

Pengaruh Beban Terhadap Putaran Turbin Helikal Untuk Pembangkit Tenaga Listrik

Antonius FA Silaen¹

Abstract

Water turbine is a tool to convert kinetic energy into mechanical energy. This mechanical energy is converted into electrical energy by a generator. In a power generation system, water turbine is one of the main equipment in addition to the generator. This turbine is suitable for use on the free flow of kinetic energy to extract stream flow and irrigation. Testing water turbines that turn helical load-change, testing is performed at the irrigation flow Kemumu Village North Bengkulu. The results on the influence of the load on the turbine wheel helical water, the results are the combined data graph style ΔF against helical turbine rotation Figure 4.8 chart graph style combined the data processing, graph 4.8 shows the experimental research for smaller burden lies on the table load 4.3, a turbine wheel is smaller than 4.4 research while at the load force (ΔF) below the turbine rotation looks bigger than research 4.4 greater than studies 4.3

Keywords: Load flip-turns, Turbine Air helical

Latar Belakang

Turbin air Helikal lebih banyak dibandingkan dengan kincir air, turbin air helikal mempunyai keuntungan ruangan yang diperlukan lebih kecil atau lebih kompak dapat beroperasi dengan kecepatan lebih tinggi mampu membangkitkan daya yang lebih besar dengan ukuran yang relatif kecil mampu memanfaatkan beda ketinggian permukaan air dari yang sangat rendah sampai yang ekstrim tinggi dan dapat bekerja terendam didalam air atau mempunyai efisiensi yang relatif lebih baik dapat dikonstruksikan dengan poros mendatar maupun tegak.

Listrik merupakan kebutuhan pokok yang sangat penting pada jaman modern, adapun langkah-langkah yang harus di hadapi adalah bagaimana caranya mempermuda masyarakat pedesaan mendapatkan energi listrik.

Pemanfaatan sumber energi terbarukan sebagai solusi upaya untuk dapat mengalirlistrik di daerah-daerah terpencil yang belum mendapatkan aliran listrik oleh PLN. Sebagai solusinya difokuskan untuk rancang bangun turbin air helikal sekala kecil untuk pembangkit listrik tenaga mikrohidro (PLTMH).

Irigasi merupakan salah satu sumber energi air yang masi banyak belum termanfaatkan untuk pembangkit listri tenaga mikrohidro (PLTMH), irigasi mempunyai potensi-potensi alam yang mudah dimanfaatkan masyarakat sekitarnya dan irigasi memiliki aliran air yang konstan untuk

membuat pembangkit listrik tenaga mikrohidro, pemanfaatan energi terbarukan di aliran air pada irigasi dapat membantu untuk menyelamatkan lingkungan dari pencemaran lingkungan yang diakibatkan pemakain bakar fosil

Berdasarkan latar belakang masalah, maka permasalahan dirumuskan dalam penelitian ini adalah Pengaruh beban terhadap putaran turbin sesuai beban yang berubah-berubah pada turbin air helical bahan.

Tinjauan Pustaka

Pengertian Turbin Air Secara Umum

Aliran air dari sungai mempunyai energi kinetik yang dapat dimanfaatkan untuk menggerakkan turbin air. Turbin air adalah turbin dengan media kerja air. Secara umum, turbin air merupakan alat untuk mengubah energi kinetik menjadi energi mekanik. Energi mekanik ini akan diubah menjadi energi listrik oleh generator. Dalam suatu sistem pembangkit listrik, turbin air merupakan salah satu peralatan utama selain generator.

Energi kinetik ini diubah menjadi energi mekanik dan kemudian dirubah menjadi energi listrik. Air yang mengalir melalui turbin yang menggerakkan generato untuk menghasilkan energi listrik. Turbin air dengan media kerja air, yang terdiri dari poros dan sudut-sudut atau *stationary blade*, ikut berputar bersama poros dan berfungsi mengarahkan aliran fluida.sedangkan sudu putar atau *rotary blade*, mengubah arah dan kecepatan aliran fluida sehingga timbul gaya yang memutar poros.

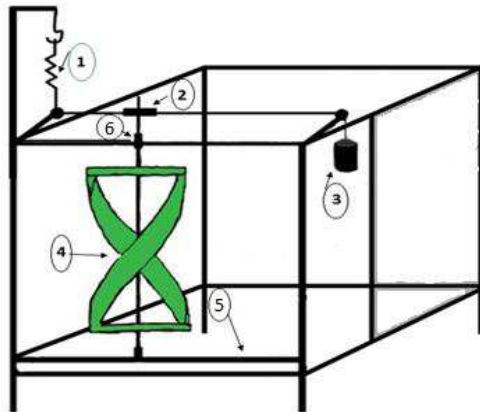
¹Dosen Fak. Teknik Jur. T.Mesin UNHAZ Bengkulu

Kelebihan Turbin Air Helikal

1. Dibandingkan dengan pembangkit listrik jenis yang lain, turbin air helikal cukup murah dikarenakan energi alam.
2. Memiliki konstruksi yang sederhana dan dapat dioperasikan didaerah terpencil dengan tenaga terampil penduduk daerah setempat dengan sedikit latihan.
3. Tidak menimbulkan pencemaran.
4. Dapat dipadukan dengan program lainnya seperti irigasi dan perikanan.
5. Dapat mendorong masyarakat agar dapat menjaga kelestarian hutan sehingga ketersediaan air terjamin.
6. Turbin air helikal dapat dibuat dengan skala kecil.

