

Perancangan Motor Bakar Bensin 4 TAK Dengan Daya 8 HP Digunakan Untuk Perontok Padi

Niharman¹

Abstract

This plan aims to find out a gasoline motor that is produced to be well efficient, data specifications of gasoline motors with motor power of 8.0 HP, motor speed of 2200 Rpm, Diameter x Step 14 cm x 16.8 cm², after planning and this calculation we can find out as follows: Volume cylinder block 230.1 cm², Torsion torque moment 175.3 kg / cm, shaft diameter 5.2 cm. Compression is air pressure which has a very big role in producing engine speed, both temperature and power generated, let us be more careful in planning a motor compression pressure, it is better not to compress too high and not too low, use an appropriate compression system.

Keywords: gasoline fuel motorcycle

Pendahuluan

Perkembangan teknologi yang semakin cepat mendorong manusia untuk selalu mempelajari ilmu pengetahuan teknologi dan seiring perkembangan dan kemajuan di bidang industri terutama dalam bidang permesinan. Bagaimana alat di ciptakan untuk mempermudah dan menambah kenyamanan manusia dalam mencukupi kebutuhannya, salah satunya di bidang otomotif, dalam otomotif kita mengenal berbagai mesin seperti mesin mobil, mesin motor, mesin uap. Mesin – mesin tersebut menggunakan bahan bakar yaitu misalnya bahan bakar bensin dan bahan bakar solar (diesel).

Fungsi mesin adalah untuk mengatur proses mengubah energi yang terkandung dalam bahan bakar menjadi tenaga. Motor bakar merupakan salah satu jenis mesin kalor yang banyak dipakai saat ini, mesin kalor adalah mesin yang menggunakan energi panas untuk melakukan kerja mekanis atau mengubah energi panas menjadi tenaga mekanis, Energi panas tersebut diperoleh dari hasil pembakaran, Ditinjau dari cara memperoleh tenaga panas mesin kalor dapat dibedakan menjadi dua yaitu: mesin

dengan pembakaran dalam dan mesin dengan pembakaran luar.

Dalam pekerjaan tersebut kita membutuhkan alat untuk mempermudah aktivitas dalam bekerja dan penulis merencanakan atau menganalisa perencanaan mesin penggerak yang berdaya relatif kecil (5 s/d 10 hp) dan alat yang diciptakan berdaya kecil seperti alat mesin perontok padi, mesin penggiling padi, mesin pemotong rumput, mesin steam motor, mesin genset dan lain sebagainya, dengan keseimbangan kecepatan dan daya tahan mesin motor serta bahan bakar motor lebih baik, dengan demikian didapat kerja mekanik yang diharapkan dapat digunakan untuk menghasilkan tenaga atau daya pada satu motor.

Pengertian Motor Bakar

Motor Bakar adalah suatu pesawat yang dapat mengubah energi mekanik dengan melalui proses pembakaran bahan bakar di dalam suatu silinder. Pada prinsipnya motor bakar yang ada pada saat ini masih mengikuti prinsip yang telah ditemukan oleh Rian De Rochas pada

¹ Dosen Fak. Teknik Prodi Teknik Mesin Universitas Prof. Dr. Hazairin SH Bengkulu
Majalah Teknik Simes Vol.14 No.1 Januari 2020

tahun 1962, diantaranya adalah proses penghisapan udara kedalam silinder, Energi ini dapat diperoleh dari proses pembakaran yang terbagi menjadi 2 (dua) golongan, yaitu. motor pembakaran dan motor pembakaran dalam

Perbedaan Motor 4 Tak Dengan Motor 2 Tak

1. Mesin 4 langkah memerlukan mekanisme katup (*valve mekanis*) dalam pekerjaannya untuk membuka dan menutup lubang pemasukan, dan pembuangan. Sedangkan pada ring piston berfungsi untuk membuka dan menutup lubang pemasukan dan pembuangan.
2. Pada mesin dua langkah, sekali pembakaran terjadinya dalam satu putaran penu pada poros engkol (*crankshaft*) sedangkan pada mesin 4 langkah, sekali proses pembakaran terjadi dalam dua putaran penuh pada poros engkol.

Pada awalnya mesin dua langkah tidak dilengkapi dengan katup, namun dalam perbandingannya katup satu arah (*one way valve*) akan dipasang diantara ruang bilas karburator untuk :

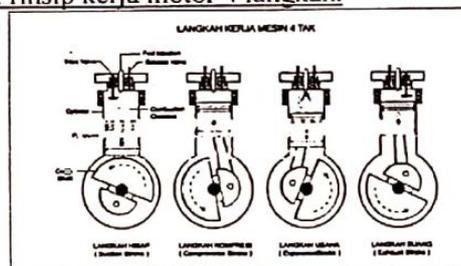
- a. Menjaga agar gas yang sudah masuk kedalam ruang silinder tidak dapat masuk keruang karburator.
- b. Menjaga tekanan dalam ruang silinder secara ketat saat piston mengkonpersi.
- c. Lubang pemasukan dan lubang pembuangan pada mesin dua tak terdapat pada dinding silinder, sedangkan pada mesin 4 langkah terdapat pada kepala silinder (*cylinder head*), ini adalah alasan utama yang membuat mesin 4 langkah tidak menggunakan oli samping.

Pengertian Motor Bensin 4 Langkah

Motor bensin 4 langkah adalah motor yang siklus kerjanya diselesaikan dalam 4 kali gerak bolak-balik langkah piston dua kali putaran poros engkol (*crank shafi*). Posisi tertinggi penggerak piston disebut titik mati atas (TMA)

sedangkan yang terendah disebut titik mati bawah (TMB).

Prinsip kerja motor 4 langkah.



Gambar 1. Prinsip kerja motor 4 langkah

1. Langkah hisap.

Piston bergerak dari TMA (titik mati atas) ke TMB (titik mati bawah). Dalam langkah ini, campuran udara dan bahan bakar diisap kedalam silinder. Katup hisap terbuka sedangkan katup buang tertutup. Waktu piston bergerak ke bawah, menyebabkan ruang silinder menjadi vakum, maksudnya campuran bahan udara dan bahan bakar kedalam silinder disebabkan adanya tekanan udara luar (*atmospheric*).

