



Perancangan *Casing* Mesin DC Magnetron Sputtering

Hanifan Akbar^{1*}, Sonki Prasetya², dan Iwan Susanto²

¹Program Studi Diploma III Teknik Mesin, Jurusan Teknik Mesin, Politeknik Negeri Jakarta, Jl. Prof. G. A. Siwabessy, Kampus UI, Depok, 16425

²Program Studi Diploma III Alat Berat, Jurusan Teknik Mesin, Politeknik Negeri Jakarta, Jl. Prof. G. A. Siwabessy, Kampus UI, Depok, 16425.

Abstrak

Energi baru dan terbarukan merupakan sumber energi yang berkelanjutan dan tidak menyebabkan perubahan iklim atau pemanasan global. Sel Surya merupakan energi terbarukan, sebagian besar pembuatan sel surya dengan menggunakan alat DC magnetron sputtering. Terdapat komponen-komponen yang dapat disusun sebagai sistem magnetron sputtering. Oleh karena itu, dibuatlah casing yang berfungsi untuk menempatkan komponen DC magnetron sputtering secara aman. Metode yang digunakan dalam penelitian ini adalah reverse engineering dengan memodifikasi bagian casing yang lebih efisien. Observasi dan studi literatur adalah salah satu tahapan yang digunakan dalam penelitian ini untuk mendapatkan data aktual dan data teori. Berdasarkan data observasi dan studi literatur, maka dilakukan perancangan dan pemilihan material menggunakan analisis kebutuhan. Untuk mengetahui keamanan dari rancangan ini, dilakukan simulasi pada kerangka yang di buat. Estimasi biaya di lakukan untuk mengetahui perkiraan biaya dalam pembuatan rancangan casing DC magnetron sputtering. Hasil dari yang dilakukan didapat kerangka total yang memiliki dimensi panjang 476 mm, lebar 400 mm, dan tinggi 960 mm. Dengan material yang digunakan adalah besi siku stainless steel AISI 304 dengan dimensi 20x20x3 mm.

Kata-kata kunci: Casing, Magnetron Sputtering, Renewable Energy, Kerangka

Abstract

New and renewable energy is a sustainable source of energy and does not cause climate change or global warming. Solar Cells are renewable energy, most of the manufacture of solar cells using DC magnetron sputtering tools. There are components that can be arranged as a magnetron sputtering system. Therefore, a casing is made that serves to place the DC magnetron sputtering component safely. The method used in this study is reverse engineering by modifying the casing parts more efficiently. Observation and literature studies are one of the stages used in this study to obtain actual data and theoretical data. Based on observational data and literature studies, the design and selection of materials using needs analysis is carried out. To find out the safety of this design, a simulation is carried out on the framework created. Cost estimation is carried out to find out the estimated cost in making a DC magnetron sputtering casing design. The results of what was done obtained a total frame that had dimensions of 476 mm in length, 400 mm in width, and 960 mm in height. With the material used is AISI 304 stainless steel elbow iron with dimensions of 20x20x3 mm.

Keywords: Casing, Magnetron Sputtering, Renewable Energy, Frame Construction

* Corresponding author *E-mail address:* hanifan.akbar.tm19@mhs.pnj.ac.id

1. PENDAHULUAN

Energi baru dan terbarukan merupakan sumber energi yang berkelanjutan dan tidak menyebabkan perubahan iklim atau pemanasan global karena konsentrasi karbon dioksida yang tinggi [1].

Di Indonesia merupakan negara yang termasuk konsumsi energi yang besar dan terus meningkat setiap tahunnya, khususnya dibidang ketenagalistrikan. Menurut data yang diambil oleh PT. PLN Persero rasio elektrifikasi dinegara ini pada tahun 2010 adalah 67,15%. Yang dimana Jakarta memiliki kebutuhan energi yang tertinggi dari daerah lain. Meskipun memiliki rasio elektrifikasi 100%, pemakaian energi yang terus meningkat setiap tahunnya dapat mengikis perlahan kebutuhan energi di Indonesia. Sumber energi tersebut berupa bahan bakar fosil [2].

