

BAB III

METODOLOGI PERANCANGAN DAN PABRIKASI

Dalam bab ini membahas tentang segala sesuatu yang berkaitan langsung dengan penelitian seperti: tempat serta waktu dilakukannya penelitian, alat dan bahan yang digunakan dalam penelitian, apa saja yang menjadi variable dalam penelitian, diagram alir penelitian, serta prosedur-prosedur penelitian.

3.1. Pendekatan Penelitian

Pendekatan penelitian merupakan suatu sistem pengambilan data dalam suatu penelitian. Penelitian ini menggunakan metode eksperimen dan pengembangan yaitu suatu metode untuk mengembangkan suatu produk baru, atau menyempurnakan produk yang telah ada, yang dapat dipertanggung jawabkan.

3.2. Alat dan Bahan Penelitian

3.2.1. Alat-alat yang digunakan pada penelitian ini diantaranya adalah:

1. *Software autodesk inventor.*
2. Gergaji.
3. Mesin bubut.
4. Mesin bor.
5. Mesin las dan elektroda.
6. Amplas.
7. Jangka sorong.
8. Kamera saku.
9. *Stopwatch.*
10. Obeng.
11. Multimeter.
12. Tang.
13. Solder.
14. Alkohol 90%

15. Alat pelindung diri (APD) : sarung tangan, masker, dan kaca mata.

16. Penggaris, alat tulis, dan kertas.

3.2.2 Bahan Penelitian

Adapun bahan yang digunakan dalam penelitian ini yaitu sebagai berikut.

a. Anoda Tembaga

Anoda yang digunakan untuk pengujian adalah tembaga berbentuk silinder dengan ukuran diameter 75 mm dan ketebalan 10mm seperti yang terlihat pada Gambar 3.1.



Gambar 3.1. Anoda tembaga.

b. Katoda *stainless steel*

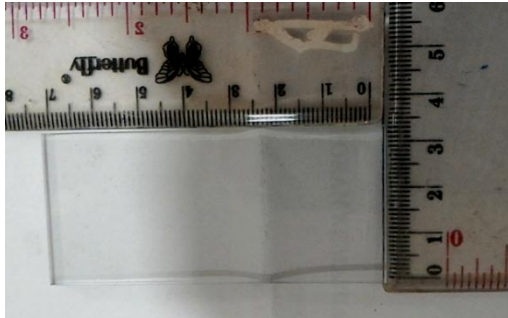
Katoda yang digunakan untuk pengujian adalah *stainless steel* berbentuk silinder dengan ukuran diameter luar 70mm dan lubang diameter dalam 45mm. Sedangkan tebal plat penyangga 1mm, lebar 20mm membentuk sudut 25°, dengan ukuran diameter lubang plat penyangga 8mm, seperti yang terlihat pada Gambar 3.2.



Gambar 3.2. Katoda *stainless steel*.

