

# LAPORAN TEKNIS

PTAPB- ...../2011

## REVITALISASI SPEKTROMETER MASSA

Djoko S. P., Imam Prayogo, Dewita, Rakis Ismanto, M. Rosyid, Wagirin

PUSAT TEKNOLOGI AKSELERATOR DAN PROSES BAHAN  
BADAN TENAGA NUKLIR NASIONAL

# LAPORAN TEKNIS

PTAPB- ...../2011

## REVITALISASI SPEKTROMETER MASSA

Djoko S. P., Imam Prayogo, Dewita, Rakis Ismanto, M. Rosyid, Wagirin

Mengetahui/Menyetujui	
Kepala Balai Elektromekanik	Kepala PTAPB
<u>Drs. Djoko S. Pudjorahardjo</u> Tanggal .....	<u>Dr. Ir. Widi Setiawan</u> Tanggal .....

## REVITALISASI SPEKTROMETER MASSA

Djoko S.P., Imam Prayogo, Dewita, Rakis Ismanto, M. Rosyid, Wagirin  
Pusat Teknologi Akselerator dan Proses Bahan, BATAN

### ABSTRAK

**REVITALISASI SPEKTROMETER MASSA.** Revitalisasi spektrometer massa Ion Instrument tipe 900A sedang dilakukan di PTAPB sejak tahun 2010 dan direncanakan selesai tahun 2012. Sasaran akhir kegiatan revitalisasi adalah dapat dioperasikannya kembali spektrometer massa Ion Instrument tipe 900A untuk analisis massa unsur-unsur berat, terutama unsur uranium untuk mendukung program kerjasama PTAPB dengan PTBN dalam bidang teknologi bahan bakar reaktor untuk menentukan isotop-isotop  $U^{234}$ ,  $U^{235}$ ,  $U^{236}$  dan  $U^{238}$ . Sedangkan sasaran kegiatan tahun 2011 adalah dapat ditingkatkannya kevakuman spektrometer massa sampai orde  $10^{-7}$  torr dan dapat difungsikannya kembali sumber ion. Untuk mencapai sasaran kegiatan tersebut maka pada tahun 2011 dilakukan kegiatan-kegiatan: perawatan/perbaikan sistem vakum dan sumber ion, serta pengecekan magnet pembelok sebagai analisator ion dan elektrometer atau *current amplifier* sebagai pengukur arus ion. Revitalisasi spektrometer massa merupakan bagian dari Sub Kegiatan Revitalisasi dan Pendayagunaan Fasilitas Litbang Iptek Nuklir yang didanai dari DIPA PTAPB tahun 2011.

## PENDAHULUAN

Pusat Teknologi Akselerator dan Proses Bahan (PTAPB) merupakan salah satu Satker di BATAN yang mempunyai tugas melaksanakan penelitian dan pengembangan dalam lingkup teknologi akselerator dan fisika nuklir serta kimia dan teknologi proses bahan industri nuklir sebagaimana diatur dalam SK Kepala BATAN No. 392/KA/XI/2005 tentang Organisasi dan Tata Kerja BATAN. Untuk dapat melaksanakan tugas tersebut PTAPB didukung dengan sumber daya yang memadai terdiri dari sumber daya manusia (SDM), sarana dan prasarana (peralatan dan lain-lain) serta sumber daya finansial.

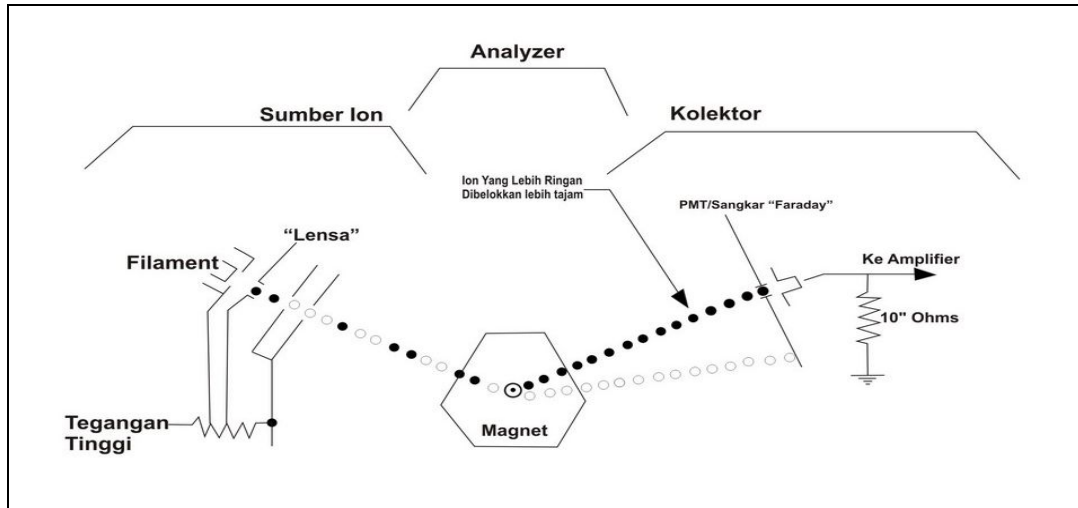
Diantara sarana dan prasarana yang dimiliki PTAPB saat ini adalah peralatan spektrometer massa. Ada 2 buah spektrometer massa di PTAPB, salah satunya adalah spektrometer massa Ion Instrument tipe 900A dibeli sekitar tahun 1980. Spektrometer massa tersebut adalah jenis spektrometer massa termoionisasi yang digunakan untuk analisis isotop unsur berat misalnya uranium (isotop  $U^{234}$ ,  $U^{235}$ ,  $U^{236}$  dan  $U^{238}$ ). Spektrometer massa tersebut sudah cukup lama tidak berfungsi karena beberapa komponennya dalam kondisi rusak. Padahal alat tersebut sangat potensial dalam rangka mendukung pelaksanaan tugas PTAPB. Oleh karena itu maka perlu dilakukan revitalisasi agar spektrometer massa tersebut dapat difungsikan kembali.

Revitalisasi spektrometer massa Ion Instrument sudah dimulai sejak tahun 2010, direncanakan selesai selama 3 tahun (sampai dengan tahun 2012). Tidak ada dana khusus untuk revitalisasi pada tahun 2010. Anggaran yang digunakan untuk kegiatan revitalisasi pada tahun 2010 diambilkan dari dana perawatan dan penyelenggaraan laboratorium yang jumlahnya sangat terbatas. Oleh karena itu kegiatan yang dilakukan tidak banyak, yaitu hanya perawatan pompa rotary dan difusi (penggantian oli), perbaikan sistem sirkulasi air pendingin pompa difusi dan magnet pembelok, perbaikan catudaya pompa ionik, perbaikan genset dan perbaikan pendingin ruangan spektrometer massa dengan dana yang terserap sekitar Rp 55.000.000,-

Pada tahun 2011 PTAPB mendapatkan dana khusus yang cukup besar untuk revitalisasi spektrometer massa, dimana revitalisasi spektrometer massa merupakan subkomponen dari komponen Revitalisasi dan Pendayagunaan Fasilitas Litbang Iptek Nuklir. Dengan demikian selain dapat digunakan untuk perbaikan dan perawatan komponen-komponen spektrometer massa yang rusak, dana tersebut juga dialokasikan untuk pengadaan peralatan, termasuk peralatan sistem akuisisi data dan kendali untuk komputerasi spektrometer massa Ion Instrument tipe 900A.

