BAB III

METODE PENELITIAN

3.1. Waktu dan Tempat Penelitian

Bagian penting alat pendeposisian ion yang dibuat adalah jarum yang berfungsi sebagai elektroda titik (anoda) dan plat baja berfungsi sebagai elektroda bidang (katoda). Untuk membuat kedua elektroda dapat saling tegak lurus, maka dibuat rangka penyangga yang terbuat dari besi dan diletakkan pada sebuah balok kayu sebagai dasarnya. Agar penyangga tidak terimbas listrik jarum dibungkus atau ditempatkan pada sebuak kotak yang terbuat dari hasil cetakan plastic steel, komponen-komponen bagian dalam kotak tempat jarum ditunjukan pada gambar 3.3. Tempat jarum dihubungkan dengan poros menggunakan kayu agar dapat bergerak. Pergerakan jarum (turun-naik) untuk memvariasi jarak antar elektroda harus tetap tegak lurus terhadap plat besi (katoda) yang berada dibawahnya, untuk itu kedua sisi kayu diberi rel penyeimbang. Rel penyeimbang ini diberi pegas agar pergerakan poros tidak bergeser. Sketsa alat pendeposisian yang dibuat ditunjukkan pada gambar 3.1.

Untuk memvariasi suhu substrat diperlukan pemanas. Pemanas yang dibuat menggunakan kawat nikelin yang dibentuk spiral dan diletakkan pada sebuah tunggu dengan ukuran disesuaikan dengan ukuran substrat dan katoda (plat). Tungku pemanas dibuat dari tanah liat yang dibentuk balok Keterangan untuk pemanas lebih lengkap dibahas pada subbab 3.3.2 bagian C.

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)

3.1.1. Waktu penelitian

Penelitian dilakukan dari bulan Januari 1999 sampai dengan bulan September 1999

3.1.2. Tempat penelitain

Penelitian dilakukan di Laboratorium Fisika Atom dan Nuklir dan di laboratorium riset jurusan fisika Fakultas MIPA Universitas Diponegoro.

3.2. Alat dan Bahan Penelitian

3.2.1. Alat penelitian

Secara garis besar alat-alat yang digunakan dalam penelitian adalah sebagai berikut : A. Alat pendeposisian ion yang dibuat.

B. Sumber tegangan tinggi DC (0-10KV).

C. Variac (variasi tegangan) AC (0V-240V).

D. Thermocoupel.

E. Pemanas elektrik.

F. Multimeter.

G. Mikroskop.

H. Penunjuk waktu (jam).

I. Alat uji kekerasan mikro.

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)

3.2.2. Bahan penelitian

Bahan utama yang digunakan dalam penelitian adalah baja karbon rendah dengan kadar karbon 0,105% (lihat lampiran F), ditunjang dengan bahan lain yaitu kertas abrasif (ukuran 240-1500 mesh) dan alkohol dengan kadar 98%.