Rangka Turbin Air Helikal

1. Turbin air helikal
- Turbin air helikal yang digunakan adalah turbin air helikal tanpa menggunakan sudu pengarah, diameter (d) = 300 mm, menggunakan 3 (tiga) buah sudu *Gorlov* NACA 0020 dengan Panjang (L) = 500 mm dan bahan sudu terbuat dari kayu dan dicat



Gambar 2.1 Rangka turbin air helika

Keterangan :

1. Neraca pegas
2. Puli
3. Bandul atau beban
4. Sudu helikal
5. Rangka turbin
6. Poros turbin

Potensi Daya Air

Energi air merupakan energi terbarukan antara lain adalah energi potensial, energi kinetik, dan energi mekanik. Untuk memanfaatkan energi air energi ini harus dikonversikan melalui turbin gorlov helikal vertikal dengan tiga sudu, yang mempengaruhi besarnya energi air yang diteransfer melalui sudu turbin. Dimana energi air ditentukan oleh besarnya luas penampang sudu, density air dan kecepatan arus fluida dalam hal ini dapat dilihat pada persamaan energi kinetik dibawah ini :

$$E_k = \frac{1}{2} m v^2 \quad (1)$$

Keterangan :

E_k = Energi Kinetik (Watt)

m = Masa Aliran fluida (kg/s)

v = Kecepatan Arus Air (m/s)

Laju aliran volume persatuan waktu

$$V = v \cdot A \quad (2)$$

Keterangan,:

V = Volume Aliran Fluida (m^3/s)

v = Kecepatan arus air (m/s)

A = Luas penampang (m^2)

aliran massa dipengaruhi oleh density air ρ maka :

$$M = \rho \cdot v \cdot A \quad (3)$$

Keterangan :

m = Massa aliran fluida (kg)

ρ = Density air (kg/m^3)

v = Kecepatan arus air (m/s)

A = Luas penampang (m^2)

persamaan 1 dan 3 disubstitusikan energi kinetik dan aliran massa yang melewati suatu penampang sudu A sebagai energi P adalah :

$$P = \frac{1}{2} \rho A v^3 \quad (4)$$

Keterangan :

P = Daya yang tersimpan pada air (Watt)

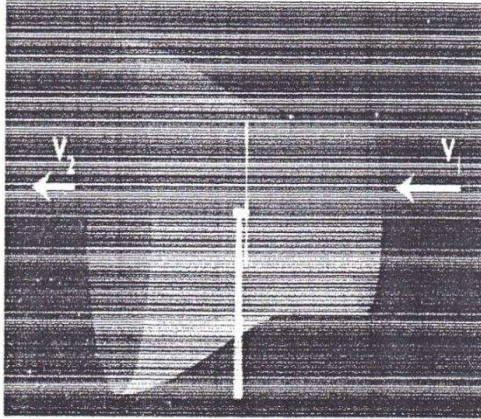
v = Kecepatan arus air (m/s)

ρ = Density air (kg/m^3)

Teori Momentum Elementer Betz

Teori elementer betz menunjukkan nilai maksimum dari energi kinetik fluida menjadi energi poros, yang dapat dikonversikan oleh sistem konversi fluida. Betz mengasumsikan jika tidak ada perubahan aliran massa fluida, maka kecepatan fluida setelah melewati alat

konversi maka kecepatan fluida akan menurun. Pada saat yang bersamaan luas penampang yang dilewati oleh fluida menjadi lebih besar sesuai dengan persamaan kontinuitas aliran fluida, hal ini dapat dilihat pada gambar dibawa ini



Gambar .2.2 Perubahan penampang aliran fluida

tanda notasi 1 dan notasi 2 sisi masuk dan keluar pada kecepatan aliran turbin, maka daya mekanik merupakan fungsi kerja dari alat konversi energi, sama besar dengan selisih energi kinetik fluida sebelum dan sesudah alat konversi fluida.

$$P = \frac{1}{2} \rho A_1 v_1^3 - \frac{1}{2} \rho A_2 v_2^3 = \frac{1}{2} \rho (A_1 v_1^3 - A_2 v_2^3) \text{ (Watt)}$$

persamaan kontinuitas di dapat

$$\rho A_1 v_1 = \rho A_2 v_2 \text{ (kg/s)}$$

maka

$$P = \frac{1}{2} \rho v_1 A_1 (v_1^2 - v_2^2) \text{ (Watt)}$$

Atau

$$P = \frac{1}{2} m (v_1^2 - v_2^2) \text{ (Watt)}$$

persamaan diatas jelas daya akan maksimum apabila kecepatan keluar (v_2) bernilai sama dengan nol, berarti aliran fluida berhenti setelah melewati alat konversi energi maka hal ini tidak sesuai dengan hukum fisika. Oleh karena itu di pakai rasio numeris v_2/v_1 yang dapat menghasilkan daya maksimum.

Untuk mendapatkan gaya mekanik dari alat konversi energi dengan memakai hukum

kekakalan momentum, maka gaya pada bidang alat konversi energi dapat menggunakan persamaan

$$F = m (v_1 - v_2) \text{ (Newton)}$$

Keterangan :

F = Gaya dorong (N)

V_1 = Kecepatan aliran fluida masuk alat konversi (m/s)

v_2 = Kecepatan aliran fluida keluar alat konversi (m/s)

Maka daya yang diperoleh dari aliran air adalah

$$P = F \cdot v^1 = m (v_1 - v_2) v^1 \text{ (Watt)}$$

Energi mekanik yang dapat dimanfaatkan dari aliran fluida berasal dari selisih energi mekanik yang memasuki alat konversi energi dengan energi mekanik yang keluar dari alat konversi energi. Begitu juga dengan daya dorong dan kecepatan aliran pada alat konversi energi, sehingga daya yang dapat dimanfaatkan adalah :

$$P = \frac{1}{2} m (v_1^2 - v_2^2) = m(v_1 - v_2)v^1 \text{ (Watt)}$$

Kecepatan rata - rata aliran melalui alat konversi energi sebanding dengan v_1 dan v_2

$$v^1 = (v_1 + v_2)/2 \text{ (m/s)}$$

Sedangkan aliran fluida

$$M = A v^1 = \frac{1}{2} \rho A = (v_1 + v_2) \left(\frac{kg}{s}\right)$$

Dengan demikian daya mekanik yang di hasilkan oleh alat konversi energi adalah

$$P = \frac{1}{4} \rho A (v_1^2 - v_2^2) (v_1 + v_2) \text{ (Watt)}$$

Daya dari aliran fluida yang melewati luas penampang A, yang tidak menghasilkan daya mekanik. Daya tersebut adalah :

$$P_o = \frac{1}{2} \rho A v_1^3 \text{ (Watt)}$$

Rasio daya mekanik yang dihasilkan oleh alat konversi energi dengan daya keluaran teoritis, biasa disebut dengan faktor daya :

$$C_p = \frac{P}{P_o} = \frac{\frac{1}{4} \rho A (v_1^2 - v_2^2) (v_1 + v_2)}{\frac{1}{2} (\rho A v_1^3)}$$

Atau :

$$C_p = \frac{1}{2} \left(1 - \left(\frac{v_2}{v_1}\right)^2\right) \left(1 + \frac{v_2}{v_1}\right)$$

Dari persamaan diatas terlihat bahwa faktor daya hanya dipengaruhi rasio antara kecepatan

aliran fluida sebelum dan sesudah melalui alat konversi energi.

