

## BAB III

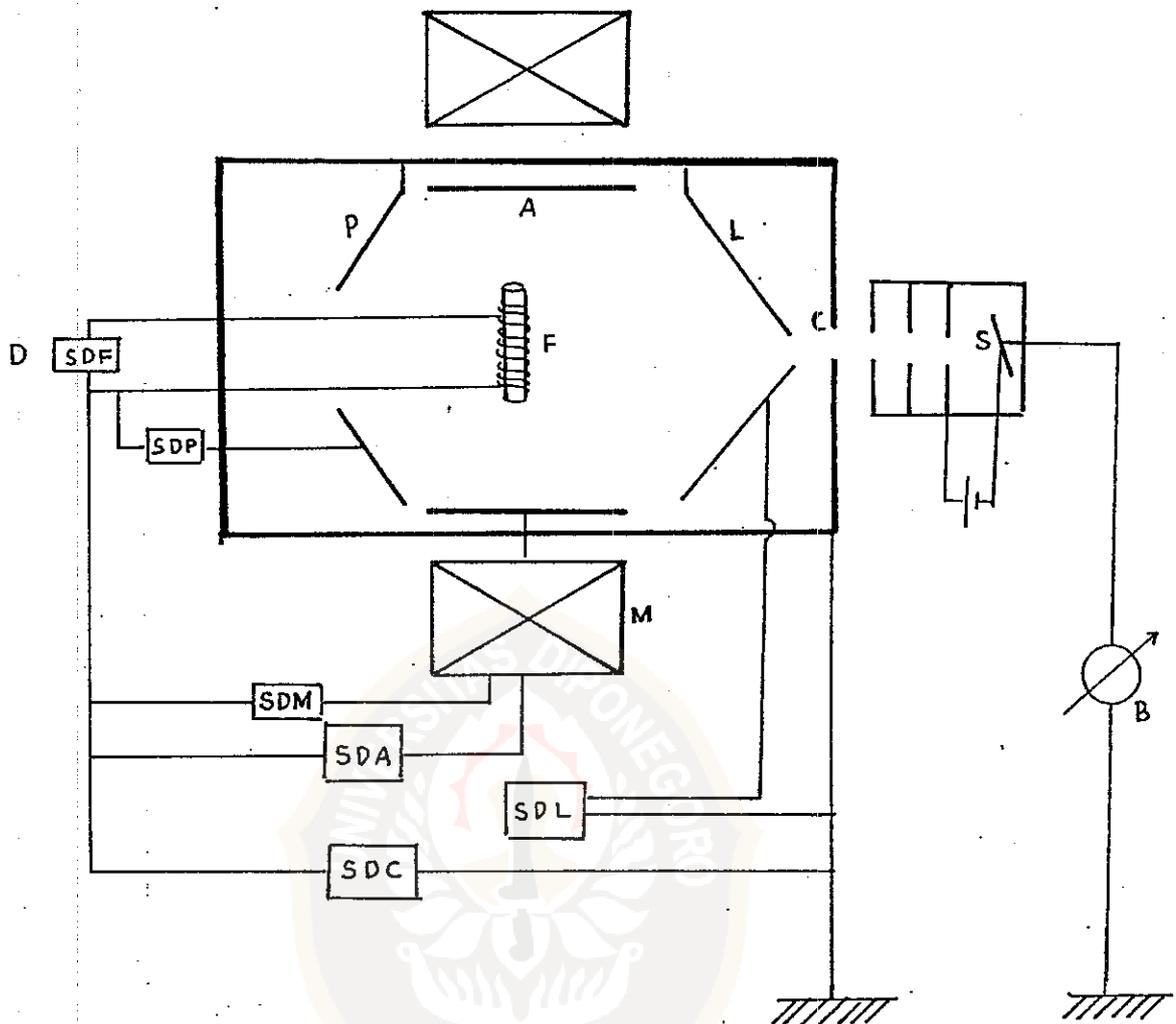
### SUMBER ION TIPE KATODA PANAS UNTUK CUPLIKAN PADAT

Sumber ion pada umumnya dapat diklasifikasikan menurut peristiwa atau proses yang menghasilkan ion. Sumber ion untuk mesin implantasi ion pada penelitian ini dibuat atas dasar peristiwa ionisasi yang disebabkan oleh tumbukan elektron untuk jenis cuplikan padat dengan menggunakan katoda panas.

#### 3.1. Prinsip dasar sumber ion tipe katoda panas untuk cuplikan padat

Pada prinsipnya sumber ion tipe katoda panas untuk cuplikan padat adalah sumber ion tumbukan elektron. Untuk menghasilkan ion didalam ruang ionisasi diperlukan bahan cuplikan padat yang berupa serbuk logam yang ditempatkan didalam tabung alumina, dan sumber daya yang memberi aliran arus pada filamen sebagai katoda sehingga filamen yang berbentuk spiral akan panas sehingga dapat menghasilkan elektron dan sekaligus dapat menguapkan serbuk. Dengan memberikan tegangan pada katoda dan anoda maka elektron akan mendapat tenaga sehingga mampu mengionisasi atom atau molekul uap bahan dan untuk memperpanjang lintasan elektron digunakan medan magnet yang dihasilkan oleh magnet solenoida. Akibat terjadinya

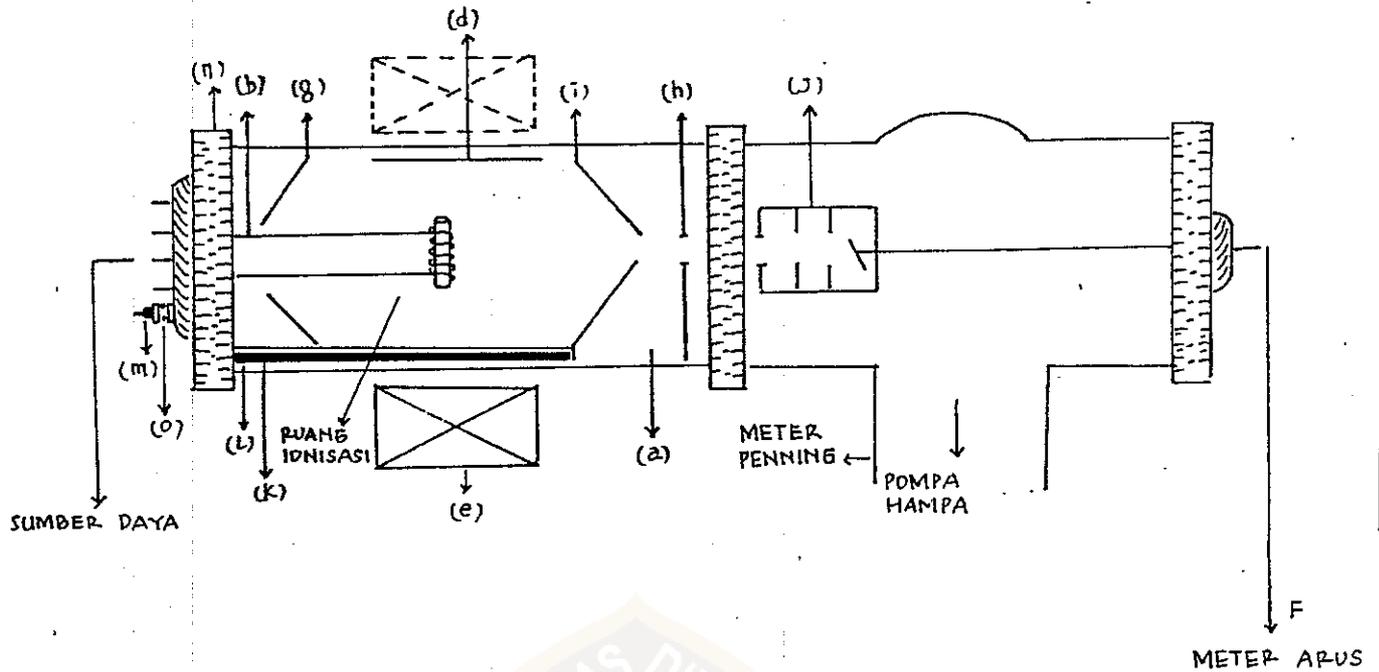
ionisasi didalam ruang ionisasi tersebut partikel-partikel yang berada dalam ruang ionisasi akan bercampur antara partikel netral, elektron bebas dan ion. Selanjutnya ion-ion yang dihasilkan oleh proses ionisasi akan didorong keluar dari ruang ionisasi oleh elektroda pendorong yang diberi tegangan positif. Kemudian berkas ion yang mempunyai kecenderungan menyebar akibat gaya tolak menolak antar ion-ion didalam ruang ionisasi tersebut, lalu difokuskan dengan medan listrik yang dihasilkan oleh elektroda pemfokus. Berkas ion yang telah terfokus selanjutnya akan dipercepat keluar dari sistem melalui celah sumber ion dan kemudian ditangkap oleh sasaran yang berupa mangkuk Faraday dan kemudian dapat diukur besarnya keluaran arus ion dari sumber ion tersebut dengan melihat besarnya arus yang terukur pada meter ukur arus yang dihubungkan dengan mangkuk Faraday. Arus ion yang dihasilkan oleh sumber ion untuk cuplikan padat besarnya dalam orde mikro Amper. Skema sumber ion dengan tipe ionisasi oleh tumbukan elektron untuk cuplikan padat dapat dilihat pada Gambar (3.1).



