



SENIATI 2009

*Seminar Nasional
Inovasi & Aplikasi Teknologi di Industri
24 Oktober 2009*

PEMANFAATAN ENERGI ALTERNATIF & PROSES TRANSFORMASI DI INDUSTRI



PROCEEDINGS

2085-4218

D20.	Saidah	PENGATURAN ARUS FEED-FORWARD PADA PWM RECTIFIER MENGGUNAKAN FUZZY LOGIC	Jurusan Teknik Elektro, Fakultas Teknik, UBHARA Surabaya Jl. A. Yani 114 Surabaya, Telp/Fax : 031-8285602 / 031-8291107 Email : sdhbaisa61@yahoo.com
D21.	Sugiono, Muhammad Taqiyyudin	MODEL PEMBANGKIT MIKROHIDRO DENGAN MENCIPTAKAN TINGGI JATUH BUATAN MEMANFAATKAN POMPA DONGKI (HIDRAULIC RAM PUMP) UNTUK MENGATASI KELANGKAAN ENERGI LISTRIK DI INDONESIA	Jurusan Teknik Elektro, UNISMA
D22	Titiek Suheta, Eko Winarno	ANALISA TEKNO-EKONOMIES PLTN 2 X 100 MW DAN 4000 m ³ / HARI SEBAGAI USAHA UNTUK MENGURANGI KETERGANTUNGAN PADA KABEL LAUT 120 MVA JAWA-MADURA	Jurusan Teknik Elektro, Fakultas Teknologi Industri, Institut Teknologi Adhi Tama Surabaya Jl. Arief Rachman Hakim No.100 Surabaya, Telp/Fax : (031) 5945043/5994620 Email : sondysuheta@yahoo.com
D23	Bambang Purwahyudi, Hasti Afianti, Richa Watiasih	PENGGUNAAN FUZZY LOGIC CONTROLLER (FLC) UNTUK PENGENDALIAN KECEPATAN MOTOR SINKRON MAGNIT PERMANEN (MSMP)	Jurusan Teknik Elektro, Fakultas Teknik, Universitas Bhayangkara Surabaya Jl. Achmad Yani 114. Surabaya 60321
D24	Richa Watiasih	Klasifikasi Data Getaran Untuk Menganalisa Gejala <i>Mechanical Looseness</i> pada Kompresor Menggunakan <i>JST-Backpropagation</i>	Teknik Elektro UBHARA Surabaya



ANALISA TEKNO-EKONOMIES PLTN 2 X 100 MW DAN 4000 m³/ HARI SEBAGAI USAHA UNTUK MENGURANGI KETERGANTUNGAN PADA KABEL LAUT 120 MVA JAWA-MADURA

Titiek Suheta dan Eko Winarno

Jurusan Teknik Elektro, Fakultas Teknologi Industri, Institut Teknologi Adhi Tama Surabaya
Jl. Arief Rachman Hakim No.100 Surabaya, Telp/Fax : (031) 5945043/5994620
Email : sondysuheta@yahoo.com

Abstrak

Seiring dengan pertumbuhan ekonomi di Pulau Madura, maka kebutuhan energi listrikpun makin meningkat. Yang mana selama ini kebutuhan energi listrik di Pulau Madura disupply dari Jawa melalui kabel laut yang berkapasitas 120 MVA. Untuk mengurangi ketergantungan tersebut maka perlu dibangun suatu pembangkit yang ekonomis, salah satunya adalah PLTN. Dimana pembangkit ini mampu melakukan proses Desalinasi (pemurnian air laut menjadi air bersih). Dan diharapkan pula dengan pembangunan PLTN ini dapat memberikan keuntungan bagi masyarakat Madura dalam memenuhi kebutuhan air bersih.

Kata Kunci : PLTN, Energi Listrik, Desalinasi

1. Pendahuluan

Dengan meningkatnya kegiatan pembangunan ekonomi di pulau Madura, maka kegiatan di bidang energi pun makin lama makin tinggi permintaannya. Untuk itu diperlukan sumber energi atau pembangkit tenaga listrik untuk mensupply kebutuhan energi listrik di pulau Madura. Jenis pembangkit yang dibutuhkan adalah pembangkit listrik tenaga nuklir jenis PWR dengan teknologi SMART (*small modular advanced reactor integrated*), disamping lebih ekonomis juga mampu mensupply energi listrik sebesar 2 x 100 MW dan menghasilkan air bersih sebesar 4000 m³air/hari dengan adanya proses desalinasi. Dalam proses Desalinasi (proses reduksi (pengurangan) kandungan garam mineral yang terdapat dalam air) ini menggunakan sistim MED-TVC (*Multiple Effects Distillation with thermal vapor compressor*), dimana sistim ini mempunyai kemampuan untuk menghasilkan air berkualitas tinggi dengan biaya pengoperasian yang rendah. Selain mampu menghasilkan air bersih yang berkualitas bagi masyarakat Madura, PLTN merupakan pembangkit yang ramah lingkungan dengan harga yang relatif rendah dan stabil juga jaminan pasokan energinya stabil. Namun demikian harus tetap diwaspadai dan diperhatikan dampak terhadap lingkungan apabila sampai terjadi kebocoran nuklir.

