BAB III

SUMBER ION TIPE KATODA PANAS UNTUK CUPLIKAN GAS

3.1. Prinsip dasar sumber ion tipe katoda panas untuk cuplikan gas.

Sumber ion tipe katoda panas untuk cuplikan gas menggunakan katoda berbentuk kumparan filamen yang terbuat dari kawat tungsten yang kemudian dipanaskan dengan cara menghubungkannya pada terminal negatif sumber tegangan tinggi. Akibat pemanasan tersebut, sejumlah elektron diemisikan dari katoda menjadi elektron-elektron bebas yang kemudian bergerak dalam tabung. Karena katoda terhubung dengan potensial negatif dari sumber tegangan tinggi dan anoda yang dihubungkan dengan terminal positif dari sumber tegangan tinggi, maka elektron-elektron bebas ini akan ditolak dan kemudian anoda akan menarik elektron yang lepas dari katoda. Elektron-elektron bebas tersebut akhirnya bertumbukan secara tidak elastis dengan atom-atom gas cuplikan, sehingga atom-atom gas cuplikan terionisasi menjadi ion-ion.

Sementara itu untuk memperbesar ionisasi digunakan medan magnet. Garis gaya magnet yang dihasilkan oleh medan magnet dalam arah tabung ionisasi

This document is Undip Institutional Repository Collection. The author(s) or copyright owner(s) agree that UNDIP-IR may, without changing the content, translate the submission to any medium or format for the purpose of preservation. The author(s) or copyright owner(s) also agree that UNDIP-IR may keep more than one copy of this submission for purposes of security, back-up and preservation. (http://eprints.undip.ac.id)

berfungsi untuk memperpanjang lintasan elektron-elektron karena membentuk gerakan spiral.

Dengan bertambahnya panjang lintasan elektron-elektron ini akan berpengaruh terhadap pertambahan kebolehjadian terjadinya ionisasi per satuan panjang, sehingga jumlah ion yang terbentuk juga akan bertambah besar.

Akibat peristiwa ionisasi yang terjadi di dalam tabung ionisasi, partikel partikel yang berada di dalam tabung ionisasi akan bercampur antara partikel netral, elektron-elektron bebas dan partikel terionisasi atau ion ini disebut plasma. Ion hasil peristiwa ionisasi selanjutnya didorong menuju celah keluaran oleh medan listrik antara pendorong dan celah. Tegangan pendorong yang digunakan merupakan tegangan positif DC untuk mendorong ion-ion tersebut supaya keluar dari ruang ionisasi.

Akibat gaya tolak menolak antar ion-ion didalam ruang ionisasi, berkas ion mempunyai kecenderungan menyebar. Untuk mengatasi hal ini dipergunakan lensa pemfokus yang akan mencegah penyebaran berkas ion serta kemudian mengarahkan ion menuju celah, sehingga diharapkan semua berkas ion dapat melewati celah sumber ion yang nantinya akan sampai ke target.

Arus ion yang dihasilkan oleh sumber ion diukur

This document is Undip Institutional Repository Collection. The author(s) or copyright owner(s) agree that UNDIP-IR may, without changing the content, translate the submission to any medium or format for the purpose of preservation. The author(s) or copyright owner(s) also agree that UNDIP-IR may keep more than one copy of this submission for purposes of security, back-up and preservation. (http://eprints.undip.ac.id)

dengan cara menempatkan kolektor mangkuk Faraday yang terhubung dengan meter arus searah.

3.2. Desain sumber ion tipe katoda panas untuk cuplikan gas.

Untuk sumber ion katoda panas untuk cuplikan gas, diperlukan bagian-bagian:

a. Tangki gas, berisi cuplikan gas yang akan diionisasi dalam sumber ion. Sedangkan sebagai cuplikan menggunakan gas yang mudah dijumpai di pasaran.

b. Katub, penggunaannya dimaksudkan untuk mengatur kecepatan aliran gas ke dalam ruang ionisasi sehingga dapat diharapkan seluruh gas yang masuk dapat terionisasi secara sempurna.

c. Pipa saluran masuk gas cuplikan, berfungsi sebagai jalan masuknya gas dari tangki ke dalam ruang ionisasi.

d. Tabung vakum, merupakan tempat pengujian sumber ion tipe katoda panas untuk cuplikan gas.

e. Filamen, berfungsi sebagai katoda penghasil emisi elektron yang akan digunakan untuk mengionisasi atom-atom gas cuplikan.

f. Anoda, berfungsi sebagai penarik elektron yang dihasilkan oleh filamen.

g. Magnet, merupakan komponen di luar konstruksi sumber

This document is Undip Institutional Repository Collection. The author(s) or copyright owner(s) agree that UNDIP-IR may, without changing the content, translate the submission to any medium or format for the purpose of preservation. The author(s) or copyright owner(s) also agree that UNDIP-IR may keep more than one copy of this submission for purposes of security, back-up and preservation. (http://eprints.undip.ac.id)

ion yang berfungsi untuk memperbesar kebolehjadian ionisasi atom-atom gas di dalam sumber ion.

h. Ruang ionisasi, adalah tempat berlangsungnya proses ionisasi.

i. Elektroda pendorong, fungsinya mendorong ion-ion hasil ionisasi supaya dapat keluar dari ruang ionisasi.

j. Elektroda celah, yang berfungsi sebagai pemercepat berkas ion hasil ionisasi agar supaya dapat keluar dari ruang ionisasi menuju target.

k. Elektroda pemfokus, berfungsi sebagai lensa pemfokus agar diperoleh berkas ion yang terfokus keluar dari sistem sumber ion.

l. Penyangga, yang berfungsi sebagai penyangga elektroda - elektroda sumber ion.

m. Penyekat, digunakan untuk mengisolasi elektroda - elektroda sumber ion.

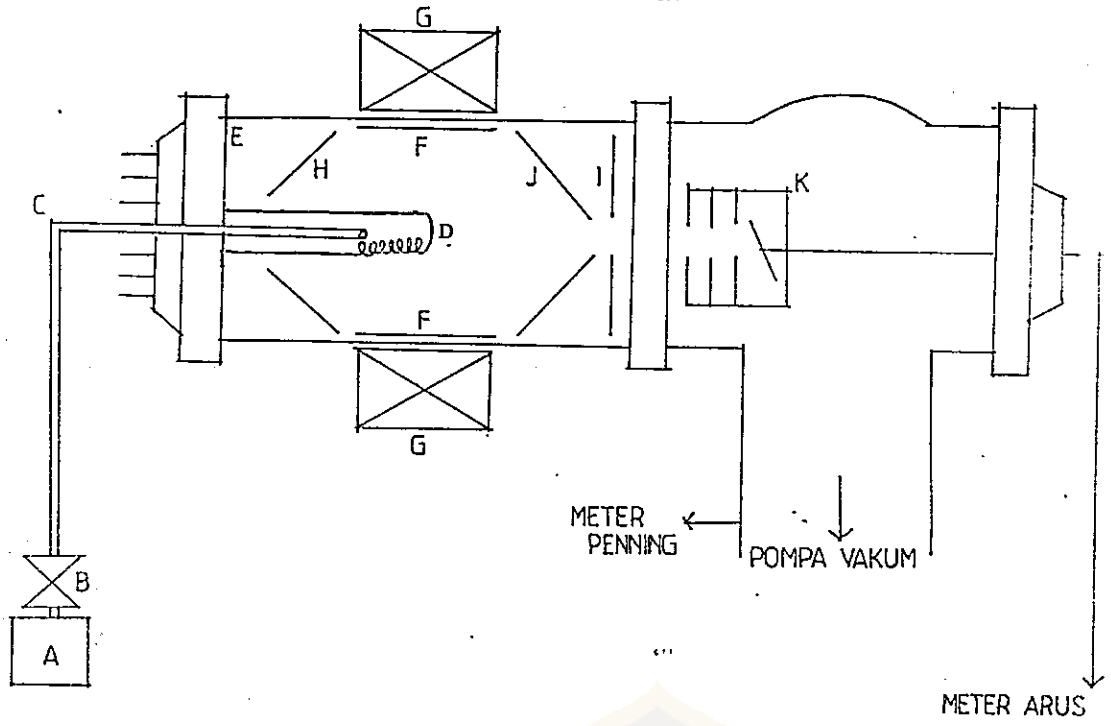
n. Feedthrough (loloh terus), sebagai terminal sumber daya pada sumber ion.

o. Flange (penutup tabung), digunakan sebagai dudukan konstruksi sumber ion dan tempat terminal sumber daya (feedthrough).

p. Ring O, sebagai penyekat sistem vakum.

q. Pengukur arus ion keluaran, digunakan untuk mengukur besarnya arus ion keluaran hasil proses ionisasi di dalam sumber ion.

This document is Undip Institutional Repository Collection. The author(s) or copyright owner(s) agree that UNDIP-IR may, without changing the content, translate the submission to any medium or format for the purpose of preservation. The author(s) or copyright owner(s) also agree that UNDIP-IR may keep more than one copy of this submission for purposes of security, back-up and preservation. (http://eprints.undip.ac.id)



Gambar (3.1): Desain sumber ion untuk cuplikan gas dengan tipe katoda panas.

A = Tabung gas, B = Needle valve, C = Pipa saluran masuk gas cuplikan, D = Filamen, E = Ruang ionisasi, F = Anoda, G = Magnet, H = Pendorong, I = Celah sumber ion, J = Pemfokus, K = Mangkuk Faraday.