c. Benda kerja kaca

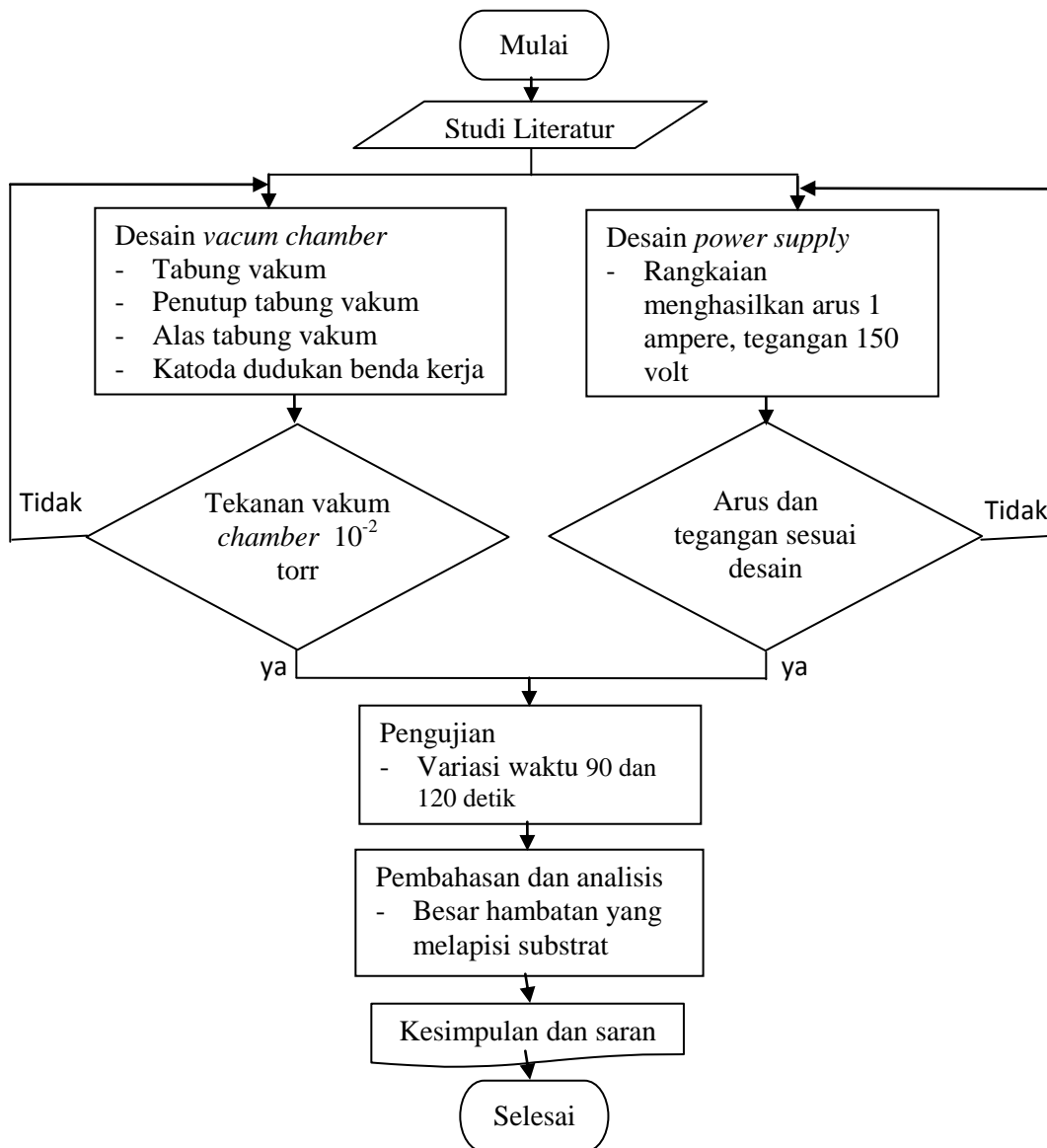
Benda kerja yang digunakan adalah kaca yang berbentuk persegi panjang dengan ukuran panjang 70 mm, lebar 35 mm, dan ketebalan 2 mm seperti terlihat pada Gambar 3.3.



Gambar 3.3. Benda kerja kaca.

3.3. *Flowchart/* Diagram Alir Penelitian

Diagram alir dalam penelitian bertujuan memudahkan kita untuk melaksanakan penelitian dan memperjelas tahap-tahapan dalam penelitian. Diagram alir penelitian akan ditunjukkan pada Gambar 3.4.



