

**DAMPAK EKSISTENSI PLTN DESALINASI TERHADAP SEKTOR EKONOMI
DI MADURA PADA TAHAPAN OPERASI**

Sriyana¹⁾

ABSTRAK

DAMPAK EKSISTENSI PLTN-DESALINASI TERHADAP SEKTOR EKONOMI DI MADURA PADA TAHAPAN OPERASI. Studi dampak eksistensi PLTN-Desalinasi terhadap sektor ekonomi di Madura pada tahapan operasi telah dilakukan. Teknologi yang dikaji pada studi ini adalah SMART yang dikopel dengan instalasi desalinasi. Kapasitas daya 2x100 MWe dan kapasitas produksi air bersih sebesar 4x10.000 m³/hari. Teknologi ini dikembangkan oleh Korea, namun hingga saat ini belum ada PLTN jenis ini yang dibangun. Metodologi yang digunakan disini adalah dengan menerapkan analisis model Input Output. Sektor ekonomi diagregasi dari 56x56 sektor menjadi 10x10 sektor untuk kepentingan proyeksi jangka panjang. Studi ini menyimpulkan bahwa : (1) Pada tahap kegiatan operasi PLTN-desalinasi dengan jenis SMART dan instalasi desalinasi MED akan menghasilkan output sebesar Rp. 908,12 milyar tiap tahun. (2) Listrik dan air bersih yang dihasilkan akan memberikan dampak output langsung sebesar Rp. 1,234 triliun dan sejumlah ini akan memberikan dampak langsung PDRB di Madura sebesar Rp. 138,7 milyar. (3) Dampak output terhadap sektor listrik dan sektor air bersih cukup signifikan, yakni sebesar 5,37% dan 1,57% jika dibandingkan dengan PDRB pada tahun 2018.

ABSTRACT

ECONOMIC IMPACT OF NUCLEAR POWER PLANT IN THE OPERATIONAL STAGE. Study on economic impact of nuclear power plant in the operational stage, in Madura has been conducted. The object of the study is SMART technology which is coupled with desalination installation. The power capacity is 2 x 100 MWe and the water production capacity is 4 x 10.000 m³/day. This technology has been developed by Korea, but until recently there is no units in construction or operation. Input-Output analysis model is applied as the methodology of this study. Economic sector is aggregated from 56x56 to 10x10. This aggregation is meant to reduce the uncertainty in long term projection. This study conclude that : (1) In the operational stage SMART Nuclear Power-Desalination will give an output to local economic about Rp. 908.12 billion per year. (2) Electricity and water production will provide output direct impact to Madura about Rp. 1.234 trillion and will give direct impact to Regional Product Domestic Bruto (PDRB) about Rp. 138.7 billion. (3) Output impact to the electricity sector and fresh water sector is about 5.37% and 1.57% compared to PDRB 2018.

¹⁾ Staf Bidang Partisipasi Industri Nasional P2EN

I. PENDAHULUAN

Bahan bakar fosil di masa mendatang disadari akan cenderung semakin menipis persediaannya di alam ini, di samping itu ketersediaannya juga tidak merata. Kedua hal ini akan membawa konsekuensi ekonomi bagi masing-masing sumber daya energi, sehingga pada akhirnya parameter ekonomi akan ikut menentukan kondisi optimum dari pemanfaatan sumber daya energi yang ada dan sudah barang tentu tidak meninggalkan kepentingan pembangunan berkelanjutan dengan memperhatikan dampak terhadap lingkungannya.