A. Katub.

Untuk pengisian gas di PPNY - BATAN terdapat 2 katub yaitu Osmoregulator dan Needle valve (katub jarum). Pada osmoregulator, diatur dengan Palladium dan kecepatan aliran gas ditentukan oleh kumparan panas, kran ini digunakan untuk cuplikan gas hidrogen dan deuterium. Sedangkan untuk needle valve, kecepatan

This document is Undip Institutional Repository Collection. The author(s) or copyright owner(s) agree that UNDIP-IR may, without changing the content, translate the submission to any medium or format for the purpose of preservation. The author(s) or copyright owner(s) also agree that UNDIP-IR may keep more than one copy of this submission for purposes of security, back-up and preservation. (http://eprints.undip.ac.id)

aliran gas tergantung pada lebar katub yang terbuka, katub ini banyak digunakan pada mesin impalantasi ion untuk cuplikan sembarang gas.

Berdasarkan hal tersebut di atas, dalam pengujian sumber ion tipe katoda panas untuk cuplikan gas menggunakan katub jarum atau needle valve yang diletakkan di ujung pipa saluran masuk gas cuplikan.

B. Pipa saluran masuk gas cuplikan.

Kriteria pipa masuk gas adalah:

1. Berdiameter kecil agar supaya gas yang masuk ke dalam sumber ion dapat secara kontinyu.
2. Tahan terhadap panas dan mudah dibeli dipasaran.
3. Tahan terhadap gas beracun.
4. Mudah untuk dikerjakan.

Berdasarkan kriteria tersebut dalam pengujian Sumber Ion Tipe Katoda Panas untuk cuplikan gas ini menggunakan pipa saluran masuk gas cuplikan yang terbuat dari bahan tembaga dengan diameter 3 mm dan panjang 765 mm, diletakkan diantara kedua feedthrough sumber daya filamen.

This document is Undip Institutional Repository Collection. The author(s) or copyright owner(s) agree that UNDIP-IR may, without changing the content, translate the submission to any medium or format for the purpose of preservation. The author(s) or copyright owner(s) also agree that UNDIP-IR may keep more than one copy of this submission for purposes of security, back-up and preservation. (http://eprints.undip.ac.id)

C. Tabung vakum.

Kriteria untuk bagian tabung vakum adalah:

1. Mampu menyediakan lingkungan bagi sumber ion dengan kevakuman yang sangat tinggi $>10^{-5}$ mmHg.
2. Tahan terhadap korosi agar tidak rusak bila dipakai gas yang korosif.
3. Daya pelepasan gas (out gasing) kecil agar diperoleh tingkat kevakuman yang tinggi.

Berdasarkan kriteria tersebut maka:

1. Bahan yang digunakan baja tahan karat (stainless steell) tipe AISI 304 EN 58E dengan komposisi Fe / Cr 18 / Ni 10, karena tahan terhadap korosi, daya pelepasan gas (out gasing) kecil yaitu 10^{-12} - 10^{-13} Torr liter / detik cm^2.
2. Ukuran menggunakan standart DN 100 CF, suatu ukuran yang sering dipakai pada akselerator dengan diameter dalam 100 mm.

D. Filamen.

Kriteria untuk filamen adalah:

1. Bahan logam karena memiliki banyak elektron bebas.
2. Mempunyai titik didih yang cukup tinggi agar

This document is Undip Institutional Repository Collection. The author(s) or copyright owner(s) agree that UNDIP-IR may, without changing the content, translate the submission to any medium or format for the purpose of preservation. The author(s) or copyright owner(s) also agree that UNDIP-IR may keep more than one copy of this submission for purposes of security, back-up and preservation. (http://eprints.undip.ac.id)

dapat dioperasikan pada suhu yang tinggi sehingga diperoleh arus emisi yang besar.

3. Mempunyai fungsi kerja yang cukup rendah, sehingga elektron mudah diemisikan dari permukaan logam.
4. Mudah dalam pengerjaannya.
5. Tahan terhadap korosi agar tidak mudah rusak bila dipakai gas yang korosif.

Berdasarkan kriteria filamen tersebut maka:

1. Bahan yang digunakan tungsten karena merupakan logam murni, mempunyai suh operasi yang tinggi dengan titik lebur 2977°C, mempunyai fungsi kerja 4,5 Volt, mudah pengerjaannya dan memiliki harga yang relatif murah.
2. Dengan penampang kawat berdiameter (0,25 ± 0,025) mm dan panjang (140 ± 0,5) mm diperoleh luas permukaan (A) sebesar 1,099 cm^2. Dengan luas permukaan 1,099 cm^2 pada suhu operasi tungsten 2500°K, diharapkan menghasilkan arus emisi sebesar [1] :

$$I = j\ A$$

untuk Rapat arus (j) adalah [1] :

$$j = A_o\ T^2\ \exp^{-e\psi/kT}$$

$$= 0{,}27\ Amp/cm^2$$

This document is Undip Institutional Repository Collection. The author(s) or copyright owner(s) agree that UNDIP-IR may, without changing the content, translate the submission to any medium or format for the purpose of preservation. The author(s) or copyright owner(s) also agree that UNDIP-IR may keep more than one copy of this submission for purposes of security, back-up and preservation. (http://eprints.undip.ac.id)

karena:

A_o = Tetapan karakteristik bahan (70 Amp/cm^2)

T = Temperatur (2500°K)

e = muatan elektron ($1,6 \times 10^{-19}$ C)

ψ = fungsi kerja bahan (4,5 V)

k = Tetapan Boltzman ($1,38 \times 10^{-23}$ J/K)

Maka arus emisi yang diharapkan sebesar 296,73 mA. Karena terbatasnya ruang ionisasi maka filamen dibuat berbentuk spiral. Dari panjang 140 mm tersebut dapat dibuat 17 lilitan dengan diameter penampang 2 mm.

3. Filamen diletakkan di setengah panjang anoda agar supaya elektron hasil pemanasan filamen dapat seluruhnya ditarik oleh anoda untuk kemudian mengionisasi atom-atom gas cuplikan.

E. Anoda.

Kriteria untuk anoda adalah:

1. Tahan terhadap suhu yang tinggi, agar dapat dioperasikan dengan suhu yang tinggi.
2. Tahan terhadap korosi agar tidak mudah rusak bila dipakai gas yang korosif.
3. Mempunyai permukaan yang luas.
4. Dapat mengurangi panas yang ditimbulkan oleh tumbukan elektron, agar tidak terbentuk

This document is Undip Institutional Repository Collection. The author(s) or copyright owner(s) agree that UNDIP-IR may, without changing the content, translate the submission to any medium or format for the purpose of preservation. The author(s) or copyright owner(s) also agree that UNDIP-IR may keep more than one copy of this submission for purposes of security, back-up and preservation. (http://eprints.undip.ac.id)

oksida dipermukaan yang akan menurunkan medan listrik antara filamen (katoda) dan anoda.

Berdasarkan kriteria anoda tersebut maka:

1. Bahan yang dipakai adalah kasa dari baja tahan karat dengan dibuat berbentuk silinder.
2. Ukuran anoda panjang (50,0 ± 0,025) mm dan dengan diameter penampang (47,0 ± 0,025) mm (menyesuaikan diameter tabung 100 mm) mempunyai volume efektif ($V_{ef} = \pi r^2 l$) sebesar (86747,23 ± 227,94) mm^3.
3. Anoda diletakkan searah dengan tabung vakum, diantara elektroda pendorong dan pemfokus.

F. Magnet.

Kriteria untuk magnet yaitu:

1. Mampu menghasilkan medan magnet bagi sistem sumber ion.
2. Ukuran magnet disesuaikan dengan panjang anoda.

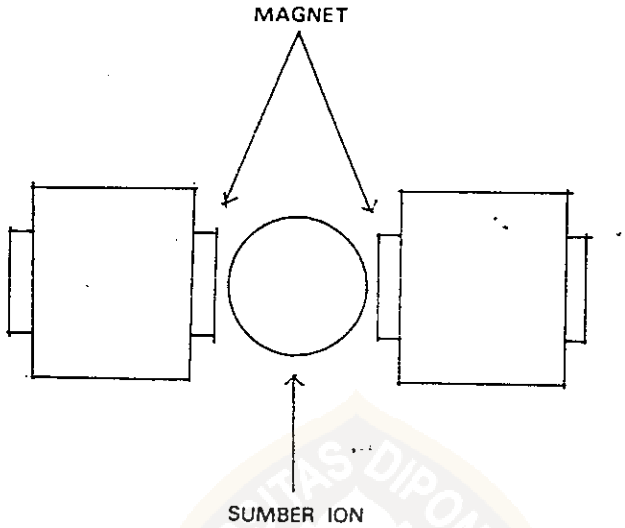
Untuk memenuhi kriteria di atas:

1. Dibuat magnet yang dililiti kumparan berbentuk solenoida, dengan magnet dari besi lunak berbentuk balok dengan panjang (100,0 ± 0,025) mm, tinggi dan lebar (50,0 ± 0,025) mm dililiti dengan kawat berdiameter

This document is Undip Institutional Repository Collection. The author(s) or copyright owner(s) agree that UNDIP-IR may, without changing the content, translate the submission to any medium or format for the purpose of preservation. The author(s) or copyright owner(s) also agree that UNDIP-IR may keep more than one copy of this submission for purposes of security, back-up and preservation. (http://eprints.undip.ac.id)

(2,0 ± 0,025) mm sebanyak 980 lilitan kemudian dialiri arus searah.

2. Magnet diletakkan di luar konstrusi sumber ion dan ditempatkan sejajar anoda.



Gambar (3.2): Posisi magnet dalam sumber ion.

G. Elektroda pendorong.

Kriteria untuk elektroda pendorong adalah:

1. Dibuat sedemikian rupa sehingga berkas arus dari ruang ionisasi dapat didorong keluar melalui celah untuk sampai ke target.
2. Tahan terhadap temperatur yang tinggi.
3. Daya pelepasan gasnya kecil, agar diperoleh tingkat kevakuman yang tinggi.
4. Mudah dalam pengerjaan.

