RANCANG BANGUN RANGKA *SUN TRACKING* PADA PANEL SURYA DINAMIK

Arif Mafiqi[1], Yogie Rinaldy G[2], Adhy Prayitno[3]

Jurusan Teknik Mesin, Fakultas Teknik Universitas Riau

[1]mafiqiarif@gmail.com,[2]godmanmingling@gmail ,[3]adhyprayitno_hadi@eng.unri.ac.id

Abstract

This study aims to design a Sun Tracking frame in dynamic solar panels. The methodology of this research has 4 main steps: (1) Literature Study, (2) Design Concepts, (3) Concept Selection, (4) Frame Making. in this study a Sun Tracking machine designed for solar cells was designed to follow the movement of the sun. The design stages consist of needs analysis, preparation of product technical specifications, design of product concepts to produce alternative product concepts which are then selected concepts to be made. From the form of the concept that will be made, static analysis is carried out on the mechanical components of the Sun Tracking engine. Static analysis is done by means of manual calculation and elemental analysis. Based on the results of the static analysis, the results of the stresses were 8.381 MPa on stem 1, 8.769 MPa on rod 2, 0.5378 MPa on rod 3 and 0.6448 MPa on rod 4. Deformation that occurred was 0.02783 mm at stem 1, 0.03107 mm on stem 2, 0.0003228 mm on stem 3 and 0.0002346 mm on stem 4.

Keywords: *Sun Tracking, solar cell*

1. Pendahuluan

Indonesia memiliki banyak potensi energi terbarukan, salah satunya adalah potensi surya (matahari) yang bersih dan ramah lingkungan, tetapi pemanfaatannya belum optimal. Belum optimalnya pemanfaatan energi tersebut disebabkan biaya pembangunan pembangkit listrik energi terbarukan, seperti tenaga surya, tidak dapat bersaing dengan biaya pembangkit listrik berbahan bakar energi fosil (bahan bakar, gas bumi, dan batu bara).[1]

Pemanfaatan energy matahari sebagai pembangkit listrik telah banyak dilakukan dengan menggunakan panel surya. Panel surya yang terpasang selama ini masih bersifat statis (tidak mengikuti pergerakan matahari). Berdasarkan kondisi ini, maka panel surya tidak dapat menangkap cahaya secara maksimal pancaran sinar matahari sepanjang siang hari.Akibatnya energy listrik yang dibangkitkan tidak maksimal. Keterbatasan panel surya yang statis tersebut dapat diatasi, maka pada penelitian ini akan dirancang panel surya yang dapat mengikuti arah pergerakan matahari.

Riau mempunyai sumber energi surya yang berlimpah dengan intensitas radiasi matahari rata-rata sekitar 4,8 kWh/m^2 perhari di seluruh wilayah indonesia. Dengan berlimpahnya sumber energi surya yang belum dimanfaatkan secara optimal, maka sistem panelsuryamerupakan salah satu solusi yang dapat dipertimbangkan sebagai salah satu jenis energi alternatif.

Penilitian ini dilakukan untuk pengembangan penelitian sebelumnya, penelitian (Muhammad Rifan,2017) perancangan dan pembuatan struktur rangka dinamik *sun tracking*. Pada penelitian sebelumnya menggunakan rangka bawah yang tidak portable, dikembangan rangka bawah yang portable.

Dengan adanya penelitian ini, diharapkan dapat dijadikan salah satu referensi bagi orang lain yang ingin merancang panel surya yang sesuai dengan kondisi energimatahari khususnya diwilayah Indonesia bagian barat.

2. Metodologi Penelitian

a. Studi pendahuluan

merupakan tahap awal penelitian dimana kita akan menentukan topik permasalahan. Studi pendahuluan terbagi lagi menjadi studi pustaka dan studi orientasi

b. Tahap Studi Literatur

Tahapan ini merupakan tahapan mempelajari dan pendalaman konsep-konsep yang berkaitan dengan materi penelitian yang berasal dari beberapa sumber baik internet, buku, jurnal, dll.

b. Perumusan dan Batasan Perancangan

Tahapan ini merupakan tahapan untuk menentukan berbagai kebutuhan yang diperlukan dalam merancang mesin. Kebutuhan ini dapat berupa prasyarat yang dibutuhkan untuk merancang mesin maupun batasan-batasan dalam melakukan perancangan.