Tip Speed Rasio (TSR)

Tip Speed Rasio adalah faktor daya yang menjadi tergantung pada rasio antara alat energi dari gerak rotasi dan translasi pada arus fluida. Rasio ini ditunjukkan oleh kecepatan tangensial dari sudu turbin helikal terhadap kecepatan aksial fluida, dapat dilihat pada persamaan ini :

$$\lambda = \frac{u}{v_w}$$

Dengan :

λ = Tip speed rasio

u = Kecepatan tangensial (m/s)

v = Kecepatan aliran air (m/s)

Aerfoil

Geometri sudu berbentuk airfoil mempunyai beberapa variabel geometris. Airfoil digunakan terutama untuk menghasilkan gaya lift yang bekerja pada turbin angin ataupun air agar dapat berputar. Saat ini salah satu referensi untuk pemilihan airfoil yang populer adalah profil airfoil yang dibuat oleh National Advisory committee for Aeronautics (NACA). Pengujian yang dilakukan NACA lebih sistematis dengan membagi pengaruh efek kelengkungan dan distribusi ketebalan atau thickness serta pengujian yang dilakukan pada bilangan Reynold. Airfoil NACA mempunyai parameter-parameter dalam bentuknya.

Ukuran sudu dibentuk berdasarkan desain airfoil dari NACA 4-digit (Classens, M.C, 2006), dapat dihitung dengan persamaan :

1. Distribusi fungsi ketebalan

$$T(x) = \left(\frac{t}{0,2}\right) (0.2969\sqrt{x} - 0.1260x - 0.3516x^2 + 0.2843x^3 + 0.1015x^4)$$

Keterangan :

t = rasio ketebalan airfoil (dibuat sama dengan 15% sampai dengan 20% dari panjang chord

x = posisi di sepanjang chord

2. Garis chamber

$$Z(x) = 0.2969$$

$$[(0.1260 - 1)x^3 - 0.1260x^2 + x]$$

$$Z_{upper}(x) = Z(x) + \frac{1}{2} T(x)$$

$$Z_{lower}(x) = Z(x) - \frac{1}{2} T(x)$$

2. Panjang busur

$$L = f_B \cdot \pi \cdot D_1 = \frac{\phi^\circ}{360^\circ} \cdot \pi \cdot D_1 \text{ (m)}$$

Dengan ϕ° adalah sudut yang dibentuk antara sudu satu dan

$$Q = B \cdot L \cdot C_1 \cdot \sin \alpha_1$$

Kelengkungan dan didistribusi ketebalan (*thickness*) serta pengujian yang dilakukan pada berbagai nilai bilangan Reynolds.

Parameter – parameter yang telah ditentukan menurut standar NACA adalah :

1. Camber maksimum *f* atau rasio camber (*f/c*) dalam persen, sebagai kelengkungan maximum diatas garis tengah (*median line*)

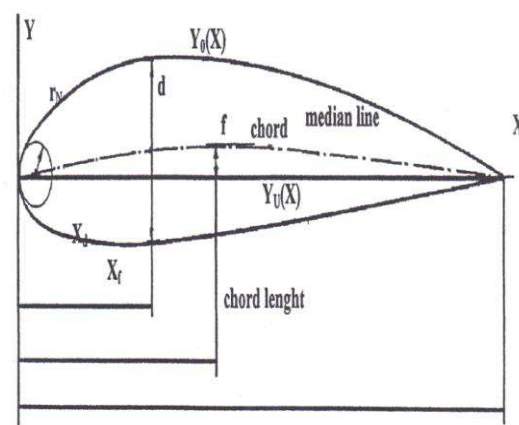
2. Posisi maksimum camber (x_f)

3. Panjang *chord* (*c*)

4. Radius *nose* (r_N)

5. Posisi maksimum ketebalan (x_d)

6. Ketebalan maksimum hidrofoil *d*, atau rasio ketebalan dari panjang *chord* (*d/c*) dalam persen



Gambar 2.3 Parameter geometri airfoil NACA (Hau, 2006)

Persamaan menentukan kordinat airfoil menurut NACA adalah :

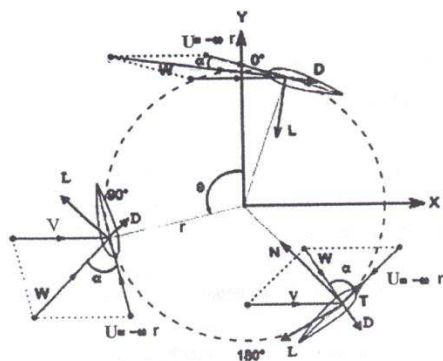
$$y_t = \frac{t}{0,2} (0.2969x^{0,5} - 0.1260x - 0.3516x^2 + 0.2843x^3 - 0.1015x^4) \quad (25)$$

Persamaan untuk garis *camber* di bagi menjadi bagian – bagian kedua sisi titik posisi *camber* maksimum (s), menghitung posisi gardien garis *camber* airfoil juga diperlukan. Sebagai contoh NACA 2415, jika jumlah *airfoil* adalah NACA MSXX, maka M adalah *camber* maksimum dibagi 100. Dalam contoh M = 2 sehingga *camber* adalah 0,02 atau 2% dari *chord*, S adalah posisi *camber* maksimum di bagi dengan 10. Dalam contoh S = 4 sehingga *camber* maksimum pada 0,4 atau 40% dari *chord*. XX adalah ketebalan dibagi dengan 100. Dalam contoh XX = 15 sehingga ketebalan (*thickness*) adalah 0,15 dari panjang *chord*.

Prinsip Kerja Turbin Air Helikal

Prinsip kerja turbin air helikal ditunjukkan pada sudu turbin ini pada umumnya adalah berbentuk *airfoil simetris* yang memenuhi standar NACA.

