

BAB III

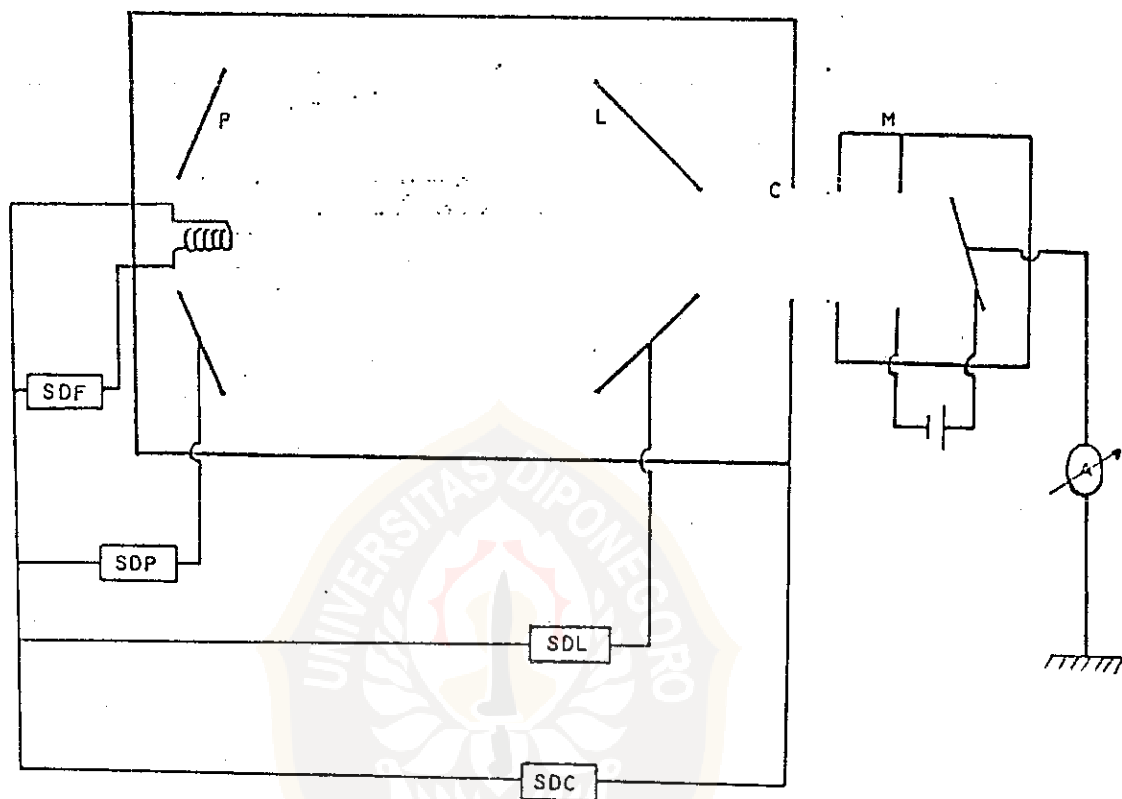
SUMBER ELEKTRON DENGAN PROSES TERMIONIK

Sumber elektron pada umumnya dapat diklasifikasikan menurut peristiwa / proses yang menghasilkan elektron. Sumber elektron untuk mesin berkas elektron pada penelitian ini dibuat atas dasar peristiwa emisi elektron termionik, dimana elektron diemisikan dari logam yang berfungsi sebagai sumber elektron yang dipanasi dengan arus listrik. Besarnya arus emisi yang dihasilkan pada proses emisi termionik ini sangat dipengaruhi oleh besarnya panas dan luas permukaan logam.

3.1. Prinsip dasar sumber elektron dengan proses termionik

Pada prinsipnya sumber elektron termionik adalah bahwa elektron yang dihasilkan berasal dari emisi sebuah logam dipanaskan dengan arus listrik. Untuk memanaskan filamen di ruang emisi diperlukan sebuah sumber daya. Elektron hasil emisi di dalam ruang emisi selanjutnya didorong oleh elektroda pendorong yang diberi tegangan negatif, supaya keluar dari ruang emisi. Selanjutnya karena adanya celah yang diberi tegangan positif akan timbul medan listrik yang arahnya menuju ke elektroda pendorong, sehingga berkas elektron akan dipercepat

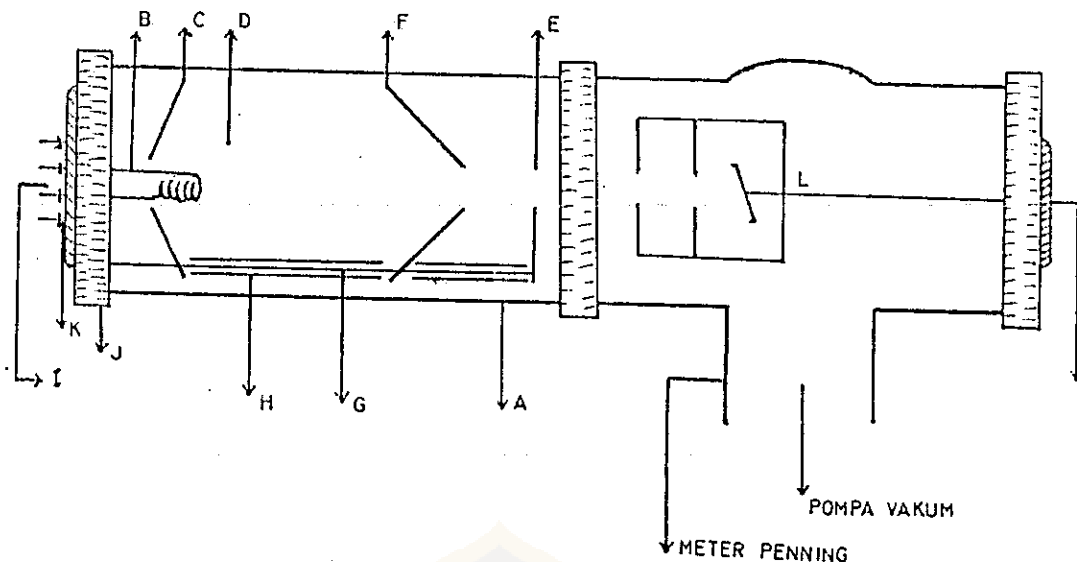
keluar dari sistem sumber elektron melalui celah. Berkas elektron mempunyai kecenderungan menyebar karena gaya tolak menolak yang terjadi antara elektron-elektron itu sendiri, maka bersamaan dengan dipercepat berkas elektron juga difokuskan dengan elektroda pemfokus yang diberi tegangan negatif. Berkas elektron yang terfokus keluar dari sistem sumber elektron melalui celah akan ditangkap oleh mangkuk Faraday pada sasaran dan diukur besarnya arus elektron keluaran dari sumber elektron tersebut dengan meter ukur arus. Arus elektron yang dihasilkan sumber elektron dengan proses termionik untuk mesin berkas elektron besarnya sampai orde milliamper (mA). Skema sumber elektron dengan proses termionik ditunjukkan pada Gambar (3.1).