2. Langkah kompresi.

Piston bergerak dari TMB ke TMA. Dalam langkah ini, campuran udara dan bahan bakar dikompresikan. Katup hisap dan katup buang dalam keadaan tertutup. Waktu torak mulai naik dari titik mati bawah (TMB) ke titik mati atas (TMA), campuran udara dan bahan bakar yang dihisap di kompresikan. Akibatnya tekanan dan temperaturnya menjadi naik sehingga mudah terbakar.

3. Langkah usaha.

Piston bergerak dari TMA ke TMB. Dalam langkah ini, mesin menghasilkan tenaga untuk menggerakkan kendaraan. Sebelum torak mencapai TMA pada saat langkah kompresi, busi memberikan percikan bunga api pada campuran yang telah dikompresikan. Dengan terjadinya pembakaran, kekuatan dari tekanan gas pembakaran yang tinggi mendorong torak kebawah. Usaha ini

yang menjadi tenaga mesin (*engine power*).

4. Langkah buang

Piston bergerak dari TMB ke TMA. Dalam langkah ini, gas yang terbakar dibuang dari dalam silinder. Katub buang terbuka sedangkan katup hisap tertutup. Piston bergerak dari TMB ke TMA mendorong gas bekas pembakaran keluar silinder.

Metodologi Penelitian

Perhitungan Termodinamika

1. Langkah hisap

Pada langkah hisap tekanan di dalam silinder dianggap konstan sama dengan tekanan atmosfer, jika temperatur awal dinyatakan dalam R° , suhu mula - mula F .

1.1 Tekanan awal langkah hisap (P_1)

$$P_1 = 14,7 \text{ Psi}$$

1.2 Temperatur awal langkah hisap

$$T_1 = {}^{\circ}F + 460$$

1.3 Volume awal langkah hisap (v_1)

$$V_1 = \frac{R \cdot T_1}{P_1} \dots$$

Dimana :

T_1 = Temperatur awal

R = Konstanta gas $F/Lb^{\circ}R$

P_1 = Tekanan awal langkah hisap

1.4 Temperatur saat kompresi

$$T_2 = T_1 \cdot c^{k-1}$$

Dimana :

C = Perbandingan kompresi (5-7) untuk perencanaan ini diambil

K = Konstanta untuk udara nominal diambil

Dari table gas untuk $T_2 = {}^{\circ}R$

1.5 Tekanan pada langkah kompresi (p_2)

$$p_2 = \frac{p_1 \cdot V_1}{V_2}$$

1.6 Volume pada langkah kompresi

$$v_2 = \frac{v_1}{c}$$

Dimana :

C = perbandingan kompresi

1.7 Suhu mutlak pada permukaan permulaan ekspansi

$$T_3 = T_2 \cdot c^{k-1}$$

1.8 tekanan mutlak pada permukaan ekspansi (P^3)

$$P^3 = \frac{R \cdot T^3}{V_2}$$

1.9 Volume pada permulaan ekspansi

$$V_3 = V_2 = 44,1 \text{ ni}^3$$

$$V_4 = V_1 = 18,1 \text{ ni}^3$$

Suhu mutlak pada akhir ekspansi

$$T_4 = T_3 \left[\frac{V_3}{V_4} \right]^{k-1}$$

1.10 Tekanan pada akhir ekspansi

$$P_4 \cdot V_4 = P_3 \cdot V_3^k$$

$$P_4 = P_3 \left[\frac{V_3}{V_4} \right]^k$$

2. Proses pembakaran

2.1 panas yang timbul akibat pembakaran (Q_m)

$$Q_m = C_v(T_3 - T_2)$$

Dimana :

c_v = panas jenis gas pada isi tetap kcal/kg

3.1 Volume Langkah Torak.

Volume langkah torak adalah volume maksimum pada langkah torak akibat gerak transmisi torak di dalam silinder yang merupakan perbandingan terbalik kerja siklus persatuan terhadap tekanan efektif rata-rata.

$$VL = 60 \cdot 100 \cdot 75 \cdot \frac{Ne}{Pe \cdot n \cdot a}$$

Dimana :

VL = Total langkah torak

Ne = Daya motor (8,0) hp

Pe = Tekanan efektif rata-rata

- n = Putaran maksimum motor (rpm)
 a = Siklus putaran untuk motor empat langkah)

3.2 Diameter Silinder

$$VL = \frac{\pi}{4} \cdot D^2 \cdot L$$

$$VL = \frac{\pi \cdot D^2 \cdot L}{4}$$

3.3 Pajang langka torak

$$L = 1,2 \cdot D$$

Hasil dan Pembahasan

Perhitungan Torak

Torak adalah bagian yang sangat penting untuk meneruskan gaya akibat tekanan gas hasil pembakaran ke poros engkol dengan perantara batang penghubung dan meyerap sebagian panas hasil pembakaran melalui cincin-cincin piston kemediala pendingin, bagian torak terbuat dari paduan chrom

- a. Kecepatan torak

$$V_{to.} = \frac{2 \cdot l \cdot n}{60} \text{ m/dtk}$$

Dimana :

L = Langkah torak

n = Banyak putaran poros engkol

- b. Diameter torak

$$d = D - (0,0005 \cdot D)$$

Dimana :

D = Diameter silinder Maka :

$$d = 5 - (0,0005 \cdot 5)$$

- c. Tebal kepala torak

$$t_1 = 0,43 \cdot d \cdot \frac{P}{\sigma b}$$

Dimana :

P = Tekanan gas maksimum dalam silinder (kg/cm^2)

σb = Tegangan lentur yang diizinkan (kg/cm^2)

d = Diameter torak (cm)

- d. Tebal dinding torak bagian atas

$$t_2 = 0,18 - (0,03 \cdot d) - b$$

Dimana :

b = Kedalaman alur ring

d = Diameter torak (cm)

- e. Tebal dinding torak bagian bawah

$$T_3 = (0,6) T_2$$

Dimana :

