BAB III

METODOLOGI PENELITIAN

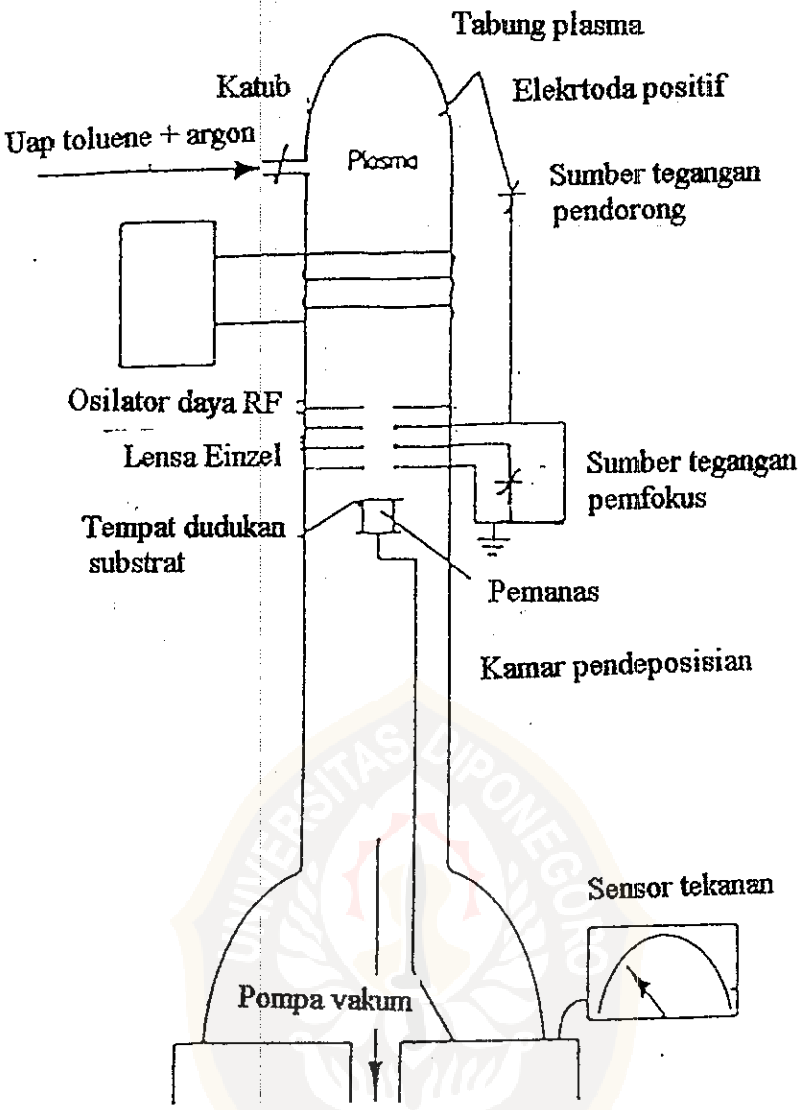
Dalam gas bertekanan rendah yang berisi molekul organik, jika terjadi lucutan listrik maka akan terbentuk polimer. Keadaan seperti ini disebut sebagai polimerisasi plasma, dan bila dipilih suatu kondisi lucutan yang tepat, lapisan tipis dapat dideposisikan pada bahan substrat yang diinginkan.

3.1. Prinsip Dasar Pembentukan Polimer di dalam Reaktor

Secara garis besar sistem deposisi berkas ion plasma bahan organik terpolimer ini adalah kombinasi dari sistem plasma lucutan pijar dan sistem pemercepat berkas ion. Adapun prinsip dasar dari pembentukan polimer plasma didalam reaktor plasma ini adalah sebagai berikut, pada pemanasan sumber materi (monomer) diperlukan monomer organik dalam kondisi uap. Monomer organik ini sebelumnya berwujud cair pada temperatur kamar dan tidak cukup mempunyai tekanan uap untuk dimasukkan ke dalam tabung reaktor plasma meskipun kesetimbangan tekanan uap melampaui tekanan reaksi yang dibutuhkan. Agar uap toluene tetap bisa mengalir ke tabung reaktor maka digunakan gas Argon sebagai gas pembawa. Sumber daya radio frekwensi (RF) mengeluarkan gelombang RF dengan daya tertentu. Sumber daya RF ini digunakan untuk menimbulkan medan resonansi dalam tabung reaktor plasma.

Medan resonansi yang timbul mengakibatkan elektron-elektron bebas dalam tabung berosilasi dengan frekwensi yang sama dengan frekwensi yang digunakan.

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. Skema reaktor plasma untuk pembuatan lapisan tipis dengan metode polimerisasi plasma (*Adianto,1993*)

Elektron bebas yang berosilasi ini bertumbukan dengan molekul organik (monomer), yang mengakibatkan timbulnya ionisasi, akibat terjadinya ionisasi ini partikel-partikel yang berada di dalam reaktor plasma akan bercampur antara partikel netral, elektron bebas dan ion dengan kata lain terbentuk plasma. Selanjutnya ion yang dihasilkan oleh proses ionisasi akan didorong keluar dari tabung lucutan melalui kanal keluaran oleh elektroda pendorong yang diberi

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) .

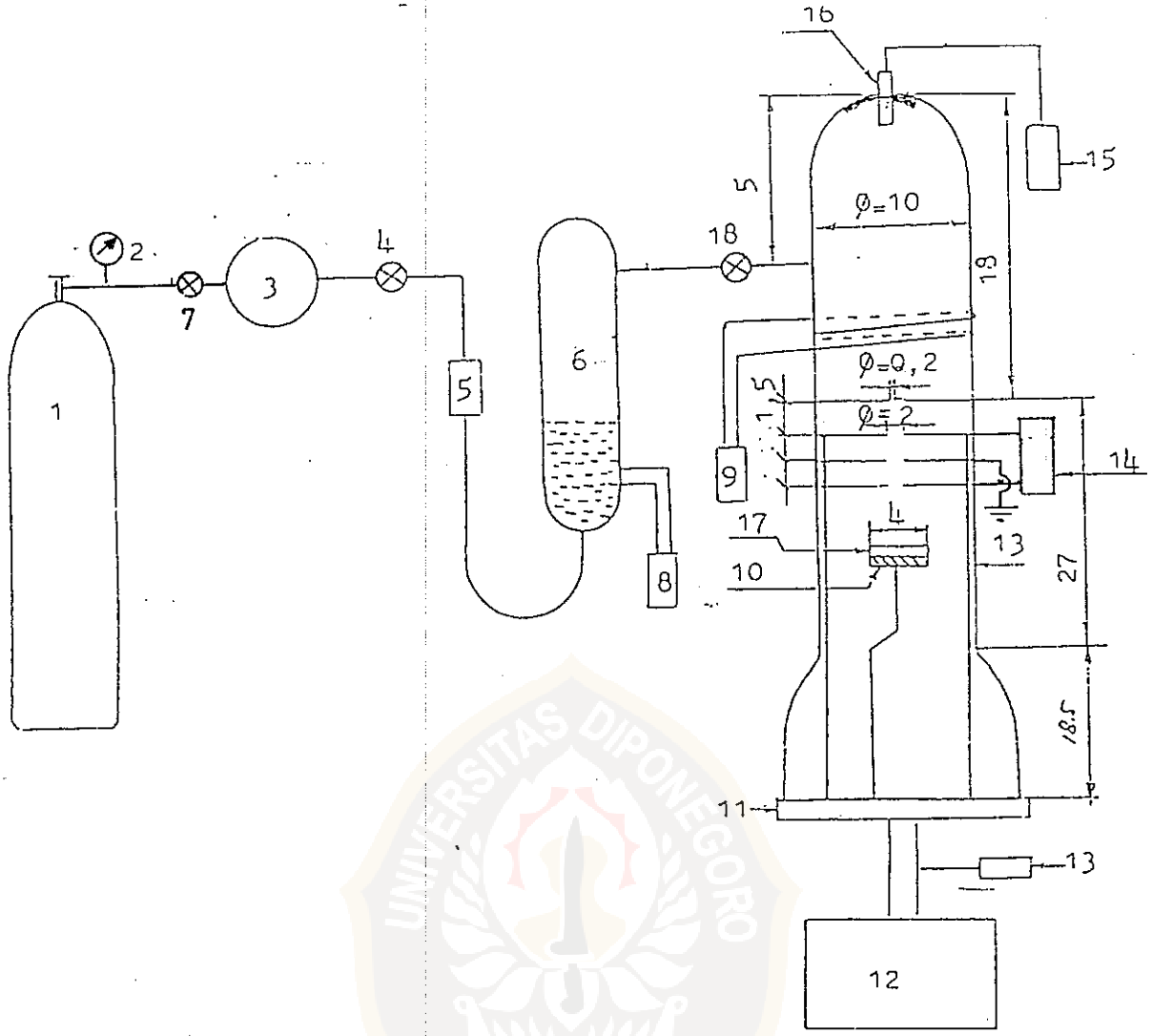
tegangan positif. Berkas ion yang mempunyai kecenderungan menyebar akibat gaya tolak-menolak antar ion-ion di dalam tabung lucutan, difokuskan dengan menggunakan elektroda pemfokus yang diberi tegangan DC negatif. Berkas ion yang telah terfokus dideposisikan pada substrat yang diinginkan. Skema reaktor plasma untuk pembuatan lapisan tipis dengan metode polimerisasi plasma disajikan pada gambar 3.1

