

PENGEMBANGAN DAN PEMANFAATAN TEKNOLOGI ENERGI ANGIN UNTUK Mendukung PROGRAM LISTRIK PEDESAAN DI INDONESIA *

Sahat Pakpahan **
Soeripno ***

ABSTRAK

Pengembangan dan pemanfaatan teknologi SKEA (Sistem Konversi Energi Angin) dimaksudkan untuk membantu penyediaan listrik khususnya di daerah pedesaan dan tempat terpencil yang tidak terjangkau oleh PLN. Untuk tujuan ini, beberapa proyek percontohan telah dibangun; demikian juga instalasi - instalasi SKEA milik suatu badan atau perorangan di berbagai daerah. Hasil penelitian menunjukkan bahwa berbagai wilayah di Indonesia memiliki kecepatan angin rata - rata tahunan 3 - 5 m/s; dan ini dapat dimanfaatkan untuk teknologi skala kecil dan menengah dari 50 W sampai kurang dari 100 kW. LAPAN sebagai instansi pemerintah yang melakukan pengembangan dalam teknologi ini, pada dasarnya membantu dalam penyediaan Informasi mengenai potensi dan pemilihan teknologi, dan juga pengkajian sosio-ekonomis untuk produksi lokal dan penyebarluasan teknologi.

Makalah ini dimaksudkan sebagai informasi tentang pengembangan teknologi SKEA sampai saat ini beserta program pemanfaatan dan pemantauan data. Meningkatnya dukungan instansi pengguna, swasta dan industri serta badan terkait lainnya menunjukkan bahwa teknologi energi angin baik berdiri sendiri (stand-alone) maupun hibrida merupakan alternatif penyediaan energi yang potensial pada masa yang akan datang.

-
- * Dipresentasikan pada Seminar Antariksa Nasional 1995, Jakarta, 26 Oktober 1995
 - ** Kabid. Teknologi Dirgantara Terapan, LAPAN.
 - *** Staf Bidang Teknologi Dirgantara Terapan, LAPAN.

1. PENDAHULUAN

Sebagai negara berkembang dengan jumlah penduduk yang besar, Indonesia membutuhkan energi yang sangat banyak; dan dengan perkembangan industri dan ekonomi yang sangat pesat, peningkatan konsumsi ini dari waktu ke waktu juga makin besar; sehingga untuk mengatasi hal ini disamping sumber energi yang telah ada, perlu dikembangkan sumber-sumber energi lain.

Energi angin merupakan alternatif pemecahan khususnya untuk daerah-daerah pedesaan/tempat terpencil yang tidak terjangkau oleh PLN dan termasuk dalam program Inpres Desa Tertinggal. Sasaran pokok adalah pengembangan daerah-daerah tersebut dengan menyediakan listrik, karena PLN maupun pembangkit konvensional lain masih menghadapi kesulitan dan biaya yang tinggi dalam membangun infrastruktur jaringan transmisi dan distribusi di daerah-daerah terpencil ini; dan juga pemasokan bahan bakar bilamana menggunakan generator diesel sebagai sumber energi.

Penggunaan teknologi energi angin dimaksudkan sebagai sumber listrik yang berkesinambungan yang mampu memenuhi kebutuhan masyarakat setempat serta meningkatkan standar hidup. Dengan konsumsi listrik 20 W sampai 100 W per rumah tangga, kebutuhan rumah tangga dapat terpenuhi dengan tarif yang terjangkau; dan hal ini akan meningkatkan kondisi sosial ekonomis masyarakat melalui pendidikan, komunikasi, informasi dan taraf hidup yang lebih baik.

Berdasarkan data angin di Indonesia, pemanfaatan yang potensial umumnya adalah skala kecil (50 W - 10 kW) dan menengah (kurang dari 100 kW), dan untuk ini telah tersedia teknologi yang sesuai. Guna memasyarakatkan pemanfaatan teknologi ini, pendekatan-pendekatan yang telah dan akan dilakukan adalah pemilihan dan pengembangan teknologi yang sesuai dengan kebutuhan suatu daerah, mengembangkan percontohan dan juga pengkajian produksi lokal berdasarkan komponen dan material yang tersedia dipasaran bekerjasama dengan swasta maupun industri; dan guna mendukung hal ini, program pengukuran untuk inventarisasi data potensi lokasi, identifikasi lokasi dan pemetaan juga harus dilakukan secara berkesinambungan agar hasil pemanfaatan teknologi menjadi maksimal.