c. Penentuan Konsep Desain

Tahapan ini merupakan tahapan untuk menentukan konsep-konsep rancangan mesin berdasarkan prasyarat dan batasan dalam perancangan seperti yang telah dibahas sebelumnya. Hasil dari penentuan konsep ini berupa gambar sketsa rancangan.

d. Pemilihan Konsep Desain

Tahapan ini merupakan tahapan untuk menentukan konsep mana yang paling mungkin untuk dirancang. Pemilihan konsep ini didasarkan pada keinginan pengguna hasil rancangan ini nantinya.

d. Tahapan Analisa Statik *Sun Traking*

Tahapan ini merupakan tahapan untuk menganalisa struktur dari konsep yang telah dirancang sebelumnya. Analisa yang dilakukan dengan dua cara, yaitu dengan cara perhitungan manual dan analisis elemen hingga menggunakan program *Autodesk Inventor* 2012.

e. Tahapan Gambar Teknik

Tahapan ini merupakan tahapan menggambar beberapa komponen (*part*) *Sun Tracking* yang telah ditentukan pada proses sebelumnya sesuai dengan aturan gambar teknik

f. Tahap Pembuatan Alat

Tahapan ini merupakan tahapan pembuatan komponen (*part*) *Sun Tracking* sesuai dengan aturan kerja dan keselamatan kerja.

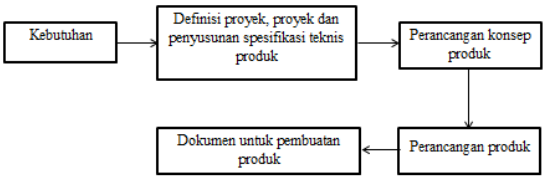
g. Tahap pembuatan Laporan

Tahapan ini merupakan tahapan akhir setelah semua proses dilakukan, sehingga dilakukan penyusunan laporan yang berisi tentang semua proses perancangan dan analisa statik *Sun Tracking* ini sesuai dengan format yang telah dilakukan.

2.1 Metode Perancangan

a. Perancangan Menurut Darmawan Harsokoesoemo.

Perancangan adalah kegiatan awal dari suatu rangkaian proses pembuatan produk. Pada tahap perancangan tersebut dibuat keputusan-keputusan penting yang mempengaruhi kegiatan-kegiatan lain yang menyusulnya. [2]



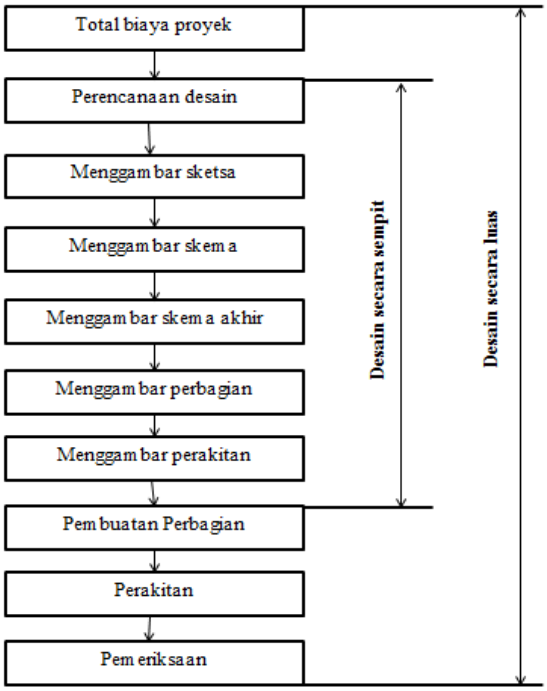
Gambar 1 Diagram proses perancangan [2]

b. Perancangan Menurut Epsito.

