

**VISUALISASI MODEL PEMILIHAN LOKASI PEMASANGAN DAN KOMPONEN
POMPA-KINCIR ANGIN MENGGUNAKAN
VISUAL BASIC 6.0¹
(Model Visualisation of Installation Location and Windmill-pump Component
Using Visual Basic 6.0)**

M. Yamin, Hani Shabrina

ABSTRACT

One of the renewable energy that can be used in agricultural field is the wind energy. Windmill-pump is the example in which the wind energy can be used. Windmill-pump is a mechanism in which the wind energy will rotate the windmill to generate water pump. This windmill-pump mechanism is consist of rotor, which gain the wind power and turn it to mechanic energy, transmission system, which the energy mechanic is distribute by the changing direction of turning shaft, protecting system, which protect the windmill from storm, and tower, in which the windmill, pumping system and water tank placed.

Placing the windmill-pump system has been done in Parigi, Ciamis, West Java, but this placing faces many problems. In order to guarantee the placing of windmill-pump system, there were many things to be considered. These include location and component. Because of that, this visualization program for component sizing and choosing simulation and fit proper place test for the windmill-pump can be used as one of the consideration in the development of renewable agricultural technology.

This program is build using Visual Basic 6.0. The reference for this visualization program for component sizing and choosing simulation is Handbook of Wind Pumping, World Bank Technical paper Number 101.

Keywords: *windmill-pump system, visual-basic, program for planning and choosing*

¹ Disampaikan dalam Gelar Teknologi dan Seminar Nasional Teknik Pertanian 2008 di Jurusan Teknik Pertanian Fakultas Teknologi Pertanian UGM, Yogyakarta 18-19 November 2008

A. PENDAHULUAN

Pemanfaatan angin sebagai sumber energi untuk memompa air telah dikenal sejak ratusan tahun lalu di Eropa, dan terus berkembang pada masa itu. Akan tetapi sejak ditemukannya mesin uap dan perkembangan motor bensin, motor diesel hingga motor listrik, penggunaan angin sebagai sumber energi mulai berkurang. Dan pada abad ke 19 bahan bakar fosil begitu populer. Kemudian sekarang masyarakat dunia mulai menyadari masalah energi fosil yang mulai menipis, dan mulai melirik kembali energi alam. Salah satu sumber energi terbarukan yang dapat dimanfaatkan dibidang pertanian adalah energi angin. Salah satunya adalah dengan menggunakan pompa-kincir angin (PKA).

Pompa-kincir angin merupakan satu mekanisme antara kincir yang digerakan oleh energi angin dan sistem transmisi yang menyalurkan daya dari kincir, untuk menggerakan pompa air. Komponen-komponennya terdiri dari : Rotor, menangkap tenaga angin dan merubahnya kedalam energi mekanik. Sistem tranmisi, dimana energi mekanik disalurkan dengan perubahan arah poros putar. Sistem pengaman, melindungi kincir angin dari angin kencang (badai). Tower untuk mendukung komponen kincir, pompa piston, dan bak penampung air.

Seperti pada kasus proyek pemasangan PKA di Parigi, Camis, Jawa barat, yang mengalami hambatan karena berbagai sebab. Maka dari itu, untuk menjamin keberhasilan pemasangan sistem pompa kincir angin ini, banyak faktor yang perlu diperhatikan. Diantaranya adalah lokasi pemasangan, dan pemilihan komponen. Maka dari itu, pembuatan program visualisasi dari simulasi penentuan ukuran komponen dan uji kelayakan lokasi dari pompa kincir angin ini diharapkan dapat menjadi masukan dalam pengembangan teknologi pertanian yang memanfaatkan energi terbarukan.

Penentuan ukuran dari komponen utama pompa kincir angin, tahapannya sebagai berikut (berdasarkan *Handbook of Wind Pumping, World Bank Technical Paper Number 101*)

1. Hitung keperluan air
2. Hitung tenaga hidrolik yang diperlukan
3. Tentukan sumber daya tenaga angin yang tersedia
4. Identifikasi bulan rencana (*design month*)
5. Hitung ukuran komponen pompa.

