

PERANCANGAN DAN PEMBUATAN STRUKTUR RANGKA DINAMIK SUN TRACKING

Muhamad Rifan¹, Adhy Prayitno², Syafri³

Jurusan Teknik Mesin, Universitas Riau, Kampus Bina Widya Panam, Pekanbaru, 28293

¹Muhammadrifan436@gmail.com, ²adhyprayitno_hadi@eng.unri.ac.id, ³prie_00m022@yahoo.com

ABSTRACT

Riau is an area located on the equator, meaning that this region has the potential to be traversed by the sun throughout the year. This solar potential is an alternative to the use of energy derived from fossil energy. In general, solar cells are not optimal in the absorption of sunlight. Therefore, in this study designed a Sun Tracking engine that is destined for solar cell follow the movement of the sun. Stages of design consists of needs analysis, preparation of product technical specifications, designing product concepts to generate alternative product concepts which then selected the concept to be made. From the selection of concept is made the static analysis on the mechanical components of the Sun Tracking machine, which includes stress and deformation due to loading and own weight. The static analysis is done in two ways that is by manual calculation and finite element analysis using Autodesk Inventor 2012 Student Edition software. Based on the result of static analysis, revealed stress of 8.381 MPa on stem 1, 8.769 MPa on stem 2, 0.5378 MPa at stem 3 and 0.562 MPa on stem 4. Deformation happened is 0.026830 mm in stem 1, 0.028073 mm on the stem 2, 0.0006277 mm on the trunk 3 and 0.0005041 mm on the trunk 4

Keywords : Sun Tracking, Autodesk Inventor, Solar cell

1. Pendahuluan

Indonesia memiliki banyak potensi energi terbarukan, salah satunya adalah potensi surya (matahari). Oleh karena itu potensi surya ini merupakan alternatif untuk mengganti penggunaan energi yang berasal dari energi fosil (bahan bakar, gas bumi, dan batu bara). Untuk mengatasi keterbatasan energi tersebut yang dibangkitkan dengan bahan-bahan fosil, maka perlu dikembangkan sebuah teknologi pemanfaat energi matahari sebagai pengganti energi listrik berbahan fosil [1].

Di Universitas Riau telah dilakukan penelitian tentang penggunaan energi matahari menjadi energi alternatif dengan memanfaatkan alat dinamik Sun Tracking. Perangkat yang mengarahkan panel surya kearah matahari, penggunaan pelacak surya bisa meningkatkan produksi listrik sekitar sepertiga, dan beberapa mengklaim sebanyak 40% pada beberapa daerah, dibandingkan dengan solarsel sudut tetap [2]. Agar alat ini dapat berfungsi sebagaimana perencanaan maka perlu di rancang sebuah rangka yang mampu mendukung Sun Tracking beroperasi dengan baik dan mengikuti pergerakan sinar matahari.

Salah satu fase yang paling menantang untuk mengumpulkan sinar matahari maksimal untuk mendapatkan efisiensi dari panel surya, yang perlu adalah menjaga agar tegak lurus dengan sinar matahari [3].

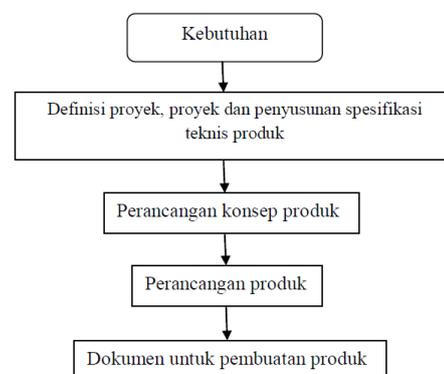
Rangka Sun Tracking di Rancang menggunakan Software Inventor. Selanjutnya berdasarkan hasil perancangan tersebut dilakukan proses manufaktur rangka dengan material mild steel. Agar Sun Tracking mampu mengikuti

pergerakan matahari pada rangka Sun Tracking dilengkapi dengan motor dan sistem kontrol.

2. Metodologi

2.1 Perancangan

Tahapan perancangan merupakan tahapan-tahapan dalam melakukan desain agar mendapatkan produk yang sesuai keinginan dan kegunaannya. Proses perancangan dilakukan berdasarkan perancangan deskriptif, proses ini terdapat lima langkah utama, yaitu dengan menjabarkan kebutuhan, defenisi proyek, perancangan konsep produk serta dokumen untuk pembuatan produk [4] dapat dilihat pada Gambar 1.