## SPEKTROMETER MASSA ION INSTRUMENT 900A

Spektrometer massa Ion Instrument tipe 900A adalah spektrometer massa jenis termoionisasi, dimana ion-ion dari sampel yang akan dianalisis diproduksi di dalam sumber ion tipe termal. Secara skema spektrometer massa termoionisasi ditunjukkan pada Gambar 1.



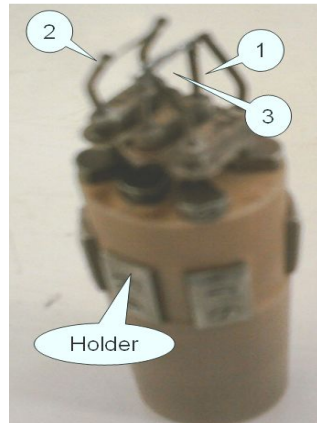
Gambar 1. Skema spektrometer massa tipe termoionisasi

Bagian-bagian utama spektrometer massa Ion Instrument tipe 900A terdiri dari:

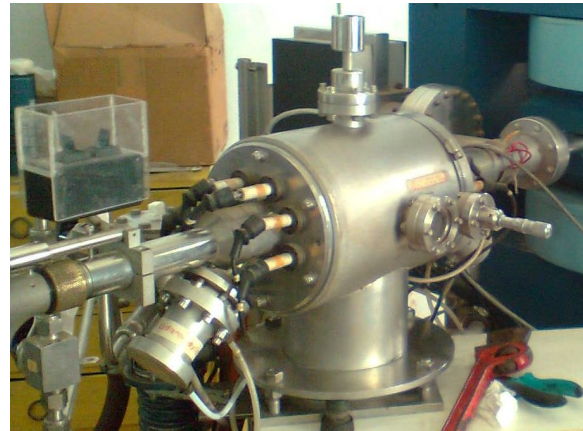
### 1. Sumber Ion:

Sumber ion berfungsi untuk menghasilkan ion-ion dari unsur yang akan dianalisis dengan spektrometer massa. Jenis sumber ion pada spektrometer massa ini adalah sumber ion termal dengan 3 buah filamen rhenium, yaitu 1 buah filamen ditengah sebagai *electron emitter* yang akan mengionisasi cuplikan secara tumbukan elektron dan 2 buah filamen dibagian samping sebagai *sample evaporator*. Ketiga filamen tersebut terpasang di sumber ion dengan menggunakan *filament holder* (Gambar 2a). *Filamen holder* sumber ion terinstal di dalam ruang sumber ion spektrometer massa yang divakumkan hingga  $10^{-7}$  torr. (Gambar 2b).

Untuk mengoperasikan sumber ion tersebut maka terdapat modul catu daya arus filamen (*filament power supply*) yang mensuplai arus pada 3 filamen tersebut di atas, dan modul pengendali berkas ion (*beam control*) yang mengendalikan atau mengatur berkas ion yang keluar dari sumber ion (pemfokusan, penyimpangan, dll).



Gambar 2a. *Filament holder* sumber ion



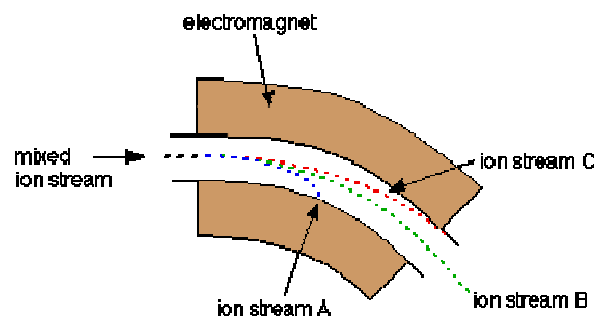
Gambar 2b. Ruang sumber ion spektrometer massa

## 2. Magnet Pembelok/Analisisor Ion

Magnet pembelok/analisisor ion berfungsi untuk membelokkan ion-ion yang berasal dari sumber ion dan kemudian melewati magnet pembelok. Pembelokan ion oleh medan magnet pembelok tergantung pada:

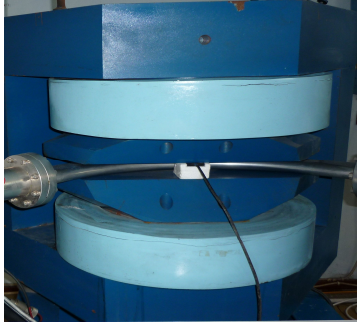
- Kuat medan listrik yang mempercepat ion ketika keluar dari sumber ion: makin besar potensial listrik yang digunakan, makin besar kecepatan ion dan makin kecil pembelokan.
- Kuat medan magnet: makin kuat medan magnet, makin besar pembelokan ion.
- Massa ion: makin besar massa ion, makin kecil pembelokan ion.
- Muatan ion: makin besar muatan ion, makin besar pembelokan ion.

Untuk kuat medan listrik pemercepat ion dan kuat medan magnet pembelok yang tertentu besarnya, maka pembelokan ion hanya ditentukan oleh massa ion dan muatan ion. Dalam spektrometer massa lazim digabungkan menjadi faktor perbandingan massa/muatan ion yang diberi symbol  $m/z$  atau  $m/e$ . Ion-ion yang berbeda akan dibelokkan secara berbeda pula oleh medan magnet pembelok (Gambar 3)



Gambar 3. Pembelokan ion-ion yang berbeda oleh magnet pembelok spektrometer massa

Magnet pembelok spektrometer massa Ion Instrument 900A adalah elektromagnet, dimana arus magnet disuplai oleh suatu modul catu daya arus magnet (40 V/50 A). Medan magnet pembelok dikendalikan dengan sebuah modul pengendali medan magnet (*field controller*) seperti ditampilkan pada Gambar 4.