2. KRITERIA DAN POTENSI PEMANFAATAN SKEA DI INDONESIA

Pemanfaatan teknologi SKEA di suatu lokasi harus berdasarkan kriteria potensi angin yang memenuhi dan tersedianya pengguna (potensi kebutuhan). Potensi angin yang dapat dimanfaatkan ditentukan oleh kecepatan, arah dan energi angin yang tersedia di lokasi sesuai dengan jenis dan kelas pemakaiannya (individual, kolektif, skala kecil, menengah maupun skala besar), sedangkan penggunaan terutama ditujukan untuk daerah-daerah pedesaan dan terpencil dengan kebutuhan daya yang relatif kecil yakni dari 20 - 100 Watt untuk satu rumah tangga ataupun fasilitas umum seperti jalan, sarana pertemuan, ibadah, sekolah dan lain-lain. Beberapa persyaratan untuk pemanfaatan SKEA diperlihatkan pada Tabel 1 dan 2.

Sebagai negara kepulauan, yang terdiri atas 13.000 pulau dan lebih dari 60.000 desa, pemanfaatan teknologi energi angin adalah potensial. Dengan sasaran pemanfaatan adalah daerah-daerah pedesaan dan terpencil yang tidak terjangkau oleh PLN dan daerah pedesaan yang termasuk desa tertinggal, maka dengan estimasi konsumen 10 % atau 6000 desa dengan rata-rata 50 KK tiap desa dan konsumsi 50 W tiap KK, maka daya listrik yang dibutuhkan adalah 15 MW, belum termasuk kebutuhan bersama seperti penerangan jalan, sarana umum, pemompaan, pengairan dan lain-lain. Keuntungan utama adalah bahwa energi ini sesuai untuk daerah terpencil dengan usia pakai yang lama, andal dan harga yang relatif rendah terutama bila dimanfaatkan dalam modus individual. Pemanfaatan yang potensial antara lain adalah untuk penerangan, catu daya sistem komunikasi, radio, televisi, pendingin/pengawet obat-obatan dan pemompaan.

Pemanfaatan untuk daerah-daerah dengan potensi angin dan matahari yang tinggi juga dapat dikembangkan dengan sistem hibrida, sedangkan skala menengah (di atas 10 kW) sesuai untuk pemompaan atau pengairan dengan menggunakan generator diesel sebagai cadangan (back-up). Untuk pemakaian yang lebih besar dengan kecepatan angin lebih tinggi ($> 5 \text{ m/s}$), sistem ini dapat diparalelkan / interkoneksi dengan jaringan PLN setempat.

3. KONTRIBUSI LAPAN DALAM PENELITIAN DAN PENGEMBANGAN SKEA

Sebagai suatu lembaga R & D, LAPAN lebih berperan dalam aspek teknis yang berkaitan dengan data / informasi tentang pemanfaatan SKEA, pengembangan teknologi serta upaya penyebarluasan kepada masyarakat. Dalam hal ini, kerja sama antar instansi dan pengguna sangat diperlukan guna mempercepat pengenalan dan penyebarluasan teknologi. Berbagai upaya yang telah dilakukan untuk mencapai hal ini beserta hasil-hasilnya adalah sebagai berikut :

3.1. Penyediaan data / informasi mengenai potensi lokasi

Data yang disediakan adalah data potensi energi angin yang dapat dimanfaatkan untuk pemakaian SKEA, dan ini diperoleh dari perhitungan energi tahunan di suatu lokasi berdasarkan hasil pengukuran kecepatan angin di lokasi tersebut. Sumber data utama adalah LAPAN, BMG dan instansi lain ; dan karena pemanfaatan teknologi ini adalah spesifik tempat (site - specific), maka peralatan pencatat data harus ditempatkan di lokasi yang akan dimanfaatkan yang pada umumnya adalah di daerah pedesaan yang terpencil dengan konsekuensi biaya tinggi dan akses pencapaian yang cukup sulit. Lokasi-lokasi pencatatan data sampai tahun 1995 oleh LAPAN, BMG dan instansi lain (BPPT) beserta lokasi dengan kecepatan angin rata-rata lebih besar dari 3 m/s diperlihatkan pada Tabel 3, 4 dan 5.

