RANCANG BANGUN POMPA AIR DENGAN TENAGA PENGGERAK KINCIR AIR

TUGAS AKHIR

Diajukan sebagai salah satu syarat untuk menyelesaikan pendidikan D-III
di Program Studi Keteknikan Pertanian
Jurusan Teknologi Pertanian

Oleh :
RIKA SALIM
NIM. B3110624

KEMENTERIAN PENDIDIKAN DAN KEBUDAYAAN
POLITEKNIK NEGERI JEMBER
2013

BAB I. PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Sering terjadi masalah pengadaan air bersih di desa yang berada di daerah pegunungan. Bukan masalah sumber air yang menjadi masalah tapi jarak tempuh yang menjadi masalah di sini. Karena untuk mendapatkan air bersih harus naik turun dari pemukiman ke sumber air itu sendiri.

Air merupakan kebutuhan mutlak bagi kelangsungan kehidupan, tanpa air tidak akan ada kehidupan di dunia ini. Sebagai salah satu daya potensial yang dapat termanfaatkan dalam mendukung kehidupan pergerakan pembangunan, diantaranya sebagai sumber air bersih.

Air bukan sesuatu hal yang asing bagi kita, namun tidak semua orang dapat menikmatinya dengan mudah yang disebabkan oleh beberapa faktor, di antaranya adalah keterbatasan jangkauan sumber air akibat letak geografis daerah layanan yang terisolir di sertai krisis energi yang saat ini sedang terjadi. Masyarakat bisa menggunakan pompa air untuk memompakan air dari sumber air ke tempat tinggal mereka. Penggunaan pompa ini juga masih mengalami kesulitan, antara lain tidak tersedianya sumber tenaga listrik atau sulitnya mendapatkan bahan bakar dan mahalnya operasional pompa. Sehingga pompa air dengan tenaga penggerak kincir air ini di nilai cukup tepat untuk mengatasi permasalahan tersebut, sebab mempunyai beberapa keuntungan jika di bandingkan dengan pompa air yang lain, yaitu tidak membutuhkan energi listrik atau bahan bakar, tidak membutuhkan pelumasan, biaya pembuatan dan pemeliharaannya relatif murah dan pembuatannya cukup mudah.

Sesuai dengan hukum fisika air dengan sendirinya akan selalu mengalir dari tempat yang tinggi ke tempat yang rendah, namun kenyataannya permukaan tanah tidak selalu rata. Salah satu upaya untuk memenuhi kebutuhan pasokan air bersih yang lokasi permukaan tanah lebih tinggi dai pada sumber air yang mengalir, sehingga alternative pemecahannya adalah dengan menggunakan pompa air yang penggeraknya berasal dari kinci air, yang fungsi utamanya mengangkat air dari sumber menuju ke penampungan yang berada di rumah.

Kincir air adalah sebuah alat berbentuk lingkaran yang dibangun di sungai. Alat ini berputar pada sumbunya karena adanya dorongan aliran sungai yang cukup deras. Sejalan dengan berputarnya kincir, alat ini sekaligus mengambil air dari sungai dan mengalirkannya ke pompa melalui pipa. Selanjutnya air dari pompa dialirkan secara grafitasi ke penampungan yang berada di rumah.

1.2 Rumusan Masalah

Ada beberapa hal yang menjadikan permasalahan dalam proses perancangan pompa air ini dengan tenaga penggerak kincir air adalah

1. Bagaimana mendesain pompa air dengan tenaga penggerak kincir air?
2. Bagaimana membuat desain pompa dan kincir air serta menentukan spesifikasi?
3. Bagaimana upaya meningkatkan dan memanfaatkan air untuk rumah tangga dan irigasi?

1.3 Tujuan Perancangan

1. Membuat konsep desain dan pembuatan pompa air dengan tenaga penggerak kincir air yang dapat dimanfaatkan untuk rumah tangga.
2. Melakukan uji unjuk kerja pompa air bertenaga kincir air dengan skala rumah tangga.

1.4 Manfaat Perancangan

1. Menambah pengetahuan tentang rancang bangun pompa air bertenaga kincir air yang dapat dimanfaatkan untuk air bersih sebagai keperluan rumah tangga dan irigasi pertanian.
2. Dapat menjadi acuan dikembangkan bagi mayarakat pedesaan dan pemanfaatannya untuk kehidupan sehari-hari sebagai air baku, air minum, air mandi, cuci dan masak.

BAB II. TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Potensi Energi Air

Air merupakan sumber energi yang murah dan relatif mudah didapat, karena pada air terdapat energi potensial (pada air jatuh) dan energi kinetik (pada air mengalir). Tenaga air (Hydropower) adalah energi yang diperoleh dari air yang mengalir. Energi yang dimiliki air dapat dimanfaatkan dan digunakan dalam wujud energi mekanis maupun energi listrik. Pemanfaatan energi air banyak dilakukan dengan menggunakan kincir air atau turbin air yang menfaatkan adanya suatu air terjun atau aliran air di sungai. Sejak awal abad ke 18 kincir air dimanfaatkan sebagai penggerak penggilingan gandum, penggergajian kayu dan mesin tekstil.

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.

2.2 Mesin-Mesin Fluida

Mesin-mesin fluida adalah mesin-mesin yang berfungsi untuk mengubah energi mekanis menjadi energi fluida kerja (energi potensial dan energi kinetik) atau sebaliknya. Dalam hal ini fluida yang dimaksud berupa cair, gas dan uap. Secara umum mesin fluida dapat dibagi atas dua golongan utama, yaitu :

1. Mesin Kerja

   Merupakan mesin fluida yang berfungsi mengubah energi mekanis menjadi energi fluida, misalnya: Pompa, Kompresor, Blower, Fan (kipas) dan lain-lain.

2. Mesin Tenaga

   Merupakan mesin fluida yang berfungsi mengubah energi fluida menjadi energi mekanis pada poros, misalnya: Turbin Air, Turbin Uap, Turbin Gas, Kincir Angin dan lain-lain.