Gambar 4a. Magnet pembelok (tampak depan)



Gambar 4b. Saluran air dari *chiller* untuk pendingin magnet (kuning *input*, hitam *output*)

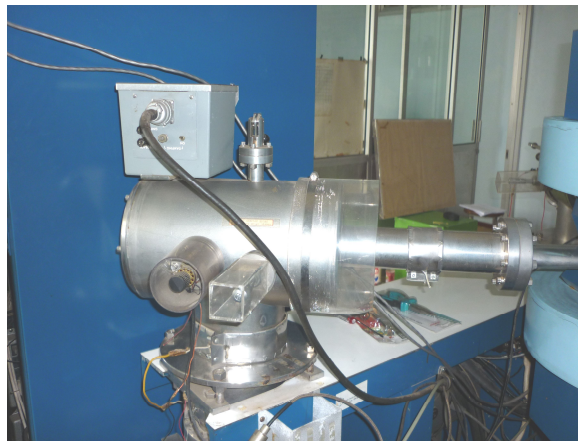


Gambar 4c. Modul catu daya arus magnet pembelok dan modul pengendali medan magnet pembelok

### 3. Detektor Ion

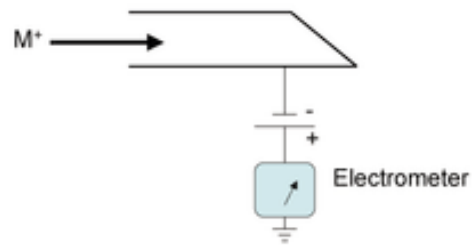
Detektor ion pada spektrometer massa berfungsi untuk mendeteksi dan mengukur ion-ion yang setelah pembelokan ion dapat lolos masuk ke celah detektor ion. Contoh pada Gambar 2, ion-ion B adalah yang lolos sampai ke celah detektor. Ion-ion lainnya akan menumbuk dinding dan menjadi netral. Selanjutnya ion-ion yang sudah netral tersebut akan terhisap keluar dari spektrometer massa oleh sistem vakum.

Pada spektrometer massa Ion Instrument 900A ada 2 jenis detektor ion yaitu Faraday Cup dan Photo Multiplier Tube (PMT). Namun hanya detektor Faraday Cup yang masih berfungsi. Kedua detektor ion tersebut terletak di dalam ruang detektor ion (setelah magnet pembelok) seperti ditunjukkan pada Gambar 5.



Gambar 5. Ruang detektor ion spektrometer massa

Detektor Faraday cup pada dasarnya adalah mangkuk yang terbuat dari bahan logam untuk menangkap partikel bermuatan (ion) di dalam vakum. Bila suatu ion menumbuk logam maka pada logam akan timbul muatan yang kemudian dapat dilucuti (*discharge*) dan arusnya dapat diukur menggunakan elektrometer (Gambar 6). Arus yang terukur sebanding dengan jumlah ion yang menumbuk logam. Sedangkan ion yang menumbuk logam menjadi netral karena menerima elektron dari logam.



Gambar 6. Prinsip kerja detektor Faraday cup

#### 4. Sistem Vakum

Sistem vakum mempunyai peranan yang sangat penting dalam spektrometer massa, karena kevakuman tinggi (minimal  $10^{-7}$ -  $10^{-8}$  torr) merupakan persyaratan yang harus dipenuhi untuk pengoperasian spektrometer massa. Sistem vakum pada spektrometer massa Ion Instrument 900A terdiri dari 2 pompa vakum rotari (merk ALKATEL dan EDWARDS), 1 pompa vakum difusi dan 3 pompa vakum ionik (Gambar 7)



Gambar 7a. Pompa rotari ALKATEL (kiri) dan EDWARDS (kanan)



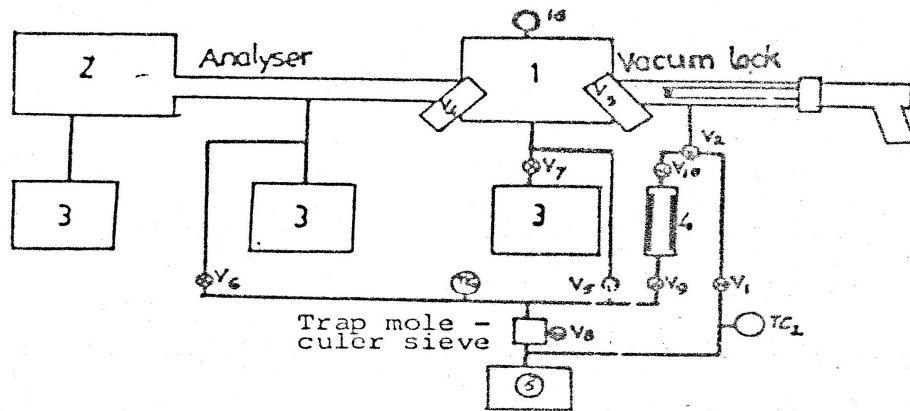
Gambar 7b. Pompa difusi CVC



Gambar 7c. Pompa ionik

Pompa vakum rotari digunakan untuk memvakumkan spektrometer massa hingga tingkat kevakuman  $10^{-3}$  torr, kemudian pompa vakum difusi hingga tingkat kevakuman  $10^{-5}$  torr dan terakhir pompa vakum ionik hingga tingkat kevakuman  $10^{-8}$  torr. Posisi masing-masing pompa pada spektrometer massa secara skema ditampilkan pada Gambar 8.





Gambar 8. Skema sistem vakum pada spektrometer massa ION INSTRUMENT.  
 1= Ruang sumber ion, 2= Ruang detektor ion, 3= pompa vakum ionik,  
 4= pompa vakum difusi, 5= pompa vakum rotari,  $V_1 - V_{10}$  = valve

## TATA KERJA

Kegiatan revitalisasi spektrometer massa tahun 2011 meliputi:

1. Perawatan dan perbaikan sistem vakum, meliputi:
  - Perawatan pompa-pompa vakum rotari, difusi dan ionik
  - Pengecekan semua komponen vakum (seal, selang, sambungan-sambungan, dll)
  - Perbaikan pirani vacuum gauge dan ion tube CVC tipe GIC-048-2
  - Perbaikan *chiller* sebagai pendingin air untuk sistem pendingin pompa difusi
  - Pengadaan 1 buah pompa vakum rotari merk EDWARDS 1 PK
2. Pembuatan catu daya filamen sumber ion, meliputi:
  - Gambar ulang dan revisi rangkaian elektronik catu daya filamen sumber ion
  - Pembuatan lay out PCB, pemesanan PCB dan pengadaan komponen.
  - Perakitan komponen pada PCB
  - Pengujian rangkaian catu daya filamen sumber ion.
3. Pengecekan, perawatan dan perbaikan sistem magnet pembelok, meliputi:
  - Pengecekan, perawatan dan perbaikan modul catu daya arus magnet pembelok.
  - Pengecekan, perawatan dan perbaikan modul pengatur/pengendali medan magnet pembelok.
4. Pengecekan sistem deteksi ion, meliputi:
  - Pengecekan elektrometer (*current amplifier*)
  - Pengecekan tegangan Faraday cup
5. Pengadaan sistem akuisisi data

## HASIL DAN PEMBAHASAN

### 1. Perawatan dan Perbaikan Sistem Vakum.

Perawatan dan perbaikan sistem vakum dilakukan untuk peningkatan tingkat kevakuman spektrometer massa sehingga dapat mencapai tingkat kevakuman untuk operasi spektrometer massa yaitu  $10^{-7}$  -  $10^{-8}$  torr. Untuk itu telah dilakukan beberapa kegiatan meliputi:

#### a. Perawatan pompa-pompa vakum rotari, difusi dan ionik:

- Pada pompa-pompa vakum rotari EDWARDS dan ALKATEL telah dilakukan pembersihan kotoran pada tempat minyak pelumas (oli) pompa dan penggantian minyak pelumas dengan oli ADIXEN A-120. Hasil tes pemvakuman setelah penggantian minyak pelumas pompa rotari ditampilkan pada Tabel 1.