Berdasarkan bentuk objeknya, perancangan dapat dibagi menjadi tiga [3].Yang pertama adalah perancangan asli, yaitu merupakan desain penemuan yang benar-benar didasarkan pada penemuan yang belum pernah ada sebelumnya.Yang kedua adalah pengembangan atau modifikasi, yaitu merupakan pengembangan produk yang sudah ada dalam rangka peningkatan efisiensi, efektivitas, atau daya saing untuk memenuhi tuntutan pasar atau tuntutan zaman. Selanjutnya yang ketiga adalah adopsi yaitu merupakan perancangan yang mengambil sebagian sistem atau seluruhnya dari produk yang sudah ada untuk penggunaan lain, dengan kata lain untuk mewujudkan alat mesin yang memiliki fungsi lain.

c. Perancangan Menurut Hatamura

Langkah pertama dalam tahapan desain adalah menentukan kebutuhan pengguna, kemudian membuat spesifikasi yang dapat memenuhi kebutuhan, kemudian menentukan *functional level*, yaitu level dimana hal-hal yang dibutuhkan serta bentuk sistemnya direpresentasikan secara umum tanpa menyebut tentang realisasi konsep maupun fisiknya

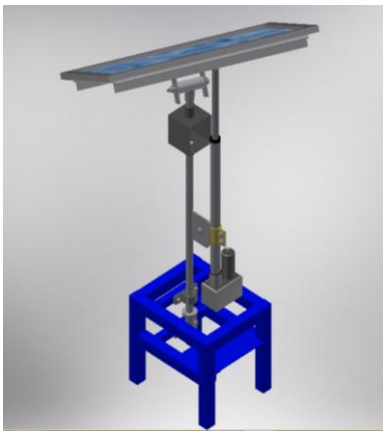


Gambar 2 Metodologi Perancangan [4]

2.2 Konsep Desain Rancangan *Sun Tracking*

Metode yang digunakan pada langkah ini adalah *Performance Specification Model*, yang terdiridari : (a) mempertimbangkan tingkatan-tingkatan solusi yang berbeda yang dapat diaplikasikan, (b) menentukan tingkatan untuk beroperasi, (c) identifikasi atribut-atribut performansi yang diinginkan, (d) menentukan kebutuhan performansi untuk setiap atribut (Rosnani Ginting, 2010)[5] Sebelum dilakukan pembuatan Mesin *Sun Tracking*, Pertama sekali dilakukan perancangan *Sun tracking* dengan menggunakan *Autodesk Inventor*. Dan Perancangan struktur rangka, ada 2 konsep rancangan. Dapat dilihat pada Gambar 3.

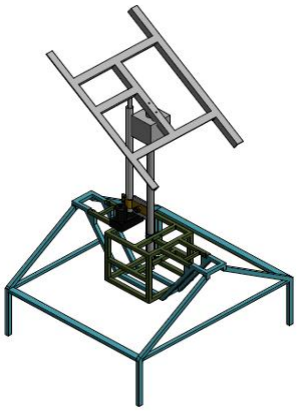
a. Konsep 1



Gambar 3 Konsep 1

b. Konsep 2

Dapat dilihat pada Gambar 4.



Gambar 4 Konsep 2

Konsep kedua ini menggunakan rangka rendah sebagai penopangnya, rangka yang rendah mengurangi jumlah pemakaian material, konsep ini menggunakan sistem transmisi alternator parabola sebagai penggerak posisi vertikal-horizontalnya papan *solar cell*, sedangkan penggerak kiri-kanan (berputar) konsep ini menggunakan sistem transmisi motor *power window* mobil yang sudah dimodifikasi.

Konsep kedua ini menggunakan rangka rendah sebagai penopangnya, rangka yang rendah mengurangi jumlah pemakaian material, konsep ini menggunakan sistem transmisi alternator parabola sebagai penggerak posisi vertikal-horizontalnya papan *solar cell*, sedangkan penggerak kiri-kanan (berputar) konsep ini menggunakan sistem transmisi motor *power window* mobil yang sudah dimodifikasi.

Langkah selanjutnya adalah pemilihan konsep yang paling baik berdasarkan keinginan-keinginan pengguna, keinginan pengguna pada perancangan ini digantikan oleh prasyarat perancangan yeng telah ditetapkan di atas, keinginan pengguna ini selanjutnya digunakan sebagai kriteria perbandingan untuk menentukan konsep produk yang terbaik dengan cara member skor pada hasil perbandingan untuk setiap keinginan pengguna, yang kemudian skor tersebut dijumlahkan. Konsep produk dengan skor tertinggi adalah yang terbaik.