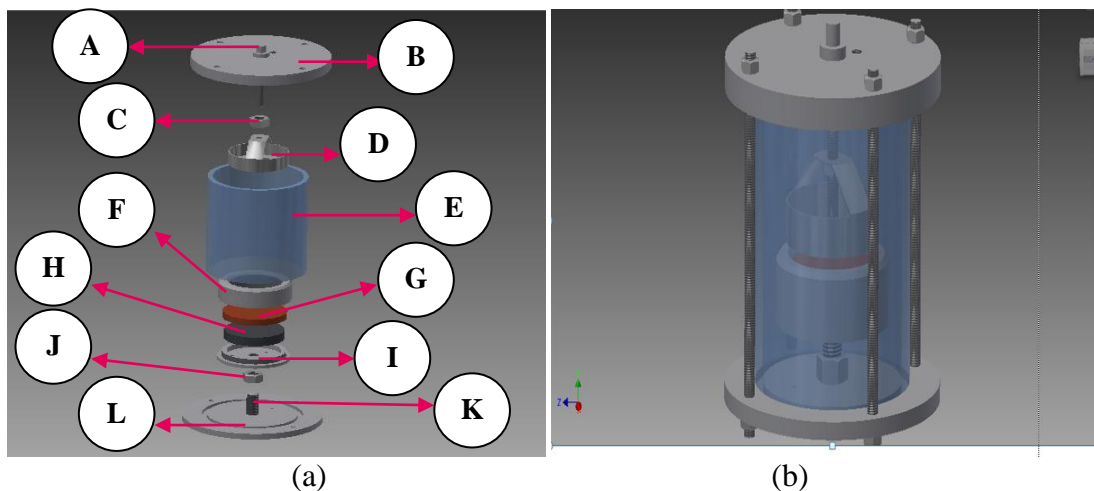
Gambar 3.4. Diagram alir penelitian.

3.4. Tahap Persiapan

Pada tahap persiapan, penulis mencari referensi yang berasal dari buku dan jurnal yang berkaitan dengan penelitian yang akan dilakukan, yaitu mengenai rancang bangun mesin *DC magnetron sputtering* dan proses pelapisan menggunakan *DC magnetron sputtering*.

3.5. Perancangan Mesin *DC Magnetron Sputtering*

Perancangan mesin *DC magnetron sputtering* pada tahap awal dimulai dengan membuat sketsa kasar pada kertas dengan pertimbangan awal agar Mesin *DC magnetron sputtering* mempunyai sifat mudah dibuat, ringan, *portable*, *ekonomis*, dan mudah untuk *dimaintenance*. Tahap selanjutnya sketsa tersebut digambar menggunakan *software Autodesk Inventor*. Melalui perangkat lunak ini detail dimensi pada setiap komponen ditentukan. Mesin *DC magnetron sputtering* yang dirancang oleh penulis ditunjukkan oleh Gambar 3.5.

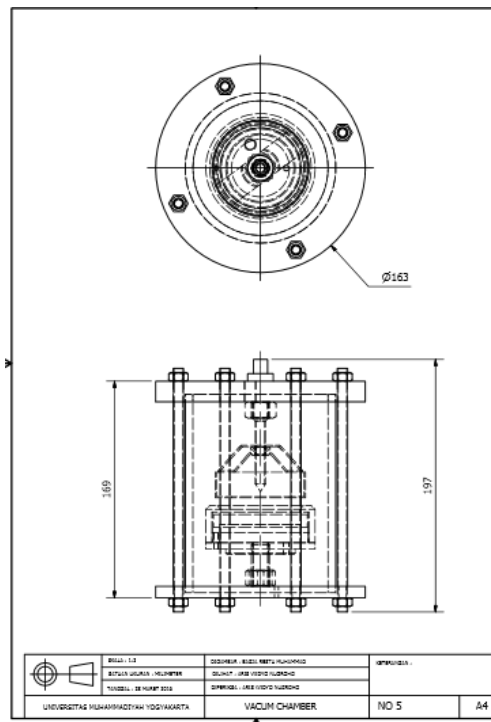


Gambar 3.5. Desain *vacuum chamber* (a) desain 3D perkomponen (b) desain 3D *assembly*

Pada tahap awal perancangan komponen mesin *DC magnetron sputtering* memiliki beberapa bagian, seperti yang ditunjukkan pada Gambar 3.5.

Tabel 3.1. Komponen *vakum chamber*.