Tabel 1. Hasil tes pemvakuman dengan pompa rotari sebelum dan sesudah penggantian minyak pelumas

No	Lama pemompaan (menit)	Tekanan (torr) sebelum penggantian minyak pelumas	Tekanan (torr) sesudah penggantian minyak pelumas
1	10	$6 \times 10^{-2}$	$2 \times 10^{-2}$
2	20	$2 \times 10^{-2}$	$8 \times 10^{-3}$
3	30	$8 \times 10^{-3}$	$2 \times 10^{-3}$
4	45	$5 \times 10^{-3}$	$1 \times 10^{-3}$
5	60	$1 \times 10^{-3}$	$5 \times 10^{-4}$

- Pada pompa vakum difusi CVC telah dilakukan pembersihan tempat minyak pelumas dengan benzena ( $C_6H_6$ ) dan penggantian minyak pelumas pompa dengan Santovac 5, perbaikan *chiller* sebagai sistem pendingin pompa difusi yaitu dengan penggantian selang air pendingin, penggantian pompa air dengan pompa air merk SHIMITZU dan perbaikan pompa air yang lama merk SANSO sebagai cadangan. Kerusakan pompa air yang lama adalah *spool* terbakar sehingga dilakukan penyepulan (*spooling*) kembali. Hasil tes pemvakuman setelah perawatan dan penggantian minyak pelumas pompa difusi ditampilkan pada Tabel 2.

Tabel 2. Hasil tes pemvakuman setelah dilakukan perawatan pompa vakum difusi

	Lama pemompaan (menit)	Tekanan (torr)	Keterangan
1	60	$5 \times 10^{-4}$	Pompa difusi dioperasikan setelah pompa rotari mencapai kevakuman $10^{-3}$ torr
2	80	$2 \times 10^{-4}$	
3	100	$8 \times 10^{-5}$	
4	150	$5 \times 10^{-5}$	
5	180	$2 \times 10^{-5}$	

- Pada pompa vakum ionik telah dilakukan perawatan dengan pengecekan konektor sambungan pompa vakum ionik 1, 2 dan 3. Pengoperasiannya tidak bersamaan tetapi pompa vakum ionik 1 dioperasikan terlebih dahulu, setelah kevakuman mencapai  $4 \times 10^{-8}$  torr, pompa vakum ionik 2 dan 3 baru dioperasikan. Hasil tes pemvakuman dengan pompa vakum ionik setelah perawatan ditampilkan pada Tabel 3.

Tabel 3. Hasil tes pemvakuman menggunakan pompa ionik

No	Lama pemompaan (jam)	Tekanan (torr) dengan pompa ionik 1	Tekanan (torr) dengan pompa ionik 2 dan 3	Keterangan
1	1	$6 \times 10^{-5}$	$5 \times 10^{-5}$	Pompa ionik 2 dan 3 dihidupkan setelah pompa ionik 1 mencapai $4 \times 10^{-8}$ torr
2	2	$4 \times 10^{-5}$	$5 \times 10^{-5}$	
3	3	$8 \times 10^{-6}$	$9 \times 10^{-6}$	
4	6	$5 \times 10^{-7}$	$7 \times 10^{-7}$	
5	7	$4 \times 10^{-8}$	$6 \times 10^{-8}$	

**b. Pengecekan semua komponen vakum:**

Pengecekan semua komponen vakum meliputi pengecekan *seal-seal*, selang vakum, sambungan-sambungan, cek kebocoran menggunakan larutan organik methanol. Ternyata terdapat kebocoran akibat keretakan pada pipa penghubung antara pompa ionik 1 dengan sumber ion sehingga kevakuman tidak dapat mencapai  $10^{-5}$  torr. Perbaikan telah dilakukan dengan larutan lem super glue (Gambar 9) dan tes kevakuman dengan pompa ionik 1 setelah perbaikan dapat mencapai  $4 \times 10^{-8}$  torr.



Gambar 9. Perbaikan kebocoran pada pipa penghubung antara pompa ionik 1 dengan ruang sumber ion

**c. Perawatan pirani vacuum gauge dan ion tube CVC tipe GIC-048-2:**

Perawatan *pirani vacuum gauge* dilakukan karena terdapat karat pada membrane kemudian dibersihkan menggunakan *contact cleaner*. Sedangkan pada ion tube GIC-048-2 dilakukan karena diameternya 2 mm lebih besar dari pada dudukannya, sehingga diameter dudukan perlu dibesarkan (Gambar 10).



Gambar 10. Perbaikan ion tube GIC-048-2

**d. Pemasangan trap air**

*Trap air* dipasang antara kompresor dan tangki, yaitu pada selang vakum (*vacuum tubing*) sebelum masuk valve *bellow* no.3 dan 4. Tujuannya adalah untuk mencegah masuknya air dari kompresor ke valve *bellow* no.3 dan 4 sehingga tidak terjadi karat pada valve *bellow* dan valve selenoid tidak macet. Pada Gambar 11 ditampilkan pemasangan trap air dan instalasinya.



Gambar 11a. Trap air dipasang antara kompresor dan tangki



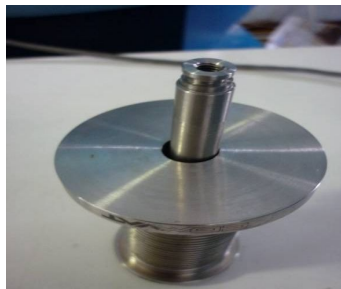
Gambar 11b. Instalasi untuk trap air

**e. Penggantian dan perbaikan valve *bellow***

Valve *bellow* no.4 (penghubung antara ruang sumber ion dengan ruang analisator ion atau magnet pembelok) rusak/sobek akibat tekanan yang kuat dari kompresor, sehingga perlu diganti dengan yang baru. Namun demikian valve *bellow* yang rusak tersebut masih dapat diperbaiki dan sebagai cadangan. Perbaikannya dengan disambung kembali menggunakan lem super glue dan araldite (Gambar 12).