Gambar (3.1) Skema sumber ion tumbukan elektron.

F = Filamen , A = Anoda , P = Elektroda pendorong,  
 L = Elektroda pemfokus , C = Celah sumber ion, S  
 = Sasaran (Mangkuk Faraday), M = Magnet dan B =  
 Meter ukur arus, D = Sumber daya, SDF = Sumber  
 daya Filamen, SDP = Sumber daya pendorong, SDA =  
 Sumber daya anoda, SDL = Sumber daya lensa  
 pemfokus, SDC = Sumber daya celah.

### 3.2. Desain Sumber Ion



Gambar (3.2) Model sumber ion yang dibuat .

A = Tabung hampa, B = Filamen, C = Tabung alumina, D = Anoda, E = Magnet, F = Ruang Ionisasi, G = Elektroda pendorong, H = Celah, I = Elektroda pemfokus, J = Pengukur arus, K = Konduktor, L = Isolator, M = Feedthrough, N = Flange, O = Ring

Pada sumber ion dengan katoda panas untuk cuplikan padat diperlukan bagian-bagian sebagai berikut :

- a. Tabung Hampa, untuk tempat sumber ion.
- b. Filamen, untuk menghasilkan elektron-elektron bebas sekaligus sebagai pemanas cuplikan dan merupakan elektroda paling dominan dalam sumber ion.

- c. Tabung, untuk tempat cuplikan.
- d. Anoda, untuk menarik elektron-elektron yang dihasilkan oleh filamen.
- e. Magnet, untuk menambah kebolehjadian ionisasi elektron dalam sistem.
- f. Ruang ionisasi, untuk tempat berlangsungnya proses ionisasi.
- g. Elektroda pendorong, untuk mendorong berkas arus ion hasil ionisasi keluar dari ruang ionisasi.
- h. Celah sumber ion, untuk mempercepat berkas arus ion agar dapat keluar dari sistem sumber ion.
- i. Elektroda pemfokus, untuk memfokuskan berkas arus ion agar terfokus keluar dari sistem sumber ion.
- j. Penyangga, untuk menyangga elektroda-elektroda sumber ion.
- k. Penyekat, untuk mengisolasi elektroda-elektroda sumber ion.
- l. Feedthrough, untuk terminal sumber daya sumber ion.
- m. Flange, untuk dudukan sumber ion dan tempat feedthrough.
- n. Ring 0, untuk penyekat sistem hampa.
- o. Pengukur arus, untuk mengukur arus ion keluaran hasil ioisasi dengan menggunakan mangkuk Faraday.

Selanjutnya akan dijelaskan masing-masing bagian sebagai berikut :

#### a. TABUNG HAMPA

Kriteria untuk tabung hampa adalah :

1. Mampu menyediakan lingkungan bagi sistem sumber ion dengan kehampaan yang sangat tinggi (lebih dari  $10^{-7}$  Torr).
2. Tahan terhadap korosi, agar tidak rusak bila dipakai gas yang korosif.
3. Daya pelepasan gasnya (outgassing) kecil, agar diperoleh tingkat kehampaan yang tinggi.

Sehingga :

1. Bahan yang digunakan adalah baja tahan karat, SS tipe [6]: AISI 304 EN58E dengan komposisi: Fe/ Cr 18/ Ni 10 atau tipe: AISI 316-55 EN582 dengan komposisi: Fe/ Cr 18/ Ni 8/ Mo 3 karena tahan terhadap korosi, daya pelepasan gas (outgassing) kecil ( $10^{-12}$  -  $10^{-13}$  Torr l/ detik.  $\text{cm}^2$ ) [8].
2. Ukuran tabung hampa menggunakan standart DN 100 CF suatu ukuran yang sering dipakai pada akselerator dengan diameter dalam  $(100,000 \pm 0,025)$  mm dan panjang  $(270,0 \pm 0,5)$  mm

#### b. FILAMEN

Kriteria untuk filamen adalah :

1. Logam karena memiliki banyak elektron bebas.
2. Mempunyai titik didih yang cukup tinggi agar 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. Tahan terhadap korosi, agar tidak mempengaruhi proses emisi elektron.
5. Mudah pengerjaannya.
6. Bahan yang sering digunakan tungsten, tantalum, molybdenum dan rhenium.

Sehingga :

1. Bahan yang digunakan adalah tungsten, karena merupakan logam murni, mempunyai suhu operasi yang tinggi dan titik didihnya  $2977^{\circ}\text{C}$ , mempunyai fungsi kerja 4,5 volt, mudah pengerjaannya dan memiliki harga yang relatif murah.
2. Dengan kawat berdiameter penampang  $(0,400 \pm 0,025)$  mm dan panjang  $(316,0 \pm 0,5)$ mm diperoleh luas permukaan filamen sebesar :

$$A = 2 \pi R l$$

dimana R jari jari penampang kawat  $(0,200 \pm 0,025)$  mm maka luas permukaan filamen :

$$A = ( 2 \cdot 3,14 \cdot 0,20 \cdot 316 ) \text{ mm}^2$$

$$A = ( 397,1 \pm 49,616 ) \text{ mm}^2$$

$$A = ( 0,3971 \pm 0,0049 ) \text{ cm}^2$$

Dengan luas permukaan sebesar  $(0,3871 \pm 0,0049)$   $\text{cm}^2$  pada suhu  $2500^{\circ}\text{K}$  diharapkan menghasilkan arus emisi

sebesar :

$$I = j \cdot A$$

Rapat arus (j) adalah :

$$j = A_0 T^2 e^{-\psi/kT}$$
$$= 0,27 \text{ Amp/cm}^2$$

karena :

$$A_0 = \text{tetapan karakteristik bahan, } 70 \text{ A/cm}^2$$

$$T = \text{temperatur, } 2500^\circ\text{K}$$

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

$$\psi = \text{fungsi kerja bahan, } 4,5 \text{ V}$$

$$k = \text{tetapan Boltzman}$$

Sehingga arus emisi yang diharapkan sebesar :

$$I = j A$$
$$= ( 0,2700 \times 0,3971 ) \text{ ampere}$$
$$= ( 0,10720 \pm 0,00013 ) \text{ ampere}$$

Karena terbatasnya ruang ionisasi dengan panjang filamen 316 mm, maka filamen dibuat berbentuk spiral dengan 15 lilitan dan diameter lilitan ( 5,100 ± 0,025) mm dan tahanan terukur (0,5 ± 0,1) ohm.

3. Filamen ditempatkan ditengah bagian depan lubang elektrode pendorong sepanjang setengah anoda agar supaya elektron hasil pemanasan filamen dapat seluruhnya ditarik oleh anoda untuk kemudian mengionisasi atom-atom uap logam cuplikan.

### c. TABUNG TEMPAT CUPLIKAN

Kriteria untuk tabung adalah :

1. Tahan terhadap suhu yang tinggi.
2. Secara mekanis kuat.
3. Tahan terhadap zat kimia.
4. Daya pelepasan gasnya (outgassing) kecil, agar diperoleh tingkat kehampaan yang tinggi.

Sehingga :

1. Bahan yang dipakai adalah alumina ( $\text{Al}_2\text{O}_3$ ), karena tahan terhadap suhu yang tinggi yaitu dapat dipanaskan sampai  $1700^\circ\text{C}$ , secara mekanis kuat, tahan terhadap kebanyakan zat kimia dan mempunyai sifat kehampaan yang istimewa [8].
2. Alumina berbentuk tabung dengan panjang  $(25,100 \pm 0,025)$  mm, diameter dalam  $(3,100 \pm 0,025)$  mm, dan volumenya  $(77,8100 \pm 0,6502)$  mm<sup>3</sup>.
3. Tabung alumina diletakkan ditengah lilitan filamen.

