbentuk tergantung pada jumlah inti, jenis inti, jumlah neutron, tampang lintang, dan waktu iradiasi cuplikan.

Teknik analisis aktivasi neutron didasarkan pada reaksi penangkapan neutron termal oleh target melalui reaksi (n, γ) . Neutron termal diabsorpsi oleh inti target dan menghasilkan inti yang kelebihan neutron yang bersifat tidak stabil (radionuklida). Inti tersebut selanjutnya akan mencapai keadaan setimbang (stabil) dengan melepaskan kelebihan energinya melalui transisi isomerik, atau peluruhan β^- atau β^+ yang diikuti dengan pemancaran sinar- γ .

Radionuklida yang terbentuk akan meluruh dengan memancarkan sinar gamma sesuai dengan berjalannya waktu. Proses peluruhan dengan pancaran sinar gamma tersebut merupakan karakteristik spesifik dari unsur-unsur kelumit dari cuplikan yang teriradiasi^[3]. Sifat inilah yang dipergunakan untuk mengidentifikasi suatu radionuklida (unsur-unsur dalam cuplikan). Berdasarkan fenomena ini, maka dimungkinkan untuk menentukan unsur

suatu benda, baik secara kualitatif maupun kuantitatif secara simultan tanpa dipengaruhi oleh sifat-sifat kimia dari cuplikan.

Pada metode AAN komparatif, penentuan kuantitas unsur dalam cuplikan dilakukan dengan membandingkan aktivitas unsur dalam cuplikan terhadap aktivitas unsur standar dikalikan dengan massa unsur standar seperti ditunjukkan dalam persamaan (1).

$$C_u = \frac{A_u}{A_{st}} W_{st} \dots\dots\dots (1)$$

dimana :

C_u = konsentrasi analit dalam cuplikan,

W_{st} = massa unsur standar,

A_u = aktivitas unsur dalam cuplikan,

A_{st} = aktivitas unsur standar,

Karena aktivitas unsur yang dibandingkan tersebut berasal dari unsur yang sejenis baik yang di cuplikan maupun yang di standar, maka parameter efisiensi dan kelimpahan gamma dapat saling dihilangkan^[4]. Dengan demikian besarnya kadar unsur dalam cuplikan ditentukan dengan persamaan (2).

$$C_u = \frac{Np_u \cdot e^{\lambda t_{du}} \cdot (1 - e^{-\lambda t_{cst}})}{Np_{st} \cdot e^{\lambda t_{dst}} \cdot (1 - e^{-\lambda t_{cu}})} W_{st} \dots\dots\dots (2)$$

dimana :

C_u = konsentrasi analit dalam cuplikan,

W_{st} = massa unsur standar,

Np_u = luas puncak dari spektrum sinar- γ unsur dalam cuplikan,

Np_{st} = luas puncak dari spektrum sinar- γ unsur standar,

t_{du} = waktu peluruhan unsur dalam cuplikan,

t_{cu} = waktu pencacahan cuplikan,

t_{dst} = waktu peluruhan unsur standar,

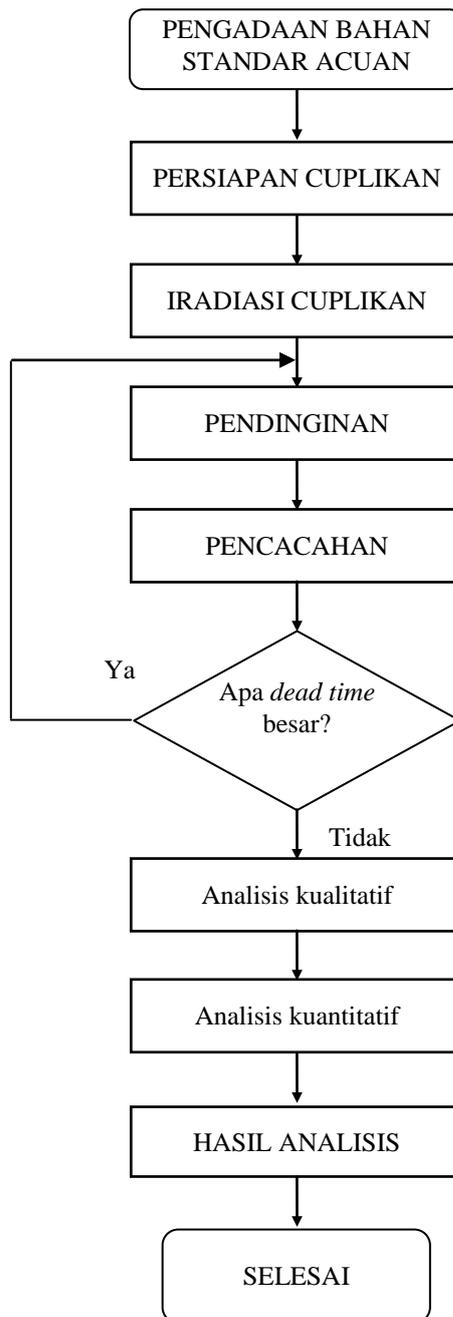
t_{cst} = waktu pencacahan standar.