No	Susunan komponen	Nama komponen
1	A	Baut penyangga katoda
2	B	Penutup tabung <i>vacum chamber</i>
3	C	Mur pengunci baut penyangga katoda
4	D	Katoda dudukan benda kerja.
5	E	Tabung <i>vacum chamber</i>
6	F	Penutup anoda tembaga
7	G	Anoda tembaga
8	H	Magnet
9	I	Alas anoda tembaga
10	J	Mur pengunci dudukan anoda tembaga
11	K	Baut dudukan anoda tembaga
12	L	Alas tabung <i>vacum chamber</i>



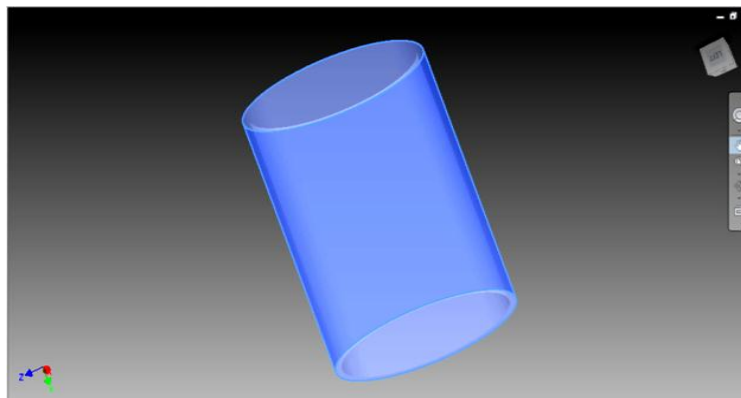
Gambar 3.6. Desain *vacum chamber* desain 2D *assembly* tampak depan dan tampak atas.

3.7. Pembuatan *Vacum Chamber*

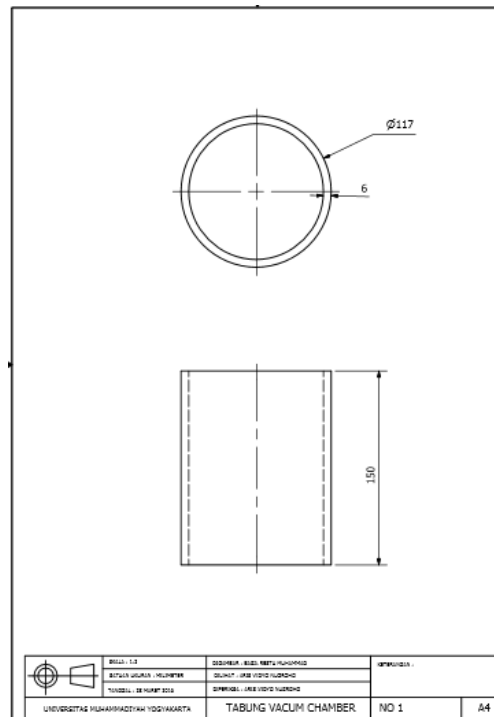
Proses pembuatan *vacum chamber* dilaksanakan di Laboratorium, Jurusan Teknik Mesin Universitas Muhammadiyah Yogyakarta. Langkah pertama yang dilakukan adalah mendesain menggunakan *software Autodesk Inventor*.

3.7.1. Tabung *vacum chamber*

Pertama mendesain silinder kaca untuk tabung vakum *chamber*, pemilihan menggunakan material kaca sebagai tabung vakum, karena kaca memiliki kelebihan dibandingkan silinder *stainless steel* yaitu karena sifatnya yang transparan, dimaksudkan jika proses *sputtering* terjadi pengguna dapat melihat serta mengamati proses terjadinya plasma dan proses pelapisan dengan jelas. Pada dasarnya kaca lebih mudah pecah jika dibandingkan dengan *stainless steel*, akan tetapi jika ketebalan kaca yang digunakan memiliki ketebalan 6mm, tinggi 150 mm, diameter luar 117 mm dan diameter dalam 105 mm seperti pada (Gambar 3.7) maka diharapkan kaca yang digunakan dapat menahan tekanan yang terjadi pada saat proses pemvakuman.