### d. ANODA

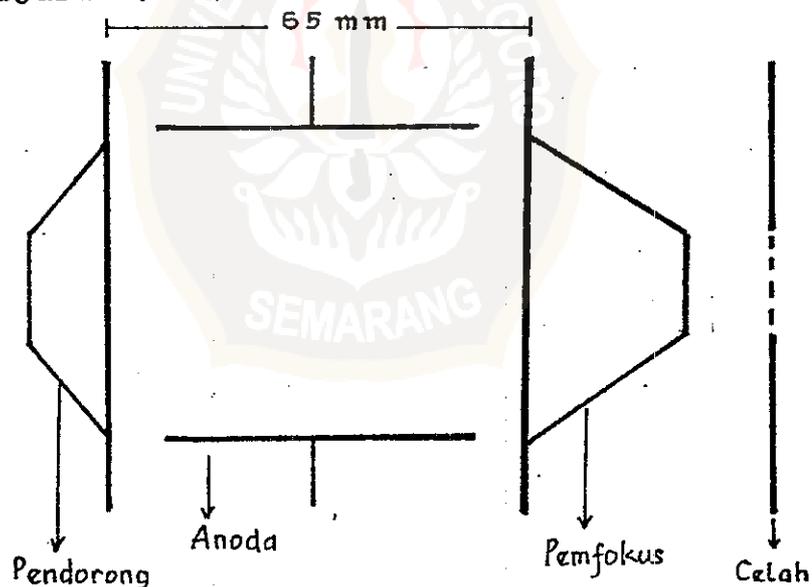
Kriteria dari anoda adalah :

1. Tahan terhadap suhu yang tinggi.
2. Tahan terhadap korosi.
3. Mempunyai permukaan yang relatif luas.
4. Dapat mengurangi panas yang ditimbulkan oleh tumbukan elektron agar tidak terbentuk oksida dipermukaan anoda yang akan menurunkan medan listrik

antara filamen (katoda) dan anoda.

Sehingga :

1. Bahan yang digunakan adalah kasa dari baja tahan karat berbentuk silinder karena tahan terhadap suhu yang tinggi dan dapat mengurangi panas yang ditimbulkan oleh filamen dan mempunyai areal permukaan yang relatif luas.
2. Anoda berbentuk silinder dengan diameter (  $47,000 \pm 0,025$  ) mm, panjang (  $50,0 \pm 0,5$  ) mm menyesuaikan dengan ukuran tabung yang berdiameter 100 mm dan volume ionisasi (  $V_{of} = \pi R^2 l$  ) terhitung (  $86747,23 \pm 185,64$  ) mm<sup>3</sup>.
3. Anoda ditempatkan searah dengan tabung hampa diantara elektroda pendorong dan elektroda pemfokus yang berjarak (  $65,000 \pm 0,025$  ) mm.



Gambar (3.3) Posisi anoda dalam sumber ion.

#### e. MAGNET

Kriteria untuk magnet yang dipakai adalah :

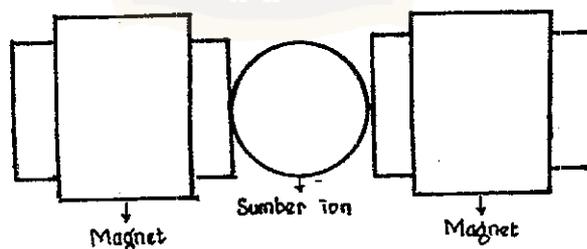
1. Mampu menghasilkan medan magnet bagi sistem sumber ion.
2. Ukurannya sesuai dengan ukuran anoda.

Sehingga :

1. Untuk memenuhi kriteria diatas dibuat magnet berbentuk solenoida dari besi lunak berbentuk balok dengan panjang ( 100,000 ± 0,025 ) mm, lebar dan tinggi ( 50,000 ± 0.025 ) mm dililiti dengan kawat berdiameter ( 2,000 ± 0,025 )mm sebanyak 980 lilitan lalu dialiri arus listrik searah [13]. Magnet diletakkan diluar konstruksi sumber ion sepanjang anoda.
3. Dengan arus dari sumber daya sekitar 0,075 A - 1,125 A dengan 980 lilitan dan jarak antar kutub 120 mm, maka menurut persamaan (2-10) diperoleh :

$$B = \frac{\mu_0 N I}{L}$$

kuat medan magnet sebesar (30,6 - 459,3) Gauss.



Gambar (3.4) Posisi magnet dalam sumber ion.

### g. ELEKTRODA PENDORONG

Kriteria untuk elektroda pendorong adalah:

1. Dibuat sedemikian rupa sehingga berkas arus ion dari ruang ionisasi dapat didorong keluar melalui celah.
2. Tahan terhadap panas yang tinggi.

Sehingga :

1. Bahan yang digunakan adalah baja tahan karat karena tahan terhadap panas yang tinggi.
2. Bentuk elektrode pendorong adalah kerucut terpancung dengan kemiringan  $76,5^\circ$  diperoleh dari perhitungan berikut ini:

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

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

$$x + y = (105,000 \pm 0,025) \text{ mm}$$

$$\text{dimana } a = (14,000 \pm 0,025) \text{ mm}, b = (10,000 \pm 0,025)$$

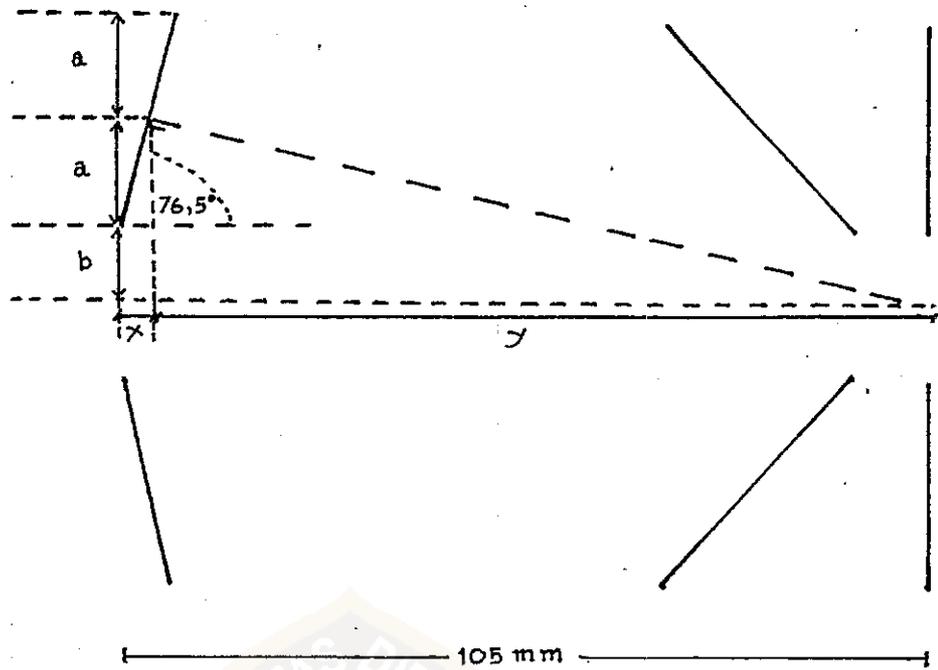
$$\text{mm}, x = (3,360 \pm 0,025) \text{ mm}, \text{ dan } y = (105,00 - 3,36) \text{ mm}$$

$$= (101,640 \pm 0,025) \text{ mm} \text{ sehingga diperoleh sudut } \alpha \text{ sebesar } 76,5^\circ.$$

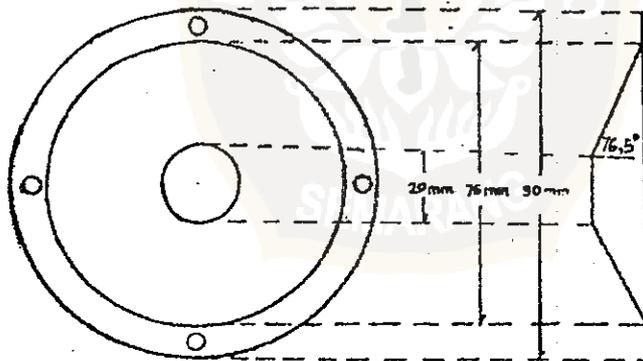
Ukuran diameter luar  $(76,000 \pm 0,025) \text{ mm}$ , diameter lubang tengah  $(20,000 \pm 0,025) \text{ mm}$  dan tebal  $(2,000 \pm 0,025) \text{ mm}$  disesuaikan dengan diameter tabung hampa ukuran standart DN 100 CF.

3. Elektroda pendorong diletakkan  $(60,000 \pm 0,025) \text{ mm}$  dari flange, disesuaikan dengan feedthrough yang panjangnya  $(45,000 \pm 0,025) \text{ mm}$  dari flange sehingga

tidak terjadi hubungan singkat antara elektroda pendorong dan feedthrough.



