

**RANCANG BANGUN ENERGI KINCIR ANGIN
PUTARAN RENDAH TIPE *Multiblade Hawt*
UNTUK IRIGASI PERTANIAN**

Oleh:

ANANG SUPRIADI SALEH dan YULI HANANTO *)

ABSTRAK

Permasalahan yang banyak mendapat perhatian nasional saat ini dan masa yang akan datang diantaranya adalah masalah ketahanan pangan dan konservasi energi. Pada lahan pertanian tadah hujan tidak mempunyai irigasi teknis, hal ini banyak kita jumpai di daerah pesisir sehingga pengelolaannya belum optimal, pada saat musim kemarau banyak petani membuat sumur-sumur dan menaikkan air tersebut dengan pompa motor bakar, sejak kenaikan BBM beberapa waktu yang lalu, petani mulai mengeluh karena biaya operasional dan perawatannya lebih mahal apalagi nantinya terjadi kenaikan BBM lagi, bahkan saat ini banyak lahan tadah hujan tidak dikelola pada saat musim kemarau, padahal di daerah pesisir Jawa termasuk lokasi penelitian mempunyai banyak potensi energi angin pada saat musim kemarau dengan kecepatan angin antara 2,5 sampai 7 m/dt dan bertiup sepanjang hari dari jam 08.00 sampai dengan jam 16.00.

Tujuan jangka panjang penelitian ini adalah bahwa dengan adanya paket teknologi Kincir Angin Tipe Multiblade HAWT Untuk Aplikasi Pompa Irigasi Daerah Tadah Hujan mampu memberdayakan masyarakat Petani di daerah tadah hujan pada saat musim kemarau khususnya di daerah pesisir sehingga mendukung program ketahanan pangan dan konservasi energi karena tidak hanya bergantung pada energi fosil yang semakin langka.

Pendekatan desain untuk merancang kincir angin ini dilakukan melalui beberapa tahapan, antara lain; Kajian pustaka dan lapang, pengambilan dan analisa data dasar, Pembuatan rancangan dan pengujian. metode perancangan menggunakan metode yang disusun oleh Gerhardt Pahl dan Wolfgang Beitz yang dipaparkan dalam buku Engineering Design. Pengujian meliputi pengujian struktural dan fungsional di Laboratorium. Setelah itu di lakukan pengujian lapang (uji adaptasi, fungsional, dan verifikasi). Kemudian untuk penyempurnaan dilakukan modifikasi-modifikasi dan pengujian kembali.

Hasil penelitian menunjukkan bahwa paket teknologi Kincir Angin Tipe Multiblade HAWT, mempunyai daun 6 buah, tinggi menara 6 m, total head pemompaan 7 m. Kecepatan angin rata-rata 2,5 m/dt, 22 rpm, pompa menghasilkan debit air 4 liter/menit, sedangkan pada kecepatan angin diatas 4 m/dt, 40 rpm mampu menghasilkan debit air 8 liter/menit yang digunakan untuk irigasi daerah tadah hujan. Kincir Angin tersebut menambah kapasitas teknologi untuk pengelolaan lahan tadah hujan, dengan harapan dapat berfungsi dengan baik dan berdayaguna untuk memompa air dari sumur ke lahan pertanian dan harganya terjangkau oleh masyarakat petani. Selain itu menguatkan pemberdayaan masyarakat di daerah lahan tadah hujan khususnya di daerah pesisir yang saat ini hanya mengandalkan kegiatan usaha tani pada musim hujan.

Kata kunci: Kincir, Angin, Multiblade, Irigasi, Pertanian

PENDAHULUAN

Lahan kering dan lahan tadah hujan banyak terdapat di Jawa Timur khususnya di daerah pesisir yang tidak mempunyai irigasi teknis, umumnya petani mengusahakan lahan sekali setahun yaitu pada musim hujan dengan tanaman semusim. Selain itu di musim kemarau sebagian besar lahan tidak diusahakan karena akan mengalami kekurangan air. Pemecahan permasalahan tersebut telah dilakukan melalui pengembangan sistem irigasi lahan kering skala kecil dengan memanfaatkan potensi airtanah dangkal yang dapat dimanfaatkan oleh petani. Lahan kering dan tadah hujan tersebut merupakan tumpuan petani untuk meningkatkan pendapatannya melalui usahatani baik tanaman pangan maupun hortikultura.