B. TUJUAN PENELITIAN

Tujuan dari penelitian ini adalah membuat program visualisasi dari model pemilihan lokasi pemasangan dan komponen pompa kincir angin menggunakan Visual Basic 6.0.

C. BAHAN DAN METODE

Sebagai dasar dari pembuatan program pemilihan komponen PKA merujuk pada *Handbook of Wind Pumping, World Bank Technical Paper Number 101*. Pembuatan program untuk pemilihan lokasi dan komponen PKA ini menggunakan *Visual Basic 6.0*, terdiri dari langkah-langkah sebagai berikut :

1. Pembuatan layout tampilan program
2. Pembuatan skrip program
3. Pembuatan animasi
4. Pengujian program

D. HASIL DAN PEMBAHASAN

1. Pembuatan Desain Program

Pembuatan desain program untuk model pemilihan lokasi pemasangan dan komponen pompa kincir angin dimulai dengan menentukan input dan output program sehingga dapat ditentukan tampilan programnya.

Input dalam program ini adalah:

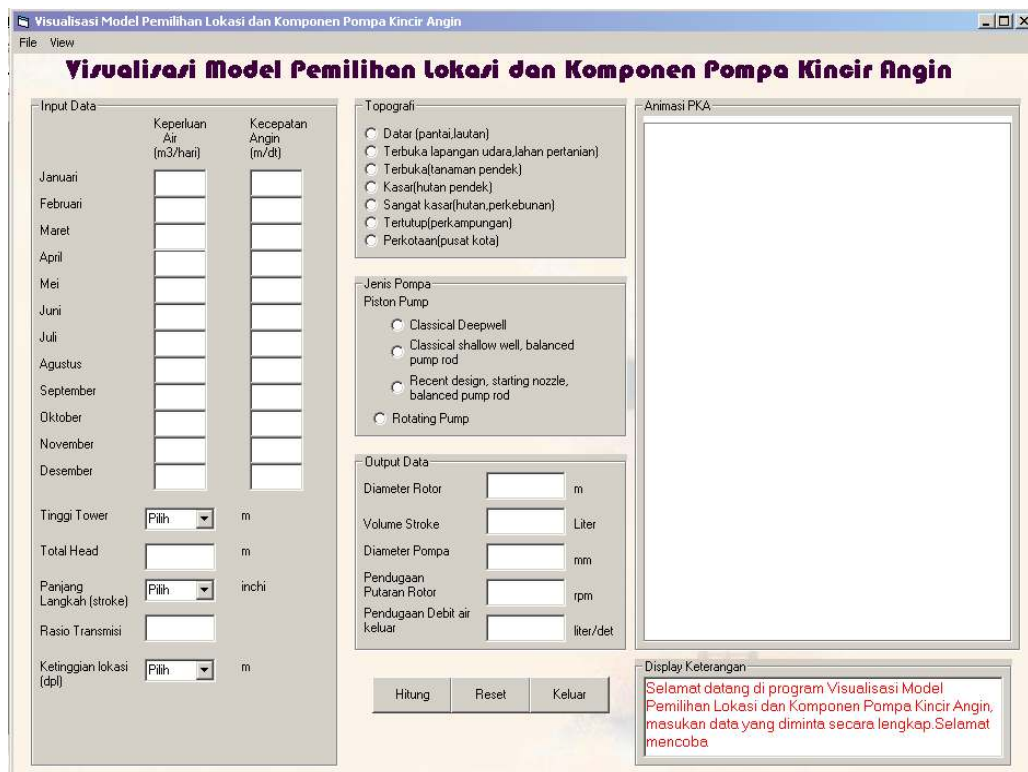
- a. Data kecepatan angin selama satu tahun di lokasi pemasangan PKA
- b. Data keperluan air dilokasi per hari selama satu tahun
- c. Tinggi tower rencana
- d. Keadaan lokasi berupa jenis topografi dan ketinggian diatas permukaan laut.
- e. Jenis pompa yang akan digunakan
- f. Jenis transmisi
- g. Panjang langkah yang digunakan dalam sistem transmisi (untuk pompa piston)

