

SISTEM PLT HIBRIDA PV-DISEL NEMBRALA
Dr.rer.pol.Ir.H.Didik Notosudjono Msc
Universitas Pakuan -Bogor
notosudjono@yahoo.com

Abstrak

PT PLN dalam rangka mengurangi pemakaian Bahan Bakar Minyak , pada tahun tahun terakhir ini mencari alternatif memanfaatkan energi terbarukan, Sehubungan dengan hal tersebut PT PLN tahun 2005 telah membuat Pilot Projek untuk mengembangkan System Hybrid Diesel Generator dengan Photovoltaic di desa Nemberala, Kecamatan Rote Barat daya, Kabupaten Rote Ndao, Propinsi Nusa Tenggara Timur. Di Nembrala masih terdapat calon pelanggan (daftar tunggu) sebanyak 150, dan 6 diantaranya adalah untuk kategori tarif B1 dan B2. Apabila seluruh beban nembrala secara bertahap akan dipenuhi maka beban puncak akan meningkat dari 38 kW saat ini menjadi sekitar 70 kW (82 kVA) pada tahun 2008. Konsumsi listrik akan meningkat dari 260 kWh/hari menjadi 500 kWh/hari untuk pelayanan 12 jam atau 750 kWh/hari untuk pelayanan 24 jam.

I. PENDAHULUAN

PT. PLN pada saat ini mempunyai kurang lebih 3.860 unit Diesel yang tersebar di luar Pulau Jawa, dan pada tahun 2007/2008 menargetkan pengurangan pemakaian Bahan Bakar Minyak (BBM) sampai dengan 5%, sehubungan hal tersebut juga dicarikan alternative baru dengan cara menggantikan Pembangkit Listrik Tenaga Diesel (PLTD) melalui Energi Terbarukan misalnya dengan system hybrid PLTD dan Photovoltaic, ketergantungan PT PLN terhadap Diesel Generator pada saat ini cukup besar, terutama untuk Pembangkit listrik diluar pulau Java. PT PLN dalam rangka mengurangi pemakaian Bahan Bakar Minyak , pada tahun tahun terakhir ini mencari alternatif memanfaatkan energi terbarukan, Sehubungan dengan hal tersebut PT PLN tahun 2005 telah membuat Pilot Projek untuk mengembangkan System Hybrid Diesel Generator dengan Photovoltaic di desa Nemberala, Kecamatan Rote Barat daya, Kabupaten Rote Ndao, Propinsi Nusa Tenggara Timur.

Desa Nembrala, terletak di Pulau Rote, untuk mencapai Desa Nemberala dapat dilakukan dengan dua cara, yaitu; menggunakan kapal cepat menuju pelabuhan Ba'a (ibukota Kab. Rote-Ndao) dan menggunakan Fery Reguler melalui pelabuhan Pantai Baru. Waktu tempuh kapal cepat dari Pelabuhan Kupang ke Ba'a berkisar antara 1.5 – 2 jam, sedangkan waktu tempuh fery reguler dari pelabuhan Kupang ke Pantai Baru sekitar 4 jam. Apabila digunakan fery reguler perjalanan ke Ba'a masih harus dilakukan dengan angkutan darat dan akan memakan waktu sekitar 1 jam. Jadi total perjalanan dari pelabuhan Kupang ke Ba'a dengan fery reguler akan memakan waktu sekitar 5 jam.

Perjalanan dengan melalui udara dapat dilakukan pada hari-hari tertentu dengan pesawat Merpati Kassa dan Trans Nusa dengan route penerbangan Kupang – Ba'a pp.

Perjalanan dari Ba'a ke Nemberala dilakukan melalui jalan darat dengan jarak tempuh sekitar 40 km dan waktu tempuh sekitar 1 jam.

II. DESIGN SISTEM HIBRID DIESEL GENERATOR-PHOTOVOLTAIC

Sistem energi surya fotovoltaik (SESF) dirancang untuk melengkapi PLTD yang sudah ada di Nemberala menjadi PLT hibrida fotovoltaik diesel (PV-D) dengan maksud untuk melakukan penghematan penggunaan bahan bakar diesel (solar), meningkatkan efisiensi dan memperpanjang umur teknis PLTD. Dengan demikian akan mengurangi biaya pokok pembangkitan listrik di Nemberala. PLTD Nemberala mulai beroperasi sejak 15 Juni 2005 yang dikelola oleh PLN Sub-Ranting Nemberala.