2.3 Pengertian Pompa

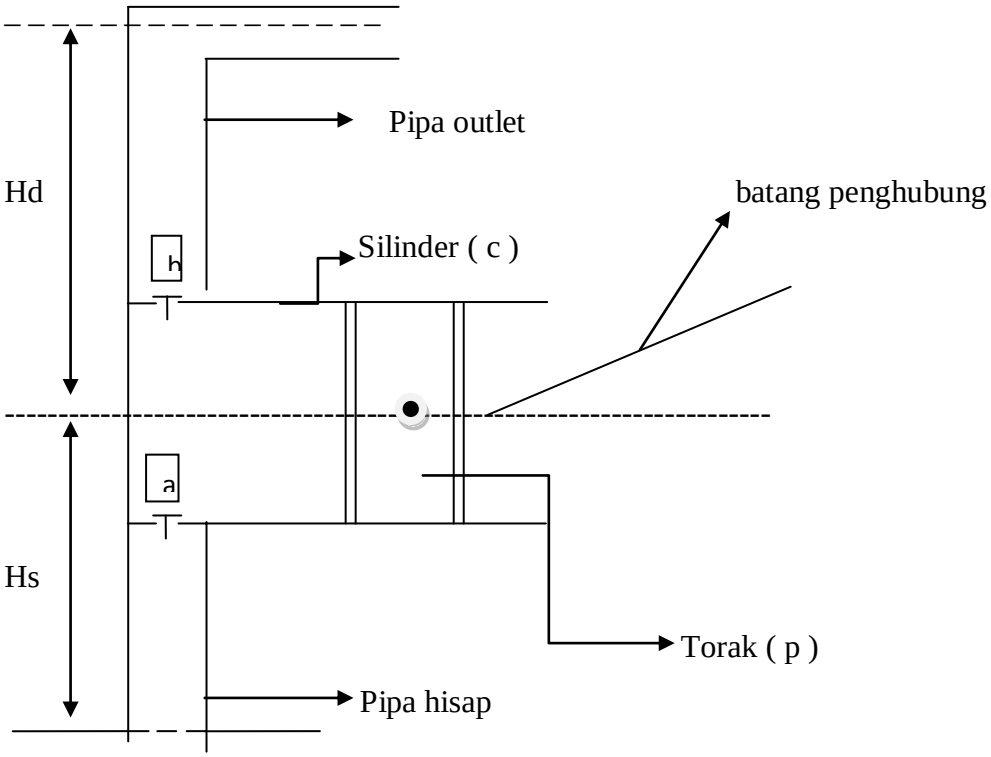
Pompa adalah salah satu mesin fluida yang termasuk dalam golongan mesin kerja. Pompa berfungsi memindahkan zat cair atau fluidamelalui pipa dari tempat yang rendah ke tempat yang lebih tinggi.

2.4 Jenis-Jenis Pompa

Walaupun terdapat berbagai jenis pompa, namun yang akan dibahas disini hanya jenis yang sering dipakai dalam bidang pertanian saja (misalnya pompa torak, pompa sentrifugal, pompa axial). Sedangkan pompa axial terutama banyak digunakan pada usaha tani pertambakan.

Berikut pada gambar ditunjukkan klasifikasi pompa.

A. POMPA TORAK (RECIPROCATING PUMP)



Gambar 1. Jenis Pompa Torak

B. Bagian-bagian sebuah pompa torak yang bentuknya paling sederhana, terdiri dari:

1. Sebuah silinder(c) tempat torak (p) bekerja.
2. Sebuah pipa hisap yang menghubungkan sumber dengan silinder.
3. Sebuah pipa outlet yang mengalirkan air dari silinder.

4. Katup (a) yang terbuka untuk aliran dari pipa hisap menuju silinder dan katup (b) yang terbuka untuk aliran dar isilinder menuju pipa outlet.

C. Prinsip Kerja Pompa Torak

1. Pada waktu langkah hisap, torak bergerak kekanan (dari 0°-180°) sehingga terjadi tekanan vakum dalam silinder. Tekanan vakum ini menyebabkan katup (a) terbuka dan air masuk kedalam silinder.
2. Langkah pengeluaran, torak (p) bergerak kekiri (dari 180°-360°) sehingga ada kenaikan tekanan dalam silinder. Kenaikan tekanan tersebut menyebabkan katup hisap (a) tertutup dan katup (b) terbuka dan air terdorong menuju pipa outlet (pengeluaran).
3. Volume cairan yang dipindahkan oleh torak atau plunyer dalam satu langkah disebut (displacement) yang dapat dihitung dengan mengalikan luas efektif torak (A) dengan panjang langkahnya (L).

Menurut pergerakan airnya, pompa torak dibedakan menjadi: (1) pompa yang bekerja tunggal (single acting) dan (2) pompa yang bekerja ganda (double acting). Pompa torak juga ada yang dilengkapi dengan ketel angin yang berfungsi untuk menstabilkan debit pompa.

D. Debit Pompa Torak

$Q = L.A.N$ .....(1)

Dimana = Q = debit pompa (m^3/menit)

L = panjang langkah (m)

A = luas penampang torak (m)

N = jumlah putaran permenit (rpm)

E. Kebutuhan Tenaga Pada Pompa

Kebutuhan tenaga untuk menaikkan air atau menggerakkan pompa dapat dihitung dengan rumus :

$Pp = 0.163\ \gamma.Q.H$ .....(2)

Dimana: Ppompa = daya pompa (KW)

γ = berat jenis air (kg/liter)

Q = debit pompa (m^3/menit)

H = tinggi (m)

2.5 Kincir Air (Water Wheel)

Kincir air merupakan sarana untuk merubah energi air menjadi energi mekanik berupa torsi pada poros kincir. Ada beberapa tipe kincir air yaitu:

1. Kincir air overshot
2. Kincir air undershot
3. Kincir air breastshot
4. Kincir air tub

Kincir air yang paling banyak digunakan dibandingkan dengan jenis kincir air yang lain adalah kincir air overshot. Kincir air overshot bekerja bila air yang jatuh ke dalam bagian sudu-sudu sisi bagian atas dan karena gaya berat air roda kincir berputar. Berikut gambar kincir air overshot.

Gambar 2. Kincir air overshot

Keuntungan

1. Mudah pembuatan alatnya
2. Konstruksi yang sederhana
3. Mudah dalam perawatan
4. Teknologi yang sederhana mudah diterapkan di daerah yang terisolir

Kerugian

1. Tidak dapat diterapkan untuk mesin putara tinggi
2. Membutuhkan ruang yang lebih luas untuk penempatan
3. Daya yang dihasilkan relatif kecil

Ribuan tahun yang lalu manusia telah memanfaatkan tenaga air untuk beberapa keperluan, misalnya untuk menaikkan air keperluan irigasi, menggiling padi dan sebagainya. Di daerah-daerah terpencil misalnya terbuat dari bambu atau

dari kayu dengan diameter yang besar masih dapat dilihat di sungai Hoang Ho (Cina), sungai Nil (Mesir), sungai Eufrat (Irak) (Patty, 1995).

Efisiensi roda air yang dijalankan oleh aliran air tanpa menggunakan seluruh potensi air yang terdapat dalam sungai, tentu kecil sekali. Perbaikan cara ini dilakukan pada abad ke -15. Untuk menjalankan roda dibuat saluran tersendiri dengan tiga macam roda air, sehingga menumbuk roda bagian atas, pada bagian tengah atau bagian bawahnya (Miller and Richad 2004).

Kalau kita kebetulan sedang pergi ke daerah pedesaan yang letaknya ada di kaki pegunungan atau di daerah dataran tinggi kadang kita akan menemui kincir air. Sebuah pendistribusiaan air yang bekerja dengan sistem rotasi sederhana. Alat utamanya berbentuk lingkaran bisa terbuat dari kayu atau bambu dengan dua sisi berseberangan bisa berukuran besar juga bisa kecil tergantung kebutuhan dan derasnya air. Pada bagian antara sisi satu dengan sisi lainnya biasanya ada beberapa bak untuk menampung air dari sungai atau mata air. Kincir ini akan berputar pada sumbunya karena adanya dorongan air, putaran ini akan menyambungkan air yang ditampung ke potongan bambu yang dibelah-belah menyerupai pipa yang berfungsi sebagai penyalur air ke rumah-rumah penduduk yang ada didataran di bawahnya. Kincir ini dengan setianya tetap berputar selama ada air yang mendorongnya, kincir inilah yang membantu masyarakat sehingga tanpa perlu susah payah mengambil air ke sungai maupun mata air (Ruzaldi, 2009).