(a)

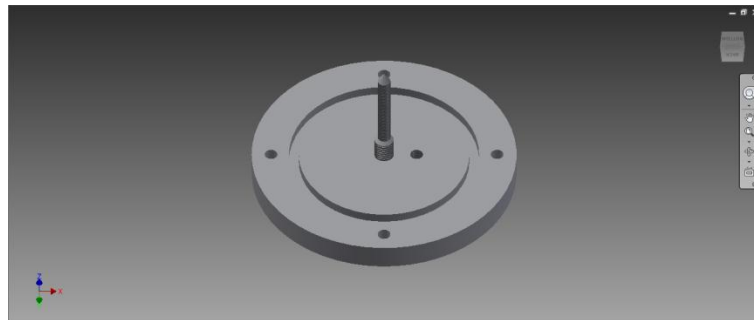


(b)

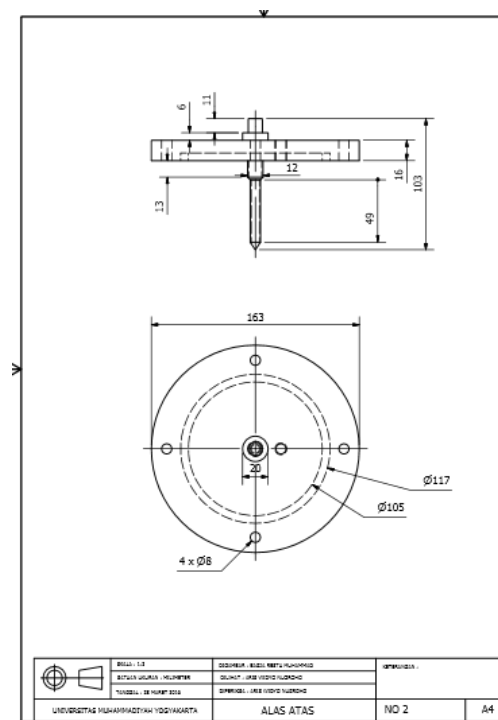
Gambar 3.7. Tabung *vacuum chamber* (a) desain 3D tampak depan (b) desain 2D tampak atas dan tampak depan.

3.7.2. Penutup tabung *vacum chamber*

Tahap selanjutnya yaitu membuat penutup tabung vakum *chamber* menggunakan bahan besi plat tebal 20mm yang dibubut menjadi tebal 16mm, diameter luar 117mm, diameter dalam 105mm dan kedalaman coakan 7mm seperti ditunjukkan (Gambar 3.8). pada bagian diameter dalam ditambahkan dua buah lubang dengan diameter yang sama, akan tetapi dengan fungsi yang berbeda. Lubang yang pertama berfungsi sebagai tempat selang dari pompa vakum, dan yang kedua sebagai tempat setelan jarak katoda.



(a)

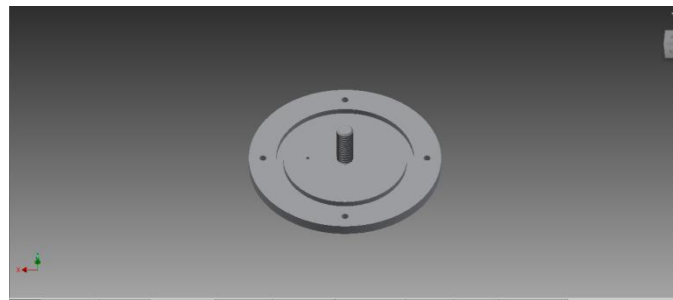


(b)

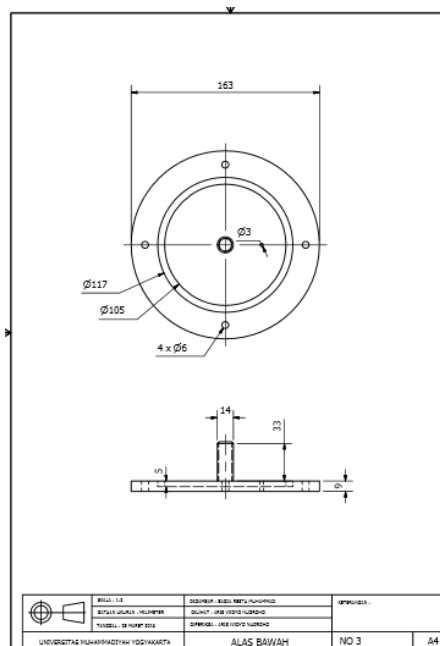
Gambar 3.8. Penutup tabung *vacuum chamber* (a) desain 3D tampak atas (b) desain 2D tampak depan dan tampak atas