Pada musim kemarau, tanaman yang tidak diairi produktivitasnya tidak lebih dari 2 ton/ha. Dengan memberikan air irigasi sebagai suplesi pada fase-fase tertentu pertumbuhan tanaman yang sensitif maka produktivitas tanaman dapat mencapai 4 ton/ha. Namun demikian petani harus mengoperasikan pompa selama sekitar 16,5 jam untuk setiap ton produksi tanaman. Dengan mengoptimalkan pola tanam dan meningkatkan intensitas pertanaman maka keuntungan yang diperoleh oleh petani akan lebih besar lagi untuk setiap luasan lahan yang diusahakan.

Pada saat ini penggunaan pompa motor bakar banyak mengalami kendala, sejak kenaikan BBM beberapa waktu yang lalu, petani mulai mengeluh karena biaya operasional dan perawatannya lebih mahal apalagi nantinya terjadi kenaikan BBM lagi, bahkan saat ini banyak lahan tadah hujan tidak dikelola pada saat musim kemarau, padahal di daerah pesisir Jawa tersebut mempunyai banyak potensi energi angin pada saat musim kemarau dengan kecepatan angin antara 2,5 sampai 7 m/dt dan bertiup sepanjang hari dari jam 08.00 sampai dengan jam 17.00.

Penggunaan kincir angin untuk memompa air tanah tersebut sangat nyata dalam meningkatkan intensitas pertanaman dari 100% (1 kali/tahun)

menjadi 300% (tiga kali/tahun). Indonesia adalah negara yang memiliki sumber daya energi yang sangat melimpah, salah satunya adalah sumber energi angin. Indonesia yang merupakan negara kepulauan dan salah satu Negara yang terletak di garis khatulistiwa merupakan faktor, bahwa Indonesia memiliki potensi energi angin yang melimpah.

Pada dasarnya angin terjadi karena ada perbedaan suhu antara udara panas dan udara dingin. Di daerah katulistiwa, udaranya menjadi panas mengembang dan menjadi ringan, naik ke atas dan bergerak ke daerah yang lebih dingin. Sebaliknya daerah kutub yang dingin, udara menjadi dingin dan turun ke bawah. Dengan demikian terjadi perputaran udara berupa perpindahan udara dari kutub utara ke garis katulistiwa menyusuri permukaan bumi dan sebaliknya suatu perpindahan udara dari garis katulistiwa kembali ke kutub utara, melalui lapisan udara yang lebih tinggi. Potensi energi angin di Indonesia cukup memadai, karena kecepatan angin rata-rata berkisar 2,5 - 7 m/s. Hasil pemetaan Lembaga Penerbangan dan Antariksa Nasional (LAPAN) pada 120 lokasi menunjukkan, beberapa wilayah memiliki kecepatan angin di atas 5 m/detik, masing-masing Nusa Tenggara Timur, Nusa Tenggara Barat, Sulawesi Selatan, dan Pantai Selatan Jawa.

Salah satu pemanfaatan energi angin adalah penggunaan turbin angin yang banyak digunakan untuk kebutuhan pertanian, seperti untuk menggerakkan pompa untuk keperluan irigasi, serta kebutuhan akan energi yaitu sebagai pembangkit listrik energi angin. Penelitian ini secara khusus bertujuan untuk mengembangkan kincir angin tipe multiblade HAWT agar menghasilkan daya dan debit air irigasi yang optimal, mudah dalam pembuatan dan pengoperasiannya, serta harganya terjangkau oleh masyarakat petani.

Sehingga penelitian ini mampu memberdayakan masyarakat petani di daerah lahan tadah hujan untuk mendukung ketahanan pangan dan mengembangkan teknologi konservasi energi yang ramah lingkungan dan tidak hanya bergantung pada energi fosil.

Kincir angin pada penelitian ini bekerja dengan sistem poros horisontal dan menggunakan blade cekung enam buah (model of multiblade HAWT) untuk menghasilkan putaran dan daya penggerak yang ditransmisikan ke pompa air, kemudian energi yang dihasilkan digunakan untuk penggerak pompa air irigasi.

