

## BAB II

### KAJIAN PUSTAKA DAN DASAR TEORI

#### 2.1. Kajian Pustaka

Marwoto.P., dkk (2007) melakukan penelitian proses penumbuhan film tipis  $\text{Ga}_2\text{O}_3:\text{Mn}$  dengan menggunakan *DC magnetron sputtering* dan dilakukan dengan tiga langkah. Pertama, pembuatan target  $\text{Ga}_2\text{O}_3:\text{Mn}$  (5% mol) dalam bentuk *pellet* setelah melalui proses penggerusan, pemadatan, dan sintering pada suhu  $900^\circ\text{C}$  selama tiga jam. Kedua, preparasi *substrat* Si (100) yang meliputi pemotongan dan pencucian *substrat* dengan aseton dan metanol dalam *ultrasonic bath* masing-masing selama 10 dan 5 menit. Kemudian *Substrat* dicuci dengan *DI water* dan dicelupkan ke dalam larutan HF 10% dan dicuci lagi dengan *DI water*. *Substrat* selanjutnya dikeringkan dengan semprotan gas nitrogen. Ketiga, penumbuhan film tipis  $\text{Ga}_2\text{O}_3:\text{Mn}$  dengan reaktor dc magnetron *sputtering*. *Substrat* dipasang pada anoda, sedangkan target dipasang pada katoda.

Berdasarkan penelitian yang dilakukan Makhnunah (2011) tentang performa kelistrikan heterojunction CdTe/CdS yang ditumbuhkan dengan metode *DC magnetron sputtering* menggunakan parameter penumbuhan film tipis CdTe/CdS dengan tekanan argon sebesar 500 mTorr, suhu  $325^\circ\text{C}$ , daya plasma 43 Watt dan waktu deposisi 2,5 jam. Mandapatkan hasil Performa kelistrikan film tipis CdTe/CdS dalam sifat listrik yang diukur I-V meter didapatkan nilai idealitas dan arus muatan ruang masing-masing didapat sebesar 3,26 dan  $3,98 \times 10^{-10}$  Ampere yang merupakan nilai ideal untuk sambungan *p-n*. Maka dapat ditarik kesimpulan bahwa hasil film tipis ini mempunyai orientasi Kristal CdTe (101) dengan FWHM  $0,36^\circ$  film yang tumbuh dengan kualitas baik serta memiliki morfologi permukaan yang tampak homogen sehingga memiliki transfer elektron dan mobilitas pembawa muatan yang tinggi.

Wibowo dkk (2000) melakukan penelitian pengaruh parameter *sputtering* terhadap perubahan struktur lapisan tipis ZnO. Lapisan tipis ZnO dibuat diatas *substrat* gelas, pelastik, dan stainless steels dengan metode *sputtering* DC, variasi parameter pembuatan film tipis dengan *sputtering* adalah waktu deposisi, suhu *substrat*, tekanan dan prosentase gas oksigen, sedangkan untuk mengamati perubahan struktur lapisan ZnO yang terbentuk dengan menggunakan metode defraktometer sinar-x dengan panjang gelombang 1,54 Å. Didapat hasil bahwa sudut puncak difraksi lapisan ZnO tersputter bergeser dibandingkan dengan sudut puncak difraksi target. Maka dapat diambil kesimpulan kondisi parameter *sputtering* mempengaruhi srtuktur lapisan ZnO yang terbentuk. Penambahan tekanan dan campuran gas oksigen kedalam tabung sputter dapat memperkecil pergeseran puncak difraksi (002) lebih konsisten.

Dari beberapa penelitian diatas menunjukkan bahwa material yang digunakan dalam penelitian film tipis hingga saat ini antara lain :CdTe, Ga<sub>2</sub>O<sub>3</sub>:Mn, dan ZnO. *DC magnetron sputtering* merupakan komponen terpenting dalam penelitian film tipis, karena mesin tersebut berperan dalam proses deposisi atom dari target. Beberapa hal penting dalam *DC magnetron sputtering* seperti tekanan vakum, temperatur, tegangan, dan arus listrik. Dari beberapa parameter tersebut, penulis mencoba merancang dan membuat mesin *DC magnetron sputtering* skala laboratorium yang lebih ekonomis dibandingkan dengan mesin skala industri.