3.7.3 Alas tabung *vacum*

Pada proses pembuatan alas tabung vakum tidak terdapat perbedaan yang cukup signifikan seperti pembuatan tutup tabung, hanya saja ketebalannya berbeda menjadi 9mm, dan pada diameter dalam tetap menggunakan dua lubang dengan ukuran yang berbeda dan fungsi yang berbeda. Lubang yang pertama digunakan untuk baut dudukan anoda tembaga, dan yang kedua untuk jalur masuk kabel. Seperti yang ditunjukkan pada Gambar 3.9.



(a)



(b)

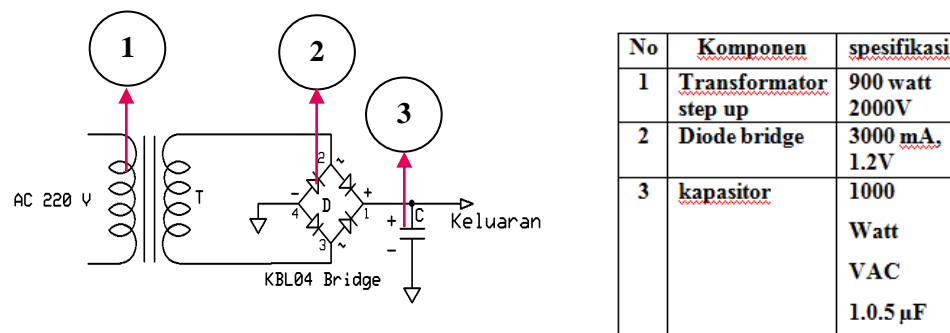
Gambar 3.9. Alas tabung *vacuum chamber* (a) desain 3D tampak atas (b) desain 2D tampak atas dan tampak depan.

3.8. Pembuatan *Power Supply*

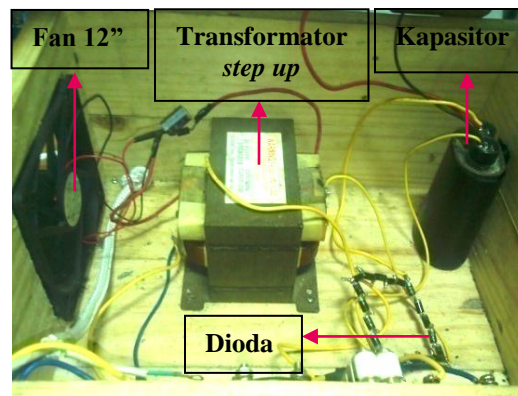
Proses pembuatan *power supply* terdapat beberapa langkah diantaranya adalah sebagai berikut :

3.8.1. Rangkaian *power supply*

Rangkaian *power supply* terdiri dari transformator, kapasitor *high voltage*, dan dioda *high voltage* sebagai inti dari rangkaian *power supply* yang digunakan dalam mesin *DC magnetron sputtering*. Transformator yang digunakan dalam rangkaian ini adalah transformator jenis *step up*, transformator tipe ini dipilih karena memiliki spesifikasi daya 900 watt dan tegangan output sebesar 2000 V. Penggunaan *fuse* 1 ampere pada rangkaian *power supply* ditujukan agar tidak terjadi loncatan bunga api. Sedangkan rangkaian jadi *power supply* pada Gambar 3.11.



Gambar 3.9. Sekema rangkaian *power supply*.



Gambar 3.11. Rangkaian jadi *power supply*.

3.9. *Vacum pump*

Pompa vakum yang digunakan pada mesin *DC magnetron sputtering* ini adalah pompa vakum merk ROTHENBERGER seri ROAIRVAC 1.5 (Gambar 3.12) yang mampu bekerja hingga tekanan udara maksimal 10^{-2} torr.