LANDASAN TEORI

Beberapa penelitian yang telah melakukan penelitian terkait ilmu yang menyangkut tentang turbin angin, antara lain:

Bambang setioko (2007), Kenaikan harga BBM mendorong masyarakat untuk mencari alternative baru yang murah dan mudah didapat untuk mendapatkan tenaga mekanik menjadi tenaga listrik. Tenaga angin merupakan tenaga gerak yang murah dan mudah didapat, sehingga hal ini dijadikan penelitian dan dimanfaatkan untuk tenaga penggerak generator listrik sehingga menghasilkan arus listrik. Teknik pengolahan dan analisis data dalam pembuatan turbin angin ini dibuat dengan mengambil data jumlah kipas, besarnya sudut, kecepatan angin, dan jumlah putaran. Analisis regresi digunakan sebagai metode untuk menyusun hubungan fungsional antara dua variable yaitu variable bebas dan tak bebas. Dengan konstruksi tinggi tiang 9 meter, dimensi kipas terdiri dari empat daun dengan diameter 3 m, lebar 1,30 m dan tinggi 2,50 m yang terbuat dari lembaran alumunium. Putaran kipas dipercepat 20 kali (1:20) untuk memutar dynamo ampere dan dapat mengisi strum accu sehingga accu mampu memutar dynamo DC dan dynamo AC ikut berputar menghasilkan listrik. Arus listrik yang dihasilkan sekitar ± 1500 watt untuk waktu ± 30 menit

Sulistyo atmadi (2008), mewakili Lembaga Penerbangan Dan Antariksa Nasional (LAPAN) meneliti tentang pengembangan metode parameter rotor turbin angin sumbu vertikal tipe multiblade HAWT. Penelitian ini dikembangkan dengan metode penentuan parameter awal rotor turbin angin sumbu vertical tipe multiblade HAWT. Dengan daya dan kecepatan angin tertentu, maka kisaran luas, diameter, tinggi, dan kecepatan

putar rotor dapat diketahui. Luas rotor sangat dipengaruhi oleh koefisien daya.

Kecepatan putaran rotor rancangan dapat dihitung setelah diameter rotor dihitung dan *Tip Speed Ratio* ditentukan. Penelitian ini menggunakan ratio diameter terhadap tinggi masing-masing 0,1; 0,8; 0,8. Hasilnya berupa table daya, kecepatan angin, luas rotor, diameter, tinggi serta kecepatan putar dapat digunakan sebagai rancangan awal turbin angin Multiblade HAWT bagi para pemula karena turbin angin ini dapat dibuat secara sederhana.

Sistem Konversi Energi Angin (SKEA)

Sistem konversi energi angin merupakan suatu sistem yang bertujuan untuk mengubah energi potensial angin menjadi energi mekanik poros oleh rotor untuk kemudian diubah lagi oleh alternator menjadi energi listrik. Prinsip utamanya adalah mengubah energi listrik yang dimiliki angin menjadi energi kinetik poros. Besarnya energi yang dapat ditransferkan ke rotor tergantung pada massa jenis udara, luas area dan kecepatan angin. Hal ini selanjutnya akan dibahas melalui persamaan-persamaan.

Energi kinetik untuk suatu massa angin m yang bergerak dengan kecepatan v yang nantinya akan diubah menjadi energi poros dapat dirumuskan sebagai berikut:

$$E = 0.5 mv^2$$

(Eric Hau, Wind Turbines Fundamentals 2005 : 81)

Dimana:

m : massa udara yang bergerak (kg)

v : kecepatan angin (m/s)

Energi kinetik yang terkandung dalam angin inilah yang ditangkap oleh turbin angin untuk memutar rotor.