Metode komparasi dengan persamaan (2) menjanjikan hasil yang memiliki ketelitian yang tinggi, akan tetapi relatif lebih mahal dalam pengadaan bahan standarnya disamping biaya lainnya. Metode AAN ini menjadi metode analisis kimia unsur yang sangat luas penerapannya karena hampir semua unsur bereaksi terhadap neutron dengan hasil yang sangat akurat dan sensitif (hingga orde pbb)^[1]. Disamping itu metode AAN menjanjikan

kemudahan dalam pelaksanaannya karena tidak memerlukan suatu perlakuan kimiawi terhadap cuplikan. Bentuk cuplikan yang dapat dianalisis dengan metode ini dapat berupa padatan, cairan maupun gas.

METODOLOGI

Metodologi penelitian tahun ini digambarkan dengan diagram alir seperti ditunjukkan pada Gambar 1, yang meliputi : pengadaan bahan, persiapan cuplikan, pengambilan data, dan pengolahan data.



Gambar 1. Blok diagram alir metodologi penelitian

a). Bahan-bahan yang Digunakan

Pada penelitian ini digunakan bahan acuan standar dari NIST berupa SRM 2780.

b). Persiapan cuplikan.

Persiapan cuplikan dilakukan dengan preparasi cuplikan dari pelanggan Lab. AAN, dan bahan acuan standar SRM 2780. Preparasi meliputi penimbangan berat cuplikan maupun bahan acuan standar berkisar antara (30 - 50) mg. Setelah ditimbang kemudian dimasukkan ke dalam vial *polyethylene* kemurnian tinggi yang telah dicuci. Dan selanjutnya vial tersebut dibungkus dengan aluminium foil, kemudian dimasukkan ke dalam kapsul sehingga siap untuk diiradiasi.

c). Iradiasi cuplikan.

Cuplikan dan bahan acuan standar yang telah dimasukan ke dalam kapsul selanjutnya diiradiasi dengan neutron *thermal/epithermal* di fasilitas sistem *rabbit* dengan waktu iradiasi yang tergantung pada jenis unsur yang akan dianalisis. Untuk analisis unsur dengan waktu paro pendek lama iradiasi 1 menit, medium lama iradiasi 15 menit, dan panjang lama iradiasi adalah 2 jam. Untuk kepentingan analisis kuantitatif, cuplikan dan bahan acuan standar secara bersama-sama diiradiasi pada posisi iradiasi dan waktu yang sama.