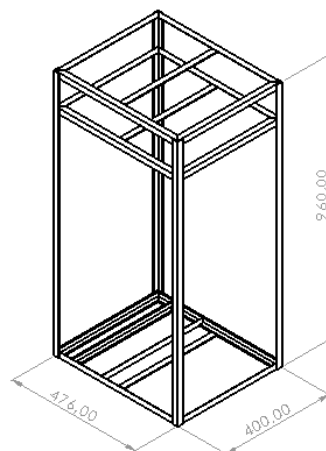
Selain bergantung pada bahan bakar fosil, Indonesia juga memiliki sumber energi terbarukan yang jumlahnya sangat banyak. Salah satu energi terbarukan adalah *Photovoltaics* (PV) atau disebut sel surya. *Photovoltaics* (PV) adalah perangkat elektronik yang mengubah sinar matahari langsung menjadi listrik. Menurut artikel Direktorat Jenderal Energi Baru Terbarukan dan Konversi Energi pada tahun 2019 “Indonesia memiliki potensi pengembangan energi surya sangat besar, tercatat memiliki potensi energi surya sebesar 207.898 MW (4,80 kWh/m²/hari). Saat ini, pemanfaatan energi surya yang telah dilakukan Indonesia baru mencapai 0,05% dari potensi yang ada, dan kapasitas terpasang untuk Pembangkit Tenaga Surya baru mencapai 100 MW, yang seharusnya mencapai peningkatan sekitar 900 MW sesuai target Rencana Energi Umum Nasional (REUN).[1]–[3].

Untuk mengatasi semakin banyaknya kebutuhan sel surya, maka pembuatan sel surya menjadi sangat penting. Pembuatan sel surya dengan DC Magnetron Sputtering mampu menghasilkan hasil kerja yang bagus. Lapisan tipis sel surya dibuat dari sambungan p-n silikon dengan kombinasi multilayer Ag / SiB / SiP dan dideposisikan oleh DC Magnetron Sputtering secara bertahap [4].

Dengan banyaknya pembuatan dc magnetron sputtering secara tidak langsung dibutuhkan juga *casing* sebagai tempat meletakkannya dc magnetron sputtering supaya awet dan aman. Pada pasaran yang ada sekarang, alat magnetron sputtering masih sangat mahal dan membutuhkan biaya operasional serta perawatan yang tinggi. Disisi lain terdapat komponen-komponen yang dapat disusun sebagai sistem magnetron sputtering beserta *casing*-nya. Untuk menjadikan alat yang setara dan bahkan dapat bersaing dengan alat yang ada di pasaran saat ini dengan biaya yang lebih rendah. Maka dari itu tujuan dari penelitian ini adalah merancang desain *casing dc magnetron sputtering* yang memiliki material yang kuat dan aman.

2. METODE

Metode penelitian dimulai dengan identifikasi kebutuhan untuk menetapkan komponen apa saja yang akan mempengaruhi kerangka pada rancangan *casing* yang akan dibuat. komponen yang akan mempengaruhi kerangka pada *casing* adalah reactor (chamber) dan power supply dc magnetron sputtering. Komponen tersebut diletakkan pada bagian atas pada *casing*. Sebelum masuk dalam perancangan desain, dilakukan diskusi dengan pihak yang terkait dalam perencanaan desain *casing dc magnetron sputtering*. Setelah mendapatkan hasil perencanaan, lalu dilakukan perancangan *casing dc magnetron sputtering* menggunakan *software solidworks*.



Gambar 3. 1. Kerangka casing dc magnetron sputtering

Pada gambar 3.1 merupakan hasil dari desain kerangka yang berdimensi panjang 476 mm, lebar 400 mm, dan tinggi 960 mm. Desain kerangka tersebut dibentuk menyesuaikan kebutuhan. Berikut pada gambar 3.2 adalah casing dc magnetron sputtering yang sudah jadi beserta peltakan komponennya.



Gambar 3. 2. casing dc magnetrom sputtering

Dalam penyambungan dc magnetron sputtering ini menggunakan pengelasan pada setiap penyatuan kerangkanya. Dengan beban total yang dikenakan pada besi siku adalah beban dari komponen yang bermassa total 13 kg. Pengelasan Jenis sambungan temu dilakukan dengan mempertemukan ujung/tepi besi siku yang disambung pada alas temu berdasarkan referensi buku A Textbook of Machine Design Khurmi tidak perlu penyerongan jika ketebalan plat kurang dari 5 [mm]. Elektroda yang dipakai adalah elektroda tipe SMAW dengan kode E7018 dengan yield strength 400 N/mm² dengan angka keamanan 8. [5]