Gambar(3.1) Skema sumber elektron dengan proses termionik.

(F) Filamen, (P) Elektroda pendorong, (L) Elektroda pemfokus, (C) Celah, (M) Mangkuk Faraday, (A) Meter ukur arus, (SDF) Sumber daya filamen, (SDP) Sumber daya pendorong, (SDL) Sumber daya lensa, (SDC) Sumber daya celah.

3.2. Disain Sumber Elektron



Gambar (3.2) Disain Sumber Elektron.

(A) Tabung vakum, (B) Filamen, (C) Elektroda pendorong, (D) Ruang emisi, (E) Celah, (F) Elektroda pemfokus, (G) Penyangga, (H) Penyekat, (I) Feedthrough, (J) Flange, (K) Ring O, (L) Pengukur arus.

Untuk sumber elektron diperlukan bagian-bagian :

- A. Tabung vakum, untuk tempat sumber elektron.
- B. Filamen, untuk elektroda penghasil emisi elektron.
- C. Elektroda pendorong, untuk mendorong elektron - elektron hasil emisi yang berada dalam ruang emisi agar dapat keluar dari ruang emisi.
- D. Ruang emisi, untuk tempat berlangsungnya proses emisi elektron.

- E. Celah, untuk pemercepat berkas elektron agar dapat keluar dari sistem sumber elektron.
- F. Elektroda pemfokus, untuk memfokuskan berkas elektron agar terfokus keluar dari sistem sumber elektron.
- G. Penyangga, untuk menyangga elektroda-elektroda sumber elektron.
- H. Penyekat, untuk mengisolasi elektroda-elektroda sumber elektron.
- I. Feedthrough, untuk terminal sumber daya.
- J. Flange, untuk dudukan sumber elektron dan tempat feedthrough.
- K. Ring O, untuk penyekat sistem hampa.
- L. Pengukur arus, untuk mengukur arus elektron yang keluar dari sistem sumber elektron yang merupakan arus hasil dari mesin berkas elektron.

A. TABUNG VAKUM

Kriteria untuk bagian tabung vakum ini adalah :

1. Mampu menyediakan lingkungan bagi mesin berkas elektron dengan vakum tinggi lebih dari 10^{-5} torr.
2. Tahan terhadap korosi, agar tidak rusak bila dipakai untuk gas yang korosif.
3. Daya pelepasan gasnya (out gasing) kecil, agar

diperoleh tingkat kevakuman yang tinggi.

Dengan kriteria tersebut diatas, maka dipakai :

1. Bahan dari baja tahan karat tipe AISI 304 EN58E dengan komposisi Fe/Cr 18/Ni 10 atau AISI 316-55 EN582 dengan komposisi Fe/Cr 18/Ni 8/Mo 3, karena tahan terhadap korosi, daya pelepasan gasnya kecil dari 10^{-12} sampai 10^{-13} Torr l/detik.cm².
2. Ukuran menggunakan standard DN 100 CF, suatu ukuran yang sering dipakai pada akselerator dengan diameter dalam 100 mm.

B. FILAMEN

Kriteria untuk bagian filamen ini 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. Untuk dioperasikan pada vakum diatas 10^{-5} mmHg, filamen harus dibuat dari bahan yang mempunyai suhu operasi dan fungsi kerja yang rendah karena dengan fungsi kerja yang rendah elektron semakin mudah diemisikan dari permukaan logam sehingga diperoleh arus emisi elektron yang besar.
4. Mudah pengerjaannya.

5. Tahan terhadap korosi, agar tidak rusak bila dipakai untuk gas yang korosif.

6. Bahan yang sering dipakai adalah tungsten, tantalum, molybdenum, dan rhenium.

Dengan kriteria tersebut diatas, maka dipakai :

1. Bahan dari tungsten, karena merupakan logam murni yang suhu operasinya dengan titik lebur 2977°C dan fungsi kerja bahannya 4,5 volt, harga relatif murah, dan mudah pengerjaannya.

2. Filamen dari tungsten berdiameter penampang $(0,250 \pm 0,025)$ mm dan panjang L $(140,0 \pm 0,5)$ mm, diperoleh luas permukaan filamen (A) sebesar

$$A = 2 \pi R L$$

R adalah jari-jari penampang $(0,125 \pm 0,025)$ mm.

$$A = 2 \pi R L$$

$$= (2 \times 3,14 \times 0,125 \times 140) \text{ mm}^2$$

$$= 109,9 \text{ mm}^2$$

$$= (1,099 \pm 0,220) \text{ cm}^2$$

Dengan luas permukaan $(1,099 \pm 0,220) \text{ cm}^2$ pada suhu operasi tungsten 2500°K diharapkan menghasilkan arus emisi (I) sebesar :

$$I = j \cdot A$$

Rapat arus (j) adalah [4] :

$$j = A_0 T^2 e^{-e\psi/kT}$$

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

karena :

A_o = tetapan karakteristik bahan, 70 Amp/cm^2

T = temperatur, 2500°K

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

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

k = tetapan Boltzman, $1,38 \times 10^{-23} \text{ J/K}$

sehingga arus emisi yang diharapkan sebesar :

$$I = j \cdot A$$

$$= (0,27 \times 1,099) \text{ Ampere}$$

$$= 0,29673 \text{ Ampere}$$

$$= (296,73 \pm 60,00) \text{ mA}$$

Karena terbatasnya ruang emisi maka dengan panjang $(140,0 \pm 0,5) \text{ mm}$, filamen dibuat berbentuk spiral dengan 17 lilitan dan diameter lilitan sebesar $(2,000 \pm 0,025) \text{ mm}$, dan tahanan filamen terukur $(0,5 \pm 0,1) \text{ ohm}$.

3. Filamen ditempatkan di tengah-tengah dan didepan lubang elektroda pendorong, agar semua elektron hasil emisi dapat didorong keluar dari ruang emisi.

C. ELEKTRODA PENDORONG

Kriteria untuk bagian elektroda pendorong ini adalah :

1. Tahan terhadap panas yang tinggi, agar dapat dioperasikan pada suhu yang tinggi sehingga dapat berfungsi sebagai pendorong.
2. Daya pelepasan gasnya kecil, agar diperoleh tingkat kevakuman yang tinggi.
3. Dibuat sedemikian rupa sehingga berkas elektron dari ruang emisi dapat didorong keluar melalui celah.
4. Mudah pengerjaannya.