T_3 = Tebal dinding torak bagian bawah

- f. Panjang torak

$$L_s = 1,1 \cdot d$$

Dimana :

L_s = Panjang torak

3.4 Perhitungan pena torak

Pena torak berfungsi untuk meneruskan gaya tekanan gas yang diterima ke pada batang penggerak, bahan pena torak dipilih dari bahan (baja tanpa nikel chrom molibden)

- A. Diameter luar pena torak

$$d_o = m \cdot d$$

Dimana :

m = Pision ratio (0,2 – 0,3)

d = Diameter torak (cm)

- B. Diameter Dalam Pena Torak

$$d_1 = d_o - 0,5$$

- C. Panjang pena torak (L)

$$L = L_1 \cdot d_o$$

Dimana :

L_1 = Panjang pena torak (1.5-3.5)

3.5 Perhitungan cincin torak

Cincin torak berpungsi untuk merapatkan dinding torak dengan selindernya, mencegah kebocoran kompersi dan mencegah kebocoran pembakaran gas, dalam perencanaan cincin torak dipilih bahan “ besi tuang “.

- A. Lcbar cincin torak (b)

$$b = (0,029 - 0,044) D$$

Di mana :

d = Diameter torak

b = Lebar cincin torak (0,029-0,44)

- B. Tebal cincin torak (h)

$$h = (0,6) \cdot b$$

Dimana :

h = Tebal cincin torak

b = Lebar cincin torak (cm)

- C. Cela pada cincin torak

- Sebelum dipasang

$$C = (0,115) \cdot d$$

Dimana :

C = Celah cincin torak sebelum dipasang

D = Diameter torak cm

- Setelah terpasang

3.6 Perhitungan Batang Torak

Batang torak berfungsi untuk merubah gerak naik turun piston menjadi gerak putaran pada poros engkol dan meneruskan tenaga tekanan motor dari torak ke poros engkol sehingga menjadi tenaga putar, dalam perencanaan ini bahan yang dipilih dari bahan baja paduan.

A. Jari - jari engkol (r)

$$r = \frac{2}{3} \cdot L$$

Di mana :

r = Jari - jari

L = Panjang langkah torak (cm)

B. Panjang batang torak

$$L = 2,25 \cdot r$$

Dimana :

L = Panjang batang torak

C. Diameter dalam kepala kecil (d_1)

$$d_1 = d_0 + 0,15$$

Dimana :

d_0 = Diameter pena luar torak (cm)

d_1 = Diameter dalam kepala kecil

D. Diameter luar kepala kecil (d_2)

$$d_2 = 0,6 \cdot d_1$$

E. Diameter dalam kepala besar (d_3)

$$d_3 = 2 \cdot d_1$$

F. Diameter luar kepala besar (d_4)

$$d_4 = 2 \cdot d_2$$

G. Lebar tangkai batang penggerak yang terkecil (b_1)

$$b_1 = d_1 - 0,2$$

H. Lebar tangkai penggerak (b_2)

$$b_2 = 0,57 \cdot d_3$$

3.7 Perhitungan Blok Selinder

Blok silinder adalah komponen dari salah satu komponen yang terpasang

yang diantara kepala silinder dan bak mesin, fungsi dari blok silinder ini adalah sebagai tempat Bergeraknya torak naik turun dalam proses kerja motor, bahan yang dipilih untuk blok silinder adalah besi cor kelabu.

A. Volume selinder (V_s)

$$V_s = V_L + V_C$$

Di mana :

V_L = Volume langkah torak (cm)

V_C = Volume langkah kompresi (cm^2)

B. Tebal dinding lapisan linier (selubung pendingin)

$$St = \frac{P \cdot D}{2 \cdot \sigma_T}$$

Di mana :

P = Tekanan gas maksimum dalam silinder (kg/cm^2)

D = Diameter dalam selinder (cm)

σ_T = Tegangan yang di izinkan pada lapisan silinder (kg/cm^2)

C. Tebal selubung luar selinder (t)

$$t = S_t \cdot (1,66)$$

Dimana :

t = Tebal selubung luar selinder

D. Tebal dinding blok silinder

$$S = t + S_t$$

Dimana :

S = Tebal dinding blok silinder

E. Diameter luar blok selinder (D_e)

$$D_e = 2 (St) + D$$

Dimana :

D = Diameter dalam silinder (cm)

3.8 Perhitungan katup (valve)

Katup adalah alat yang berfungsi untuk mengatur pemasukan ke dalam silinder dan membuang gas-gas hasil pembakaran dari dalam silinder pada motor empat langkah dibutuhkan dua katup tiap selindernya yaitu katup masuk dan buang, bahan yang dipilih untuk katup

harus tahan terhadap temperatur tinggi dan tahan beban mekanis, tahan terhadap korosi.

Pada rancangan ini bahan katup diambil dari baja chrom

A. kecepatan udara rata-rata yang mengalir melalui saluran pada pembukaan katup:

$$V_m = \frac{V_{tor} \cdot A}{A_{max}}$$

Dimana :

V_m = kecepatan udara rata-rata pada saat pengangkatan maksimum 80 - 90 m/dt untuk katub masuk 90 - 100 m/dt untuk katub buang diambil

V_{tor} = Kecepatan torak (cm/dtk)

A = Luas penampang piston

B. Diameter lubang laluan

$$Dv^2 = \frac{4}{\pi} A_{max}$$

Dimana :

Dv = diameter lubang laluan

C. Tinggi Pembukaan Katup

$$h_{max} = \frac{Dv}{4 \cdot \cos 45}$$

Dimana :

h_{max} = tinggi pembukaan katup

D. Diameter Batang Katup

$$Do = Dv \cdot 0,3$$

Dimana

Dv = diameter lubang laluan

E. Diameter piringan katup

$$Dr = Dv + 2 \cdot (0,23 \cdot Dv)$$

3.9 Perhitungan poros engkol

Proses engkol adalah mekanis motor yang berguna untuk merubah gerak naik turun torak menjadi gerak putar, tempat penyimpanan motor, bahan poros engkol dipilih dari bahan.