2.6 Klasifikasi Kincir Air

Kincir air merupakan suatu penggerak mula yang bergerak karena adanya aliran air. Bagian kincir yang berputar adalah rotor (roda kincir), sedangkan bagian kincir yang tidak bergerak atau berputar adalah penyangga kincir. Kincir air digunakan untuk mengangkat air guna untuk kebutuhan rumah tangga, irigasi dan sebagainya. Sistem pengangkat air selain menggunakan sebuah kincir, dan bagian lain sebagai penunjang, juga membutuhkan beberapa komponen yang akan mendukung satu sama lainnya, walaupun masing-masing mempunyai fungsi yang berbeda. Komponen tersebut antara lain sumber tenaga, bantalan, kincir air, Poros, saluran air, dan besi. Kincir dapat dibuat dari bahan kayu, plat besi, drum

bekas yang dibelah, bekas pelek mobil atau ban bekas truk dan gardannya atau pelek sepeda.

Kincir air yang terbuat dari kayu sangat cocok untuk daerah-daerah yang banyak memiliki persediaan kayu, misalnya daerah sekitar hutan ataupun tempat-tempat yang jauh dari lokasi pengelasan. Biaya pembuatan kincir kayu relatif murah. Pembuatannya dapat langsung dilakukan dilokasi. Kelemahannya kincir ini mudah lapuk, apalagi dibuat dari kayu muda atau jenis kayu yang jelek. Jenis kayu yang cocok untuk dibuat kincir ialah kayu ulin atau kayu besi.

Kincir air dari bahan drum sederhana dan mudah dibuat serta bahannya mudah didapatkan. Sayangnya kincir ini tidak bisa diperbesar karena tergantung pada ukuran drum. Jadi hanya cocok untuk skala kecil. Hal ini sama halnya dengan penggunaan kincir dari bahan roda sepeda yang tidak dapat dikembangkan lagi menjadi lebih besar.

Pada skala besar lebih menguntungkan jika menggunakan ban bekas truk sebagai bahan kincir. Alasannya, daya yang dihasilkan lebih tahan lama. Kelemahannya, kincir ini membutuhkan biaya yang relatif mahal. Dalam pembuatan kincir dari ban bekas truk, inipun memerlukan pengelasan sehingga proses pembuatannya lebih sulit.

Kincir air dioperasikan oleh tenaga aliran sungai yang beraliran deras atau dibuat beraliran deras. Aliran sungai yang deras dibawah kincir akan menyebabkan terdorongnya sudu-sudu kincir sehingga kincir berputar. Tabung-tabung air yang terdapat antara sudu-sudu kincir akan mengambil air saat didalam air dan menumpahkannya dibagian puncak. Aliran air yang ditumpahkan ke talang di alirkan ke penampungan yang berada di rumah secara grafitasi. Jumlah air dan kecepatan alirannya disebut debit air.

BAB III. METODOLOGI

3.1 Waktu dan Tempat

Kegiatan dilaksanakan mulai dari bulan Oktober sampai dengan November dan tempat pelaksanaan kegiatan ini dilaksanakan di Dsn. Jatipasir Kecamatan Kalibaru Kabupaten Banyuwangi.

3.2 Bahan dan Alat

Bahan-bahan yang diperlukan untuk membuat pompa dengan tenaga penggerak kincir air:

Tabel 1.Bahan danAlat

NO	Bahan yang Diperlukan	Ukuran	Jumlah
1	Elbow	1”	1 buah
2	Tee	1.5”, 1”	1 buah
3	Double nepel	1.5”	3 buah
4	Knee	1”	1 buah
5	Pipabesi	1.5”, 30cm	1 buah
6	Ring, mur,baut 17	8mm	4 set
7	Tabung	5”, 40cm	1 buah
8	Klep/piston “karet/sandal”		1 buah
9	Pipa		5 lonjor
10	Seal tape		2 buah
11	Plat baja	0.5x7.5x64cm	4 buah
12	Ban mobil	750-16	1 buah
13	Ring, mur, baut 19	12mm	4set
14	Sock perlop	1”,1.5”	3 buah
15	Klaker duduk		2 buah
16	Besi beton	120 cm	1 buah
17	Klep sanyu		2buah
28	Kawat ikat		

Sumber: perhitungan

Alat yang digunakan:

1. Kunci pipa (kunci inggris)
2. Gergaji besi
3. Drip
4. Tanggem
5. Gerinda potong
6. Kunci pas (kunci kurung)
7. Peralatan bor
8. Palu besi
9. Las listrik (las karbit)
10. Meteran

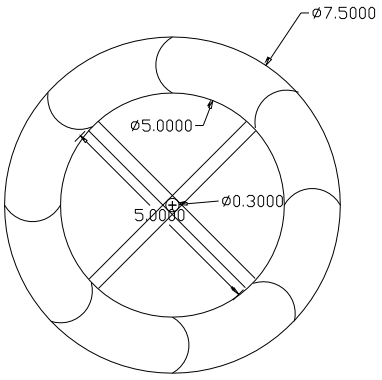
3.3 Prosedur pembuatan pompa air

Sebelum melakukan proses pembuatan suatu produk dipersiapkan secara matang supaya dalam melakukan tahap-tahap selanjutnya dapat terlaksana dengan baik.Salah satu langkah awal untuk membuat suatu produk maka harus mendesain atau menggambar bentuk dari produk yang akan dibuat. Gambar yang dibuat harus memiliki informasi yang jelas seperti, ukuran suatu produk dan cara pengerjaan. Hal tersebut dimaksudkan agar dalam langkah proses pembuatan tidak terjadi kesalahan seperti ukuran yang tidak sesuai sengan ketentuan yang diharapkan.