3.3. Diskripsi Alat Pendeposisian Ion Dengan Metode Plasma Lucutan Pijar Korona

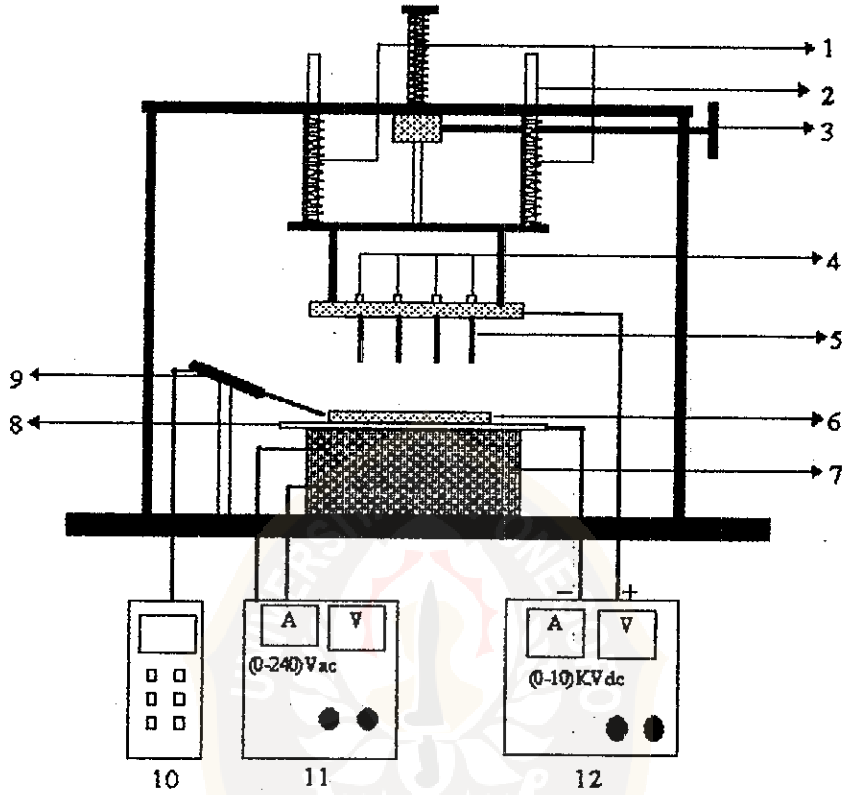
3.3.1. Sketsa alat pendeposisian ion

Rangkaian alat yang digunakan sebagai pembentuk terjadinya plasma lucutan pijar korona adalah dua buah elektroda yang mempunyai konfigurasi geometri yang berbeda yaitu titik-bidang (*point-to-plane*). Elektroda titik terbuat dari jarum *stainless steel* yang ujungnya tidak terlalu runcing, sedangkan elektroda bidang berupa plat atau lembaran besi. Posisi atau letak kedua elektroda saling tegak lurus. Ilustrasi alat pendeposisian ion diperlihatkan pada gambar 3.1.

Sistem kerja alat pembentuk plasma lucutan pijar korona sebagai sumber ion yang dapat digunakan untuk pendeposisian ion, secara ringkas dapat dijelaskan sebagai berikut, plasma lucutan pijar korona dibentuk oleh dua buah elektroda yang berbeda geometri dikenakan beda potensial yang cukup tinggi. Dalam penelitian ini elektroda titik dikenakan tegangan positip dan elektroda bidang dikenakan tegangan negatip, sehingga korona yang terbentuk adalah korona positip. Elektron yang bergerak dari katoda (elektroda bidang) menuju anoda akan menumbuk atom-atom gas di antara elektroda, sehingga atom-atom gas akan terionisasi. Ion-ion yang dihasilkan akan bergerak menuju katoda karena adanya medan listrik, sedangkan

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)

elektronnya akan mengalir menuju anoda. Substrat yang digunakan dalam penelitian ini adalah baja karbon rendah yang diletakkan di katoda, sehingga ion akan terdeposisi ke dalam substrat.



Gambar 3.1. Ilustrasi alat pendeposisian ion dengan teknik plasma lucutan pijar korona

Keterangan gambar:

1. Pegas
2. Rel penyeimbang
3. Pengatur jarak jarum keseluruhan
4. Pengatur jarak setiap jarum
5. Jarum (elektroda titik)
6. Baja karbon rendah (substrat)
7. Pemanas elektrik
8. Plat baja (elektroda bidang)
9. Probe Thermocoupel
10. Alat pembacaan suhu
11. Sumber tegangan AC
12. Sumber tegangan tinggi DC

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)

Rangkaian peralatan sistem pendeposisian ion yang dibuat ditunjukkan pada gambar 3.1, dan foto dari peralatan alat pendeposisian ion sesungguhnya dalam penelitian ini ditunjukkan dalam lampiran G.