Gambar (3.5) Pembentukan sudut kemiringan pada elektroda pendorong



(a) tampak depan

(b) tampak samping

Gambar (3.6) Elektroda pendorong

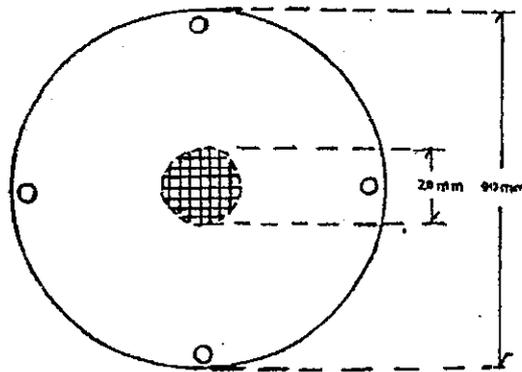
#### h. CELAH SUMBER ION

Kriteria untuk celah sumber ion adalah :

1. Dibuat berbentuk melingkar sedemikian rupa sehingga mempunyai sistim tembus yang tinggi pada celah keluaran sumber ion.
2. Tahan terhadap suhu yang tinggi.

Sehingga :

1. Bahan yang digunakan adalah baja tahan karat karena tahan terhadap suhu yang tinggi.
2. Bentuk celah adalah lempeng lingkaran dengan diameter luar  $(90,000 \pm 0,025)$  mm, diameter lubang tengah  $(20,000 \pm 0,025)$  mm yang diberi kasa dengan diameter lubang kasa  $(2,000 \pm 0,025)$  mm dan jumlah lubang  $79 / \text{mm}^2$  dengan tebal lempeng  $(1,000 \pm 0,025)$  mm.
3. Celah ditempatkan  $(105,000 \pm 0,025)$  mm didepan elektroda pendorong dan  $(10,000 \pm 0,025)$  mm di depan elektroda pemfokus agar diperoleh berkas arus ion yang terfokus lewat celah sumber ion.



Gambar (3.7) Celah sumber ion

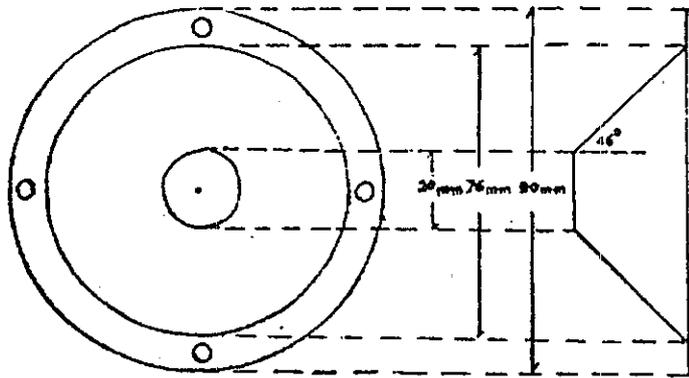
#### i. ELEKTRODA PEMFOKUS

Kriteria untuk elektroda pemfokus adalah :

1. Dibuat sedemikian rupa sehingga diperoleh berkas arus terfokus keluar dari sumber ion.
2. Tahan terhadap panas yang tinggi.

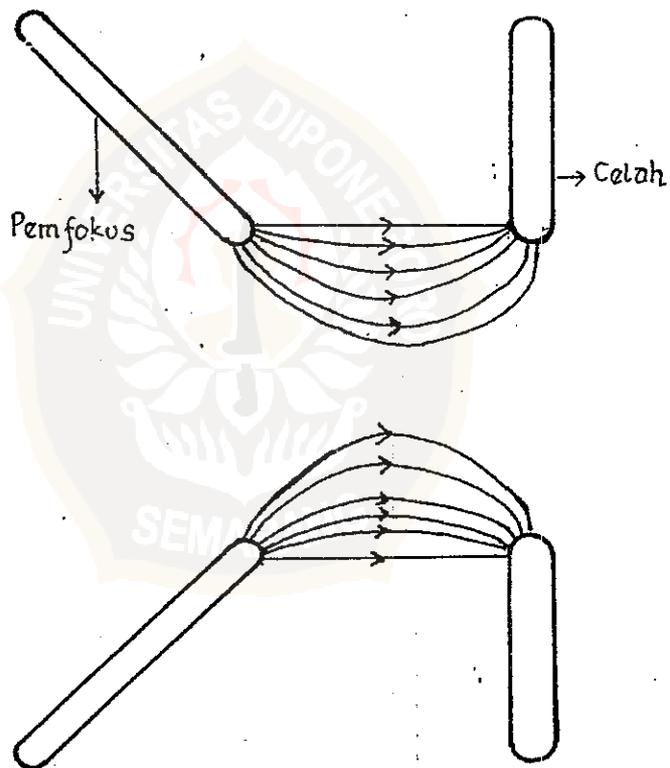
Sehingga :

1. Bahan yang digunakan adalah baja tahan karat karena tahan terhadap suhu yang tinggi.
2. Bentuk elektroda pemfokus berupa kerucut terpancung dengan kemiringan  $45^{\circ}$ . Diameter luar  $(76,000 \pm 0,025)$  mm, diameter dalam  $(20,000 \pm 0,025)$  mm dan tebal  $(2,000 \pm 0,025)$  mm disesuaikan diameter tabung hampa dengan ukuran standart DN 100 CF.
3. Elektroda pemfokus ditempatkan  $(65,000 \pm 0,025)$  mm didepan elektrode pendorong dan  $(10,000 \pm 0,025)$  mm di belakang celah.



(a) tampak depan      (b) tampak samping

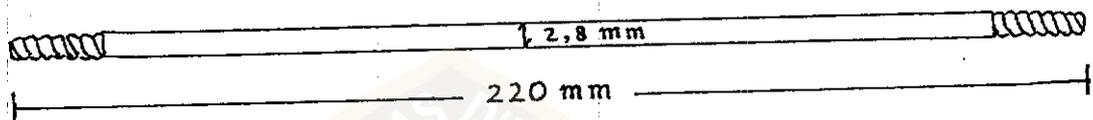
Gambar (3.8) Elektroda pemfokus



Gambar (3.9) Medan listrik antara elektroda pemfokus dan celah.

#### j. PENYANGGA

- Kriteria bahan penyangga adalah mempunyai kekuatan yang besar.
- Sehingga bahan yang dipakai adalah baja tahan karat karena mempunyai kekuatan yang besar.
- Penyangga berupa kawat dengan diameter  $(2,800 \pm 0,025)$  mm dan panjangnya  $(220,000 \pm 0,025)$  mm .
- Penyangga diletakkan sepanjang elektroda-elektroda sumber ion.



Gambar (3.10) Penyangga sumber ion

#### k. PENYEKAT

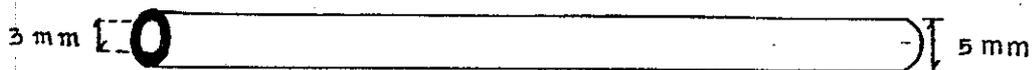
1. Kriteria bahan penyekat adalah dapat berfungsi sebagai isolator yang baik.
2. Tahan terhadap suhu yang tinggi sehingga dapat berfungsi dengan baik pada suhu yang tinggi.

Sehingga :

1. Dipakai bahan gelas (pirek) karena merupakan isolator yang baik dengan  $\rho = 10^{14}$  ohm cm dapat

dengan sangat baik dipanaskan hingga  $450^{\circ}\text{C}$  dan tahan terhadap perubahan suhu yang tinggi [8].

2. Ukuran penyekat berdiameter  $(3,000 \pm 0,025)$  mm.
3. Penyekat ditempatkan diantara elektroda-elektroda sumber ion.



Gambar (3.11) Penyekat sumber ion.

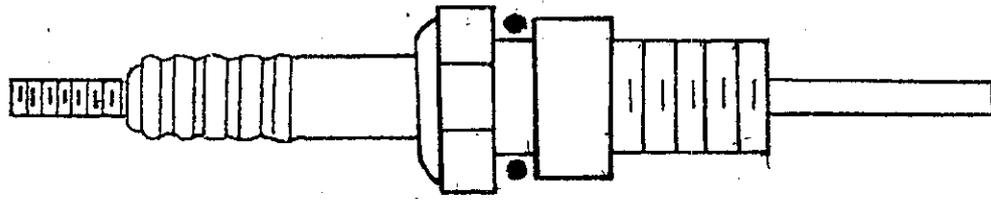
#### 1. FEEDTHROUGH

Kriteria untuk feedthrough adalah :

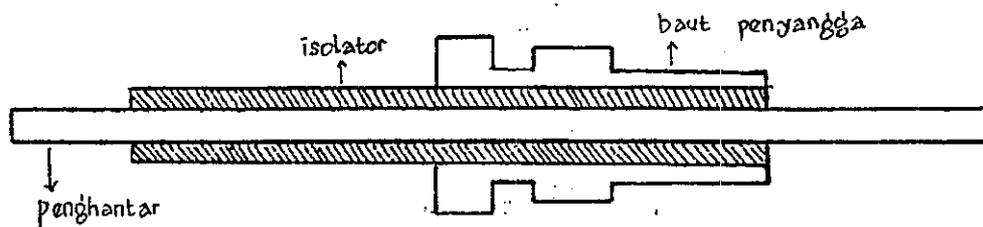
1. Mempunyai kemampuan operasi sampai ribuan volt.
2. Tahan terhadap suhu yang tinggi.
3. Mudah dijumpai di pasaran.