Dengan kriteria tersebut diatas, maka dipakai :

1. Bahan dari baja tahan karat, karena mempunyai kerapatan atom yang tinggi dan daya pelepasan gasnya kecil 10^{-12} sampai 10^{-13} Torr l/detik.cm².
2. 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 vakum dengan standard DN 100 CF.
3. Bentuk elektroda pendorong kerucut terpancung dengan kemiringan $76,5^\circ$. diperoleh dari :

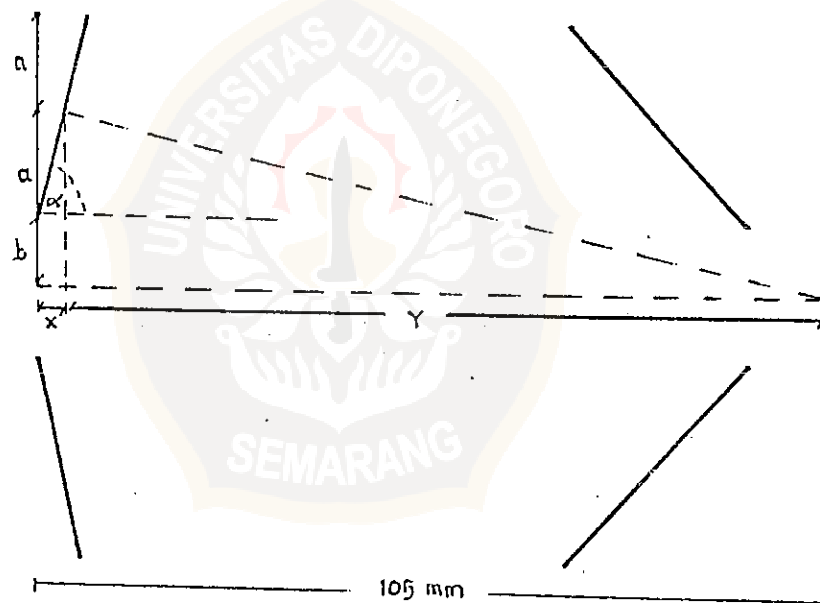
$$\frac{a}{x} = \operatorname{tg} \alpha$$

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

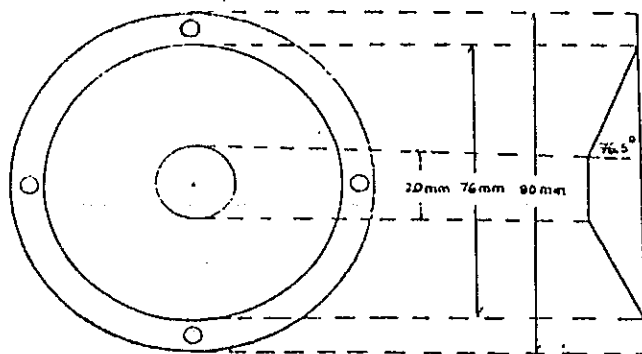
$$x + y = (105,000 \pm 0,025) \text{ mm}$$

dimana $a = (14,000 \pm 0,025) \text{ mm}$, $b = (10,000 \pm 0,025) \text{ mm}$, $x = (3,360 \pm 0,025) \text{ mm}$, dan $y = (105,000 - 3,360) \text{ mm} = (101,640 \pm 0,025) \text{ mm}$, sehingga diperoleh sudut α sebesar $76,5^\circ$.

- 4 Elektroda pendorong ditempatkan $(60,000 \pm 0,025) \text{ mm}$ dari flange, disesuaikan dengan feedthrough yang panjangnya $(45,000 \pm 0,025) \text{ mm}$ dari flange sehingga tidak terjadi hubung singkat antara elektroda pendorong dengan feedthrough.



Gambar (3.3) Pembentukan sudut kemiringan elektroda pendorong.



(a) Tampak depan

(b) Tampak samping

Gambar (3.4) Elektroda pendorong

D. CELAH SUMBER ELEKTRON

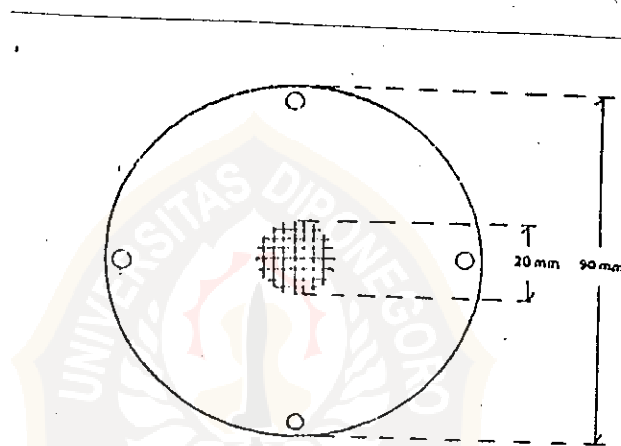
Kriteria untuk bagian celah ini adalah :

1. Tahan terhadap panas yang tinggi, agar ini dapat dioperasikan pada suhu yang tinggi.
2. Daya pelepasan gasnya kecil.
3. Dibuat berbentuk lempeng melingkar sedemikian rupa sehingga mempunyai sistem tembus yang tinggi pada celah keluaran sumber elektron.
4. Mudah pengerjaannya.

Dengan kriteria tersebut diatas, maka dipakai :

1. Bahan dari baja tahan karat, karena mempunyai kerapatan atom yang tinggi dan daya pelepasan gasnya kecil 10^{-12} sampai 10^{-13} Torr l/detik.cm².

2. Celah berbentuk lempeng lingkaran dengan diameter luar $(90,000 \pm 0,025)$ mm, diameter dalam $(20,000 \pm 0,025)$ mm yang diberi kasa dengan diameter lubang kasa $(2,0 \pm 0,5)$ mm, jumlah lubang kasa $79/\text{mm}^2$ yang dibuat dari baja tahan karat, agar pada pada lubang celah ini terdapat potensial yang berfungsi sebagai pemercepat berkas yang lewat lubang ini, tebal celah $(1,000 \pm 0,025)$ mm.



Gambar (3.5) Celah sumber elektron

3. Celah ditempatkan $(105,000 \pm 0,025)$ mm di depan elektroda pendorong, agar diperoleh berkas elektron yang terfokus lewat celah sumber elektron ini.