## **2.2. Dasar teori**

### **2.2.1. Lapisan tipis**

Lapisan tipis adalah suatu lapisan yang mempunyai ketebalan dalam orde angstrom hingga mikrometer. Lapisan tipis dapat dibuat dari bahan organik, anorganik, logam, maupun campuran logam organik (*organometalic*) yang memiliki sifat konduktor, semikonduktor, superkonduktor maupun insulator. Lapisan tipis banyak digunakan sebagai bahan sensor karena murah dalam proses produksinya dan

sifat elektrisnya dapat diatur melalui parameter-parameter saat proses pembuatannya. Proses produksi lapisan tipis dapat menggunakan teknik *Sputtering*, *evaporasi* dan *CVD (chemical Vapour Deposition)*. Dalam proses deposisinya pertumbuhan lapisan tipis secara garis besar dibagi menjadi dua bagian, yaitu pertumbuhan secara epitaksial dan difusi. Pertumbuhan epiaksial adalah pertumbuhan dengan arah keatas saja, jadi atom-atom terdeposisi saling bertumpukan selama proses deposisi terjadi. Sedangkan pertumbuhan difusi adalah pertumbuhan dengan arah pertumbuhan baik ke atas maupun kebawah permukaan *Substrat* (menyisip).

### **2.2.2. Sputtering**

*Sputtering* pertama kali diamati dalam sebuah tabung lucutan gas DC oleh Grove pada tahun 1852. Grove menemukan bahwa katode tabung lucutan tersputter oleh ion-ion dalam lucutan gas, dan material katode terdeposit pada dinding dalam tabung lucutan. Pada waktu itu *sputtering* dipandang sebagai suatu fenomena yang tidak dikehendaki karena katode dan grid dalam tabung lucutan gas menjadi rusak (Suryadi, 2003).

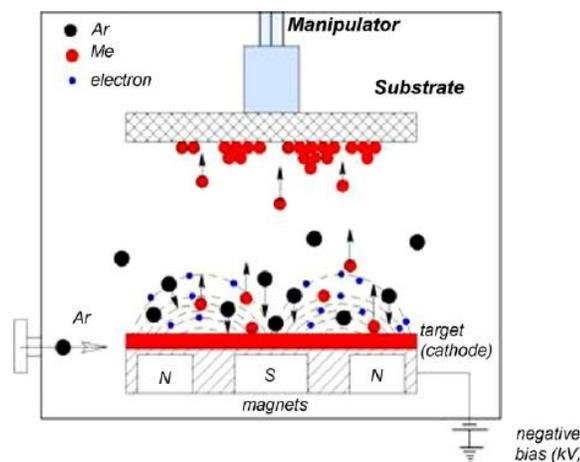
*Sputtering* adalah proses terhamburnya atom-atom dari permukaan bahan padat karena memperoleh energi yang cukup dari penembakan partikel-partikel berenergi tinggi (Sudjatmoko, 2003).

### **2.2.3. Proses sputtering**

Proses *sputtering* terjadi karena tumbukan terjadi secara terus menerus antara ion-ion penumbuk dengan atom-atom permukaan target. Atom-atom target yang terhambur berpindah ke permukaan *Substrat*. Perpindahan atom-atom permukaan target pada permukaan *Substrat* menjadi *isotropik* sehingga terbentuk film tipis pada permukaan *Substrat* (Wasa dan Hayakawa, 1992).

proses *sputtering* terjadi ketika muncul luncuran listrik (plasma) pada ruang antara katoda dan anoda. Ion-ion yang terbentuk dalam plasma lucutan pijar dipercepat kearah target (bahan yang akan di-*sputter*). Pada saat ion menumbuk target

maka akan terjadi tumbukan beruntun dengan atom-atom target dan selanjutnya akan mengakibatkan salah satu dari atom-atom target terpecah atau terhambur keluar dari permukaan target seperti ditunjukkan dalam Gambar 2.1.



Gambar 2.1 Proses *sputtering*

Sumber : : [https://www.researchgate.net/figure/222313802\\_fig1\\_Fig-1-Schematic-diagram-of-a-DC-magnetron-sputtering-unit](https://www.researchgate.net/figure/222313802_fig1_Fig-1-Schematic-diagram-of-a-DC-magnetron-sputtering-unit)

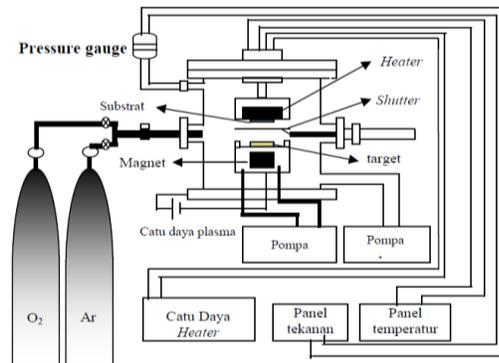
Teknik *sputtering* memiliki beberapa kelebihan antara lain : film yang terbentuk mempunyai komposisi yang serupa dengan bahan target, kualitas, struktur dan keseragaman hasil film dikendalikan oleh tingkat homogenitas target, mempunyai rapat arus yang besar sehingga memungkinkan terjadinya laju deposisi yang tinggi dan lapisan yang terbentuk mempunyai kekuatan rekat yang tinggi terhadap permukaan *substrat* (Sudjatmoko, 2003).