A. Diameter pena engkol (dpe)

$$dpe = d_3 - 0,8$$

Di mana :

d_3 = Diameter dalam kepala besar batang torak

B. Pajang pena engkol (lpe)

$$Lpe = 1,8 + 2 (1,235)$$

C. Lebar lenga engkol sebelah bawah (b_{1b})

$$b_{1b} = 0,34 \cdot r$$

D. lebar lengan engkol sebelah atas (b_{1a})

$$b_{1a} = 0,31 + (0,2 \cdot r)$$

Dimana :

b_{1a} = lebar lengan engkol sebelah atas

E. Diameter lengan engkol (dle)

$$d_{1e} = 2 \cdot r$$

a. Poros utama.

$$Pd = F_0 \cdot P$$

Dimana :

P = Daya nominal output

F_0 = Faktor koreksi untuk daya

b. Momen putar poros

$$\Gamma = 9,74 \cdot 10^5 \cdot \frac{Pd}{n}$$

Dimana :

n = putaran mesin (rpm)

pd = poros utama (KW)

c. Tegangan geser yang diinginkan

$$\sigma = \frac{\sigma_t}{sf \cdot sf_2}$$

Dimana :

σ_t = Tegangan yang di

izinkan pada

lapisan silinder

(kg/cm^2)

sf = faktor keamanan

sf_2 = faktor koreksi

d. Diameter poros

$$ds = \left(\frac{5,1}{\sigma} \cdot kt \cdot cb \cdot T \right)^{1/3}$$

Di mana :

kt = Faktor koreksi puntiran

cb = Faktor koreksi lenturan

T = momen putaran poros

σ = tegangan geser yang diinginkan (kg/cm^2)

3.12. Perhitungan bantalan

Dari hasil perhitungan poros engkol didapat diameter porosnya d_s cm = mm dipekirakan poros tersebut akan menjadi beban aksis dan beban radial, karena diameternya mm maka dapat dipakai bantalan dengan data mekanisnya adalah :

Nomor bantalan =
 Diameter dalam bantalan d = mm
 Diameter luar bantalan D = mm
 Lebar bantalan B = mm
 Kapasitas normal spesifikasi
 C_o = kg
 Kapasitas normal dinamis C = kg

A. Kecepatan keliling

$$V = \frac{\pi \cdot d_s \cdot n}{60}$$

Dimana :

D_s = Diameter poros engkol
 N = Putaran engkol

B. Beban yang terjadi pada bantalan

a. Beban aksial (F_a)

$$F_a = 0,014 \cdot C_o$$

Dimana :

C_o = Kapasitas normal spesifik (kg)

b. Beban radial (F_r)

$$F_r = \frac{F_a}{v \cdot e}$$

Dimana :

V = beban putar pada cincin dalam

C. Beban radial ekuivalen dinamis (P_r)

$$P_r = x \cdot v \cdot F_r \cdot F_a$$

D. Beban radial ekuivalen statis

$$P = X_o \cdot Y_o \cdot F_a$$

E. Umur bantalan

a. Kecepatan

$$f_r = \left(\frac{33.3}{n} \right)^{1/3}$$

b. Faktor umur bantalan

$$f_h = f_n \frac{C}{P_r}$$

Dimana :

f_n = Faktor kecepatan (cm/dt)

C = Faktor nominal dinamis (kg)

P_r = Beban radial ekuivalen dinamis (kg)

c. Umur Nominal bantalan (L_h)

$$L_h = 500 F_h^3$$

Kesimpulan dan Saran

Kesimpulan

Dari hasil perhitungan perencanaan motor bensin 4 langkah satu selinder dengan daya 8,0 hp, ini maka ukuran-ukuran pada bagian motor utama ini didapat putaran motor 2200 Rpm, diameter x langkah 14 cm x 16,8 cm², setelah dilakukan perencanaan dan perhitungan ini kita dapat mengetahui sebagai berikut: Volume blok silinder 230,1 cm³, Momen puntir poros T 175,3 kg/cm, Diameter poros 5,2 cm.

Saran

Untuk lebih dapat menyempurnakan perancangan ini diwaktu yang akan datang, maka penulis menyampaikan saran atau pesan sebagai berikut :

1. Agar pemakaian mesin lebih tahan lama, maka perlu diperhatikan kapasitas angkutnya.
2. Bagi pengguna mesin agar memperhatikan muatan dan medan atau jalan yang akan dilalui karena sangat berpengaruh terhadap mesin.
3. Bagi pengguna mesin agar memperhatikan perawatan berkala untuk mempertahankan performa dan umur mesin.

Daftar Pustaka

Arismunandar Wiranto, 1980, Motor Bakar Torak, Penerbit ITB, Bandung.

BPM. Arends 1992, Motor bensin, Penerbit erlangga.

Daryanto, 2004, Teknik Sepeda Motor / Ymara Widaya, Cet 1 Bandung.

[Http://17racing.Wordpress.com/engineeringknowledge/thermodinamika-siklusotto/](http://17racing.wordpress.com/engineeringknowledge/thermodinamika-siklusotto/).

Kulshresta. S.K, 1989, Termodinamika Terpakai, Teknik Uap dan Panas.

Robigun, Motor Bakar III, Departemen P dan K.

BPM.Arend, H. Berensdhot, 1992, MOTOR BENSIN, Penerbit Erlangga.

G. Haryono, PENGENAL MOTOR BAKAR, Penerbit Aneka Ilmu.

Ir. Sularso, MSME, Kiyokkatsu Suga, DASAR PERANCANGAN DAN PEMILIHAN ELEMEN MESIN, Penerbit PT.Pradaya Pramita, Jakarta.

Drs. B.M Surbhakty, R. Suharjo, 1978, MOTOR BAKAR, Edisi Pertama Fisika Dasar 1, Penerbit PT. Intan Parawara Edisi 2003.