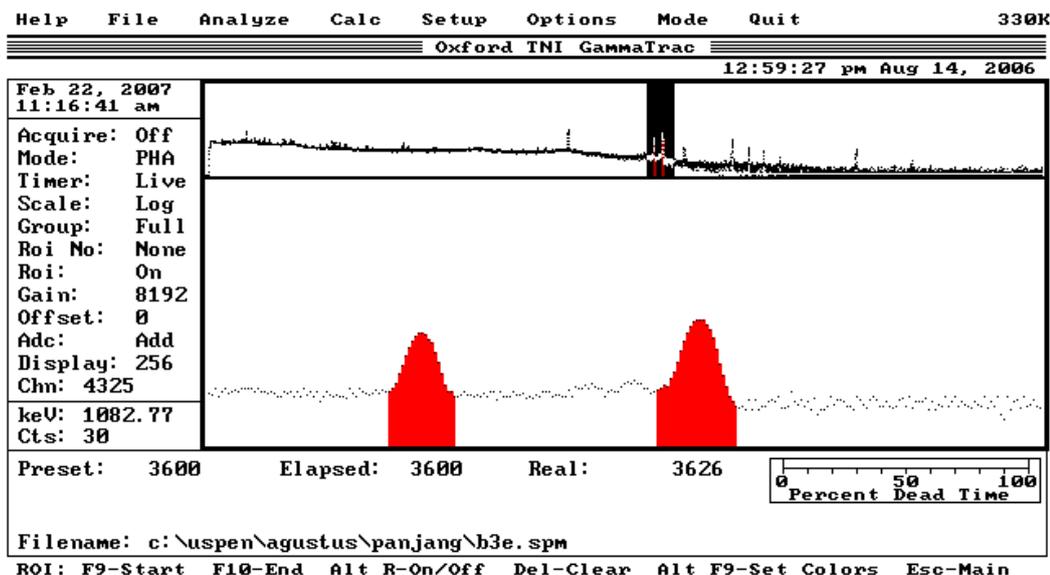
d). Pencacahan

Pencacahan cuplikan dengan perangkat spektroskopi sinar- γ segera dilakukan untuk analisis unsur-unsur dengan waktu paro pendek. Untuk unsur dengan waktu paro sedang setelah mengalami pendinginan selama (1 – 2) hari, baru dilakukan pencacahan. Dan waktu paro panjang setelah pendinginan (5 hari – 7 hari), kemudian dilakukan pencacahan. Data yang diperoleh dengan format *file.ASC* untuk dapat dianalisis dengan perangkat lunak PASAN-K.

e). Pengolahan Data

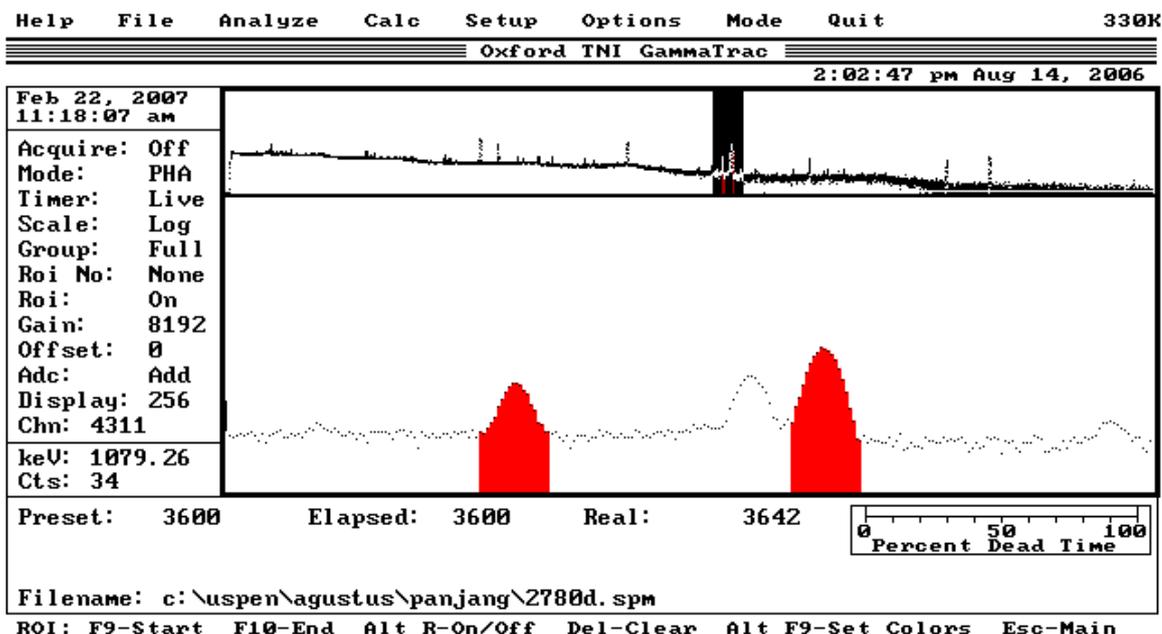
Pengolahan data hasil pencacahan cuplikan bahan acuan standar pasca iradiasi meliputi analisis kualitatif dan kuantitatif.

Analisis kualitatif. Analisis kualitatif bertujuan untuk menentukan banyaknya unsur yang terkandung dalam cuplikan dan bahan acuan standar. Setelah dilakukan kalibrasi energi spektrum gamma maka akan diperoleh parameter energi berupa luas daerah puncak foto seperti ditunjukkan pada Gambar 2 berikut.



Gambar 2. Luas daerah puncak foto dari spektrum sinar- γ cuplikan teriradiasi. Dengan diketahuinya energi tiap puncak foto dan dicocokkan dengan pustaka nuklida, maka dapat diketahui bahwa puncak foto yang terdeteksi berasal dari pancaran sinar gamma yang berasal dari nuklida tertentu.