Spesifikasi PLTD Sub. Ranting Nemberala sebagai berikut:

No	Item	Merk	Type	Kapasitas	Jumlah
1	Mesin DIESEL air cooled	Deutz	F 6 I 912	53 KW / 72 hp	1 Unit
2	Generator	Leroy Summer	LSA: 43.2L7JC4/6	75KV- 65KW	1 Unit

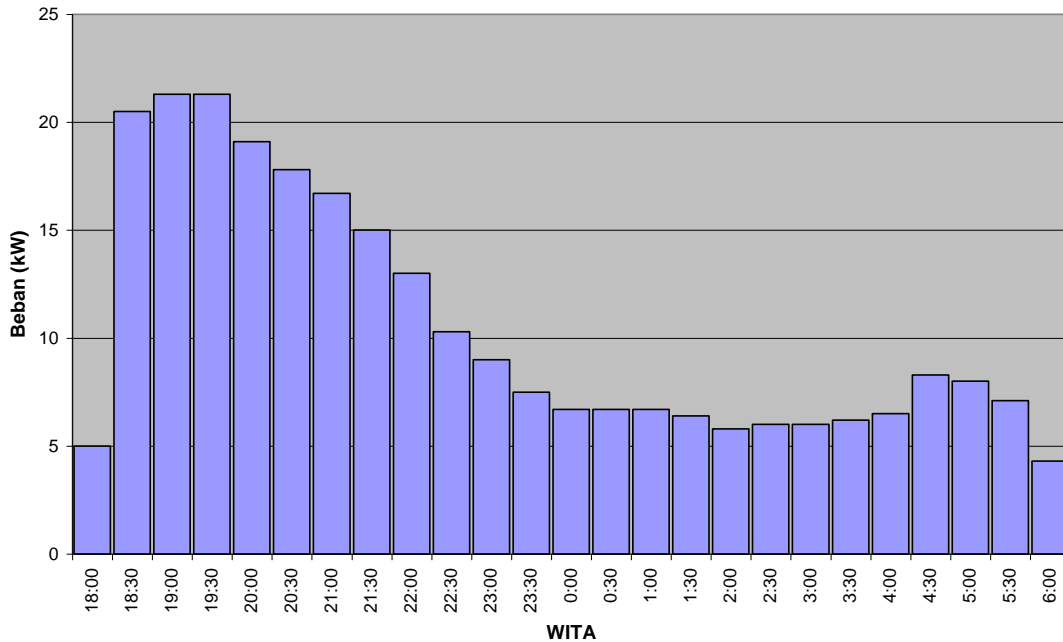
Jumlah pelanggan per-Juni 2005 adalah 112 yang terdiri atas:

R1 (450VA)	:	74 Pelanggan
R1 (900VA)	:	25 Pelanggan
R1 (1300 VA)	:	6 Pelanggan
S 2 (450 VA)	:	1 Pelanggan
S 2 (900 VA)	:	1 Pelanggan
S 2 (1300 VA)	:	3 Pelanggan
B 1 (1300 VA)	:	2 Pelanggan

PLTD Sub. Ranting Nemberala pada saat ini beroperasi mulai jam 18:00 WITA sampai jam 06:00 WITA. Khusus pada hari minggu atau hari libur tertentu PLTD Nemberala juga dioperasikan pagi dan siang hari dari jam 06:00 s/d jam 15:00 WITA.

Profil beban PLTD di Nemberala digambarkan sebagai berikut:

Profil Beban PLTD Nembrala 2005



Berdasarkan profil beban diatas dapat dihitung bahwa jumlah konsumsi listrik di Nembrala adalah sebesar 130 kWh. Energi listrik pada saat beban puncak antara pukul 18:00 s/d 22:00 adalah sekitar 75 kWh dan jumlah energi pada beban dasar antara jam 22:00 s/d 06:00 sebesar 55 kWh.

Skenario perencanaan sistem hibrida adalah sebagai berikut:

- Disel generator set (genset) pada umumnya akan dioperasikan pada beban puncak (sekitar 22 kW);
- Pada beban dasar kebutuhan energi listrik (55kWh) akan dipasok dari baterai;
- Pada kondisi tertentu dimana baterai dalam keadaan maksimal, beban puncak ini diharapkan juga dapat dipasok dari baterai melalui inverter;
- Pada saat genset bekerja sebagian surplus listrik digunakan untuk pengisian baterai;
- Pengisian listrik baterai pada siang hari sepenuhnya dilakukan oleh generator fotovoltaik.