#### 2.2.4. DC magnetron sputtering

Sistem *DC magnetron sputtering* merupakan modifikasi dari sistem *DC sputtering* dengan menambahkan sistem magnet, sehingga sistem *DC magnetron sputtering* terdiri dari tabung plasma berbentuk silinder, sumber tegangan tinggi, sepasang elektroda, sistem pemanas *substrat*, sistem pendingin, sistem *vacum*, sistem masukan gas sputter dan sistem magnet. untuk pemasangan target diletakan pada katoda dengan sistem magnet di bawahnya kemudian sistem pendingin target dan

magnet (biasanya menggunakan air), sedangkan *Substrat* dipasangkan pada anoda. *Substrat* tersebut dapat dipanaskan dengan menggunakan sistem pemanas, apabila tabung *sputter* diisi dengan gas argon (Ar) dan pada elektroda dipasangkan beda potensial, maka diantara elektroda terjadi plasma lucutan pijar (*glow discharge*). gas argon dan nitrogen yang melewati ruang antara elektroda dipecah oleh medan listrik tinggi menjadi plasma yang mengandung electron ( $e^-$ ), ion (Ar), ion (N) dan atom (N). Ion-ion positif Ar dan N dipercepat oleh medan listrik menuju elektroda negative (katoda), sehingga ion-ion positif menumbuk atom-atom permukaan target yang dipasang diatas katoda,. Ion-ion penumbuk memiliki energi sangat besar sehingga atom-atom permukaan target terlepas dari permukaan target berhamburan kesegala arah. Atom-atom target yang terpental menempel pada permukaan *Substrat* sehingga membentuk fim tipis.

Menurut Joshi (2003) menjelaskan metode untuk mencegah terjadinya *resputtering* dan meningkatkan derajat ionisasi pada film tipis yang terbentuk, maka sistem magnet diletakan pada bagian bawah katoda. Magnet membentuk lingkupan medan magnet untuk membelokan partikel bermuatan. elektron-elektron dikurung dalam lingkupan medan magnet dekat target dan mengakibatkan ionisasi pada gas argon lagi. Sedangkan menurut (Musta'anah, 2010) Jumlah ion-ion yang ditarik kepermukaan target menjadi lebih banyak, semakin banyak ion-ion yang menumbuk target hasil *sputtering* semakin meningkat. Sistem reaktor *dc magnetron sputtering* ditunjukkan pada gambar 2.2, sedangkan sistem *dc magnetron sputtering* seperti pada Gambar 2.2 di bawah ini.



Gambar 2.2 Sistem *reactor dc magnetron sputtering*.  
Sumber : Marwoto,P., 2007.

### 2.2.5. Kelebihan *DC magnetron sputtering*

1. Lapisan yang terbentuk mempunyai komposisi yang serupa dengan bahan target.
2. Kualitas, struktur dan keseragaman lapisan tipis dikendalikan oleh tingkat homogenitas target.
3. Mempunyai rapat arus yang besar sehingga memungkinkan terjadinya laju deposisi yang tinggi.
4. Lapisan yang terbentuk mempunyai kekuatan rekat yang tinggi terhadap permukaan *Substrat*.
5. Biaya operasional lebih murah dibandingkan dengan metode yang lainnya.

### 2.2.6. Hasil *sputtering*

Hasil *sputtering* merupakan laju pemindahan atom-atom permukaan target karena penembakan ion dilambangkan dengan  $S$ . Hasil *sputtering* didefinisikan sebagai jumlah rata-rata atom yang dipindahkan dari permukaan target per ion penumbuk. Hasil *sputtering* dirumuskan sebagai berikut (Wasa & Hayakawa,1992).

$$S = \frac{\sum \text{atom-atom yang dipindahkan}}{\sum \text{ion-ion penumbuk}} \dots\dots\dots (2.1)$$

Hasil *sputtering* dapat diukur dengan beberapa metode, antara lain adalah berat target yang hilang, penurunan tebal target, pengumpulan material yang tersputter, dan mendeteksi partikel-partikel yang tersputter.

### **2.2.7. Faktor yang mempengaruhi hasil *sputtering***

Beberapa faktor yang mempengaruhi hasil *sputtering* adalah sebagai berikut:

a. Partikel penumbuk.