3.2. Pengembangan Teknologi

Program ini dimaksudkan untuk pemilihan tipe SKEA yang paling sesuai untuk Indonesia ditinjau dari segi teknis maupun ekonomis, pengembangan prototipe turbin angin dan kincir angin untuk berbagai penggunaan; dan juga pengujian prestasi produk-produk yang ada di pasaran. Kriteria yang digunakan adalah kemampuan beroperasi pada daerah kecepatan angin yang rendah, kesederhanaan teknologi agar

mudah dipasang, dioperasikan dan dipelihara, mudah dipindahkan, sistem operasi yang sederhana, dan harga yang relatif rendah. Dengan mengacu pada kriteria ini, upaya-upaya pengembangan komponen untuk pembuatan lokal dengan material yang tersedia di pasaran telah dilakukan sebagaimana diperlihatkan pada Tabel 6.

3.3. Pengembangan Prototip

Dalam upaya penyebarluasan teknologi energi angin untuk berbagai penggunaan, beberapa prototip SKEA juga telah dikembangkan. Prototip - prototip tersebut adalah :

- Turbin angin 5 kW, 3 sudu, 220 V/50 Hz untuk pembangkit listrik.
- Prototip kincir angin sudu majemuk untuk pemompaan dengan kapasitas 150 l/ menit dan 45 l/menit.
- Prototip kincir angin 4 daun tanpa ekor dan dengan ekor pengarah untuk pemompaan air laut guna pembuatan garam.

Prototip-prototip ini telah diuji-coba dan dimanfaatkan di berbagai daerah yakni Parangtritis, desa Bulak Baru, Serang, Lombok Timur, Kupang dan Indramayu.

3.4. Uji Prestasi Produk Turbin Angin

Pengujian prestasi berbagai produk turbin angin yang ada di pasaran dilakukan dengan menggunakan metode perhitungan faktor kapasitas (capacity factor) yakni membandingkan daya yang dihasilkan oleh turbin angin pada suatu kecepatan angin tertentu dengan kapasitas nominalnya. Perhitungan energi yang dihasilkan oleh turbin angin di suatu lokasi didasarkan pada potensi angin yang tersedia di lokasi dengan karakteristik daya masing - masing turbin angin. Karakteristik daya beberapa turbin angin yang diuji berdasarkan data angin setempat diperlihatkan pada Gambar 1. (kurva 1, 2 dan 3). Hasil evaluasi di lokasi dengan kecepatan angin rata-rata antara 3,0 m/s s/d 4,0 m/s diberikan pada Tabel 7.

Dari berbagai produk yang tersedia di pasaran, jenis turbin angin yang paling sesuai adalah dari skala kecil dengan kecepatan “ cut-in “ dari 2,2 - 3,0 m/s, dan kecepatan “rated” sekitar 8 - 10 m/s.

4. DISEMINASI PEMANFAATAN TEKNOLOGI SKEA

4.1. Instalasi Percontohan

Dimaksudkan sebagai sarana percontohan untuk pemanfaatan langsung bagi masyarakat dan juga evaluasi prestasi dan keandalan turbin angin terpasang. Beberapa percontohan yang telah dimiliki adalah :

- (1) Desa Angin Percontohan Jepara (Bulak Baru dan Kalianyar) terdiri atas :
 - Desa Bulak Baru, terdiri atas 19 unit turbin angin dengan kapasitas terpasang 29,5 kW untuk 162 KK dan sarana umum. Penggunaan adalah untuk penerangan rumah, jalan , sekolah, masjid, radio dan televisi.
 - Desa Kalianyar , terdiri atas 12 unit turbin angin dengan kapasitas terpasang 8,50 kW untuk 74 KK dan sarana umum. Penggunaan adalah untuk penerangan rumah, jalan, masjid, radio dan televisi.
- (2) Instalasi percontohan di desa Selayar - Lombok Timur , terdiri atas 4 unit turbin angin dengan kapasitas terpasang 4000 W untuk 16 KK dan sarana umum; dan penggunaan untuk penerangan rumah , jalan, masjid dan televisi umum.
- (3) Instalasi 1 unit turbin angin 10 kW di Balai Benih Udang Galah (BBUG) Samas DIY (Yogyakarta) untuk pompa air tawar, pompa air laut dan kompresor (blower).

Uraian lebih rinci masing-masing instalasi percontohan dan berbagai instalasi lain di Indonesia ini diberikan pada Tabel 8.