Karakteristik Daya Turbin Pelton Skala Mikro Dengan Variasi Perbandingan Jumlah Sudu dan Sudut Sudu

Halim Rivardi Thamrin¹, Antonius FA Silaen², Putra Bismantolo³

Abstract

Pelton turbines are widely used for micro scale power plants, this research aims to study the performance of pelton turbines with blades from L bow paralon material used for power generation. The equipment used is a pelton turbine, turbine blade is made of paralon material with a width of 2.5 cm and a length of 8 cm and a height of 1.25 cm. runner diameter is 35 cm with a number of 8 blades and 16 blades. The study was carried out by varying the number of blades and the angle of blades and the flow rate with pump pressure with a slope angle of 750 and 900 and water pressure of 0.9 bar, 1.5 bar and 1.8 bar. To produce electricity, the turbine is connected to the alternator, the measurement of the power generated by the turbine is done by measuring the voltage and current generated by the generator. Pelton turbine with 8 blades with 1.8 bar pump pressure with 750 blades produces 7,343 watts of power with an efficiency of 87.18%, at an angle of 900 produces 7,06 watts of power and an efficiency of 89.11%. On the 16 blades with a pressure of 1.8 bar with an angle of 750 produces a power of 7.7448 watts with an efficiency of 91.98% and at a blade angle of 900 the power produced is 7.886 watts with an efficiency of 93.62%. So the greater the pump pressure and the greater the number of blades and blades, the greater the power and rotation of the turbine produced.

Keywords: Pelton turbine, blade turbine.

Pendahuluan

Kebutuhan energi listrik semakin lama semakin meningkat, berbagai upaya dan penelitian terus dilakukan baik dengan mencari potensi energi baru ataupun dengan mengembangkan pembangkit yang sudah ada. Potensi mikrohidro di Indonesia diperkirakan sebesar 500 MW, Saat ini kapasitas terpasang PLTMH hanya 65,76 MW, kurang dari 9% Pemanfaatan potensi tenaga mikrohidro dikenal dengan Pembangkit Listrik Tenaga Mikro Hidro (PLTMH). Untuk provinsi Bengkulu telah memiliki pembangkit listrik tenaga Air (PLTA) Musi di Kabupaten Kepahiang dengan kapasitas pembangkit dengan daya 210 MW, namun Bengkulu sebagai tuan rumah hanya dapat jatah 35 MW. Pada tahun 2018 Bengkulu telah mendirikan Pembangkit Listrik Tenaga Uap yang akan beroperasi mulai pada tahun 2020.

Karena sebagian besar listrik yang di dihasilkan pada pembangkit listrik Musi untuk memasok kebutuhan berbagai daerah di Sumatera bagian selatan, maka dari itu pemerintah daerah kini terus berupaya mencari terobosan guna untuk mencukupi kebutuhan listrik diprovinsi Bengkulu terkhususnya untuk perdesaan yang terpencil yang jauh untuk dijangkau PLN.

1. Definisi Turbin Air Secara Umum

Turbin air adalah turbin dengan media kerjanya dipengaruhi oleh energi kinetik air. Secara umum turbin air merupakan alat untuk mengubah energi kinetik menjadi energi mekanik. Kemudian energi mekanik tersebut di ubah menjadi energi listrik, dalam suatu pembangkit listrik, kincir air atau sudu merupakan salah satu peralatan utama selain generator. Mesin turbin yang

¹ Mahasiswa Fak. Teknik Prodi Teknik Mesin Universitas Prof. Dr. Hazairin SH Bengkulu
² Dosen Fak. Teknik Prodi Teknik Mesin Universitas Prof. Dr. Hazairin SH Bengkulu
Majalah Teknik Simes Vol.14 No.1 Januari 2020

paling sederhana terdiri dari sebuah bagian yang berputar disebut rotor, yang terdiri atas sebuah poros/shaft dengan sudu-sudu atau blade yang terpasang disekelilingnya. Rotor tersebut berputar akibat dari tekanan aliran fluida terhadap sudu turbin tersebut. (Arif, 2011)

2. Dasar Teori Pembangkit Listrik Tenaga Mikro Hidro

Gambaran Umum Mikrohidro
Air merupakan salah satu sumber energi yang terbarukan yang sudah sejak lama dipergunakan. Pada dasarnya, air memiliki energi potensial. Pada air jatuh dan energi kinetik pada air mengalir. Pada zaman dulu, air diaplikasikan sebagai alat pemutar kincir air yang digunakan untuk penggilingan dan penggergajian. Dengan berkembangnya teknologi, air sudah dipergunakan sebagai penghasil energi mekanis dan energi listrik. Tenaga air ialah energi yang diperoleh dari air mengalir dengan mengubah energi potensial air menjadi (energi mekanik tersebut dihasilkan dari konversi energi potensial akibat air yang mengalir dari sebuah ketinggian tertentu menuju ke daerah yang lebih rendah) yang dimanfaatkan untuk memutar turbin air, kemudian memutar generator sehingga menghasilkan energi listrik. Mikrohidro ialah pembangkit listrik tenaga air dalam skala kecil.

3. Turbin Pelton

Turbin Pelton merupakan salah satu jenis turbin air yang memanfaatkan energi potensial air menjadi energi mekanik dan diteruskan menjadi energi listrik bertenaga air, bentuk sudu turbin terdiri dari satu mangkok yang di ujungnya sedikit terbelah dengan tujuan untuk memecah pancaran air agar tak berbalik. Sudu dibentuk sedemikian sehingga pancaran air akan mengenai tengah-tengah sudu dan pancaran air tersebut akan berbelok ke kedua arah sehingga pancaran air terarah dengan baik dan mengurangi gaya-gaya yang timbul dari sisi samping sudu. Untuk turbin dengan daya yang besar, sistem penyemprotan airnya dibagi lewat

beberapa nozel. Dengan demikian diameter pancaran air bisa diperkecil dan diperbesar sesuai pada mangkok sudu lebih kecil atau besar di gunakan. (Muchlis, 2012).

