

**REKAYASA TURBIN IMPULSE "CROSS FLOW"
DENGAN MENGGUNAKAN ALTERNATOR 12 VOLT 0,5 AMPERE
(IMPULSE TURBINE ENGINEERING "CROSS FLOW"
BY USING ALTERNATOR OF 12 VOLT 0.5 AMPERE)**

Yunita Djamalu
Politeknik Gorontalo
E-mail : naura@poligon.ac.id

ABSTRAK

Topografi di Indonesia sangat berpotensi maka energi air yang berlimpah perlu dimanfaatkan. Turbin adalah salah satu solusi dalam memanfaatkan air menjadi energi listrik. Turbin impulse crossflow bukan hal yang baru lagi, tetapi bagaimana merencanakan turbin yang sesuai untuk mencapai putaran yang dibutuhkan oleh alternator 12 volt 0,5 ampere sehingga mampu menghasilkan tegangan dan arus yang dibutuhkan oleh alternator. Hal utama dalam merencanakan turbin impulse crossflow adalah konstruksi dari turbin tersebut yang terbagi dari, rangka sudu, luas penampang sudu, poros, rangka turbin dan sistem penggeraknya transmisi, bantalan. Maka dengan mengasumsikan debit air, kecepatan aliran air dan luasan pada sudu turbin yang dibutuhkan untuk mencapai putaran yang kita dapatkan. Dari hasil analisa turbin impulse crossflow. Massa jenis air, 60° ketinggian aliran air energi potensial adalah 48,94 watt, sedangkan massa jenis aliran air, 1,72 meter/detik kecepatan aliran air energi kinetik adalah 6,08 watt. Maka dengan putaran 111 rpm dan luas penampang sudu 90 mm² maka daya mekanis turbin adalah 6,08 watt dengan daya elektrik 1,1 watt

Kata kunci : Topografi, energi, turbin, impulse crossflow, energi potensial, energi kinetik, luas penampang sudu, daya mekanis

Topography in Indonesia is very ~~have~~ potency to hence galore water energy require to be exploited. Turbine is one of the solutions in exploiting of water become electric energy. turbine of Impulse cross flow is not new matter again, but how to plan appropriate turbine to reach rotation required by alternator 12 volt 0,5 ampere so that can yield current and tension required by alternator. Especial matter in planning turbine of impulse cross flow is construction of the turbine which divided from, frame of blade, wide cross of blade, axis, turbine frame and its activator system of transmission, pad. Hence by assuming water debit, speed of and current of area at turbine blade required to reach rotation which we get. From result of turbine analysis of impulse cross flows. Water specific mass, 60° height of potential energy current ~~is~~ was 48,94 watt, while current specific mass, 1,72 meter / second speed of current of energy kinetic was 6,08 watt. Hence with rotary 111 rpm and wide of cross of blade 90 mm² hence mechanical energy of turbine ~~is~~ was 6,08 watt with electric power 1,1 watt

Keyword : Topography, energy, turbine, cross flow impulse, potential energy, kinetic energy, wide cross of blade, mechanical energy.

I. Pendahuluan

Pelaksanaan penyediaan energi listrik yang dilakukan oleh PT.PLN (Persero), selaku lembaga resmi yang ditunjuk oleh pemerintah untuk mengelola masalah kelistrikan di Indonesia, sampai saat ini masih belum dapat memenuhi kebutuhan masyarakat akan energi listrik secara keseluruhan. Kondisi geografis negara Indonesia yang terdiri atas ribuan pulau dan kepulauan, tersebar dan tidak meratanya pusat-pusat beban listrik, rendahnya tingkat permintaan listrik di

beberapa wilayah, tingginya biaya marginal pembangunan sistem suplai energi listrik (Ramani, K.V, 1992), serta terbatasnya kemampuan finansial, merupakan faktor-faktor penghambat penyediaan energi listrik dalam skala nasional.