Tegangan ijin material Stainless Steel AISI 304 dengan tensile stress $\sigma_y = 517,0175 \text{ MPa}$, maka:

$$\bar{\sigma} = \frac{\sigma_y}{\text{angka aman}}$$

$$\bar{\sigma} = \frac{517,0175}{8}$$

$$\bar{\sigma} = 64,6271 \text{ MPa}$$

Tegangan tarik material untuk Stainless Steel AISI 304 adalah 517,0175 MPa dan tegangan tarik ijin materialnya adalah 64,6271 MPa seperti yang sudah diperhitungkan sebelumnya. Jadi tegangan lasan untuk butt weld dengan tebal besi siku 3-5 mm dan minimum ukuran lasan 3 mm adalah:

$$\sigma_t = \frac{F}{A} = \frac{m \times g}{t \times l} = \frac{13 \times 9,81}{3 \times 960}$$

$$\sigma_t = 0,04428125 \text{ MPa}$$

Tegangan yang terjadi nilainya lebih kecil dibanding tegangan ijin material. Jadi, gaya yang bekerja masih dalam batas aman material.

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

Menentukan Material Pada Kerangka

Pada analisis bahan, dalam menentukan bahan yang akan dirancang sebagai kebutuhan pencapaian yang diinginkan. Berkaitan dengan hal tersebut penentuan bahan juga memiliki beberapa pilihan diantaranya, bahan steel AI304 dan alumunium extrusion. Pada kedua bahan tersebut memiliki keunggulan dan kekurangan masing-masing, oleh sebab itu penulis melakukan analisis dari kedua bahan tersebut.

Tabel 3. 1. Penilaian material kerangka

Kriteria Bahan Kerangka Casing	Stainless steel AISI 304	Alumunium <i>extrusion</i>
Gambar Bahan		
Masa Jenis (g/cm ³)	8	2,7
Modulus Elastisitas (x10 ¹⁰)	21	7
Harga	Relatif Murah	Relatif Mahal
Ketersedian	Dapat Terjangkau	Sulit Terjangkau
Kemudahan Fabrikasi	Relatif Mudah	Sangat Mudah

Tabel 3.1 merupakan hasil penilaiann dari penentuan bahan kerangka untuk casing dc magnetron sputtering. Selanjutnya diperlukan pembobotan untuk analisis dari dua bahan kerangka casing dc magnetron sputtering agar diperoleh gambaran hasil yang tertinggi dan terendah sehingga dapat menentukan bahan kerangka casing yang digunakan. Hasil dari pembobotan adalah sebagai berikut.

Tabel 3. 2. Nilai pembobotan pada material kerangka

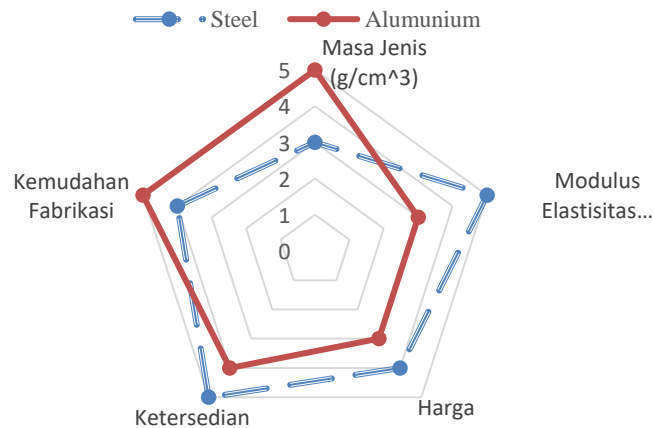
No	Kriteria	Bobot (%)	Kriteria Bahan Kerangka Casing Mesin			
			1		2	
			Nilai (1-5)	Nilai x bobot (%)	Nilai (1-5)	Nilai x bobot (%)
1	Masa Jenis (g/cm ³)	15	3	9	5	15
2	Modulus Elastisitas (x10 ¹⁰)	15	5	15	3	9
3	Harga	30	4	24	3	18
4	Ketersedian	10	5	20	4	16
5	Kemudahan Fabrikasi	30	4	24	5	30
Total				92		88

Pada tabel 3.2 Memberikan informasi nilai bobot dari masing-masing bahan kerangka untuk casing pada dc magnetron sputtering dimana nilai 1 adalah nilai terendah atau berarti sangat tidak tepat untuk dipilih, sedangkan nilai 5 adalah nilai tertinggi yang mana berarti sangat tepat untuk dipilih. Namun khusus pada kriteria nilai masa jenis di mana nilai 1 menunjukkan bahwa nilai masa yang relatif tinggi, sedangkan nilai 5 adalah nilai masa yang relatif rendah, Pendekatan nilai masa jenis yang relatif rendah adalah sangat tepat untuk dipilih karena berkaitan dengan beban pada kerangka tersebut.