Dengan menganggap suatu penampang melintang A , dimana udara dengan kecepatan v mengalami pemindahan volume untuk setiap satuan waktu, yang disebut dengan aliran volume V sebagai persamaan:

$$V = vA$$

(Eric Hau, Wind Turbines Fundamentals 2005 : 81)

Dimana:

V : laju volume (m^3/s)

v : kecepatan angin (m/s)

A : luas area sapuan rotor (m^2)
 Sedangkan aliran massa dengan kecepatan udara p sebagai:
 $m = \rho Av$
 (Eric Hau, Wind Turbines Fundamentals 2005 : 82)

Persamaan-persamaan diatas menunjukkan energi kinetik dan aliran massa yang melewati suatu penampang melintang A sebagai energi P :
 $P = 0.5 \rho A v^3$
 (Eric Hau, Wind Turbines Fundamentals 2005 : 82)
 Dimana:
 P : daya mekanik (W)
 v : kecepatan angin (m/s)
 ρ : densitas udara (ρ rata-rata : 1,2 kg/m^3)

Karena setiap jenis turbin angin mempunyai karakteristik aerodinamika yang unik, maka faktor daya sebagai fungsi dari TSR untuk setiap jenis turbin angin juga berbeda-beda. Dengan memasukkan faktor daya C_p , sebagaimana dijelaskan sebelumnya, gaya mekanik aktual yang dapat diperoleh dari energi kinetik pada angin menjadi:
 $P = C_{pr} 0.5 \rho A v^3$
 (Eric Hau, Wind Turbines Fundamentals 2005 : 98)

Parameter utama yang mempengaruhi C_p adalah: jumlah bilah sudu, panjang *chord* bilah sudu, karakteristik aerodinamis bilah sudu, NREL menambahkan kemampuan sebuah SKEA juga dibatasi oleh rugi-rugi pada generator dan sistem transmisi.

Tip Speed Ratio

Tip speed ratio (rasio kecepatan ujung) adalah rasio kecepatan ujung rotor terhadap kecepatan angin bebas. Untuk kecepatan angin nominal yang tertentu, *tip speed ratio* akan berpengaruh pada kecepatan putar rotor. Turbin angin tipe *lift* akan memiliki *tip speed ratio* yang relatif lebih besar dibandingkan dengan turbin angin tipe *drag*. *Tip speed ratio* dihitung dengan persamaan:

$\lambda = \pi Dn/60v$
 (Eric Hau, Wind Turbines Fundamentals 2005 : 94)
 Dengan:

λ = tipe speed ratio
 D = diameter rotor (m)
 n = putaran rotor (rpm)
 v = kecepatan angin (m/s)

Pemilihan Sistem Transmisi Daya

Ketika putaran rotor dan daya motor sudah ditentukan, maka generator yang digunakan dipilih. Generator yang tersedia di pasaran memiliki karakteristik yang berbeda satu sama lain. Setiap generator memiliki kondisi kerja masing-masing.

Untuk meneruskan daya yang dihasilkan rotor ke generator, perlu sistem transmisi yang konfigurasi disesuaikan dengan kebutuhan daya yang ditransmisikan, putaran, dan konfigurasi turbin angin. Sistem transmisi daya dapat dikelompokkan menjadi tiga kelompok menurut rasio putaran masukan dan keluarannya yaitu:

1. *Direct drive*
2. *Speed Reducing*
3. *Speed Increasing*

Direct Drive yang dimaksud adalah transmisi daya langsung dengan menggunakan poros dan pasangan kopling. Yang penting dalam sistem transmisi *direct drive* adalah tidak ada penurunan atau peningkatan putaran. Sistem transmisi *speed reducing* adalah sistem transmisi daya dengan penurunan putaran, putaran keluar lebih rendah daripada putaran masuk. Sistem transmisi ini digunakan untuk meningkatkan momen gaya. Yang terakhir adalah sistem transmisi *speed increasing*, yaitu putaran keluar lebih tinggi dari putaran masuk, terjadi kenaikan putaran dengan konsekuensi momen gaya keluar menjadi lebih kecil.

Pada penerapannya, sistem transmisi *direct drive* hanya menggunakan poros dan kopling jika diperlukan. Konstruksi *direct drive* lebih sederhana dibandingkan yang lainnya dan tidak memerlukan banyak ruang. Sedangkan untuk penerapan sistem transmisi *speed reducing* dan *speed increasing* diperlukan mekanisme pengubah putaran seperti pasangan roda gigi, atau sabuk dan puli.

Turbin angin yang putaran rotornya berada dalam selang putaran kerja generator, maka transmisi daya yang digunakan adalah *direct drive*, rotor menggerakkan generator secara

langsung. Sedangkan transmisi *speed increasing* karena pada umumnya putaran yang diperlukan generator lebih tinggi daripada putaran rotor.