Sehingga :

1. Bahan yang dipakai busi karena mempunyai kemampuan operasi sampai ribuan volt dan mudah dijumpai di pasaran.
2. Feedthrough ditempatkan pada flange disalah satu ujung tabung hampa.



(a) Tampak luar



(b) Tampang dalam

Gambar (3.12) Feedthrough

### m. FLANGE

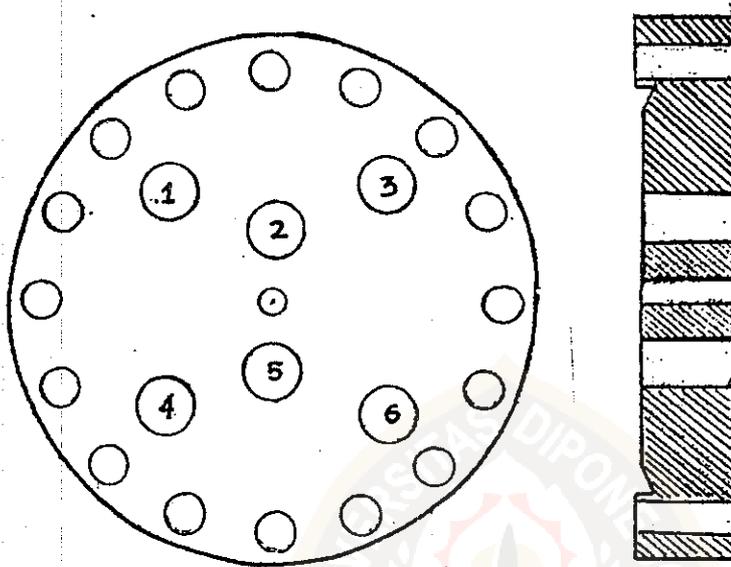
Kriteria untuk flange adalah :

1. Tahan terhadap korosi.
2. Tahan terhadap suhu yang tinggi.
3. Daya pelepasan gas yang kecil.

sehingga :

1. Bahan yang dipakai adalah baja tahan karat karena tahan terhadap suhu yang tinggi, tahan terhadap korosi dan daya terobos gas yang kecil ( $10^{-12}$ - $10^{-13}$  Torr liter/detik) [8].

2. Ukuran diameter flange mengikuti standart DN 100 dengan diameter  $(152,000 \pm 0,025)$  mm dan tebal  $(10,000 \pm 0,025)$  mm.
3. Flange ditempatkan pada ujung tabung hampa sebagai penutup hampa sekaligus sebagaiudukan feedthrough.



(a) tampak depan

(b) tampak samping

Gambar (3.13) Flange

- (1) Celah, (2) Filamen, (3) Pemfokus, (4) Pendorong,  
(5) Filamen, (6) Anoda

#### n. Ring O

Kriteria ring O yang dipakai adalah :

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

Sehingga :

1. Bahan yang dipakai dari karet viton, karena bahan ini mempunyai daya pelepasan gasnya kecil  $10^{-9}$  Torr liter per detik dan tahan pemanasan sampai  $220^{\circ}\text{C}$  [8].
2. Ukuran Ring O untuk flange mengikuti standart DN 100 CF diameter  $(120,650 \pm 0,025)$  mm, tebal  $(5,150 \pm 0,025)$  mm dan Ring O untuk busi ukuran diameter  $(13,000 \pm 0,025)$  mm, tebal  $(3,000 \pm 0,025)$  mm.
3. Ring O sebagai penyekat ditempatkan diantara flange dengan tabung hampa dan antara busi dengan flange.



(a) Ring O untuk flange (b) Ring O untuk busi

Gambar (3.14). Ring O pada sumber ion

#### o. PENGUKUR ARUS

Kriteria untuk bagian pengukur arus adalah :

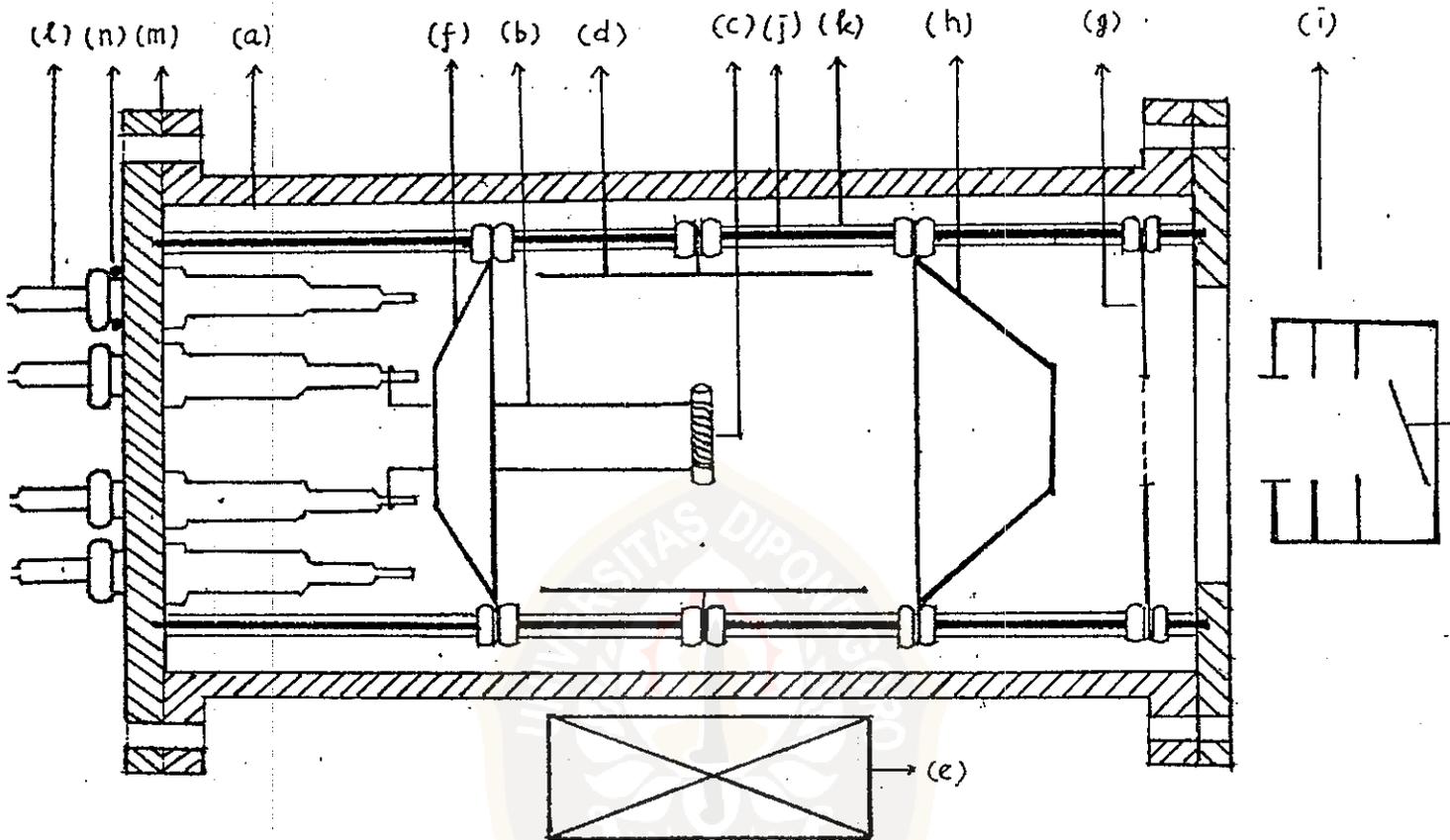
1. Mampu untuk mengukur arus yang kontinyu.
2. Sehingga digunakan pengukur arus yang berupa mangkuk Faraday yang dilengkapi dengan dua buah celah yang

diberi potensial negatif dan positif untuk menghindari efek sokongan dari emisi elektron dan ion sekunder yang disebabkan oleh tumbukan elektron dengan permukaan pinggir mangkuk logam.

