

**PERANCANGAN DAN PEMBUATAN MESIN *DC MAGNETRON*  
*SPUTTERING* SERTA PENGUJIAN AWAL**

**TUGAS AKHIR**

**Diajukan Guna Memenuhi Persyaratan Untuk Mencapai Derajat  
Sarjana Strata-1 Pada Prodi Teknik Mesin Fakultas Teknik  
Universitas Muhammadiyah Yogyakarta**



**Disusun Oleh:**

**BAGJA RESTU MEHAMMAD  
20110130049**

**PROGRAM STUDI TEKNIK MESIN FAKULTAS TEKNIK  
UNIVERSITAS MUHAMMADIYAH YOGYAKARTA  
YOGYAKARTA**

**2016**

## **PERNYATAAN**

Saya menyatakan dengan sesungguhnya bahwa skripsi / tugas akhir berjudul **“Perancangan dan Pembuatan Mesin *DC Magnetron Sputtering* Serta Pengujian Awal ”** ini adalah asli hasil karya saya dan tidak terdapat karya yang pernah diajukan untuk memperoleh gelar kesarjanaan di Perguruan Tinggi dan sepanjang pengetahuan saya juga tidak terdapat karya atau pendapat yang pernah ditulis atau dipublikasikan oleh orang lain, kecuali yang secara tertulis disebutkan sumbernya dalam naskah dan dalam daftar pustaka.

Yogyakarta, 12 Januari 2017  
Yang menyatakan,

Bagja Restu Muhammad

**MOTTO**

**“Salah jurusan bukan berarti salah masa depan”**

**(Bagja restu m)**

**“Dimanapun jangan pernah tinggalkan Sholat”**

**(Bapak&ibu)**

**“Dalam hidup jangan pernah menyerah, Hanya saat sholatlah kamu  
meyerah”**

**(Prof. Inu Kencana)**

**“Dan sebaik-baik manusia adalah orang yang paling bermanfaat  
bagi manusia”**

**(HR.Thabrani dan Daruquthni)**

## PERSEMBAHAN



Dengan penuh rasa syukur, tugas akhir ini saya persembahkan untuk :

1. **Bapak dan Ibuku tercinta, Nurdin Efendi dan Suyatinah.** Terimakasih atas dedikasi , pendidikan, kasih sayang, kesabaran, kepercayaan dan dukungan kalia selama ini, sehingga saya mampu menyelesaikan Tugas Akhir ini. Insyallah saya akan menjadi anak yang sholeh dan berbakti kepada kalian.
2. **Gilang Adi Purnama, Yuliana Sari Efendi Dan Akbar Maulana.** Kakak dan adikku yang telah memberikan motivasi untuk sukses, saya harap kalian lebih sukses dari pada saya saat ini, semoga kalian bisa meraih apa yang kalian cita-citakan.
3. **Dede A** calon makmum saya yang selalu menyemangati, memotivasi dengan cerewetnya, sehingga sampai pada titik finish tugas akhir ini.
4. **Ir. Aris Widyo Nugroho, M.T., Ph.D. dan Muhammad Budi Nur Rahman, S.T., M.Eng.** Selaku dosen pembimbing, terimakasih atas bimbingan bapak sehingga saya bisa menyelesaikan Tugas Akhir ini sampai selesai.
5. **Teman-teman Teknik Mesin UMY angkatan 2011 dan semua angkatan yang selalu memberi dukungan satu sama lain “M Forever”.**

## INTISARI

*DC magnetron sputtering* memiliki beberapa keunggulan dibandingkan dengan teknik-teknik pembentukan film tipis lainnya. penumbuhan film tipis dengan metode *magnetron sputtering* merupakan salah satu metode pelapisan pada bahan non logam, dimana prosesnya mudah dan membutuhkan waktu relatif cepat dibandingkan dengan proses pelapisan biasa. Tugas akhir ini membahas tentang perancangan dan pembuatan *DC magnetron sputtering* skala laboratorium.