Oleh karena keterbatasan sumber daya energi fosil maka perlu sejak dini dipikirkan dan direncanakan serta diperkenalkan solusi energi optimum, guna memenuhi kekurangan dan menghemat energi di masa mendatang tanpa meninggalkan pertimbangan kelestarian lingkungan. Dalam rangka turut serta sumbang solusi dalam memikirkan permasalahan energi tersebut, BATAN telah melakukan berbagai studi, penelitian dan kajian yang berkaitan dengan rencana dan persiapan pembangunan Pembangkit Listrik Tenaga Nuklir (PLTN). Persiapan ini dilakukan guna menyongsong PLTN sebagai salah satu alternatif solusi energi mix berdampingan dengan sumber daya energi lain. Dengan masuknya PLTN sebagai salah satu opsi pemenuhan energi listrik, maka diharapkan akan memberikan solusi yang optimum dari pemenuhan energi listrik dan memberikan ketahanan energi di masa mendatang, terutama energi listrik.

NIMBY (*not in my backyard*) *syndrom* atau "sindrom yang menerima PLTN asalkan tidak dibangun di daerah/sekitar saya" adalah merupakan kekhawatiran yang terjadi dengan akan dibangunnya PLTN. Sindrom ini sebenarnya bisa dieliminasi atau dikurangi dengan adanya manfaat yang bisa dirasakan oleh masyarakat sekitar. Dan sudah barang tentu harus bisa dibuktikan dengan data yang benar. Salah satu cara untuk memberikan gambaran manfaat bagi masyarakat dengan dibangunnya PLTN, adalah dengan melakukan studi untuk mengetahui seberapa besar dampak ekonomi dengan adanya PLTN tersebut.

Kajian penilaian ekonomi pembangkit listrik dan desalinasi telah dilakukan dalam rangka Riset Unggulan Terpadu (RUT) yang disponsori oleh Kementerian Riset dan Teknologi serta Lembaga Ilmu Pengetahuan Indonesia tahun 2001 – 2002.^[2] Riset tersebut telah mengkaji kebutuhan dan penyediaan listrik serta air bersih, baik saat ini maupun perkiraan pada masa mendatang. Berbagai varian teknologi untuk menghasilkan listrik dan air ini telah ditinjau untuk solusi jangka pendek, menengah maupun jangka panjang. Beberapa calon lokasi pembangkit diidentifikasi terletak baik di pantai Utara maupun pantai Selatan Madura (identifikasi awal). Aspek sosial budaya, aspek lingkungan dan aspek keandalan dan keselamatan pembangkit juga dikaji dalam riset ini.

Varian teknologi pembangkit listrik dan desalinasi yang dikaji antara lain : pembangkit listrik tenaga uap-batubara, pembangkit listrik tenaga gas, pembangkit listrik

tenaga gas dan uap (PLTGU), dan Pembangkit Listrik Tenaga Nuklir (PLTN). Studi tersebut menyebutkan bahwa kebutuhan tambahan daya listrik di Madura pada tahun 2007 minimum sekitar 100 MW sesuai dengan antisipasi PLN bagi pertumbuhan beban 4% tiap tahun untuk seluruh Madura. Perkiraan untuk tahun 2015 adalah diperlukannya tambahan lagi sebesar 200 MW. Jika ada pembangkit baru menjelang tahun 2007 maka lebih cocok untuk memilih daya 200 MW atau lebih. Hal ini dikarenakan dalam waktu dekat sesudah tahun itu akan ada lonjakan kebutuhan dalam skenario industrialisasi akibat jembatan Suramadu. Kalaupun ada kelebihan listrik, maka untuk beberapa tahun kelebihan itu dapat dijual ke pengelola jaringan Jawa-Bali.

Sedangkan untuk hitungan ekonomi menunjukkan bahwa untuk solusi tahun 2007 (jangka pendek) dapat berupa varian pembangkit listrik PLTG dengan bahan bakar gas atau minyak, PLTGU dengan bahan bakar gas atau minyak, PLTU dengan bahan bakar batubara. Sementara itu PLTN hanya dapat masuk untuk kompetisi bagi solusi jangka panjang (solusi tahun 2015). Varian teknologi pembangkit ini hanya bisa masuk kompetisi untuk jangka panjang, karena memang memerlukan perencanaan dan persiapan prasarana, persiapan perencanaan dan perizinan yang cukup lama termasuk pembangunannya sendiri yang minimum memerlukan waktu 5 tahun.