This document is Undip Institutional Repository Collection. The author(s) or copyright owner(s) agree that UNDIP-IR may, without changing the content, translate the submission to any medium or format for the purpose of preservation. The author(s) or copyright owner(s) also agree that UNDIP-IR may keep more than one copy of this submission for purposes of security, back-up and preservation. (http://eprints.undip.ac.id)

Dari kriteria elektroda pendorong tersebut maka:

1. Bahan yang digunakan baja tahan karat karena tahan terhadap temperatur yang tinggi dan daya pelepasan gasnya kecil.
2. Elektroda pendorong berbentuk kerucut terpancung dengan kemiringan $(76,5 \pm 0,25)^\circ$ diameter luar $(76,0 \pm 0,025)$ mm, diameter dalam $(20,0 \pm 0,25)$ mm dan tebal $(2,0 \pm 0,025)$ mm. Kemiringan elektroda pendorong ditentukan oleh:

$$\frac{a}{x} = tg\ \alpha$$

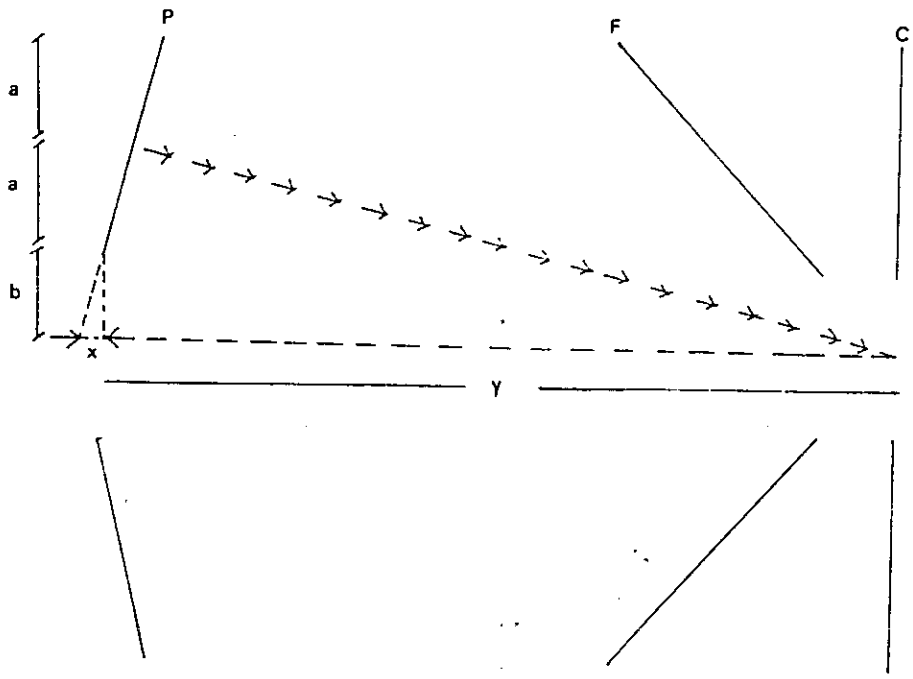
$$\frac{a+b}{y} = tg\ (90-\alpha)$$

$$x + y = 105$$

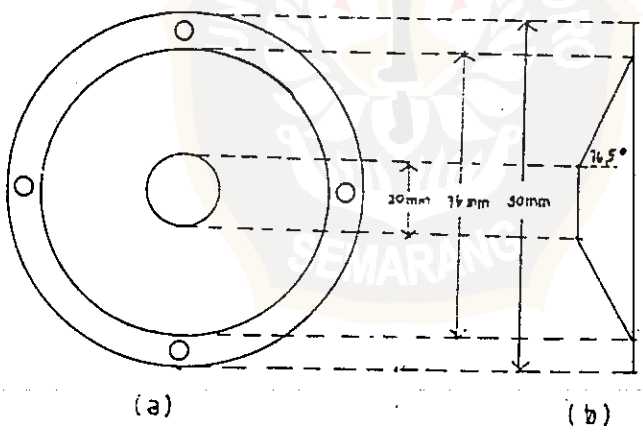
dimana $a = (14,0 \pm 0,025)$ mm, $b = (10,0 \pm 0,025)$ mm, $x = (3,36 \pm 0,025)$ mm dan $y = (105 - 3,36)$ mm $= (101,640 \pm 0,025)$ mm sehingga diperoleh sudut α sebesar $76,5^\circ$.

3. Elektroda pendorong diletakkan $(60,0 \pm 0,025)$ mm dari flange, disesuaikan dengan feedthrough yang panjangnya $(45,0 \pm 0,025)$ mm dari flange sehingga tidak akan terjadi hubungan singkat antara pendorong dengan feedthrough.

This document is Undip Institutional Repository Collection. The author(s) or copyright owner(s) agree that UNDIP-IR may, without changing the content, translate the submission to any medium or format for the purpose of preservation. The author(s) or copyright owner(s) also agree that UNDIP-IR may keep more than one copy of this submission for purposes of security, back-up and preservation. (http://eprints.undip.ac.id)



Gambar (3. 3): Menentukan sudut kemiringan elektroda pendorong.



Gambar (3. 4): Elektroda pendorong.

(a) Tampak depan, (b) Tampak samping.

This document is Undip Institutional Repository Collection. The author(s) or copyright owner(s) agree that UNDIP-IR may, without changing the content, translate the submission to any medium or format for the purpose of preservation. The author(s) or copyright owner(s) also agree that UNDIP-IR may keep more than one copy of this submission for purposes of security, back-up and preservation. (http://eprints.undip.ac.id)

H. Celah.

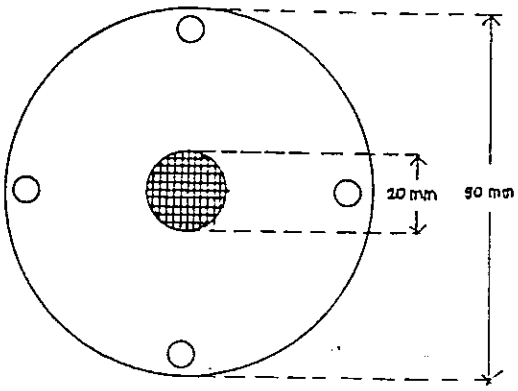
Kriteria untuk celah adalah:

1. Dibuat berbentuk melingkar sehingga mempunyai sistem tembus yang tinggi sehingga dapat mempercepat berkas arus ion keluar dari sistem sumber ion.
2. Tahan terhadap temperatur yang tinggi.
3. Mudah dalam pengerjaan.

Berdasarkan kriteria celah tersebut maka:

1. Bahan yang digunakan baja tahan karat karena tahan terhadap temperatur yang tinggi.
2. Bentuk lempeng lingkaran dengan diameter luar (90,0 ± 0,025) mm, diameter dalam (20 ± 0,025) mm yang diberi kasa dengan diameter lubang kasa (2,0 ± 0,025) mm dengan jumlah lubang kasa 78 per cm^2 yang dibuat dari baja tahan karat agar pada lubang celah ini terdapat potensial yang berfungsi sebagai pemercepat berkas yang lewat lubang dengan tebal celah (1,0 ± 0,025) mm.
3. Celah ditempatkan 105 mm di depan elektroda pendorong dan 10 mm di belakang elektroda pemfokus, agar diperoleh berkas arus ion yang terfokus lewat celah sumber ion.

This document is Undip Institutional Repository Collection. The author(s) or copyright owner(s) agree that UNDIP-IR may, without changing the content, translate the submission to any medium or format for the purpose of preservation. The author(s) or copyright owner(s) also agree that UNDIP-IR may keep more than one copy of this submission for purposes of security, back-up and preservation. (http://eprints.undip.ac.id)



Gambar (3.5): Elektroda celah sumber ion.

I. Elektroda pemfokus.

Kriteri untuk elektroda pemfokus adalah:

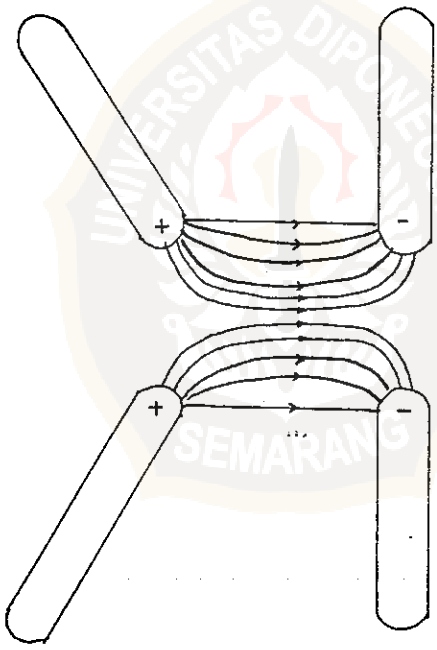
1. Dibuat sedemikian rupa sehingga diperoleh berkas ion terfokus keluar dari sistem sumber ion.
2. Tahan terhadap temperatur yang tinggi.
3. Daya pelepasan gasnya kecil sehingga dapat diperoleh tingkat kevakuman yang tinggi.
4. Mudah dalam pengerjaan.

Berdasarkan kriteria elektroda pemfokus tersebut maka:

1. Bahan yang digunakan adalah baja tahan karat karena tahan terhadap temperatur yang tinggi dan daya pelepasan gasnya kecil.