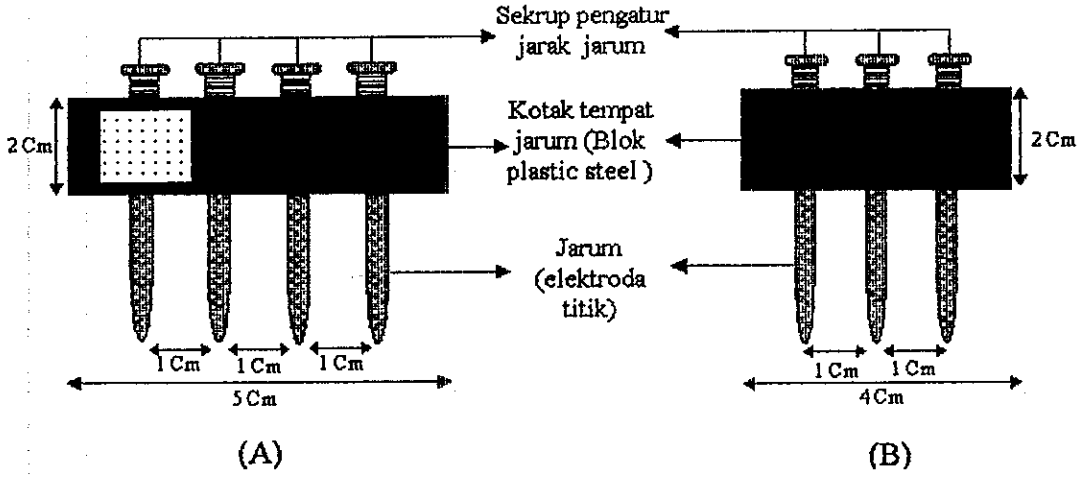
3.3.2. Komponen utama alat pendepisisian ion

A. Jarum

Jarum yang berfungsi sebagai anoda terbuat dari *stainless steel* yang ujungnya tidak terlalu runcing dengan diameter 0,34 ± 0,02 mm. Jumlah jarum yang digunakan sebanyak dua belas buah dengan jarak antar jarum sebesar 1cm. Jarum dibungkus atau terletak di dalam suatu blok atau kotak yang terbuat dari bahan *plastic steel*. Jarum disusun berderet pada bagian lebar kotak sebanyak 3 buah dan pada bagian panjang berjumlah 4 buah. Agar jarum dapat bergerak (turun-naik), maka lubang tempat jarum diberi pegas kecil dan jarum berada ditengah pegas. Untuk menggerakkan jarum digunakan sekrup yang diletakkan pada bagian atas jarum. Pada bagian dasar pegas diberi plat alumunium tipis yang berfungsi sebagai konektor antar jarum. Sketsa bagian dalam blok letak jarum diperlihatkan pada gambar 3.3. Jarum yang satu dengan jarum yang lain disusun secara seri, sehingga semua jarum mempunyai polaritas tegangan yang sama yaitu positip.

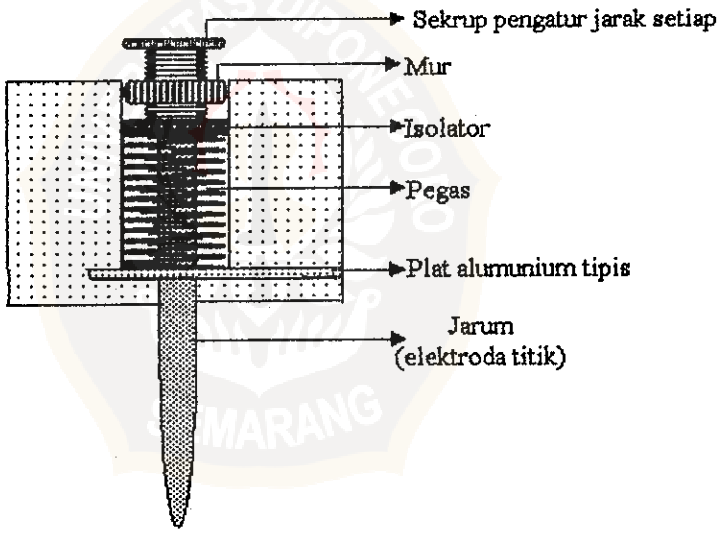
Kotak tempat jarum dicetak dari bahan *plastic steel*, hal ini karena bahan tersebut mempunyai dua kelebihan yaitu sebagai isolator sehingga tidak terjadi imbas listrik dan tahan terhadap suhu yang cukup tinggi. Sketsa letak jarum dan blok tempat jarum ditunjukkan pada gambar 3.2.