Berdasarkan skenario diatas maka kebutuhan generator fotovoltaik adalah sekitar 16 kWp dan kapasitas inverter 22 kW. Memperhatikan kemungkinan kenaikan baik pemakaian listrik dan beban puncak sebesar 30%, kapasitas PV dan inverter yang diusulkan berturut-turut sebesar 21 kWp dan 30 kVA (28kW).

Untuk jumlah hari otonomi sebesar 3 hari, yaitu: setara dengan penyimpanan energi sebesar 165 kWh, akan memerlukan kapasitas baterai sebesar 750 Ah (pada tegangan 240 VDC). Dengan kemungkinan kenaikan beban seperti diuraikan diatas maka diperlukan baterai dengan kapasitas sekitar 1000 Ah.

Spesifikasi sistem hibrida PV-D Nembrala selengkapnya adalah sebagai berikut:

Generator Fotovoltaik

- Tipe modul fotovoltaik

Polikristal, BP 3150 U

- Kapasitas per-panel fotovoltaik 150 Wp
- Jumlah panel dalam hubungan seri 10 seri
- Jumlah panel dalam hubungan paralel 14 paralel
- Total kapasitas daya-puncak generator fotovoltaik 21.000 Watt

Inverter

- Tipe inverter Bi-directional, Ingeteam Hybrid 30
- Kapasitas pembangkitan 30 kVa, 3 fasa
- Kapasitas pengisian baterai 15 kW
- Sistem pengisian baterai maximum power point tracking (MPPT)
- Setting tegangan dan frekuensi 230 VAC, 50 Hz
- Efisiensi 95 %

Baterai

- Tipe baterai Tubular Lead Accid, BAE 10 OpzS 1000 LA
- Kapasitas baterai 1.000 Ah
- Tegangan sel 2 VDC/sel
- Jumlah sel 120 sel
- Tegangan nominal 240 VDC

III. HASIL PENGUJIAN OPERASI SISTEM HIBRID PV-D

Pembangunan sistem hibrida PV-D Nembrala dimulai pada bulan Agustus 2005. Instalasi keseluruhan sistem hibrida PV-D Nembrala pada dasarnya telah selesai pada bulan Desember 2005. Namun karena terjadi berbagai kerusakan pada sistem converter (meliputi: PV control, battery charger dan inverter), yang kemungkinan besar terjadi karena benturan pada saat transportasi, sistem hibrida Nembrala tidak dapat beroperasi secara sempurna dan hanya sempat bekerja beberapa saat. Mengingat kompleksnya gangguan pada converter, sistem converter di Nembrala harus diganti baru.