3. Mangkuk Faraday ditempatkan ( $135,000 \pm 0,025$ ) mm didepan elektrode pendorong agar seluruh arus ion yang dihasilkan dapat ditangkap dan sekaligus menyesuaikan dengan ukuran panjang tabung.



3.3. Konstruksi sumber ion tipe katoda panas untuk cuplikan padat



Gambar (3. 1 5) Konstruksi sumber ion tipe katoda panas untuk cuplikan padat.

(a) Tabung hampa, alumina,	(b) Filamen,	(c) Tabung alumina,
(d) Anoda,	(e) Magnet,	(f) Elektroda pendorong,
(g) Celah sumber ion,	(h) Elektroda pemfokus,	(i) Pengukur arus,
(j) Baut penyangga,	(k) Penyangga,	(l) Feedthrough,
(m) Flange,	(n) Ring O.	

Dari uraian desain maka bagian-bagian sumber ion adalah :

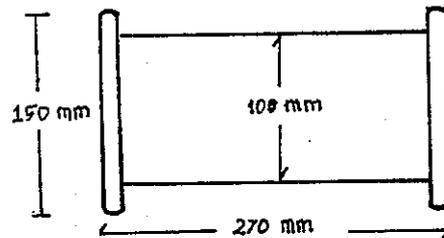
- a. Tabung hampa
- b. Filamen
- c. Tabung alumina
- d. Anoda
- e. Magnet
- f. Elektroda pendorong
- g. Celah sumber ion
- h. Elektroda pemfokus
- i. Penyangga
- j. Penyekat
- k. Feedthrough
- l. Flange
- m. Ring O
- o. Mangkuk Faraday

Selanjutnya akan dijelaskan masing-masing komponen adalah :

a. **TABUNG HAMPA**

Dari baja tahan karat dengan menggunakan ukuran standart DN 100 CF dengan diameter dalam  $(100,000 \pm 0,025)$ mm, panjang  $(270,000 \pm 0,025)$  mm, tabung hampa cara pembuatan yaitu mula-mula sebuah pipa baja tahan karat berdiameter dalam  $(100,000 \pm 0,025)$  mm dipotong sepanjang  $(270,000 \pm 0,025)$ mm kemudian dihubungkan

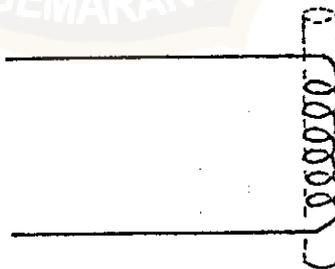
cara dilas dengan lempeng pejal baja tahan karat berbentuk lingkaran berdiameter luar  $(152,000 \pm 0,025)$  mm dan berdiameter dalam  $(100,000 \pm 0,025)$  mm kemudian pada lempeng tersebut dibuat sebanyak 16 lubang untuk tempat baut tabung hampa tersebut.



Gambar (3.16) Gambar tabung hampa

#### b. FILAMEN

Dari tungsten dengan diameter penampang kawat  $(0,400 \pm 0,025)$  mm dan panjang  $(316,000 \pm 0,025)$  mm, filamen ini diletakkan didepan elektroda pendorong sepanjang setengah anoda, dibuat berbentuk spiral dengan cara dililitkan pada tabung alumina tempat cuplikan logam yang berdiameter  $(5,000 \pm 0,025)$  mm dengan jumlah 15 lilitan dan tahanan filamen terukur  $(0,5 \pm 0,1)$  ohm.



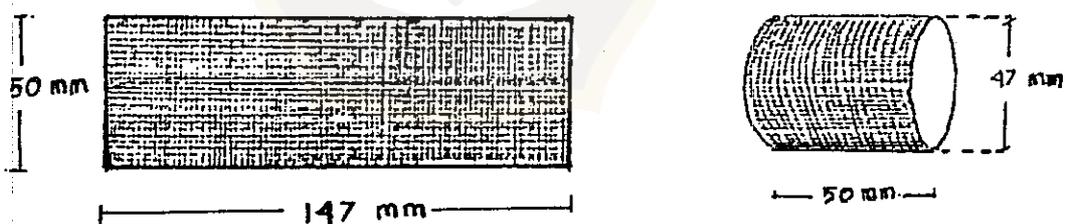
Gambar (3.17) Bentuk filamen.

c. TABUNG ALUMINA

Dari alumina dengan ukuran panjang  $(25,100 \pm 0,025)$ mm, diameter dalam  $(3,100 \pm 0,025)$  mm dan volume  $(189,350 \pm 9,878)$ mm<sup>3</sup>, cara pembuatan mula-mula adalah dengan tabung alumina yang salah satu ujungnya ditutup dengan logam dan ujung yang lain dibiarkan terbuka untuk memasukkan cuplikan, tabung alumina diletakkan ditengah lilitan filamen.

d. ANODA

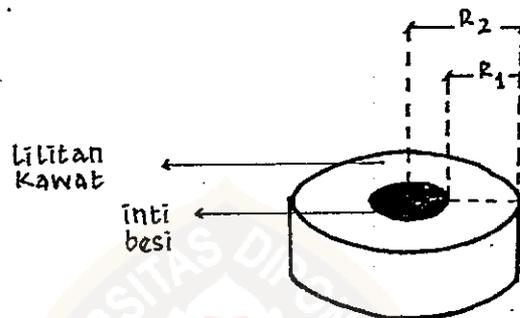
Dari baja tahan karat berupa kasa berbentuk silinder dengan diameter lubang kasa  $(2,000 \pm 0,025)$ mm, diameter silinder  $(47,000 \pm 0,025)$  mm dan panjang  $(50,000 \pm 0,025)$  mm, anoda diletakkan searah dengan tabung sumber ion diantara elektroda pendorong dan elektroda pemfokus, cara pembuatan lembaran kasa baja tahan karat dengan panjang  $(147,600 \pm 0,025)$  mm dan lebar  $(50,000 \pm 0,025)$  mm dibuat berbentuk silinder.



Gambar (3.18) Pembuatan anoda

#### e. MAGNET

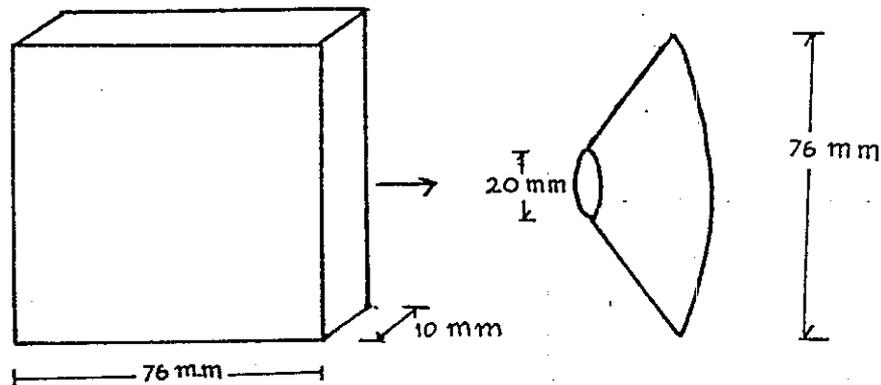
Dibuat dari magnet berbentuk solenoida dengan 980 lilitan dan diameter kawat tembaga ( $2,000 \pm 0,025$ ) mm, magnet diletakkan diluar konstruksi sumber ion sejajar dengan anoda, cara pembuatan besi lunak berbentuk balok dengan panjang ( $100,000 \pm 0,025$ ) mm, lebar dan tinggi ( $50,000 \pm 0,025$ ) mm dililiti dengan kawat tembaga lalu dialiri dengan arus searah.



Gambar (3.19) Kumparan magnet solenoida

#### f. ELEKTRODA PENDORONG

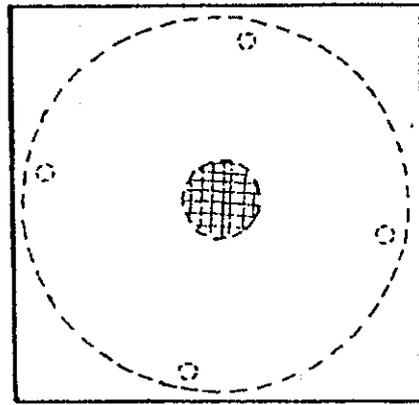
Dari baja tahan karat berbentuk kerucut terpancung dengan kemiringan  $76,5^\circ$ , diameter luar ( $76,000 \pm 0,025$ ) mm, diameter lubang tengah ( $20,000 \pm 0,025$ ) mm, elektroda pendorong diletakkan ( $60,000 + 0,025$ ) mm dari flange, cara pembuatan mula-mula baja tahan karat pejal dibubut lalu dibentuk menjadi kerucut terpancung.