Air dengan kecepatan V menabrak sudu mengakibatkan *lift* yang merupakan gaya tangensial yang membentuk torsi agar turbin berputar. Turbin akan berputar dengan kecepatan U dan akibat kedua gerak ini terdapat gerak relative W . arah *lift* akan tegak lurus dengan arah kecepatan relatif. *Lift* (L) inilah yang menimbulkan torsi pada rotor turbin sehingga turbin dapat berputar. Sedangkan *Drag* (D) gaya hambat dari sudu untuk bergerak



Gambar 2.4 Diagram kecepatan turbin air sumbu pertikal (Hau, 2006)

Diagram kecepatan yang digunakan pada turbin air sumbu vertikal merupakan

pendekatan dari turbin udara sumbu vertikal seperti yang terlihat pada gambar dimana resultan vektor kecepatan (W) merupakan jumlah dari vektor kecepatan fluida (V) dan vektor kecepatan sudu (U) dimana :

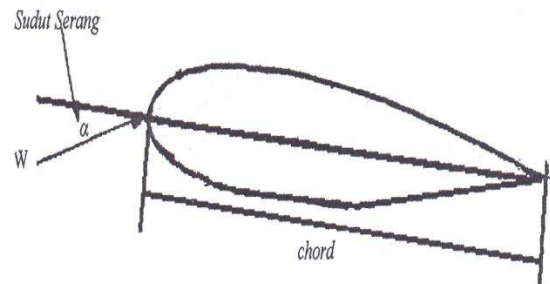
$$\vec{W} = \vec{V} + (-\vec{\omega} \times \vec{r})$$

gambar digram kecepatan pada gambar, dihasilkan kecepatan yang bervariasi yaitu kecepatan maksimum pada $\theta = 0^\circ$ kecepatan minimum pada $\theta = 180^\circ$ pertimbangan – pertimbangan geometris resultan kecepatan vektor adalah :

$$W = V\sqrt{1 + 2\lambda \cos \theta + \lambda^2}$$

Dan sudut serang α dihitung sebagai berikut :

$$\alpha = \tan^{-1}\left(\frac{\sin \theta}{\cos \theta + \lambda}\right)$$



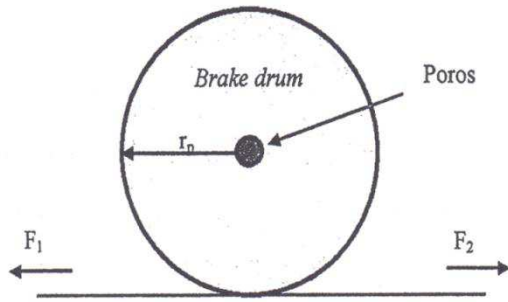
Gambar 2.5 sudut serang

Sudut serang atau *angle of attack* (α) adalah sudut yang berbentuk antar garis *chord* dan arah kecepatan air relative.

Torsi dan Daya Turbin

Pada penelitian ini pengukuran torsi akan dilakukan dengan menggunakan prinsip pengereman dengan tali/*rope brake*. Pengereman dengan menggunakan tali merupakan sistem gaya tertutup, yang terdiri dari tali dan *brake drum*.

Tali dililitkan pada *brake drum* dalam satu putaran, kedua gaya F_1 dan F_2 terjadi akibat gesekan yang terjadi antara tali dan *brake drum*. Gaya gesekan yang bekerja pada keliling *brake drum* menimbulkan torsi yang mengaju ke titik tengah *brake drum*.



Gambar 2.6 Prinsip pengukuran torsi.

Dengan mengetahui radius dari *brake drum* maka torsi dapat di hitung dengan menggunakan persamaan :

$$T = \Delta F \cdot \Delta R = (F_2 - F_1) \cdot \frac{(d_b + d_t)}{2}$$

Selanjutnya dari persamaan kita dapat mengetahui daya turbin (P_{turbin} (Watt)) dengan menggunakan persamaan :

$$P_{turbin} = T \cdot \omega$$

$$\omega = \frac{2\pi n}{60} \text{ (rad/s)}$$

Metode Peneliitian

Tempat dan waktu Penelitian

Tempat penelitian dilakukan di Bendungan Irigasi Bengkulu Utara dilakukan pada bulan mei 2015

Bahan dan Alat

Bahan dan peralatan yang digunakan dalam penelitian ini adalah sebagai berikut

1. Tachometer

Tachometer adalah salah satu alat ukur penelitian yang fungsinya untuk menentukan besaran putaran (rpm) poros turbin helikal



Gambar 3.1 Tachometer

2. Currentmeter

Currentmeter /flowmeter adalah fungsinya untuk mengukur laju aliran air pada irigasi



Gambar 3.2

Currentmeter

3. Timbangan digital (neraca pegas)

Timbangan digital (neraca pegas) dengan kapasitas = 10000 gram yang fungsinya untuk mengukur gaya pada turbin helikal.



Gambar 3.3 Timbangan digital

4. Tali

Tali yang digunakan berfungsi untuk pengereman pada brake drum

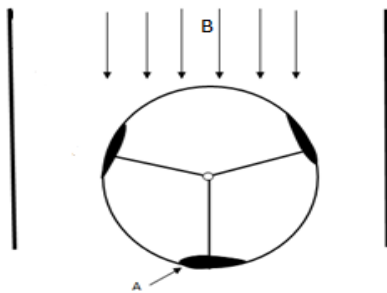
5. Beban pemberat pada pengereman

Prosedur Penelitian

Langkah-langkah yang dilakukan pada penelitian ini untuk mendapatkan data yang diperlukan antara lain :

- 1 Mengukur kecepatan aliran air di irigasi
Untuk mengukur kecepatan aliran air di irigasi dengan menggunakan currentmeter/flowmeter. Aliran air pada irigasi dianggap konstan karena pada irigasi dipasang pintu air sehingga kecepatan aliran air dan kedalaman air selama penelitian dianggap konstan

- 2 Turbin yang digunakan dalam penelitian pertama adalah turbin air helikal tanpa sudu pengarah
- 3 Pengujian untuk mendapatkan data.
 - Redamkam turbin helikal pada aliran air di irigasi
 - Saat turbin helikal telah berputar konstan, hitung putaran turbin tanpa beban dengan menggunakan tachometer
 - Beri beban dan hitung putaran turbin helikal dan ukur gaya beban pada neraca pegas.
 - Tambah beban secara berangsur-angsur sampai turbin berhenti berputar, dengan catatan setiap penambahan beban diukur pada neraca pegas dan beban pemberat



Gambar 3.4 Turbin helikal

Keterangan :Q

- A. = Sudu helikal turbin
 b = Aliran air.