Begitupun pada kriteria nilai harga di mana nilai 1 menunjukkan bahwa nilai harga relatif mahal, sedangkan nilai 5 adalah nilai harga yang relatif murah, Pendekatan nilai harga yang relatif murah adalah sangat tepat untuk dipilih.

Selanjutnya pada kolom ketersediaan menjelaskan bahwa ketersediaan bahan besi sudah tersedia dalam pabrik dibandingkan material aluminium sehingga penulis dapat memanfaatkan bahan besi tersebut. Pada tabel jumlah pembobotan pada kolom total yang didapat, maka bahan kerangka untuk casing dc magnetron sputtering adalah besi SS 304 dengan nilai 92 dari 100 dibandingkan dengan nilai bahan aluminium extrusion yaitu 88 dari 100.

Interpretasi pada bahan kerangka casing

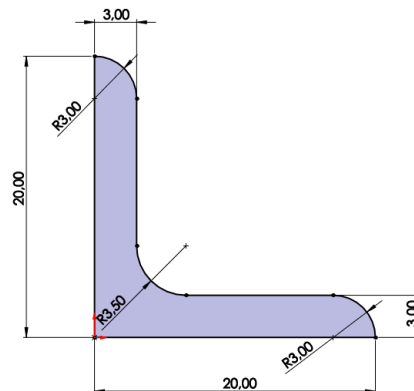


Gambar 3. 3. Diagram radar material bahan kerangka

Pada Gambar 3.1 merupakan diagram jenis radar, untuk membaca diagram ini dengan melihat luas area disetiap bentuk, yang mana area terluas menunjukkan nilai tertinggi dan area tersempit adalah menunjukkan nilai terendah.

Pada diagram di atas, untuk bahan steel diwakili oleh garis putus warna biru, sedangkan bahan aluminium diwakili garis tunggal warna merah. Dapat disimpulkan bahwa area yang terluas adalah area dengan garis putus warna biru, dengan demikian bahan steel untuk kerangka casing dc magnetron sputtering yang paling tepat diterapkan dalam penelitian ini.

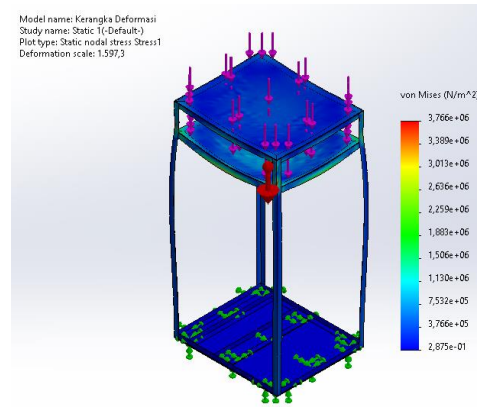
Penggunaan steel yang digunakan adalah besi profil siku dengan ukuran 20x20x2mm sebagai kerangka untuk casing. Berikut adalah gambaran pada besi profil pada gambar 4.2 menggunakan software solidworks.



Gambar 3. 4. Profil besi siku

Uji Simulasi pada kerangka

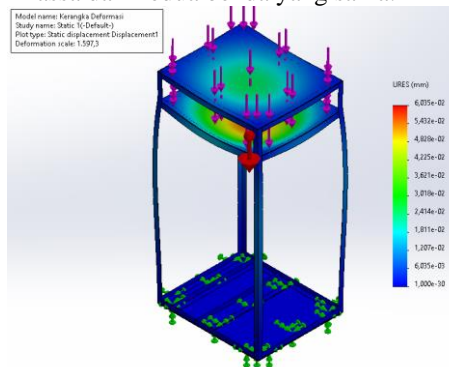
Untuk mengetahui apakah kerangka mampu menahan beban di atasnya atau tidak maka perlu melakukan simulasi desain terhadap beban statis. Simulasi dilakukan dengan menggunakan *software solidworks*. desain disimulasikan terhadap bending dengan beban dari reactor (chamber) adalah 3 kg dan beban dari power supply adalah 5 kg. Profil rangka yang digunakan adalah rangka dengan penampang besi siku dengan ukuran 20x20x3 mm dan material yang dipakai adalah *stainless steel* AI304.