Generator adalah peralatan elektronika mekanik yang mengubah besaran energi mekanik menjadi energi listrik arus bolak-balik. Kebanyakan Generator menggunakan *rotating magnetic field*, akan tetapi adakalanya alternator linear digunakan. Pada prinsipnya, setiap generator AC dapat disebut sebagai alternator, akan tetapi istilah tersebut sering disamakan dengan mesin putaran kecil yang dikendalikan oleh automotif atau mesin pembakaran internal. Salah satu contoh, alternator digunakan sebagai mesin pembangkit listrik arus bolak-balik dengan tenaga turbin uap yang sering dikenal sebagai turbo-alternator.

METODE PENELITIAN

Berikut adalah daftar spesifikasi dari mesin yang dimaksud:

KATAGORI D W	KATAGORI KINCIR ANGIN MULTIBLADE HAWT	
	PERSYARATAN	RESPONSIBILITAS
D D D D	GAYA 1. Mempunyai gaya gesek 2. Mempunyai gaya tekan 3. Mempunyai gaya puntir 4. Terjadi gaya gesek dan tekan yang tetap	
D D D D D	KINEMATIKA 1. Arah gesek tetap 2. Arah tekan tetap 3. Arah gaya puntir 4. Mekanismenya mudah beroperasi 5. Menggunakan transmisi untuk keuntungan mekanis	
D D D W D	GEOMETRI 1. Panjang Blade 150 cm 2. Lebar Blade sekitar 25 cm 3. Jumlah blade 6 buah 4. Dimensi dapat dirubah 5. Tinggi menara 600 cm	
D W	ENERGI 1. Menggunakan tenaga angin 2. Debit pompa air 8 liter/menit	
D D W D D D	MATERIAL 1. Mudah didapat 2. Murah harganya 3. Baik mutunya 4. Tahan terhadap korosi 5. Sesuai dengan standar umum 6. Memiliki umur pakai yang panjang	

Penelitian ini rencananya akan dilaksanakan pada bulan Agustus 2012 sampai dengan Maret 2013. Pembuatan komponen rancang bangun kincir angin dan pengujian laboratorium di kerjakan di Bengkel Politenik Negeri Jember sedangkan pengujian lapang dilaksanakan di daerah lahan tadah hujan di sekitar pesisir Kabupaten Situbondo.

A. PENDEKATAN DESAIN

Berdasarkan metode Gerhardt Pahl dan Wolfgang Beitz, maka spesifikasi yang di buat terdiri dari dua kategori umum yang harus dimiliki oleh unit kincir angin multiblade HAWT bertingkat ini, yaitu:

- Keharusan (Demands) disingkat D, yaitu syarat mutlak yang harus dimiliki kincir, bila tidak terpenuhi maka mesin merupakan solusi yang tidak diterima
- Keinginan (Wishes) disingkat W, yaitu syarat yang masih dapat dipertimbangkan keberadaannya agar jika mungkin dapat dimiliki oleh kincir angin yang dirancang.

D	7. Mempunyai sifat mekanis yang baik	
D W D D	ERGONOMI 1. Sesuai dengan kebutuhan 2. Mudah dipindahkan 3. Tidak bising 4. Mudah dioperasikan	
D D W	PENGGUNAAN 1. Petunjuk pengoperasian mudah dimengerti 2. Petunjuk pengoperasian dalam bahasa Indonesia 3. Petunjuk pengoperasian mudah dipahami	
D D W	KESELAMATAN 1. Konstruksi harus kokoh 2. Bagian yang berbahaya harus ditutup 3. Tidak menimbulkan polusi	
D D D W W	PRODUKSI 1. Dapat diproduksi oleh bengkel kecil 2. Suku cadang mudah di dapat 3. Suku cadang murah 4. Biaya produksi relatif rendah 5. Dapat dikembangkan kembali	
D D W	PERAWATAN 1. Biaya perawatan murah 2. Perawatan mudah dilakukan 3. Perawatan secara berkala	
D D	TRANSPORTASI 1. Mudah dipindahkan 2. Tidak memerlukan alat khusus untuk mengangkat	

Dari urutan proses diatas, maka secara fungsional unit kincir angin multiblade HAWT memiliki komponen yang berfungsi sebagai berikut:

- a. Blade kincir angin tipe multiblade HAWT
- b. Penyangga
- c. Bantalan Poros
- d. Transmisi penerus daya dari poros blade kincir angin ke pompa air
- e. Pemberat
- f. Pompa torak.