Analisis kuantitatif. Analisis kuantitatif bertujuan untuk menentukan kuantitas dari unsur-unsur yang terkandung dalam cuplikan dengan metode perbandingan (komparatif) antara spektrum cuplikan dan standar dari unsur-unsur yang akan dianalisis^[5]. Spektrum sinar gamma dari bahan acuan standar SRM 2780 ditunjukkan seperti pada Gambar 3.



Gambar 3. Spektrum sinar- γ bahan acuan standar SRM 2780

Dengan demikian konsentrasi unsur-unsur dalam cuplikan dapat ditentukan.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Implementasi perangkat lunak PASAN-K telah dilakukan terhadap cuplikan yang datang dari pelanggan Lab. AAN PRSG selama 3 periode, yaitu bulan Agustus, Oktober dan Desember 2006. Dari ketiga periode tersebut secara kebetulan cuplikan yang datang berjenis batuan. Sebagai bahan acuan standar dalam analisis kuantitatif dipergunakan SRM 2780 (*Hard Rock Mine Waste*) yang berasal NIST.

Hasil analisis kuantitatif cuplikan batuan pada bulan Agustus 2006 ditunjukkan seperti pada Tabel 1. Dari hasil analisis menunjukkan bahwa perangkat lunak telah beroperasi dengan baik, terbukti dengan prosen ketidakpastian rata-rata dibawah 10%. Sedangkan 4 data diatas 10% biasanya dikarenakan waktu pencacahan kurang lama. Akan tetapi untuk cuplikan B3C pada nuklida K-42 masih *acceptable*, karena setelah ditelusur ke hasil pencacahan pada puncak tersebut menunjukkan hasil yang baik dan dengan tingkat kesalahan yang masih dibawah 10% yaitu 7,3%. Sedangkan untuk cuplikan B3E pada nuklida Hf-181, Ba-131, dan Cr-51 memang hasil pencacahan pada masing-masing puncak tersebut mempunyai tingkat kessalahan diatas 13 %.

Tabel 1. Hasil analisis kuantitatif cuplikan batuan pada bulan Agustus 2006

Kode Cuplikan	Nuklida	Konsentrasi (µg/g)	Ketidakpastian	
			(µg/g)	(%)
B3A	Mn-56	499,89	8,85	1,77
	Na-24	12.422,57	58,44	0,47
	K-42	36.128,70	2.759,27	7,64
B4A	Mn-56	601,33	19,33	3,21
	Na-24	13.152,45	69,22	0,53
B3C	Se-81m	7,65	0,32	4,21
	K-42	34.183,29	3.784,31	11,07
B4C	Se-81m	3,17	0,33	10,46
B3E	Hf-181	4,02	0,60	14,82
	Ba-131	761,76	132,14	17,35
	La-140	25,39	0,88	3,47
	Cr-51	59,71	8,76	14,68
	Fe-59	63.674,83	31,82	0,05
	Sc-46	17,16	0,12	0,73
	Ce-141	50,08	2,53	5,06
B4E	Pa-233	3,72	0,23	6,30
	La-140	15,08	0,60	3,95
	Fe-59	97.089,18	29,96	0,03
	Sc-46	15,11	0,11	0,73
	Ce-141	31,73	1,76	5,56

Dari hasil analisis kuantitatif cuplikan batuan pada bulan Oktober 2006 ditunjukkan seperti pada Tabel 2. Hasil analisis menunjukkan bahwa prosen ketidakpastian rata-rata dibawah 10%. Ada satu nuklida yang tidak *acceptable*, yaitu Sb-122 pada cuplikan B7D dengan ketidakpastian 16,37%. Pencacahan pada puncak nuklida tersebut memang kecil, hal ini dikarenakan waktu cacah yang kurang lama.