4. Prinsip Kerja Turbin Pelton

Prinsip kerja turbin pelton adalah mengkonversi energi potensial air menjadi energi mekanik digunakan memutar generator listrik. Air yang telah ditampung berada pada bak penampung, dihisap oleh pompa air dimana pompa berfungsi untuk menghisap dan memberikan tekanan tinggi untuk dialirkan ke sudu-sudu turbin. Namun aliran air tidak langsung mengarah ke sudu turbin melainkan harus melewati pipa-pipa saluran yang telah diberi keran buka tutup sehingga laju aliran air dapat ditentukan sesuai dengan yang dibutuhkan. Kemudian keran-keran tersebut terhubung terhadap saluran nozel dimana nozel berfungsi sebagai pemancar air yang dipancarkan langsung ke arah sudu turbin sehingga sudu turbin berputar. Pada sudu-sudu turbin, energi aliran air diubah menjadi energi mekanik yaitu putaran runner turbin. Apabila runner turbin dihubungkan dengan poros generator listrik, maka energi mekanik putaran runner turbin diubah menjadi energi listrik pada generator. Kemudian air yang telah tersembur melalui nozel untuk memutar sudu turbin kembali jatuh kedalam bak penampung untuk kembali ke tahap awal maka terjadilah sirkulasi. (Muchlis, 2012).

5. Karakteristik Turbin Pelton

Suatu mesin selalu di disain untuk bekerja dibawah kondisi yang diizinkan. Suatu turbin mungkin di disain untuk beberapa faktor penting seperti head (H), debit aliran (Q), putaran (n) dan daya (P), tetapi dalam prakteknya mungkin harus bekerja pada kondisi yang berbeda dari kondisi disainnya. Ukuran-ukuran utama turbin pelton adalah diameter lingkaran sudu yang kena pancaran air, disingkat diameter lingkaran pancar dan diameter pancaran air ke sudu turbin untuk

mempercepat putaran turbin diperbanyak jumlah sudu-sudu turbin. (Daryanto, 2011).

a. Tinggi Jatuh Air (H)

Tinggi jatuh air total diambil dari selisih tinggi permukaan air di kolam tando dengan tinggi air dipembuangan. Pengaruh tinggi jatuh air (H) terhadap parameter lain turbin pelton adalah :

- Berbanding lurus dengan daya teoritis (Pt).
- Berbanding lurus dengan daya efektif (Pe).
- Hampir tidak berpengaruh terhadap efisiensi.

b. Debit Aliran (Q)

Debit aliran adalah jumlah air yang mengalir melalui turbin dalam m³/det.

.....(Muchlis, 2012) hal 7

Keterangan :

Q = Debit Aliran (m³/s)

V = Volume (m³)

t = Waktu (s)

c. Kecepatan Putaran (n)

Kecepatan poros turbin (dalam rpm) harus disesuaikan dengan kecepatan generator yang akan dibangkitkannya. Pengaruh putaran (n) terhadap parameter lain turbin pelton adalah :

- Tidak berpengaruh terhadap daya teoritis (Pt).
- Mempengaruhi daya efektif (Pe) dalam bentuk parabola sampai mencapai harga nol.
- Mempengaruhi efisiensi total (ηt)
- Tidak mempengaruhi terhadap debit aliran (Q).

d. Kecepatan Spesifik Turbin :

$$Nq = n \frac{\sqrt{Q}}{\sqrt{H^3}}$$

Keterangan :

Nq : Kecepatan Spesifik (rpm)

n : Putaran Turbin (rpm)

H : Tinggi Jatuh Air (m)

Q : Debit Aliran (m³/s)

e. Kecepatan Keliling Turbin

$$U = \frac{\pi \times D \times n}{60}$$

Keterangan :

U : Kecepatan keliling Turbin (m/s)

D : Diameter turbin (cm)

n : Putaran turbin (rpm)

π : 3,14

f. Kecepatan Keliling Runner

Kecepatan keliling runner dapat dihitung dengan persamaan berikut :

$$U_1 = K_u (2 \times g \times H_n)^{1/2}$$

Keterangan :

U₁ : Kecepatan keliling optimal (m/s)

K_u : Koefisien 0.45 – 0.49

g : Percepatan gravitasi (m/s²)

H_n : Tinggi jatuh efektif (m)

g. Kecepatan Pancara Nozzel

Untuk mengetahui kecepatan pancara air dari nozzel, dapat dihitung dengan persamaan :

$$v = \frac{Q}{A}$$

Keterangan :

v : kecepatan pancaran air (m/s)

Q : debit aliran (m³/s)

A : luas penampang nozzel (mm²)

h. Daya yang tersedia (P_{in})

Dari Kapasitas air dan tinggi air jatuh dapat diperoleh daya yang dihasilkan turbin yakni :

$$P_{in} = Q \times \rho \times g \times p$$

Keterangan :

P_{in} : daya yang tersedia (watt)

Q : Debit aliran (m³/s)

ρ : massa jenis air (kg/m³)

g : percepatan gravitas (m/s²)

p : Tekanan Pompa (bar)

f. Daya yang dihasilkan turbin (P_{out})

Besar daya yang akan dibangkitkan juga menentukan jenis turbin yang digunakan, dimana 1 KW = 1,36 HP. Cara mengukur daya turbin yang dihasilkan dapat menggunakan persamaan :

$$P_{out} = V \times I$$

Keterangan :

P_{out} : Daya yang dihasilkan Turbin (Watt)

V : Tegangan (Volt)

I : Arus (Amper)

g. Efisiensi Turbin

$$\eta = \frac{P_{out}}{P_{in}} \times 100\%$$

Keterangan :

η : Efisiensi yang dihasilkan turbin (%)

P_{out} : daya yang dihasilkan turbin (watt)

P_{in} : daya yang tersedia (watt)

Metodologi Penelitian

Turbin yang sudah dirancang dan dibuat kemudian di uji uniuik mengetahui unjuk kerja dan efisiensi dari turbin. Sebelum pelaksanaan pengujian dilakukan terlebih dahulu pengukuran kecepatan aliran air, diman tempat penelitian turbin dilakukan dengan cara pengujian skala laboratorium dengan tanpa beban maupun dengan beban untuk mengetahui putaran turbin, dan daya listrik yang dihasilkan generator.

