



MEKANIKA : JURNAL TEKNIK MESIN

Universitas 17 Agustus 1945 Surabaya

Volume 8 No. 2 (2022)

ISSN: 2460-3384 (p); 2686-3693 (e)

Rancang Bangun Cleaning Fotovoltaik Portable Untuk Pembangkit Listrik Tenaga Surya (PLTS)

Moch. Mufti, I Made Kastiawan, Dimas Eryanto

Program Studi Teknik Mesin, Fakultas Teknik, Universitas 17 Agustus 1945 Surabaya

Jalan Semolowaru No. 45 Surabaya 60118, Tel. 031-5931800, Indonesia

email: mufti@untag-sby.ac.id

ABSTRAK

Matahari memancarkan energi dari radiasi cahayanya. Energi dari pancaran radiasi matahari ini dapat dimanfaatkan bagi manusia di atas bumi ini. Pemanfaatannya dapat dilakukan dengan dua cara yaitu secara aktif dan pasif. Dalam kaitannya dengan energi listrik di dalam bangunan maka energi matahari dimanfaatkan secara aktif dengan cara mengubah energi radiasi cahaya matahari menjadi energi listrik dengan bantuan *solar cell*. Penerapannya pada bangunan adalah dengan mengintegrasikan di kulit terluar bangunan seperti atap dan fasade. Pemasangannya sangat bergantung kepada letak geografis suatu wilayah dimana bangunan itu berdiri, karena letak geografis suatu wilayah sangat mempengaruhi efisiensi pancaran energi dari radiasi cahaya matahari. Konsekuensi dari letak geografis suatu wilayah akan berpengaruh kepada pemilihan jenis *sollar cell* dan teknik pemasangan pada kulit terluar bangunan. Melalui skripsi ini, pembahasan akan diutamakan mengenai upaya “ *Rancang bangun prototype cleaning fotovoltaik portable untuk pembangkit listrik tenaga surya (PLTS)* ” untuk membersihkan kotoran debu ataupun puing – puing yang berdampak dapat mempengaruhi seberapa banyak sinar matahari menembus untuk mengubah cahaya menjadi energi sehingga di butuhkan alat pembersih solar cell yang tidak merusak/menggores kaca pada panel surya dapat memengaruhi kinerjanya karena goresan akan menimbulkan bayangan.

Kata kunci : *sollar cell*, alat bantu pembersih *sollar cell*

ABSTRACT

The sun emits energy from its light radiation. Energy from the sun's radiation can be utilized for humans on this earth. Utilization can be done in two ways, namely actively and passively. In relation to electrical energy in buildings, solar energy is used actively by converting solar radiation energy into electrical energy with the help of solar cells. Its application in buildings is to integrate it in the outer shell of buildings such as roofs and facades. Its installation is very dependent on the geographical location of an area where the building stands, because the geographical location of an area greatly affects the efficiency of energy emission from solar radiation. The consequence of the geographical location of an area will affect the selection of solar cell types and installation techniques on the outer shell of buildings. Through this thesis, the discussion will prioritize the efforts of "Designing a portable photovoltaic cleaning prototype for solar power plants (PLTS)" to clean dirt, dust or debris that can affect how much sunlight penetrates to convert light into energy so that it is needed. a solar cell cleaning

tool that does not damage/scratch the glass on the solar panel can affect its performance because scratches will cast shadows.

Keywords: solar cell, solar cell cleaning tool

PENDAHULUAN

Masalah energi tampaknya akan tetap menjadi topik penelitian yang menarik sepanjang peradaban umat manusia. Upaya mencari sumber energi alternatif sebagai pengganti bahan bakar fosil masih tetap ramai dibicarakan. Terdapat beberapa sumber energi alam yang tersedia sebagai energi alternatif yang bersih, tidak berpolusi, aman dan dengan persediaan yang tidak terbatas (Wilson, 1996) diantaranya adalah energi surya. Pada masa yang akan datang, dengan adanya kebutuhan energi yang makin besar, penggunaan sumber energi listrik yang beragam tampaknya tidak bisa dihindari. Oleh sebab itu, pengkajian terhadap berbagai sumber energi baru tidak akan pernah menjadi langkah yang sia-sia. Teknologi fotovoltaik yang mengkonversi langsung cahaya matahari menjadi energi listrik dengan menggunakan divais semikonduktor yang disebut sel surya (Fishbane et.al, 1996) banyak dikaji oleh peneliti-peneliti sebelumnya. Di sisi lain panel sel surya buatan pabrik juga sudah tersedia.

Seperti halnya pembangkit pada umumnya pusat listrik tenaga surya (PLTS) juga membutuhkan pemeliharaan, terutama pada komponen utamanya yaitu Modul Surya / *Photovoltaic*. *Photovoltaic* ini berfungsi untuk merubah energy matahari menjadi energy listrik. Untuk menghasilkan energi yang diinginkan maka setiap PLTS menggunakan cukup banyak *Photovoltaic*.