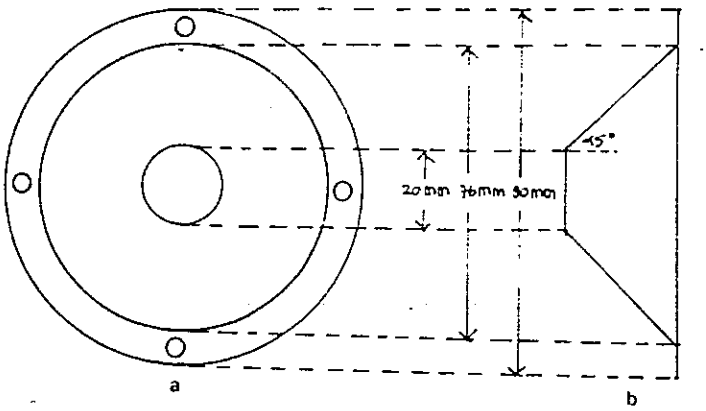
This document is Undip Institutional Repository Collection. The author(s) or copyright owner(s) agree that UNDIP-IR may, without changing the content, translate the submission to any medium or format for the purpose of preservation. The author(s) or copyright owner(s) also agree that UNDIP-IR may keep more than one copy of this submission for purposes of security, back-up and preservation. (http://eprints.undip.ac.id)

2. Bentuk elektroda pemfokus kerucut terpancung dengan kemiringan (45,0 ± 0,25)°, diameter luar (75,0 ± 0,025) mm, diameter dalam (20,0 ± 0,025) mm dan tebal (2,0 ± 0,025) mm.
3. Elektroda pemfokus ditempatkan 65 mm di depan elektroda pendorong dan 5 mm di belakang anoda agar berkas ion dapat seluruhnya terfokus.
4. Ujung-ujung elektroda pemfokus harus tumpul atau tidak boleh runcing agar daya pelepasan gasnya dapat diperkecil.



Gambar (3.6): Medan listrik antara pemfokus dan celah

This document is Undip Institutional Repository Collection. The author(s) or copyright owner(s) agree that UNDIP-IR may, without changing the content, translate the submission to any medium or format for the purpose of preservation. The author(s) or copyright owner(s) also agree that UNDIP-IR may keep more than one copy of this submission for purposes of security, back-up and preservation. (http://eprints.undip.ac.id)



Gambar (3.7): Elektroda pemfokus sumber ion.

(a) Tampak depan, (b) Tampak samping.

J. Penyangga.

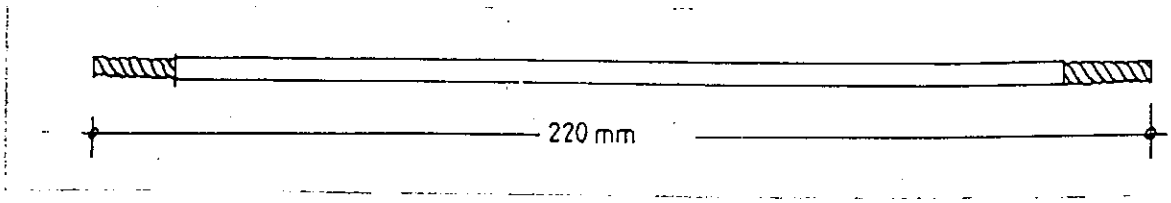
Kriteria untuk penyangga ini adalah

1. Mampu menyangga elektroda-elektroda sumber ion.
2. Panjang sesuai dengan panjang tabung vakum.

Berdasarkan kriteria penyangga tersebut maka:

1. Bahan yang dipakai adalah baja tahan karat berbentuk batang.
2. Dengan ukuran panjang (200,0 ± 0,5) mm dan diameter (3,0 ± 0,025) mm.
3. Penyangga diletakkan sepanjang elektroda - elektroda sumber ion.

This document is Undip Institutional Repository Collection. The author(s) or copyright owner(s) agree that UNDIP-IR may, without changing the content, translate the submission to any medium or format for the purpose of preservation. The author(s) or copyright owner(s) also agree that UNDIP-IR may keep more than one copy of this submission for purposes of security, back-up and preservation. (http://eprints.undip.ac.id)



Gambar (3. 8): Penyangga.

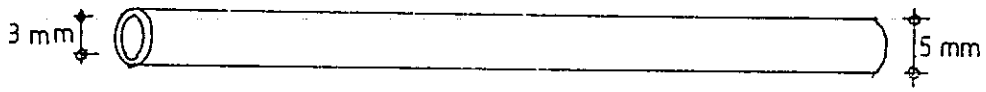
K. Penyekat.

Kriteria untuk penyekat adalah:

1. Sebagai isolator yang baik.
2. Tahan terhadap temperatur yang tinggi agar tetap dapat berfungsi dengan baik pada suhu yang tinggi.

Berdasarkan pada kriteria penyekat tersebut maka :

1. Bahan yang digunakan kaca pireks karena merupakan isolator yang baik dengan perlawanan jenis sebesar 10^{14} ohm cm, tahan terhadap suhu yang tinggi hingga 450°C dan mudah diperoleh di pasaran.
2. Ukuran dengan diameter dalam (3,0 ± 0,025) mm dan diameter luar (5,0 ± 0,025) mm.



Gambar (3. 9): Penyekat.

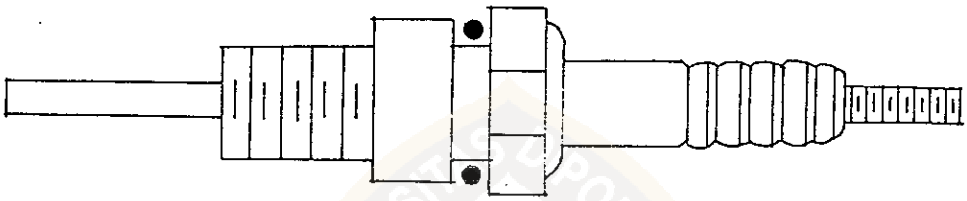
This document is Undip Institutional Repository Collection. The author(s) or copyright owner(s) agree that UNDIP-IR may, without changing the content, translate the submission to any medium or format for the purpose of preservation. The author(s) or copyright owner(s) also agree that UNDIP-IR may keep more than one copy of this submission for purposes of security, back-up and preservation. (http://eprints.undip.ac.id)

L. Feedthrough.

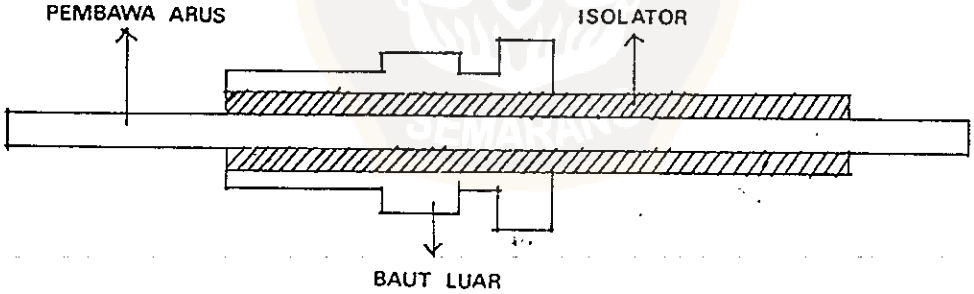
Kriteria untuk feedthrough adalah:

1. Mempunyai kemampuan operasi sampai ribuan volt.
2. Mudah diperoleh dipasaran.

Berdasarkan kriteria tersebut diatas maka dapat dipakai busi karena mempunyai kemampuan operasi sampai ribuan volt dan mudah dijumpai di pasaran, feedthrough diletakkan pada flange bagian depan sumber ion.



(a) Tampak luar



(b) Tampang dalam

Gambar (3.10): Busi (feedthrough)

This document is Undip Institutional Repository Collection. The author(s) or copyright owner(s) agree that UNDIP-IR may, without changing the content, translate the submission to any medium or format for the purpose of preservation. The author(s) or copyright owner(s) also agree that UNDIP-IR may keep more than one copy of this submission for purposes of security, back-up and preservation. (http://eprints.undip.ac.id)

M. Flange.

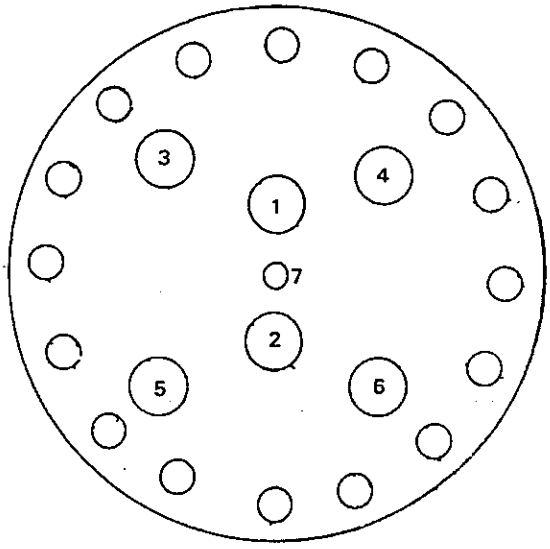
Kriteria untuk flange yaitu:

1. Daya pelepasan gas kecil, agar diperoleh tingkat kevakuman yang tinggi.
2. Tahan terhadap korosi.
3. Tahan terhadap suhu yang tinggi.

Berdasarkan kriteria tersebut maka:

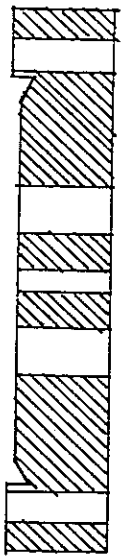
1. Bahan yang dipakai baja tahan karat karena mempunyai daya pelepasan gas yang kecil, tahan terhadap korosi dan tahan terhadap suhu yang tinggi.
2. Ukuran diameter flange mengikuti standard DN 100 CF dengan diameter (152,0 ± 0,025) mm dan tebal (10,0 ± 0,025) mm.
3. Flange ditempatkan pada ujung tabung vakum sebagai penutup tabung vakum sekaligus sebagai dudukan feedthrough.