<u>Jenis pompa</u>	<u>spesifikasi</u>
<u>Pompa type rotary vane pump dengan merk Rothenberger I,5</u>	<u>25 micron/10⁻² torr</u>

Gambar 3.12. *Vacum pump* dan spesifikasi

3.10. Pengujian Mesin *DC Magnetron Sputtering*

Pengujian mesin *DC magnetron sputtering* dilakukan dua kali yaitu : pengujian tekanan vakum dan pengujian sistem *power supply*.

3.10.1. Pengujian Tekanan Vakum

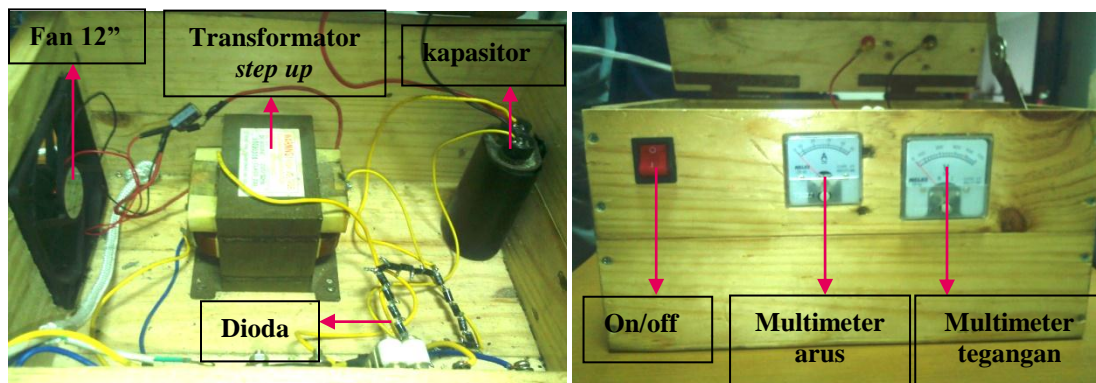
Setelah mesin *DC magnetron sputtering* selesai dibuat langkah selanjutnya adalah melakukan proses pengujian pada vakum *chamber* untuk melihat apakah dapat berfungsi sesuai dengan tujuan awal pembuatan. Karena proses pelapisan menggunakan mesin *DC magnetron sputtering* merupakan proses pelapisan dengan menggunakan tekanan rendah maka perlu diuji seberapa rendah tekanan udara pada vakum *chamber* yang dapat dicapai. Pengujian tekanan vacuum *chamber* ini dilakukan dengan langkah pertama tabung vakum *chamber* dipasangkan selang pompa vakum pada bagian tutup tabung, kemudian langkah selanjutnya pompa vakum dinyalakan dan tekanan udara didalam vakum *chamber* diturunkan sekecil mungkin yang ditunjukkan dengan naiknya indikator tekanan pada pompa vakum secara maksimal. Langkah terakhir adalah mencatat tekanan yang tertera pada indikator pompa vakum. Ditunjukkan pada gambar 3.13.



Gambar 3.13. Proses pemvakuman.