4.2. Kaji Produksi Lokal

Dimaksudkan sebagai upaya nyata dalam mempercepat pemasaran dan penyebarluasan teknologi SKEA yakni dengan memproduksi (sebagian atau seluruh komponen) turbin angin yang paling sesuai di Indonesia berdasarkan komponen dan material yang tersedia di pasaran. Beberapa jenis komponen turbin angin yang dapat dibuat di dalam negeri diperlihatkan pada Tabel 6, di mana untuk produksi massal diperlukan mesin-mesin baik untuk pembuatan komponen, bagian-bagian komponen (parts) maupun untuk integrasi dan uji prestasi.

4.3. Sistem hibrida

Penggunaan sistem hibrida (angin dengan matahari ; angin- matahari- diesel) merupakan alternatif pemecahan untuk daerah- daerah dengan probabilitas angin dan matahari yang seimbang sehingga kedua sumber energi tersebut akan saling komplementer. Sistem ini diutamakan untuk pemakaian kolektif, sedangkan hibrida antara angin - diesel lebih menguntungkan untuk kapasitas yang lebih besar secara kolektif, misalnya pemompaan, pengairan atau kompresor.

4. KESIMPULAN

Dari pembahasan diatas dapat disampaikan beberapa hal sebagai kesimpulan antara lain :

- Pemanfaatan teknologi energi angin di Indonesia dimaksudkan sebagai alternatif yang walaupun kapasitasnya terbatas dapat memenuhi kebutuhan listrik didaerah tersebut, karena kebutuhan yang relatif rendah. Dalam hal ini pemilihan jenis turbin angin dan lokasi harus diperhatikan.
- Inventarisasi data potensi energi angin guna mengidentifiser lokasi potensial dan pembuatan peta angin yang lebih rinci harus ditingkatkan , sehingga data / informasi yang diperoleh mewakili setiap wilayah. Dari informasi ini kelas pemanfaatan di suatu lokasi dapat ditentukan berdasarkan potensi angin yang tersedia.
- Pengembangan prototip dan produksi lokal komponen turbin angin merupakan program lanjut dalam penyebarluasan teknologi dengan mengikut sertakan instansi - instansi terkait (riset, pengguna, pembuat dan penjual) sehingga pemilihan sistem dapat dilakukan secara optimal.

DAFTAR PUSTAKA

1. Soeripno ; 1995 , *Aplikasi Data Angin Dalam Perencanaan Pemanfaatan Sistem Konversi Energi Angin Di Lokasi Terpilih*, Makalah penunjang pada seminar sehari tentang Pengukuran dan evaluasi data angin , Juni 1995.
2. Eko B.P , Sahat P,1995, *Kontribusi Energi Angin Memasuki Era Komersialisasi*, Makalah Penunjang pada Lokakarya KNI-WEC , Jakarta 25 - 27 Juli 1995.
3. Sahat. P, Eko. B.P , 1995 , *Wind Energy Utilizations in Indonesia ; Enhancing the Commercialization of Renewable Energy in Indonesia ; Kartika Chandra Hotel , Jakarta , June 21-23 , 1995.*
4. Sahat. P, Soeripno ,1994 , *Pengembangan Teknologi Energi Angin, Potensi Prospek dan Pemanfaatan*, Disampaikan pada Seminar Nasional Geofisika ITB, Bandung 14 Mei 1994.
5. Bidang Terapan , 1995, *Data Angin Desa Maubesi Rote NTT Periode Januari - Desember 1994*, Laporan Intern.
6. Sahat. P, Soeripno , 1994 , *Perhitungan Energi yang Dihasilkan Beberapa Tipe Turbin Angin Terpasang di Lokasi Dengan Kasus Instalasi Percontohan Jepara ,* Makalah penunjang pada Lokakarya Energi 1994, 25 Oktober - 27 Oktober 1994.

Tabel 1
JENIS PEMANFAATAN SKEA

No	Kecepatan Angin (m/s)	Skala Turbin Angin	Jenis Penggunaan
1	3,0	-	- Pemompaan Mekanik
2	4,0	-	- Pengisian Baterai - Penerangan DC - Radio , TV, Tape Dll
3	5,0	-	- Catu Daya Komunikasi - Interkoneksi dengan Jaringan luar (PLN, PLTD)
4	2,5 - 4,0	Skala Kecil s/d 10 kW	- Pemompaan Mekanik - Pemompaan Listrik - Penerangan Rumah - Radio, Tape, dll - Catu Daya Komunikasi
5	4,0 - 5,0	Skala Menengah 10kW - 100 kW	- Irigasi Pertanian - Mesin Pengawet Ikan - Penerangan Rumah
6	> 5,0	Skala Besar > 100 kW	- Interkoneksi dengan jaringa luar (PLN , PLTD)