This document is Undip Institutional Repository Collection. The author(s) or copyright owner(s) agree that UNDIP-IR may, without changing the content, translate the submission to any medium or format for the purpose of preservation. The author(s) or copyright owner(s) also agree that UNDIP-IR may keep more than one copy of this submission for purposes of security, back-up and preservation. (http://eprints.undip.ac.id)



(a)

a. Tampak depan.



(b)

b. Tampak samping.

Gambar (3.11): Flange.

(1) dan (2) Filamen, (3) Pendorong, (4) Pemfokus, (5) Anoda, (6) Celah, (7) Pipa masukan gas cuplikan.

N. Ring O.

Kriteria ring O adalah:

1. Mempunyai daya pelepasan gas yang kecil.
2. Tahan terhadap temperatur yang tinggi.
3. Luas permukaannya dibatasi sampai sekecil mungkin agar diperoleh pelepasan gas yang kecil.

Berdasarkan kriteria tersebut di atas maka:

1. Bahan yang dipakai dari karet viton, karena bahan ini mempunyai daya pelepasan gasnya

This document is Undip Institutional Repository Collection. The author(s) or copyright owner(s) agree that UNDIP-IR may, without changing the content, translate the submission to any medium or format for the purpose of preservation. The author(s) or copyright owner(s) also agree that UNDIP-IR may keep more than one copy of this submission for purposes of security, back-up and preservation. (http://eprints.undip.ac.id)

kecil hingga 10^{-9} Torr liter / detik cm^2 dan dapat dipanaskan sampai 220°C.

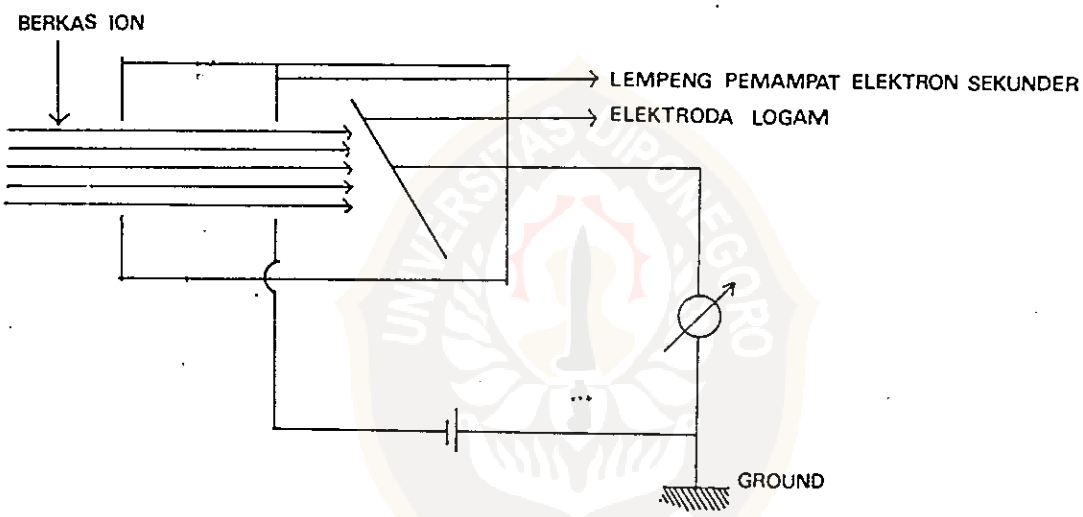
2. Ditempatkan sebagai penyekat antara flange dengan tabung vakum dan antara flange dengan feedthrough. Ukuran ring o disesuaikan dengan DN 100 CF, untuk penyekat antara flange dengan tabung vakum diperlukan ring O dengan diameter luar (115,50 ± 0,025) mm , diameter dalam (120,650 ± 0,025) mm dan tebal (5,150 ± 0,025) mm, sedangkan untuk penyekat antara flange dengan feedthrough hanya memerlukan ring O berdiameter dalam (13,0 ± 0,025) mm.

Gambar (3.12): Ring O.

This document is Undip Institutional Repository Collection. The author(s) or copyright owner(s) agree that UNDIP-IR may, without changing the content, translate the submission to any medium or format for the purpose of preservation. The author(s) or copyright owner(s) also agree that UNDIP-IR may keep more than one copy of this submission for purposes of security, back-up and preservation. (http://eprints.undip.ac.id)

O. Pengukur arus.

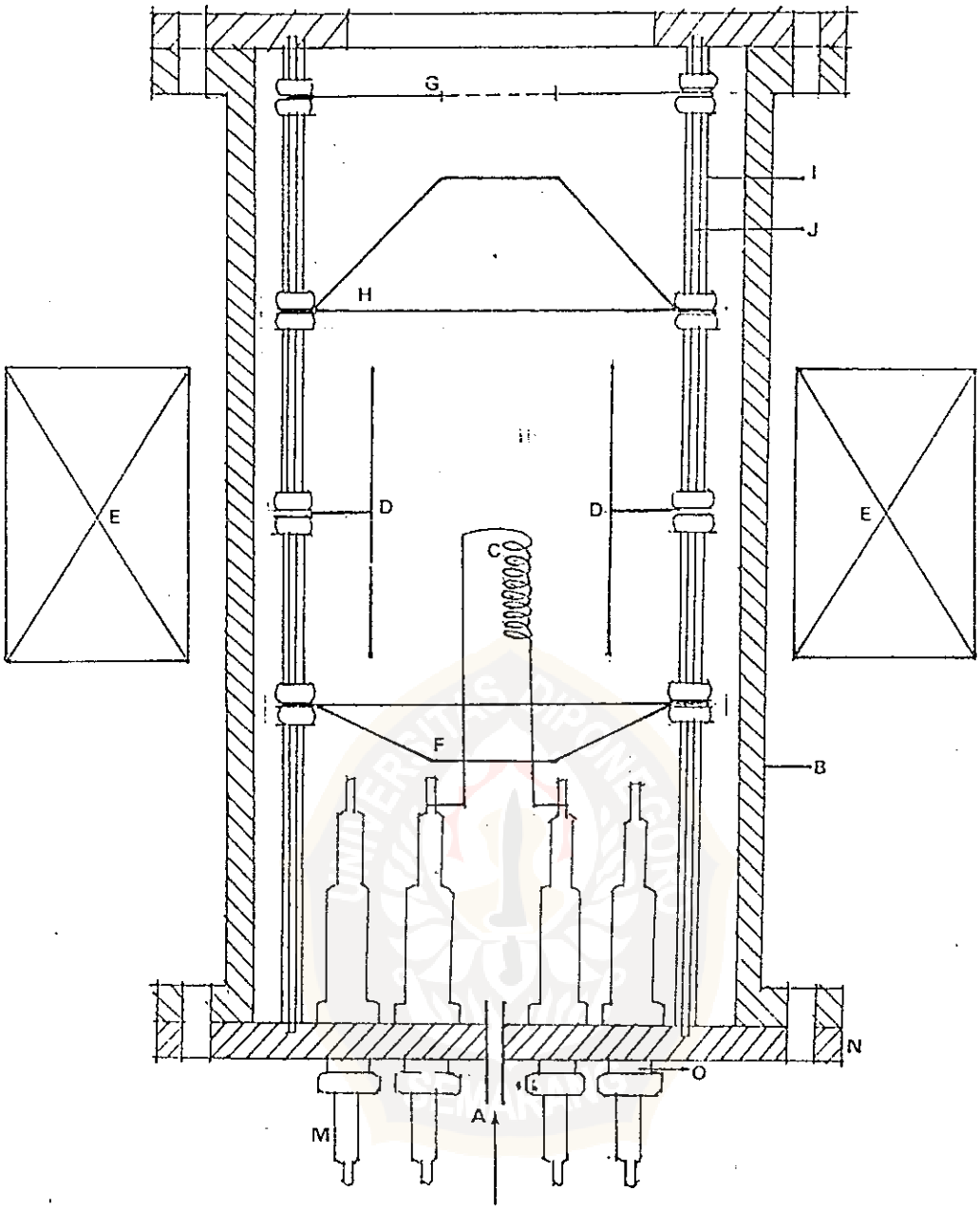
Kriteria untuk pengukur arus adalah mampu mengukur arus yang kontinyu sehingga digunakan Mangkuk Faraday yang dilengkapi dengan dua celah yang diberi potensial negatif dan potensial positif untuk mengindari efek sokongan dari emisi elektroda dan ion sekunder yang disebabkan oleh tumbukan elektron dengan permukaan pinggir mangkuk logam. Mangkuk Faraday ditempatkan di depan celah sumber ion.



Gambar (3.13): Mangkuk Faraday

This document is Undip Institutional Repository Collection. The author(s) or copyright owner(s) agree that UNDIP-IR may, without changing the content, translate the submission to any medium or format for the purpose of preservation. The author(s) or copyright owner(s) also agree that UNDIP-IR may keep more than one copy of this submission for purposes of security, back-up and preservation. (http://eprints.undip.ac.id)

3.3. Konstruksi.



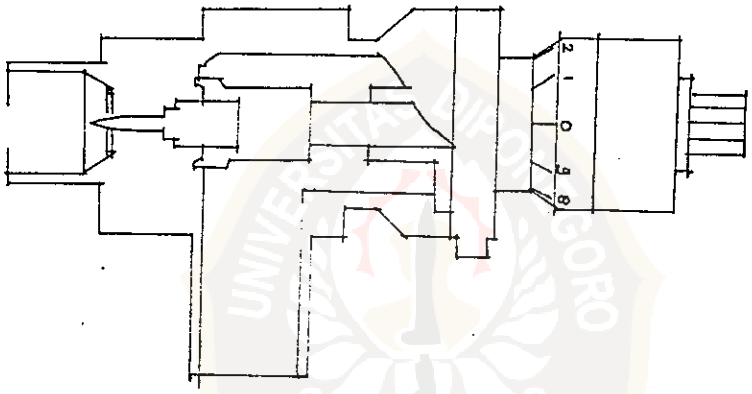
Gambar (3.14): Konstuksi sumber ion tipe katoda panas untuk cuplikan gas.

a. Pipa saluran masuk gas, b. Tabung vakum, c. Filamen, d. Anoda, e. Magnet, f. Pendorong, g. Celah, h. Pemfokus, i. Penyangga, j. Penyekat, m. Feedthrough, n. Flange, o. Ring O.