Kondisi *Photovoltaic* sangat mempengaruhi keandalan suatu pusat listrik tenaga surya (PLTS) karena apabila kondisi *Photovoltaic* kotor atau tertutup debu maka daya penyerapan energy cahaya matahari akan berkurang sehingga daya pusat listrik tenaga surya (PLTS) akan menurun. Oleh karena itu guna mempermudah pemeliharaan kebersihan panel dibuatlah mesin pembersih yaitu “ *Rancang Bangun Cleaning Fotovoltaik Portable Untuk Pembangkit Listrik Tenaga Surya (PLTS)* “

PROSEDUR EKSPERIMEN

Perencanaan motor

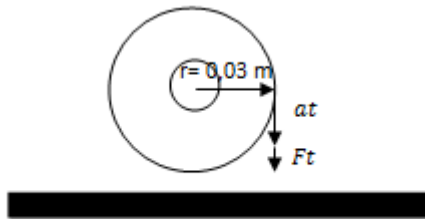
Dalam perencanaan motor untuk mengetahui daya motor yang dibutuhkan harus menentukan momen torsi terlebih dahulu. Dengan data yang sudah ada/tertera pada gambar perencanaan alat :

- Kecepatan putaran sikat (n) = 60 rpm
- Jari-jari sikat (r_{sikat}) = 30 cm = 0,03 m
- Masa benda sikat dan poros (m) = 5 kg

Mencari daya motor menggunakan rumus $Mt = 71620 \cdot \frac{N}{n}$

Dimana pertama harus mencari terlebih dahulu nilai momen torsi (Mt) ,

$$Mt = ft \cdot r$$



Gambar momen torsi

Karena F_t (gaya tangensial) belum diketahui maka harus mencari F_t terlebih dahulu dengan menggunakan rumus :

$$F_t = m \cdot a_t$$

Karena *percepatan tangensial* (a_t) belum diketahui maka dapat dicari dengan rumus-rumus berikut:

$$\omega = 2\pi \frac{n}{t} = 2 \cdot 3,14 \cdot \frac{60}{60} = 6,28 \text{ rad/s}$$

$$V = \omega \cdot r = 6,28 \cdot 0,03 = 0,18 \text{ m/s}$$

Jika gaya-gaya yang terjadi pada poros sikat sudah diketahui, Maka percepatan tangensialnya dapat dicari dengan rumus :

$$a_t = \frac{v^2}{r} = 0,18^2 / 0,03 = 0,01 \text{ m/s}^2$$

Lalu untuk gaya tangensialnya :

$$\begin{aligned} F_t &= m \cdot \omega^2 \cdot r \\ &= 5 \cdot 6,28^2 \cdot 0,03 \\ &= 5,91 \text{ N} \end{aligned}$$

Untuk gaya normal :

$$\begin{aligned} F_n &= f_t / \cos\phi \\ &= 5,91 / \cos 5^\circ \\ &= 5,91 / 0,99 \\ &= 5,85 \text{ N} \end{aligned}$$

Setelah nilai gaya tangensial di dapat maka nilai momen torsi (M_t) menjadi,

$$\begin{aligned} M_t &= F_t \cdot r \\ &= 5,91 \cdot 0,03 \text{ m} \\ &= 0,177 \text{ N.m} \end{aligned}$$

Jadi daya motor yang dibutuhkan adalah

$$M_t = 71620 \cdot \frac{N}{n}$$

$$M_t = 71620 \cdot \frac{N}{n}$$

$$N = \frac{M_t \cdot n}{71620}$$

$$= \frac{0,177 \cdot 60}{71620}$$

$$= 0,0001 \text{ HP}$$

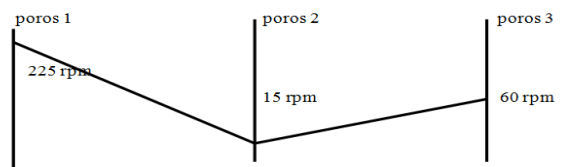
Transmisi roda gigi

Dalam peencanaan mesin cleaning photovoltaik tersebut terdapat 2 transmisi diantaranya :

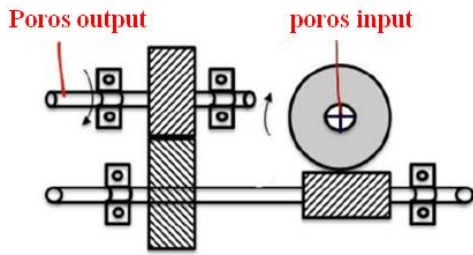
1. reduser
2. roda gigi lurus

Diketahui data-data motor sebagai berikut :

- Type Motor : Denso 85110-0K01D
159300-5000 12V
- Daya motor : 24 Watt = 0,03 Hp
- Putaran (N) : 225 Rpm
- Cutter Modul (M) : 2



Gambar distribusi kecepatan transmisi



Roda gigi cacing (reducer)