Hasil *sputtering* berubah terhadap energi partikel atau ion penumbuk  $E_I$  pada daerah energi rendah mendekati energi ambangnya. Energi ambang *sputtering* sekitar 15-30 eV. Pada energi 100 eV besar  $S$  sebanding dengan  $E$  artinya jumlah atom yang dipindahkan karena tumbukan sebanding dengan energi penumbuk. Pada daerah energi ion yang lebih tinggi dari 10 keV hasil *sputtering* tidak dipengaruhi oleh hamburan pada permukaan, tetapi oleh hamburan di dalam target sehingga hasil *sputtering* akan menurun. Penurunan hasil *sputtering* karena partikel penumbuk kehilangan energi. Energi yang hilang disebabkan ion-ion penumbuk terlalu dalam masuk ke target (Wasa & Hayakawa, 1992).

b. Material target

Ion-ion penumbuk dan atom-atom yang terhambur dari permukaan target sering bertumbukan dengan atom-atom gas yang digunakan selama proses deposisi di dalam tabung reaktor dipertahankan pada tekanan gas rendah. Hasil *sputtering* dirumuskan sebagai berikut (Wasa & Hayakawa, 1992).

$$S = 10^5 \frac{(W)}{(AI t)} \dots\dots\dots (2.2)$$

Dimana :

W = berat target yang hilang selama proses *sputtering* berlangsung  
(dalam atom).

A = jumlah atom material target.

I = arus ion menuju target (dalam ampere).

t = waktu penumbuhan (dalam detik).

Hasil *sputtering* berubah sesuai dengan perubahan jumlah atom material target yang digunakan.

c. Sudut datang ion penumbuk pada permukaan target.

Hasil *sputtering* berubah dipengaruhi oleh sudut datang ion penumbuk terhadap bidang normal bahan target. Hasil *sputtering* bertambah dengan sudut datang dan maksimum pada sudut antara 600 dan 800, dan berkurang secara cepat untuk sudut yang lebih besar. Sudut tumbukan ion penumbuk juga ditentukan oleh struktur permukaan target.

d. Struktur Kristal permukaan target.

Hasil *sputtering* dan distribusi sudut partikel-partikel tersputter dipengaruhi oleh struktur kristal permukaan material target. Jika material target tersusun dari bahan polikristal, maka distribusi menjadi tidak seragam.

### 2.2.8. Transformator (trafo)

Transformator (trafo) digunakan pada peralatan listrik terutama yang memerlukan perubahan atau penyesuaian besarnya tegangan bolak-balik. Misal radio memerlukan tegangan 12 volt padahal listrik dari PLN 220 volt, maka diperlukan transformator untuk mengubah tegangan listrik bolak-balik 220 volt menjadi tegangan listrik bolak-balik 12 volt. Contoh alat listrik yang memerlukan transformator adalah: TV, komputer, mesin foto kopi, gardu listrik dan sebagainya.

Transformator trafo adalah alat yang digunakan untuk menaikkan atau menurunkan tegangan AC disebut transformator (trafo). Trafo memiliki dua terminal, yaitu terminal input dan terminal output. Terminal input terdapat pada kumparan primer. Terminal output terdapat pada kumparan sekunder. Tegangan listrik yang akan diubah dihubungkan dengan terminal input. Adapun, hasil pengubahan tegangan diperoleh pada terminal output. Prinsip kerja transformator menerapkan peristiwa induksi elektromagnetik. Jika pada kumparan primer dialiri arus AC, inti besi yang dililiti kumparan akan menjadi magnet (elektromagnet). Karena arus AC, pada elektromagnet selalu terjadi perubahan garis gaya magnet. Perubahan garis gaya tersebut akan bergeser ke kumparan sekunder. Dengan demikian, pada kumparan sekunder juga terjadi perubahan garis gaya magnet. Hal itulah yang menimbulkan GGL induksi pada kumparan sekunder. Adapun arus induksi yang dihasilkan adalah arus AC yang besarnya sesuai dengan jumlah lilitan sekunder. Bagian utama transformator ada tiga, yaitu inti besi yang berlapis-lapis, kumparan primer, dan kumparan sekunder. Kumparan primer yang dihubungkan dengan PLN sebagai tegangan masukan (input) yang akan dinaikkan atau diturunkan. Kumparan sekunder dihubungkan dengan beban sebagai tegangan keluaran (output). Seperti yang ditunjukkan pada Gambar 2.3.



Gambar 2.3 *Transformator Step up*

Sumber : <http://teknikelektronika.com/pengertian-transformator-prinsip-kerja-trafo/>