Gambar 1 Tahapan Perancangan

2.2 Analisis Struktur Dengan Perhitungan Manual

Analisis struktur dimulai dengan menentukan gaya yang bekerja pada struktur. Terdapat dua gaya yang bekerja pada struktur, yaitu gaya karena gaya pemotongan dan gaya karena berat sendiri [5]. Setelah menentukan gaya yang bekerja, maka

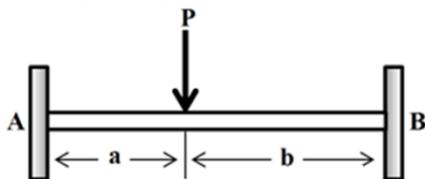
langkah selanjutnya adalah menentukan tegangan maksimum yang terjadi dengan menggunakan persamaan 1 [6] :

$$\sigma_{max} = \frac{\sigma_x - \sigma_y}{2} + \sqrt{\left(\frac{\sigma_x - \sigma_y}{2}\right)^2 + (\tau_{xy})^2} \quad (1)$$

Dimana :

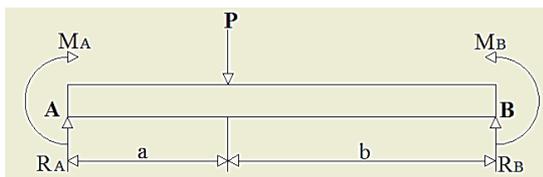
- σ_{max} = Tegangan maksimum (N/m²)
- σ_x = Tegangan pada arah sumbu-x (N/m²)
- σ_y = Tegangan pada arah sumbu-y (N/m²)
- τ_{xy} = Tegangan geser pada bidang xy (N/m²)

Defleksi yang terjadi pada batang dipengaruhi oleh bentuk batang, pembebanan dan material batang [6]. Gambar 2 menunjukkan suatu batang dengan 2 tumpuan jepit sebagai tumpuannya.



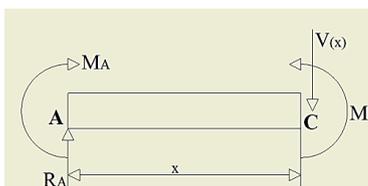
Gambar 2 Batang dengan 2 Tumpuan jepit

Diagram benda bebas dari batang tersebut dapat dilihat pada Gambar 3.



Gambar 3 Diagram Benda Bebas Batang Dengan 2 Tumpuan Jepit

Selanjutnya kita gambarkan diagram benda bebas bagian potongan batang AC pada panjang x adalah $0 \leq x \leq a$, seperti yang diperlihatkan Gambar 4.



Gambar 4 Diagram Benda Bebas Batang AC

Dari gambar diatas dapat ditentukan nilai M, yaitu pada persamaan 2 [7]:

$$M = EI \frac{d^2 y}{dx^2} = M_A + R_A x$$

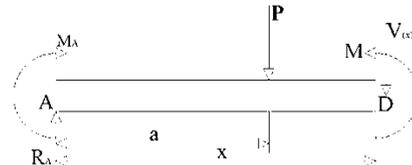
$$EI \frac{dy}{dx} = M_A x + \frac{1}{2} R_A x^2 + c_1$$

$$EI y = \frac{1}{2} M_A x^2 + \frac{1}{6} R_A x^3 + c_1 x + c_2 \quad (2)$$

Dimana :

- M = Momen bending (N.m)
- E = Modulus elastisitas (Gpa)
- I = Momen Inersia (m⁴)
- R_A = Reaksi tumpuan pada titik A (N)
- y = Deformasi yang terjadi (mm)

Selanjutnya gambarkan diagram benda bebas bagian potongan AD pada panjang x adalah $a \leq x \leq L$, seperti yang diperlihatkan Gambar 5.



Gambar 5 Diagram Benda Bebas Batang AD

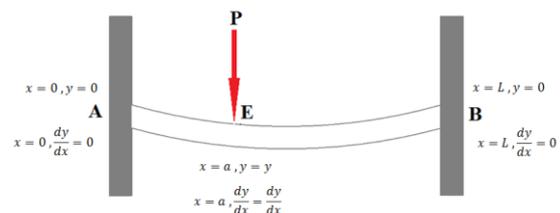
Dari Gambar diatas dapat ditentukan nilai M, Yaitu pada persamaan 3 [7]:

$$M = EI \frac{d^2 y}{dx^2} = M_A + R_A x - P(x - a)$$

$$EI \frac{dy}{dx} = M_A x + \frac{1}{2} R_A x^2 - \frac{1}{2} P(x - a)^2 + c_3$$

$$EI y = \frac{1}{2} M_A x^2 + \frac{1}{6} R_A x^3 - \frac{1}{6} P(x - a)^3 + c_3 x + c_4 \quad (3)$$

Selanjutnya tetapkan kondisi bata yang terjadi pada batang , seperti yang diperlihatkan pada Gambar 6 [7].