Normal pressure angle : 20 deg

Menggunakan triple threaded worm

$$r_v = \frac{n_g}{n_w} = \frac{15}{225} = \frac{1}{15}$$

$$N_{tg} = 15 \times N_{tw} = 15 \times 3 = 45 \text{ teeth}$$

Jarak antar poros 7 cm

$$d_w \approx \frac{C^{0,875}}{2.2} = \frac{7^{0,875}}{2.2} = 1,37 \text{ Try } d_w = 2$$

cm

$$d_w \approx 3p_g$$

$$p_g = \frac{1}{3} d_w = 0,66 \text{ cm} = p_{wg} \text{ Try } p_{wg} =$$

0,5 cm

$$p_g = \frac{\pi}{p_g} = 6,28 \text{ cm}$$

$$d_g = \frac{N_{tg}}{p_g} = \frac{45}{6,28} = 7,1 \text{ cm}$$

$$\text{actual } c = \frac{d_w + d_g}{2} = \frac{2 + 7,1}{2} = 4,55 \text{ cm}$$

$$\text{Check } d_w = 2 \text{ cm}^{0,875} / 2.2 = 0,45 \text{ cm}$$

$d_w = 2$ cm dapat digunakan

$$\text{lead} = N_{tw} \times p_{wg} = 3 \times 0,5 = 1,5 \text{ cm}$$

$$\tan \lambda_w = \frac{l}{\pi d_w} = \frac{1,5}{\pi \times 2} = 0,23$$

$$\lambda_w = 12,9 \text{ deg}$$

$$\lambda_w = \psi_g = 12,9 \text{ deg}$$

$$p_{ng} = \frac{p_g}{\cos \psi_g} = \frac{6,28}{0,97} = 6,47$$

$$v_{pg} = 15 \frac{\text{rev}}{\text{min}} \times \frac{2\pi \text{rad}}{\text{rev}} \times \frac{d_g}{2} \times \frac{1 \text{m}}{10 \text{mm}}$$

$$= \frac{15 \times 2\pi \times 7,1}{2 \times 10} = 33,44 \text{ m/min}$$

$$T = \frac{hp \times 71620}{n} = \frac{0,03 \times 71620}{15}$$

$$= 143,24 \text{ N.m}$$

$$F_t = \frac{T}{d_g/2} = \frac{143,24}{7,1/2} = 40,3 \text{ N} =$$

$F_{trust \text{ worm}}$

$$F_d = \frac{(600 + v_{pg})}{600} F_t$$

$$= \frac{(600 + 33,44)}{600} 40,3$$

$$= 42,5 \text{ N}$$

$$b = \frac{1}{2} d_w = \frac{1}{2} \times 2 = 1 \text{ cm} . Y = 0,392$$

$$F_b = \frac{SYb}{p_n} = F_d$$

$$S = \frac{F_d p_n}{Yb} = \frac{42,5 \times 6,47}{0,392 \times 1} = 701 \text{ psi}$$

Menggunakan bahan gray cast iron

8000 psi

$$8000 > 701$$

Cast iron $k^1 = 50$

$$F_w = d_g b k^1$$

$$= 7,1 \times 1 \times 50 = 355 \text{ N}$$

$$F_w > F_d$$

$$L = p_g \left(4,5 + \frac{N_{tg}}{50} \right)$$

$$= 0,5 \left(4,5 + \frac{45}{50} \right)$$

$$= 2,7 \text{ cm}$$

$$\begin{aligned}
 V_{pw} &= 225 \frac{\text{rev}}{\text{min}} \times \frac{2\pi \text{rad}}{\text{rev}} \times \frac{d_w}{2} \times \frac{1\text{m}}{10\text{mm}} \\
 &= \frac{225 \times 2\pi \times 2}{2 \times 10} \\
 &= 282,6 \text{ m/min}
 \end{aligned}$$

$$V_s = \frac{V_{pw}}{\cos \lambda_w} = \frac{282,6}{\cos 12,9} = 291,3 \text{ m/min}$$

$$f = \frac{0,32}{V_s^{0,36}} = \frac{0,32}{7,71} = 0,041$$

$$F_{tg} = F_n \cos \phi_n \cos \lambda_w$$

$$\begin{aligned}
 F_n &= \frac{F_t}{\cos \phi_n \cos \lambda_w} \\
 &= \frac{40,3}{\cos 20 \cos 12,9} \\
 &= 44,28 \text{ N}
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 \text{power}_i &= (F_n \cos \phi_n \sin \lambda_w + \\
 &f F_n \cos \lambda_w) v_{pw} \\
 &= (44,28 \times 0,93 \times 0,22 + \\
 &0,041 \times 44,28 \times 0,97) 282,6 \\
 &= (9,19 + 1,76) 282,6 \\
 &= 3094,7 \text{ N.m/min} \\
 &= 0,07 \text{ hp}
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 \text{Eff} &= \frac{(\cos \phi_n \cos \lambda_w - f F \sin \lambda_w) \tan \lambda_w}{(\cos \phi_n \sin \lambda_w + f \cos \lambda_w)} \\
 &= \frac{(0,93 \times 0,97 - 0,041 \times 0,22) 0,23}{0,93 \times 0,22 + 0,041 \times 0,97} \\
 &= \frac{0,18}{0,23} \\
 &= 78 \%
 \end{aligned}$$

Roda gigi lurus

Perbandingan kecepatan / ratio velocity (rv)

$$r_v = \frac{15}{60} = \frac{56}{14}$$

Jarak poros antar roda gigi (c)

$$\begin{aligned}
 c &= \frac{d_1 + d_2}{2} \\
 &= \frac{4 + 12}{2} = 8 \text{ cm}
 \end{aligned}$$