Gambar 12a. Valve *bellow* yang rusak/sobek



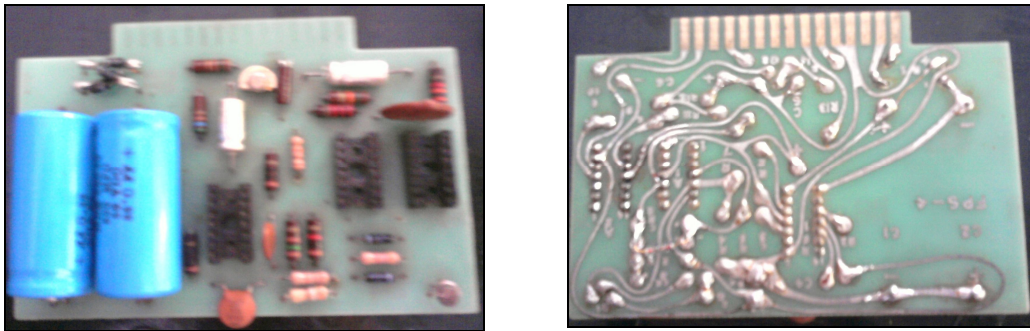
Gambar 12b. Valve *bellow* setelah diperbaiki



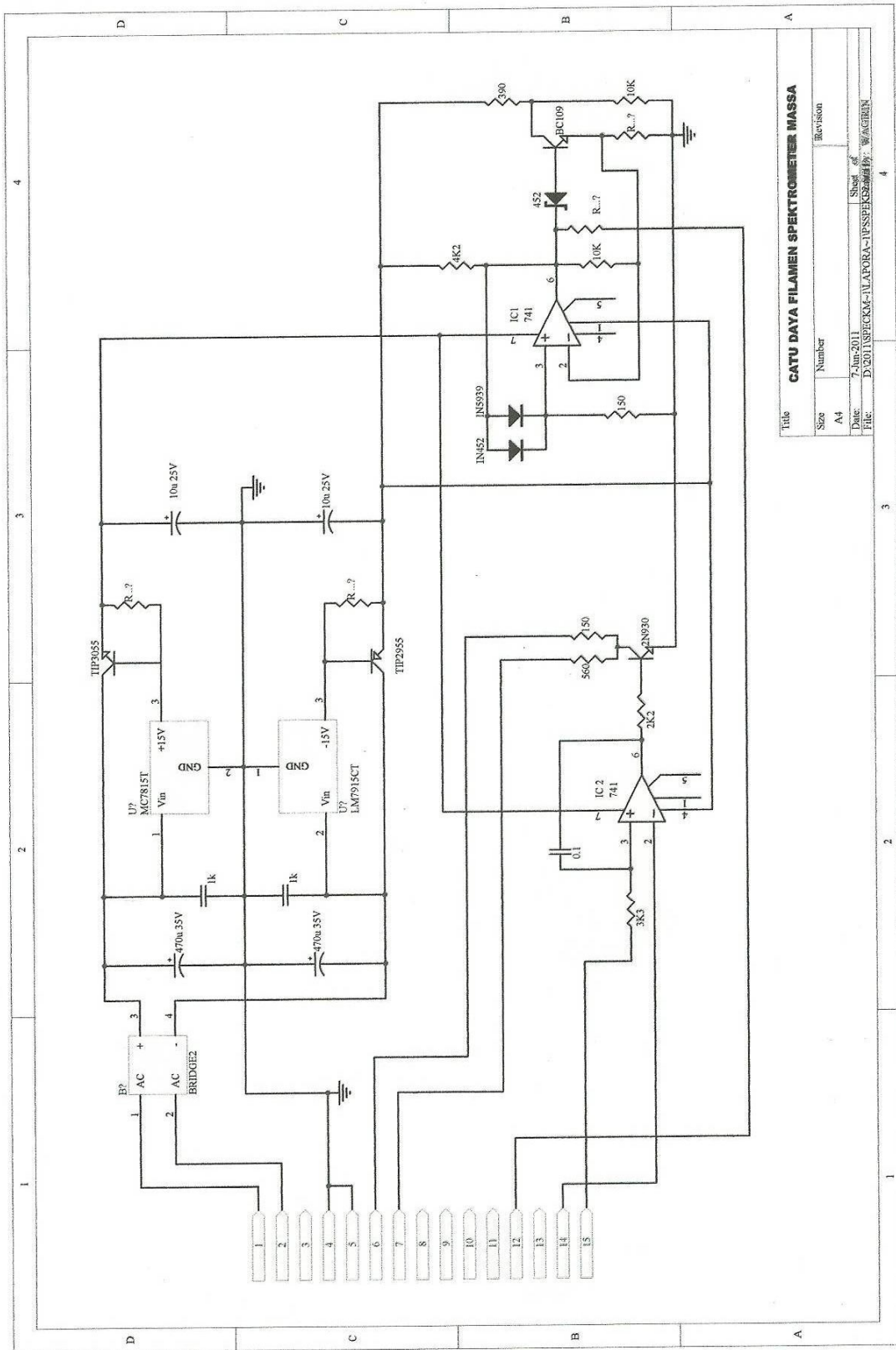
Gambar 12c. Pemasangan valve *bellow* yang baru

## 2. Pembuatan Catu Daya Filamen Sumber Ion

Karena sumber ion mempunyai 3 filamen maka terdapat 3 *board* catu daya filamen. Dari *board* yang masih ada tinggal 2 buah dengan kondisi sebagian komponennya sudah tidak lengkap (Gambar 13) sehingga perlu dibuat 3 *board* baru. Untuk pembuatan *board* baru catu daya filamen terpaksa digambar ulang rangkaian elektronika catu daya filamen karena tidak ada buku manualnya. Ternyata sebagian komponen asli sudah tidak ada dan untuk mencari ganti komponen yang sama dipasaran sangat sulit, sehingga rangkaian elektronika direvisi menggunakan komponen yang ada dipasaran. (Gambar 14). *Layout* PCB dibuat berdasarkan rangkaian elektronika yang telah direvisi (Gambar 15). Hasil *board* yang telah dibuat ditampilkan pada Gambar 16.