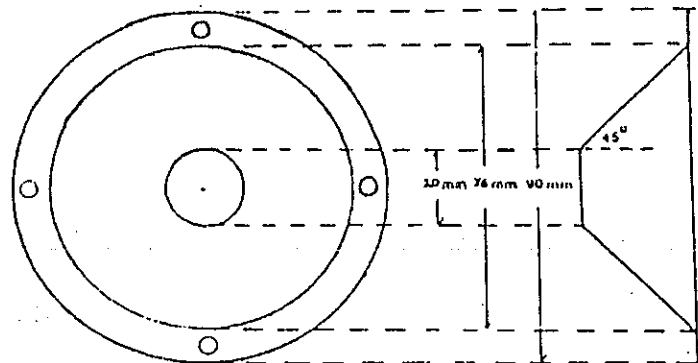
E. ELEKTRODA PEMFOKUS

Kriteria untuk bagian elektroda pemfokus ini adalah :

1. Tahan terhadap panas yang tinggi.
2. Daya pelepasan gasnya kecil.
3. Dibuat kerucut terpancung sedemikian rupa sehingga akan diperoleh berkas arus terfokus keluar dari sistem sumber elektron.
4. Mudah pengerjaannya.

Dengan kriteria tersebut diatas, maka dipakai :

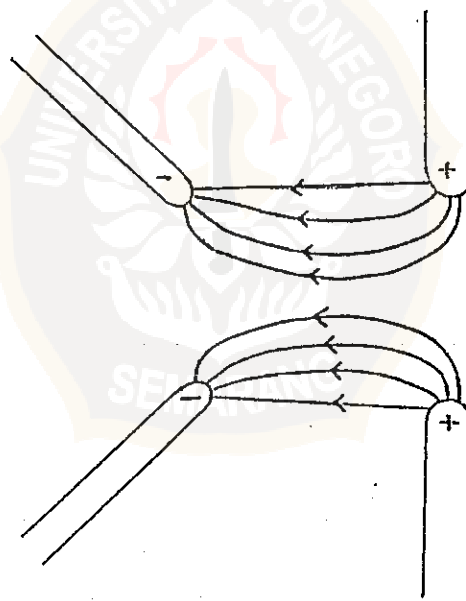
1. Bahan dari baja tahan karat, karena mempunyai kerapatan atom yang tinggi dan daya pelepasan gasnya kecil 10^{-12} sampai 10^{-13} Torr l/detik.cm².
2. Bentuk elektroda pemfokus kerucut terpancung dengan kemiringan 45°. Diameter luar (76,000 ± 0,025) mm, diameter dalam (20,000 ± 0,025) mm, dan tebal (2,000 ± 0,025) mm, disesuaikan diameter tabung vakum dengan standard DN 100 CF.
3. Elektroda pemfokus ditempatkan (65,000 ± 0,025) mm di depan elektroda pendorong dan (10,000 ± 0,025) mm di belakang celah.
4. Ujung-ujung elektroda pemfokus harus tumpul atau tidak boleh runcing agar tidak membangkitkan medan listrik yang tinggi.



(a) Tampak depan

(b) Tampak samping

Gambar (3.6) Elektroda pemfokus



Gambar (3.7) Medan listrik antara pemfokus dan celah.

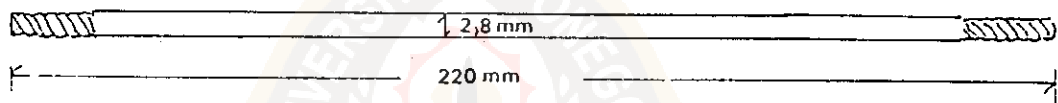
F PENYANGGA

Kriteria untuk bagian penyangga ini adalah ;

- Mempunyai kekuatan yang besar.

sehingga dipakai :

1. Bahan dari baja tahan karat.
2. Penyangga berbentuk batang dengan panjang $(220,000 \pm 0,025)$ mm dan diameter $(2,800 \pm 0,025)$ mm.
3. Penyangga ditempatkan di sepanjang elektroda - elektroda sumber elektron.



Gambar (3.8) Penyangga

G. PENYEKAT

Kriteria untuk bagian penyekat ini adalah :

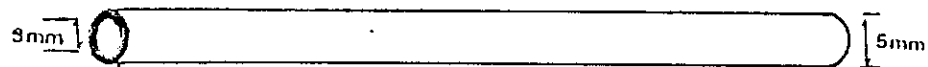
1. Berfungsi sebagai isolator yang baik.
2. Tahan terhadap suhu yang tinggi agar tetap dapat berfungsi dengan baik pada suhu yang tinggi.

sehingga dipakai :

1. Bahan dari pireks, karena merupakan isolator yang baik dengan perlawanan jenis (ρ) sebesar 10^{14}

ohm.cm, tahan terhadap perubahan suhu yang besar hingga 450°C, dan mudah diperoleh di pasaran.

2. Ukuran dengan diameter dalam 3 mm dan diameter luar 5 mm.



Gambar (3.9) Penyekat

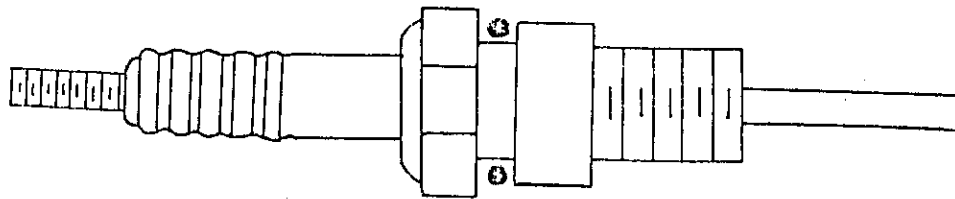
H. FEEDTHROUGH (LOLOH TERUS)

Kriteria untuk bagian feedthrough ini adalah :

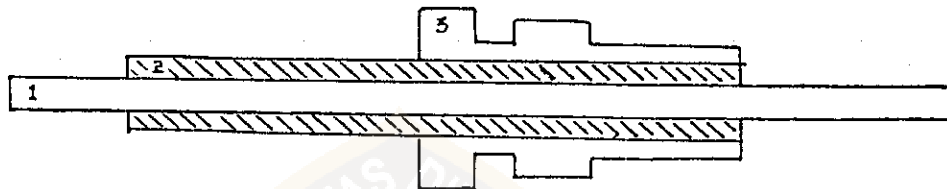
- Mempunyai kemampuan operasi sampai ribuan volt.
- Tahan terhadap suhu yang tinggi.
- Mudah dibeli di pasaran.

Dengan kriteria tersebut diatas, maka dipakai :

- Busi, karena mempunyai kemampuan operasi sampai ribuan volt dan mudah diperoleh di pasaran.
- Feedthrough ditempatkan pada flange di salah satu ujung tabung vakum sebagai terminal sumber daya.