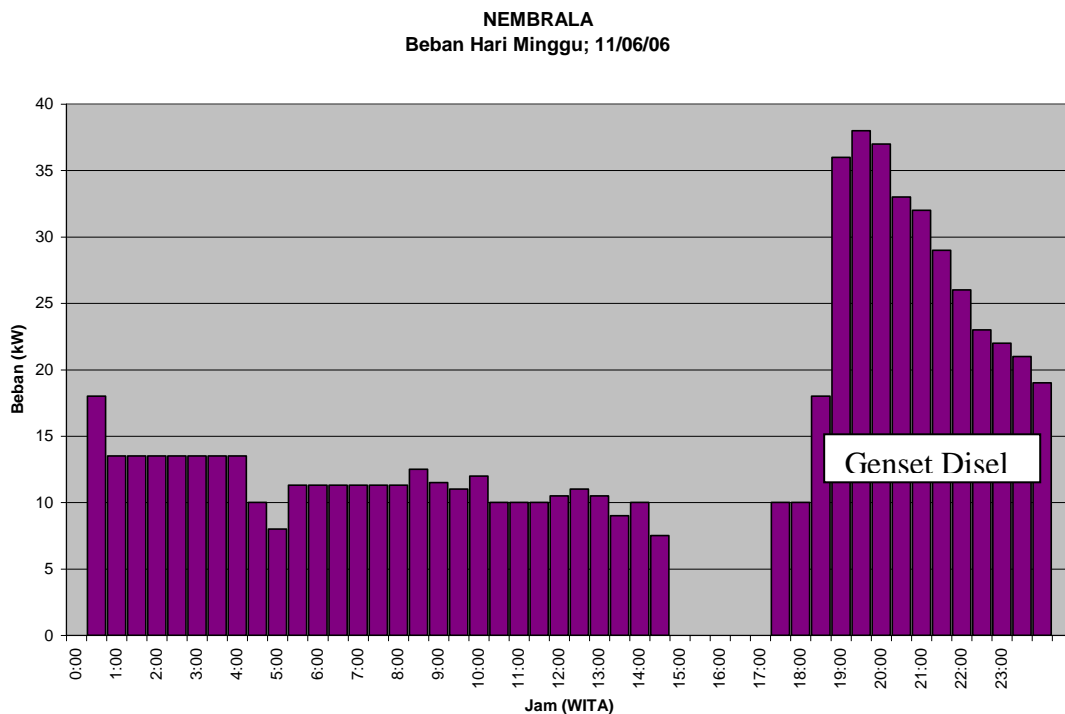
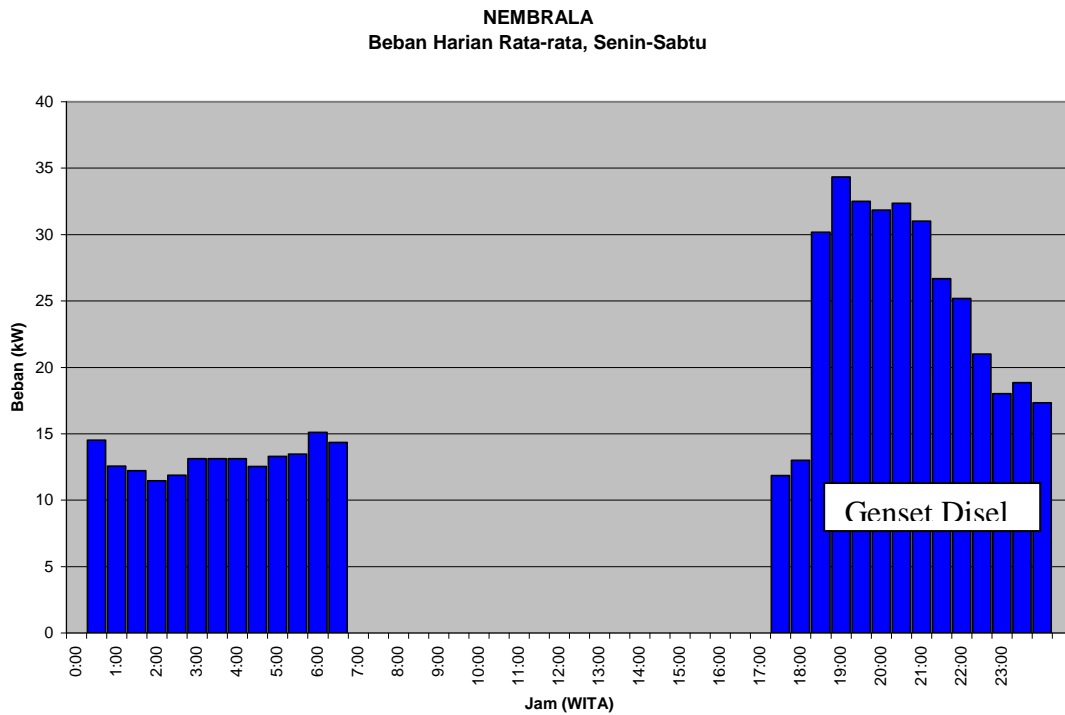
Sistem hibrida PV-D Nembrala dapat selesai diperbaiki pada akhir Mei 2006. Setelah dilakukan pengecekan ulang pada setiap bagian sistem (sub-sistem), uji coba operasi selama 1 minggu penuh dapat dilakukan antara tanggal 5 – 11 Juni 2006.

Pengaturan operasi selama uji coba dilakukan sebagai berikut:

- Kecuali pada hari Minggu, hibrida PV-D hanya dioperasikan pada malam hari;
- Disel beroperasi pada beban puncak antara jam 18:00 – 23:00;
- Sistem baterai/inverter bekerja di luar beban puncak antara jam 24:00 - 06:00

Pada saat pengujian baik beban puncak maupun beban dasar naik secara signifikan dari beban perencanaan. Demikian pula konsumsi energi listrik harian meningkat dari 130 kWh menjadi sekitar 260 kWh per-hari (kenaikan 100%). Meskipun demikian, pengoperasian sistem hibrida PV-D tetap dapat memberikan penghematan bahan bakar solar sebesar 33%, yaitu: dari rata-rata 90 liter per-hari menjadi rata-rata 60 liter per-hari. Profil beban pada saat

uji operasi pada hari kerja dan hari mingguU disampaikan pada gambar-gambar berikut:



Berdasarkan gambaran uji operasi diatas dapat dirangkum beberapa hal sebagai berikut:

- Beban puncak di Nembrala saat ini mencapai sekitar 38 kW atau naik sebesar 73% dari perhitungan perencanaan (beban puncak pada saat perencanaan 22 kW);

- Beban dasar rata-rata berada pada kisaran 12 – 14 kW atau naik 100% lebih dari perhitungan perencanaan (beban dasar pada saat perencanaan 6 kW)
- Meskipun demikian, PLT Hibrida tetap memberikan manfaat penghematan bahan bakar sebesar 33%.