Gambar 3. 5. Simulasi bending

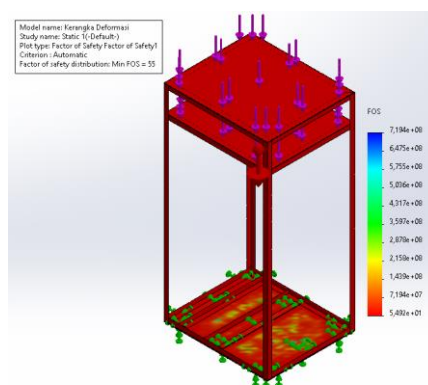
Gambar 3.3 adalah hasil simulasi desain terhadap bending. Berdasarkan simulasi diatas tegangan bending yang terjadi adalah $2,875 \text{ N/mm}^2$ dan tegangan maksimum yang terjadi pada rangka sebesar $3,766 \text{ N/mm}^2$, hasil tersebut dibawah nilai tegangan tarik ijin material sebesar $103,4035 \text{ MPa}$. Dari hasil tersebut dapat disimpulkan bahwa rangka yang digunakan aman.

Setelah dilakukan simulasi terhadap bending, selanjutnya desain disimulasikan untuk mengetahui nilai pelenturan (displacement) dengan massa dari kedua benda yang sama.



Gambar 3. 6. Simulasi displacement

Selanjutnya simulasi factor of safety dengan menggunakan beban yang sama juga. Hasil factor of safety simulation pada software solidworks menunjukkan factor of safety yang terjadi pada rangka sebesar 5,492, artinya beban maksimum yang dapat ditahan rangka adalah 5,492 kali beban yang diterapkan pada simulasi. [6]



Gambar 3. 7. Faktor of Safety Simulation

4. KESIMPULAN

Berdasarkan hasil simulasi desain casing mesin dc magnetron sputtering terhadap tegangan maksimum rangka, dapat diambil kesimpulan sebagai berikut.

Hasil dari rancangan desain casing rangka memiliki spesifikasi panjang 476 mm, lebar 400 mm, dan tinggi 960 mm. Dengan material yang digunakan adalah besi siku stainless steel AISI 304 dengan dimensi 20x20x3 mm. Lalu desain dinyatakan aman karena berdasarkan perhitungan tegangan bengkok lebih kecil dari tegangan ijin dan hasil simulasi yang dilakukan menyatakan kerangka aman dari stress simulation yang menunjukkan maksimum stress sebesar 3,766 MPa dibawah tegangan ijin sebesar 103,4035 dan displacement simulation sebesar 1,00 mm, angka tersebut sangat kecil sehingga dapat disimpulkan aman sedangkan factor of safety yang terjadi pada rangka sebesar 5,492, artinya beban maksimum yang dapat ditahan rangka adalah 5,492 kali beban yang diterapkan pada simulasi.

REFERENSI

- [1] Nurlaila and A. T. Yuianto, "PERKEMBANGAN ENERGI TERBARUKAN DI BEBERAPA NEGARA," Prosiding Seminar Nasional Infrastruktur Energi Nuklir, pp. 11–21, 2019.
- [2] S. Prasetya, Li Li, G. Hunter, and J. G. Zhu, "Prospect of Renewable Energy Utilization in a Indonesian City through Microgrid Approach," Australian Universities Power Engineering Conference, pp. 1–6, 2012, Accessed: Aug. 21, 2022. [Online]. Available: <https://ieeexplore.ieee.org/document/6360215>
- [3] R. N. Ilham, S. Prasetya, and A. Sukandi, "Sistem Monitoring Pendingin Pada Panel Surya Berbasis IoT," 2021. [Online]. Available: <http://prosiding.pnj.ac.id>
- [4] D. A. Tunggadewi and F. Hidayanti, "Pembuatan Sel Surya Film Tipis dengan DC Magnetron Sputtering," Jurnal Ilmiah GIGA, vol. 18, no. 1, pp. 30–34, 2015.
- [5] R. S. Khurmi and J. K. Gupta, "A textbook of machine design," 2005.
- [6] E. Oberg and C. J. McCauley, *Machinery's handbook : a reference book for the mechanical engineer, designer, manufacturing engineer, draftsman, toolmaker, and machinist*. Industrial Press, 2012.
- [7] R. Kresna, N. Suprpto, and L. A. Nendra Wibawa, "Desain dan Analisis Tegangan Rangka Alat Simulasi Pergerakan Kendali Terbang Menggunakan Metode Elemen Hingga," JURNAL TEKNIK MESIN - ITI, vol. 5, no. 1, 2021.