Diameter Pitch (P_g)

$$P = \frac{N_t}{d}$$

$$P_{z1} = \frac{14}{4} = 3,5 \text{ cm}$$

$$P_{z2} = \frac{56}{12} = 4,6 \text{ cm}$$

Normal diametral gear (P_{ng})

$$P_{ng} = \frac{P_g}{\cos \theta}$$

$$\begin{aligned}
 P_{ngz1} &= \frac{3,5}{\cos 20} \\
 &= 3,76
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 P_{ngz2} &= \frac{4,6}{\cos 20} \\
 &= 4,89
 \end{aligned}$$

Jari – jari base circle (Rb)

$$R_b = r \cos \theta$$

$$R_{bz1} = r \cos \theta$$

$$R_{bz2} = r \cos \theta$$

$$\begin{aligned}
 &= 2 \cos 20 \\
 &= 6 \cos 20 \\
 &= 2 \times 0,93 \\
 &= 6 \times 0,93 \\
 &= 1,86 \text{ cm} \\
 &= 5,58 \text{ cm}
 \end{aligned}$$

Kecepatan putaran roda gigi

$$v_p = \frac{\pi d n}{10}$$

$$v_{pz1} = \frac{\pi d n}{10}$$

$$= \frac{3,14 \cdot 4 \cdot 60}{10} = 75,36 \text{ m/min}$$

$$v_{p \ z2} = \frac{\pi d n}{10}$$

$$= \frac{3,14 \cdot 12 \cdot 15}{10} = 56,5 \text{ m/min}$$

Gaya-gaya pada roda gigi lurus

$$T = 71620 \times \frac{\text{daya}}{n}$$

$$T_{z1} = 71620 \times \frac{\text{daya}}{60}$$

$$= 71620 \times \frac{0,03}{60}$$

$$= 35,81 \text{ N.m}$$

$$T_{z2} = 71620 \times \frac{\text{daya}}{15}$$

$$= 71620 \times \frac{0,03}{15}$$

$$= 143,24 \text{ N.m}$$

Gaya tangensial

$$F_t = \frac{T}{d_{g/2}}$$

$$F_{t \ z1} = \frac{T}{d_{g/2}}$$

$$= \frac{35,81}{4/2}$$

$$= 17,9 \text{ N}$$

$$F_{t \ z2} = \frac{T}{d_{g/2}}$$

$$= \frac{143,24}{12/2}$$

$$= 23,8 \text{ N}$$

Gaya Normal

$$F_n = \frac{F_t}{\cos \theta}$$

$$F_{n \ z1} = \frac{F_t}{\cos \theta}$$

$$= \frac{17,9}{0,93} = 19,24 \text{ N}$$

$$F_{n \ z2} = \frac{F_t}{\cos \theta}$$

$$= \frac{23,8}{0,93} = 25,59 \text{ N}$$

Gaya Radial

$$F_r = F_n \sin \theta$$

$$F_{r \ z1} = F_n \sin \theta$$

$$= 19,24 \times 0,34$$

$$= 6,54 \text{ N}$$

$$F_{r \ z2} = F_n \sin \theta$$

$$= 25,59 \times 0,34$$

$$= 8,7 \text{ N}$$

Gaya Dinamis

$$F_d = \left(\frac{600 + v_p}{600} \right) F_t$$

$$F_{d1} = \left(\frac{600 + v_p}{600} \right) F_t$$

$$= \left(\frac{600 + 75,36}{600} \right) 17,9$$

$$= 20,1 \text{ N}$$

$$F_{d2} = \left(\frac{600 + v_p}{600} \right) F_t$$

$$= \left(\frac{600 + 56,5}{600} \right) 23,8$$

$$= 26 \text{ N}$$

Menentukan lebar gigi (b)

$$b = \frac{F_d}{d \cdot Q \cdot k}$$

$$b_1 = \frac{F_d}{d \cdot Q \cdot k}$$

$$Q_1 = \frac{2 \cdot d_1}{d_1 + d_2}$$

$$= \frac{20,1}{4 \cdot 0,5 \cdot 1}$$

$$= \frac{8}{4 + 12} = \frac{1}{2} \text{ cm}$$

$$= 10,05 \text{ cm}$$

$$b_2 = \frac{F_d}{d \cdot Q \cdot k}$$

$$= \frac{26}{12 \cdot 0,5 \cdot 1}$$

$$= 4,3 \text{ cm}$$

Menentukan kekuatan bahan

$$F_b = \frac{S Y b}{p_n} = F_d \quad Y = 0,392$$

$$S_{z1} = \frac{F_d p_n}{Y_b} = \frac{20,1 \times 3,76}{0,392 \times 1} = 192,7 \text{ psi}$$

$$S_{z2} = \frac{F_d p_n}{Y_b} = \frac{26 \times 4,89}{0,392 \times 1} = 324,33 \text{ psi}$$