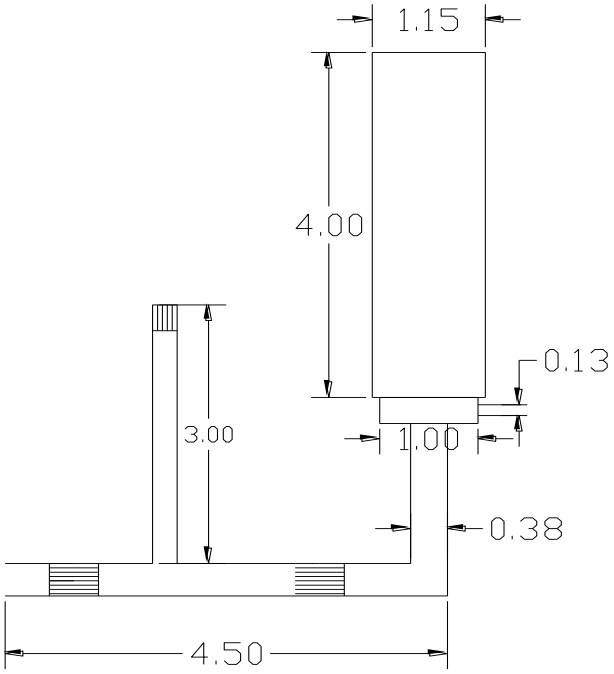
3.3.1 Gambar desain

Sebelum melaksanakan kegiatan pembuatan alat harus terlebih dahulu memiliki perencanaan baik itu ukuran maupun model alat yang akan dibuat. Untuk itu diperlukan gambar desain terlebih dalam melaksanakan kegiatan pembuatan alat, untuk gambar desain pembuatan alat adalah sebagai berikut:

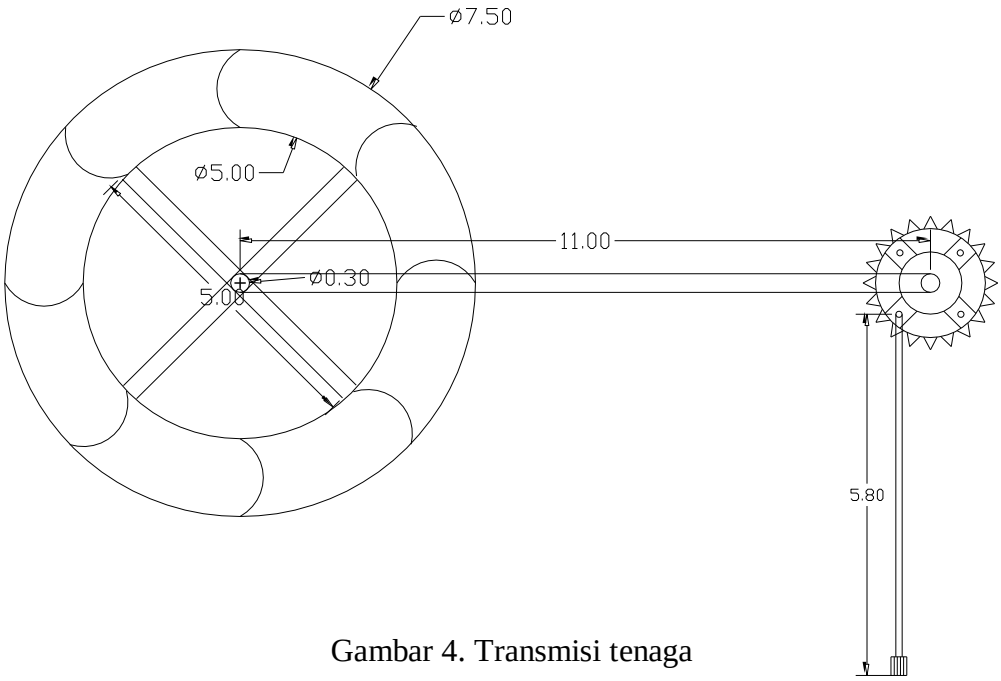
Gambar kincir



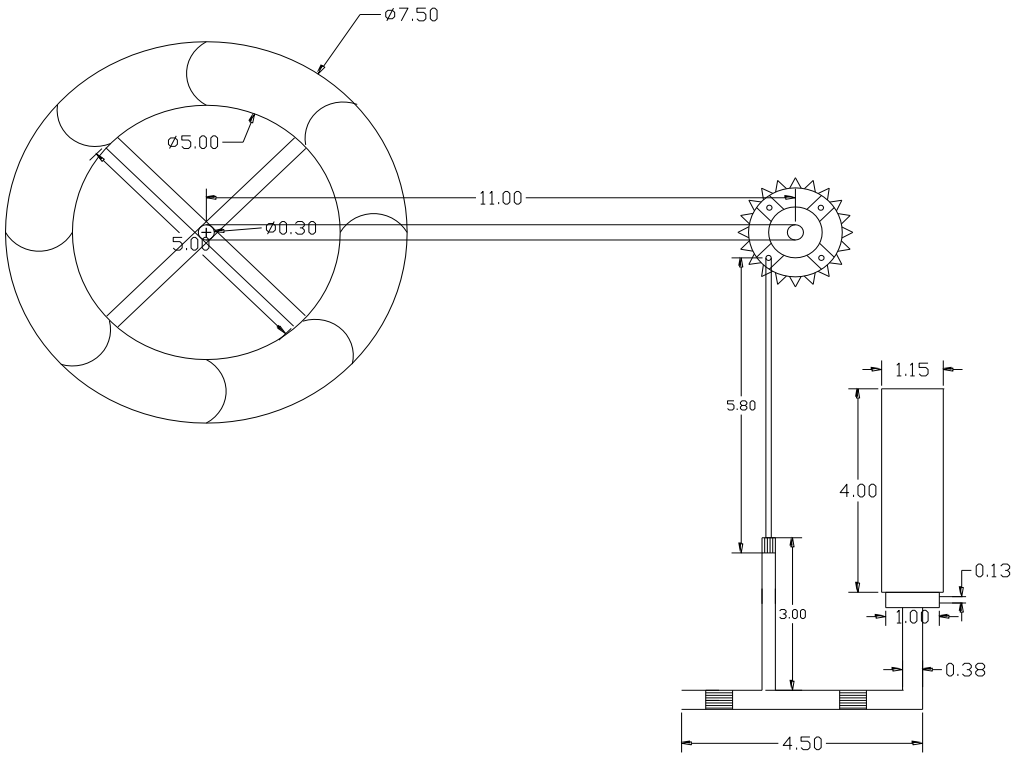
Gambar pompa



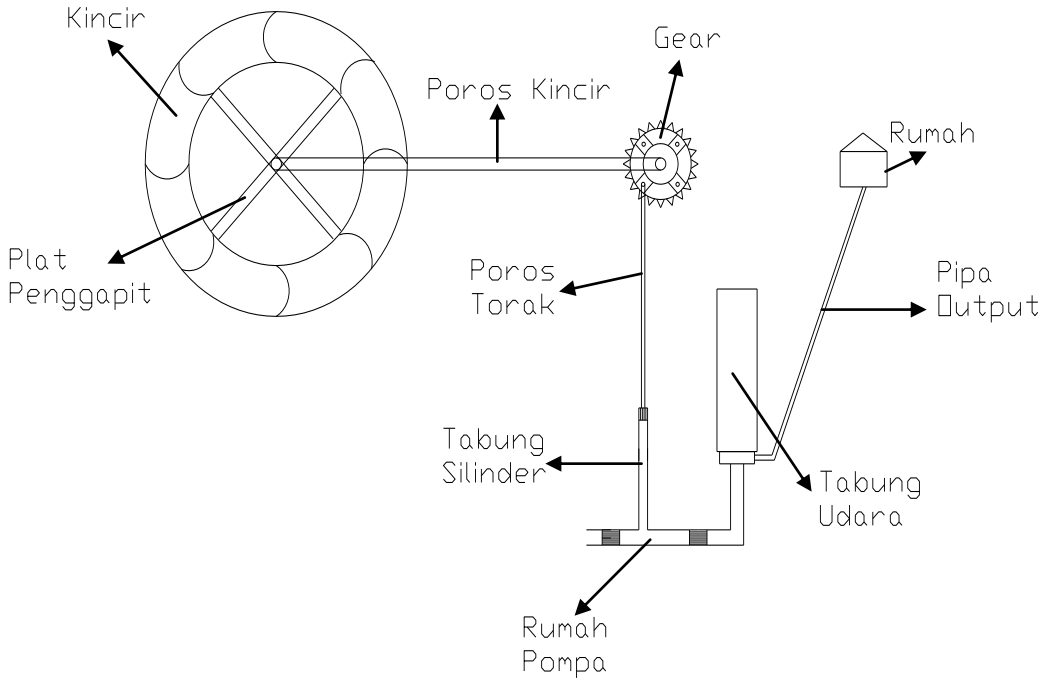
Gambar 3. Kincir dan pompa



Gambar 4. Transmisi tenaga



Gambar 5. Pemasangan pompa bertenaga kincir air



Gambar 6. Instalasi pompa dengan penggerak kincir air

3.3.2 Tahapan-tahapan pembuatan pompa air dengan tenaga penggerak kincir air sebagai berikut:

1. Pemilihan dan pengukuran bahan

   Pemilihan bahan disini dilakukan agar pompa dan kincir yang dibuat sesuai dengan yang kita inginkan, setelah itu dilakukan pemotongan sesuai dengan ukuran pompa dan kincir yang kita kehendaki.

2. Pembuatan rumah pompa

   Bahan yang diperlukan untuk membuat rumah pompa sebagai berikut:

   a. 2 buah klep sanyu berdiameter 1 dim sebagai klep hisap dan buang
   b. 1 buah tee berdiameter 1 ½ dim, 1 buah tee berdiameter 1 dim
   c. 2 buah Shock dratt luar berdiameter 1 ½ dim
   d. 2 buah dobel nepel berdiameter 1 dim
   e. 1 buah elbow berdiameter 1 dim
   f. 1 buah knee berdiameter ½ dim sebagai pipa pengeluaran

   Setelah semua bahan siap, selanjutnya dilakukan penggabungan semua bahan. Untuk memperapat pemasangan bahan ditambah dengan seal tape agar tidak bocor pada waktu pompa digunakan.

3. Pembuatan silinder pompa

   Tabung silinder dipotong dengan ukuran, panjang 30 cm dan diameter 1 ½ dim. Kemudian memasang tabung silinder pada rumah pompa.

4. Pembuatan tabung udara

   Tabung udara dipotong dengan ukuran, panjang 40 cm dan diameter 3 dim. Sebelum pemasangan tabung pompa ke rumah pompa terlebih dahulu dilakukan menggabungkan tabung dengan tee dengan cara dilas.

5. pembuatan batang piston dan piston

   Bahan yang digunakan untuk membuat batang piston terbuat dari bekas as skok sepeda motor yang berukuran panjang 58 cm dan piston dibuat dari sandal yang tebalnya 3 cm atau terbuat dari ban mobil.

6. Pembuatan engkol

   Bahan yang digunakan dalam pembuatan engkol terbuat dari gear yang berdiameter 40 cm. Gear disini dipasang pada poros kincir.

7. Pembuatan dudukan pompa

   Dalam pembuatan dudukan pompa bahan yang digunakan adalah plat besi siku yang berukuran 10 x 20 cm.

8. Pembuatan kincir

   Bahan-bahan yang diperlukan dalam membuat kincir antara lain:

   a. 1 buah ban bekas mobil dengan ukuran 750-16 berdiameter 75 cm
   b. 4 buah plat baja berukuran 0,5 x 7,5 x 64 cm
   c. 1 buah besi beton dengan panjang 120 cm dan berdiameter 1 dim
   d. 2 buah klaker duduk sebagai tempat berputarnya poros kincir

9. Pembuatan dudukan atau penyangga kincir

   Pembuatan penyangga kincir terbuat dari bahan kayu yang berbentuk balok, agar kincir tidak goyah klaker duduk perlu diikat menggunakan tali karet atau kawat.

3.3.3 Bagian-bagian alat dan fungsinya

a. Kincir, fungsinya untuk memutar poros engkol pada pompa air.
b. Poros kincir, fungsinya sebagai penghubung antara kincir dengan poros engkol.
c. Poros engkol, fungsinya menggerakkan naik turun batang torak dan torak.
d. Poros atau batang torak, fungsinya untuk memompa atau menaik turunkan torak yang ada didalam tabung silinder.
e. torak, fungsinya sebagai pemompa atau menghisap dan menekan air agar mengalir ke atas.
f. *Klep* (katup), fungsinya membuka dan menutup aliran air yang ada di dalam tabung silinder.
g. Tabung silinder fungsinya sebagai tempat dudukan piston.
h. Tabung penyimpan udara fungsinya sebagai tempat penyimpanan udara.
i. Bearing fungsinya menumpu dan menahan beban dari poros agar dapat berputar. Bearing juga memungkinkan poros untuk dapat berputar dengan lancar dan tetap pada tempatnya, sehingga kerugian gesek menjadi kecil.

3.3.4 Mekanisme kerja pompa air dengan tenaga penggerak kincir air

Air mengalir melalui pipa pemasukan dan dihisap oleh klep hisap kemudian masuk kerumah pompa secara kontinyu akan memenuhi rumah pompa, sehingga air menekan piston naik dan ketika klep buang tertutup disitulah akan terjadi tekanan oleh piston yang digerakkan oleh kincir, sehingga klep buang membuka lalu air yang memenuhi rumah pompa tersebut akan mengalir menuju tabung penyimpan udara, pada tabung udara tersebut akan terjadi kompresi akibat tekanan dari air tersebut sehingga memaksa air untuk mengalir keluar.