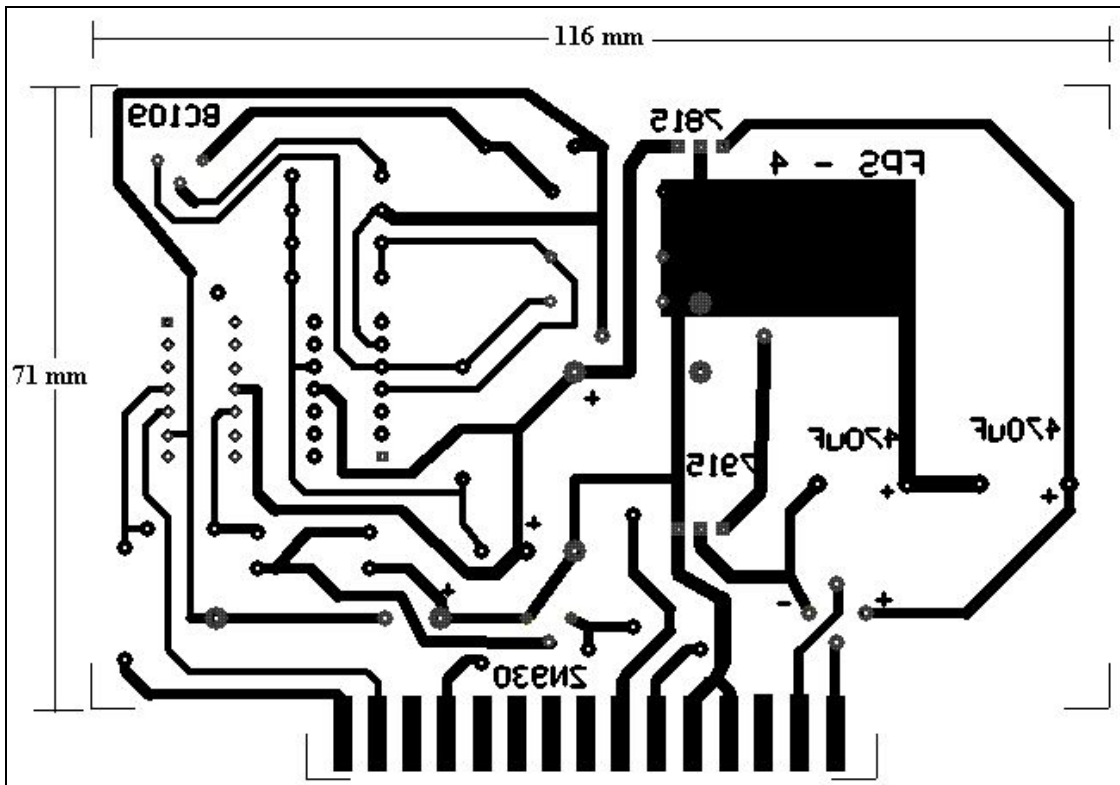


Gambar 13. *Board* asli catu daya filamen sumber ion

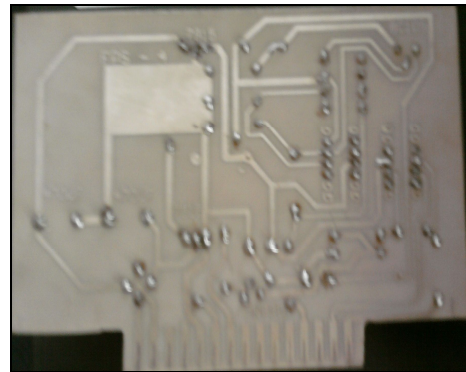
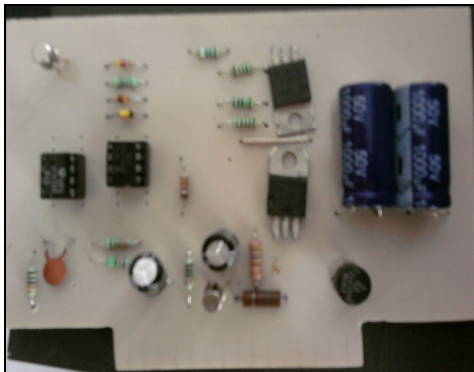


Title			
Size	Number	Revision	
A4			
Date:	7 Jun 2011	Sheet of	
File:	D:\2011\SPICKM-1\AFORA-1\SPICKM-1\WAGREN		

Gambar 14. Gambar rangkaian elektronika catu daya filamen hasil revisi



Gambar 15. *Layout* PCB catu daya filamen



Gambar 16. *Board* catu daya arus filamen sumber ion yang telah dibuat

Pengujian *board* catu daya filamen yang baru dibuat dilakukan secara simulasi menggunakan lampu pijar dan hasilnya ditampilkan pada Gambar 17. Meter arus dan tegangan yang dipasang pada masing-masing *board* menunjukkan adanya arus dan tegangan yang berarti *board* sudah berfungsi.





Gambar 17a. Filamen pinggir (kiri) pada tegangan 8.8 V dan arus 2 A



Gambar 17b. Filamen tengah pada tegangan 9.1 V dan arus 2.2 A



Gambar 17c. Filamen pinggir (kanan) pada tegangan 9V dan arus 2 A

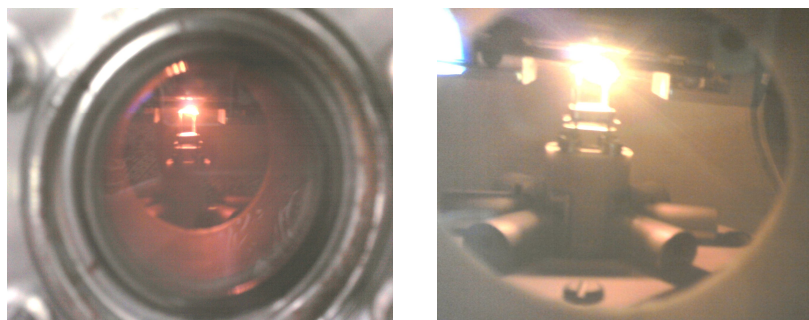
Kemudian dilakukan pengujian menggunakan filamen sumber ion spektrometer massa. Untuk pengujian menggunakan sumber ion, maka arus dan tegangan dari catu daya

filamen di set sebagai berikut: arus untuk filamen pinggir di set lebih kecil (2V, 1A) dari pada arus untuk filamen tengah (5V, 2A) seperti pada Gambar 18.



Gambar 18. *Setting* tegangan dan arus filamen untuk pengujian board catu daya filamen menggunakan sumber ion spektrometer massa

Hasilnya filamen sumber ion dapat menyala seperti ditampilkan pada Gambar 19



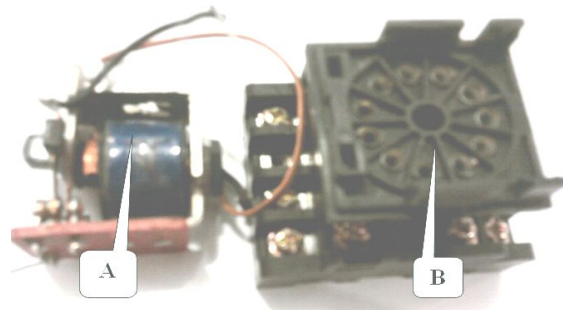
Gambar 19. Filamen sumber ion dapat dinyalakan menggunakan catu daya filamen yang baru dibuat

### 3. Pengecekan, Perawatan dan Perbaikan Sistem Magnet Pembelok

#### a. Pengecekan, Perawatan dan Perbaikan Modul Catu Daya Magnet Pembelok

Pengecekan catu daya arus magnet pembelok perlu dilakukan untuk memastikan apakah catu daya arus magnet pembelok masih berfungsi baik atau tidak. Untuk itu ada beberapa pekerjaan yang telah dilakukan, yaitu:

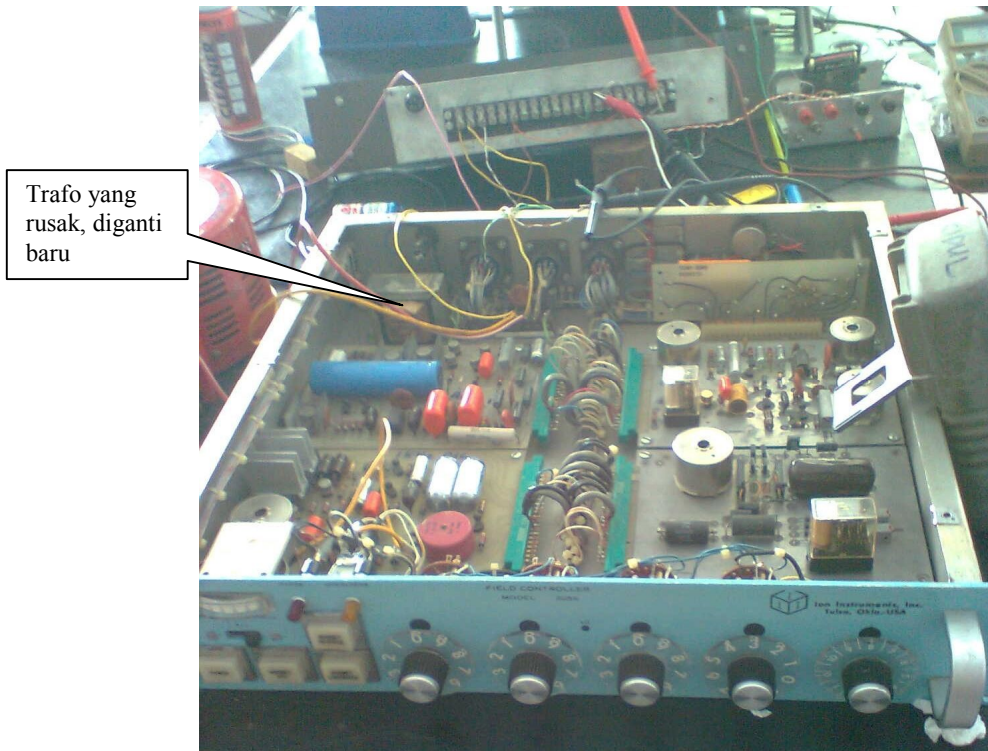
- Membersihkan modul catu daya arus magnet pembelok dari kotoran/debu yang ada.
- Identifikasi bagian-bagian modul, hasilnya modul terdiri dari rangkaian pemutus arus dan bank transistor daya. Modul ini terhubung dengan rangkaian penguat dan pengatur medan magnet.
- Pengecekan catu daya 40 volt DC, hasilnya catu daya masih berfungsi, dimana catu daya dapat mengeluarkan tegangan 40 V DC (tanpa beban). Saat dihubungkan dengan pengatur medan magnet, lampu *interlock* menyala. Setelah ditelusuri ditemukan penyebabnya yaitu *relay* RE3(2) (*drawing* No D05607) pada modul catudaya medan magnet tidak berfungsi/rusak. Telah dicoba untuk diperbaiki dengan menggulung *spool* nya tetapi tidak berhasil (jika dioperasikan terus menerus menjadi panas).
- Kemudian diganti dengan *relay* baru (AC,110V,16 A) yang dimodifikasi, yaitu soket dan cover dari *relay* baru tidak digunakan tetapi menggunakan soket dan cover dari relay yang rusak (Gambar 20). Hasilnya setelah relay diganti maka lampu *interlock* dapat padam dan catu daya arus magnet pembelok dapat berfungsi baik.



Gambar 20. Relay RE(2) yang rusak (A) dan soket relay baru yang tak terpakai (B)

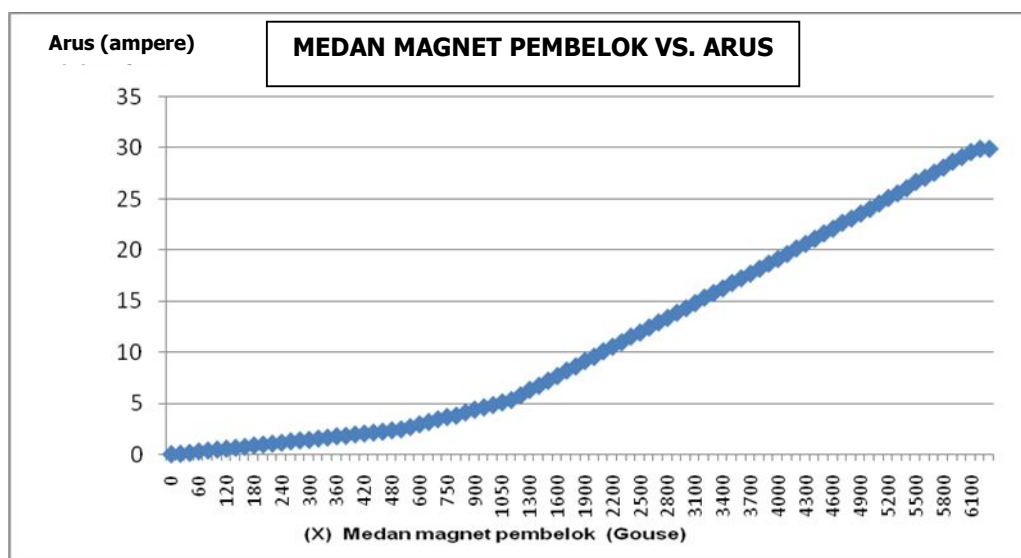
#### b. Pengecekan dan Perbaikan Modul Pengendali Medan Magnet Pembelok

Besar medan magnet pembelok pada spektrometer massa ditentukan oleh arus pada kumparan elektromagnet pembelok. Pengaturan (*setting*) dan pengendalian (*controlling*) medan magnet pembelok dilakukan dengan modul pengendali medan magnet (*field controller*). Ketika dilakukan pengecekan modul pengendali tersebut ternyata terdapat kerusakan pada beberapa komponen yaitu trafo dan transistor FET (Gambar 21).