B. PENGUJIAN

Setelah rancangan kincir angin dibuat kemudian dilakukan pengujian untuk mengetahui performance kincir tersebut. Pengujian di Laboratorium meliputi Uji Struktural dan Uji Fungsional. Uji struktural bertujuan untuk mengetahui kekuatan atau kekokohan tiap komponen atau bagian alat pada saat kondisi ada beban dan

dioperasikan. Sedangkan uji fungsional bertujuan untuk mengetahui fungsi tiap komponen atau bagian-bagiannya, baik fungsi per bagian maupun fungsi secara terpadu kaitan antar beberapa komponen. Kemudian dilakukan pengujian di lapangan yang meliputi; uji adaptasi, uji fungsional, dan uji verifikasi.

Pelaksanaan Pengujian Kincir Angin Alat :

- Stopwath
- Tachometer
- Flow udara
- Ember
- Gelas ukur

Bahan:

- Kertas HVS

- Jumlah blade
- Rpm blade
- Beda head pemompaan
- Diameter pompa torak
- Debit air

Variable Pengujian

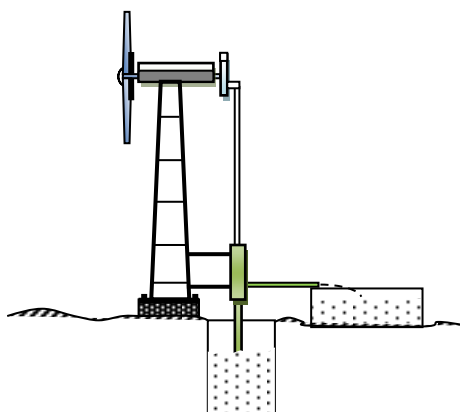
Parameter yang diamati pada pengujian kincir angin ini adalah sebagai berikut :

- Kecepatan angin
- Diameter balde

Pengolahan data

Dalam pengolahan data kemudian dihitung debit air yang dihasilkan oleh pompa torak pada kecepatan angin tertentu

KONSEP RANCANGAN



Gambar 1. Konsep Rancangan Kincir Angin Multiblade HAWT

HASIL DAN PEMBAHASAN

A. Desain Fungsional

Bagian-bagian atau komponen dan fungsi komponen mesin pemeras sari buah jeruk secara kontinyu ini antara lain :

1. Penyangga

Berfungsi sebagai penyangga beban dari beberapa komponen lain seperti blade, poros, bearing, kerangka poros, crank dan besi penarik, gaya sentrifugal dan gaya angin. Kerangka yang digunakan sudah kuat dan kokoh untuk menahan beban dari beberapa komponen pada saat kincir angin bekerja.

2. Blade

Berfungsi sebagai pemutar poros untuk menggerakkan crank dan pompa torak. Blade yang

digunakan dapat berfungsi dengan baik dan daya yang digunakan sudah cukup untuk menggerakkan pompa dan menaikkan air.

3. Poros

Berfungsi sebagai penyalur tenaga yang menghubungkan antara blade dan crank pompa air. Poros yang digunakan sudah cukup kuat untuk meneruskan putaran.

4. Bearing

Berfungsi bantalan poros agar putarannya dilanjutkan ke crank pompa. Bearing yang digunakan dapat berfungsi dengan baik dan kuat dalam menyalurkan putaran dari blade.

5. Crank

Berfungsi meneruskan putaran untuk memutar engkol. Poros yang digunakan sudah kuat dan kokoh serta dapat menyalurkan putaran dengan baik.

6. Tuas Penarik

Berfungsi penyalur tenaga gerak dari crank menjadi gerak naik turun pada pompa torak. Tuas penarik dapat berfungsi dengan baik dan dapat menarik dan menekan tuas pompa torak.

7. Pompa Torak

Berfungsi menaikkan air dari sumur ke bak penampungan. Pompa torak berfungsi dengan baik dalam melakukan pemompaan air pada beda head 7 m.