Meskipun begitu, untuk melakukan persiapan-persiapan ke arah dibangunnya PLTN perlu dilakukan studi yang dalam hal ini adalah dampak ekonomi dengan beroperasinya PLTN-desalinasi bagi Masyarakat Madura.

Studi ini dilakukan untuk mengetahui seberapa besar dampak ekonomi dengan adanya PLTN, terutama pada tahap operasi. Ukuran dampak ini akan bisa dilihat dari sektor per sektor ekonomi maupun secara agregat.

II. LANDASAN TEORI

Konsep keterpaduan program pembangunan ekonomi menjadi semakin penting dalam pembangunan jangka panjang ke depan. Secara ideal output dari suatu program pembangunan bisa menjadi input bagi program pembangunan yang lain. Program yang bersifat ego-sektoral semakin tidak populer karena diduga dapat merugikan kepentingan sektor lain. Pendekatan *win and win* harus lebih banyak diterapkan untuk mencari solusi dari pada pendekatan *win and lose*.^[4]

Dalam perekonomian yang lebih luas, hubungan antar kegiatan ekonomi juga menunjukkan keterkaitan yang semakin kuat dan dinamis. Bahkan jenis-jenis kegiatan kegiatan baru bermunculan untuk mengisi kekosongan mata rantai kegiatan pembangunan yang semakin panjang dan kait-mengait. Kemajuan di suatu sektor tidak mungkin dapat dicapai tanpa dukungan sektor-sektor lainnya. Berbagai hubungan antar kegiatan ekonomi (*inter-industry relationship*) selanjutnya dapat direkam dalam suatu instrument statistik yang dikenal dengan tabel *input-output* (tabel I-O).

Untuk mengukur seberapa besar dampak dari pembangunan suatu sektor terhadap sektor lainnya, perlu dilakukan analisis terhadap data dari table I-O. Kelengkapan analisis dampak dari table I-O tersebut memberikan kemudahan untuk membaca seberapa besar sektor ekonomi yang satu mempengaruhi sektor ekonomi yang lainnya dalam suatu pembangunan ekonomi yang terintegrasi.

Dalam suatu model input-output yang bersifat terbuka dan statis, transaksi-transaksi yang digunakan dalam penyusunan tabel Input-Output harus memenuhi tiga prinsip dasar, yaitu :

- a. Keseragaman (*homogeneity*), yaitu asumsi bahwa setiap sektor hanya memproduksi satu jenis output (barang dan jasa) dengan struktur input tunggal (seragam) dan tidak ada substitusi otomatis antar output dari sektor yang berbeda.
- b. Kesebandingan (*proportionally*), yaitu asumsi bahwa kenaikan penggunaan input oleh suatu sektor akan sebanding dengan kenaikan output yang dihasilkan.
- c. Penjumlahan (*additivity*), yaitu asumsi bahwa jumlah pengaruh kegiatan produksi di berbagai sektor merupakan penjumlahan dari pengaruh pada masing-masing sektor tersebut.

Untuk memperoleh gambaran tentang bagaimana suatu tabel I-O disusun, maka Tabel 1. berikut memberikan contoh untuk sistem perekonomian yang terdiri dari tiga sektor produksi, yaitu sektor 1, 2 dan 3.

Tabel 1. Tabel I-O untuk Perekonomian dengan Tiga Sektor Produksi

Alokasi Output Struktur Input		Permintaan Antara			Permintaan Akhir	Jumlah Output	
		Sektor Produksi					
		1	2	3			
Input Antara	Sektor Produksi	1	x_{11}	x_{12}	x_{13}	F_1	X_1
		2	x_{21}	x_{22}	x_{23}	F_2	X_2
		3	x_{31}	x_{32}	x_{33}	F_3	X_3
Input Primer		V_1	V_2	V_3			
Jumlah Input		X_1	X_2	X_3			

Isian sepanjang baris pada Tabel 1. memperlihatkan bagaimana output dari suatu sektor dialokasikan, yaitu sebagian untuk memenuhi permintaan antara dan sebagian lainnya untuk memenuhi permintaan akhir. Sedangkan isian sepanjang kolomnya menunjukkan pemakaian input antara dan input primer oleh suatu sektor.