3.2. Desain dan Konstruksi Reaktor Plasma

Pada reaktor plasma RF lucutan pijar dengan tujuan polimerisasi plasma untuk pembuatan lapisan tipis diperlukan bagian-bagian sebagai berikut:

a. Tabung reaktor plasma untuk tempat terjadinya lucutan dan tempat pendeposisian.
b. Elektroda pendorong untuk mendorong berkas ion plasma hasil ionisasi keluaran dari tabung lucutan.
c. Sumber daya RF dengan elektroda eksternal yang terkopel induktif untuk mengionisasi gas bahan organik di dalam tabung reaktor plasma.
d. Elektroda pemfokus untuk memfokuskan berkas ion plasma atau spesies plasma dari kanal keluaran menuju substrat.
e. Tempat dudukan substrat dengan sistem pemanas untuk menempatkan substrat yang akan dideposisikan yang sebelumnya dipanaskan dengan tujuan agar didapatkan lapisan yang lebih merata.

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 3.2. Desain reaktor plasma
tabung gas argon (1), manometer (2), bola (3), katub (4), silika gel (5), tabung toluena (6), katub (7), pemanas (8), sumber RF (9), pemanas (10), flange (11), unit pompa vakum (12), penning (13), HV pemfokus (14), HV pendorong (15), feedthrough (16), target holder (17), nadile valve (18)

f. Kanal keluaran untuk melewatkan berkas ion plasma dari tabung lucutan menuju ruang pendeposisian.

g. Penyangga untuk menyangga elektroda pemfokus dan dudukan substrat.

h. Penyekat untuk mengisolasi penyangga.

i. *Feedtrough* untuk terminal sumber tegangan reaktor plasma.

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)

j. *Flange* untuk dudukan tabung reaktor plasma sekaligus menghubungkan reaktor plasma dengan pompa vakum dan sebagai tempat *feedtrough*.

k. Ring O untuk penyekat sistem hampa.

l. Mangkuk Faraday untuk mengukur arus berkas ion plasma.

Selanjutnya akan dijelaskan masing-masing bagian sebagai berikut:

3.2.1. Tabung Reaktor Plasma

Kriteria untuk tabung reaktor plasma adalah :

1. sebagai isolator yang baik dan tahan terhadap panas yang tinggi
2. mampu menyediakan lingkungan bagi sistem reaktor plasma dengan tingkat kehampaan 1-0,1 torr.
3. daya pelepasan gasnya (outgassing) kecil, sehingga diperoleh tingkat kehampaan yang tinggi.

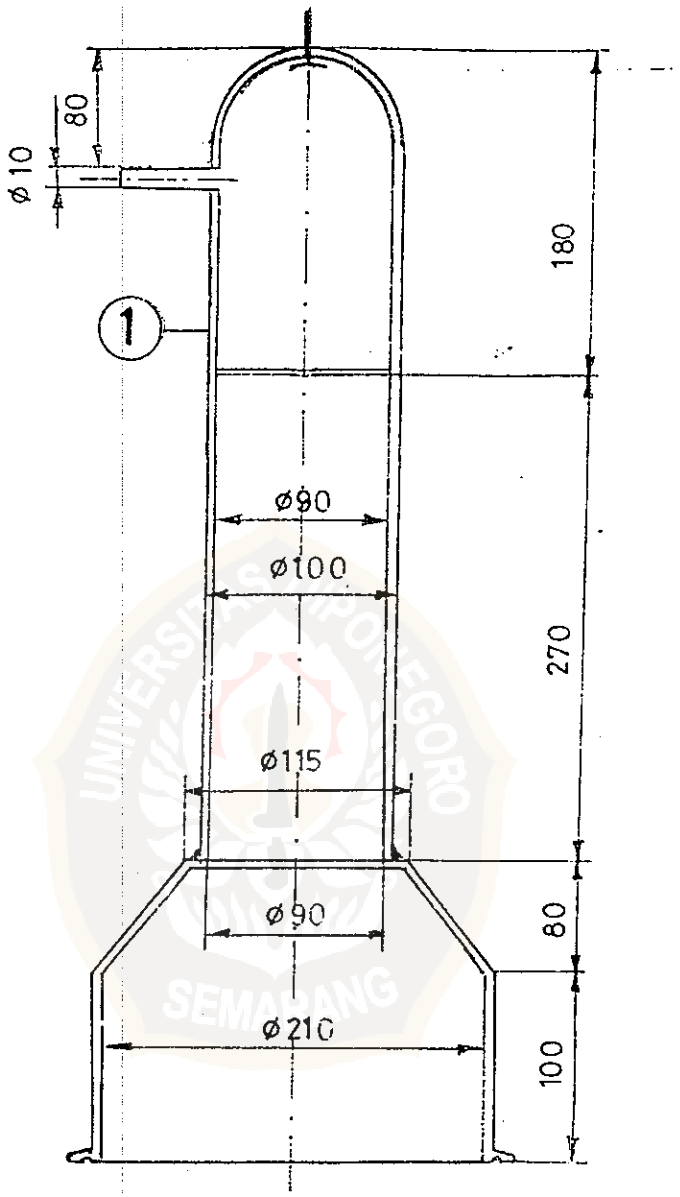
Untuk memenuhi kriteria di atas maka:

1. bahan yang digunakan adalah bahan gelas pirex dengan tebal (5,0 ± 0,5) mm, daya pelepasan gasnya kecil (10^{-12} - 10^{-13}) mbar cm^2 det^{-1} *(Rol. P.K, 1977)*.
2. ukuran tabung dibuat sedemikian rupa sehingga memungkinkan untuk penempatan pemfokus dan substrat dengan diameter (100,0 ± 0,5) mm dan (210,0 ± 0,5) mm masing-masing untuk bagian tabung lucutan dan mangkuk bawahnya.

Tabung reaktor plasma dibuat dari bahan gelas pirex, tabung ini dibuat dengan jalan silinder gelas yang berdiameter (100,0 ± 0,5) mm dipotong sepanjang (450,0 ± 0,5) mm kemudian pada ujung tabung dibuat lebih meruncing dan dipasang *feedtrough* sebagai terminal tegangan pendorong. Tabung ini disambung 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)

gelas desikator berdiameter bawah (210,0 ± 0,5) mm dan tinggi ((180,0 ± 0,5) mm dengan cara pemanasan yang sangat tinggi.