Gambar (3. 20) Pembuatan elektroda pendorong

#### g. CELAH SUMBER ION

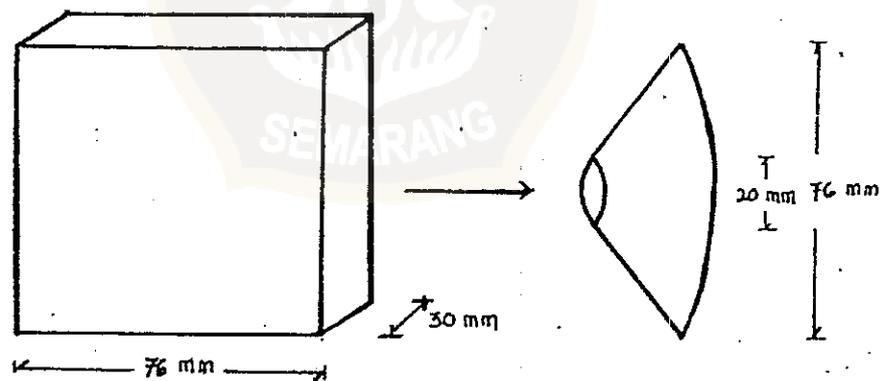
Dari baja tahan karat berupa lempeng berbentuk lingkaran berukuran diameter luar  $(90,000 \pm 0,025)$  mm, diameter lubang tengah  $(20,000 \pm 0,025)$  mm dan tebal lempeng  $(1,000 \pm 0,025)$  mm, celah sumber ion ini diletakkan  $(105,000 \pm 0,025)$  mm didepan elektroda pendorong, cara pembuatannya mula-mula lempengan / lembaran baja tahan karat dipotong berbentuk lingkaran dengan diameter luar  $(90,000 \pm 0,025)$  mm, diameter lubang tengah  $(20,000 \pm 0,025)$  mm diberi kasa yang diameter lubang kasanya  $(2,000 \pm 0,025)$  mm.



Gambar (3. 21) Pembuatan celah sumber ion

#### h. ELEKTRODA PEMFOKUS

Dari baja tahan karat berbentuk kerucut terpancung dengan kemiringan  $45^\circ$ , diameter luar  $(76,000 \pm 0,025)$  mm, diameter lubang tengah  $(20,000 \pm 0,025)$  mm dan tebal  $(2,000 \pm 0,025)$  mm, elektroda pemfokus ini diletakkan  $(65,000 \pm 0,025)$  mm didepan elektroda pendorong, cara pembuatan mula-mula baja tahan karat pejal dibubut lalu dibuat berbentuk kerucut terpancung.



Gambar (3. 22) Pembuatan elektroda pemfokus

i. PENYANGGA

Dari baja tahan karat berupa batang berukuran panjang  $(220,000 \pm 0,025)$  mm dan diameter  $(2,800 \pm 0,025)$ mm, konduktor diletakkan sepanjang elektroda-elektroda sumber ion, cara pembuatan mula-mula batang baja tahan karat berdiameter  $(3,000 \pm 0,025)$  mm diampelas kemudian ujungnya didrat.

j. PENYEKAT

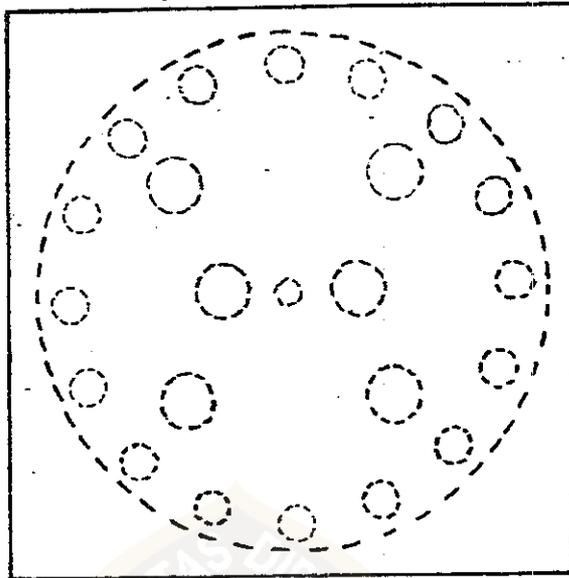
Dari pirek berbentuk silinder dengan ukuran diameter dalam  $(3,000 \pm 0,025)$  mm dan diameter luar  $(5,000 \pm 0,025)$ mm, konduktor ini diletakkan diantara elektroda-elektroda sumber ion.

k. FEEDTHROUGH

Dari busi mobil dan diletakkan pada flange sebagai terminal sumber daya sumber ion.

L. FLANGE

Dibuat dari baja tahan karat berbentuk silinder dengan diameter  $(152,000 \pm 0,025)$  mm dan tebal  $(10,000 \pm 0,025)$  mm, flange ini diletakkan sebagai penutup tabung hampa dan tempat dudukan feedthrough, cara pembuatan adalah dengan baja tahan karat pejal dan tebal  $(10,000 \pm 0,025)$  mm dibubut berbentuk lingkaran mengikuti ukuran standart DN 100 CF.



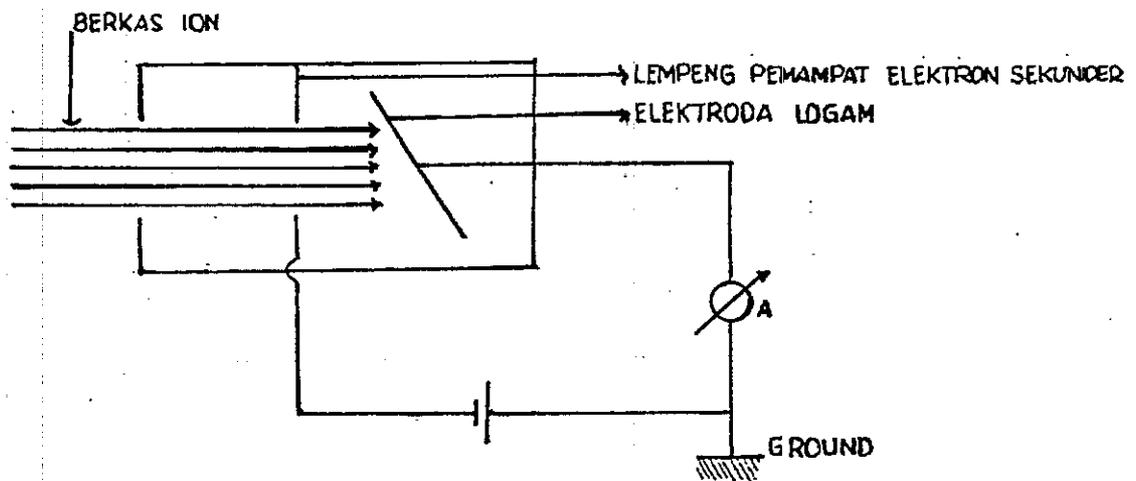
Gambar (3.24) Pembuatan flange

n. RING O

Dibuat dari karet viton, diletakkan diantara body tabung hampa dan flange dan diantara flange dan busi.

o. MANGKUK FARADAY

Dengan menggunakan mangkuk Faraday yang diletakkan  $(135,000 \pm 0,025)$  mm didepan elektroda pendorong dan  $(30,000 \pm 0,025)$  mm didepan celah sumber ion.



Gambar (3.25) Mangkuk Faraday

### 3.4. Sistem pendukung sumber ion

Ada dua macam sistem yang sangat mendukung berlangsungnya kerja dari sumber ion untuk mesin implantasi ion. Sistem pendukung yang pertama adalah sistem hampa dan yang kedua adalah sumber daya.

#### 3.4.1. Sistem hampa

Sistem hampa termasuk sistem pendukung yang merupakan penyedia lingkungan bagi mesin implantasi ion. Dalam mesin implantor diperlukan kehampaan yang sangat tinggi sehingga jarak molekul-molekul gas dalam tabung bertambah besar sehingga kemungkinan terjadi tumbukan makin kecil. Jarak yang ditempuh oleh molekul-molekul yang

bertumbukan didefinisikan sebagai jalan bebas rata-rata. Pada mesin implantor ion diperlukan hampa sekitar  $10^{-7}$  torr, sehingga diperoleh jalan bebas rata-rata sekitar  $5 \cdot 10^4$  cm. Untuk menghampakan suatu sistem atau bejana digunakan pompa hampa yang berfungsi untuk mengambil udara dari dalam bejana keluar atmosfer.