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



Gambar 3.2. Sketsa letak jarum dan kotak tempat jarum.

(A) Tampak depan ,(B) Tampak samping



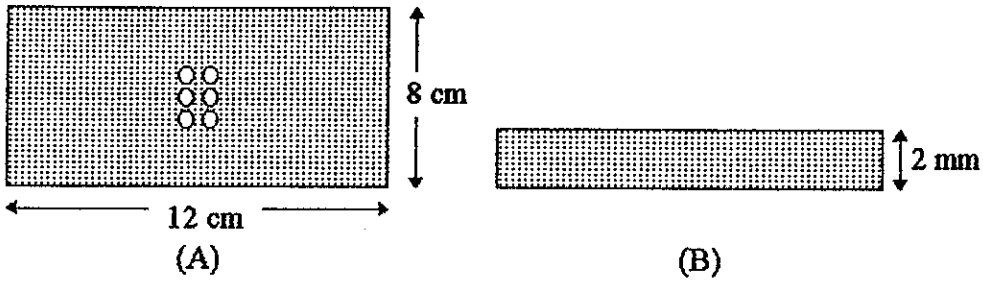
Gambar 3.3. Ilustrasi bagian dalam letak jarum

B. Lembaran atau plat Baja

Lembaran baja ini berfungsi sebagai elektroda bidang (katoda). Maksud digunakan baja karena baja mempunyai titik lebur cukup tinggi, sehingga kuat untuk dipanaskan dan mempunyai koefisien hantar panas yang baik, sehingga panas yang dihasilkan pemanas elektrik sebagian besar dapat diserap oleh 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)

Pada bagian tengah plat (letak substrat) diberi lubang dengan maksud mempercepat pencapaian suhu substrat yang dikehendaki. Sketsa plat baja diperlihatkan gambar 3.4.



Gambar 3.4. Sketsa elektroda bidang (A) Tampak atas,

(B) Tampak samping

C. Pemanas Elektrik.

Untuk memanaskan substrat digunakan pemanas yang terbuat dari kawat Nikrom (Ni-Cr) atau sering disebut nikelin dengan diameter 0,5mm yang mempunyai hambatan jenis 100 x 10^{-8} ohm.meter. Kawat nikrom ini dibentuk spiral untuk mendapatkan daya pemanasan maksimum. Apabila nikrom diberi arus yang sesuai akan berubah menjadi bara api yang sangat panas. Spiral kawat nikrom ini diletakkan pada sebuah tungku berbentuk kotak dengan panjang 15cm, lebar 8cm dan tinggi 4 cm. Tungku pemanas terbuat dari tanah liat, karena bahan tersebut tidak mudah pecah bila terkena panas dan tanah liat mudah membentuknya.

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. Diskripsi Alat Penunjang

3.4.1. Alat utama

A. Sumber tegangan tinggi DC

Alat ini digunakan untuk memberikan beda tegangan antara elektroda. Tegangan yang diberikan alat ini dari tegangan rendah hingga tinggi sampai plasma lucutan pijar korona terbentuk. Dalam penelitian ini digunakan sumber tegangan tinggi dc buatan BATAN-PPNY model B1.767, dengan kemampuan tegangan keluaran mencapai 10.000 volt.