Gambar 3.3. Tabung reaktor plasma

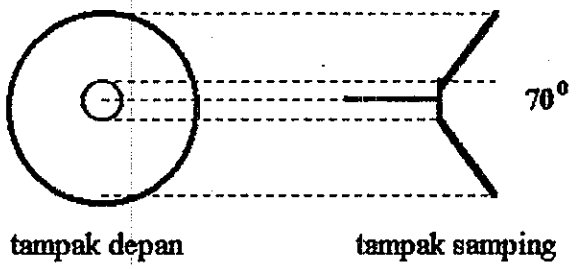
3.2.2. Elektroda Pendorong

Kriteria untuk elektroda pendorong adalah:

1. tahan terhadap panas yang tinggi
2. penghantar yang baik

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. tahan terhadap korosi
4. dibuat sedemikian rupa sehingga berkas ion dari tabung lucutan dapat didorong keluar melalui kanal keluaran dan sesuai dengan bentuk tabung reaktor plasma.



Gambar 3.4. Elektroda pendorong

Untuk memenuhi kriteria tersebut di atas maka:

1. bahan yang digunakan adalah tungsten, karena merupakan penghantar yang baik dan sekaligus tahan terhadap panas
2. bentuk elektroda pendorong adalah kerucut terpancung dengan kemiringan 70^0 dengan ukuran diameter luar (28,0 ± 0,025) mm dan diameter lubang (2,0 ± 0,025) mm disesuaikan dengan bentuk tabung reaktor
3. pada tengah elektroda dipasang *feedtrough* dengan panjang (4,0 ± 0,5) mm dari bahan tungsten
4. elektroda pendorong dihubungkan dengan sumber tegangan 0 - 10 kV

Elektroda pendorong dibuat dari tungsten berbentuk kerucut terpancung dengan diameter luar (28,0 ± 0,025) mm, diameter lubang tengah (2,0 ± 0,025) mm dan disambung dengan *feedtrough*. Elektroda pendorong diletakkan pada bagian

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)

dalam ujung tabung reaktor. Elektroda pendorong ini dibuat dengan jalan mula-mula tungsten dipotong berbentuk kerucut dengan kemiringan 70^0. Kemudian pada ujung kerucut dilubangi dengan diameter lubang (2,0 ± 0,025) mm sebagai tempat *feedtrough*. *Feedtrough* disambungkan pada elektroda pendorong dengan cara dilas. Elektroda pendorong dihubungkan dengan sumber tegangan tinggi DC 10 kV.

3.2.3. Sumber daya RF terkopel secara induktif

Kriteria untuk sumber daya RF adalah:

1. mampu menghasilkan daya keluaran tinggi sehingga dapat mengionisasi atom-atom gas atau monomer yang ada di dalam reaktor
2. mampu menghasilkan frekwensi yang tinggi dan relatif stabil terhadap perubahan beban
3. mampu menghasilkan daya yang relatif stabil

Untuk memenuhi kriteria tersebut di atas maka:

1. sebagai sumber daya menggunakan tabung hampa yang mempunyai daya serta tegangan tinggi. Dalam penelitian ini menggunakan tabung tetroda tipe QB 3/300, tabung ini mempunyai daya keluaran 375 watt pada tegangan anoda 3 kV dan arus anoda maximal 167 mA.
2. untuk membangkitkan frekuensi dalam orde Mhz menggunakan osilator tangki LC (Malvino, 1991).

Besarnya induktansi L dapat diperoleh berdasarkan frekuensi resonansi yang digunakan (f = 10 Mhz , C = 50 pF) menggunakan perhitungan sebagai berikut *(Wasito, 1986)*

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)

$$f = \frac{1}{2\pi\sqrt{LC}}$$

sehingga induktansi yang dibutuhkan

$$L = \frac{1}{(2\pi 10.10^6)^2.50.10^{-12}}$$

$$L = 5{,}07\mu H$$

selanjutnya untuk mendapatkan kumparan dengan inti udara agar didapatkan nilai induktansi yang sesuai digunakan persamaan empirik sebagai berikut *(Milman. H,1992)* :

$$L = \frac{0{,}39a^2n^2}{a+10b}$$

dengan :

L = nilai induktansi (μH); 5,07 μH

n = jumlah lilitan

a = jari-jari lilitan (cm), 5 cm

b = panjang lilitan (cm), 10 cm

sehingga banyaknya lilitan yang dibuat :

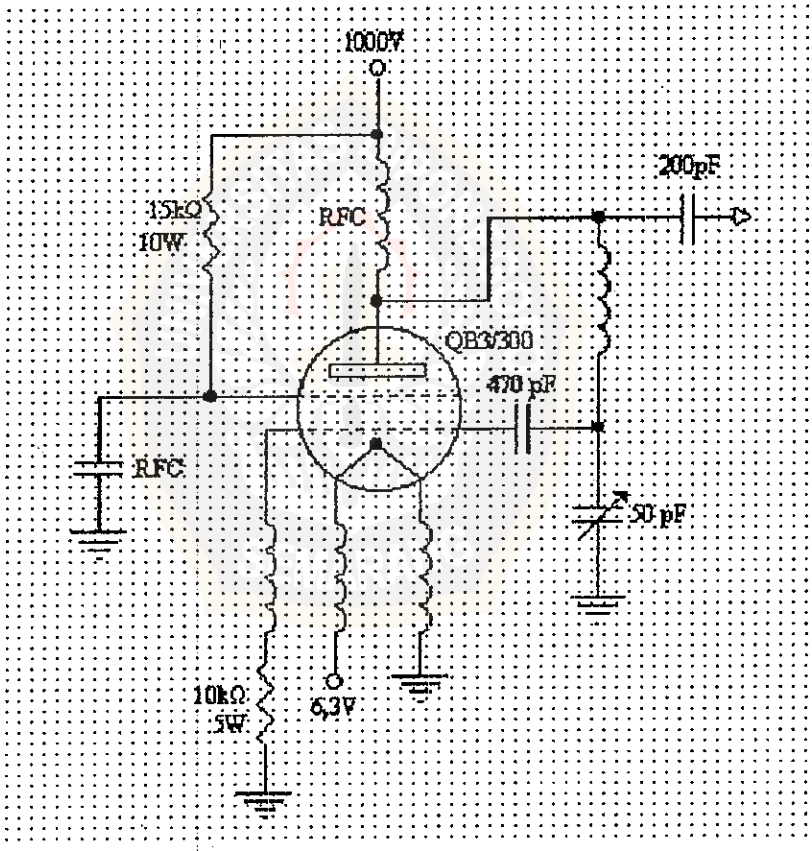
$$n^2 = \frac{5{,}07.(3+10.10)}{0{,}39x9} = 184$$

dengan demikian banyaknya lilitan lebih kurang 12 lilitan.

Untuk memperoleh suatu osilator sumber RF yang memiliki kestabilan frekuensi pada 10 MHz dan berdaya 100 watt digunakan rangkaian seperti pada gambar (3.5). Tabung trioda QB 3/ 300, sebagai penyedia daya tinggi dihubungkan dengan tegangan anoda 0 - 1000 volt, sedang tegangan filamen dipasang pada tegangan 6,3 volt. Untuk menghambat sinyal RF agar tidak sampai ke ground dan 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)

sumber daya dipasang RFC, impedansi RFC dibuat sedemikian besar sehingga arus yang mengalir menuju ground ataupun ke sumber daya sangat kecil atau tidak ada arus sama sekali. Untuk menghambat sumber tegangan tinggi DC dari anoda ke grid dan sebagai coupling sinyal balik RF ke grid dipasang kapasitor 470 pF. Untuk membangkitkan frekuensi 10 MHz digunakan osilator tangki LC 5,07 μH, 50 pF. Sebagai keluarannya dihubungkan dengan antena yang terkopel secara induktif melingkupi tabung reaktor plasma.