Menggunakan bahan gray cast iron

8000 psi

$$8000 > 324,33$$

Cast iron $k^1 = 50$

Beban Yang Digunakan

$$F_w = d_g \cdot b \cdot k^1$$

$$F_{w1} = 4 \times 10,5 \times 50$$

$$= 2100 \text{ N}$$

$$F_{w2} = 12 \times 4,3 \times 50$$

$$= 2580 \text{ N}$$

Perencanaan pada poros

Menentukan diameter poros

$$D_s = \left[\frac{5,1}{\tau_a} \cdot K_t \cdot C_b \cdot T \right]^{1/3}$$

Mencari momen puntir (T)

$$T = 9,74 \times 10^{\frac{5p_d}{n_1}}$$

$$p_d = F_c \cdot N$$

$$= 1,2 \cdot 0,0001$$

$$= 0,00012$$

$$T_{z1} = 9,74 \times 10^{\frac{5p_d}{n_1}}$$

$$= 9,74 \times 10^{\frac{0,00012}{60}}$$

$$= 1,94 \text{ kg.mm}$$

$$T_{z2} = 9,74 \times 10^{\frac{5p_d}{n_1}}$$

$$= 9,74 \times 10^{\frac{0,00012}{15}}$$

$$= 7,79 \text{ kg.mm}$$

Mencari tegangan geser yang diizinkan

$$\tau_{a1} = \sigma_B / (Sf_1 \cdot Sf_2)$$

$$= 48 / (6,0 \cdot 2)$$

$$= 48/12$$

$$= 4 \text{ kg/mm}^2$$

$$\tau_{a2} = \sigma_B / (Sf_1 \cdot Sf_2)$$

$$= 48 / (6,0 \cdot 2)$$

$$= 48/12$$

$$= 4 \text{ kg/mm}^2$$

$$D_s = \left[\frac{5,1}{\tau_a} \cdot K_t \cdot C_b \cdot T \right]^{1/3}$$

$$D_{s1} = \left[\frac{5,1}{4} \cdot 1.2.1,94 \right]^{1/3}$$

$$= 1,69 \text{ mm} = 16 \text{ mm}$$

$$D_{s2} = \left[\frac{5,1}{4} \cdot 1.2.7,79 \right]^{1/3}$$

$$= 2,7 \text{ mm} = 27 \text{ mm}$$

Gaya – gaya yang terjadi pada poros

$$\Sigma F_x = 0 \quad (\rightarrow -)$$

$$-F_{ta} + R_{hb} - F_{tc} + R_{hd} - F_{te} = 0$$

$$R_{hb} = F_{ta} + F_{tc} - R_{hd} + F_{te}$$

$$= 17,9 + 5,85 - 20,49 + 15,7$$

$$= 12,44$$

$$\Sigma M_B = 0 \quad \begin{matrix} \oplus \\ \ominus \end{matrix}$$

$$F_{ta} \cdot L_a - F_{tc} \cdot L_b + R_{hd} \cdot (L_b + L_c) - F_{te} \cdot (L_d + L_c + L_b) = 0$$

$$R_{hd} = \frac{(F_{tc} \cdot L_b) + F_{te} \cdot (L_d + L_c + L_b) - (F_{ta} \cdot L_a)}{(L_b + L_c)}$$

$$=$$

$$\frac{(5,85 \cdot 900) + 15,7 \cdot (100 + 900 + 900) - (17,9 \cdot 100)}{(900 + 900)}$$

$$= 20,49 \text{ N}$$

$$\Sigma F_y = 0 \quad (\downarrow -)$$

$$-F_{na} + R_{vb} - F_{nc} + R_{vd} - F_{ne} = 0$$

$$R_{vb} = F_{na} + F_{nc} - R_{vd} + F_{ne}$$

$$= 19,24 + 5,91 - 27,87 + 22,6$$

$$= 25,32 \text{ N}$$

$$\Sigma M_B = 0 \quad \curvearrowright +$$

$$F_{na}.L_a - F_{nc}.L_b + R_{vd} (L_b + L_c) - F_{ne}.(L_d + L_c + L_b) = 0$$

$$R_{vd} = \frac{F_{nc}(L_b) + F_{ne}(L_d + L_c + L_b) - (F_{na} \cdot L_a)}{(L_b + L_c)}$$

$$= \frac{(5,91 \cdot 900) + 22,6 \cdot (100 + 900 + 900) - (19,24 \cdot 100)}{(900 + 900)}$$

$$= 27,87 \text{ N}$$

- Besarnya gaya resultan pada bantalan menurut aturan sinus

$$\begin{aligned} \text{Untuk bantalan B, } R &= \sqrt{R_{hb}^2 + R_{vb}^2} \\ &= \sqrt{12,44^2 + 25,32^2} \\ &= \sqrt{154,75 + 641,1} \\ &= \sqrt{795,85} \\ &= 28,2 \text{ N} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Untuk bantalan D, } R &= \sqrt{R_{hd}^2 + R_{vd}^2} \\ &= \sqrt{20,49^2 + 27,87^2} \\ &= \sqrt{419,84 + 776,73} \\ &= \sqrt{1196,57} \\ &= 34,59 \text{ N} \end{aligned}$$

- Besarnya momen lentur yang terjadi secara vertikal dan horisontal pada titik A dan B

- ❖ Momen lentur secara horisontal poros pada titik D

$$\begin{aligned} M_{HD} &= R_{HD}(L_c + L_b) \\ &= 20,49 \cdot (900 + 900) \\ &= 36882 \text{ N.mm} \end{aligned}$$