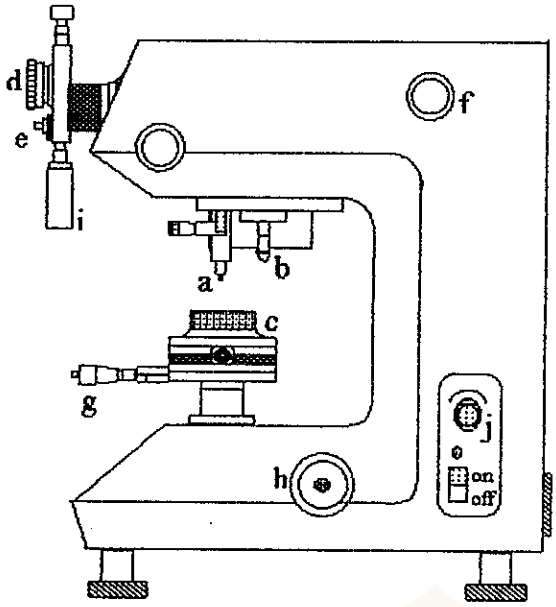
B. Variac

Variac digunakan untuk memberikan tegangan pada pemanas elektrik, agar kawat nikrom berubah menjadi bara. Variasi tegangan yang diberikan untuk mendapatkan panas nikrom yang digunakan untuk memanaskan substrat sampai diperoleh suhu yang dikehendaki. Semakin besar tegangan yang dikenakan semakin besar daya panas yang diberikan kawat nikrom. Variac (variasi tegangan) ac yang digunakan buatan Matsunaga Japan type 245M.

C. Alat uji kekerasan mikro

Setelah substrat selesai dideposisi ion, untuk mengetahui tingkat kekerasannya digunakan alat uji kekerasan Knoop yang mampu mengetahui kekerasan lapisan tipis. Alat yang digunakan milik PAU-UGM type MXT 70 buatan Matsuzawa, Jepang. Alat uji kekerasan mikro diperlihatkan pada gambar 3.5.

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)



Keterangan gambar :

a. indentor piramida
b. lensa obyektif
c. tempat sampel
d. mikroskop
e. tombol *read*
f. knop putar beban indentor
g. knop putar penggeser sampel
h. knop putar pemfokus lensa
i. knop putar pengatur panjang diagonal jejak
j. penggatur cahaya

Gambar 3.5 Alat uji kekerasan mikro

3.4.2. Alat pembantu

A. Jangka Sorong

Pengukuran jarak antara elektroda titik (jarum) dengan elektroda bidang digunakan jangka sorong yang mempunyai ketelitian sampai 0,05 mm. Jangka sorong yang digunakan produksi Mitutoyo Japan dengan kode B7507.

B. Mikroskop

Mikroskop digunakan untuk mengukur diameter ujung jarum (elektroda titik). Mikroskop yang digunakan buatan Philip Harris Ltd. Nomor seri 78E.13954 yang mempunyai ketelitian mencapai 0,01 mm.

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

C. Multimeter

Multimeter digunakan untuk mengukur besar tegangan dan arus keluaran variac yang digunakan pemanas elektrik. Selain itu juga digunakan untuk mengukur tegangan dan arus yang terukur dari keluaran sumber tegangan tinggi dc saat terjadi plasma lucutan pijar korona. Multimeter yang digunakan buatan Taiwan type GDM-391 No.Seri 30201843 dengan tampilan digital dan multimeter buatan German kode MA-3E dengan ketelitian 0,01 μA.

D. Thermocoupel

Untuk mengetahui suhu substrat yang dikendaki digunakan alat ukur suhu thermocoupel. Probe thermocoupel disentuhkan/ditempelkan pada substrat dan besar suhu dapat dilihat langsung melalui unit tampilan digital. Thermocoupel yang digunakan merk Fluke 52 buatan USA.