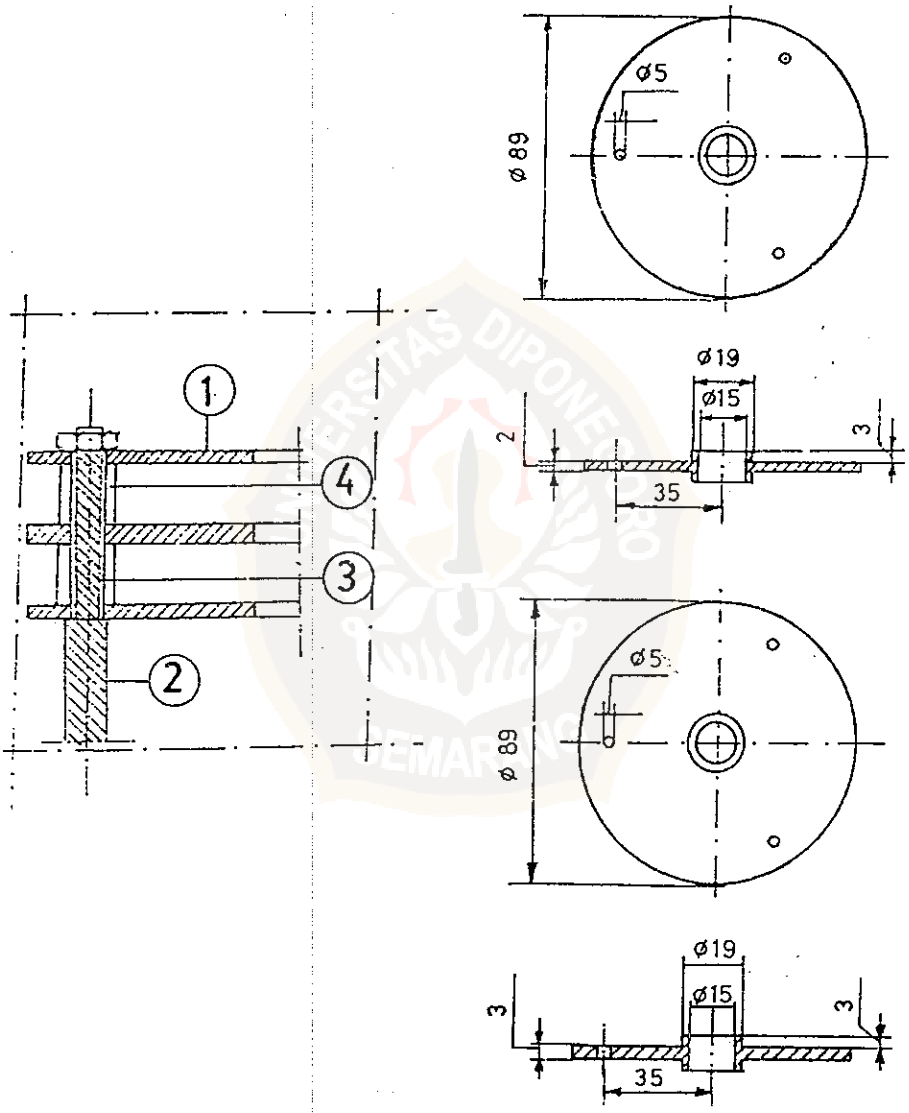
Gambar 3.5. Untai osilator Radio Frekuensi

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)

3.2.4. Elektroda pemfokus

Kriteria untuk elektroda pemfokus adalah :

1. dibuat sedemikian rupa sehingga diperoleh berkas arus terfokus pada substrat yang akan dideposisikan
2. tahan terhadap panas yang tinggi dan tahan terhadap korosi
3. mudah dibersihkan



Gambar 3.6. Elektroda pemfokus

Untuk memenuhi kriteria tersebut di atas :

1. bahan yang akan digunakan adalah baja tahan karat tipe SS 316L7

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 berupa lempengan bulat berlubang ditengah dengan diameter luar (89,0 ± 0,5) mm, diameter lubang (15,0 ± 0,025) mm dengan ketebalan (3,0 ± 0,025) mm diseseuaikan dengan diameter tabung lucutan yang digunakan
3. elektroda pemfokus ditempatkan (10,0 ± 0,5) mm dibawah kanal keluaran berkas
4. jarak antar elektroda tetap (10,0 ± 0,5) mm
5. elektroda pemfokus dihubungkan dengan sumber tegangan tinggi DC 100 Volt.

Elektroda pemfokus dibuat dari baja tahan karat. Elektroda pemfokus ini dibuat dengan cara baja tahan karat dengan diameter (89,0 ± 0,5) mm dibor pada bagian tengah baja dengan diameter dalam (15,0 ± 0,025) mm. Baja dibentuk sesuai gambar dengan cara dibubut. Ketebalan elektroda (3,0 ± 0,025) mm. Dua lempeng baja yang lain dibuat sama dengan ketebalan berbeda masing-masing (2,0 ± 0,025) m m. Dibuat tiga buah lubang dengan diameter (5,0 ± 0,025) mm pada masing-masing lempeng sebagai tempat sambungan. Ketiga elektroda dirangkai dengan jarak masing-masing elektroda (10,0 ± 0,5) mm. Pemfokus dihubungkan dengan tegangan tinggi DC 100 V. Elektroda pemfokus diletakkan (10,0 ± 0,5) mm di bawah kanal keluaran

3.2.5. Tempat dudukan substrat dengan sistem pemanas

Kriteria tempat dudukan substrat dengtan sistem pemanas adalah :

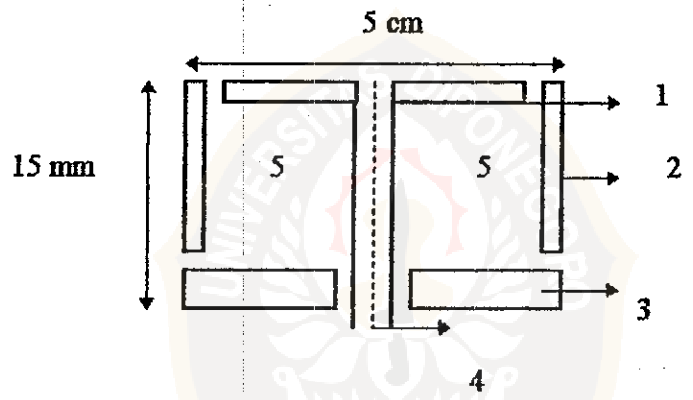
1. tempat dudukan substrat terbuat dari bahan yang tahan terhadap panas ± 150^0C dan konduktor yang baik terhadap panas

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. pemanas mampu menghasilkan panas lebih dari 150 ^{0}C dengan tingkat kestabilan yang tinggi

Untuk memenihi kriteria tersebut di atas maka:

1. tempat dudukan substrat terbuat daru silinder keramik yang diisolasi dengan bahan gelas pirex
2. sebagai bahan pemanas menggunakan lilitan kawat nikelin dengan diameter lilitan (45,0 ± 0,5) mm
3. tempat dudukan substrat didesain bersamaan dengan pemanasnya dan ditempatkan pada ruang pendeposisian



Gambar 3.7.
Tempat dudukan substrat dengan sistem pemanas , (1) plat Al, (2) isolator pemanas keramik, (3) keramik isolator dengan penuutup bagian bawah, (4) penyangga, (5) ruang tempat lilitan kawat nikelin