(a) Tampak luar



(b) Tampang dalam busi

Gambar (3.10) Busi (feedthrough)

(1) Penghantar, (2) Isolator, (3) Baut luar.

1. FLANGE (PENUTUP TABUNG)

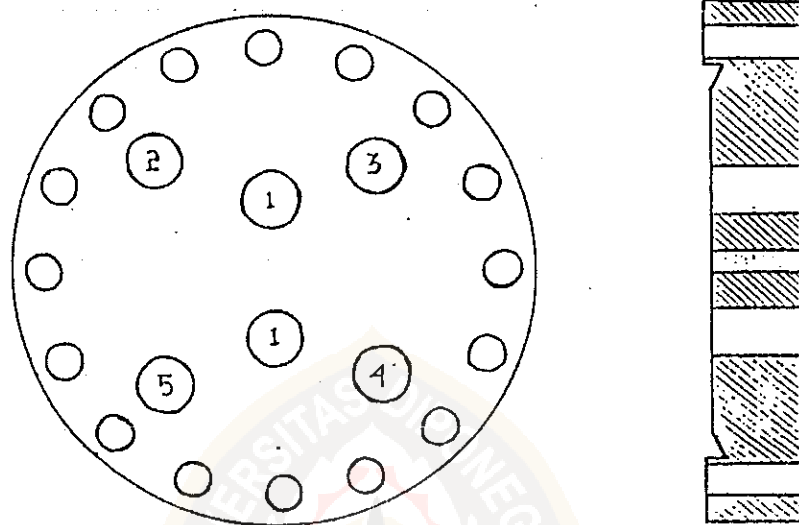
Kriteria untuk bagian flange ini adalah :

1. Tahan terhadap korosi.
2. Daya pelepasan gasnya (outgasing) kecil.
3. Ukuran sesuai dengan tabung vakum.

Dengan kriteria tersebut diatas, maka dipakai :

1. Bahan baja tahan karat

2. Ukuran mengikuti standard DN 100 CF dengan diameter $(152,000 \pm 0,025)$ mm dan tebal $(10,000 \pm 0,025)$ mm.



(a) Tampak depan

(b) Tampak samping

Gambar (3.11) Flange

(1) Filamen, (2) Elektroda pendorong, (3) Elektroda pemfokus, (4) Celah, (5) Cadangan.

3. Flange ditempatkan sebagai penutup tabung vakum sekaligus sebagaiudukan feedthrough.

J. RING O

Kriteria untuk untuk bagian ring O ini adalah :

1. Daya pelepasan gasnya kecil.
2. Tahan terhadap suhu tinggi.

sehingga dipakai :

1. Bahan dari karet viton, karena bahan ini daya pelepasan gasnya kecil hingga 10^{-9} torr liter/detik.cm² dan tahan pemanasan sampai 220°C.



(a) Ring O untuk flange

(b) Ring O untuk busi

Gambar (3.12) Ring O

2. Ring O ditempatkan sebagai penyekat antara body tabung dengan flange dan antara flange dengan busi.
3. Diameter ring O untuk flange $(115,500 \pm 0,025)$ mm, tebal $(5,150 \pm 0,025)$ mm, dan untuk busi dengan diameter $(13,000 \pm 0,025)$ mm.

K. PENGUKUR ARUS

Kriteria untuk bagian pengukur arus ini adalah :

- Mampu untuk mengukur arus kontinyu

sehingga dipakai :

- Mangkuk Faraday yang dilengkapi dengan dua celah yang diberi potensial negatif dan potensial positif untuk menghindari efek sokongan dari emisi elektron dan ion sekunder yang disebabkan oleh tumbukan elektron dengan permukaan pinggir mangkuk logam.
- Mangkuk Faraday ditempatkan $(135,000 \pm 0,025)$ mm di depan elektroda pendorong, agar seluruh arus yang dihasilkan dapat ditangkap dan sekaligus menyesuaikan dengan ukuran panjang tabung vakum.

3.3. Konstruksi Sumber Elektron

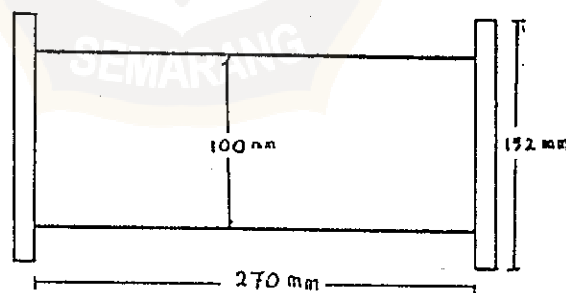
Dari uraian disain maka bagian-bagian sumber elektron adalah :

- a. Tabung vakum
- b. Filamen
- c. Elektroda pendorong
- d. Celah
- e. Elektroda pemfokus
- f. Penyangga
- g. Penyekat

- h. Feedthrough
- i. Flange
- j. Ring O
- k. Mangkuk Faraday

A. TABUNG VAKUM

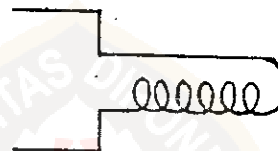
Dari baja tahan karat dengan ukuran menggunakan standard DN 100 CF dengan diameter dalam $(100,000 \pm 0,025)$ mm dan panjang $(270,0 \pm 0,5)$ mm. Pembuatan dengan cara sebuah pipa berdiameter dalam $(100,000 \pm 0,025)$ mm dipotong dengan panjang $(270,0 \pm 0,5)$ mm kemudian disambung dengan cara dilas dengan lempeng pejal berbentuk lingkaran berdiameter dalam $(100,000 \pm 0,025)$ mm dan diameter luar $(152,000 \pm 0,025)$ mm juga diberi lubang-lubang tempat baut sebanyak 16 yang dibuat dengan cara dibubut.



Gambar (3.13) Tabung vakum

B. FILAMEN

Dari tungsten dengan diameter penampang ($0,250 \pm 0,025$) mm dan panjang ($140,0 \pm 0,5$) mm, diletakkan didepan elektroda pendorong, dibuat berbentuk spiral dengan jumlah 17 lilitan dan diameter lilitan ($2,000 \pm 0,025$) mm. Cara pembuatan dengan melilitkan pada kawat yang berdiameter ($2,000 \pm 0,025$) mm dan tahanan filamen terukur ($0,5 \pm 0,1$) ohm.