Dari gambaran tersebut tampak bahwa penyusunan angka-angka dalam bentuk matrik memperlihatkan suatu jalinan yang saling mengait dari berbagai kegiatan antar sektor. Sebagai ilustrasi dapat diamati proses pengalokasian output pada Tabel 1. Output sektor 1 pada tabel tersebut adalah sebesar X_1 dan didistribusikan sepanjang baris sebesar x_{11} , x_{12} dan x_{13} masing-masing untuk memenuhi permintaan antara sektor 1, 2

dan 3, sedangkan sisanya sebesar F_1 digunakan untuk memenuhi permintaan akhir. Begitu juga dengan output sektor 2 dan 3 masing-masing sebesar X_2 dan X_3 , dapat dilihat dengan cara yang sama dalam proses pengalokasian output sektor 1. Alokasi output pada masing-masing sektor tersebut dalam bentuk persamaan aljabar dapat dituliskan sebagai berikut :

$$\sum_{j=1}^3 x_{ij} + F_i = X_i \quad \text{untuk semua } i = 1,2,3 \quad (1)$$

dimana :

x_{ij} = output sektor i yang digunakan sebagai input sektor j .

F_i = permintaan akhir terhadap sektor i

X_i = jumlah output sektor i

Apabila angka-angka dibaca menurut kolom, khususnya pada transaksi antara, maka angka pada kolom (sektor) tertentu menunjukkan berbagai input yang diperlukan dalam proses produksi pada sektor tersebut. Apabila Tabel 1. digunakan sebagai ilustrasi, maka persamaan aljabar untuk input yang digunakan oleh masing-masing sektor dapat dituliskan sebagai berikut :

$$\sum_{j=1}^3 x_{ij} + V_j = X_j \quad \text{untuk semua } j = 1,2,3 \quad (2)$$

dimana V_j = nilai tambah atau input primer sektor j .