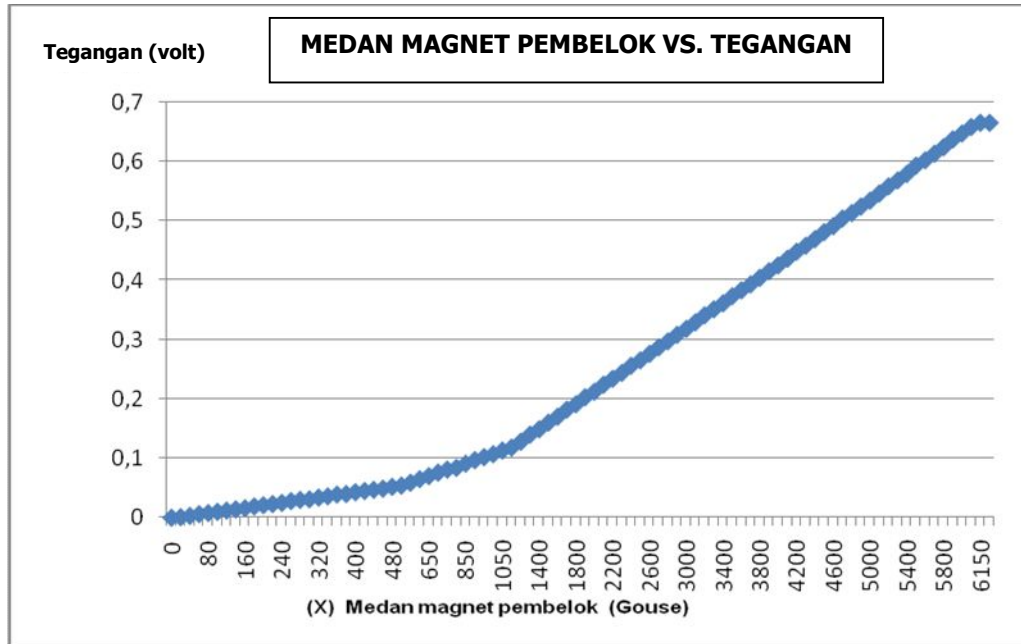


Gambar 21. Pengecekan modul pengendali medan magnet pembelok

Setelah dilakukan penggantian komponen yang rusak maka modul pengendali medan magnet dapat berfungsi kembali dengan baik. Hasil pengujian modul setelah perbaikan ditampilkan pada Gambar 22 sebagai grafik arus vs. medan magnet dan pada Gambar 23 sebagai grafik tegangan vs. medan magnet



Gambar 22. Grafik arus (A) vs. medan magnet (gauss)



Gambar 23. Grafik tegangan (volt) vs. medan magnet (gauss)

Baik dari grafik arus vs. medan magnet maupun grafik tegangan vs. medan magnet menunjukkan bahwa modul pengendali medan magnet pembelok sudah berfungsi baik. Medan magnet maksimum adalah 6100 gauss; menurut perhitungan untuk isotop uranium medan magnet yang diperlukan adalah 5625 gauss sedangkan untuk isotop rhenium (bahan filamen sumber ion) adalah 4560 gauss.

#### 4. Pengecekan Sistem Deteksi Ion

##### a. Pengecekan Elektrometer (*Current Amplifier*)

Elektrometer atau *current amplifier* pada spektrometer massa digunakan sebagai alat ukur arus ion yang “tertangkap” detektor ion yang secara skematis telah ditampilkan pada Gambar 6. Elektrometer yang terpasang pada spektrometer massa Ion Instrument 900A seperti yang ditampilkan pada Gambar 24.



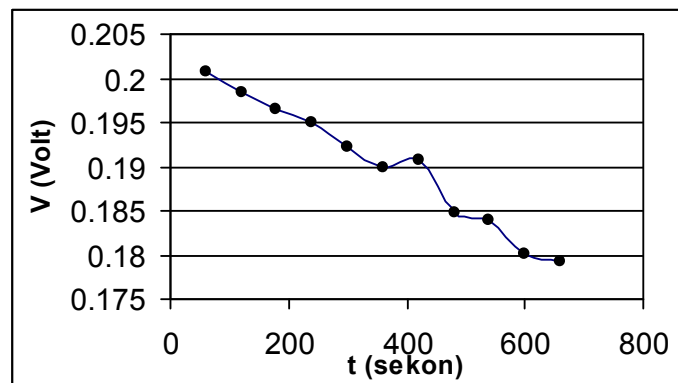
Gambar 24a. Elektrometer pada *current mode*



Gambar 24b. Elektrometer pada *voltage mode*

Elektrometer dapat dioperasikan pada *current mode*, *charge mode* atau *voltage mode* tergantung besaran apa yang akan kita ukur dari ion yang terdeteksi. Bila kita akan mengukur arus ion, maka kita pilih pada *current mode*.

Pengecekan dimaksudkan untuk memastikan apakah elektrometer tersebut masih berfungsi baik atau tidak. Pengecekan dilakukan dengan mengikuti metode yang tertulis pada buku manual yaitu metode pengecekan operasional elektrometer secara cepat (*quick test*). Hasil pengecekan elektrometer yang telah dilakukan ditampilkan pada Gambar 25 sebagai grafik tegangan elektrometer vs. waktu.



Gambar 25. Grafik tegangan elektrometer vs. waktu

Dengan diperolehnya data seperti pada grafik tersebut di atas, maka berarti elektrometer masih dapat berfungsi dan dapat digunakan sebagai alat ukur arus ion pada spektrometer massa

#### **b. Pengecekan Tegangan Faraday Cup**

Faraday cup merupakan salah satu detektor ion yang terdapat pada spektrometer massa Ion Instrument 900A. Untuk memastikan apakah detektor ini masih berfungsi atau tidak, salah satunya adalah dengan pengecekan tegangan pada Faraday cup. Pada pengukuran tegangan detektor Faraday cup diperoleh tegangan (-) 110 volt yang sesuai dengan kondisi dimana untuk menangkap ion positif diperlukan tegangan yang negatif (lihat Gambar 6).

### **5. Pengadaan Sistem Akuisisi Data**

Pengadaan sistem akuisisi data dimaksudkan untuk pengembangan spektrometer massa Ion Instrument 900A menjadi spektrometer massa yang *computerized*. Tahun 2011

hanya dilakukan pengadaan beberapa peralatan yang diperlukan, sedangkan pelaksanaan komputerisasi atau instalasi sistem akuisisi data akan dilaksanakan pada tahun 2012.

Peralatan yang telah dibeli meliputi:

- PC HP Touchsmart 610-1090 d + printer Canon LBP 3250
- Multifunction data acquisition modul NI USB-6211, 16 bit, 250 kS/s, Bus powered (779676-01)
- Compliant calibrator for NI data acquisition hardware (96046-03)
- USB-621X accessory kit (779807-01)
- Keithley system electrometer with IEEE, 6514/E
- Software labview full development system for windows (776670-35)

## **KESIMPULAN**

1. Revitalisasi spektrometer massa tahun 2011 telah dilaksanakan dan telah dapat mencapai sasaran tahun 2011 yaitu:
  - Kevakuman spektrometer massa dapat ditingkatkan hingga mencapai kevakuman  $6 \times 10^{-8}$  torr menggunakan 3 buah pompa vakum ionik setelah sebelumnya divakumkan menggunakan pompa vakum rotari dan difusi.
  - Sumber ion tripel filamen telah dapat berfungsi (filamen dapat menyala kembali) setelah dibuatkan catu daya filamen sumber ion. Untuk mengeluarkan (ekstaksi) ion dari sumber ion terdapat modul sumber tegangan pemercepat yang masih berfungsi dengan besar tegangan pemercepat 6,5 kV (positif).
2. Kegiatan revitalisasi spektrometer massa masih akan dilanjutkan pada tahun 2012 (tahun terakhir) dengan kegiatan instalasi sistem DAC, perbaikan modul pengendali berkas ion dan ujicoba spektrometer massa Ion Instrument 900A.

## **Daftar Acuan:**

1. Buku Manual Spektrometer Massa Ion Instrument 900A
2. [www.ebenbohr.wordpress.com/22-spektrometer-massa/](http://www.ebenbohr.wordpress.com/22-spektrometer-massa/)
3. [www.en.wikipedia.org/wiki/Faraday\\_cup](http://www.en.wikipedia.org/wiki/Faraday_cup)