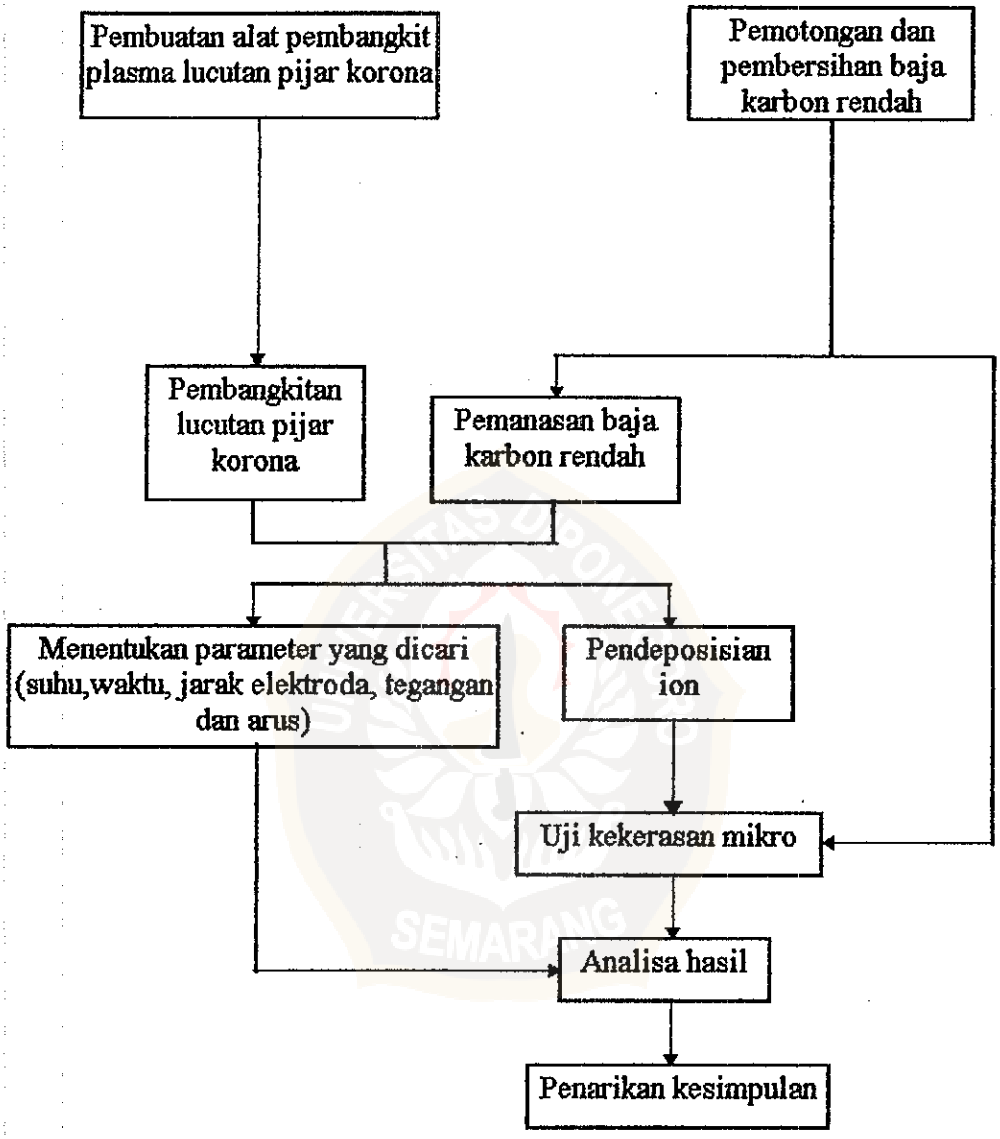
E. Alat Ukur waktu

Untuk menentukan lamanya pendeposisian digunakan alat penunjuk waktu (jam tangan) digital.

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)

3.5. Tahap Penelitian

Tahapan penelitian secara skematis dapat ditunjukan dalam diagram alir dibawah ini :



Gambar 3.6 Diagram alir tahap penelitian

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)

3.5.1. Persiapan

Setelah pembuatan alat pendeposiosian ion dengan memanfaatkan plasma lucutan pijar korona selesai, kemudian disiapkan substrat. Baja karbon rendah sebagai sample dipotong dengan ukuran panjang 4 cm, lebar 2,5 cm dan tebal 0,5 cm. Salah satu permukaan substrat dihaluskan dengan cara digosok menggunakan kertas abrasif secara bertahap dari ukuran 240 mesh (kasar) sampai dengan 1500 mesh (halus). Penghalusan dilakukan pada kondisi substrat dibasahi air, hal ini diperlukan untuk mempercepat proses penghalusan dan mengurangi panas yang ditimbulkan akibat proses penghalusan. Untuk lebih menghaluskan permukaan substrat dipoles dengan autosol (pasta intan) kemudian dibersihkan menggunakan kain yang lembut dan halus. Sebelum pendeposisian ion, substrat dibersihkan dengan air sabun untuk menghilangkan pasta intan yang masih melekat pada permukaan. Terakhir permukaan dibersihkan dengan alkohol 98% untuk menghilangkan debu yang menempel dan substrat siap dideposisi ion.