This document is Undip Institutional Repository Collection. The author(s) or copyright owner(s) agree that UNDIP-IR may, without changing the content, translate the submission to any medium or format for the purpose of preservation. The author(s) or copyright owner(s) also agree that UNDIP-IR may keep more than one copy of this submission for purposes of security, back-up and preservation. (http://eprints.undip.ac.id)

A. Katub.

Menggunakan katub jarum (Needle valve), alat pengatur gas ini terdiri dari penyekat menyerupai jarum dan pegas. Penyekat jarum berfungsi sebagai katub dan pegas untuk menarik jarum. Untuk membuka dan menutup saluran gas dibuat ulir. Bila ulir diputar searah jarum jam, maka katub akan menutup akibatnya gas tidak akan mengalir. Sebaliknya gas akan mengalir apabila katub dibuka dengan memutar ulir berlawanan arah jarum jam.

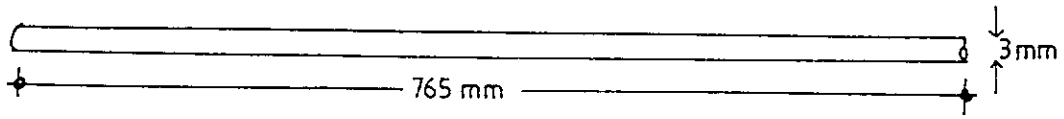


Gambar (3.15): Katub jarum (Needle valve)

B. Pipa saluran masuk gas cuplikan.

Pipa tersebut terbuat dari bahan tembaga dengan diameter (3,0 ± 0,025) mm dan panjang (765,0 ± 0,5) mm, diletakkan ditengah feedthrough sumber daya filamen.

This document is Undip Institutional Repository Collection. The author(s) or copyright owner(s) agree that UNDIP-IR may, without changing the content, translate the submission to any medium or format for the purpose of preservation. The author(s) or copyright owner(s) also agree that UNDIP-IR may keep more than one copy of this submission for purposes of security, back-up and preservation. (http://eprints.undip.ac.id)

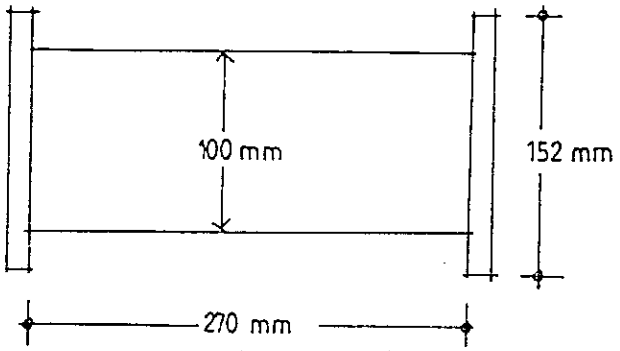


Gambar (3.16): Pipa saluran masuk gas cuplikan

C. Tabung vakum.

Dari baja tahan karat dengan ukuran menggunakan standart DN 100 CF dengan diameter dalam (100,0 ± 0,025) mm, diameter luar 115 mm dan panjang (270,0 ± 0,5) mm, dibuat dengan cara mula-mula sebuah pipa berdiameter dalam (100,0 ± 0,025) mm dipotong sepanjang (270,0 ± 0,5) mm kemudian dihubungkan dengan cara dilas dengan lempeng pejal berbentuk lingkaran berdiameter dalam (100,0 ± 0,025) mm dan berdiameter (152,0 ± 0,025) mm dan dibuat lubang tempat baut yang dibuat dengan cara dibor.

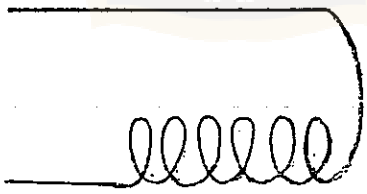
This document is Undip Institutional Repository Collection. The author(s) or copyright owner(s) agree that UNDIP-IR may, without changing the content, translate the submission to any medium or format for the purpose of preservation. The author(s) or copyright owner(s) also agree that UNDIP-IR may keep more than one copy of this submission for purposes of security, back-up and preservation. (http://eprints.undip.ac.id)



Gambar (3.17): Pembuatan tabung vakum.

D. Filamen.

Dari tungsten dengan diameter penampang (0,25 ± 0,025) mm dan panjang (140,0 ± 0,5) mm, diletakkan di depan elektroda pendorong tepatnya berada pada setengah panjang anoda, dibuat berbentuk spiral dengan 17 lilitan dan diameter lilitan (2,0 ± 0,025) mm, dengan cara dililitkan pada kawat yang mempunyai diameter (2,0 ± 0,025) mm.

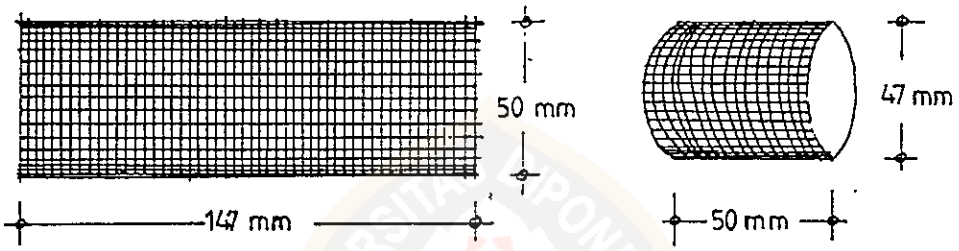


Gambar (3.18): Filamen

This document is Undip Institutional Repository Collection. The author(s) or copyright owner(s) agree that UNDIP-IR may, without changing the content, translate the submission to any medium or format for the purpose of preservation. The author(s) or copyright owner(s) also agree that UNDIP-IR may keep more than one copy of this submission for purposes of security, back-up and preservation. (http://eprints.undip.ac.id)

E. Anoda.

Dari kasa baja tahan karat berbentuk silinder dengan diameter penampang (47,0 ± 0,025) mm dan panjang (50,0 ± 0,025) mm, diletakkan searah dengan tabung sumber ion diantara elektroda pendorong dan elektroda pemfokus, dibuat dengan cara lembaran kasa dengan lebar (147,6 ± 0,5) mm dan panjang (50,0 ± 0,025) mm dibuat berbentuk silinder tanpa tutup.



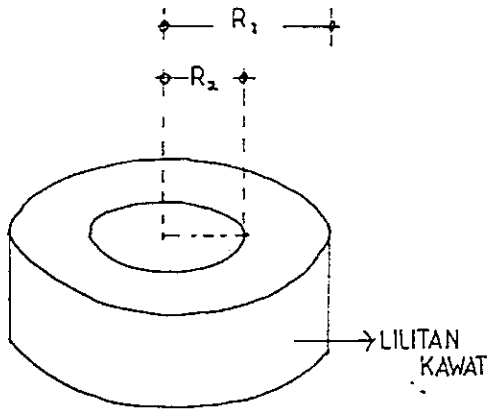
Gambar (3.19): Pembuatan anoda.

F. Magnet.

Dari magnet berbentuk solenoida dengan 980 lilitan dan diameter kawat (2,0 ± 0,025) mm diletakkan di luar konstruksi sumber ion, sejajar dengan anoda, dibuat dengan cara besi lunak berbentuk balok dengan panjang (100,0 ± 0,025) mm, lebar (50,0 ± 0,025) mm dan tinggi (50,0 ± 0,025) mm dililiti kawat tembaga dengan

This document is Undip Institutional Repository Collection. The author(s) or copyright owner(s) agree that UNDIP-IR may, without changing the content, translate the submission to any medium or format for the purpose of preservation. The author(s) or copyright owner(s) also agree that UNDIP-IR may keep more than one copy of this submission for purposes of security, back-up and preservation. (http://eprints.undip.ac.id)

diameter (2,0 ± 0,025) mm dan kemudian dialiri arus searah.

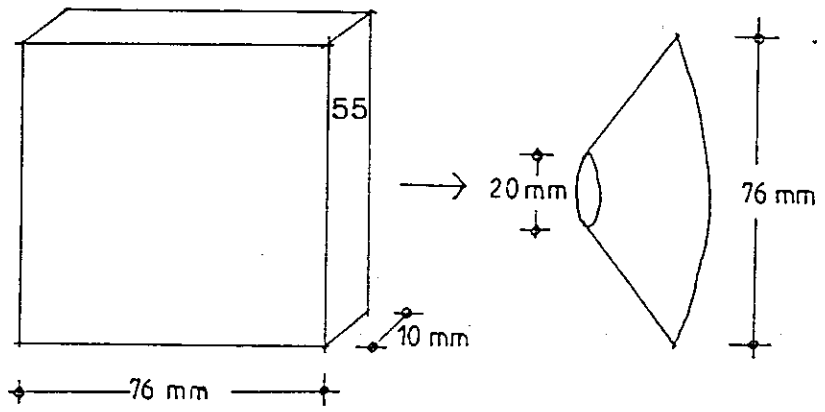


Gambar (3. 20): Pembuatan magnet.

G. Elektroda pendorong.

Dari baja tahan karat dengan bentuk kerucut terpancung dengan kemiringan (76,50 ± 0,25)° , diameter luar (76,0 ± 0,025) mm, diameter dalam (20,0 ± 0,025) mm dan tebal (2,0 ± 0,025) mm diletakkan (60,0 ± 0,025) mm dari flange, dibuat dengan cara mula-mula logam pejal dibubut, lalu dibentuk menjadi model kerucut terpancung.