Dalam perancangan ini, kriteria perbandingannya adalah sebagai berikut :

a. Kuat dan tahan lama
b. Portable
c. Biaya material murah
d. Dinamis
e. Kemungkinan dimassalkan

Berdasarkan Kriteria perbandingan diatas, maka dapat dibuat matrik pengambil keputusan seperti yang di perlihatkan pada table 1.

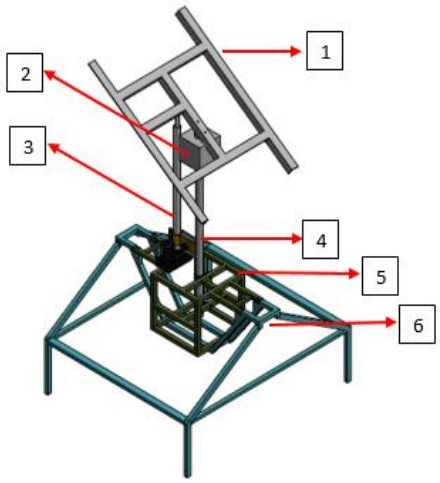
Tabel 1 Kriteria seleksi

No	Kriteria seleksi	Konsep		
		bobot	1	2
1	Kuat dan tahan lama	6	6	6
2	Portable	6	3	6
3	Biaya material murah	6	5	6
4	Dinamis	6	3	6
5	Kemungkinan dimassalkan	6	6	6
Total			**23**	**30**

Dari matrik ini pengambilan keputusan maka konsep yang memiliki skor tertinggi adalah konsep 2, sehingga konsep ini lah yang akan dikembangkan selanjutnya menjadi prototipe mesin Sun Tracking.

2.3 Desain Rancangan *Sun Tracking*

Sebelum dilakukan pembuatan Mesin *Sun Tracking*, Pertama sekali dilakukan perancangan *Sun tracking* dengan menggunakan software. Dan Perancangan struktur rangka, Perancangan struktur rangka yang dirancang dapat dilihat pada Gambar 5.



Gambar 5 Desain Rancangan *Sun Tracking*

Keterangan :

1. Rangka Panel
2. Box Arduino
3. Aktuator Parabola
4. Poros
5. Rangka 1
6. Rangka 2

2.4 Proses Pembuatan kerangka

Alat dan bahan yang di gunakan dalam pembuatan kerangka Sun Tracking adalah sebagai berikut :

Adapun perlatan yang digunakan untuk proses pembuatan kerangka Sun Tracking dapat dilihat pada tabel 2.

Tabel 2 Peralatan Yang Digunakan

Alat	Jumlah
Mesin Las	1 unit
Mesin Gerinda Tangan	1 unit

2.4.1 Alat

a. Mesin Las

Mesin las ini berfungsi untuk melakukan penyambungan atau pengelasan *Part* pada mesin Sun Tracking.

b. Mesin Gerinda Tangan

Mesin Gerinda tangan berfungsi untuk melakukan pemotongan plat besi dan baja profil.

2.4.2 Bahan

a. Baja profil L

Baja profil L digunakan untuk pembuatan rangka (frame). Baja profil L yang digunkan adalah baja profil L *mild steel* dengan ketebalan 3 mm. Rangka (*frame*) merupakan salah satu komponen yang sangat penting pada mesin sun tracking, hal ini dikarenakan rangka berfungsi sebagai penopang dan dudukan dari *solar cell*. Oleh karena itu baja profil L *mild steel* dengan ketebalan 3 mm dipilih untuk rangka (*frame*) atas pada mesin sun tracking.

b. Baja *Hollow*

Baja *Hollow* digunakan untuk pembuatan rangka (*frame*). Baja *hollow* yang digunakan adalah 40 x 40 mm dengan ketebatalan 3 mm. rangka (*frame*) merupakan suatu komponen yang sangat penting pada mesin sun tracking, hal ini dikarenakan rangka yang berfungsi sebagai penopang dan dudukan dari semua komponen yang ada pada mesin *sun tracking*. Oleh karena itu baja hollow 40 x 40 mm dengan ketebalan 3 mm dipilih untuk membuat rangka (*frame*) pada mesin *sun tracking*.