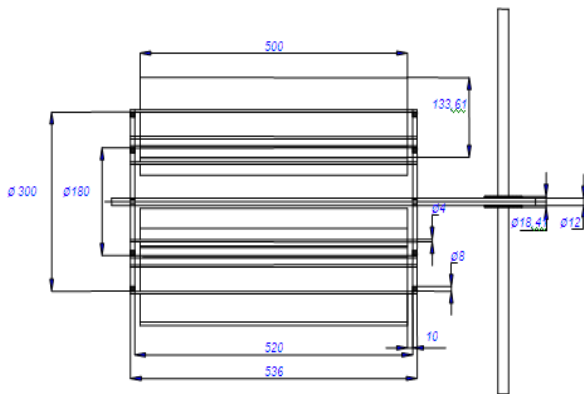
Makin meningkatnya kesadaran akan usaha untuk melestarikan lingkungan, menyebabkan kita harus berpikir untuk mencari alternatif penyediaan energi listrik yaitu dengan sistem konversi energi yang memanfaatkan sumber daya energi

terbarukan, seperti: matahari, angin, air, biomas dan lain sebagainya (Djojonegoro,1992).

Dengan memanfaatkan sumber daya energi terbarukan yang melimpah menggantikan energi yang tak terbarukan terutama di Indonesia, salah satunya adalah air. Solusi tersebut adalah dengan membuat turbin yang dapat dijadikan sebagai sumber energi listrik yang mungkin dapat dimanfaatkan didaerah pedesaan, pelosok atau pegunungan yang jauh dari jangkauan jaringan listrik PLN, yang mana pemanfaatan turbin air di Indonesia masih sangat minim .

II. Bahan dan Metode

Pemanfaatan energi air sebenarnya bukan barang baru bagi umat manusia. Dalam www.awea.org disebutkan bahwa semenjak 2000 tahun lalu teknologi pemanfaatan sumber daya air, angin dan matahari sudah dikenal manusia dalam bentuk apapun (wind mills) misal air dibuat turbin air atau turbin air dll.



Gambar 1 Turbin Tampak Depan

II.1. Air

Tenaga dari aliran air sungai boleh digunakan untuk menggerakkan kincir air dan turbin. Kuasa hidroelektrik merupakan sumber tenaga yang besar karena terdapat banyak sungai yang membolehkan pembinaan empangan serta penjaan hidroelektrik dilakukan. Keunggulan menggunakan air ini adalah menghasilkan tenaga yang berterus-terusan, harganya murah, gampang perawatannya dibanding menggunakan mesin yang berbahan bakar.

II.2. Energi Pada Aliran Air.

Besarnya tenaga air yang tersedia dari suatu sumber air tergantung pada besarnya head dan debit air. Dalam hubungan dengan *reservoir* air maka head adalah beda ketinggian antara muka air pada *reservoir* dengan muka air keluar dari kincir air atau turbin air. Total energi yang tersedia dari suatu *reservoir* air adalah merupakan energi potensial air yaitu :

$$E_p = m \times g \times h \quad \dots\dots 1)$$

Dengan mensubstitusikan P terhadap $\left\{ \frac{E}{t} \right\}$ dan men substitusikan ρQ terhadap $\left\{ \frac{m}{t} \right\}$ maka:

$$P = \rho Q g h \quad \dots\dots 2)$$

Selain pemaanfaatkan air jatuh hydropower dapat di peroleh dari air aliran datar. Dalam hal ini energi yang tersedia merupakan energi kinetik

II.3. Poros

Dilihat dari fungsinya poros merupakan elemen utama dalam meneruskan daya dan putaran. Sebagiaan besar mekanisme yang mentranmisikan daya dilakukan melalui putaran

- Gaya-gaya yang bekerja pada poros, F (kg)

$$F_r = F_t \tan \phi \quad \dots\dots 4)$$

$$\sum F = 0 = (R + F) \quad \dots\dots 5)$$

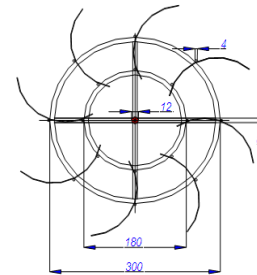
- Tegangan geser, Torsi poros, Diameter poros

$$\tau_{max} = \frac{0.58}{N} Syp \quad \dots\dots 6)$$

$$T_p = \frac{63000 \times N}{n} \quad \dots\dots 7)$$

$$D_p^3 = \frac{16}{(\pi \cdot \tau_{max})} \sqrt{M^2 + T_p^2} \quad \dots\dots 8)$$