2. Metodologi Penelitian

Berdasarkan pertumbuhan penduduk Madura yang ditampilkan dalam tabel 1, maka perkembangan konsumsi energi listrik (dalam MWH) juga mengalami peningkatan hingga tahun 2000 dan dapat ditunjukkan dalam tabel 2. Untuk memenuhi kebutuhan energi listrik tersebut Pulau Madura mendapat supply dari Jawa khususnya Jawa Timur berupa pembangkit berbahan bakar fosil, seperti PLTU sebesar 3900 MW, PLTG sebesar 2488,3 MW dan PLTA sebesar 274,88 MW. Tetapi penggunaan energi fosil ini dapat mengakibatkan pencemaran lingkungan yang diakibatkan oleh pembakaran bahan fosil tersebut, sehingga akan meningkatkan pemanasan global dan juga masalah semakin menipisnya cadangan energinya, sehingga diperlukan energi pengganti yang tidak terbatas sumber dayanya. Sumber energi tersebut merupakan energi baru dan terbarukan yang mempunyai potensi yang sangat besar dan bisa diperbaharui, sehingga sumber energinya selalu tersedia, salah satu energi alternatif tersebut adalah Pembangkit Listrik Tenaga Nuklir. Namun rencana pembangunan PLTN di Madura ini menimbulkan pro dan kontra karena ada efek negatif yang dihasilkan oleh radiasi nuklir. Tetapi teknologi nuklir ini

dapat membantu masyarakat Madura yang mengalami kelangkaan air dan listrik, sehingga pembangunan PLTN ini mengatasnamakan pemenuhan kebutuhan listrik dan air, maka masyarakat Madura di segala lapisan dipastikan merespon positif rencana ini. Dan diharapkan pula dengan rencana pembangunan PLTN ini dapat memenuhi kebutuhan listrik dan air masyarakat Madura untuk beberapa tahun ke depan.

Tabel 1. Perkembangan penduduk di Madura

Tahun	Kabupaten			
	Sampang	Pamekasan	Bangkalan	Sumenep
1983	607.937	548.947	691.937	872.076
1984	610.213	551.509	693.890	875.920
1985	612.324	552.694	695.667	881.018
1986	613.921	584.243	708.784	897.680
1987	615.633	586.109	712.782	901.430
1988	618.390	596.176	714.492	904.813
1989	619.949	599.647	714.469	905.422
1990	620.673	605.521	724.349	930.536
1991	703.297	623.703	716.331	915.495
1992	704.004	624.564	714.725	915.821
1993	704.138	635.040	717.964	918.926
1994	702.759	634.197	720.111	922.201
1995	705.030	636.855	721.558	925.287
1996	706.578	662.921	725.653	952.868
1997	707.923	664.527	732.123	954.215
1998	709.495	666.675	733.778	956.091
1999	710.658	671.544	749.202	958.358
2000	715.233	674.133	762.046	966.189

Tabel 2. Perkembangan Konsumsi Energi (MWH) di Madura

No	Konsumsi	Energi
1	1985	31,24
2	1986	24,22
3	1987	26,66
4	1988	27,78
5	1989	32,99
6	1990	32,98
7	1991	45,38
8	1992	50,8
9	1993	54,35
10	1994	76,47
11	1995	76,47
12	1996	107,65
13	1997	144,2
14	1998	169,78
15	1999	169,8
16	2000	293,7

3. Hasil dan Pembahasan

3.1 Perkembangan Energi Nuklir

Dewasa ini sudah ada 17 negara yang menggantungkan paling tidak seperempat pembangkit listriknya pada tenaga nuklir atau berdasarkan data statistik PLTN dunia tahun 2002 terdapat 439 PLTN yang beroperasi di seluruh dunia dengan kapasitas total sekitar 360.064 GWe, karena energi nuklir merupakan sumber energi potensial, berteknologi tinggi, murah dan ramah lingkungan, karena di dalam prosesnya pembangkit listrik tenaga nuklir ini tidak membebaskan asap atau debu yang mengandung logam berat yang dibuang ke lingkungan. Disamping itu juga efisiensi penggunaan bahan bakarnya jauh lebih tinggi dibandingkan dengan pembangkit yang berbahan bakar fosil, sehingga listrik yang diproduksi akan memiliki harga jual yang lebih rendah. Sehingga PLTN merupakan sumber energia lternatif yang layak dipertimbangkan dalam perencanaan energi jangka panjang bagi Indonesia guna mendukung pembangunan yang berkelanjutan.