Sedangkan output utama dalam program ini adalah :

- a. Ukuran diameter pompa
- b. Volume stroke pompa (untuk pompa piston)
- c. Ukuran diameter Rotor

- d. Pendugaan output air yang keluar
- e. Pendugaan putaran rotor
- f. Tampilan animasi PKA

Dari parameter input dan output tersebut, dibuatlah tampilan program seperti pada **Gambar 1**. Dalam prosesnya, pengolahan input menjadi output pada program *Visual Basic* ini membutuhkan form pembantu atau *dummy* yang ditunjukkan pada **Gambar 2**, keluaran pada *form* pembantu ini dinamakan output pembantu.

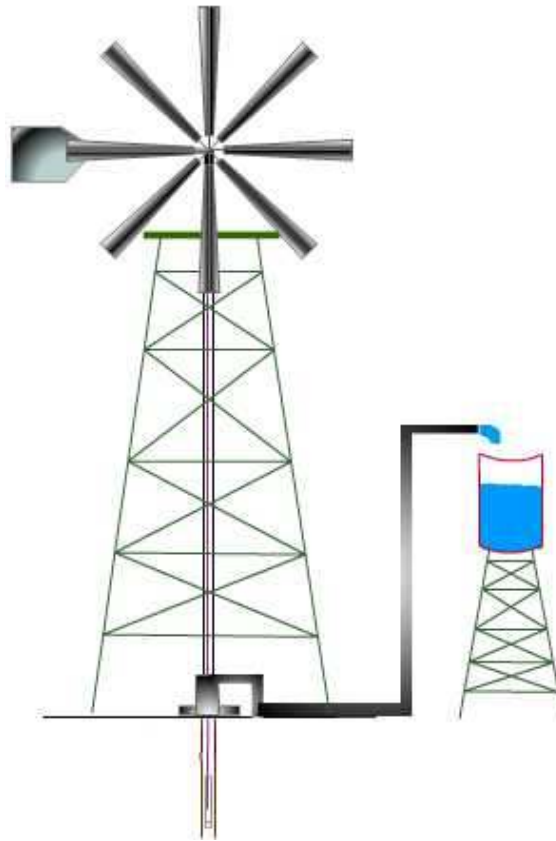


Gambar 1. Tampilan awal program

		Kecepatan Angin Pada poros (m/dt)	Tenaga Angin Spesifik(watt)	Rataan Kecepatan Angin Pada poros (m/dt)
Densitas Udara	<input type="text"/>	Januari	<input type="text"/>	
Klasifikasi kekasaran	<input type="text"/>	Februari	<input type="text"/>	<input type="text"/>
Faktor Koreksi kecepatan Angin	<input type="text"/>	Maret	<input type="text"/>	
Kecepatan angin pada DM	<input type="text"/>	April	<input type="text"/>	
Tenaga Hidrolik yang dibutuhkan	<input type="text"/>	Mei	<input type="text"/>	
Rataan Pemompaan	<input type="text"/>	Juni	<input type="text"/>	
Rataan Kecepatan angin	<input type="text"/>	Juli	<input type="text"/>	
Rataan Tenaga Angin spesifik	<input type="text"/>	Agustus	<input type="text"/>	
Evisiensi volumetrik pompa	<input type="text"/>	September	<input type="text"/>	
Design Wind speed	<input type="text"/>	Oktober	<input type="text"/>	
Design Tip Speed Ratio	<input type="text"/>	November	<input type="text"/>	
CE	<input type="text"/>	Desember	<input type="text"/>	
CPmax	<input type="text"/>			
Vd/v	<input type="text"/>			

Gambar 2. Tampilan form pembantu.

Dalam program ini, selain *user* mendapatkan keluaran berupa angka, juga dilengkapi animasi sebagai gambaran dari output program tersebut. Pembuatan animasi menggunakan *Macromedia Flash MX 2004*. Animasi tersebut memiliki variasi kecepatan putaran rotor dan efek air yang keluar, diatur pada *frameline* dengan merubah-ubah kecepatan pergerakan *frame* per detik, yang dinamakan *fps (frame per second)*. Tampilan animasi yang akan muncul ditunjukkan pada **Gambar 3**.