Untuk menguji turbin pelton dengan 16 sudu yang diuji menggunakan jet pump dengan kecepatan aliran fluida yang konstan, sehingga penelitian dilakukan dengan mengatur sudut sudu turbin dengan posisi sudut yaitu 90^0 dan 75^0 dan mengatur jumlah sudu turbin menjadi 8 sudu dan pengujian yang sama dengan mengatur sudut sudu turbin yang proses pengambilan data dilakukan sebanyak 3 kali setiap variasi sudu 16 ke sudu 8 dan perubahan sudut kemiringan sudunya. Setelah data-data sudah didapat baik primer maupun sekunder adalah pembahasan mengenai daya yang dihasilkan dari pengujian turbin.

Hasil dan Pembahasan

Pengujian Turbin

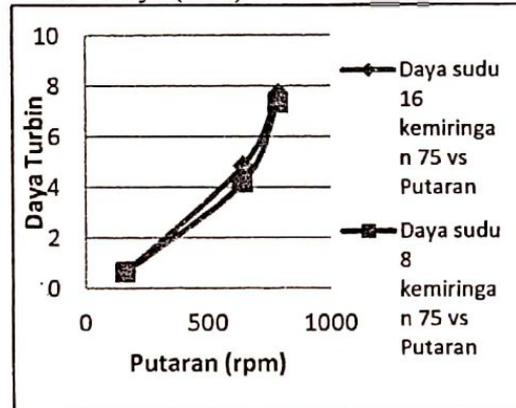
Pengujian turbin dilakukan untuk mendapatkan data-data yang dibutuhkan dalam mengetahui kinerja turbin agar dapat digunakan untuk memperoleh efisiensi yang optimal. Pengujian dilakukan dengan pengukuran kecepatan putaran turbin (rpm) Debit aliran air dan daya turbin (watt), selanjutnya pengujian

turbin pelton dengan merubah sudut sudu 90^0 menjadi 75^0 .

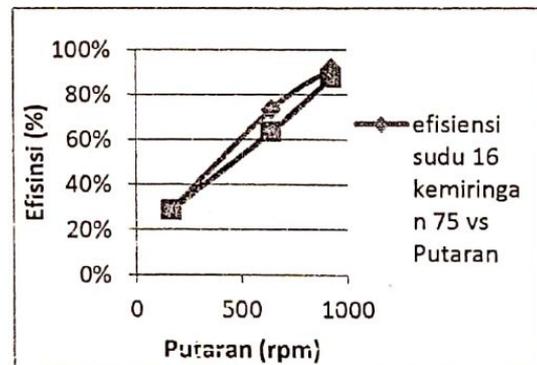
Variabel Penelitian

Data yang harus di dapat pada pengujian adalah data primer karna langsung diambil saat pengujian dilapangan data tersebut antara lain:

- Debit aliran air ($Q = m^3/s$)
- Putaran poros turbin ($n = rpm$)
- Tengangan listrik (volt)
- Arus listrik (amper)
- Daya (watt)



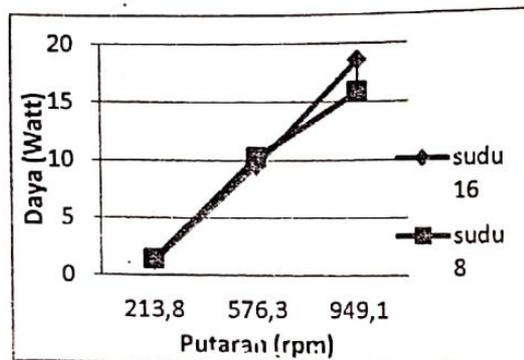
Gambar 1. Grafik Daya pada sudu 16 dan sudu 8 pada kemiringan sudut 75^0



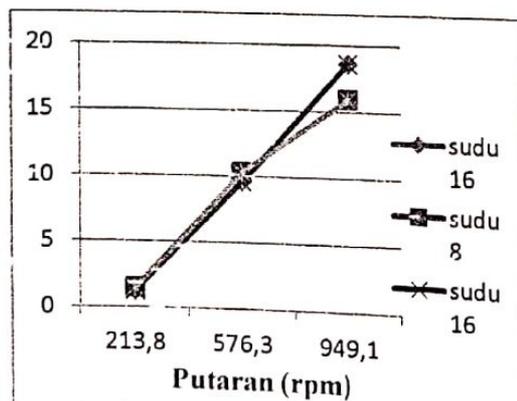
Gambar 2. Grafik Efisiensi pada sudu 16 dan sudu 8 pada kemiringan sudut 75^0

Dari grafik diatas dapat dilihat hasil perbandingan daya yang dihasilkan oleh turbin pelton menggunakan sudu 16 dan sudu 8 dengan sudut 75^0 , pada sudu 16 dapat menghasilkan daya terbaik sebesar 7,748 Watt dengan putaran

turbin. Sedangkan pada sudu 8 dapat menghasilkan daya terbaik sebesar 7,343 Watt jadi perbandingan daya yang dihasilkan dari 2 variasi jumlah sudu tersebut sebesar 0,405 Watt atau sebesar 4,8 %. Pada grafik 4.10 dapat dilihat perbandingan efisiensi yang dihasilkan turbin pelton pada sudu 16 dan sudu 8, efisiensi yang terbaik dihasilkan dari sudu 16 yang terbaik sebesar 91,98 %. Sedangkan efisiensi yang terbaik yang dihasilkan dari sudu 8 sebesar 87,18 % jadi perbandingan jumlah sudu pada turbin pelton mengakibatkan perbandingan efisiensi sebesar 48 %.