Variabel Penelitian

Data yang didapat pada pengujian adalah data primer karena langsung diambil saat praktek dilapangan. Data primer tersebut adalah antara lain :

1. Kecepatan aliran air (v m/s)
2. Putaran poros turbin (n rpm)
3. Gaya pada neraca pegas (gram)
4. Berat pembebanan (gram)

Data dapat di hitung dengan persamaan dibawah ini :

- 1 Gaya yang terjadi pada poros
 $\Delta F = (F_{\text{pega}} - F_{\text{beban}}) \text{ g (N)}$
- 2 Torsi tiap titik pembebanan

$$T = \Delta F \left(\frac{d_{\text{pulii}} - d_{\text{tali}}}{2} \right) \text{ Nm}$$

- 3 Kecepatan sudut

$$\omega = \frac{2 \pi n}{60} \text{ (rad/s)}$$

- 4 Daya turbin helikal

$$P_t = T \cdot \omega \text{ (Watt)}$$

- 5 Daya air

$$P_{\text{air}} = 0,5 \rho A v^3 \text{ (Watt)}$$

- 6 Koefisien Daya

$$C_p = \frac{P_{\text{turbin}}}{P_{\text{air}}}$$

- 7 Efisien Turbin

$$\eta_t = C_p \times 100 \%$$

- 8 Kecepatan Tangensial sudu

$$U_{\text{rotor}} = \frac{\pi d n}{60} \text{ (m/s)}$$

- 9 Tip peed ratio (λ)

$$\lambda = \frac{U_{\text{rotor}}}{v_{\text{air}}}$$

- 10 Koefisien torsi

$$C_T = \frac{T}{0,5 \rho A v^3 r} = \frac{C_p}{\lambda}$$

Hasil Pembahasan dan Pengujian

Untuk mendapatkan data yang baik, maka perlu dilakukan penelitian selama 2 hari. Untuk hari pertama dilakukan pengukuran terhadap saluran irigasi Klasifikasi saluran air terbuka aliran tetap seragam cocok untuk tempat penelitian, kecepatan aliran dan debit air konstan karena tidak ada perubahan ketinggian selang waktu penelitian.

- a. Lebar permukaan air bagian atas = 155 cm
- b. Kedalaman air = 55 cm
- c. Lebar permukaan bawah saluran = 105 cm
- d. Laju Aliran air

Melakukan pengukuran kecepatan air sesuai saluran irigasi disetiap titik dimana dilakukan pengujian turbin gorlov helikal, alat untuk menentukan kecepatan air currentmeter dapat dilihat pada tabel dbawah ini :

Alat yang diuji



Gambar 4.1 Sudu turbin helikal

Dalam hal ini data-data yang dapat dihasilkan dari pengujian diantara lain :

- Tabel tanpa sudut pengarah dengan beban yang pertama
- Tabel tanpa sudu pengarah dengan beban yang kedua

Dalam hal ini data-data yang dapat dihasilkan dari pengujian diantara lain :

- Tabel tanpa sudut pengarah dengan beban yang pertama
- Tabel tanpa sudu pengarah dengan beban yang kedua

Tabel.4.1.data penelitian turbin air helikal percobaan yang pertama

No	F. pegas (kgf)	F. beban (kgf)	V air (m/s)	N (rpm)
1	0	0	1.25	160
2	0.985	0.25	1.25	152
3	2	0.315	1.25	145
4	2.47	0.325	1.25	135
5	3.375	0.335	1.25	123
6	4.34	0.275	1.25	110
7	4.575	0.15	1.25	105
8	4.875	0.16	1.25	103
9	4.89	0.14	1.25	102

10	5.38	0.365	1.25	98
11	6.14	0.27	1.25	88
12	8.065	0.265	1.25	60
13	8.932	0.315	1.25	30
14	10.2	0.385	1.25	0

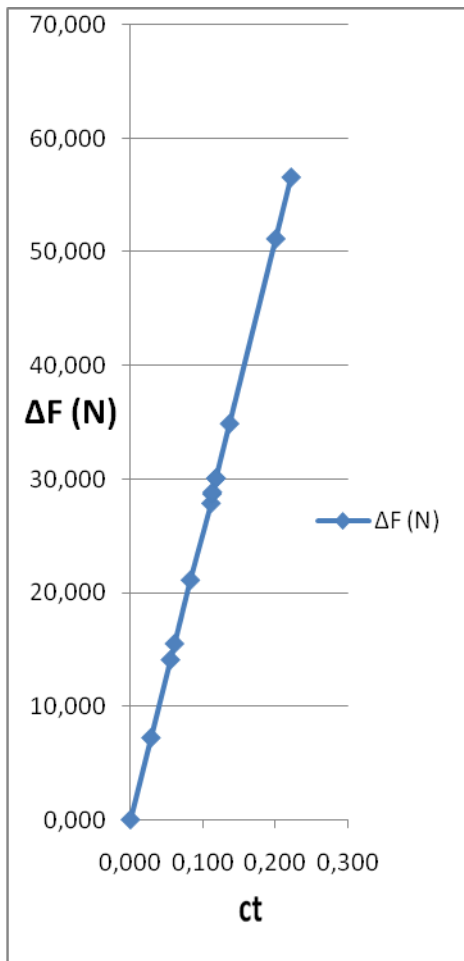
Tabel.4.2.data penelitian turbin air helikal percobaan yang kedua

No	F. pegas (kgf)	F. beban (kgf)	V air (m/s)	N (rpm)
1	0	0	1.25	136
2	0.785	0.215	1.25	134
3	1.475	0.28	1.25	130
4	2.27	0.29	1.25	126
5	3.175	0.3	1.25	115
6	4.14	0.24	1.25	105
7	4.375	0.115	1.25	98
8	4.675	0.125	1.25	95
9	4.69	0.105	1.25	94
10	5.18	0.33	1.25	90
11	5.94	0.235	1.25	86
12	7.865	0.23	1.25	60
13	8.732	0.28	1.25	35
14	9.758	0.25	1.25	0

Analisa untuk turbin gorlov helikal

Gaya (ΔF) terhadap koefisien torsi (CT)