Gambar 3. Gambar dasar animasi PKA.

2. Pembuatan Program

Program dibuat dengan menggunakan *software Visual Basic 6.0*. *Software* ini dipilih karena merupakan salah satu bahasa pemrograman yang sudah dikenal oleh pemakai komputer dan umum digunakan dalam pembuatan program aplikasi. Selain itu bahasa *basic* mudah dipelajari dan digunakan.

Pembuatan program dimulai dengan pembuatan perintah untuk mengolah input menjadi output pembantu yang diletakan pada *form* pembantu. Output pembantu terdiri dari:

- a. Rataan kebutuhan air.
- b. Tenaga Hidrolik rata-rata, yang dihitung dari persamaan 1, yaitu :

$$P_h = 0.113 \times H \times q \dots\dots\dots(1)$$

- c. Densitas udara, didapatkan dari **Tabel 1**, dalam program ini *user* memilih ketinggian lokasi dari 0 m sampai 5000 m diatas permukaan laut.

Tabel 1. Densitas udara kering pada berbagai ketinggian pada kondisi standar

Height above sea level	Density of dry air at 20°C	Density of dry air at 0°C
0	1.204 kg/m ³	1.292 kg/m ³
500	1.134	1.217
1000	1.068	1.146
1500	1.005	1.078
2000	0.945	1.014
2500	0.887	0.952
3000	0.833	0.894
3500	0.781	0.839
4000	0.732	0.786
4500	0.686	0.736
5000	0.642	0.689

Sumber : E.H. Lysen. *Introduction to Wind Energy CWD, Consultancy Services Wind Energy Developing Countries, Amersfoort. The Netherlands, CWD 82-1, 2nd edition, May 1983* dalam *Handbook of Windpumping*.

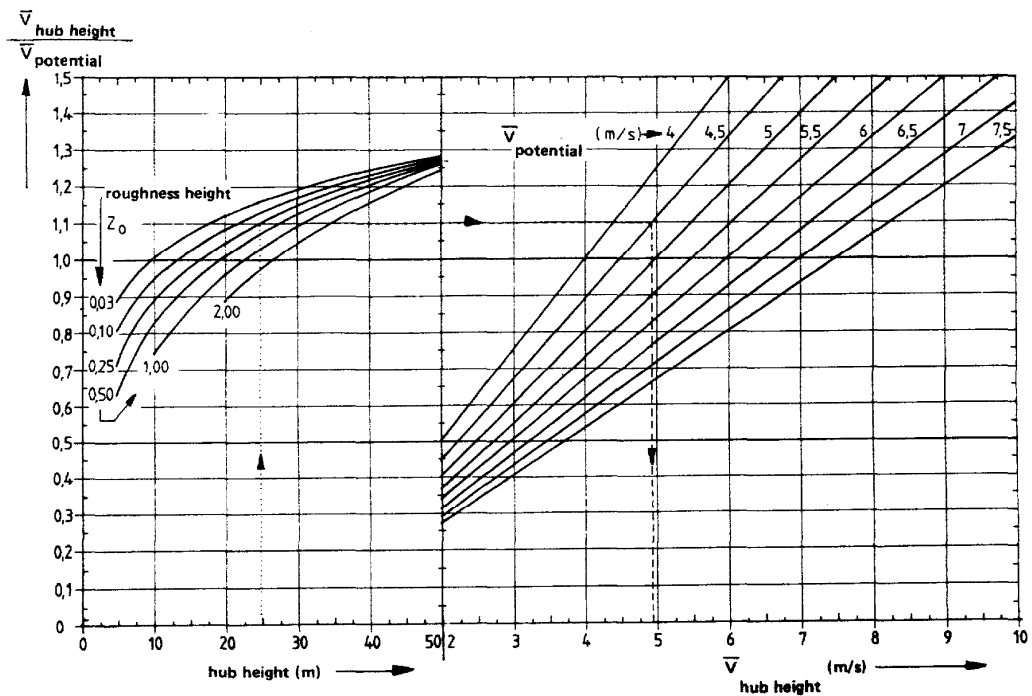
- d. Nilai klasifikasi kekasaran, yang diambil dari **Tabel 2**.