This document is Undip Institutional Repository Collection. The author(s) or copyright owner(s) agree that UNDIP-IR may, without changing the content, translate the submission to any medium or format for the purpose of preservation. The author(s) or copyright owner(s) also agree that UNDIP-IR may keep more than one copy of this submission for purposes of security, back-up and preservation. (http://eprints.undip.ac.id)

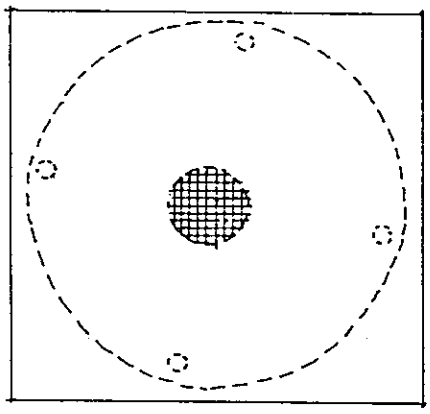


Gambar (3. 21): Pembuatan elektroda pendorong

H. Celah.

Dari baja tahan karat dengan ukuran lempeng lingkaran berdiameter luar (90,0 ± 0,025) mm, diameter dalam (20,0 ± 0,025) mm dan tebal (1,0 ± 0,025) mm diletakkan (105,0 ± 0,025) mm di depan elektroda pendorong, dibuat dengan cara lembaran baja tahan karat dengan tebal (1,0 ± 0,025) mm dipotong berbentuk lingkaran berdiameter luar (90,0 ± 0,025) mm dan diameter dalam (20,0 ± 0,025) mm diberi kasa dengan diameter lubang kasa (2,0 ± 0,025) mm.

This document is Undip Institutional Repository Collection. The author(s) or copyright owner(s) agree that UNDIP-IR may, without changing the content, translate the submission to any medium or format for the purpose of preservation. The author(s) or copyright owner(s) also agree that UNDIP-IR may keep more than one copy of this submission for purposes of security, back-up and preservation. (http://eprints.undip.ac.id)

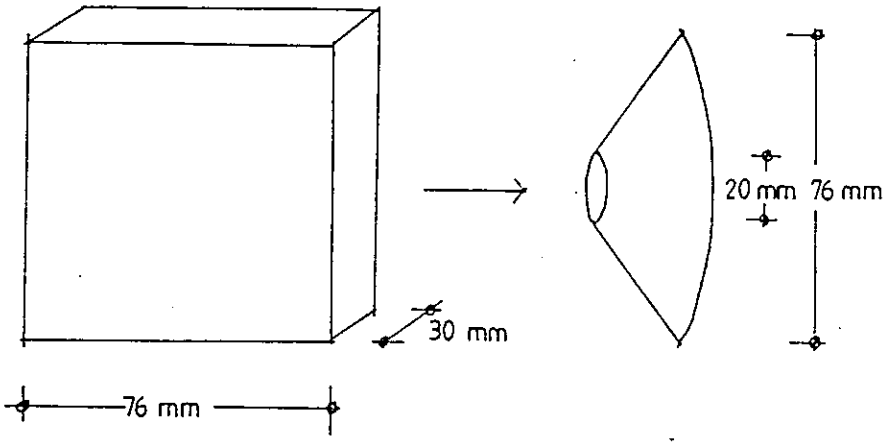


Gambar (3.22): Pembuatan elektroda celah.

I. Elektroda pemfokus.

Dari baja tahan karat dengan ukuran kerucut terpancung dengan kemiringan (45,0 ± 0,25)° diameter luar (76,0 ± 0,025) mm, diameter dalam (20,0 ± 0,025) mm dan tebal (2,0 ± 0,025) mm, diletakkan (65,0 ± 0,025) mm di depan elektroda pendorong, dibuat dengan cara mula-mula logam pejal dibubut, lalu dibentuk menjadi model kerucut terpancung dengan kemiringan (45,0 ± 0,25)°, diameter dalam (20,0 ± 0,025) mm, diameter luar (76,0 ± 0,025) mm dan tebal (2,0 ± 0,025) mm.

This document is Undip Institutional Repository Collection. The author(s) or copyright owner(s) agree that UNDIP-IR may, without changing the content, translate the submission to any medium or format for the purpose of preservation. The author(s) or copyright owner(s) also agree that UNDIP-IR may keep more than one copy of this submission for purposes of security, back-up and preservation. (http://eprints.undip.ac.id)



Gambar (3.23): Pembuatan elektroda pemfokus.

J. Penyangga.

Dari baja tahan karat dengan ukuran panjang (220,0 ± 0,5) mm dan diameter (2,80 ± 0,025) mm diletakkan sepanjang elektroda-elektroda sumber ion, dibuat dengan cara kawat baja tahan karat berdiameter (3,0 ± 0,025) mm diamplas kemudian ujung-ujungnya di drat.

K. Penyekat.

Dari pyrex dengan ukuran diameter dalam (3,0 ± 0,025) mm dan diameter luar (5,0 ± 0,025) mm, diletakkan diantara elektroda sumber ion.

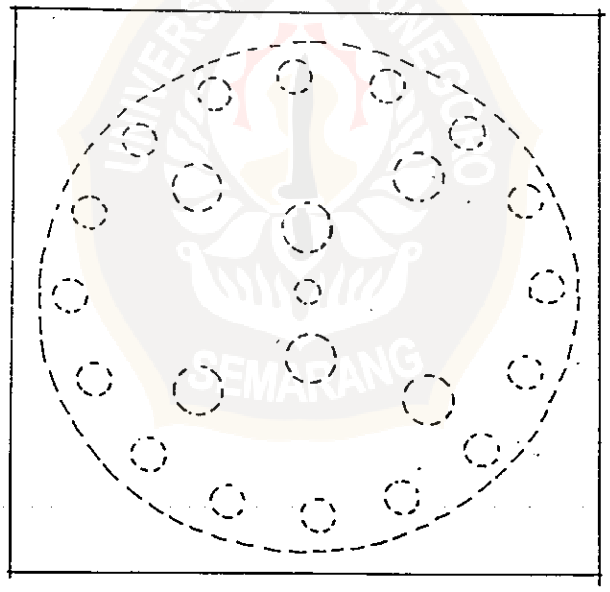
This document is Undip Institutional Repository Collection. The author(s) or copyright owner(s) agree that UNDIP-IR may, without changing the content, translate the submission to any medium or format for the purpose of preservation. The author(s) or copyright owner(s) also agree that UNDIP-IR may keep more than one copy of this submission for purposes of security, back-up and preservation. (http://eprints.undip.ac.id)

L. Feedthrough.

Dari busi, diletakkan pada flange sebagai terminal sumber daya sumber ion.

M. Flange.

Dari baja tahan karat dengan ukuran diameter (152,0 ± 0,025) mm dan tebal (10,0 ± 0,025) mm diletakkan sebagai penutup tabung vakum dan tempat kedudukan feedthrough, dibuat dengan cara logam pejal dengan tebal (10,0 ± 0,025) mm dibubut dibentuk lingkaran mengikuti standart DN 100 CF.



Gambar (3.24): Pembuatan flange

This document is Undip Institutional Repository Collection. The author(s) or copyright owner(s) agree that UNDIP-IR may, without changing the content, translate the submission to any medium or format for the purpose of preservation. The author(s) or copyright owner(s) also agree that UNDIP-IR may keep more than one copy of this submission for purposes of security, back-up and preservation. (http://eprints.undip.ac.id)

N. Ring O.

Dari karet viton, diletakkan sebagai penyekat antara flange dengan tabung vakum dan antara feedtrough dengan flange.

O. Pengukur arus.

Dengan menggunakan Mangkuk Faraday, diletakkan (135,0 ± 0,025) mm di depan elektroda pendorong.

3.4. Sistem pendukung sumber ion.

Untuk mengoperasikan sumber ion diperlukan beberapa sistem pendukung diantaranya yaitu sistem vakum dan sumber tegangan tinggi.

3.4.1. Sistem vakum

Sepanjang lintasan ion yang bergerak dari sumber ion menuju sasaran harus dibuat vakum tinggi, hal ini perlu untuk mengurangi kebolehjadian tumbukan antara ion-ion yang dipercepat dengan sisa-sisa molekul gas dalam tabung. Dengan kevakuman yang tinggi mengakibatkan jarak molekul-molekul gas dalam tabung bertambah besar sehingga kemungkinan terjadinya tumbukan antar molekul makin kecil.