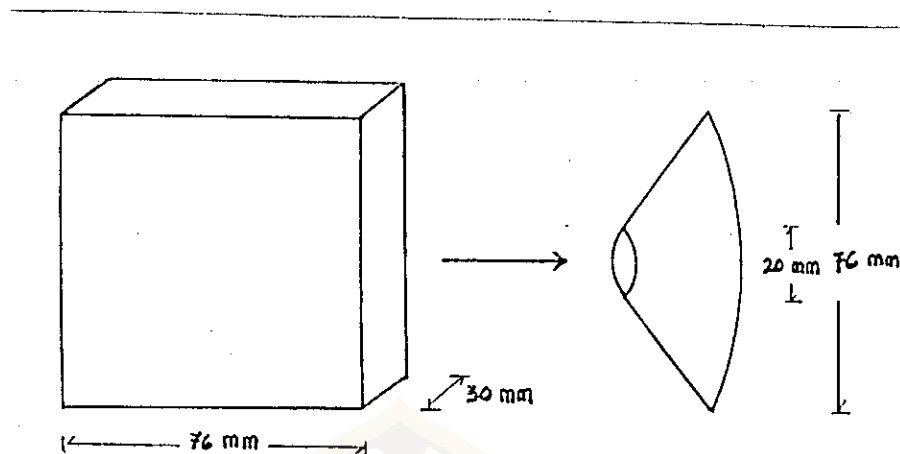


Gambar (3.14) Bentuk filamen

C. ELEKTRODA PENDORONG

Dari baja tahan karat dengan bentuk kerucut terpancung dengan kemiringan $76,5^\circ$, diameter luar ($76,000 \pm 0,025$) mm, diameter dalam ($20,000 \pm 0,025$) mm, dan tebal ($2 \pm 0,025$) mm. Cara pembuatan mula-mula logam pejal dibubut lalu dibentuk menjadi model kerucut terpancung dengan kemiringan $76,5^\circ$, diameter luar ($76,000 \pm 0,025$) mm, diameter dalam ($20,000 \pm 0,025$) mm, dan tebal ($2,000 \pm 0,025$) mm. Elektroda ini diletakkan

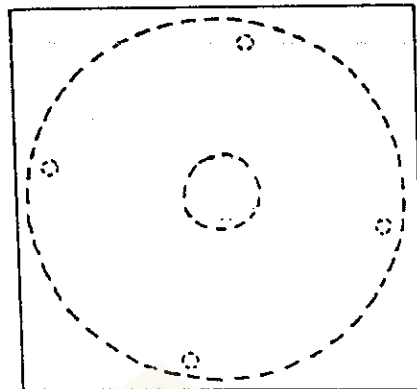
($60,000 \pm 0,025$) mm dari flange.



Gambar (3.15) Pembuatan elektroda pendorong

D. CELAH

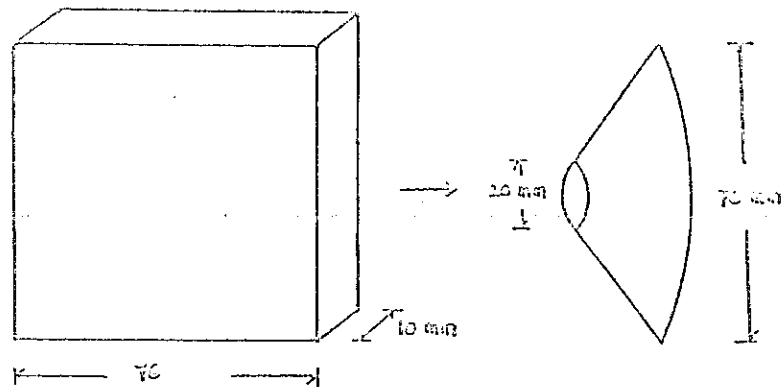
Dari baja tahan karat dengan bentuk lempeng lingkaran dengan ukuran diameter luar ($90,000 \pm 0,025$) mm, diameter dalam ($20,000 \pm 0,025$) mm, dan tebal ($1,000 \pm 0,025$) mm, diletakkan ($105,000 \pm 0,025$) mm di depan elektroda pendorong. Cara pembuatan lembaran baja tahan karat dengan tebal ($1,000 \pm 0,025$) mm dipotong berbentuk lingkaran berdiameter luar ($90,000 \pm 0,025$) mm dan diameter dalam ($20,000 \pm 0,025$) mm diberi kasa yang diameter lubang kasa ($2,0 \pm 0,5$) mm.



Gambar (3.16) Pembuatan celah

E. ELEKTRODA PEMFOKUS

Dari baja tahan karat dengan bentuk kerucut terpancung dengan kemiringan 45° , diameter luar ($76,000 \pm 0,025$) mm, diameter dalam ($20,000 \pm 0,025$) mm, dan tebal ($2,000 \pm 0,025$) mm, diletakkan ($65,000 \pm 0,025$) mm di depan elektroda pendorong. Cara pembuatan mula-mula logam pejal dibubut lalu dibentuk menjadi model kerucut terpancung dengan kemiringan 45° , diameter luar ($76,000 \pm 0,025$) mm, diameter dalam ($20,000 \pm 0,025$) mm, dan tebal ($2,000 \pm 0,025$) mm.



Gambar (3.17) Pembuatan elektroda pemfokus

F. PENYANGGA

Dari baja tahan karat dengan ukuran panjang $(220,000 \pm 0,025)$ mm dan diameter $(2,800 \pm 0,025)$ mm, diletakkan sepanjang elektroda - elektroda sumber elektron. Cara pembuatan kawat baja tahan karat berdiameter $(3,000 \pm 0,025)$ mm diampas sampai diameternya menjadi $(2,800 \pm 0,025)$ mm kemudian ujung-ujungnya didrat.

G. PENYEKAT

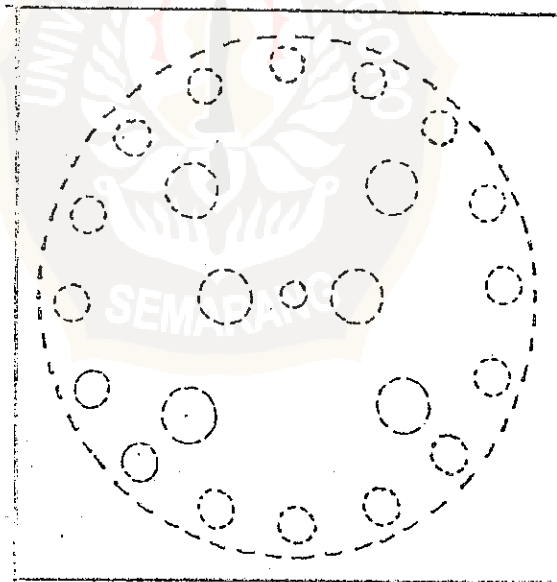
Dari pireks dengan ukuran diameter dalam $(3,000 \pm 0,025)$ mm dan diameter luar $(5,000 \pm 0,025)$ mm, diletakkan pada konduktor diantara elektroda -elektroda sumber elektron.