c. *Bearing*

Bearing digunakan untuk sebagai penahan rangka atas, rangka tengah dan penerus gerakan. *Bearing* yang digunakan dalam mesin *sun tracking* ini adalah ABS P205.

d. Poros

poros digunakan sebagai penopang rangka atas dan *solar cell* yang tergabung menjadi satu bagian. poros dipilih karena memiliki fungsi ganda pada perancangan sun tracking ini, selain menopang beban dari rangka namun poros juga dapat membuat rangka atas menjadi gerak rotasi atau memutar. Poros bisa menjadi satu dengan *driver*, seperti pada poros motor dan *engine crank shaft*, bisa juga poros bebas yang dihubungkan ke poros lainnya dengan kopling sebagai dudukan poros, digunakan bantalan. [6]. Poros pada *sun tracking* ini berbahan baja ST37.

e. *Power Window*

Power Window adalah motor penggerak yang terdapat pada kendaraan roda empat pada umumnya, Pada perancangan *sun tracking* ini fungsinya motor *power window* di pindah alihkan atau dipindahkan fungsinya. pada umumnya motor *power window* berfungsi untuk menaik dan turunkan kaca mobil. pada perancangan *sun tracking* ini fungsinya menjadi sebagai penggerak rangka tengah (poros) sehinnga menjadi gerak rotasi atau memutar. \

f. Aktuator Parabola

Aktuator Parabola yaitu komponen yang telah dirancang dari gerak rotasi menjadi gerak translasi. aktuator parabola pada perancangan *sun tracking* berfungsi sebagai dapa penggerak rangka atas agar dapat bergerak naik dan gerak turun. motor parabola ditempatkan pada bagian rangka tengah (poros) dan kemudian dihubungkan terhadap rangka atas.

g. *Solar sell*

Solar Sell adalah sebagai bahan utama pada perancangan ini. dikarenakan perancangan *Sun Tracking* ini bertujuan bagaimana supaya *solar sell* dapat bergerak mengikuti pergerakan sinar matahari. Sehingga dengan demikian fungsi *solar cell* dapat bekerja dengan optimal.

h. Elektoda

Suatu material yang digunakan untuk melakukan pengelasan listrik yang berfungsi sebagai pembakar yang akan menimbulkan busur nyala. Sebagai salah satu bagian penting dalam proses pengelasan, maka pengguna harus memahami kegunaan dari masing-masing jenis elektroda. Elektroda yang digunakan pada perancangan mesin *Sun Tracking* ini berfungsi sebagai penyambung bagian batang-batang profil yang akan dirakit sehingga menjadi rangka / *frame*.

3. Hasil dan Pembahasan

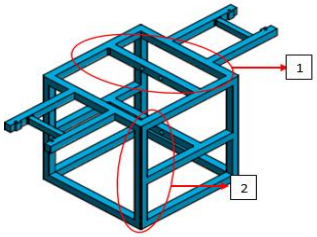
3.1 Analisis Statik Rancangan Secara Manual

Analisis dilakukan terhadap bagian 1 dan bagian 2 pada struktur rangka bawah. Dapat dilihat pada Gambar 6.

a. Analisis pada batang-batang struktur rangka [7]

Solar sell = 7 Kg

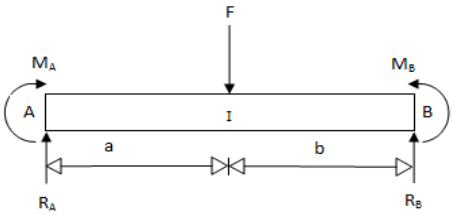
Rangka Atas = 2,8 KG
M = 7 Kg + 2,8 Kg
= 9,8 Kg
F = M x g
= 9,8 Kg . 9,81 m/s^2
= 96,183 Kg m/s^2
= 96,183 N



Gambar 6 Bagian analisis batang

1) Analisis pembebanan pada bagian 1

berdasarkan dimensi pada gambar rancangan, bagian ini menggunakan besi profil L dengan ukuran 50 x 50 mm dengan ketebalan 3 mm. Dari rancangan yang telah dikerjakan, diketahui juga panjangnya yaitu L = 227 mm = 0,227 m