Tabel 2. Klasifikasi kekasaran (zo)

Topografi	Jenis Lahan	Nilai zo (m)
Datar	Pantai, es, salju, lautan	0.005
Terbuka	Rumput pendek, lapangan udara, lahan pertanian	0.03
	Rumput tinggi, tanaman pendek	0.10
Kasar	Tanaman tinggi, hutan pendek	0.25
Sangat kasar	Hutan, perkebunan	0.50
Tertutup	Perkampungan	>1.0
perkotaan	Pusat kota, lahan terbuka dihutan	>2.0

Sumber : E.H. Lysen. *Introduction to Wind Energy CWD, Consultancy Services Wind Energy Developing Countries, Amersfoort. The Netherlands, CWD 82-1, 2nd edition, May 1983* dalam *Handbook of Windpumping*.

- e. Nilai koreksi kecepatan angin pada poros rotor, yang diplotkan dari nomogram **Gambar 4**.



Gambar 4. Nomogram kecepatan angin rata-rata pada ketinggian rotor tertentu.

- f. Rataan kecepatan angin.
- g. Tenaga angin spesifik, P_{wind} . Menggunakan persamaan 2, yaitu :

$$P_{wind} = 1/2 \rho v^3 \dots \dots \dots (2)$$
- h. Nilai kecepatan angin pada bulan rancangan, yaitu menentukan nilai kecepatan angin pada bulan dengan kecepatan angin terbesar.
- i. Nilai V_d , *design wind speed* yang ditentukan dari mengalikan nilai rata-rata kecepatan angin dengan nilai V_d/v , nilai V_d/v diambil dari **Gambar 5**. selain itu dari **Gambar 5** didapatkan nilai *peak overall power coefficient* ($CP\eta_{max}$), nilai koefisien produksi energi (CE), nilai design tip speed ratio (λ_d).

CHOICE OF DESIGN WIND SPEED V_d ENERGY PRODUCTION COEFFICIENT C_E OUTPUT AVAILABILITY			
	V_d/\bar{V}	C_E	Output availability
Windmills driving piston pumps			
- Classical deep well	0.6	0.40	60%
- Classical shallow well or deep well with balanced pump rod	0.7	0.55	60%
- Starting nozzle and balanced	1.0	0.90	50%
- Ideal (future)	1.3	1.20	50%
Wind machines driving rotating pumps	1.2	0.80	50%

PEAK OVERALL POWER COEFFICIENT $(C_p \eta)_{max}$				
Pumping head:	$H < 3$ m	$H = 3$ m	$H = 10$ m	$H > 20$ m
Windmills driving piston pumps				
- Classical	0 to 0.15	0.15	0.20	0.30
- Starting nozzle	0 to 0.13	0.13	0.18	0.27
Wind machines driving rotating pumps				
- Mechanical transmission		0.15 to 0.25		
- Electric transmission		0.05 to 0.10		

QUALITY FACTOR	$\beta = \bar{P}/A\bar{V}^3$	$\beta = \frac{1}{2} \rho (C_p \eta)_{max} C_E$
Low 0.05	Medium 0.10	High 0.15

Gambar 5. Representative values of design and performance characteristics for wind pump systems, based on presently available information.

Pembuatan program dilanjutkan dengan membuat perintah untuk memproses nilai output utama. Rumus-rumus untuk menentukan nilai output utama sebagai berikut (Van Meel dan Smulders, 1989) :

a. Ukuran diameter Rotor, menggunakan persamaan 3, yaitu :

$$P_{hydr} = C_E (C_p \eta)_{max} 1/2 \rho A V^3 \dots\dots\dots(3)$$

$$P_{hydr} = C_E (C_p \eta)_{max} 1/2 \rho 1/4 \pi D_r^2 V^3$$

$$D_r = [4/\pi * \{P_{hydr} / (C_E * (C_p \eta)_{max} * 0.5 * \rho * V^3)\}] ^{0.5}$$

Keterangan :