TABEL 2
PENYEDIAAN AIR

Kec. rata rata (m/s)	20 - 500 (m ⁴ / hari)	500 - 2000 (m ⁴ / hari)	2000 - 100.000 (m ⁴ / hari)
> 5,0 3,5 - 5,0	- Angin Paling baik - Angin paling baik	- Angin paling baik - Angin paling baik	- Angin paling baik - Angin pilihsn yang sangat baik, tetapi periksa juga diesel - Angin dan genset
2,5 - 3,5	- Pertimbangan : Angin, matahari, minyak tanah, genset	- Angin , genset, minyak tanah	
2,0 - 2,5	- Matahari, genset, minyak tanah. Periksa Angin	- Genset, minyak tanah. Periksa Angin	- Genset pilihan terbaik
< 2,0	Matahari, minyak tanah, genset.	- Minyak tanah, genset	- Genset paling baik

TABEL 3.
DATA ANGIN HASIL PENGUKURAN LAPAN
TAHUN 1992- 1995

No	Nama Lokasi	Kecepatan Angin rata rata (m/s)	
		10 m	24 m
1	Bulak Baru - Jepara , Jawa Tengah	3,9	4,6
2	Nangalabang - Manggarai NTT	2,3	3,3
3	Nangalili - Manggarai NTT	3,7	4,5
4	T N Komodo - Manggarai NTT	2,5	2,8
5	Pasir Putih - Manggarai NTT	2,7	3,5
6	Maubesi Rote - Kupang NTT	3,6	4,1
7	Palakahembi Sumba Timur NTT	3,5	4,1*)
8	Watumbelar Sumba Timur NTT	2,1	2,5*)
9	Sibuwoli Ngada - NTT	2,7	3,7
10	Ujung Manggarai NTT	2,9	3,1
11	Papagarang Komodo NTT	2,5	2,8
12	Doropeti - Dompus NTB	3,1	3,7
13	Bajo Pulo - Bima NTB	3,5	3,6
14	Sambelia - Lombok Timur NTB	3,0	3,9
15	Tembere - Lombok Timur NTB	3,6	4,1
16	Selayar - Lombok Timur NTB	-	4,0*)
17	Giligede - Lombok Barat NTB	2,4	3,4*)
18	Nangadoro - Dompus NTB	3,7	4,1*)
19	Pai - Bima NTB		
20	Sajang - Lombok Timur NTB	3,3	2,8*)
21	Kute - Lombok Tengah NTB	4,0	2,8*)
22	Bungaiya - Selayar Sulawesi Selatan	4,4	5,3
23	Libas - Minahasa Sulawesi Utara	3,0	3,1*)
24	Paudean - Bitung Sulawesi Utara	2,4	2,6*)
25	Langara Laut - Kendari Sul Teng	1,4	2,0*)
26	Tinobu - Kendari Sulawesi Tenggara	1,7	2,0*)
27	Namaelo - Maluku Tengah Maluku	1,6	1,7*)
28	UNPATI Ambon Maluku	1,6	1,8*)