- ❖ Momen lentur secara horisontal poros pada titik B

$$\begin{aligned} M_{HB} &= R_{HB}.L_a \\ &= 12,44 \cdot 100 \\ &= 1244 \text{ N.mm} \end{aligned}$$

- ❖ Momen lentur secara vertikal poros

pada titik D

$$\begin{aligned} M_{VD} &= R_{VD}(L_c + L_b) \\ &= 27,87 \cdot (900 + 900) \\ &= 50166 \text{ N.mm} \end{aligned}$$

- ❖ Momen lentur secara vertikal poros pada titik B

$$\begin{aligned} M_{VB} &= R_{VB}.L_a \\ &= 25,32 \cdot 100 \\ &= 2532 \text{ N.mm} \end{aligned}$$

- Sehingga momen lentur gabungan pada titik D dan B

$$\begin{aligned} MD &= \sqrt{(M_{HD})^2 + (M_{VD})^2} \\ &= \sqrt{(36852)^2 + (50166)^2} \\ &= \sqrt{1358069,9 + 2516627,55} \\ &= \sqrt{2517985625,9} \\ &= 50179,53 \text{ N.mm} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} MB &= \sqrt{(M_{HB})^2 + (M_{VB})^2} \\ &= \sqrt{(1244)^2 + (2532)^2} \\ &= \sqrt{1547536 + 6411024} \\ &= \sqrt{7958560} \\ &= 2821,09 \text{ N.mm} \end{aligned}$$

- Di titik D terjadi momen lentur terbesar
 $MD_{\max} = 50179,53 \text{ N.mm} = 5017,95 \text{ kg.mm}$

- Menghitung Momen pada poros sehingga kita dapat menghitung tegangan maksimum untuk poros

$$\begin{aligned} \tau_{\max} &= \frac{5,1}{d_s^3} \sqrt{K_m M^2 + K_t T^2} \\ &= \frac{5,1}{16^3} \sqrt{(2,0 \cdot 5017,95)^2 + (1,5 \cdot 1,94)^2} \\ &= \frac{5,1}{18^3} \sqrt{100719288,81 + 8,46} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 &= \frac{5,1}{16^3} \sqrt{10071929727} \\
 &= \frac{5,1}{16^3} \cdot 10035,9 \\
 &= 12,4 \text{ kg/mm}^2
 \end{aligned}$$

• Tegangan bending

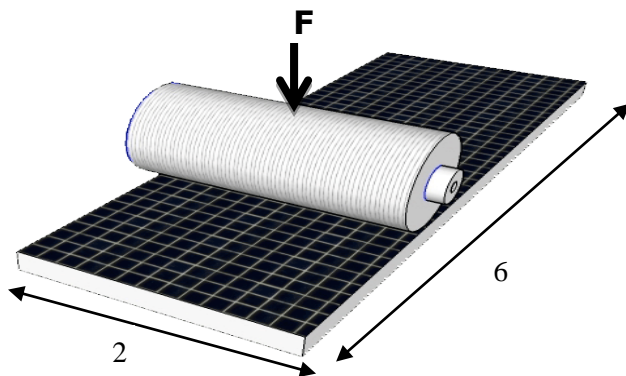
$$\begin{aligned}
 \sigma_b &= \frac{32Md}{\pi d^3} \\
 &= \frac{32.50179,95}{3,14.16^3} = 124,85 \text{ kg/mm}^2
 \end{aligned}$$

• Tegangan lentur

$$\begin{aligned}
 \sigma_l &= \frac{16.T}{\pi d^3} \\
 &= \frac{16.1,94}{3,14.16^3} = 0,0019 \text{ kg/mm}^2
 \end{aligned}$$

Perencanaan sikat

- Diketahui : $D_{\text{sikat}} = 300 \text{ mm} = 0,3 \text{ m}$
- $P_{\text{sikat}} = 2 \text{ m}$
- $L_{\text{photovoltaik}} = 2 \text{ m}$
- $P_{\text{photovoltaik}} = 6 \text{ m}$
- $M_{\text{sikat}} = 5 \text{ Kg}$
- Gravitasi = $9,8 \text{ m/s}^2$



- Tekanan : $P = \frac{F}{A} \Rightarrow F = m \cdot a$

$$\begin{aligned}
 &= 5 \cdot 9,8 \\
 &= 49 \text{ kg.m/s}^2 \\
 &= 49 \text{ N}
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 A &= 6 \text{ m} \cdot 2 \text{ m} \\
 &= 12 \text{ m}^2
 \end{aligned}$$