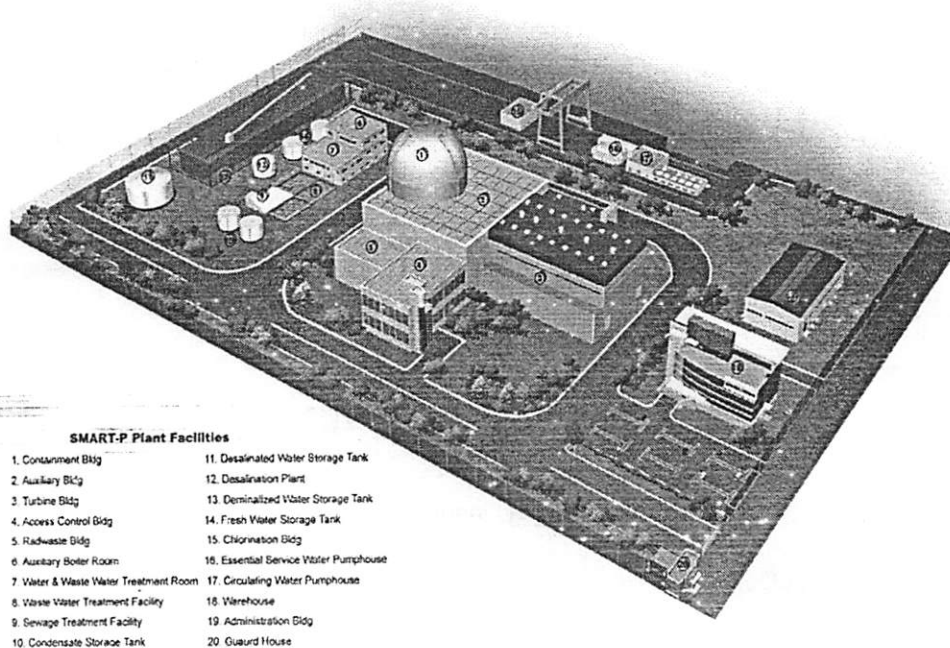
III. METODOLOGI

Penelitian ini bersifat studi literatur dan penelusuran data sekunder. Studi dampak eksistensi PLTN-desalinasi terhadap potensi ekonomi daerah pada tahap operasi ini dilakukan dengan tahapan sebagai berikut :

1. Dilakukan penyusunan data Input-Output untuk Madura.
2. Dilakukan proyeksi terhadap PDRB (produk domestik regional bruto) Madura
3. Dilakukan proyeksi Input-Output (IO dinamis) dengan menerapkan metode RAS. Perhitungan RAS ini dibuat dengan program MATLAB 6.1.
4. Dihitung output dari PLTN-Desalinasi selama tahap operasi yang akan menjadi *shock* (injeksi) pada perhitungan dampak ekonominya.
5. Dihitung besarnya dampak dengan beroperasinya PLTN-desalinasi terhadap ekonomi Madura.

IV. DISKRIPSI PLTN-DESALINASI

Salah satu teknologi PLTN yang sedang dikembangkan saat ini adalah SMART (*Small and Modular Advanced Reactor*) yang memang didesain khusus dengan fasilitas desalinasinya. Kajian terhadap teknologi yang sedang dikembangkan oleh KAERI (*Korea Atomic Energy Research Institute*) ini telah menjadi bahan kajian pada kerja sama studi antara Indonesia dalam hal ini BATAN dan Korea Selatan dalam hal ini KAERI, di bawah payung bantuan IAEA (*International Atomic Energy Agency*). Untuk itu dalam studi ini hanya akan dideskripsikan teknologi SMART dengan fasilitas desalinasinya ini.



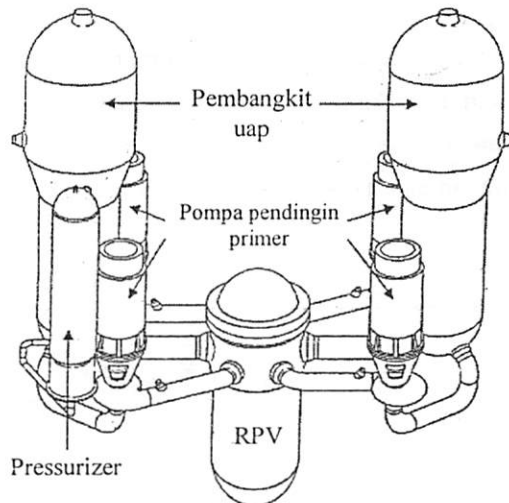
Gambar 1. Tata Letak dari Reaktor SMART^[3]

Reaktor nuklir jenis SMART adalah reaktor bertipe reaktor air bertekanan (PWR, *Pressurized Water Reactor*), namun terintegrasi. Terintegrasi di sini dalam pengertian bahwa instalasi pembangkit uap terintegrasi di dalam bejana reaktor. Jadi tidak tampak bejana pembangkit uap di luar bejana tekan. Konsekuensi dari desain yang terintegrasi ini adalah sistem pembangkit uap nuklir (SPUN)-nya menjadi lebih kompak. Perbedaan desain ini dapat dilihat pada gambar berikut.^[3]