P_{hydr} = rata-rata tenaga hidrolik (w),

C_E = koefisien produksi energi (-),

$(C_p \eta)_{max}$ = *maximum overall power coefficient* (-),

ρ = densitas udara (kg/m^3),

A = $1/4 \pi D^2$ (m^2),

D_r = diameter rotor (m),

V = rerata kecepatan angin (m/det).

b. Volume stroke pompa, menggunakan persamaan 4, yaitu :

$$V_d = \sqrt{\frac{\eta_{vol} V_s \rho_w g H \lambda_d i}{\rho \pi^2 R^3 (C_p \eta)_{max}}} \dots\dots\dots(4)$$

$$V_s = \frac{V_d^2 \rho \pi^2 R^3 (C_p \eta)_{max}}{\eta_{vol} \rho_w g H \lambda_d i}$$

Keterangan :

V_d = *design wind speed* (m/det),

λ = *design tip speed ratio* (-),

i = *transmission ratio* (-), $i < 1$ untuk *back geared windmill*,

ρ_w = densitas air (kg/m^3),

H = tinggi pemompaan (m),

$(C_p \eta)_{max}$ = *maximum overall power coefficient* (-),

η_{vol} = efisiensi volumetric (0.8~1.0),

V_s = volume stroke (m^3) = $1/4 \pi D_p^3 s$,

D_p = diameter silinder pompa (m),

- S = langkah (stroke) pompa (m),
- g = gravitasi (9.8 m/det²),
- R = radius rotor = 1/2 D(m).

c. Ukuran diameter pompa, menggunakan persamaan 5, yaitu :

$$V_s = \frac{1}{4} \pi D_p^2 S \dots\dots\dots(5)$$

$$D_p = \sqrt{4V_s / \pi S}$$

Keterangan :

- D_p = diameter silinder pompa (m),
- s = langkah (stroke) pompa (m)

d. Pendugaan output air yang keluar, menggunakan persamaan 6, yaitu :

$$Q = \frac{0.1V^3 A}{9.8H} \dots\dots\dots(6)$$

Keterangan :

- Q = debit air (m³/detik),
- V = kecepatan angin (m/detik),
- A = 1/4πD_r² (m²).

e. Pendugaan putaran rotor, menggunakan persamaan 7, yaitu :

$$\lambda = \frac{\Omega R}{V} \dots\dots\dots(7)$$

Keterangan :

- Ω = kecepatan putar (rad/det) = 2Πn (n: putaran rotor per detik).

Penulisan program untuk menjalankan animasi menggunakan statement *if*. Apabila diameter rotor nilainya kurang dari 4 meter, maka animasi yang muncul adalah yang memiliki gambar rotor kecil, karena dalam penelitian ini dibuat animasi dengan dua diameter rotor yang berbeda, yaitu berdiameter besar dan kecil. Animasi dengan rotor yang berdiameter besar akan muncul apabila nilai output diameter rotor lebih dari 4 meter. Begitu pula dengan putaran rotor yang kecepatannya bervariasi, programnya ditulis juga dengan statement *if*, apabila rpm rotor lebih dari 1 kurang dari 10, animasi yang terpanggil adalah gambar animasi

6fps (enam frame per detik), apabila rpm rotor lebih dari 10 kurang dari 30, animasi yang terpanggil adalah gambar animasi 12fps (dua belas frame per detik), dan apabila rpm rotor lebih dari 30 animasi yang terpanggil adalah gambar animasi 36fps (tiga puluh enam frame per detik).

3. Uji Validasi Program

Keberhasilan program ini diketahui dengan membandingkan hasil keluaran program dengan hasil keluaran perhitungan dari contoh yang ada pada *Handbook of Wind Pumping, World Bank Technical Paper Number 10*. Yaitu, pada contoh pemasangan PKA di Achada Sao Filipe, Cape Verde, Nikaragua. Setelah program dijalankan, didapat nilai keluaran diameter rotor pada program yaitu 2.9 m sedangkan pada *Handbook of Wind Pumping* diameter rotor sebesar 2.44 m, perbedaan nilai diameter rotor ini karena adanya penyesuaian ukuran rotor dengan ketersediaan dipasaran. Akan tetapi secara keseluruhan, hasil perhitungan menurut rumus yang ada di *Handbook of Wind Pumping, World Bank Technical Paper Number 10* dan hasil keluaran program menunjukkan nilai yang sama.