Gambar 6 Kondisi Batas

Dengan memasukan kondisi batas tersebut ke dalam persamaan untuk potongan AC dan AD, maka didapatkan nilai pada persamaan 4:

$$M_A = -\frac{Pab^2}{L^2}$$

$$M_B = -\frac{Pab^2}{L^2}$$

$$R_A = \frac{Pb^2(3a + b)}{L^3}$$

$$R_B = \frac{Pb^2(3a + b)}{L^3}$$

$$y = \frac{1}{EI} \left(\frac{1}{2} M_A a^2 + \frac{1}{6} R_A a^3 \right) \quad (4)$$

2.3 Analisis Elemen Hingga

Analisis elemen hingga dilakukan dengan bantuan *Software Autodesk Inventor 2012*. Adapun langkah-langkah analisis tersebut adalah sebagai berikut [8] :

1. Pemilihan Material
2. Proses *Meshing*
3. Penetapan *constraint*
4. Penetapan Beban
5. Jalankan simulasi program

3. Hasil

3.1 Perancangan

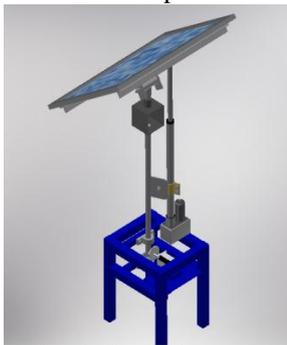
Perancangan dilakukan berdasarkan diagram alir pada Gambar 7. Perancangan dimulai dengan menentukan beberapa kriteria desain yang diinginkan yaitu :

1. Aman
2. Mudah Perawatan
3. Dimensi Proposional
4. Harga relatif murah
5. *Spare part* mudah didapat

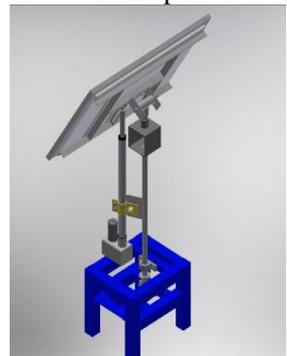
Berdasarkan kriteria tersebut bisa didapatkan beberapa konsep desain yang akan di buat seperti yang dapat dilihat pada Gambar 7.



Konsep 1



Konsep 2



Konsep 3

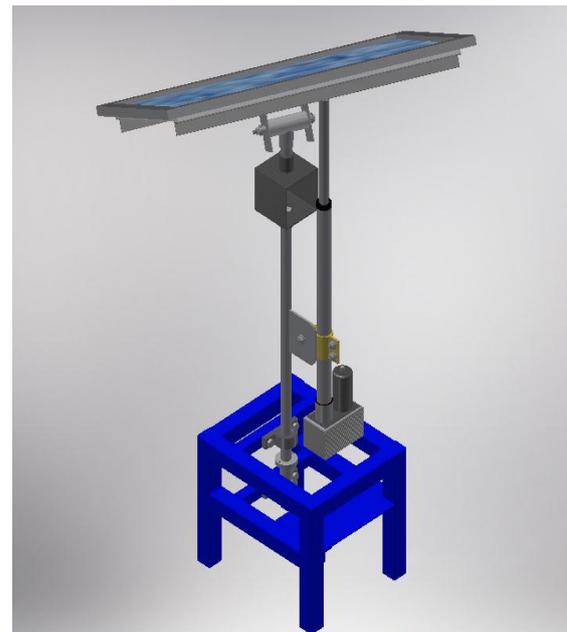
Gambar 7 Konsep desain *Sun Tracking*

Langkah berikutnya adalah pemilihan konsep desain yang paling baik berdasarkan keinginan yang paling baik berdasarkan keinginan pengguna menggunakan matrik morfologi dengan cara member bobot untuk tiap-tiap konsep seperti yang diperlihatkan pada Tabel 1.

Tabel 1 Matrik Pengambilan Keputusan Konsep Rancangan

No	Kriteria seleksi	Bobot	Konsep		
			1	2	3
1	Kuat dan tahan lama	6	+	+	+
2	Komponen tidak banyak	4	+	-	+
3	Biaya material murah	6	-	-	+
4	Ringan	6	-	-	+
5	Kemungkinan dimassalkan	6	+	+	+
Total +			3	2	5
Total -			2	3	0
Total keseluruhan bobot			16	12	28

Dari matrik pengambilan keputusan maka konsep produk yang memiliki skor tertinggi adalah konsep 3. Sehingga konsep inilah yang akan dibuat selanjutnya menjadi prototipe *Sun Tracking*. Konsep yang telah dipilih, yaitu konsep 3 selanjutnya akan diberi bentuk menjadi pembuatan prototipe *Sun Tracking* seperti yang di perlihatkan pada Gambar 8.