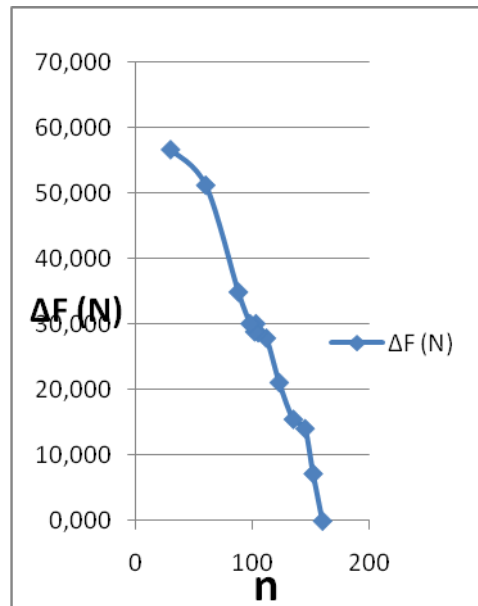
Data tabel 4.3 (terlampir) gaya (ΔF) diplotkan terhadap koefisien torsi (CT) didapatkan gambar grafik 4.2 dibawah ini dari gambar grafik menunjukan titik maksimum gaya (ΔF) = 56.574, dan titik koefisien torsi pada titik maksimum (CT)= 0.222 gambar grafik dibawah ini menunjukan gaya (ΔF) dan koefisien torsi (CT) mempunyai hubungan meningkat secara linier.



Gambar 4.2 Grafik gaya (ΔF) terhadap koefisien torsi (CT)

Gaya (ΔF) terhadap putaran turbin

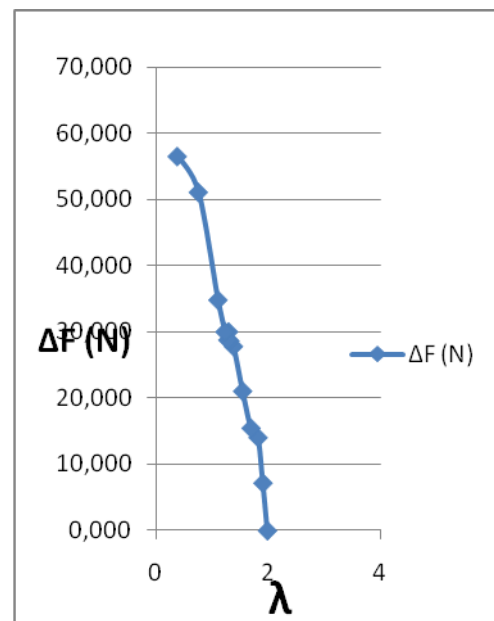
Data tabel 4.3 hasil perhitungan data-data (terlampir) Gaya (ΔF) diplotkan terhadap putaran turbin menghasilkan gambar grafik 4.3 dibawah ini dari gambar grafik menunjukan titik maksimum berada pada titik gaya (ΔF) = 56.574, putaran turbin terjadi pada kondisi minimum (n) = 30 gaya (ΔF) akan terus turun sampai dengan nol, sedangkan putaran turbin akan berubah-berubah hingga (n) = 160 rpm



Gambar 4.3 Grafik gaya ΔF terhadap putaran turbin.

Gaya (ΔF) terhadap Tip speed ratio (λ)

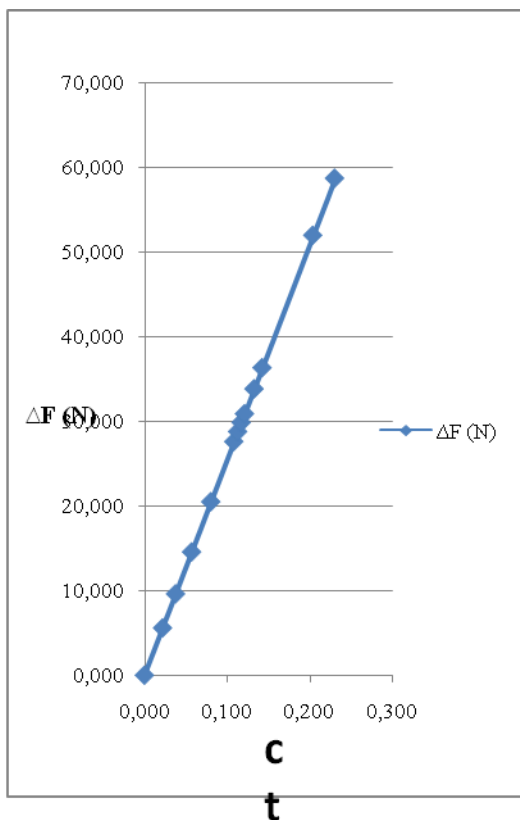
Data tabel 4.3 hasil perhitungan data-data (terlampir) gaya (ΔF) diplotkan terhadap tip speed ratio (λ) menghasilkan gambar grafik 4.4 dibawah ini dari gambar grafik nilai gaya (ΔF) maksimum = 56.574, dimana tip speed ratio (λ) = 0.377 merupakan puncak gaya (ΔF), turun mengikuti titik-titik sampai pada nilai nol sedangkan tip speed ratio (λ) naik mencapai pada harga maksimum 1.989.



Gambar 4.4 Grafik gaya (ΔF) terhadap tip speed ratio (λ)

a. Gaya (ΔF) terhadap koefisien torsi (CT)

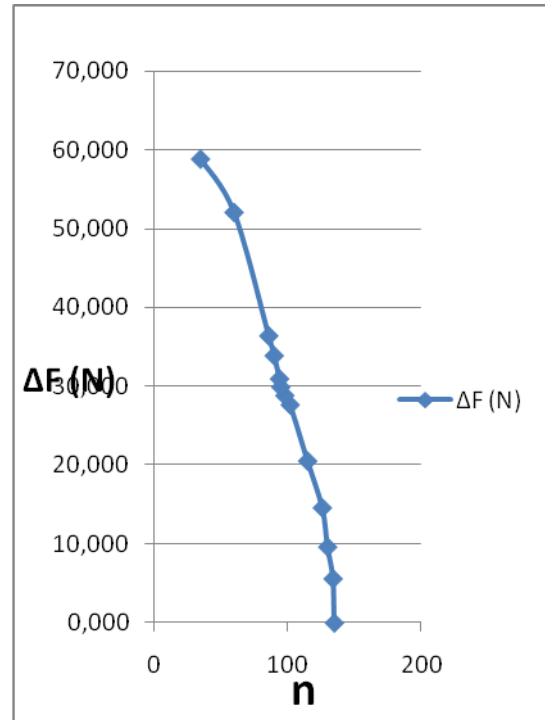
Data tabel 4.4 hasil perhitungan data (terlampir) gaya (ΔF) diplotkan terhadap koefisien torsi (CT) menghasilkan gambar grafik 4.5 dibawah ini dari gambar grafik menunjukan harga maksimum gaya (ΔF) = 58.732, dimana koefisien torsi terjadi pada harga maksimum (CT)= 0.231 gambar grafik dibawah ini menunjukan gaya (ΔF) dan koefisien torsi (CT) mempunyai hubungan meningkat secara linier.