3.5.2.Proses pendeposisian ion

Proses pendeposisian ion dapat dilakukan setelah semua persiapan dan peralatan siap dioperasikan.

A. Penentuan jarak antar elektroda

Jarak jarum secara keseluruhan ditentukan dengan cara mengatur penggerak kotak jarum. Penentuan jarak antara jarum dengan elektroda bidang ini dengan mempertimbangkan kemampuan sumber tegangan tinggi yang tersedia, karena semakin jauh jarak antara elektroda, semakin tinggi tegangan yang diperlukan

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)

untuk terjadinya plasma lucutan pijar korona. Dalam penelitian ini jarak antar elektroda sekitar 0,8 cm dengan tegangan korona 7,2 KV

Agar semua jarum (12 buah) dapat terjadi lucutan pijar korona, maka tiap jarum diatur tinggi rendahnya terhadap elektroda bidang dengan mengatur sekrup pengatur setiap jarum.

B. Pemanasan Substrat

Setelah jarak antar elektroda sudah ditentukan, substrat yang telah dibersihkan diletakkan pada katoda dengan posisi menutup lubang yang ada pada katoda. Substrat dipanaskan dengan pemanas elektrik, tingkat pemanasan dapat diatur menggunakan variac (sumber tegangan pemanas) hingga mencapai suhu yang dihendaki. Pengukuran suhu substrat digunakan thermocoupel.

C. Pembentukan plasma lucutan pijar korona

Setelah suhu substrat sesuai yang dikehendaki, sumber tegangan tinggi dihidupkan dari nol sampai pada suatu tegangan terjadinya plasma lucutan pijar korona pada jarak yang ditentukan. Plasma lucutan pijar korona terjadi dengan ditandai adanya bunyi desis pada jarum yang disertai pancaran (*emisi*) cahaya tampak yang berwarna ungu. Proses pendeposisian dilakukan pada dua variasi yaitu suhu dan waktu pendeposisian untuk jarak tertentu dan untuk variasi jarak dilakukan pada suhu kamar. Setelah selesai sumber tegangan dimatikan dan substrat diambil kemudian dibiarkan dingin pada suhu kamar.

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)

3.6. Variabel Dan Data

Data yang diperoleh dari penelitian adalah tegangan korona, arus korona, waktu pendeposisian, jarak antar elektroda dan suhu substrat. Pada uji kekerasan mikro variabel yang diamati adalah angka kekerasan knoop (KHN) dan data yang diperoleh beban indentor dan lamanya penekanan.

3.7. Analisis

Analisis terhadap data yang diperoleh pada penelitian ini meliputi perhitungan angka kekerasan knoop (KHN), grafik KHN terhadap suhu substrat, grafik hubungan KHN dengan waktu pendeposisian dan grafik kekerasan mikro (KHN) terhadap jarak antar elektroda.

Selain itu pada plasma lucutan pijar korona diperoleh hubungan antara tegangan dan arus lucutan korona, yang merupakan karakteristik V-I dengan arus sebagai fungsi tegangan. Dari grafik diperoleh tegangan ambang korona (V_{korona}) dan tegangan maksimum (V_{mak}) terjadinya plasma lucutan pijar korona.

3.8. Uji Kekerasan Mikro

Uji kekerasan untuk setiap substrat dilakukan tiga kali pengamatan, sehingga diperoleh angka kekerasan rata-rata. Alat uji kekerasan knoop diperlihatkan pada gambar 3.5. Pengujian kekerasan knoop dilakukan pada suhu kamar. Secara garis besar proses pengujian adalah sebagai berikut, substrat yang sudah dibersihkan dengan alkohol 98% diletakkan pada meja uji yang dapat digeser. Setelah mendapat titik yang baik kemudian penekanan dimulai 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)

menggunakan beban 25 gf dan lama penekanan 10 detik. Apabila indentor sudah selesai menekan, indentor diganti dengan mikroskop untuk mengukur diagonal jejak penekanan dengan mengatur pembatas kanan dan kiri. Setelah kedua pembatas tepat di ujung diagonal jejak, maka lebar diagonal jejak dan angka kekerasan knoop (KHN) dapat dilihat langsung melalui tampilan digital.

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)