Gambar 7 Batang dengan tumpuan dua jepit

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

$$R_A = R_B = \frac{F\left(\frac{L}{2}\right)^2\left(3\frac{L}{2}+\frac{L}{2}\right)}{L^3} = \frac{1}{2}F$$

$$R_A = R_B = \frac{1}{2}(96.183\ N) = 48{,}0915\ N$$

$$M_A = -\frac{Fab^2}{L^2} = -\frac{F\frac{L}{2}\left(\frac{L}{2}\right)^2}{L^2}$$

$$M_A = M_B = -\frac{1}{8}FL$$

$$M_A = M_B = -\frac{1}{8}(96{,}183\ N)\ (0{,}227\ m)$$

$$M_A = M_B = -\ 2{,}729\ N.m$$

Luas permukaan dimana gaya bekerja adalah :

$$A = b.h$$
$$A = 0{,}05\ m\ .0{,}003\ m$$
$$A = 1{,}5\ .10^{-4} m^2$$

Momen inersia pada batang adalah :

$$I = \frac{1}{12}bh^3 - \frac{1}{12}b'^3h'^3$$
$$= \frac{1}{12}0{,}05(0{,}05)^3 - \frac{1}{12}0{,}044(0{,}044)^3$$

$$I$$

Berdasarkan Persamaan 4.2, maka defleksi maksimum yang terjadi pada batang adalah :

$$y = \frac{L^2}{48EI}\left(6M_J + R_J L\right) \quad (4.2)$$

$$y = \frac{(0{,}22\ m)^2}{48(197.10^9)2{,}09.10^{-7}}\{6(2{,}729\ N.m) + 48{,}0915\ N(0{,}22\ m\}$$
$$y = 0{,}025911\ m$$

Persamaan tegangan permukaan yang terjadi adalah :

$$\sigma_t = \frac{Mc}{I} = \sigma_x$$

Maka tegangan permukaan yang terjadi adalah :

$$\sigma_x = \frac{Mc}{I} = \frac{M\left(\frac{h}{2}\right)}{I} = \frac{M\ h}{2\ I}$$
$$\sigma_x = \frac{17{,}325\ N.m\ .\ 0{,}05\ m}{2(2{,}09.10^{-7}\ m^4)}$$
$$\sigma_x = 2072368\ \ N/m^2$$

Persamaan tegangan maksimum adalah :

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

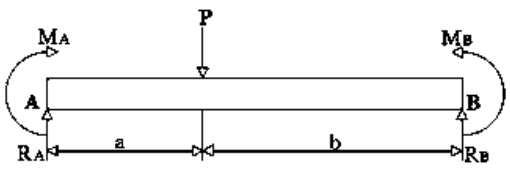
Dimana $\sigma_y = 0$ untuk analisa dua dimensi. Maka tegangan maksimal adalah :

$$\sigma_{max} = \frac{2072368\ \ N/m^2 - 0}{2} + \sqrt{\left(\frac{2072368\ \ N/m^2 - 0}{2}\right)^2}$$
$$\sigma_{max} = 1036184\ \ N/m^2 + 1092233{,}86\ \ N/m^2$$
$$\sigma_{max} = 2128417{,}86\ \ N/m^2$$

2) Analisis Pembebanan pada bagian 2

Berdasarkan dimensi pada gambar rancangan, bagian ini menggunakan besi hollow dengan ukuran 40 x 40 mm dengan ketebalan 3 mm. Dari rancangan yang telah dikerjakan, diketahui juga L = 0,230 m

a =80 mm
b = 150 mm



Gambar 8 Diagram Benda Bebas batang 2

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

$$= \frac{(48{,}0915\ N)(0{,}150\ m)^2\big(3(0{,}08\ m)+(0{,}150\ m)\big)}{0{,}230\ m^3}$$

$$= \frac{(48{,}0915\ N)(0{,}0225 m^2)\ (0{,}24\ m + 0{,}150\ m)}{0{,}012167 m^3}$$