8. Tension Klep

Berfungsi sebagai klep searah aliran air yang dipompakan. Tension klep berfungsi dengan baik yaitu menghisap air yang masuk dan menahan kembalinya air, sehingga air masuk pada pipa pemasukan.

9. Pemberat

Berfungsi sebagai penyeimbang gaya tarik pada

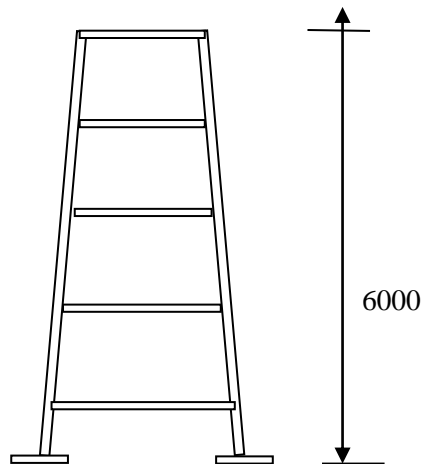
saat langkah hisap dari pompa torak. Pemberat berfungsi dengan baik untuk menyeimbangkan tenaga putar dari blade.

B. Desain Struktural

Berdasarkan hasil pembuatan kincir angin diperoleh suatu bentuk mesin yang siap digunakan, perancangan ini dilakukan meliputi seluruh bagian yang ada pada kincir angin. Bagian-bagian tersebut meliputi :

1. Penyangga

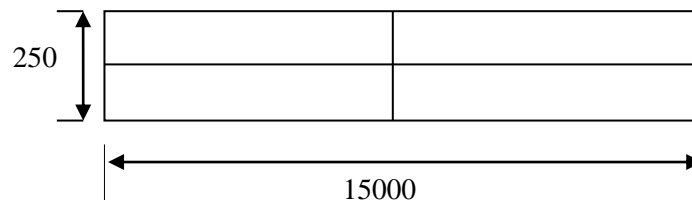
Kerangka terbuat dari besi siku 50. 50. 5 yang artinya besi siku tersebut mempunyai lebar sisi yang sama yakni 50 mm dan ketebalan 5 mm. dimensi kerangka adalah panjang 100 mm, lebar 100 mm dan tinggi 600 mm. Kerangka juga dilengkapi dengan dudukan unit blade dan transmisi. Kerangka dirancang sedemikian rupa agar mampu menahan segala jenis bahan. Dalam fungsinya, kerangka sudah mampu menahan beban yang terjadi pada saat kincir angin bekerja.



2. Blade

Blade terbuat dari plat aluminium 1 mm dengan ukuran panjang 1500 mm dengan lebar 250

mm. Blade berbentuk melengkung untuk kekuatan terhadap gaya angin.



3. Poros

Poros terbuat dari besi as berdiameter 1,25 dim, dengan panjang 1000 mm. Poros meneruskan putaran blade ke putaran crank. Pada poros terjadi gaya puntir dan tarik.

putaran vertikal. Sehingga pada crank terdapat as penarik dan pemberat.

4. Bearing

Bearing yang digunakan jenis bearing duduk, ukurannya sesuai dengan ukuran poros dengan diameter dalam 1,25 dim.

6. Tuas Penarik

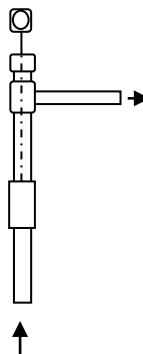
Tuas penarik dibuat dari besi pipa 0,5 dim dengan panjang 5000 mm. Tuas penarik menghubungkan crank dengan pompa torak.

5. Crank

Crank terbuat dari besi siku 5 x 5 cm, berfungsi sebaga poros engkol untuk mengubah putaran radial ke

7. Pompa Torak

Pompa torak terbuat dari pipa besi ukuran diamter 4 dim. Pompa torak bekerja untuk menaikkan air sumur ke bak penampungan. Debit air tergantung pada diameter pompa dan panjang langkahnya.



8. Tension Klep
Tension klep yang digunakan adalah berdiameter 1,25 dim, berfungsi untuk menahan air kembali kebawah, selain itu berfungsi untuk menyaring air yang masuk.