3.2 Pembangunan PLTN SMART Di Madura

Teknologi yang akan digunakan adalah Desalinasi, yaitu proses pemurnian air laut menjadi air bersih yang bahan bakunya berasal dari air laut dengan menggunakan energi yang diperoleh dari nuklir dan akan menghasilkan sumber daya listrik sebesar 200 MW, air bersih 4000 m³/hari dan air laut tua yang akan dengan mudah diolah menjadi garam. Air laut juga digunakan untuk mendinginkan reaktor yang didalamnya bersuhu 5000°C, kemudian air itu akan dibuang ke laut. Bencana besar akan menimpa konsumen pemakai air tawar yang dihasilkan dari kombinasi PLTN dan proses desalinasi. Karena radiasi nuklir akan dengan mudah menyebar dalam air tawar dari proses tersebut dan konsumen tercemar oleh radiasi nuklir.

3.3 MED (*Multi effect distillation*)

Adalah suatu teknologi desalinasi dengan metode multi efek yang menggunakan cara evaporasi dan kondensasi bertahap untuk menghasilkan air distilasi, tiap tahap dinamakan efek. Pada gambar 1 ditunjukkan proses MED, dimulai dengan masuknya air laut pada efek pertama, kemudian air tersebut disemprotkan mengenai pipa aliran uap yang berasal dari pembangkit uap, sehingga akan mengakibatkan terjadinya perbedaan temperatur antara air laut dan uap panas dalam aliran pipa. Sebagian akan berubah menjadi uap dan yang lainnya akan tertampung untuk kemudian berfungsi sebagai air masukan bagi efek selanjutnya dengan bantuan pompa. Uap tersebut melepaskan panas di efek kedua melalui pipa yang dipasang di efek pertama, sebagian dari uap ini terkondensasi menghasilkan distilasi dan sebagian lagi memberikan panasnya pada air masukan konsentrasi tinggi, sehingga menghasilkan uap yang akan dipakai untuk efek berikutnya. Uap yang telah terkondensasi akan berubah menjadi titik air yang terkumpul dari tiap-tiap efek yang menghasilkan air bersih.

3.4 Biaya pembangunan PLTN SMART

Berdasarkan data yang dipakai untuk perhitungan perkiraan kebutuhan beban di Madura didasarkan pada indikator energi dan ekonomi makro Madura yang mempengaruhi terhadap peningkatan kebutuhan energi listrik di Madura. Dimana kebutuhan energi listriknya dipengaruhi oleh pertumbuhan beban pelanggan dan jumlah pelanggan di Madura yang ditunjukkan dalam tabel 3. Maka diharapkan dengan pembangunan PLTN SMART-Desalinasi di Madura ini dapat direncanakan untuk menambah supply energi listrik pada tahun 2025.

Pembangunan PLTN SMART ini jika dimulai pada tahun 2014, maka akan selesai pada tahun 2018 dan sudah akan bisa beroperasi secara keseluruhan pada tahun 2019, dimana umur ekonomis dari PLTN SMART ini diperkirakan selama 40 tahun. Untuk pembangunan 2 unit PLTN SMART dengan kapasitas masing-masing 100 MW, dibutuhkan investasi sebesar US\$ 485 juta, sedangkan desalinasi yang menggunakan sistem MED (*Multiple Effect Desalination*) dengan kapasitas 4000 m³/ hari dibutuhkan investasi sebesar US\$ 49,79 juta. Sehingga total biaya yang dibutuhkan untuk pembangunan PLTN SMART di Madura dengan kapasitas masing-masing 100 MW dan 4 unit desalinasi dengan kapasitas masing-masing 1000 m³ / hari adalah sebesar US\$ 534,79 juta, meskipun investasinya besar, namun biaya operasi dan pemeliharaannya rendah.