Tempat dudukan substrat berupa mangkuk kaca dengan pemanas terbuat dari kawat nikelin. Kawat nikelin dililitkan pada kertas kaca hingga berbentuk kumparan dengan diameter (45,0 ± 0,5) mm, memotong silinder keramik sebagai isolator pemanas dengan diameter (50,0 ± 0,5) mm sepanjang (15,0 ± 0,5) mm. Sebagai penutup pemanas terbuat dari plat alumunium dengan ketebalan (3,0 ± 0,025) mm dan diameter (50,0 ± 0,5) mm berlubang di tengah sebagai

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)

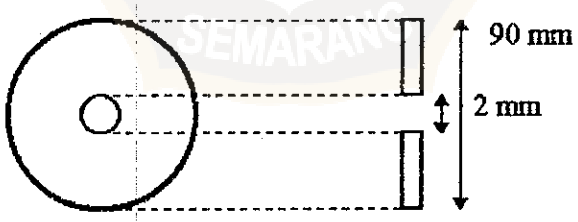
tempat sambungan penyangga, penyangga dirbuat dari baja tahan karat dengan panjang (400,0 ± 0,5) mm. Mangkuk kaca ditempatkan diatas pemanas. Tempat target dengan sistem pemanas dapat dioperasikan sampai suhu 300^{0}C pada tegangan 220 volt tanpa kawat nikelin membara. Tempat dudukan substrat dengan sistem pemanas ini diletakkan (40,0 ± 0,5) mm dari elektroda pemfokus.

3.2.6. Kanal keluaran

Kriteria kanal keluaran adalah :

1. tahan terhadap panas
2. sebagai isolator yang baik
3. sesuai dengan ukuran tabunglucutan yang digunakan

Untuk memenuhi kriteria di atas maka kanal keluaran dibuat dari bahan gelas pirex. Kanal keluaran ini dibuat dengan jalan, lempeng gelas dengan ketebalan (3,0 ± 0,025) mm dan berdiameter (90,0 ± 0,5) mm dilubangi ditengahnya dengan diameter lubang (2,0 ± 0,025) mm.



tampak depan tampak samping

Gambar 3.8. Kanal keluaran

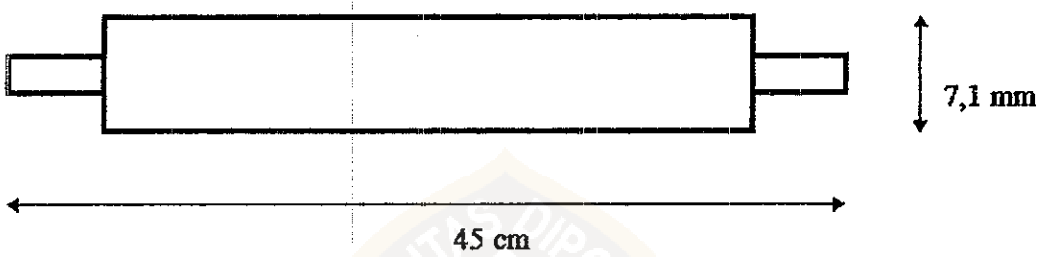
This document is Undip Institutional Repository Collection. The author(s) or copyright owner(s) agree that UNDIP-IR may, without changing the content, translate the submission to any medium or format for the purpose of preservation. The author(s) or copyright owner(s) also agree that UNDIP-IR may keep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

3.2.7. Penyangga

Kriteria penyangga adalah :

1. tahan terhadap panas serta korosi
2. mempunyai kekuatan yang relatif besar

Untuk memenuhu kriteria di atas maka bahan yang digunakan adalah baja tahan karat tipe SS 316L7.



Gambar 3.9. Penyangga

Penyangga berbentuk batang dengan panjang (450,0 ± 0,5) mm untuk penyangga lensa dan (400,0 ± 0,5) mm untuk penyangga pemanas dan berdiameter (7,0 ± 0,025) mm.

3.2.8. Penyekat

Kriteria untuk penyekat adalah :

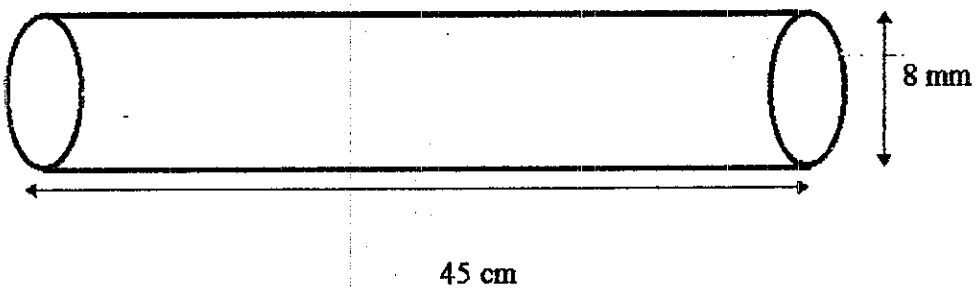
1. dapat berfungsi sebagai isolator yang baik
2. tahan terhadap suhu tinggi

Untuk memenuhi kriteria tersebut di atas maka:

1. dipakai bahan gelas pirex yang dapat dipanaskan hingga suhu 450 ^{0}C dan tahan terhadap perubahan suhu yang tinggi *(Rol.P.K, 1977)*

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. ukuran penyekat berdiameter (8,000 ± 0,025) mm



Gambar 3.10. Penyekat

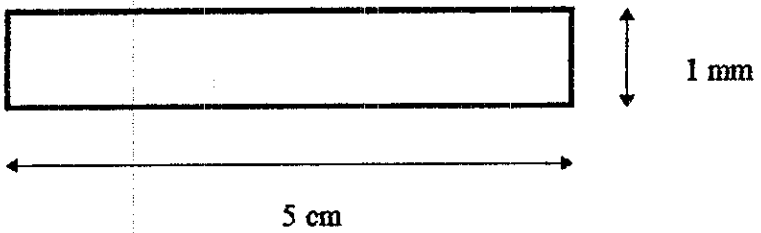
Penyekat dibuat dari pirex berbentuk silinder dengan ukuran diameter dalam (8,0 ± 0,025) mm dan dipasang sebagai isolator penyangga.

3.2.9. *Feedtrough*

Kriteria untuk feedtrough adalah :

1. tahan terhadap suhu yang tinggi
2. mempunyai kemampiuan operasional sampai ribuan volt
3. sebagai konduktor yang baik

Untuk memenuhi kriteria tersebut di atas maka bahan yang digunakan terbuat dari tungsten dengan panjang (5,00 ± 0,05) cm dan diameter (1,00 ± 0,025) m



Gambar 3.11. ***Feedtrough***

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)