Gambar 8 Konsep desain prototipe *Sun Tracking*

3.2 Analisis Struktur

Berdasarkan diagram alir untuk perhitungan manual dan analisis elemen hingga, maka didapatkan hasil analisis struktur seperti yang diperlihatkan pada Tabel 2 dan Tabel 3.

Tabel 2 Hasil Analisis Struktur

No	Hasil Analisis		Bagian 1 Yang Dianalisis	
			Batang 1	Batang 2
1	Displacement (mm)	Perhitungan Manual	0,026830	0,028073
		Analisis Elemen Hingga	0,005228	0,005584
2	Tegangan Maksimal	Perhitungan Manual	8,381	8,769
		Analisis Elemen Hingga	8,441	10,57
3	Safety Factor	Analisis Elemen Hingga	15	15

Tabel 3 Hasil Analisis Struktur Lanjutan

No	Hasil Analisis		Bagian 1 Yang Dianalisis	
			Batang 3	Batang 4
1	Displacement (mm)	Perhitungan Manual	0,0006277	0,0005041
		Analisis Elemen Hingga	0,0000937	0,0001420
2	Tegangan Maksimal	Perhitungan Manual	0,5378	0,562
		Analisis Elemen Hingga	0,6463	1,004
3	Safety Factor	Analisis Elemen Hingga	15	15

4. Pembahasan

Berdasarkan Tabel 2 dan Tabel 3 dapat dilihat adanya perbedaan antara perhitungan manual dengan analisa elemen hingga. Perbedaan ini dapat dilihat disemua elemen yang dianalisis. Hal ini disebabkan oleh perbedaan nilai momen inersia pada perhitungan manual dengan analisis elemen hingga. Pada perhitungan manual, pelat dianggap solid dan dianggap tidak ada lubang untuk baut sehingga nilai momen inersianya akan lebih besar dari analisis elemen hingga yang analisisnya menggunakan kondisi sebenarnya. Perbedaan hasil perhitungan juga disebabkan oleh pembulatan nilai desimal yang dilakukan pada perhitungan manual, sehingga hasil perhitungannya tidak begitu akurat.

Berdasarkan Tabel 2 dan Tabel 3 juga dapat dilihat nilai *safety factor* untuk elemen yang dianalisis, hal ini menunjukkan bahwa hasil rancangan aman untuk digunakan karena nilai *safety factor* yang didapat besar dari 1.

5. Kesimpulan

Dari hasil perancangan dan analisa statik mesin *Sun Tracking* dapat disimpulkan sebagai berikut :

1. Dari hasil perancangan didapat desain rancangan dengan spesifikasi sebagai berikut :

- a. Ukuran mesin panjang 360 mm tinggi 300 mm lebar 300 mm
 - b. struktur rangka menggunakan hollow 40 mm x 40 mm x 3 mm
2. Dari hasil analisis tegangan dan deformasi didapatkan kesimpulan bahwa konsep rancangan masih dalam batas aman yang diijinkan dalam pemodelan beban seperti yang ditetapkan.

Daftar Pustaka

- [1] Rahyudhi, S. 2012. Perancangan Sistem Penjejak Matahari Dua Sumbu Dengan Reflektor Pada Tiga Posisi. *Jurnal Teknik POMITS*. Volume 1 No.1
- [2] Banajee, R. 2015. Solar Tracking System. *International Journal of Scientific and Research Publications*. 3 Maret 2015, Bengal, India.
- [3] Das, S., Pal, B., Susmal, M., Das, P., De, B., dan Maji, S. 2016. Desain and Developmen of Dual Axis Solar Tracking System to Get Optimum Power. *International Journal of Innovations in Engineering and Technology*. 4 April 2016, Kalyani, India
- [4] Harsokoemo, Darmawan. 2004. *Pengantar Perancangan Teknik (Perancangan Produk)*. Edisi ke-2. ITB. Bandung.
- [5] Ridwan, Firman. 2011. "STEP-NC Enable Machine Condition Monitoring". Tesis Doctor. Program Studi Doctor Teknik Mesin Univeristy of Auckland.
- [6] Liong, The Houw dan Nainggolan. 1987. *Mechanic for Engineers : Static and Dynamic, fourth edition, jr*. Erlangga. Jakarta.
- [7] Naldy, D. 2016. Perancangan dan Analisis Struktur Mekanik Prototipe Mesin CNC Miling 3-Axis. *JOM Fakultas Teknik Universitas Riau*. Volume 3 No 2.
- [8] Alchazin, Syaipul A.B. 2011. *Modul Training Autodesk Inventor 2011*. Lapan Pusat Teknologi Roket Rumpin. Bogor.