H. FEEDTHROUGH

Dari busi diletakkan pada flange sebagai terminal sumber daya sumber elektron.

I. FLANGE

Dari baja tahan karat dengan bentuk lempeng lingkaran berdiameter $(152,000 \pm 0,025)$ mm dan tebal $(10,000 \pm 0,025)$ mm, diletakkan sebagai penutup tabung vakum dan tempatudukan feedthrough. Cara pembuatan logam pejal dengan tebal $(10,000 \pm 0,025)$ mm dibubut dibentuk flange mengikuti standard DN 100 CF.



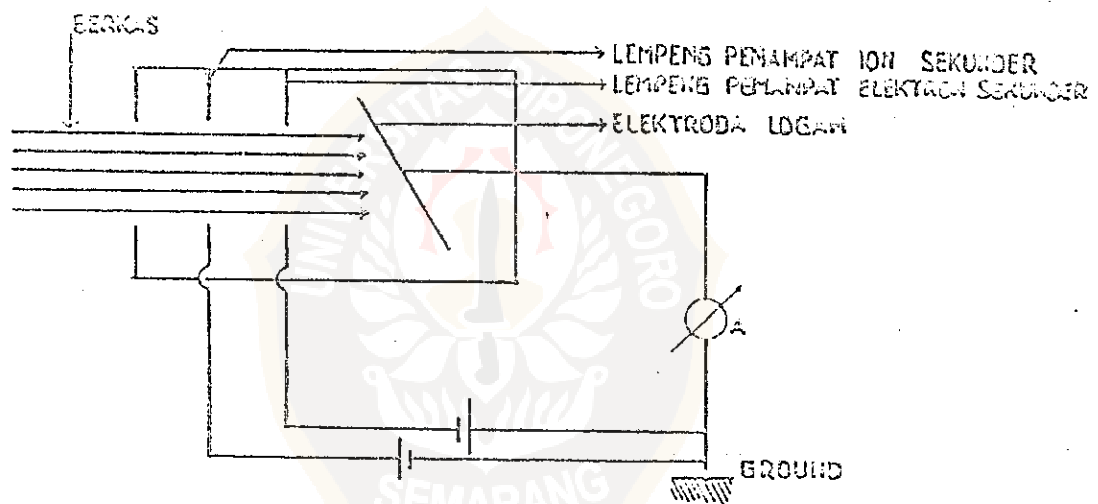
Gambar (3.18) Pembuatan flange

J. RING O

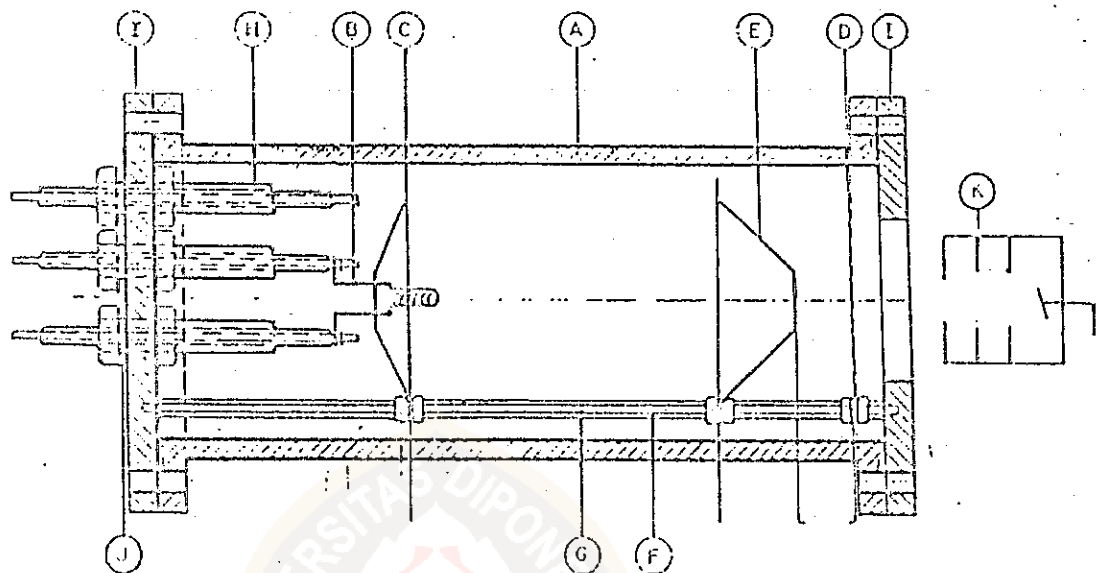
Dari karet viton diletakkan sebagai penyekat diantara body tabung vakum dengan flange dan antara flange dengan busi.

K. MANGKUK FARADAY

Mangkuk Faraday diletakkan $(135,000 \pm 0,025)$ mm di depan elektroda pendorong dan $(30,000 \pm 0,025)$ mm di depan celah.



Gambar (3.19) Mangkuk Faraday



Gambar (3.20) Konstruksi sumber elektron termoionik untuk mesin berkas elektron.

(A) Tabung vakum, (B) Filamen, (C) Elektroda pendorong, (D) Celah, (E) Elektroda pemfokus, (F) Penyangga, (G) Penyekat (H) Feedthrough, (I) Flange, (J) Ring O, (K) Mangkuk Faraday

3.4. Sistem pendukung sumber elektron

Ada dua macam sistem yang sangat mendukung berlangsungnya kerja dari sumber elektron untuk mesin berkas elektron. Sistem pendukung yang pertama adalah sistem vakum dan yang kedua adalah sumber daya.

3.3.1. Sistem Vakum

Sistem vakum termasuk sistem pendukung yang merupakan penyedia lingkungan bagi mesin berkas elektron. Dalam mesin berkas elektron diperlukan vakum yang sangat tinggi yang mengakibatkan 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 tekanan 10^{-7} torr diperoleh jalan bebas rata-rata sebesar 5×10^4 cm, dengan maksud agar berkas elektron yang dihasilkan oleh sumber elektron dapat mencapai sasaran [7].

Untuk memvakumkan suatu sistem atau bejana digunakan pompa vakum yang berfungsi untuk mengambil udara dalam bejana keluar atmosfer.