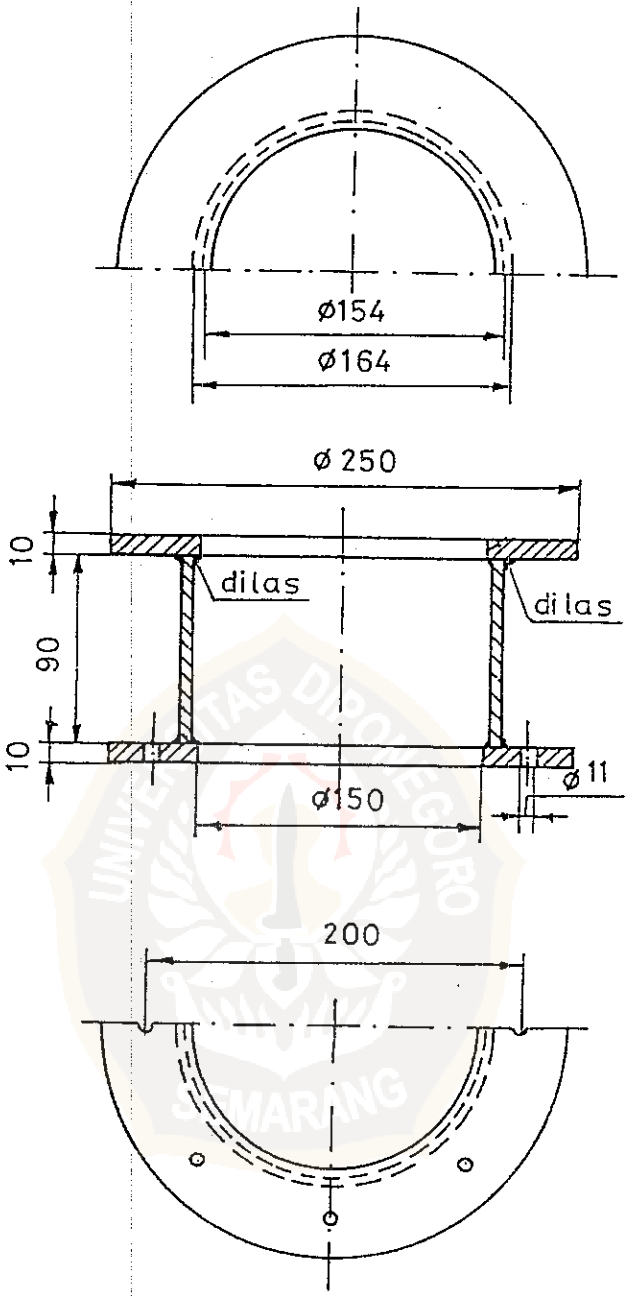
Feedtrough yang terbuat dari batang tungsten diletakkan pada flange sebagai terminal sumber daya dan pada ujung tabung reaktor plasma sebagai terminal yang menghubungkan tegangan tinggi pendorong

3.2.10. ***Flange***

Kriteria untuk flange adalah bahan yang tahan terhadap korosi, daya pelepasannya kecil dan tahan terhadap suhu tinggi. Sehingga bahan yang digunakan adalah baja tahan karat, mempunyai daya terobos gas yang kecil (10^{-12} - 10^{-13}) Torr liter/detik *(Rol.P.K, 1977)*, dengan ukuran diameter atas dan bawah (250,0 ± 0,5) mm dan diameter bagian tengah (150,0 ± 0,5) mm disesuaikan dengan ukuran reaktor plasma.

Flange dibuat dari baja tahan karat. *Flange* ini dibuat dengan jalan, silinder baja dengan diameter (150,0 ± 0,5) mm dan tinggi (90,0 ± 0,5) mm disambung dengan lempeng baja dengan tebal (10,0 ± 0,5) mm berdiameter luar (250,0 ± 0,5) mm dan diameter lubang (150,0 ± 0,5) mm.Penyambungan dilakukan dengan mengelas bagian atas dan bagian bawah silinder baja. Selanjutnya pada bagian bawah flange dibuat lubang dengan diameter (11,0 ± 0,5) mm sebagai tempat *feedtrough*. *Flange* diletakkan sebagai penutup tabung reaktor plasma dan penghubung dengan sistem vakum.

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 3.12. ***Flange***

3.2.11. Ring - O

Kriteria untuk ring - O adalah :

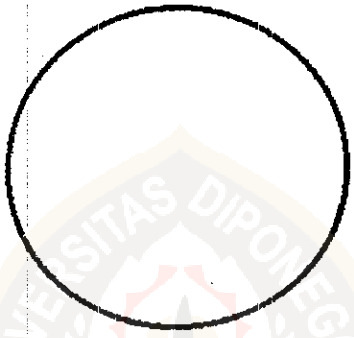
1. mempunyai daya pelepasan gas yang kecil dengan membatasi sekecil mungkin luas permukaannya

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. tahan terhadap suhu tinggi

Untuk memenuhu kriteria di atas maka:

1. bahan yang digunakan terbuat dari karet viton yang mempunyai daya pelepasan gas kecil (10^{-9} Torr liter/detik) dan tahan pemanasan sampai 220 ^{0}C *(Roll.P.K, 1977)*
2. ukuran ring - O disesuaikan terhadap *flange* dan ukuran reaktor plasma yang dibuat dengan diameter (250,0 ± 0,5) mm



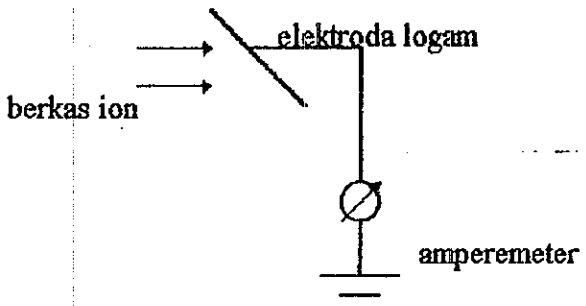
Gambar 3.13. Ring -O untuk flange

Ring - O yang terbuat dari kawat viton diletakkan antara body tabung reaktor dan flange. Diameter ring-O disesuaikan dengan ukuran tabung reaktor (200,0 ± 0,5) mm.

3.2.12. Mangkuk faraday

Kriteria untuk pengukur arus adalah mampu mengukur arus yang kontinu sehingga sebagai pengukur arus digunakan mangkuk faraday yang terbuat dari lempengan tembaga yang dihubungkan dengan multimeter. Mangkuk faraday ini ditempatkan diatas tempat dudukan substrat

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 3.14. Mangkuk faraday

3.3. Komponen Pendukung

3.3.1. Sistem vakum

Untuk membangkitkan plasma diperlukan suatu perangkat sistem vakum. Sistem ini digunakan untuk memompa keluar partikel-partikel udara dari tabung reaktor, agar reaktor bersih dari gas asing (bukan gas yang akan dijadikan plasma). Setelah itu baru diisi dengan gas yang dijadikan plasma.

Pada umumnya setiap sistem vakum terdiri dari tiga bagian utama yaitu :

a. bejana kerja (sistem yang divakumkan)

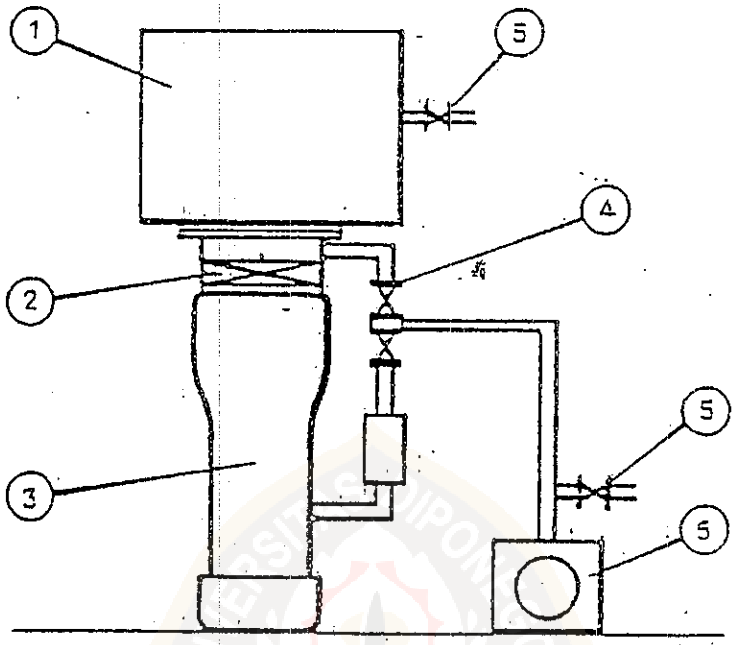
b. pompa depan (pompa rotari)

c. pompa utama (pompa difusi)

Bagian ini kemudian dihubungkan dengan pipa-pipa vakum dengan komponen-komponen pendukung seperti baflle, valve, dan cold-trap. Sebagai pompa depan atau pra-vakum dipakai pompa rotari yang dalam hal ini digunakan jenis katub sorong. Keadaan vakum akhir yang dapat dicapai oleh pompa rotari kurang lebih

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^{-3} mmHg. Untuk pompa utama dipakai pompa difusi yang mempunyai daerah kerja 10^{-2} - 10^{-7} mmHg.