II.4. Luasan Sudu Pada Turbin Impulse



Gambar 2. Dimensi Sudu Turbin Implus

Dari gambar diatas, dapat ditentukan luasan persudu dan luasan untuk turbin impluse crossflow dengan jumlah sudu 8 buah, dengan menggunakan persamaan – persamaan berikut:

$$A_{sudu} = \frac{2 \cdot \pi \cdot r \cdot L}{3} \quad \dots\dots 9)$$

II.5. Daya Turbin

Adapun persamaan yang digunakan untuk menentukan daya pada turbin adalah

$$N_t = T \times \omega \quad \dots\dots 10)$$

$$\omega = \frac{2 \cdot \pi \cdot n}{60} \quad \dots\dots 11)$$

II.6. Bantalan Gelinding

Bantalan adalah elemen yang berfungsi menmpu poros yang berbeban, sehingga sehingga poros dapat berputar langsung secara halus dan aman.

- Beban *ekuivalen* yang bekerja pada bantalan

$$P = (X \cdot V \cdot F_y + Y \cdot F_a) \quad \dots\dots 12)$$

- Beban *ekuivalen* pembanding ang bekerja pada bantalan

$$P = V.F_y \dots\dots\dots 13)$$

- Lama pemakaian bantalan

$$L_{10h} = \left(\frac{c}{P}\right)^b \times \frac{10^6}{(60.n)} \dots\dots\dots 14)$$

II.7. Sistim Transmisi

Trasmisi berfungsi meneruskan putaran dan torsi ke alternator. System transmisi yang dikehendaki memiliki rugi-rugi yang rendah. Putaran yang rendah perlu ditingkatkan melalui system transmisi sehingga mencapai putaran operasi alternator. sistem transmisi dirancang berupa increaser (rasio <1) yang berarti penaikan putaran namun terjadi penurunan torsi.

Roda gigi lurus salah satu bagian terpenting dari suatu mesin dimana berguna untuk mentransmisi dari poros turbin implus poros kealternator. Roda gigi ini cocok digunakan untuk mentransmisi putaran rendah (n < 3600)

- Perbandingan kecepatan

$$rv = \frac{n_g}{n_p} = \frac{d_p}{d_g} = \frac{Nt_p}{Nt_g} = \frac{w_p}{w_g} \dots\dots\dots 15)$$

- Torsi yang terjadi

$$T = \frac{63000.Hp}{Np} \dots\dots\dots 16)$$

- Jarak poros (C)

$$C = \frac{d_1 + d_2}{2} \dots\dots\dots 17)$$

II.8. Daya Elektrik

Daya elektrik yang dibeerikan alternator adalah:

$$P = V x I x \cos \phi \dots\dots\dots 18)$$

III. Hasil dan Pembahasan

III.1. Perhitungan Energi.

Dalam aliran air terkandung energi, yang meliputi energi potensial dan energi kinetik.

$$\begin{aligned} \dot{m} &= 4,116 \text{ kg/detik} \\ g &= 9,8 \text{ m/detik}^2 \\ h &= \sin 60^\circ \times 1,5 \text{ meter} \\ v &= 1,72 \text{ m/detik} \end{aligned}$$

- Perhitungan Energi Potensial

Dengan mengetahui massa jenis air dan ketinggian aliran air maka energi potensial adalah

$$E_p = 48,94 \text{ watt}$$

- Perhitungan Energi Kenetik.

Dengan mengetahui massa jenis air dan kecepatan aliran air maka energi kinetik adalah

$$E_k = 6,08 \text{ watt}$$

III.2. Daya Mekanis Turbin

Dengan mengetahui energy kinetik terhadap turbin, maka daya mekanis turbin dapat diketahui dengan persamaam sebagai berikut:

$$N_m = 6,08 \text{ watt}$$

- Kecepatan sudut

$$\varpi = 11,618 \text{ rad / det}$$

- Torsi turbin

$$T = 0,52 \text{ Nm}$$

- Gaya pada turbin

$$F = 2,88 \text{ N}$$

$$F_{transmisi} = 1,625 \text{ N}$$

III.3. Perencanaan Poros

Dalam perhitungan poros diperlukan data-data sebagai berikut:

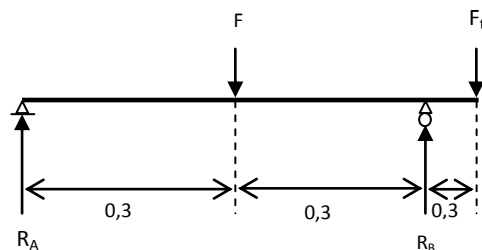
- o Diameter poros (Dp)= 12 mm = 0,012
- o Putaran (n) = 111 rpm
- o Sudut kontak transmisi = 159°
- o Gaya transmisi (F_{tra}) = 1,625 N
- o Gaya turbin yang timbul (F) = 2,88 N
- o Panjang poros total = 700 mm = 0,7 m

- Tegangan bahan maksimum, τ_{max} (psi)

Dalam pembuatan poros ini direncanakan menggunakan bahan AISI 1040 CD didapat syp = 88000 psi , N = 2.5

$$= 17600 \text{ psi} = 121347776 \text{ kg/m}^2$$

- Perhitungan gaya – gaya yang terjadi pada poros



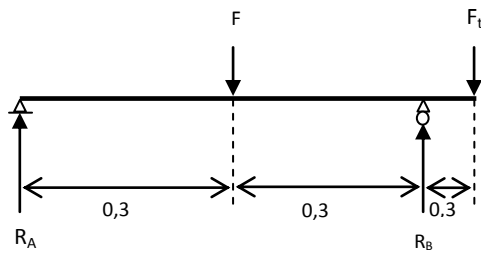
Gambar 3 Gaya-gaya yang terjadi pada poros

Dimana:

Q = Berat turbin dan rangka impluse crossflow

$Q = 4,54$

- Reaksi Gaya Arah.



Gambar 4 Reaksi gaya arah.

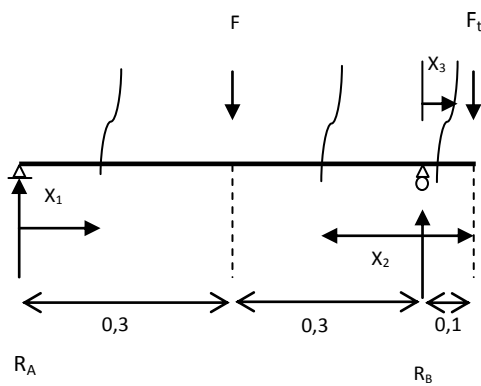
$R_A + R_B = 2,88 + 1,625$

$R_B = \frac{2,0015}{0,6} = 3,335N$

$R_A = 1,17N$

$R_A + R_B = 4,505 N$

- Momen lentur.



Gambar 5. Reaksi momen lentur.

Untuk $X_2 = 0$

$M_A = 0$

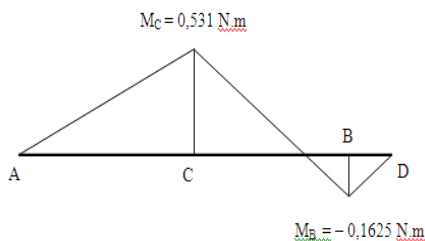
$M_B = -0,1625$

$M_C = 0,351 N.m$

Untuk $X_3 = 0$

$M_B = 1,625 \cdot 0$

$M_B = 0 N.m$



Gambar 6. Diagram momen reaksi gaya arah.

- Momen Terbesar

$M = 0,351N$

- Pengecekan Tegangan Pada Poros

$\tau_{max} = 18509225 N / m^2$

Syarat poros aman $\tau_{max} \leq Syp$

$\tau_{max} \leq Syp$

$18509225 N/m^2 \leq 121347776 kg/m^2$

Maka, perencanaan poros AMAN

- Pengecekan Pada Torsi Maksimum (T_{max})
 $N = 2.5$

Maka => $\tau_{max} = 18509222,5$

$\tau_{max} = 462730 kg / m^2$

$T_{max} = 2,6191Nm$

- Pengecekan debit air maksimum untuk turbin impulse crossflow

Dari persamaan energi potensial maka debit air maksimum didapat dicari yaitu:

$N_m = 30,42watt$

Dengan daya mekanis maksimum turbin, maka debit air maksimum bisa didapat dengan menggunakan energi kinetik yaitu:

$E_k = 30,42watt$

Maka :

$m = 20,565 \frac{kg}{det}$

III.4 Perencanaan Bantalan

Bantalan yang direncanakan adalah single row deep groove ball bearing seri 2

- Daya yang hilang (akibat gesekan)

$= 9,9371 \times 10^{-5} HP$

- Umur bantalan

$L_{10} = \left(\frac{1180}{10}\right)^3 \left(\frac{10^6}{60.111}\right) jam$
 $= 519861373,5 jam \approx 520 \times 10^6 jam$

III.5. Luasan blade turbin (A_{sudu})

Dengan mengetahui jari pada sudu, maka luasan dari sudu dapat dihitung dari persamaan :

Dimana :

$$r : 86 \text{ mm} = 0,086 \text{ m}$$

$$L : 500 \text{ mm} = 0,5 \text{ m}$$

$$A_{\text{sudu}} = 0,09\text{m}^2$$

III.6. Perhitungan Roda Gigi

Dalam perhitungan perencanaan roda gigi ini, data-data yang diketahui sebagai berikut:

- Putaran (n) = 111 rpm
- Daya (N) = 112,64 watt
- Diameter roda gigi 1 (d_1) = 645 mm
- = 25,39 in
- Diameter roda gigi 2 (d_2) = 50 mm
- = 1,96 in
- Asumsi : sudut kontak = 159°

- Rasio dari diameter roda gigi

$$n_2 = \frac{645}{50} \times 111$$

$$n_2 = 1430\text{rpm}$$

IV. Kesimpulan

hasil Perencanaan Turbin *Impulse crossflow* Dengan Alternator 12 Volt 0,5 Ampere adalah bahwa alat ini dapat membantu masyarakat yang jauh dari jangkauan energi listrik dan sebagai alternatif, PT.PLN (Persero) selaku lembaga resmi yang ditunjuk oleh pemerintah untuk mengelola masalah kelistrikan di Indonesia, sampai saat ini masih belum dapat memenuhi kebutuhan masyarakat akan energi listrik secara keseluruhan. Maka dari hasil perhitungan diatas didapatkan:

Energi aliran air.

- Energi potensial = 48,94 watt
- Energi kinetik = 6,08 watt

Daya mekanis turbin

- $N_m = 6,08\text{watt}$

Poros.

- Pengecekan pada poros aman karena τ_{max} lebih kecil dari pada Syp
 $= 10639599\text{kg/m}^2 \leq 121347776 \text{ kg/m}^2$
- Torsi maksimum = $68,703\text{Nm}$

Bantalan.

- Jenis bantalan = *single row deep groove ball Bearing seri 2*
- Diameter dalam bantalan
- = 0,47 in = 12 mm
- Lebar bantalan
- = 0,3937 in = 10 mm

- Daya yang hilang
- = $9,9 \times 10^{-5}$
- Umur bantalan
- = 520×10^6 jam

Luasan per blade.

$$A_{\text{blade}} = 0,09\text{m}^2 = 90\text{mm}^2$$

Penghargaan

Ucapan terima kasih untuk Direktur Politeknik Gorontalo dan untuk Dewan Redaksi Jurnal Technopreneur atas kerjasama dan perhatian.

Daftar Pustaka

- A. D. Deutsman, “*Machine Design Theory and Practice*”, Macmilan Publishing, New York, 1975.
- G. Takeshi Sato, N. Sugiarto H, “*Menggambar Mesin Menurut Standar ISO*”, PT. PRADNYA PARAMITA, Jakarta, 1992
- Skripsi, Edi Santoso. “*Perencanaan dan Rancang Bangun Alat Perajang Tembakau Dengan Mata Pisau Silinder Alur*”, Surabaya, 2007.
- Sularso, Ir., Kiyokatsu Suga, “*Dasar Perencanaan dan Pemilihan Mesin*”, PT. PRADNYA PARAMITA, Jakarta, 1997.
- Wayan Berata, “*Elemen Mesin I dan II*”, Jurusan Teknik Mesin, F T I ITS, Surabaya, 1986.
- Skripsi, Umngelo Rusdiansyah. “*Perencanaan Kincir Angin Sumbu Horizontal Tipe Multi Blade*”, Surabaya, 2007.