3.3.5 Pengujian

A. Pemasangan dilokasi

B. Pengujian kinerja pompa

1. Pengujian debit teoritis dan debit aktual
2. Kecepatan putaran kincir
3. Daya air
4. Daya pompa
5. Efisiensi debit
6. Efisiensi daya
7. Hubungan antara debit aktual, tinggi, dan efisiensi daya

BAB IV. HASIL DAN PEMBAHASAN

4.1 Perhitungan debit output

Perhitungan debit output yaitu perhitungan suatu debit yang keluar dari pompa dengan besaran tertentu, perhitungan debit output ada lima macam perhitungan yaitu:

4.1.1 Menghitung debit teoritis

Data : Panjang langkah (L) = 0,1 m

Luas piston (A) = 0,042 m

Hitung (A) = ¼ x π x D^2

= ¼ x 3,14 x $(0,042)^2$

= ¼ x 3,14 x $(0,042)^2$

= 0,0013 m^2

Putaran per menit kincir (N) = 85 Rpm

Q = L.A.N

= 0,1 x 0,0013 x 85

= 0,01105 m^3/menit

4.1.2 Menghitung daya air

Data :Tinggi terjunan (Ht) = 0,2 m

Debit air terjunan = 0,72 m^3/menit

Pp (daya pompa) = 0,163 x ρ x Q x H

= 0,163 x 1 x 0,72 x 0,2

= 0,023 KW

4.1.3 Debit aktual

Pompa air dikatakan bias bekerja dengan baik jika menghasilkan debit output yang kontinyu, debit output tersebut dapat dihasilkan dengan secara maksimal jika tidak ada kesalahan teknis dalam pembuatan atau penginstalasian pompa air tersebut. Faktor yang mempengaruhi besar kecilnya debit output adalah tinggi pemompaan dan putaran kincir (rpm). Proses pengujian tiap-tiap percobaan dilakukan sebanyak 3 kali dan dilakukan sebanyak 10 kali percobaan. Untuk lebih jelasnya tertera pada tabel 2.

Tabel 2. Hasil pengukuran debit aktual

No	Head (m)	Pengulangan Debit (m^3/menit)			Debit rata-rata (m^3/menit)	Daya pompa (0,163.ρ.Q.H)
1	1	0,00875	0,00872	0,00874	0,00873	0,163 x 1 x 0,00873 x 1= 0,0014 KW
2	2	0,00860	0,00852	0,00855	0,00855	0,163 x 1 x 0,00855 x 2 = 0,0027
3	3	0,00852	0,00850	0,00853	0,00851	0,163 x 1 x 0,00851 x 3 = 0,0041
4	4	0,00850	0,00847	0,00850	0,00849	0,163 x 1 x 0,00849 x 4 = 0,0055
5	5	0,00850	0,00845	0,00850	0,00848	0,163 x 1 x 0,00848 x 5 = 0,0069
6	6	0,00835	0,00836	0,00835	0,00835	0,163 x 1 x 0,00835 x 6 = 0,0081
7	7	0,00834	0,00825	0,00830	0,00829	0,163 x 1 x 0,00829 x 7 = 0,0094
8	8	0,00790	0,00775	0,00780	0,00781	0,163 x 1 x 0,00781 x 8 = 0,0101
9	9	0,00765	0,00770	0,00762	0,00765	0,163 x 1 x 0,00765 x 9 = 0,0112
10	10	0,00760	0,00765	0,00763	0,00762	0,163 x 1 x 0,00762 x 10 = 0,0124
Jumlah	55				0,08248	0,0718 KW
Rata-rata	5,5				0,008248	0,00718 KW

Sumber: perhitungan

Padadasarnya debit aktual yang dihasilkan oleh pompa air dengan tenaga penggerak kincir air menghasilkan debit yang berbeda-beda dan daya yang dihasilkan juga berbeda, semakin tinggi pemompaan maka daya yang dihasilkan juga semakin tinggi. Dari data diatas maka dapat disimpulkan bahwa semakin tinggi pemompaan debit output yang dihasilkan semakin kecil.

4.1.4 Efisiensi debit

Untuk mengetahui efisiensi debit, hal yang harus dilakukan yang pertama ialah mengetahui debit rata-rata aktual setiap tinggi pemompaan dan debit teoritis, maka rumus yang digunakan untuk mengetahuiefisiensi debit yaitu:

Efisiensi debit = $\frac{QAktual}{QTeoritis}$ x 100 % .....(3)

Dari data yang diperoleh dari lapangan atau penelitian efisiensi bisa dihitung dengan rumus diatas, yang dimana data yang diperoleh dilapangan adalah sebagai berikut:

Tabel 3. Hasil perhitungan efisiensi debit

No	Debit aktual (m^3/menit)	Debit teoritis (m^3/menit)	Efisiensi debit (%)
1	0,00873	0,01105	79
2	0,00855	0,01105	77,37
3	0,00851	0,01105	77,01
4	0,00849	0,01105	76,83
5	0,00848	0,01105	76,74
6	0,00835	0,01105	75,56
7	0,00829	0,01105	75,02
8	0,00781	0,01105	70,67
9	0,00765	0,01105	69,23
10	0,00762	0,01105	68,95

Sumber: perhitungan

Dari data diatas dapat diketahui bahwa semakin tinggi pemompaan maka efisiensi debit semakin kecil.

4.1.5 Efisiensi daya

Untuk mengetahui efisiensi daya, yang pertama harus mengetahui daya pompa tiap tinggi pemompaan dan daya air, maka rumus yang digunakan untuk mengetahui efisiensi daya yaitu:

Efisiensi daya =$\frac{Daya\ Pompa}{Daya\ Air}$x 100 % .....(4)

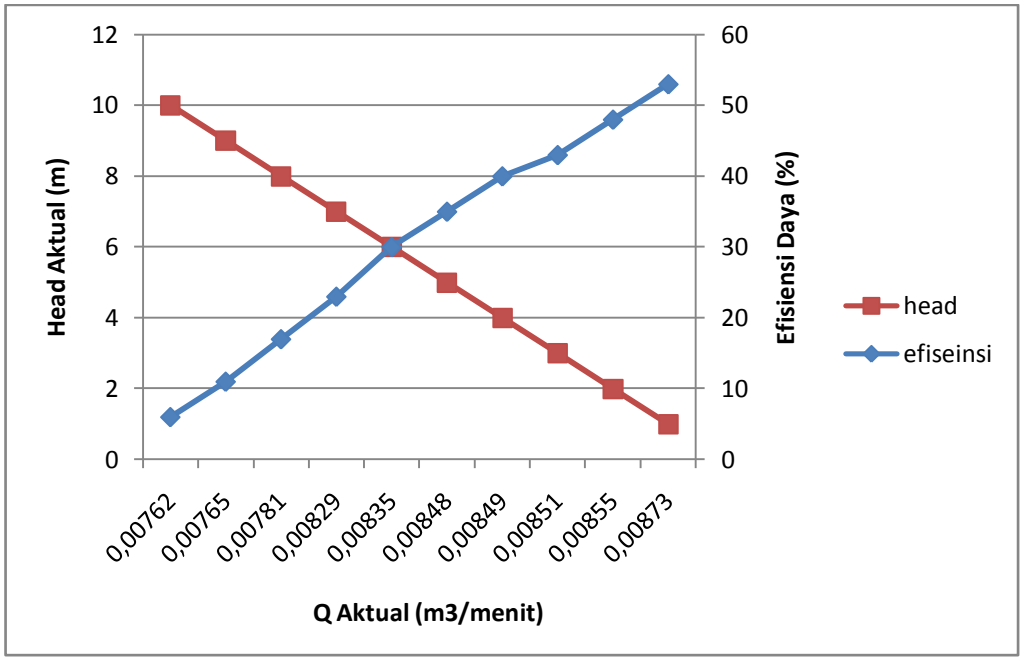
Dari data yang diperoleh dari lapangan atau penelitian efisiensi bisa dihitung dengan rumus diatas, yang dimana data yang diperoleh dilapangan adalah sebagai berikut:

Tabel 4. Hasil perhitungan efisiensi daya

No	Daya pompa (0.163 x ρ x Q x H)	Daya air (KW)	Efisiensi daya (%)
1	0,0014	0,023	6
2	0,0027	0,023	11
3	0,0041	0,023	17
4	0,0055	0,023	23
5	0,0069	0,023	30
6	0,0081	0,023	35
7	0,0094	0,023	40
8	0,0101	0,023	43
9	0,0112	0,023	48
10	0,0124	0,023	53

Sumber: perhitungan

Dari data diatas dapat diketahui bahwa semakin tinggi pemompaan maka efisiensi daya semakin tinggi.