Gambar 4.5 Grafik gaya (ΔF) terhadap koefisien torsi (CT)

b. Gaya (ΔF) terhadap putaran rotor

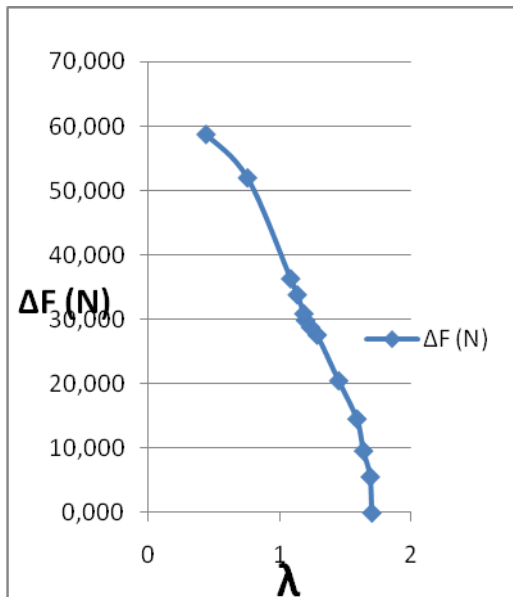
Data tabel 4.4 hasil perhitungan data-data (terlampir) Gaya (ΔF) diplotkan terhadap putaran turbin menghasilkan gambar grafik 4.6 dibawah ini dari gambar grafik menunjukan titik maksimum berada pada harga gaya (ΔF) = 58.732 putaran turbin terjadi pada harga minimum (n) = 35, gaya (ΔF) akan berkurang harganya mencapai nilai minimum sedangkan putaran turbin akan berubah harganya naik mencapai putaran maksimum (n) =136 rpm.



Gambar 4.6 Grafik gaya (ΔF) terhadap putaran turbin

c. Gaya (ΔF) terhadap Tip speed ratio (λ)

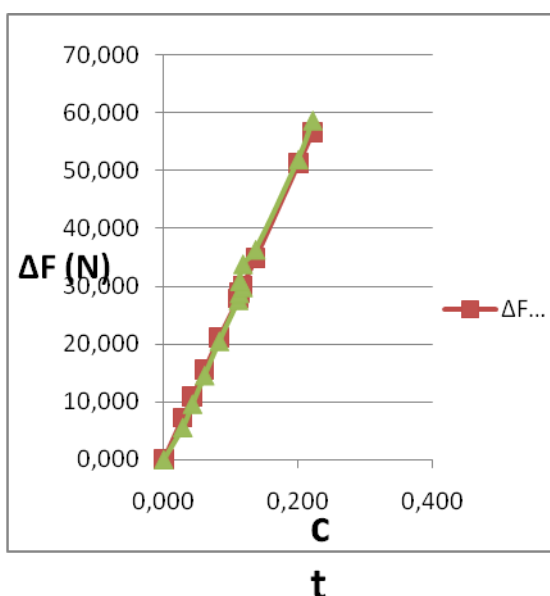
Data tabel 4.4 hasil perhitungan data-data (terlampir) gaya (ΔF) diplotkan terhadap tip speed ratio menghasilkan gambar grafik 4.7 dibawah ini dari gambar grafik nilai gaya (ΔF) maksimum menunjukan = 58.732 tip speed ratio (λ) terjadi pada harga (λ) = 0.4396 gaya (ΔF) menurun sampai pada titik nol sedangkan tip speed ratio (λ) naik mencapai pada harganya maksimum =1.6956.



Gambar 4.7 Grafik gaya (ΔF) terhadap tip speed ratio (λ)

d. Grafik gabungan gaya (ΔF) terhadap koefisien (CT)

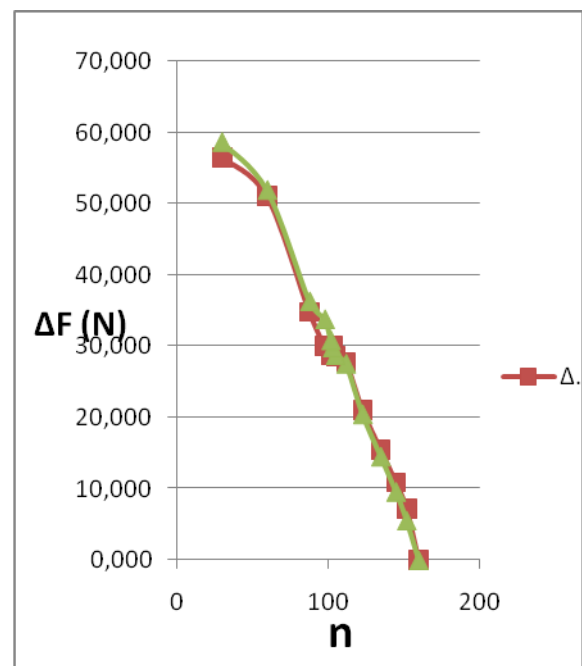
Gambar grafik 4.8 dibawah ini menunjukkan grafik gabungan gaya (ΔF) hasil pengolahan data, grafik 4.8 memperlihatkan pada percobaan penelitian tabel beban 4.3 untuk beban lebih kecil, (CT) nya lebih kecil dari penelitian tabel beban 4.4 sedangkan pada beban gaya (ΔF) dibawah ini maka (CT) perlihatkan tabel beban 4.4 lebih besar dibandingkan penelitian tabel beban 4.3.