Langkah pertama proses perancangan dan pembuatan adalah dengan merancang mesin *sputtering* secara keseluruhan menggunakan *Software Autodesk Inventor*. Komponen yang didesain dan dirangkai meliputi vakum *chamber* dan *power supply* yang terdiri atas transformator, diode *bridge*, kapasitor, dan indikator. Pengujian *DC magnetron sputtering* melakukan proses pelapisan pada *substrat* kaca dengan ukuran (70 mm x 35 mm x 2 mm) dan menggunakan variasi waktu 90 detik dan 130 detik, tekanan vakum  $10^{-2}$  torr, tegangan 150 volt, dan arus ( $I_{\max}$ ) 1 ampere. Kemudian hasil pelapisan diamati secara visual dan diukur hambatannya menggunakan multimeter digital.

Hasil perancangan dan pembuatan *DC magnetron sputtering* diperoleh tegangan *voltage regulator* maksimum 180 volt dengan pembatasan arus fuse sebesar 8 ampere. Tegangan *power supply* sama dengan besar tegangan *voltage regulator*. Out put dari *voltage regulator* digunakan sebagai input *power supply*. Tekanan vakum maksimal tercatat sebesar 25 *micron*/ $10^{-2}$  torr. Mesin *DC Magnetron Sputtering* telah berhasil dibuat dan berfungsi. Dilakukan dua kali pengujian pada mesin, percobaan pertama dengan waktu 90 detik menghasilkan hambatan sebesar 12.6  $\Omega$  dan percobaan kedua dengan waktu 120 detik menghasilkan hambatan sebesar 9.2  $\Omega$ .

**Kata kunci :** *DC magnetron sputtering, film tipis, substrat.*

## KATA PENGANTAR

Puji syukur senantiasa penulis panjatkan kepada Allah SWT atas rahmat dan karunia-Nya, penulis dapat menyelesaikan penelitian untuk Tugas Akhir sebagai salah satu syarat untuk mendapatkan gelar sarjana di Program Studi S1 Teknik Mesin, Universitas Muhammadiyah Yogyakarta.

Penulis menyadari bahwa keberhasilan dalam menyusun Tugas Akhir ini tidak terlepas dari bantuan dan dukungan dari berbagai pihak. Oleh karena itu, penulis ingin menyampaikan rasa terima kasih kepada :

1. Bapak Novi Caroko, S.T., M.Eng., selaku Ketua Program Studi Teknik Mesin Fakultas Teknik Universitas Muhammadiyah Yogyakarta.
2. Bapak Ir. Aris Widyo Nugroho, M.T., Ph.D., selaku dosen pembimbing Utama Tugas Akhir atas pengarahan, motivasi, dan bimbingannya selama proses pengerjaan Tugas Akhir.
3. Bapak Muhammad Budi Nur Rahman, S.T., M.Eng., selaku dosen pembimbing kedua yang telah banyak membimbing dan membantu selama proses pengerjaan Tugas Akhir.
4. Bapak Sunardi, S.T., M.Eng. selaku dosen penguji yang telah memberikan saran dan masukan guna menyempurnakan Tugas Akhir ini.
5. Seluruh karyawan, karyawan Prodi Teknik Mesin Universitas Muhammadiyah Yogyakarta atas bantuan yang telah diberikan selama masa kuliah.
6. Kepada Ayah - Ibu tercinta Bapak Nurdin efendi dan Ibu Suyatinah yang tidak pernah lelah untuk memberikan dukungan moril, materi, dan doa selama ini.
7. Kakak dan adik tercinta Gilang Adi Purnama, Yuliana Sari Efendi, Akbar Maulana yang selalu mengingatkan dan memberikan semangat baru dalam menyelesaikan tugas - tugas selama masa studi.
8. Seluruh teman seperjuangan Teknik Mesin Angkatan 2011 terutama kepada Bagus Farkhan Almadani, Galang Ayusi Putra, Egin Subarkah,

Tintus Dwi Cahyo, Imawan Insani, Luhur Yudis Pratama, Alvian Jefri malindo dan semuanya yang tidak bisa penulis sebutkan satu-persatu yang selalu memberikan kritik, saran serta motivasi untuk terus berjuang.

9. Semua pihak yang telah berperan dalam seluruh proses pembelajaran yang tidak bisa penulis sebutkan satu - persatu.

Penulis sangat menyadari akan keterbatasan penulis, sehingga Tugas Akhir ini masih jauh dari kata sempurna. Oleh karena itu segala kritik dan saran yang membangun sangat penulis harapkan. Harapan penulis adalah Tugas Akhir ini dapat menjadi sumbangan wawasan yang bermanfaat bagi siapapun yang membacanya. Aamiin.