Gambar 3.15. Bagan Sistem Vakum
(1) tabung reaktor, (2) flange, (3) pompa difusi, (4) katub ganda, (5) katub masukan udara, (6) pompa rotari

Dengan melihat gambar 3.15 secara garis besar prinsip kerja dari proses pemvakuman adalah sebagai berikut: pompa rotari dihidupkan dan katub penghubung antara pompa rotari dan sistem vakum dibuka sehingga diperoleh tekanan sampai 10^{-2} mmHg pada sistem vakum. Setelah tekanan mencapai 10^{-2} mmHg katub ditutup. Kemudian katub penghubung antara pompa rotari dan pompa difusi dibuka sehingga ruang di dalam pompa difusi divakumkan hingga 10^{-2} mmHg. Pendingin untuk pompa difusi dihidupkan kemudian pemanas dijalankan $\pm$ 30 menit. Setelah lebih kurang 30 menit katub penghubung antara pompa difusi dan

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)

sistem vakum dibuka.Dengan demikian pompa difusi mulai bekerja terhadap sistem vakum. Kemampuan penghampaan pompa difusi hingga tekanan 10^{-6} mmHg. Setelah mencapai tekanan 10^{-5} - 10^{-6} mmHg pompa difusi dimatikan, sehingga hanya pompa rotari saja yang bekerja selama proses pembentukan plasma.

3.3.2. Sumber daya tegangan tinggi

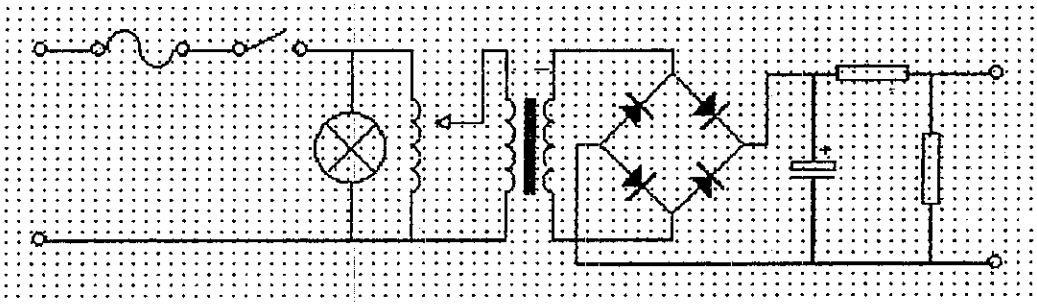
Tegangan tinggi yang digunakan pada sistem deposisi plasma polimer adalah sumber tegangan DC yang merupakan hasil penyearahan dari tegangan sekunder trafo penaik tegangan yang primernya dicatu dari jala-jala PLN 220 Volt. Tegangan tinggi searah ini selanjutnya digunakan sebagai tegangan pendorong dan tegangan pemfokus.

Untuk mengurangi tegangan riak digunakan sistem penyearah jembatan (gelombang penuh) dengan filter kapasitor, sedang untuk menjamin tegangan terbagi rata pada setiap dioda penyearah maka dioda dihubungkan secara paralel dengan tahanan pembagi tegangan. Pada rangkaian ini digunakan juga tahanan peredam (tahanan dumping) yang dipasang antara sumber dan beban dengan tujuan sebagai peredam tegangan sumber daya dan pelindung sumber daya terhadap arus hubung singkat. Monitor tegangan dibuat menggunakan meter tegangan (berorde kilo volt) dipalalel dengan tegangan tinggi. Tata letak masing-masing sumber tegangan diatur dengan wadah (*chasis*) secara terpisah.

Dari gambar 3.16. dapat dilihat skema sumber tegangan masing-masing untuk tegangan pendorong dan tegangan pemfokus. Perbedaan kedua sumber tegangan tinggi ini pada kebutuhan komponennya. Untuk tegangan tinggi pendorong dibuat pada jangkau 0 - 10 kilo volt atau daya beban 10 kV/30 mA dengan keluaran

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)

positif, sedang untuk tegangan pemfokus dibuat pada jangkau 0 - 3000 volt atau dengan daya beban 3 kV/30 mA.



Gambar 3.16. Sumber tegangan tinggi

3.3.3. Sistem pengisian gas

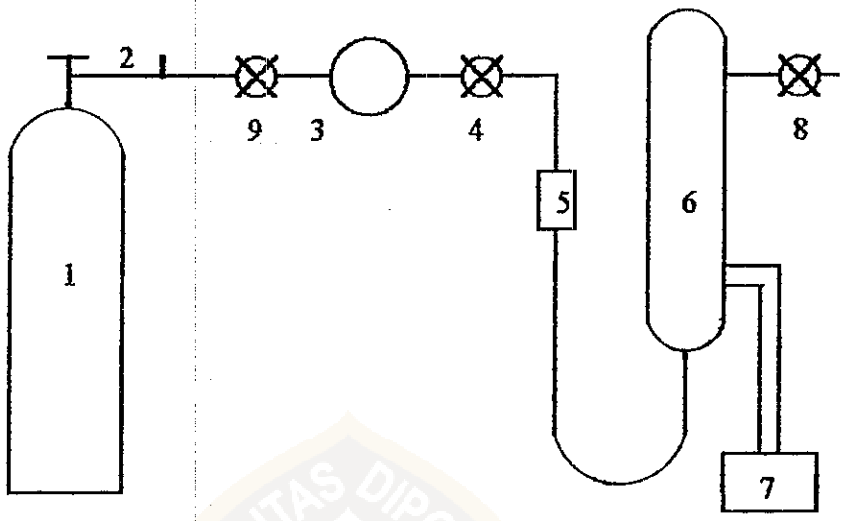
Pengaturan pemasukan gas toluene kedalam tabung reaktor plasma merupakan komponen yang menunjang efisiensi kerja dari sistem deposisi ion plasma ini. Alat pengatur pengisian gas harus dapat menjamin kemurnian gas yang dimasukkan ke dalam tabung reaktor plasma.

Pada pembentukan plasma polimer dibutuhkan suatu bahan aktif berupa bahan organik yang dalam hal ini digunakan toluena ($C_6H_5CH_3$). Karena dalam proses ini diperlukan toluena dalam keadaan gas, maka cairan toluena perlu dipanaskan terlebih dahulu hingga mencapai tekanan uap jenuh sehingga toluene mudah dibawa argon menuju tabung reaksi.

Dari gambar 3.17 dapat dijelaskan secara singkat prinsip kerja dari sistem pengisian gas. Valve (9) dibuka sehingga gas Argon tertampung dalam balon (3) kemudian valve ditutup kembali. Cairan Toluena dipanaskan hingga temperatur 40^0C. Tujuan dari pemanasan ini adalah agar diperoleh tekanan uap jenuh sehingga apabila dilewatkan gas argon, toluene akan mudah teruapkan dan dibawa oleh

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)

argon memuju tabung reaksi (Perry, R.H, 1984) dengan mengatur nedlle valve (8) sesuai tekanan yang diinginkan.