9. Pemberat
Penggerak mula atau sumber putaran dari mesin pemeras sari buah jeruk ini menggunakan motor listrik 1 HP dengan putaran 1400 rpm. Motor listrik yang digunakan sudah mampu untuk memutar engkol dan melakukan pemerasan pada piston pengepres.

C. Pengujian

Hasil pengujian kincir ini menunjukkan bahwa secara struktural

semua bagian mempunyai konstruksi yang kokoh, sedangkan secara fungsional setiap bagian dan secara terintegrasi berfungsi dengan baik.

Pengoperasian Kincir Angin

Cara pengoperasian kincir angin ini adalah sebagai berikut :

1. Sebelum dioperasikan, komponen kincir angin diinstal terlebih dahulu
2. Mur baut diperiksa dan dikencangkan bila perlu.
3. Gelas ukur dipersiapkan dan ditempatkan disaluran pengeluaran pompa air.
4. Stopwatch dipersiapkan
5. Flow meter dipersiapkan
6. Blade dilepas ikatannya dan dibiarkan berputar.
7. Putaran blade akan menarik tuas pompa torak sehingga menghisap air pada sumur dan disalurkan ke bak penampung

Data Hasil Pengujian Kincir Angin Pada Bulan Oktober-Nopember 2012

No	Parameter	Pengukuran
1.	Kecepatan Angin	2-7 m/det
2.	Diamater blade	3 m
3.	Jumlah blade	6 buah
4.	Rpm blade	20 - 60
5.	Beda head pemompaan	7 m
6.	Diameter pompa torak	4 dim
12.	Panjang langkah	12 cm
13.	Debit air	V = 2,5 m/dt, 22 RPM, Q = 4 liter/menit
		V = 4 m/dt, 40 RPM, Q = 8 liter/menit

D. Spesifikasi Kincir Angin yang dihasilkan

Spesifikasi kincir angin yang telah selesai dibuat ini adalah sebagai berikut :

- Dimensi Penyangga: 1000 mm x 1000 mm x 6000 mm
- Diameter blade : 3000 m
- Jumlah blade : 6 buah
- Putaran blade : 20 – 60 RPM
- Kecepatan Angin : 2 – 7 m/detik
- Panjang langkah pompa : 120 mm
- Debit air pompa : 4 – 8 liter/menit

KESIMPULAN DAN SARAN

A. KESIMPULAN

Berdasarkan hasil penelitian dapat disimpulkan bahwa:

1. Prototipe kincir angin mempunyai spesifikasi sebagai berikut:

SPESIFIKASI:

Dimensi Penyangga	: 1000 mm x 1000 mm x 6000 mm
Diameter blade	: 3000 m
Jumlah blade	: 6 buah
Putaran blade	: 20 – 60 RPM
Kecepatan Angin	: 2 – 7 m/detik
Panjang langkah pompa	: 120 mm
Debit air pompa	: 4 – 8 liter/menit

2. Faktor yang mempengaruhi kinerja kincir angin adalah kecepatan angin, ukuran dan jumlah blade, sudut blade, ukuran dan panjang langkah pompa torak.

B. SARAN

Perlu pengembangan kincir angin dengan transmisi putaran yang lebih cepat, kedalaman dan debit air yang lebih besar.

DAFTAR PUSTAKA

- . LAPAN. Jakarta AWS Scientific, Inc. (1996), Wind Resource Assessment Handbook, NREL, USA.
- Dnv/Riso. (2002). Guidelines for Design of Wind Turbines 2nd Edition. Jydsk Centraltrykkeri, Denmark
- Frereis L.L (1990), Wind Energy Conversion Systems, Prentice Hall, NY USA.
- Jop Van Meel and Paul Smulders (1989), Wind Pumping , A Handbook, The World Bank, Washington, DC.
- Nurtjahjomuljo. Rancang Bangun Generator Turbin Angin Tipe Aksial Kapasitas 200W. LAPAN. Jakarta
- Sitompul R. (2011). Modul Pelatihan Penerapan Energi Terbarukan. PNPM Mandiri. Jakarta
- Soepriono. (2011). Potensi dan Pengembangan Energi Angin di Indonesia