Yogyakarta, 12 Januari 2017

Penyusun,

Bagja Restu Muhammad

## DAFTAR ISI

<b>HALAMAN JUDUL</b> .....	i
<b>HALAMAN PENGESAHAN</b> .....	ii
<b>HALAMAN PERNYATAAN</b> .....	iii
<b>MOTTO</b> .....	iv
<b>HALAMAN PERSEMBAHAN</b> .....	v
<b>INTISARI</b> .....	vi
<b>KATA PENGANTAR</b> .....	vii
<b>DAFTAR ISI</b> .....	ix
<b>DAFTAR GAMBAR</b> .....	xi
<b>DAFTAR TABEL</b> .....	xii
<b>DAFTAR LAMPIRAN</b> .....	xiii
<b>BAB I PENDAHULUAN</b> .....	1
1.1. Latar Belakang .....	1
1.2. Rumusan Masalah .....	2
1.3. Batasan Masalah .....	2
1.4. Tujuan Penelitian .....	2
1.5. Manfaat Penelitian .....	3
1.6. Sistematika penulisan .....	3
<b>BAB II KAJIAN PUSTAKA DAN DASAR TEORI</b> .....	4
2.1. Kajian Pustaka .....	4
2.2. Dasar Teori.....	5
2.2.1. Lapisan Tipis .....	5
2.2.2. <i>Sputtering</i> .....	6
2.2.3. Proses <i>Sputtering</i> .....	6
2.2.4. <i>DC Magnetron Sputtering</i> .....	7
2.2.5. Kelebihan <i>DC Magnetron Sputtering</i> .....	9
2.2.6. Hasil <i>Sputtering</i> .....	9
2.2.7. Faktor Yang Mempengaruhi Hasil <i>Sputtering</i> .....	10
2.2.8. Transformator .....	11
<b>BAB III METODE PENELITIAN</b> .....	13
3.1. Pendekatan Penelitian .....	13
3.2. Alat dan Bahan Penelitian .....	13
3.2.1. Alat Penelitian .....	13
3.2.2. Bahan Penelitian .....	14
3.3. <i>Flowchart</i> /Diagram Alir Penelitian.....	15
3.4. Tahapan Persiapan .....	17
3.5. Perancangan Mesin <i>DC Magnetron Sputtering</i> .....	17
3.6. Pembuatan <i>Vakum Chamber</i> .....	19
3.6.1. Tabung <i>Vakum Chamber</i> .....	19
3.6.2. Penutup Tabung <i>Vakum Chamber</i> .....	20



3.6.3. Alas Tabung <i>Vakum Chamber</i> .....	22
3.6.4. Katoda dudukan Benda Kerja .....	23
3.7. Pembuatan <i>Power Supply</i> .....	24
3.7.1. Rangkaian <i>Power Supply</i> .....	24
3.8. <i>Vacum Pump</i> .....	25
3.9. Pengujian Mesin <i>DC Magnetron Sputtering</i> .....	25
3.9.1. Pengujian Tekanan Takum.....	25
3.9.2. Pengujian Sistem <i>Power Supply</i> .....	26
3.10. Spesifikasi Mesin <i>DC Magnetron Sputtering</i> .....	28
<b>BAB IV HASIL PERANCANGAN DAN PABRIKASI</b> .....	29
4.1. Hasil Pembuatan Mesin <i>DC Magnetron Sputtering</i> .....	29
4.1.1. Mekanisme Kerja <i>DC Magnetron Sputtering</i> .....	31
4.2. Spesifikasi Mesin <i>DC Magnetron Sputtering</i> .....	32
4.3. Pengujian Terhadap Bahan Non Logam Berupa Kaca .....	32
4.4. Pengukuran Hasil Pengujian .....	34
4.5. Analisis Biaya .....	36
<b>BAB V PENUTUP</b> .....	37
5.1. Kesimpulan .....	37
5.2. Saran .....	38
<b>DAFTAR PUSTAKA</b> .....	39
<b>LAMPIRAN</b> .....	41

## DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1	Proses <i>sputtering</i> .....	7
Gambar 2.2	Sistem <i>reactor DC Magnetron Sputtering</i> .....	9
Gambar 2.3	Transformator <i>step up</i> .....	12
Gambar 3.1	Anoda tembaga.....	14
Gambar 3.2	Katoda stainless steel .....	14
Gambar 3.3	Benda kerja kaca .....	15
Gambar 3.4	Diagram alir penelitian.....	16
Gambar 3.5a	Desain 3D <i>vakum chamber</i> perkomponen .....	17
Gambar 3.5b	Desain 3D <i>vakum chamber assembly</i> .....	17
Gambar 3.6	Desain 2D <i>vakum chamber assembly</i> tampak kanan dan atas .....	18
Gambar 3.7a	Desain 3D tabung <i>vakum chamber</i> tampak depan .....	19
Gambar 3.7b	Desain 2D tabung <i>vakum chamber</i> tampak depan dan atas .....	19
Gambar 3.8a	Desain 3D tutup tabung <i>vakum chamber</i> tampak atas .....	21
Gambar 3.8b	Desain 2D tutup tabung <i>vakum chamber</i> tampak depan .....	21
Gambar 3.9a	Desain 3D alas tabung <i>vakum chamber</i> tampak atas .....	22
Gambar 3.9b	Desain 2D alas tabung <i>vakum chamber</i> tampak depan dan atas .....	22
Gambar 3.10a	Desain 3D katoda dudukan benda kerja tampak atas .....	23
Gambar 3.10b	Desain 2D katoda dudukan benda kerja tampak depan dan atas .....	23
Gambar 3.11a	Skema rangkaian <i>power supply</i> .....	24
Gambar 3.11b	Rangkaian jadi <i>power supply</i> .....	24
Gambar 3.12	<i>Vacum pump</i> dan spesifikasi .....	25
Gambar 3.13	Proses pemvakuman .....	26
Gambar 3.14	Rangkaian <i>power supply</i> .....	26
Gambar 3.15	Voltage regulator .....	27
Gambar 4.1	Mesin <i>DC magnetron sputtering</i> .....	29
Gambar 4.2	Komponen mesin <i>DC magnetron sputtering</i> .....	30
Gambar 4.3a	Skema mekanisme kerja <i>DC magnetron sputtering</i> .....	31
Gambar 4.3b	Mekanisme kerja <i>DC magnetron sputtering</i> .....	32
Gambar 4.4a	Hasil pengujian variasi waktu 90 detik .....	34
Gambar 4.4b	Hasil pengujian variasi waktu 130 detik .....	34
Gambar 4.5a	Pengukuran hambatan variasi waktu 90 detik .....	35
Gambar 4.5b	Pengukuran hambatan variasi waktu 130 detik .....	35

## DAFTAR TABEL

Tabel 3.1	Komponen vakum <i>chamber</i> .....	18
Tabel 3.2	Spesifikasi peralatan pendukung mesin <i>DC magnetron sputtering</i> ...	28
Tabel 4.1	Spesifikasi mesin <i>DC magnetron sputtering</i> .....	32
Tabel 4.2	Hasil pengujian <i>sputtering</i> .....	35
Tabel 4.3	Riancian biaya pembuatan mesin <i>DC magnetron sputtering</i> .....	36

## DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran 1.	Desain <i>Vacum Chamber</i> .....	41
Lampiran 2.	Desain Tabung <i>vacum Chamber</i> .....	42
Lampiran 3.	Desain Tutup atas <i>vacum Chamber</i> .....	43
Lampiran 4.	Desain Alas bawah <i>vacum Chamber</i> .....	44
Lampiran 5.	Desain Katoda dudukan benda kerja .....	45
Lampiran 6.	<i>DC Magnetron Sputtering</i> .....	46
Lampiran 7.	<i>Vacum Chamber</i> .....	47
Lampiran 8.	Tabung <i>vacum Chamber</i> .....	48
Lampiran 9.	Tutup atas <i>vacum Chamber</i> .....	49
Lampiran 10.	Alas bawah <i>vacum Chamber</i> .....	50
Lampiran 11.	Katoda dudukan benda kerja .....	51