Gambar 3.17. Sistem pengisian gas
tabung gas argon (1), manometer (2), balon penampung (3), valve (4), silika gel (5), tabung toluena (6), pemanas (7), nedlle valve (8)

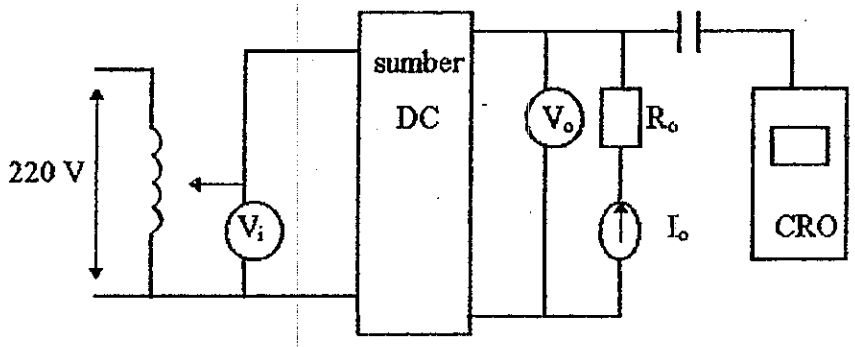
3.4. Pengujian Reaktor Plasma

Untuk mengetahui apakah reaktor plasma yang telah dibuat dapat dioperasiakan maka perlu dilakukan pengujian. Pengujian dilakukan dalam dua tahap. Tahap pertama, pengujian setiap bagian yang kemudian dikenal sebagai pengujian awal dan tahap kedua, pengujian setelah masing-masing bagian digabung sebagai suatu sistem deposisi berkas ion plasma terpolimer, yang kemudian disebut sebagai pengujian akhir.

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)

3.4.1. Pengujian awal

a. Pengujian sumber daya tegangan tinggi



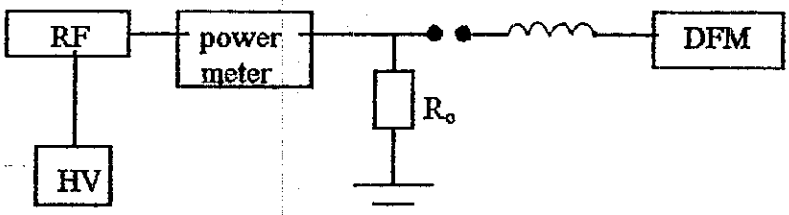
Gambar 3.18. Skema pengujian

Pengujian unjuk kerja sumber daya tegangan tinggi yang dibuat meliputi penentuan hubungan antara tegangan keluaran terhadap variasi tegangan masukan PLN pada beban tahanan tetap dan menentukan tegangan riak keluaran hasil yang yang diperoleh menjadi pedoman bagi pengoperasian selanjutnya.

b. Pengujian sumber daya RF

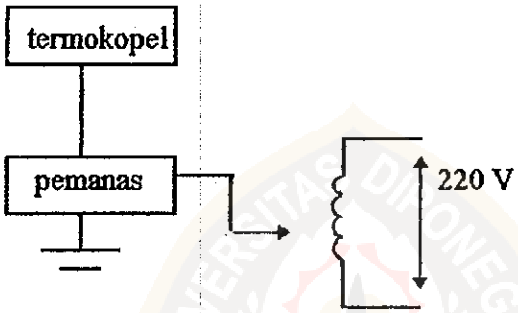
Pengujian unjuk kerja sumber daya RF yang dibuat meliputi penentuan hubungan antara daya keluaran RF serta frekuensi keluaran terhadap tegangan anoda tanpa beban. Pengujian dilakukan dengan pemberian tegangan plate pada anoda tetroda QB 3/300 sumber RF sehingga diperoleh daya keluaran maximum serta frekuensi keluaran yang relatif stabil. Hasil yang diperoleh digunakan sebagai acuan pada pengoperasian selanjutnya.

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 3.19.Skema pengujian sumber daya RF

c. Pengujian sistem pemanas pada dudukan substrat

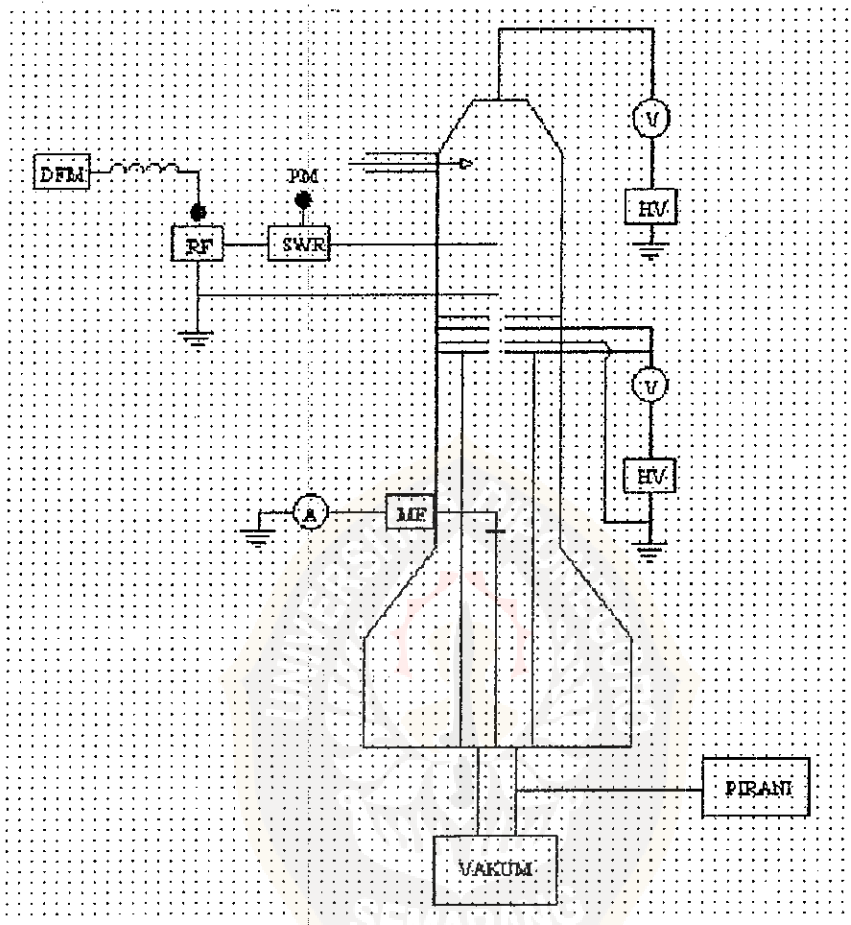


Gambar 3.20. Skema pengujian sistem pemanas

Pengujian unjuk kerja sistem pemanas yang dibuat meliputi penentuan kestabilan temperatur terhadap waktu operasi. Pengujian dilakukan dengan memberikan tegangan AC pada sistem pemanas, suhu dikontrol dengan sensor temperatur yang dihubungkan pada sistem dan diamati selama selang waktu tertentu. Sehingga dapat diketahui kemampuan operasi yang paling baik pada alat yang telah dibuat dengan pertimbangan kestabilan temperatur.

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. Pengujian Akhir



Gambar 3.21. Skema pengujian sistem berkas ion plasma

a. Pengujian akhir kestabilan daya luaran

Pengujian dilakukan dengan memberikan tekanan awal pada sistem. Langkah berikutnya adalah menghidupkan sumber daya RF. Sementara itu, tegangan pemfokus dipasang pada 100 volt dan tegangan pendorong dipasang pada harga tertentu mulai dari harga terkecil. Kemudian tekanan sistem diubah-ubah. Bersamaan dengan itu daya keluaran dicatat pada setiap kedudukan sambil diamati

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)

plasma yang terjadi. Langkah selanjutnya adalah melakukan pengujian yang sama pada harga tegangan pendorong yang lain.

b. Pengujian akhir pengaruh tegangan pendorong terhadap berkas arus Ion

Pengujian dilakukan dengan memberikan tekanan awal pada sistem. Gas di dalam tabung reaktor diionisasi dengan menghidupkan sumber daya RF. Sementara itu, tegangan pemfokus dipasang pada tegangan 100 volt. Langkah berikutnya adalah tegangan pendorong diubah-ubah dari harga terkecil dan berkas ion keluaran yang sampai sasaran (mangkuk Faraday) dicatat pada tiap-tiap kedudukan tegangan pendorongnya. Selanjutnya adalah melakukan pengujian yang sama pada keadaan tekanan sistem yang lain. Satu hal yang perlu diperhatikan adalah semua pengujian atau proses dilakukan pada keadaan daya dan frekuensi yang stabil.

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)