*) Tinggi penempatan Anemometer 15 meter

Tabel 4.
LOKASI DENGAN KECEPATAN ANGIN 3,0 M/S
ATAU LEBIH

No	Nama Lokasi	Tahun Pengukuran
1	Surabaya	1975; 1976
2	Cilacap	1975; 1976
3	Curug	1975
4	Denpasar	1975; 1976; 1977; 1979
5	Kalianget	1975; 1977; 1978; 1979
6	Kupang	1975; 1976; 1978; 1979; 1982; 1983; 1984
7	Madiun	1975; 1976; 1977; 1978; 1979; 1983;
8	Semarang	1975; 1976; 1977; 1978; 1979; 1981; 1982
9	A. Yani	1975
10	Banda Aceh	1975; 1976; 1977; 1978; 1979;
11	Pati	1975; 1976;
12	Surabaya	1975; 1979;
13	Sumbawa	1976; 1977; 1978; 1979; 1982; 1983; 1984
14	T. Pinang	1976; 1977; 1978; 1979; 1980; 1981; 1982; 1983
15	T. Priuk	1976; 1977; 1978; 1982; 1984;
16	Ternate	1976; 1977; 1978; 1979; 1981; 1982; 1983
17	Bengkulu	1976;
18	Salatiga	1976; 1977; 1978; 1979; 1980;
19	Singkep	1976; 1977; 1978; 1979;
20	Bone	1976
21	Balikpapan	1976
22	Bawean	1976
23	Waingapu	1976; 1977; 1978; 1982; 1983; 1984
24	Kendari	1977
25	P. Pinang	1977; 1978; 1979; 1982; 1983; 1984
26	Saumlaki	1977; 1979
26	Maumere	1977; 1978
28	Bitung	1978
29	Kemayoran	1978
30	K.Setra	1978; 1982; 1984;
31	Belawan	1979
32	Ampenan	1979
33	Ranai	1979; 1980; 1981; 1982; 1983; 1984
34	Sabang	1979; 1980; 1981; 1982; 1983; 1984
35	Tual	1979; 1982
36	Kledung	1980
37	Rengat	1981
38	Manokwari	1982
39	Komoro	1982
40	A. Sucipto	1982; 1983; 1984
41	Tarakan	1982
42	Tordanu	1982
43	Bandung	1983; 1984
44	Sibolga	1983
45	Malang	1984

Tabel 5.
LOKASI PENGUKURAN POTENSI ANGIN
YANG DILAKUKAN OLEH BPPT

No	Lokasi	Kecepatan Angin
1	Maumere Flores NTT	
2	Waingapu Sumba Timur NTT	
3	Surabaya Jawa Timur	
4	Gunung Tua Sumatera Utara	
5	Kendari Sulawesi Tenggara	
6	Serpong Jawa Barat	
7	USU Medan Sumatera Utara	
8	Univ. Banjarmasin Kalimantan Barat	
9	Univ. Pontianak Kalimantan Timur	
10	Unsrat. Manado Sulawesi Utara	

TABEL 6
KOMPONEN SKEA

No	Komponen	TA 72W	TA 250W	TA 2500W	TA 1000W
1	Naf rotor	I/L	L	L	L
	Sudu rotor	L	L	L	L
2	Generator	I	I	I	I
3	Sistem Orientasi	L	L	L	L
4	Ekor / sistem pengaman mekanik	-	L	L	L
5	Frame	L	L	L	L
6	Menara/tower	L	L	L	L
7	Tali penguat/sling	L	L	L	L
8	Kontrol	I/L	I/L	I/L	I/L
9	Inverter	I	I	I	I
10	Baterai	L	L	L	L
11	Jaringan listrik	L	L	L	L
12	Instalasi listrik	L	L	L	L

Catatan : L = dapat dibuat dalam negeri ; I = di Import ; I/L = dapat dibuat di dalam negeri dengan spesifikasi khusus

Tabel 7.
FAKTOR KAPASITAS BEBERAPA TURBIN ANGIN
BERDASARKAN DATA KECEPATAN ANGIN
ANTARA 3.0 m/s S/D 4.0 m/s

No	Daya Nominal (Watt)	Faktor Kapasitas (%)			
		v (3,0-3,5) m/s	Urutan/ rangking	v(3,6-4) m/s	Urutan / rangking
1	TA- 150	9,92	6	14,72	6
2	TA- 200	7,55	10	11,79	9
3	TA- 250	8,47	7	12,77	7
4	TA- 300a	8,24	8	11,90	8
5	TA -300b *)	18,16	1	25,33	1
6	TA-500	7,23	11	10,30	11
7	TA-600a	5,38	12	8,14	12
8	TA-600B	7,95	9	11,54	10
9	TA-1000 *)	13,16	4	18,99	4
10	TA-1500	4,96	14	7,87	13
11	TA-2500 *)	15,86	3	21,10	2
12	TA-3000 *)	16,28	2	21,01	3
13	TA-3600 *)	12,25	5	18,15	5
14	TA-10000	5,14	13	7,63	14

Catatan :