IV. ANALISA FINANSIAL

Analisa finansial difokuskan pada biaya-biaya pembangkitan listrik dari sistem PLTD dan hibrida PV-D. Biaya distribusi listrik termasuk rugi-rugi jaringan tidak dimasukkan kedalam analisa. Kontribusi Analisanya sendiri dilakukan secara sederhana menggunakan pendekatan depresiasi linear.

Parameter tekno-ekonomi berikut digunakan sebagai dasar analisa:

Komponen Investasi

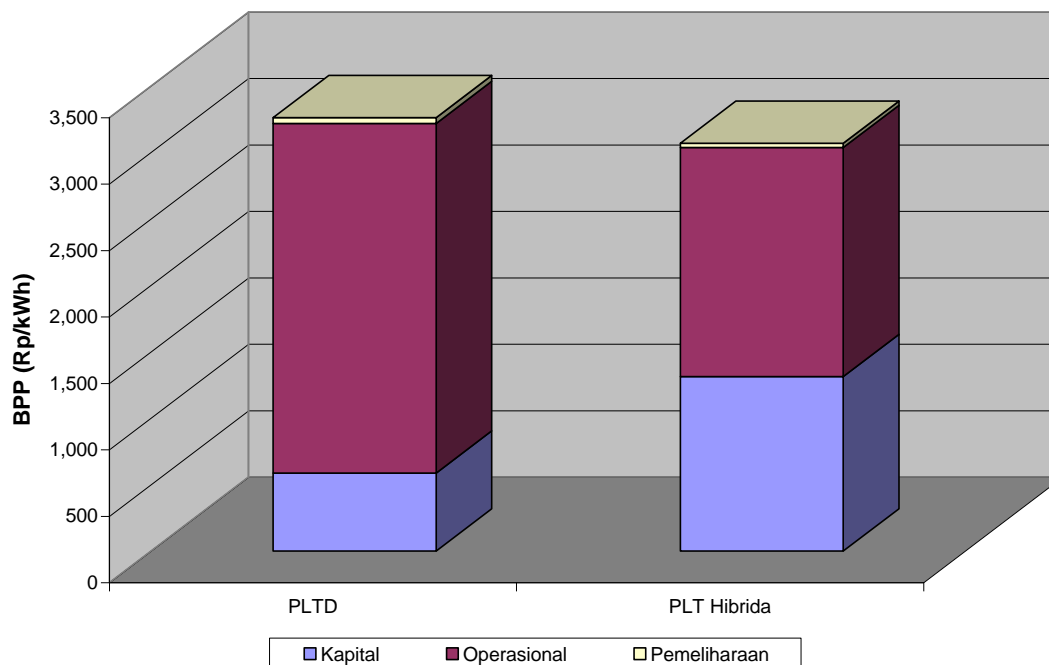
Item	Kapasitas	Kapital (Rp)	Umur Teknis
Genset Diesel	50 kW/60 kVA	238.000.000	20.000 jam
Fotovoltaik	21 kWp	760.000.000	25 tahun
Konverter	30 kVA	225.000.000	10 tahun
Baterai	1000Ah / 220VDC	425.000.000	10 tahun
Bangunan & instalasi		250.000.000	30 tahun

Komponen Operasi

Item	Konsumsi	Harga/Biaya
BBM	0,35 lt/kWh	5.000 Rp/lt
Transport BBM		600 Rp/lt
Pelumas	0,003 lt/kWh	12.500 Rp/lt
Air Aki	20 lt/th	10.000 Rp/lt
Tenaga Kerja	36 OB	1.500.000 Rp/OB

Berdasarkan angka-angka tersebut diatas diperoleh biaya pokok pembangkitan antara PLTD dan PLT Hibrida PV-D sebagaimana disajikan pada diagram berikut.