Tabel 2. Hasil analisis kuantitatif cuplikan batuan pada bulan Oktober 2006

Kode Cuplikan	Nuklida	Konsentrasi (µg/g)	Ketidakpastian	
			(µg/g)	(%)
B5A	Mn-56	794,58	35,82	4,51
	V-52	1.276,34	103,36	8,10
	Al-28	1.312.136,28	94.908,36	7,23
B7A	Mn-56	686,89	31,07	4,52
	V-52	164,90	14,42	8,75
	Al-28	33.065,12	2.535,14	7,67
B5E	Na-24	1.602,05	86,67	5,41
B6E	As-76	45,46	4,47	9,84
	Na-24	328,29	25,74	7,84
B7E	As-76	24,67	2,50	10,14
	Na-24	143,35	11,75	8,20
B5D	Fe-59	648.281,31	35.410,04	5,46
	Na-24	5.086,77	360,59	7,09
B6D	Fe-59	700.846,15	38.272,32	5,46
	Sb-122	2,97	0,28	9,56
	Na-124	360,13	35,10	9,75
B7D	Fe-59	712.096,79	38.923,72	5,47
	Sb-122	1,93	0,32	16,37
	Sc-46	2,83	0,24	8,60

Yang terakhir adalah analisis kuantitatif cuplikan batuan pada bulan Desember 2006 ditunjukkan seperti pada Tabel 3. Hasil analisis menunjukkan bahwa nuklida teranalisis pada bulan tersebut semua *acceptable*.

Tabel 3. Hasil analisis kuantitatif cuplikan batuan pada bulan Desember 2006

Kode Cuplikan	Nuklida	Konsentrasi (µg/g)	Ketidakpastian	
			(µg/g)	(%)
B8A	Mn-56	2.147,35	63,55	2,96
B8C	W-187	29,40	1,38	4,68
B8E	W-187	37,79	1,23	3,25
	Sb-122	72,36	1,57	2,17
	Ag-110m	63,83	5,76	9,02
	Fe-59	463.081,79	135,69	0,03
	Sb-124	53,98	1,32	2,44

Dari ketiga periode analisis tersebut diatas nilai konsentrasi yang mempunyai kisaran ribuan sebenarnya adalah prosen. Seperti Sodium, Potasium, Besi, dan Aluminium, nilainya diatas ribuan, sehingga untuk dijadikan prosen nilai tersebut dibagi dengan bilangan 10.000 (sepuluh ribu). Kalau diperhatikan kandungan unsur dalam cuplikan pelanggan Lab. AAN tersebut adalah unsur logam, dengan demikian dapat ditarik kesimpulan bahwa cuplikan tersebut mengandung unsur logam yang besar.

Dalam pelaksanaan implementasi perangkat lunak PASAN-K menunjukkan bahwa dari ketiga periode analisis cuplikan pelanggan mengandung unsur-unsur besar sebagai berikut:

- Pada bulan Agustus unsur terbesar adalah Besi dengan nilai $\pm 9\%$.
 - Pada bulan Oktober Aluminium $> 30\%$, dan Besi $> 50\%$
- Pada bulan Desember Besi $> 35\%$.

KESIMPULAN

Dari uraian-uraian yang dikemukakan dapat disimpulkan bahwa :

- Perangkat lunak PASAN-K telah dapat berfungsi
- Terdapat kelemahan dalam pengolahan data
- Perlu dilakukan perbaikan agar pengolahan data dalam mengakses data dapat lebih cepat

DAFTAR PUSTAKA

1. SRI WARDANI, M. DHANDHANG PURWADI, AMIR HAMZAH, " Pengembangan Sistem Perangkat Pemantauan Pencemaran Lingkungan Berbasis Analisis Pengaktifan Neutron", Laporan RUT VII, 2001.
2. SUNARKO, SRI WARDANI, "Evaluasi Sensitivitas, Presisi dan Akurasi Software Komparatif", Prosiding Hasil-hasil Penelitian P2TRR Tahun 2005.
3. SRI WARDANI, "LAPORAN RISET UNGGULAN TERPADU VII BIDANG TEKNOLOGI PERLINDUNGAN LINGKUNGAN", Kementerian Riset dan Teknologi, Lembaga Ilmu Pengetahuan Indonesia, 2002.
4. IAEA-TECDOC-564, " *Practical Aspects Of Operating A Neutron Activation Analysis Laboratory*", A Technical Document Issued by The IAEA, Viena, 1990.
5. SRI WARDANI, TH. RINA M, SUNARKO, E.RATNAWATI, "Evaluasi Metode AAN Komparatif dan Kayzero Untuk Analisis Cuplikan Lingkungan", Tri Dasa Mega, Jurnal Teknologi Reaktor Nuklir, ISSN 1411 – 240X, Vol. 5, No.2 Juni 2003.
6. M. DHANDHANG PURWADI, "Petunjuk Pemakaian Program Analisis Spektrum Aktivasi Neutron Komparatif (PASAN-K)", Laporan RUT VII, 2001.