Jadi nilai tekanan sikat : $P = \frac{F}{A}$

$$\begin{aligned}
 P &= \frac{49}{12} \\
 P &= 4 \text{ N/m}^2
 \end{aligned}$$

Diketahui : $g = 9,8 \text{ m/s}^2$

$m = 5 \text{ kg}$

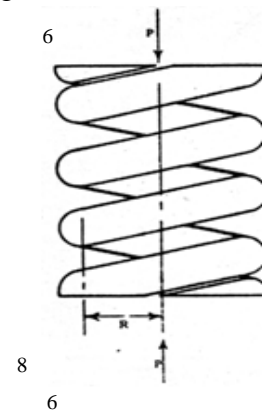
- Gaya gesek $F_g = \mu \cdot F$

- $\mu = 0,94$

jadi nilai gaya gesek : $F_g = 0,94 \cdot 49$

$$F_g = 46,06 \text{ N}$$

Perencanaan pegas



Diketahui :

$$R = 8 \text{ mm} = 0,008 \text{ m}$$

$$P = 6 \text{ Kg}$$

$$G = 8 \cdot 10^3$$

$$N_a = 7 \text{ Lilitan}$$

$$D = 24 \text{ mm} = 0,024 \text{ m}$$

- mencari defleksi yang terjadi (δ)

$$\delta = \frac{L P R^2}{G J}$$

Mencari panjang efektif kawat (L)

$$L = 2\pi R N_a$$

$$= 2 \cdot 3,14 \cdot 8 \cdot 7$$

$$= 351,68 \text{ m}$$

$$= 0,35 \text{ m}$$

$$\begin{aligned}
 J &= \frac{\pi D^4}{32} \\
 &= \frac{3,14 \cdot 24^4}{32} \\
 &= \frac{1041,7}{32} \\
 &= 3255 \text{ mm} \\
 &= 3,25 \text{ m}
 \end{aligned}$$

Maka : $\delta = \frac{L P R^2}{G J}$

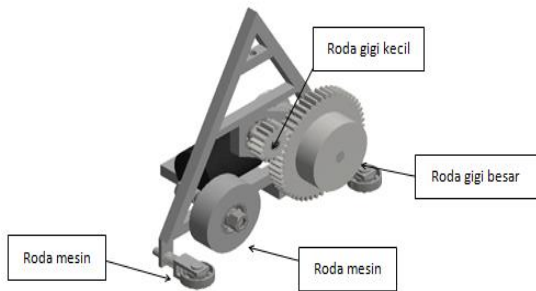
$$\begin{aligned}
 &= \frac{0,35 \cdot 6 \cdot 8}{8 \cdot 10^3 \cdot 3,25} \\
 &= 134,4 / 26000 \\
 &= 0,005 \text{ mm}
 \end{aligned}$$

- konstanta (K)

$$\begin{aligned}
 K &= \frac{P}{\delta} \\
 &= \frac{6 \text{ Kg}}{0,005 \text{ mm}} \\
 &= 1200 \text{ kg/mm}
 \end{aligned}$$

Bantalan Bearing

Berikut bagian yang memiliki bearing :



Dalam perencanaan ini , bearing pada roda gigi lurus yang akan dihitung berapa kekuatan .Dikarenakan kecepatan gear roda gigi lurus (besar) adalah kecepatan dari gerak mesin photovoltaic yang terhubung oleh roda mesin , maka untuk bearing pada roda gigi lurus(besar) sama dengan dari roda mesin . Adapun rumus-rumus yang harus dipakai adalah sebagai berikut :

Menghitung Momen pada poros sehingga kita dapat menghitung tegangan maksimum untuk poros

$$\begin{aligned}
 \tau_{\max} &= \frac{5,1}{d_s^3} \sqrt{K_m M^2 + K_t T^2} \\
 &= \frac{5,1}{16^3} \sqrt{(2,0 \cdot 5017,95)^2 + (1,5 \cdot 1,94)^2} \\
 &= \frac{5,1}{18^3} \sqrt{100719288,81 + 8,46} \\
 &= \frac{5,1}{16^3} \sqrt{100719297,27} \\
 &= \frac{5,1}{16^3} \cdot 10035,9 \\
 &= 12,4 \text{ kg/mm}^2
 \end{aligned}$$

Sehingga bahan bantalan menggunakan S30C Tegangan tarik 48 kg/mm²

$$\tau_a \geq \tau$$

$$48 \text{ kg/mm}^2 \geq 12,4 \text{ kg/mm}^2$$

Pengujian

Langkah-langkah Pengujian

1. ukur terlebih dahulu ketebalan debu pada fotovoltaik
2. ukur tegangan / daya yang dihasilkan awal (fotovoltaik sebelum dibersihkan)
3. Pasangkan alat/mesin pada alas fotovoltaik
4. nyalakan mesin / mulai melakukan pembersihan pada fotovoltaik dengan waktu yang telah ditentukan misal 3 menit.
5. Setelah selesai melakukan pembersihan matikan alat dan diamkan fotovoltaik sampai (1 -2 jam).
6. sesudah didiamkan selama 1 -2 jam lakukan pengukuran tegangan/daya yang dihasilkan menggunakan tang meter.