Gambar 7. Grafik Hubungan Antara Debit, Head, Dan Efisiensi Daya

Derdasarkan grafik diatas dapat diketahui bahwa semakin tinggi pemompaan debit rata-rata yang dihasilkan semakin kecil dan semakin tinggi pemompaan daya yang diperlukan juga semakin tinggi.

4.2 Pembuatan pompa air dengan tenaga penggerak kincir air

Pada pompa air dengan penggerak kincir air ini terdapat beberapa komponen yang perlu diketahui dalam pembuatan pompa air dengan tenaga penggerak kincir air. Bagian-bagian tersebut yaitu:

1. Rumah pompa

   Dalam proses pembuatan rumah pompa bahan yang digunakan, meliputi 1 buah elbow berdiameter 1 dim, 1 buah tee berdiameter 1 ½ dim dan 1 dim , 2 buah klep sanyu, dobel nepel berdiameter 1 dim, knee berdiameter ½, serta 2 buah plat besi berukuran 10 cm x 20 cm sebagai tempat dudukan rumah pompa. Setelah itu plat besi dilubangi dengan diameter 17 mm di kedua sudutnya. Mula-mula tentukan posisi as lubang lalu buat titik dengan drip, kemudian titik dibor dengan mata bor yang kecil, lalu dibor lagi dengan mata bor berukuran 17 mm. Selanjutnya memasang kedua plat besi yang telah dilubangi di kanan kiri tee, usahan dapat berdiri tegak lurus. Pemasangan dilakukan dengan las. Kemudian gabungkan klep sanyu, tee yang telah disambung dengan plat besi, dobel nepel, elbow dan knee secara berurutan dengan arah mendatar untuk merakit rumah pompa. Pada setiap penggabungan semua dratt diberi seal tape agar rapat dan mudah dilepaskan apabila perlu perbaikan.

2. Silinder pompa

   Silinder pompa merupakan tabungs ilinder yang dijadikan badan dari piston.Untuk bahan tabung silinder menggunakan pipa besi.Dalam pembutan tabung silinder menggunakan pipa besi dengan diameter 1,5 dim dengan panjang 30 cm dan tebal 2 mm. Kemudian pasang tabung silinder pada tee, usahakan berdiri tegak lurus agar kerja naik turun piston lancar dan pemasangan dilakukan dengan las.Berikut gambar dari tabung siinder.

Gambar 8. Tabung Silinder

3. Piston

Piston merupakan komponen yang berfungsi melakukan langkah hisap dan buang. Piston diletakkan pada tabung silinder pompa. Sebelum melakukan proses pembuatan piston yang terlebih dahulu dilakukan adalah membuat batang atau poros piston, yaitu menggunakan as skok sepeda motor yang disambung dengan klaker yang terhubung ke gear dengan diameter 3 cm dan panjang 58 cm. Gear disini berfungsi sebagai engkol untuk menggerakkan batang piston dan piston naik turun.

Pembuatan engkol piston terbuat dari gear sepeda motor dengan diameter 40 cm. Pada bagian tepi gear terdapat beberapa lubang sebagai tempat penghubung antara engkol dengan batang piston dengan cara dibaut dengan baut 14 mm. Setelah piston terpasang pada batang atau poros piston kemudian dikunci dengan ring dan mur agar piston tidak lepas.Berikut gambar dari piston, batang piston dan gear sebagai engkol.

Gambar 9. piston, batang piston dan gear sebagai engkol

4. Katup hisap dan buang

Katup hisap dan buang merupakan salah satu bagian penting dari pompa dan harus dirancang dengan baik sehingga bekerja dengan lancar. Bila katup ini kemasukan kotoran atau pasir, klep tidak akan bekerja. Oleh sebab itu klep harus disambung dengan saringan supaya kotoran tidak masuk pada klep. Katup hisap dan buang disini menggunakan katup yang sudah tersedia dipasaran. Berikut gambar dari katup hisap dan buang.

Gambar 10. Katup hisap dan buang

5. Tabung ruang udara

Udara yang tersimpan dalam tabung ruang udara dihisap perlahan-lahan oleh turbulensi air yang masuk melalui klep limbah.Tabung ruang udara ini terbuat pipa besi dengan diameter 3 dim sepanjang 40 cm, kemudian tutup salah satu ujungnya dengan plat besi 5 mm menggunakan las dan ujung yang satunya lagi ditutup juga tapi bagian tegah diberi lubang untuk tempat mengalirnya udara. Selanjutnya pasang tabung tersebut pada elbow, pengelasan harus betul-betul rapat. Berikut gambar tabung udara.

Gambar 11. Tabung Udara

6. Kincir air

Kincir air merupakan suatu penggerak mula yang bergerak karena adanya aliran air atau terjunan air. Bagian kincir yang berputar adalah roda kincir, sedangkan bagian kincir yang tidak bergerak atau berputar adalah penyangga kincir.Proses pembuatan kincir air menggunakan ban bekas mobil dengan diameter 75 cm, 4 buah plat baja untuk penggapit dengan ukuran 64 cm, 1 buah besi beton dengan diameter 1 dim dan panjang 120 cm sebagai poros kincir. Dalam pembuatan kincir air ini yang pertama dilakukan adalah mengukur dulu punggung ban untuk menentukan jumlah lubang penampung airnya. Kemudian ban digores atau disayat dengan pisau untuk membuat lubang penampung air. Setelah selesai membuat lubang, ban digapit dengan plat baja disisi kanan kiri ban dengan arah menyilang lalu pasang baut dan mur untuk merapatkan ban. Berikut gambar dari kincir.

Gambar 12. Kincir

7. Pipa pemasukan dan pengeluaran

Air yang masuk pada pompa ini melalui pipa pemasukan. Pipa pemasukan disini dibuat dari bahan pipa pvc yang berukuran diameter 1 ½ dim dan untuk pipa pengeluaran berukuran diameter ½ dim.