Perbandingan Biaya Pokok Pembangkitan



Berdasarkan diagram diatas terlihat bahwa BPP dari PLT Hibrida sedikit lebih murah dari PLTD (PLTD = 3.261 Rp/kWh, PLT Hibrida = 3.068 Rp/kWh). PLT Hibrida juga memerlukan biaya operasional dan pemeliharaan (O&M) yang lebih rendah yaitu sebesar 1.754 Rp/kWh dibandingkan dengan PLTD yang memerlukan biaya O&M sebesar 2.676 Rp/kWh.

Dengan demikian dapat disimpulkan bahwa penerapan PLT Hibrida PV-D dimasa mendatang akan banyak memberikan keuntungan finansial. Secara ekonomi, PLT Hibrida PV-D akan memberikan berbagai manfaat seperti pengurangan konsumsi BBM, lebih memberikan peluang untuk penyediaan listrik pada daerah terpencil dan pengurangan pelepasan gas rumah kaca. Keuntungan yang lebih besar masih dapat dilakukan dengan meningkatkan kapasitas sistem energi surya fotovoltaik pada PLT Hibrida Nembrala.

V. CONCLUSION

Berdasarkan perkembangan ekonomi dan kesejahteraan masyarakat Nembrala, terutama disektor pariwisata dan budidaya rumput laut, permintaan listrik dipastikan masih akan meningkat dengan cepat. Dibandingkan pada saat sistem PLT Hibrida dirancang, kapasitas generator fotovoltaik yang sekarang terpasang dapat dikatakan sudah tidak sesuai lagi dengan pola beban yang ada saat ini. Terlebih lagi apabila seluruh permintaan masyarakat harus dipenuhi.

Di Nembrala masih terdapat calon pelanggan (daftar tunggu) sebanyak 150, dan 6 diantaranya adalah untuk kategori tarif B1 dan B2. Apabila seluruh beban nembrala secara bertahap akan dipenuhi maka beban puncak akan meningkat dari 38 kW saat ini menjadi sekitar 70 kW (82 kVA) pada tahun 2008. Konsumsi listrik akan meningkat dari 260 kWh/hari menjadi 500 kWh/hari untuk pelayanan 12 jam atau 750 kWh/hari untuk pelayanan 24 jam.

Melihat perkembangan diatas, maka dapat difahami apabila PT PLN (Persero) Ranting Rote-Ndao berencana untuk memperbesar kapasitas PLTD sedemikian sehingga dapat memenuhi permintaan masyarakat.

VII REFERENSI

1. Notosudjono Didik, Ländliche Entwicklung durch erneuerbare Energie - Energiepotentiale, Entwicklungs- und Marketingkonzepte in Indonesien, Universitaet Flensburg, Germany, 2000.
2. Notosudjono Didik, Ir,Msc.,Strategi Pengembangan Penyediaan Energie Terbaharukan di Daerah Pedesaan dan Kemungkinan untuk kegiatan Produksi, Lokakarya Energie 1993,KNIWEC, Jakarta Indonesia.
3. Notosudjono Didik, Ir.Msc, dan Abubakar Lubis, Drs, MSc, Hybrid System (small Wind Energy and DC Diesel Generator Sets) for Electricity in the village Ciparanti, Western Java, Windpower'93 san Francisco, CA, July 12-16, 1993.
4. Notosudjono Didik, Ir. Msc. Selbstbau Wasserkraftanlagen auf Bali und Kecamatan Doko sowie Möglichkeiten ihrer Optimierung für Produktive Nutzung, Universität Flensburg, Flensburg, 1991
5. KNIWEC, Penerapan Teknologi Tepat guna dalam Penyediaan dan Penggunaan Energie yang berwawasan lingkungan, Jakarta, Oktober , 1994
6. Sulisty Atmadi, Ir Wind Energy Research and Development in Indonesia, Presented LAPAN-DLR workshop on Wind Energy Utilization and Commercialization Prospect in Indonesia, Jakarta dec.5,1995.
7. Harijono Djojodihardjo, Prof,Dr.Ir, Energi Angin di Indonesia,Potensi, Perpektif dan Tantangan, KNIWIC, Jakarta, 24-25.04.1979.
8. Ramani, K.V. ; Islam, Mohammad N.; Reddy, Amulya K.N.: Rural Energy System in the Asia – Pacific. A Survey of their Status, Planning and Management, Kuala Lumpur.,1993.
9. Sheperd, Dennis G.: Wind Power, Chapter 19 – Handbook of Energy Technology and Economics, John Wiley & Sons, Inc.,New York, 1983.