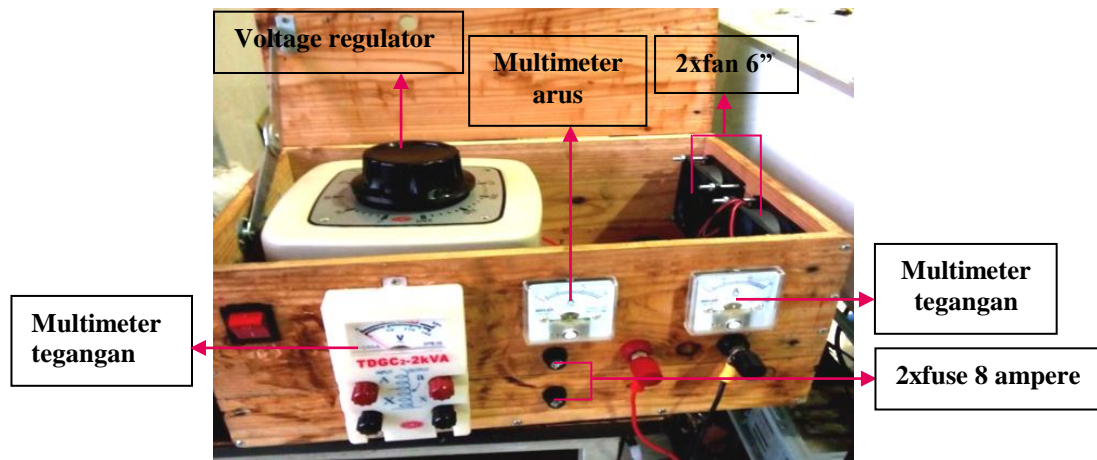
3.10.2. Pengujian Sistem *Power Supply*

Pengujian sistem *power supply* yang telah dibuat harus dapat membangkitkan plasma yang nantinya digunakan untuk mendeposisikan material target saat proses *sputtering*. Sistem *power supply* yang digunakan terdiri dari transformator jenis *step up*, kapasitor, diode, dan dua buah multimeter yang digunakan untuk mengukur arus dan tegangan listrik pada proses pelapisan Gambar 3.14.



Gambar 3.14. Rangkaian *power supply*.

Untuk memberi variasi tegangan pada proses pelapisan pada mesin *DC magnetron sputtering* menggunakan voltage regulator dengan input 220V, output 250V dan kapasitas 2000VA yang ditunjukkan pada Gambar 3.15.



Gambar 3.15. Voltage regulator.

Proses pengujian sistem *power supply* dimulai dengan proses pemvakuman tabung vakum *chamber* karena plasma yang akan dibangkitkan terjadi pada tekanan rendah udara, langkah selanjutnya adalah menghubungkan *voltage regulator* pada stop kontak dan output dari *voltage regulator* dihubungkan ke rangkaian *power supply* untuk mengalirkan arus listrik pada anoda dan katoda mesin *DC magnetron sputtering* yang dibuat. Arus dan tegangan listrik *DC* yang dialirkan akan terukur pada kedua multimeter yang terpasang pada rangkaian *power supply*, *knop* *voltage regulator* diputar secara perlahan untuk menaikkan tegangan dan arus listrik yang mengalir sehingga plasma perlahan terbentuk. Saat plasma telah terbentuk dan stabil, arus dan tegangan listrik yang terukur pada kedua multimeter dicatat pada tabel pengamatan. Selanjutnya *knop* *voltage regulator* diputar ke arah nol untuk menurunkan arus dan tegangan *DC* yang mengalir dan pompa vakum dimatikan sehingga tekanan udara pada *vakum chamber* kembali normal dan plasma yang terbentuk menjadi hilang. Proses pengujian sistem *power supply* ini diulang kembali untuk mendapatkan data yang baik.

3.11. Spesifikasi Mesin *DC Magnetron Sputtering*

Spesifikasi dan parameter yang dipakai pada pengujian mesin *DC Magnetron Sputtering* dapat dilihat pada Tabel 3.1 berikut ini.

Tabel 3.1 Spesifikasi peralatan pendukung mesin *DC Magnetron Sputtering*

No	Blok	Komponen	Spesifikasi	Jumlah
1.	<i>Power supply</i>	Transformator <i>step up</i>	900 watt 2000V	1
		Dioda bridge type 5402 M10	3000 mA, 1.2V	10
		Kapasitor	1000 Watt VAC 1.0.5 μ F	1
2.	Komponen pendukung	<i>Vacuum pump</i>	25 micron/ 10^{-2} torr	1
		Voltage regulator	220V 2000VA	1
		Fan 12"	12 volt	1
		Multimeter arus	0-50 ampere	1
		Multimeter tegangan	0-500 volt	1
		Magnet 6"		1
3	Dimensi mesin	Panjang total	190 mm	
		Diameter total	163 mm	