Gambar 4.8 garfik gabungan gaya (ΔF) terhadap koefisien torsi (CT)

e. Grafik gabungab gaya (ΔF) terhadap putaran turbin

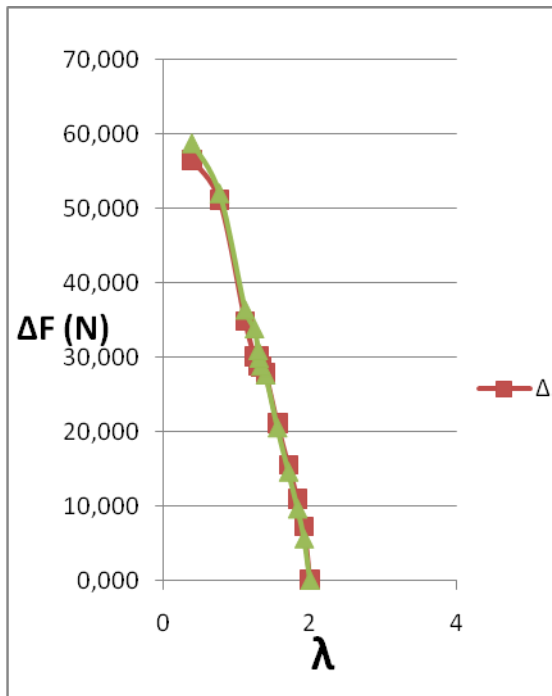
Gambar grafik 4.9 dibawah ini grafik gabungan gaya hasil pengolahan data, grafik 4.9 memperlihatkan percobaan penelitian untuk beban lebih kecil terletak pada tabel beban 4.3, putaran turbin lebih kecil dari penelitian 4.4 sedangkan pada beban gaya(ΔF) dibawah ini maka putaran turbin terlihat 4.4 lebih besar dibandingkan penelitian 4.3



Gambar 4.9 grafik gabungan gaya ΔF terhadap putaran turbin.

f. Grafik gabungan gaya (ΔF) terhadap tip speed ratio (λ)

Menghasilkan grafik gambar 4.10 menunjukkan grafik gabungan hasil pengolahan data grafik 4.10 memperlihatkan percobaan penelitian untuk beban lebih kecil terletak pada 4.3 dan tip speed ratio(λ) lebih kecil dari penelitian 4.4, sedangkan pada beban gaya(ΔF) dibawah ini maka tip speed ratio(λ) terlihat tabel beban 4.4 lebih besar dibandingkan penelitian tabel beban 4.3.



Gambar 4.10 garafik gabungan gaya ΔF terhadap tip speed ratio (λ)

Kesimpulan

Berdasarkan hasil perhitungan dan pengujian yang saya lakukan tentang pengaruh beban terhadap putaran turbin pada turbin air helikal:

1. Grafik gabungan gaya (ΔF) terhadap koefisien (CT)

Gambar garfik 4.8 menunjukkan grafik gabungan gaya (ΔF) hasil pengolahan data, grafik 4.8 memperlihatkan pada percobaan penelitian tabel beban 4.3 untuk beban lebih kecil, (CT) nya lebih kecil dari penelitian tabel beban 4.4 sedangkan pada beban gaya (ΔF) dibawah ini maka (CT) perlihatkan tabel beban 4.4 lebih besar dibandingkan penelitian tabel beban 4.3.

2. Grafik gabungab gaya (ΔF) terhadap putaran turbin

Gambar grafik 4.9 grafik gabungan gaya hasil pengolahan data, grafik 4.9 memperlihatkan percobaan penelitian untuk beban lebih kecil terletak pada tabel beban 4.3, putaran turbin lebih kecil dari penelitian 4.4 sedangkan pada beban gaya(ΔF) dibawah ini maka putaran turbin terlihat 4.4 lebih besar dibandingkan penelitian 4.3

3. Grafik gabungan gaya (ΔF) terhadap tip speed ratio (λ)

Menghasilkan grafik gambar 4.10 menunjukkan grafik gabungan hasil pengolahan data grafik 4.10 memperlihatkan percobaan penelitian untuk beban lebih kecil terletak pada 4.3 dan tip speed ratio(λ) lebih kecil dari penelitian 4.4, sedangkan pada beban gaya(ΔF) dibawah ini maka tip speed ratio(λ) terlihat tabel beban 4.4 lebih besar dibandingkan penelitian tabel beban 4.3

Daftar Pustaka

- Alexander N. Gorban, dkk, Limits of the Turbine Efficiency for Free Fluid Flow, Journal of Energy Resources Technology Copyright 2001 by ASME December 2001 Vol. 123/311.
- Alexander Gorlov, Helical Turbine and Fish Safety, 2010
- Claessens, M.C, The Design and Testing of Airfoil for Application in Small Vertical Axis Wind Turbines, Delft University of Technology, Thesis, 2006.
- Claessens M.C, The Desingn and Testing Of Air foil forApplication in Small Veritical Axis Wind Turbines, Delft University Of Technology, Thesis, 2006
- Daisuke MATSUSHITA, dkk Simplified Structure Of DuctedDarrieus- Tipy Hidro Turbine With Narraw Inteke For Extra- low Head Hydropower Unilization, jounal of Fluid Scienceand Technology, Vol. 3 No. 3 2008
- Erich Hau, Wind Turbines: Fundamentals. Technologies. Aplication economics Berlin, 2005
- Ferhat Kultumus, Aerodinamic Analyses Of Different Wind Turbune blade profiles, Jurnal of Applien Scines 7 (5) : 663-670, 2007 ISSN 1812-5654
- Using a Helical turbine Assembly. Boston : northeastern University
- Gorlov, A. M. Patent no:US6,253, 700 BI. Method for Msintaining Flotation Using a Helical turbine Assembly.

- Boston : northeastern University
Boston : Northeastern University,
2001
- Muhammad A.H dkk studi eksperimen
perancangan turbin air terampung tipe
helikal Blade. Jurnal Penelitian
Enjiniring, Vol. 12 no. 2 hal165-168
2009
- Manabu Takao, dkk Eksperimental Study Of
A Straight – Bladed Vertikal Axis
Wind Turbine With A Diricted Guide
Vane Row 2009
- Miftahudin, studi kelayakan potensi saluran
primer irigasi batang antokan
kecamatan lubuk basung kabupaten
agam untuk merancang bangun
PLTMH. Makala, 2008
- Rusman, 2008 pengujian prototype turbin
girlov sudu Helik, Jurnal Isu
Teknologi STT mandala No. 1 vol.
Desember 2008