4.3 Faktor-faktor yang mempengaruhi kinerja pompa air

Ada beberapa faktor yang mempengaruhi kinerja pompa sehingga membuat pompa tersebut tidak bisa bekerja dengan maksimal. Faktor-faktor tersebut adalah:

a. Faktor kontinuitas aliran air, jika kontinuitas aliran air pada pipa pemasukan tidak kontinyu atau ada kebocoran pada sambungan-sambungan pipa maka debit output yang dihasilkan tidak akan maksimal, oleh karena itu aliran air atau debit dari sumber air menuju ke rumah pompa harus kontinyu atau konstan tidak naik turun agar pompa bisa bekerja dengan maksimal dan debit yang dihasilkan maksimal.

b. Faktor pada pompa itu sendiri

   1) Faktor pada katup limbah atau katup isap dan buang

      Jika katup kemasukan kotoran atau pasir maka katup tidak akan bekerja sehingga katup tidak akan menghisap air, oleh sebab iku perlu dipasang saringan.

   2) Faktor dari tabung udara

      Tabung udara berfungsi menyimpan tekanan, pada tabung inilah akan terjadi kompresi antara air dengan udara. Jika pada tabung udara terjadi kebocoran maka tikan akan terjadi kompresi dan tekanan untuk memaksa air mengalir secara kontinyu.

   3) Faktor dari rumah pompa

      Jika pemasangan komponen-komponen rumah pompa tidak rapat akan mempengaruhi hasil kerja pompa, sehingga debit yang dihasilkan tidak maksimal.

c. Faktor dari daya air terjunan

   Bila debit daya air terjunan tidak besar, juga akan mempengaruhi kinerja dari pompa, karena untuk mempercepat putaran kincir perlu daya yang besar.

Faktor-faktor diatas yang menyebabkan pompa air tidak dapat bekerja secara maksimal dan mengakibatkan efisiensi dari pompa tersebut tidak dapat mencapai efisiensi yang maksimal.

4.4 Pembahasan

Pompa air dengan tenaga penggerak kincir air ini adalah teknologi tepat guna yang digunakan untuk memompa atau menaikkan air dari tempat yang rendah ke tempat yang lebih tinggi. Masyarakat bisa menggunakan pompa air untuk memompakan air dari sumber air ke tempat tinggal mereka sehingga tanpa perlu susah payah mengambil air ke sungai maupun mata air. Sehingga pompa air dengan tnaga penggerak kincir air ini dinilai cukup tepat untuk mengatasi permasalahan tersebut, sebab mempunyai beberapa keuntungan jika dibandingkan dengan pompa air yang lain, yaitu tidak membutuhkan energi listrik, tidak membutuhkan pelumasan, biaya pembuatan dan pemeliharannya relatif murah dan pembuatannya cukup mudah.

Spesifikasi pompa dengan tenaga penggerak kincir air sebagai berikut:

A. Spesifikasi pompa air yaitu:
    1. Panjang keseluruhan pompa : 45 cm
    2. Panjang silinder pompa : 30 cm
    3. Diameter silinder pompa : 4,2 cm
    4. Panjang batang torak : 58 cm
    5. Diameter gear : 40 cm
    6. Panjang tabung udara : 40 cm
    7. Lebar tabung udara : 11,5 cm
    8. Tebal piston : 2 cm
B. Spesifikasi kincir air yaitu:
    1. Diameter kincir air : 75 cm
    2. Panjang poros kincir : 120 cm
    3. Diameter poros kincir : 3 cm
    4. Panjang plat penggapit : 64 cm
    5. Panjang dudukan klaker : 12 cm

BAB V. KESIMPULAN DAN SARAN

5.1 Kesimpulan

Setelah dilakukan pengujian pompa air dengan tenaga penggerak kincir air maka didapat kesimpulan sebagai berikut:

1. Pompa air dengan tenaga penggerak kincir air terbuat dari pipa besi, ban bekas mobil.
2. Pada pompa air dengan tenaga penggerak kincir air ini terdapat beberapa bagian atau komponen yaitu pipa pemasukan, rumah pompa, tabung penyimpan udara, kincir, poros kincir, poros engkol, batang torak dan torak.
3. Pompa air dengan tenaga penggerak kincir air ini dapat memompa air dengan ketinggian 10 m mengasilkan debit sekitar minimal Q = 0.00762 m^3/menit sampai dengan maksimal Q = 0.00873 m^3/menit. Serta dengan efisiensi debit antara = 68.95 sampai 79 %, serta efisiensi daya antara = 6 sampai 53 %.

5.2 Saran

Pompa air dengan tenaga penggerak kincir air walaupun masih belum sempurna namun demikian harus dikembangkan yang berkaitan dengan teknologi tepat guna untuk kepentingan masyarakat. Perlu ada perbaikan pada sistem engkol yaitu perlu diganti gear yang lebih besar agar langkah kerja torak tambah panjang dan perlu dilakukan modifikasi pada kincir agar menghasilkan putaran yang lebih cepat, sehingga pompa menghasilkan debit output dan efisiensi yang maksimal.

DAFTAR PUSTAKA

Bruce R. Muason, Donald F. Young, Theodore Okishi, Harnaldi, Budiarso, M.Eng(penerjemah) **"Mekanika Fluida"**, Edisi keEmpat, Jilid 2, Penerbit Erlangga, Jakarta.2003.

Miller, R. and R. Miller,2004. **Pump AND Hydrailics. All New 6thEdition**.Willey Publishing, Inc.Canada.

Musa B. Palungan, 2009. **DesainKincir Air UntukPertanian**. PenerbitAtusBuku. Makasar.

Patty, O. F,1995. **Tenaga Air**. Penerbit Erlangga, Jakarta.

Ruzardi,2009. **Ketahanan Air Nasional**.http://kab.marauke.go.id.(24 Agustus 2009).

Viktorl, Streeter, E. Benjamin Wytie. 1985. **Mekanika Fluida**. Penerbit Erlangga. Jakarta.

White, Frank. M,1997. **Mekanika Fluida**, Edisi keDua.Penerbit Erlangga. Jakarta.

Lampiran 1. Rekapitulasi hasil perhitungan pompa air dengan tenaga penggerak kincir air

No	Head aktual (m)	Q aktual (m^3/menit)	Daya pompa (0.163 x ρ x Q x H)	Daya air (KW)	Q Teoritis (m^3/menit)	Efisiensi debit (%)	Efisiensi daya (%)
1	1	0,00873	0,0014	0,023	0,01105	79	6
2	2	0,00855	0,0027	0,023	0,01105	77,37	11
3	3	0,00851	0,0041	0,023	0,01105	77,01	17
4	4	0,00849	0,0055	0,023	0,01105	76,83	23
5	5	0,00848	0,0069	0,023	0,01105	76,74	30
6	6	0,00835	0,0081	0,023	0,01105	75,56	35
7	7	0,00829	0,0094	0,023	0,01105	75,02	40
8	8	0,00781	0,0101	0,023	0,01105	70,67	43
9	9	0,00765	0,0112	0,023	0,01105	69,23	48
10	10	0,00762	0,0124	0,023	0,01105	68,95	53
Jumlah	55	0,08248	0,0718	0,23	0,1105	746,38	306
Rata-rata	5,5	0,008248	0,00781	0,023	0,01105	74.63 %	30.6 %

Lampiran 2.Gambar pompa air dan kincir air