Tabel 3. Hasil perhitungan kebutuhan Energi di Madura

Tahun	Jumlah		Energi Terjual
	Pelanggan	Penduduk	
2005	458937	3503254	309,7
2006	519259	3544778	343,0
2007	587509	3586794	379,9
2008	664730	3629308	421,0
2009	752101	3672326	466,9
2010	850956	3715854	518,1
2011	962804	3759898	575,4
2012	1089352	3804465	639,5
2013	1232535	3849559	711,3
2014	1394537	3895188	791,8
2015	1577832	3941357	882,2
2016	1785219	3988047	983,8
2017	2019864	4035345	1098,0
2018	2285351	4083176	1226,4
2019	2585733	4131574	1371,0
2020	2925597	4180545	1533,8
2021	3310132	4230097	1717,2
2022	3745209	4280237	1924,0
2023	4237472	4330970	2157,1
2024	4794436	4382305	2420,1
2025	5424607	4434249	2716,8

3.5 Dampak terhadap Lingkungan

Diharapkan dengan terealisasinya pembangunan PLTN ini dapat menaikkan pendapatan perkapita penduduk, seperti menekan angka kemiskinan dan pengangguran yang telah melanda wilayah Madura yang industrialisasi sudah mulai berkembang. Di samping itu PLTN ini juga bermanfaat untuk meningkatkan industri, lingkungan sterilisasi, kedokteran dan kesehatan. Dalam hal aspek keselamatan harus tetap dipertahankan didalam membangun PLTN, karena untuk menjamin keselamatan PLTN harus ada pengawas internal maupun internasional yang mengawasi kinerja dari PLTN, sumber daya manusianya yang handal dan penguasaan teknologi yang teruji dengan sistim pertahanan berlapis.

Selama beroperasi PLTN, pencemaran yang disebabkan oleh zat radioaktif terhadap lingkungan dapat dikatakan tidak ada. Air laut yang dipergunakan untuk membawa panas dari kondensor sama sekali tidak mengandung zat radioaktif, karena tidak bercampur dengan air pendingin yang bersikulasi didalam reaktor. Gas radioaktif yang dapat keluar dari sistim reaktor tetap terkungkung di dalam sistim pengungkung PLTN dan sudah melalui sistim ventilasi dengan filter yang berlapis-lapis. Gas yang dilepaskan melalui cerobong aktivitasnya sangat kecil, sehingga tidak menimbulkan dampak terhadap lingkungan.

4. Kesimpulan

- Berdasarkan data-data dan perhitungan yang telah dilakukan, maka dapat diambil beberapa kesimpulan, antara lain
- Dengan makin meningkatnya kebutuhan energi listrik di Madura sampai tahun 2022 yang mencapai 1835,29 GWh, maka dibutuhkan suatu pembangkit yang berbahan bakar non fosil, yaitu PLTN.
 - PLTN diperlukan untuk mengurangi laju pengurangan energi fosil yang cadangannya sangat terbatas, menstabilkan pasokan energi listrik dengan aman, handal, ekonomis, bersih, berwawasan lingkungan dan mendukung pengurangan dampak akibat pemanasan global. Pemanfaatan iptek nuklir mendorong ahli teknologi

tinggi yang sangat bermanfaat bagi pembangunan kemampuan nasional untuk meningkatkan daya saing di tingkat internasional.

- PLTN SMART yang akan dibangun di Madura menggunakan teknologi desalinasi, yaitu proses yang akan menghasilkan air bersih dan garam yang berasal dari penyulingan air laut. Dengan bahan baku air laut, maka sumber air di Madura tidak akan terganggu. Investasi yang dibutuhkan untuk membangun PLTN SMART 100 MW adalah sebesar US\$ 485 juta, sedangkan desalinasi yang menggunakan sistim MED (*Multiple Effect Desalination*) dengan kapasitas 4000 m³/ hari dibutuhkan investasi sebesar US\$ 49,79 juta. Sehingga total biaya yang dibutuhkan untuk pembangunan PLTN SMART di Madura dengan kapasitas masing-masing 100 MW dan 4 unit desalinasi dengan kapasitas masing-masing 1000 m³ / hari adalah sebesar US\$ 534,79 juta, meskipun investasinya besar, namun biaya operasi dan pemeliharaannya rendah.
- = Dalam hal aspek keselamatan harus tetap diperhatikan didalam membangun PLTN, karena untuk menjamin keselamatan PLTN harus ada pengawas internal, nasional maupun internasional yang mengawasi kinerja dari PLTN, sumber daya manusianya yang handal dan pemanfaatan teknologi yang teruji dengan sistim pertahanan berlapis, agar tidak terjadi kebocoran nuklir yang akan membawa dampak pada lingkungan dan manusia karena terkena radiasi nuklir.

Daftar Pustaka

1. Marcahyono (2007), "Implementasi Pemograman Linier Berbasis Algoritma Genetik pada Penjadwalan PLTN", volume 5 no.1, April '07, ISSN 1693 -- 4024.
2. Majalah Elektro Indonesia, *Perkembangan Enegi Terbarukan sebagai Energi Aditip di Indonesia.*
3. Uranium Information Centre, *Nuclear In The World Today*, Melbourne
4. www.Batan.com
5. www.geocities.com
6. www.aagos.ristek.go.id