Pada umumnya setiap sistem hampa terdiri dari tiga kelompok utama yaitu :

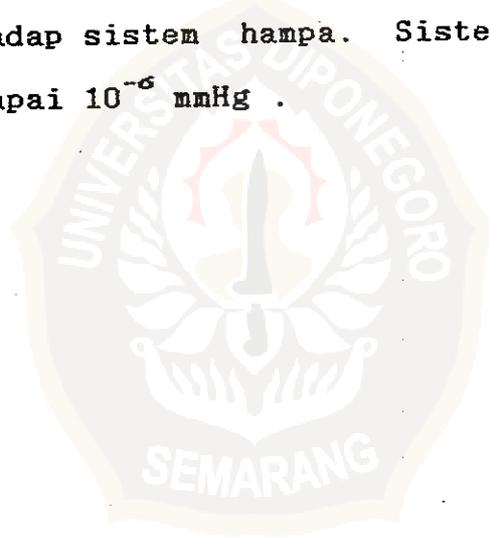
- bejana kerja ( sistem yang dihampakan )
- pompa depan ( pompa rotari )
- pompa utama ( pompa difusi )

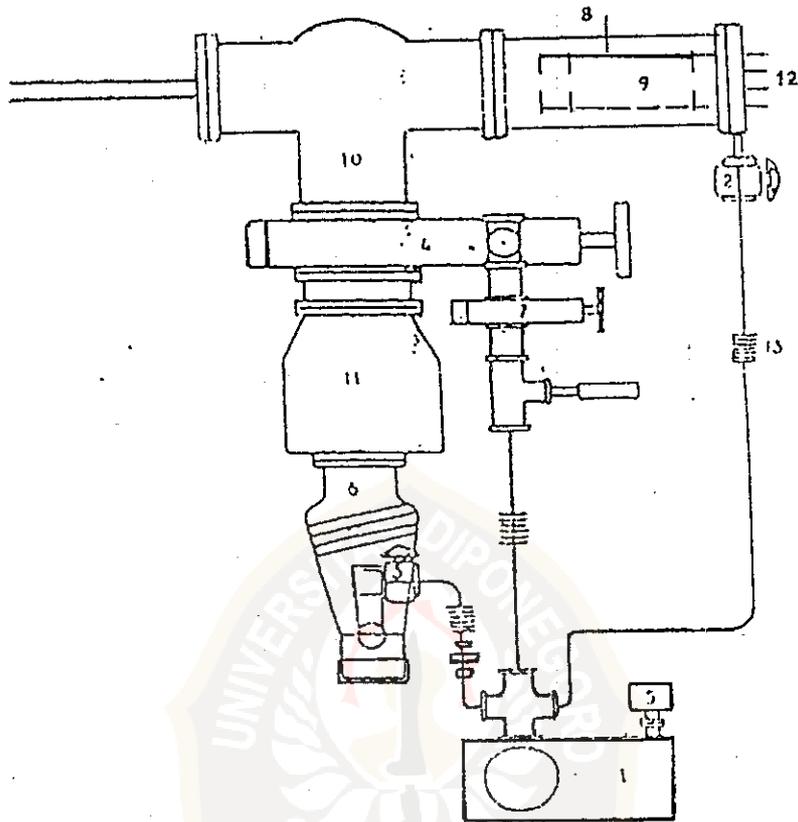
Kelompok-kelompok ini kemudian dihubungkan dengan pipa hampa dan komponen-komponen pembantu seperti baffle, valve dan cold trap.

Sebagai pompa depan atau pra hampa dipakai pompa rotari yang dalam hal ini adalah jenis katub sorong. Pompa rotari mempunyai daerah kerja antara atmosfer -  $10^{-3}$  mmHg.

Untuk pompa utama, dipakai pompa difusi. Pompa ini akan mulai bekerja jika tingkat kehampaan minimum mencapai  $10^{-2}$  mmHg. Maka dari itu setiap akan mengoperasikan pompa difusi harus diawali dengan mengoperasikan pompa rotari, sehingga kehampaan minimum tercapai.

Prinsip pengoperasian pompa hampa diterangkan sebagai berikut : Pompa rotari dihidupkan dan katup 2 yang merupakan penghubung antara pompa rotari dengan sistem hampa dibuka sehingga diperoleh tekanan sampai  $10^{-2}$  mmHg pada sistem hampa. Setelah tekanan mencapai  $10^{-2}$  mmHg katub 2 ditutup dan katub 3 yang merupakan penghubung antara pompa rotari dan pompa difusi dibuka hingga ruang didalam pompa difusi dihampakan hingga  $10^{-2}$  mmHg. Pendingin untuk pompa difusi dihidupkan kemudian pemanas dijalankan selama kurang lebih 30 menit. Setelah proses ini katub 4 yang merupakan penghubung antara pompa difusi dengan sistem dibuka, dengan demikian maka pompa difusi mulai bekerja terhadap sistem hampa. Sistem dipompa sehingga tekanan mencapai  $10^{-6}$  mmHg .





Gambar (3.26) Bagan sistem hampa.

- [1] Pompa rotari , [2] Valve by pass ( rotari-sistem ) , [3] Valve by pass ( rotari-difusi ) , [4] Valve utama , [5] Head pirany 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 .

### 3.4.2. Sumber daya

Sumber daya yang dipergunakan dalam sumber ion adalah sumber daya searah, yang memberikan arus pada filamen, daya pada pendorong, anoda, pemfokus dan celah hingga ribuan volt, kecuali filamen dan magnet.

Sumber daya mula-mula diperlukan untuk memberi arus pada filamen sebagai katoda dan pemanas cuplikan bahan, arus yang diperlukan 1 sampai 10 A dan untuk sumber daya magnet diperlukan arus 0,075 sampai 1,125 A.

Dalam sistem sumber ion, untuk mengeluarkan berkas ion dari sistem sumber ion atau dari ruang ionisasi diperlukan tegangan pendorong sebesar 1 sampai 400 volt.

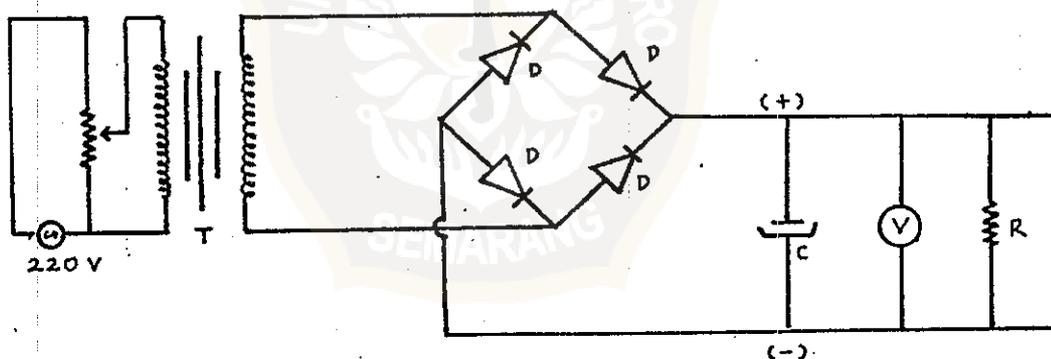
Sumber daya diperlukan pula untuk memberi daya pada anoda agar elektron yang dihasilkan filamen mempunyai tenaga yang lebih besar sehingga terjadi arus dari katoda ke anoda yang memerlukan tegangan sebesar 1 sampai 120 volt.

Karena berkas ion yang keluar dari ruang ionisasi masih bersifat menyebar, maka diperlukan tegangan pemfokus 1 sampai 500 volt untuk memfokuskan ion tersebut sebelum keluar dari sistem melalui celah menuju sasaran.

Sumber daya arus searah juga diperlukan pada celah yang berfungsi sebagai pemercepat, agar berkas ion dipercepat juga terfokus melalui celah dapat diberi

percepatan untuk dapat ditangkap pada sasaran. Tegangan pemercepat yang diperlukan 1 sampai 2,2 kilo volt.

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 kilo volt tegangan arus searah, meter ukur tegangan anoda mampu mengukur 0 - 4 kilo volt tegangan arus searah, meter ukur tegangan pemfokus mampu mengukur 0- 6 kilo volt tegangan arus searah dan pada tegangan pemercepat mampu mengukur 0 - 15 kilo volt tegangan arus searah. Gambar rangkaian tegangan arus searah dapat dilihat pada Gambar (3.27).



Gambar (3.27) Rangkaian tegangan arus searah .

T = Trafo tegangan tinggi 0-6 kV ; C = Kapasitor  
 9,5 nF / 10 kV ; D = Dioda tegangan tinggi ; R  
 = Tahanan .