$$= \frac{1{,}61633\ Nm^3}{0{,}012167 m^3}$$

$$= 132{,}845\ N$$

$$M_A = M_B = -\frac{F\ a.b^2}{L^2}$$

$$= -\frac{(48{,}0915\ N)(0{,}08\ m)(0{,}150\ m)^2}{(0{,}230\ m)^2}$$

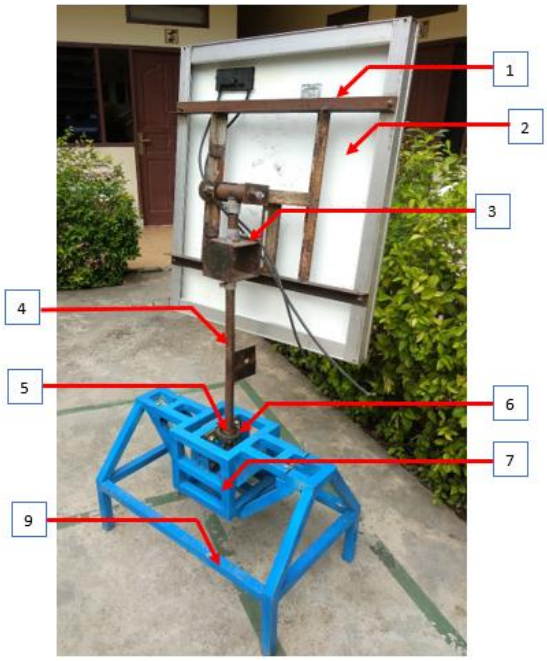
$$= -\frac{(48{,}0915\ N)(0{,}08\ m)(0{,}0225\ m^2)}{(0{,}0529\ m^2)}$$

$$= -\frac{0{,}0865647 N.m}{0{,}0529}$$

$$= -1{,}63638\ N.m$$

3.2 Hasil Pembuatan Mesin

Dari hasil pembuatan mesin *Sun Tracking* maka telah dihasilkan sebuah mesin yang dapat bergerak mengikuti pergerakan matahari dengan benuk dan spesifikasi seperti diperlihatkan pada Gambar 19.



Gambar 9 mesin *Sun Tracking*

Ket :

1. Rangka *Solar Cell*
2. *Solar Cell*
3. *Box Arduino*
4. Poros
5. Bearing
6. Bantalan Bearing
7. Rangka 1
8. Rangka 2

4. Simpulan

Kesimpulan yang diperoleh, yaitu :

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

1. Dari hasil perancangan didapatkan desain rancangan dengan spesifikasi sebagai berikut :
   a. Ukuran mesin Panjang 800 mm tinggi 454 mm lebar 700mm
   b. Struktur rangka menggunakan baja 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. Berdasarkan hasil dari analisis statik, didapatkan hasil tegangan yang terjadi sebesar 8,381 MPa pada batang 1, 8,769 MPa pada batang 2, 0,5378 MPa pada batang 3 dan 0,6448 MPa pada batang 4. Deformasi yang terjadi adalah sebesar 0,02783 mm pada batang 1, 0,03107 mm pada batang 2, 0,0003228 mm pada batang 3 dan 0,0002346 mm pada batang 4.
3. Setelah desain dan rancangan mesin *Sun Tracking* dilakukan maka proses pembuatan dapat dibuat sesuai dengan perhitungan dan dimensi yang telah didapatkan.

Daftar Pustaka

[1] Rifan,Muhamad. 2017. Perancangan Dan Pembuatan Struktur Rangka Dinamik *Sun Tracking* : Universitas Riau.

[2] Harsokoesoemo, Darmawan. 2004. *Pengantar Perancangan Teknik (Perancangan Produk) Edisi II*. Bandung: ITB.

[3] Epsito and Thrower.R.J., 1991. *Machine Design*, New York Delmar Publisher,Inc.

[4] Hatamura, Y. and Yamamoto, Y. 1999. *The Practice of Machine Design*. New york: Oxford University

[5] Ginting, R. 2010. *Perancangan Produk*. Yogyakarta: Graha Ilmu

[6] Wiratmaja, I.G.N. 2005. *Bahan Kuliah MS2214 Elemen Mesin I*. Bandung : Lab. Perancangan Mesin, Departemen Teknik Mesin ITB

[7] Sularso, K. Suga. 2004.*Dasar Perencanaan dan Pemilihan Elemen Mesin.*Pradnya Paramita. Jakarta.