4. Studi Kasus Pemasangan PKA di Parigi, Ciamis, Jawa Barat

Pemasangan pompa-kincir angin di Parigi, Ciamis, Jawa Barat bulan Januari 2007 lalu, mengalami hambatan karena berbagai sebab. Kemungkinannya sangat banyak, bisa karena ketersediaan energi angin, pemilihan lokasi, maupun perencanaan ukuran komponen. Untuk menganalisis penyebab kurang berhasilnya, salah satunya adalah dengan menggunakan program ini.

Ukuran komponen PKA yang digunakan di Parigi adalah : diameter rotor 6 meter, tinggi tower 6 meter, tinggi tower penampung air 4 meter, total head 10 meter, sistem transmisi 1 : 40, pompa yang digunakan pompa rotari (*gearpump*), rata-rata kecepatan angin 2 m/detik, dan kebutuhan air yang rencanakan sekitar 0,5 liter/detik atau 43,2 m³/hari.

Data tersebut digunakan untuk menjalankan program, hasilnya adalah diameter rotor yang menurut program adalah 8,4 meter, dan pendugaan putaran rotor 5 rpm, artinya putaran yang sampai ke pompa sekitar 200 rpm jika efisiensi transmisi dianggap 100%, sedangkan pompa yang digunakan, baru bisa menghisap air pada putaran 300 rpm. Nilai pendugaan putaran rotor tersebut bergantung pada nilai ketersediaan tenaga angin, yang artinya bahwa di

daerah tersebut nilai ketersediaan anginnya tidak mencukupi untuk dapat menjalankan PKA dengan baik.

E. KESIMPULAN

1. Animasi pada program ini sebagai gambaran bagaimana pompa-kincir angin bekerja, tetapi bukan menunjukkan ukuran dimensi yang sebenarnya.
2. Pada uji validasi program, didapat nilai keluaran diameter rotor pada program yaitu 2.9 m sedangkan pada *Handbook of Wind Pumping* diameter rotor sebesar 2.44 m, perbedaan nilai diameter rotor ini karena adanya penyesuaian ukuran rotor dengan ketersediaan dipasaran. Akan tetapi secara keseluruhan, hasil perhitungan menurut rumus yang ada di *Handbook of Wind Pumping, World Bank Technical Paper Number 10* dan hasil keluaran program menunjukkan nilai yang sama.
3. Pada studi kasus pemasangan pompa-kincir angin di Parigi, Ciamis, Jawa Barat yang mengalami hambatan, di program ini juga menghasilkan keluaran yang menunjukkan pompa-kincir angin tidak dapat berkerja, seperti rpm rotor yang terlalu rendah yaitu 5 rpm, akibat ketersediaan tenaga angin yang terlalu rendah.

DAFTAR PUSTAKA

- Fuller, R. Buckminster. 1974. *Energy Through Wind Power*. The New York Times. January 17.
- Goswami, D. Yogi. 1986. *Alternative Energy in Agriculture Volume II*. CRC Press, Inc. Boca Raton, Florida.
- Kurniadi, Adi. 2001. *Pemrograman Microsoft Visual Basic 6.0*. Elex Media Komputindo. Jakarta
- Sommerville, I. 1989. *Software Engineering*. Addison-Wesley Publishing Corporation, London.
- Triana, R. 2003. Uji Coba Pompa Air Kincir Angin Sebagai Alternatif Penyediaan Air Irigasi Pada Lahan Pertanian Hortikultura. Skripsi. Jurusan Tanah, IPB, Bogor.
- Van Meel, Joop dan Smulders, Paul. 1989. *Wind Pumping. A Handbook*. World Bank Technical Paper Number 101. Industry And Energy Series. The World Bank. Washington, D.C.
- Yung, K. 2002. *Membangun Database dengan Visual Basic 6.0 dan Perintah SQL*. Elex Media Komputindo. Jakarta