7. Bila sudah selesai lepas mesin dan rapihkan alat yang telah digunakan.

Dari Hasil analisa dari perbandingan nilai rata-rata daya output photovoltaic selama 08.00 wib – 16.00 wib, didapatkan rata-rata selisih daya output photovoltaic sebesar 32,2 % yaitu 322,7 watt. Perbedaan daya yang cukup lumayan besar karena pengaruh pembersihan yang dilakukan oleh mesin cleaning photovoltaic yang dirancang sehingga kinerja photovoltaic lebih optimal dari sebelumnya. Dan akibat selama ini photovoltaic tidak pernah dibersihkan dan kurang perawatan jadi kinerja photovoltaic menurun.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Dari hasil perhitungan dan pengujian “ Rancang Bangun Cleaning Fotofoltaik Portabele Untuk Pembangkit Listrik Tenaga Surya (PLTS) ” didapat hasil sebagai berikut :

Hasil analisa roda gigi

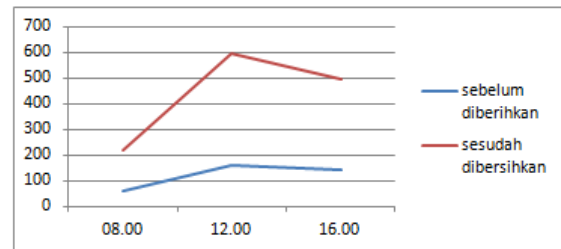
Hasil Analisa		
1. Reduser		
Perbandingan roda gigi	1 : 15	
Diameter roda gigi cacing	2 cm	
Jumlah roda gigi cacing	3	
Diameter roda gigi miring	7,1 cm	
Jumlah roda gigi miring	45	
2. Roda gigi lurus		
Perbandingan roda gigi	1 : 4	
Diameter roda gigi kecil	4 cm	
Jumlah roda gigi kecil	14	
Diameter roda gigi besar	12 cm	
Jumlah roda gigi besar	56	
Diameter poros roda gigi kecil	16	
Diameter poros roda gigi besar	27	
Bahan Roda gigi	Gray cast iron ASTM 25	8000 psi

Hasil analisa poros

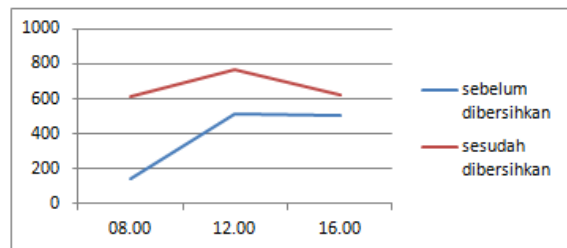
Hasil Analisa		
Bahan poros	S30C	Tegangan tarik 48 kg/mm ²
Diameter poros	16 mm	
Tegangan bending	124,85 kg/mm ²	Tegangan izin 12,4 kg/mm ²
Tegangan lentur	0,0019 kg/mm ²	
Tegangan maks	12,4 kg/mm ²	

Dari hasil di atas dapat ditentukan bahan yang di gunakan tidak melebihi dari kekuatan bahan material pada part-part tersebut.

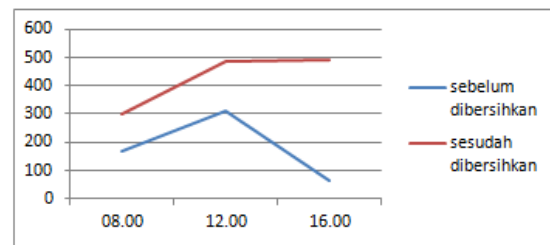
Hasil data daya output setelah di lakukan pembersihan dengan mesin *Cleaning Fotovoltaik*



Gambar grafik hasil pengukuran pengujian 1



Gamabar grafik hasil pengukuran pengujian 2



Gambar grafik hasil pengukuran pengujian 3

Dari hasil di atas maka mesin tersebut cukup berguna untuk membersihkan debu kotoran yang ada pada permukaan *panel Fotovoltaik*

KESIMPULAN DAN SARAN

Mesin tersebut berguna untuk membersihkan panel Fotovoltaik serta mempersingkat waktu pembersihan. Material yang di gunakan cukup kuat untuk menahan gaya-gaya yang terjadi pada mesin sehingga mesin aman untuk di gunakan. Daya mesin dapat di

ambil dari daya di sekitar PLTS guna mempersingkat waktu pemasangan serta memudahkan melakukan pembersihan panel

REFERENSI

- Deutchman, Aron D. (1975). Machine Design; theory and practice: Macmillan Publishing Co.,Inc.
- Frederick J. Bueche Eugene Hecht (2007). Fisika Universitas. Jakarta: Erlangga
- Mulyono, Jatiman Soetomo, Santoso Zacharias, Ibrahim M.Djamil (1982). Mekanika. Tim Dosen Fisika Fakultas Teknik Universitas Tri Sakti
- Perencanaan dan Pemilihan Elemen Mesin. Jakarta: Pradya Paramita
- Sularso, Kiyokatsu Suga, (2004). Dasar Perencanaan dan Pemilihan Elemen Mesin. Jakarta: Pradya Paramita
- Zainun Achmad. (1999). Elemen Mesin 1. Bandung, Refika Aditama
- [https://id.wikipedia.org/wiki/Roda_gigi.>diakses pada 15 januari 2021 pukul 20:00](https://id.wikipedia.org/wiki/Roda_gigi.>diakses_pada_15_januari_2021_pukul_20:00)
- [https://convert-to.com/conversion/power.html.>diakses pada 15 november 2020 pukul 21:00](https://convert-to.com/conversion/power.html.>diakses_pada_15_november_2020_pukul_21:00)