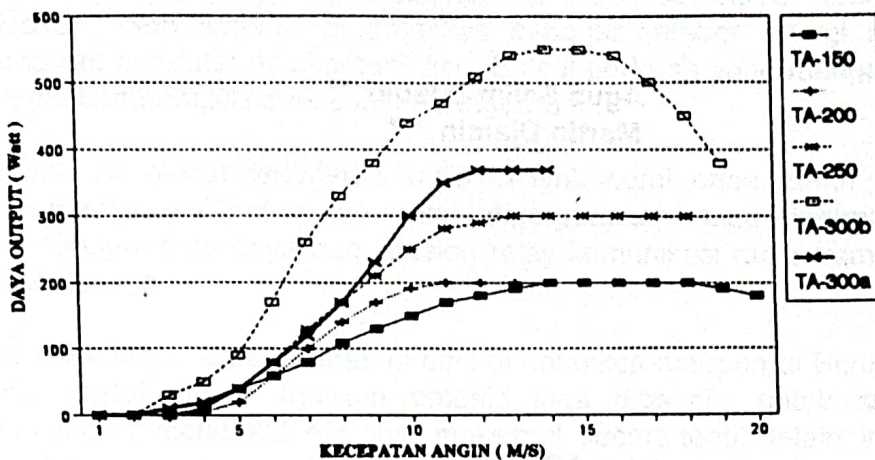
*) 5 tipe turbin angin dengan faktor kapasitas yang cukup baik

TABEL 8
INSTALASI SKEA DAN PEMANFAATAN

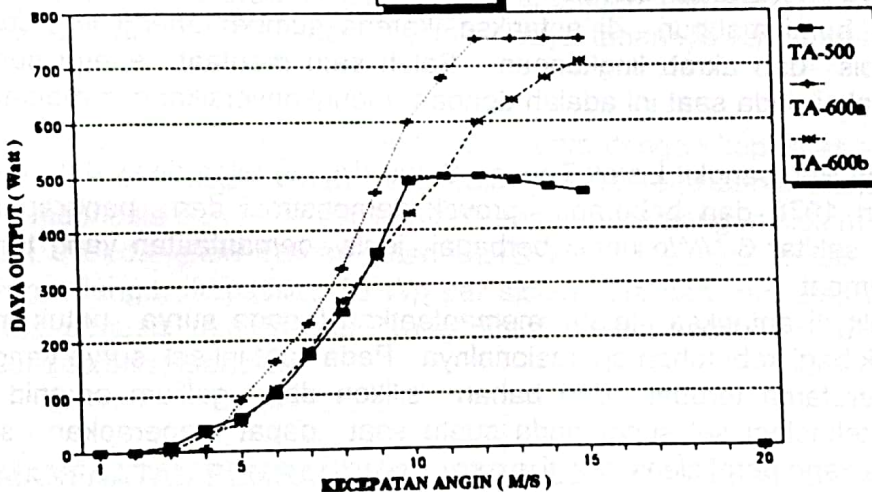
No	Tipe	Jumlah	Lokasi	Jenis Pemanfaatan
1	250 W	5	Kalianyar, Jepara	- Penerangan - Radio , Televisi
2	1000 W	7	Kalianyar , Jepara	- Penerangan - Radio , Televisi
3	1000 W	12	Bulak Baru, Jepara	- Penerangan - Radio , Televisi
4	2500 W	7	Bulak Baru , Jepara	- Penerangan - Radio , Televisi
5	1000 W	4	Selayar , NTB	- Penerangan - Radio , Televisi
6	1500 W	1	Kupang , NTT	- Pemompaan
7	72 W	5	Manado, Bengkulu Pulau Panggang Pelabuhan Ratu	- Penerangan
8	10 kW	1	Samas, Yogyakarta	- Pemompaan
9	2 kW	1	Ciparanti, Jawa Barat	- Penerangan
10	100 W	8	Lebak, Jawa Barat	- Penerangan
11	300 W	4	Lebak , Jawa Barat	- Penerangan
12	100 W	4	Cirebon , JawaBarat	- Komunikasi
13	10 kW	2	Nusa Penida Bali	- Sistem hibrida
14	300 W	2	Tegal , Jawa Barat	- Komunikasi
15	100 W	8	Toraja, Sulawesi	- Penerangan
16	100 W	4	Ujung Pandang Sulawesi	- Penerangan
17	1500 W	1	Bulak Baru Jepara	- Pemompaan
18	100 W	1	Garut, Jawa Barat	- Komunikasi
19	100 W	1	Sukabumi, Jawa Barat	- Sistem Hibrid
20	250 W	1	Lombok Timur	- Penerangan
21	Pemakai individu			
22	Kincir angin Pemompaan di berbagai lokasi			

Gambar 1

**BEBERAPA KURVA TURBIN ANGIN
KURVA 1**



KURVA 2



KURVA 3