Pada umumnya setiap sistem vakum terdiri dari tiga kelompok utama :

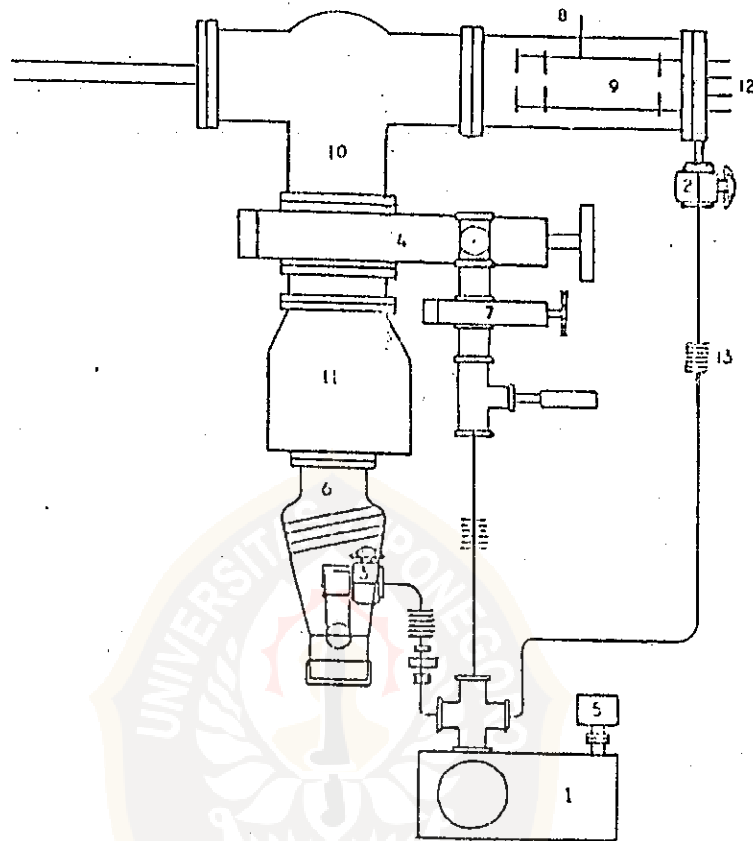
- bejana kerja (sistem yang divakumkan)
- pompa depan (pompa rotari)
- pompa utama (pompa difusi)

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

Sebagai pompa depan atau pra-vakum dipakai pompa rotari yang dalam hal ini adalah jenis katup sorong.

Pompa rotari mempunyai daerah kerja 1 atmosfer sampai 10^{-3} mmHg. Untuk pompa utama dipakai difusi mempunyai daerah kerja 10^{-2} - 10^{-7} mmHg.

Diagram sisten vakum terlihat pada Gambar (3.21). Prinsip kerja pemvakuman diterangkan 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 dengan pompa difusi dibuka sehingga ruang di dalam pompa difusi divakumkan hingga 10^{-2} mmHg. Pendingin untuk pompa difusi dihidupkan kemudian pemanas dijalankan ± 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 di pompa hingga tekanan 10^{-7} mmHg.



Gambar (3.21) Bagan sistem vakum

- (1) Pompa rotary, (2) Valve by pass (rotary-sistem), (3) Valve by pass (rotary-difusi), (4) Valve utama, (5) Head Pirani ($\text{atm} - 10^{-3} \text{ mmHg}$), (6) Pompa difusi, (7) Head Penning ($10^{-2} - 10^{-5} \text{ mmHg}$), (8) Sumber elektron, (9) Intermediate, (10) T.pice, (11) Cold-trap, (12) Feedtrough, (13) Pipa elastis.

3.3.2. SUMBER DAYA

Tegangan tinggi yang dipergunakan dalam mesin berkas elektron adalah tegangan tinggi searah, untuk memberikan tegangan pada elektroda pendorong, elektroda penfokus, dan celah hingga ribuan volt, sedang sumber daya filamen dengan tegangan rendah.

Dalam sistem sumber elektron, untuk memanaskan filamen yang terbuat dari tungsten sehingga timbul proses emisi pada filamen ini diperlukan arus filamen 1 sampai 10 A.

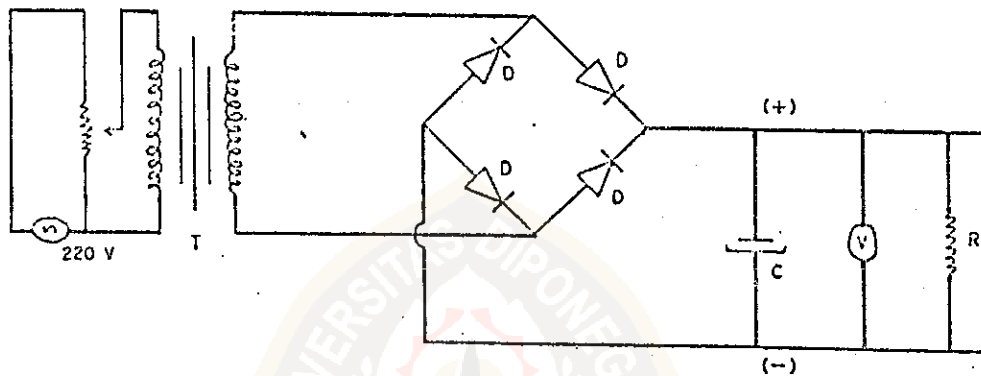
Dalam sistem sumber elektron, untuk mengeluarkan berkas elektron dari sumber elektron atau ruang emisi diperlukan tegangan pendorong 1 sampai 120 volt.

Karena berkas elektron yang keluar dari ruang emisi masih bersifat menyebar, maka diperlukan tegangan pemfokus 1 sampai 3 kV untuk memfokuskan elektron tersebut sebelum keluar dari sistem melalui celah menuju sasaran.

Tegangan tinggi arus searah juga diperlukan pada celah yang berfungsi sebagai pemercepat, agar berkas elektron yang telah terfokus melalui celah dapat diberi percepatan untuk dapat tertangkap pada sasaran. Tegangan pemercepat yang diperlukan 1 sampai 4 kV.

Rangkaian tegangan tinggi arus searah yang diperlukan terdiri dari sebuah trafo tegangan tinggi, 4

buah dioda tegangan tinggi dan kapasitor tegangan tinggi, seperti ditunjukkan pada Gambar (3.22). Trafo dengan tegangan keluaran 6 kV, dioda, kapasitor, dan kapasitan 9,5 nF / 10 kV. Sumber daya diperoleh dari variak yang dihubungkan dengan tegangan listrik arus bolak-balik 0 - 220 volt.



Gambar (3.22) Rangkaian sumber daya.

(T) Trafo tegangan tinggi 0 - 6kV, (D) Dioda tegangan tinggi, (C) Kapasitor 9,5 F/10 kV, (R) Tahanan.