Gambar 3. Grafik Daya pada sudu 16 dan sudu 8 pada kemiringan sudut 90°



Gambar 4. Grafik Daya pada sudu 16 dan sudu 8 pada kemiringan sudut 90°

Dari grafik diatas kita dapat lihat perbandingan daya yang dihasilkan turbin pelton pada sudu 16 dengan

kemiringan sudu 90° menghasilkan daya terbaik sebesar 7,886 Watt, sedangkan pada sudu 8 dengan kemiringan yang sama menghasilkan daya terbaik sebesar 7,506 Watt. Jadi selisih jumlah sudu mengakibatkan perbandingan daya sebesar 0,38 Watt atau sebesar 4,51 %. Pada grafik 4.12 dapat dilihat bagaimana perbandingan efisiensi yang dihasilkan turbin dengan sudu 16 dan sudu 8 dengan kemiringan 75° , pada turbin sudu 16 menghasilkan efisiensi terbaik sebesar 91,98% dan pada turbin sudu 8 menghasilkan efisiensi terbaik sebesar 87,18 % jadi perbandingan jumlah sudu 16 dengan sudu 8 menghasilkan perbandingan efisiensi sebesar 4,8 %.

Pada runner sudu 16 dengan perubahan kemiringan sudu turbin dari 90° menghasilkan daya sebesar 7,886 Watt dengan efisiensi 93,62 % menjadi sudut sudu 75° menghasilkan daya sebesar 7,748 Watt dan efisiensi 91,98 % perbandingan sudut menghasilkan daya sebesar 0,138 Watt dan efisiensi sebesar 1,64 %. Pada runner sudu 8 dengan perubahan kemiringan sudut sudu dari 90° menghasilkan daya sebesar 7,506 Watt dan efisiensi 89,11 % menjadi 75° menghasilkan daya 7,343 Watt dan efisiensi 87,18 % perbandingan sudut sudu menghasilkan daya sebesar 0,163 Watt dan efisiensi sebesar 1,93 %. Dari sudu 16 daya yang paling baik dihasilkan pada sudut sudu 90° jadi semakin besar kemiringan sudu semakin meningkatnya daya yang dihasilkan oleh turbin, sedangkan pada sudu 8 daya yang paling baik dihasilkan pada kemiringan sudut sudu 90° jadi pada sudu 8 semakin besar kemiringan sudut sudu semakin meningkat daya yang dihasilkan. Dan semakin besar daya yang dihasilkan semakin besar efisiensi dari turbin tersebut.

Kesimpulan

Dari hasil penelitian Turbin Pelton, dengan variasi pengambilan data berupa debit aliran air, tekanan nozel,

jumlah sudu, dan daya listrik yang dihasilkan. Maka dapat disimpulkan :

- a. Daya tertinggi diperoleh ketika melakukan penelitian dengan jumlah sudu 16 dan dengan sudut 90° yaitu sebesar 7,886 Watt dan efisiensi terbaik 93,62 % dan jumlah pada sudu 8. perubahan sudut sudu dari 75° menjadi 90° menaikkan daya sebesar 0,163 Watt dan efisiensi sebesar 1,93%.
- b. Pada runner jumlah sudu 16, perubahan sudut sudu dari 75° menjadi 90° menaikkan daya sebesar 0,138 Watt dan efisiensi sebesar 1,64 %.
- c. Pada runner Perbandingan jumlah sudu 8 menjadi sudu 16 dengan sudut 75° mengakibatkan perbandingan daya sebesar 0,405 Watt dan efisiensi 4,8 %. Dan jumlah sudu 8 menjadi sudu 16 dengan sudut 90° mengakibatkan perbandingan daya sebesar 0,38 Watt dan efisiensi 4,51 %.
- d. Dari hasil penelitian yang dilakukan didapat bahwa semakin rapat jumlah sudu dan semakin besar tingkat kemiringan sudu turbin maka semakin besar daya yang dihasilkan oleh generator.
- e. Semakin besar tekanan fluida maka semakin besar daya dan efisiensi yang di hasilkan dari turbin.

Saran

Beberapa saran yang harus diperhatikan dalam penelitian pada bidang sejenis dengan penelitian ini atau yang ingin mengembangkan penelitian ini :

- a. Dalam pembuatan sudu hendaknya dibuat dengan ukuran yang presisi agar kinerja dari sudu menjadi lebih maksimal.
- b. Dalam pengeboran lubang baut pada runner sebaiknya harus dilakukan pengukuran terlebih dahulu.
- c. Turbin ini perlu dikembangkan lebih lanjut mengingat masi banyak kekurangan dalam proses pembuatan

karna kendala alat dan bahan yang digunakan masin banyak yang kurang.

- d. Debit aliran sebisa mungkin menghasilkan tekanan yang stabil.
- e. Saluran air sebaiknya menggunakan pipa yang tahan dengan tekanan tinggi.

Daftar Pustaka

Arif, W. Y. (2011). Pembangkit Listrik Mikrohidro Menggunakan Turbin Pelton Dengan Jumlah Sudu 16 dan 18. *Mesin Konversi Energi*, 6-7.

Arif, W. Y. (2011). *Pembangkit Listrik Mikrohidro Menggunakan Turbin Pelton Dengan Jumlah Sudu 16 Dan 18*. Yogyakarta: Universitas Sanarta Dharma.

Astu, P., & Djati, N. (2013). *Mesin Konversi Energi Edisi III*. Yogyakarta: FL. Sigit Suyantoro. blogger. (2013, 07 3).

<http://ridomanik.blogspot.com/2013/07/turbin-air.htm>. Retrieved 06 11, 2019, from Dunia Mesin:

<http://ridomanik.blogspot.com/2013/07/turbin-air.html> Daryanto. (2011). *Teknik Konversi Energi*. Bandung: PT. SARANA TUTORIAL NURANI SEJAHTERA.

https://id.wikipedia.org/wiki/Turbin_angin. (2015, Juli 21). Retrieved November 25, 2018, from Wikipedia: https://id.wikipedia.org/wiki/Turbin_angin Muchlis. (2012). Model Sudu Dan Nozel Pada Turbin Pelton Sebagai Pembangkit Listrik Mikrohidro. *Manfaat Ilmu*, 5-5.

Wikimedia. (2018, November 21). https://id.wikipedia.org/wiki/Pembangkit_listrik_tenaga_surya. Retrieved Februari 2, 2019, from Wikipedia: https://id.wikipedia.org/wiki/Pembangkit_listrik_tenaga_surya

Dietzel, Fritz, 1996, Turbin Pompa dan
Kompresor, Cetakan Ke-5, Penerbit
Erlangga, Jakarta.