Tekanan operasi normal yang diinginkan sekitar 10^{-7} mmHg. Jalan bebas rata-rata pada tekanan

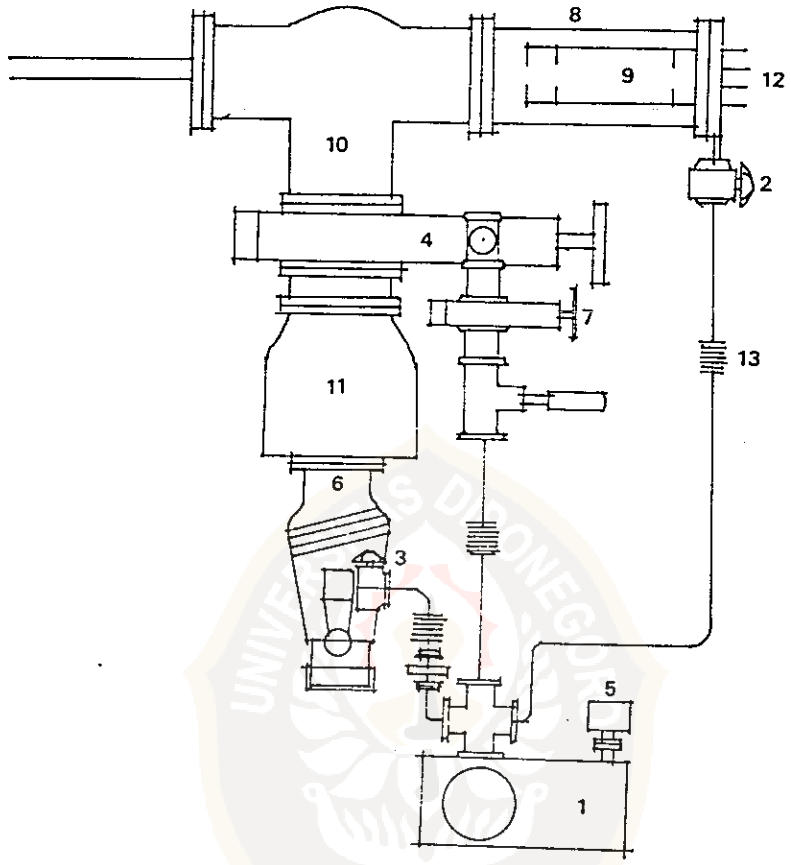
This document is Undip Institutional Repository Collection. The author(s) or copyright owner(s) agree that UNDIP-IR may, without changing the content, translate the submission to any medium or format for the purpose of preservation. The author(s) or copyright owner(s) also agree that UNDIP-IR may keep more than one copy of this submission for purposes of security, back-up and preservation. (http://eprints.undip.ac.id)

10^{-7}mmHg adalah sekitar 5 × 10^{-4} cm. Untuk mencapai tingkat kehampaan yang dikehendaki di laboratorium PPNY-BATAN menggunakan dua tahapan sistem hampa dengan memakai dua mesin pompa, yaitu pompa rotari dan difusi.

Besar kevakuman untuk pompa rotari 10^{-2} hingga 10^{-4} mmHg, sedang kevakuman untuk pompa difusi 10^{-3} sampai 10^{-7} mmHg. Oleh karena pompa difusi dapat bekerja mulai pada tekanan 10^{-2} mmHg maka sebelum pompa difusi dijalankan dalam hal ini pompa rotari yang dipergunakan.

Diagram sistem vakum terlihat pada Gambar (3.26) sedangkan prinsip pengoperasian pompa vakum adalah sebagai berikut, pompa rotari dihidupkan dan katup 2 yang merupakan penghubung antara pompa rotari dengan sistem vakum dibuka sehingga diperoleh tekanan sampai 10^{-2} mmHg pada sistem vakum. Setelah tekanan mencapai 10^{-2} mmHg, katup 2 ditutup dan katup 3 yang merupakan penghubung antara pompa rotari dan pompa difusi dibuka hingga ruang didalam pompa difusi divakumkan hingga 10^{-2}mmHg. Pendingin untuk pompa difusi dihidupkan kemudian pemanas dijalankan selama kurang lebih 30 menit. Kemudian katup 4 yang merupakan penghubung antara pompa difusi dengan sistem dibuka, dengan demikian maka pompa difusi mulai bekerja terhadap sistem vakum. Sistem dipompa sehingga tekanan mencapai 10^{-7} mmHg.

This document is Undip Institutional Repository Collection. The author(s) or copyright owner(s) agree that UNDIP-IR may, without changing the content, translate the submission to any medium or format for the purpose of preservation. The author(s) or copyright owner(s) also agree that UNDIP-IR may keep more than one copy of this submission for purposes of security, back-up and preservation. (http://eprints.undip.ac.id)



Gambar (3.25): Sistem vakum.

1. Pompa Rotari, 2. Valve by pass (rotari - sistem), 3. Valve by pass (rotari - difusi), 4. Valve utama, 5. Head pirani atau alat ukur pirani (atm - 10^{-3} mmHg), 6. Pompa difusi, 7. Head Penning (10^{-2} - 10^{-9} mmHg), 8. Sumber ion, 9. Intermediate, 10. T piece, 11. Cold trap, 12. Feedthrough, 13. Pipa elastis.

This document is Undip Institutional Repository Collection. The author(s) or copyright owner(s) agree that UNDIP-IR may, without changing the content, translate the submission to any medium or format for the purpose of preservation. The author(s) or copyright owner(s) also agree that UNDIP-IR may keep more than one copy of this submission for purposes of security, back-up and preservation. (http://eprints.undip.ac.id)

3.4.2. Sumber daya.

Sumber ion dalam pengoperasiannya membutuhkan tegangan tinggi, yang digunakan untuk mengionisasikan atom-atom gas isian dalam sumber ion dengan memberikan daya pada filamen (katoda), anoda ,elektroda pendorong, lensa pemfokus dan mangkuk Faraday.

1. Sumber daya filamen (katoda).

   Sumber daya ini digunakan untuk memberikan arus pada filamen sebagai pemroduksi elektron pengion. Elektron ditangkap oleh anoda dikonversi menjadi tegangan dipakai untuk mengionisasi cuplikan gas. Sumber daya untuk filamen membutuhkan 0-7 ampere.

2. Sumber daya anoda.

   Sumber daya ini digunakan untuk memberikan potensial pada anoda untuk memberi tenaga elektron pengion dari filamen. Sumber daya untuk anoda membutuhkan 0-600 volt.

3. Sumber daya pendorong.

   Sumber daya ini dipergunakan untuk mendorong ion-ion hasil proses ionisasi keluar dari tabung ionisasi. Sumber daya untuk pendorong membutuhkan 0-5000 volt.

4. Sumber daya lensa pemfokus dan celah.

   Sumber daya ini dipergunakan untuk memfokuskan berkas ion dan mempercepat berkas ion agar sebagian besar dapat melewati celah sumber ion untuk menuju ke

This document is Undip Institutional Repository Collection. The author(s) or copyright owner(s) agree that UNDIP-IR may, without changing the content, translate the submission to any medium or format for the purpose of preservation. The author(s) or copyright owner(s) also agree that UNDIP-IR may keep more than one copy of this submission for purposes of security, back-up and preservation. (http://eprints.undip.ac.id)

sasaran. Sumber daya pemfokus membutuhkan 0-5000 volt sedangkan untuk celah 0-5000 volt.

5. Sumber daya meter ukur arus ion (Mangkuk Faraday).

   Sumber daya ini dipergunakan untuk mengukur besarnya arus keluaran (arus ion) dari sumber ion.

6. Sumber daya magnet.

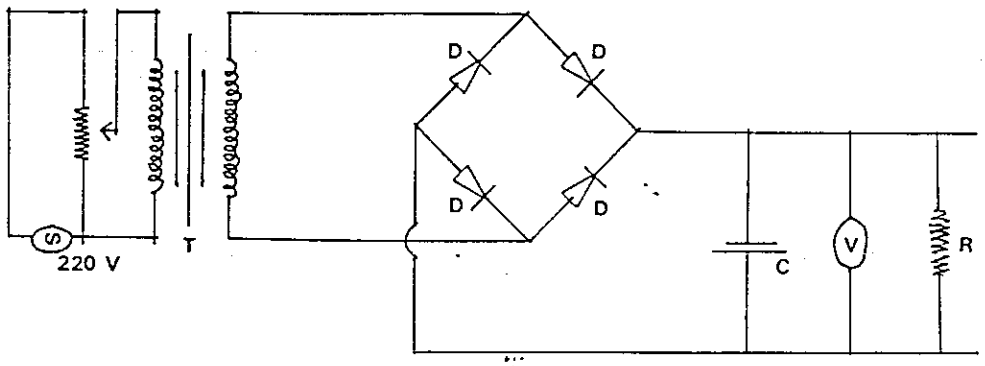
   Sumber daya ini dipergunakan untuk memberikan arus listrik pada kumparan, dimana telah dijelaskan di muka bahwa konsentrasi elektron dapat diperbesar oleh medan magnet karena lintasan elektron dalam ruang ionisasi diperpanjang. Medan magnet tersebut dihasilkan oleh elektromagnet yang besarnya dipengaruhi oleh besarnya arus listrik yang melewati kumparan, jumlah lilitan kumparan, jarak antar kutub magnet serta permeabilitas bahan. Sumber daya yang dibutuhkan 0-2 ampere.

Rangkaian sumber daya arus searah yang diperlukan terdiri dari trafo dengan tegangan keluaran 6 kV, empat buah dioda tegangan tinggi dan kapasitor dengan kapasitan 9,5 nF / 10 kV. Sumber daya diperoleh dari variak yang dihubungkan dengan tegangan listrik arus bolak-balik 0-220 volt, meter ukur tegangan pendorong mampu mengukur 0-4 kV tegangan arus searah, meter ukur tegangan anoda mampu mengukur 0-4 kV tegangan arus searah, meter ukur tegangan pemfokus mampu mengukur

This document is Undip Institutional Repository Collection. The author(s) or copyright owner(s) agree that UNDIP-IR may, without changing the content, translate the submission to any medium or format for the purpose of preservation. The author(s) or copyright owner(s) also agree that UNDIP-IR may keep more than one copy of this submission for purposes of security, back-up and preservation. (http://eprints.undip.ac.id)

0-6 kV tegangan arus searah dan pada tegangan pemercepat mampu mengukur 0-15 kV tegangan arus searah.

Gambar rangkaian tegangan arus searah dapat dilihat pada Gambar (3.26) [15]:



Gambar (3.26): Rangkaian tegangan arus searah.

T = trafo tegangan tinggi 0 - 6 kV, D = Dioda tegangan tinggi C = kapasitor 9,5 nF/10 kV, R = tahanan.

This document is Undip Institutional Repository Collection. The author(s) or copyright owner(s) agree that UNDIP-IR may, without changing the content, translate the submission to any medium or format for the purpose of preservation. The author(s) or copyright owner(s) also agree that UNDIP-IR may keep more than one copy of this submission for purposes of security, back-up and preservation. (http://eprints.undip.ac.id)