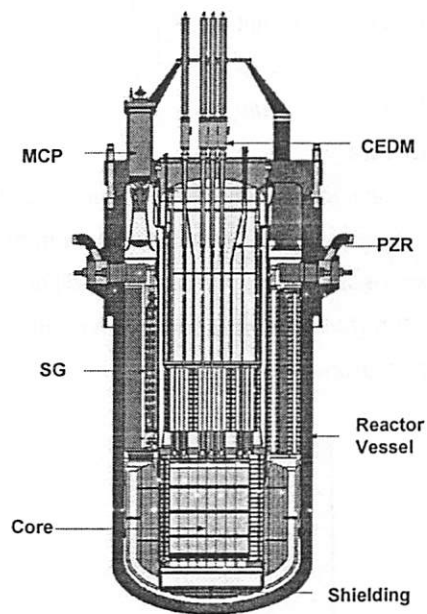
Perangkat reaktor SMART terdiri dari komponen utama antara lain bahan bakar dan teras reaktor, 12 pembangkit uap (SG, *steam generator*), sebuah sistem pemberi tekanan (*pressurizer*), 4 pompa pendingin primer (MCP, *main coolant pump*), dan 49 elemen kontrol (CEDM, *control element drive mechanism*) yang semuanya terletak dalam sebuah bejana tekan reaktor (RPV, *reactor pressure vessel*).

Pendingin reaktor dipompa dengan MCP yang terpasang secara vertikal pada sisi atas bejana tekan mengalir ke atas melalui teras reaktor dan masuk ke dalam "shell" pembangkit uap dari sisi atas. Sementara itu pendingin sekunder masuk melalui pipa helikal sebagai air umpan (*feedwater*) pada sisi bawah SG dan mengalir ke atas untuk mengambil panas hingga memberikan keluaran yang berupa uap panas lanjut (*superheated steam*).

Rongga volume besar yang terletak di atas level air teras reaktor adalah pemberi tekanan (*pressurizer*). Tekanan sistem primer secara otomatis dikontrol dengan tekanan uap dan gas yang mempunyai variasi koresponden terhadap perubahan suhu keluaran reaktor. Dengan cara ini diharapkan reaktor selalu beroperasi pada tekanan operasi yang bersesuaian dengan kondisi sistem yang ada.



Gambar 2. Reaktor PWR Konvensional^[3]



Gambar 3. PWR SMART^[3]

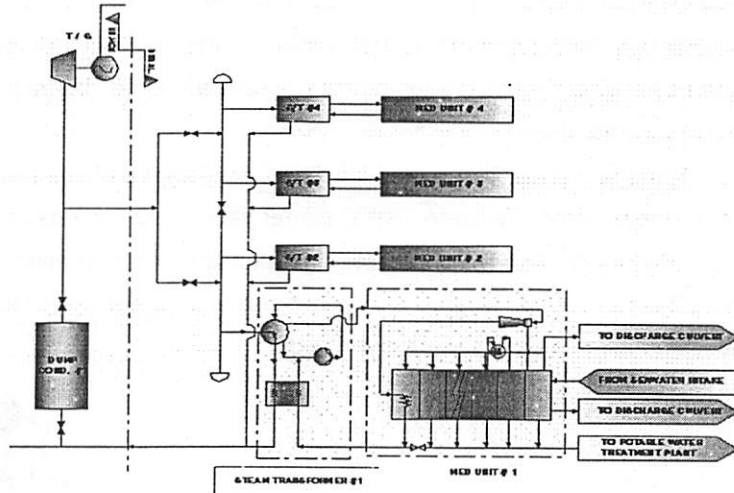
Dua belas perangkat pembangkit uap (*SG Cassettes*) terletak di sekeliling dalam bejana tekan reaktor dan berjarak sama antara satu dengan lainnya serta pada ketinggian yang cukup di atas teras reaktor untuk memberikan daya dorong sirkulasi alam dari pendingin. Keistimewaan desain dan hambatan aliran rendah dapat memberikan kemampuan sistem hingga 25% daya penuh hanya dengan sirkulasi alam dari pendingin.

Perisai (*shielding*) internal yang terletak di sekeliling dan dasar teras reaktor cukup mengurangi paparan neutron pada bejana tekan dan sekaligus dapat memberikan jaminan umur desain dari RPV.

V. SISTEM DESALINASI

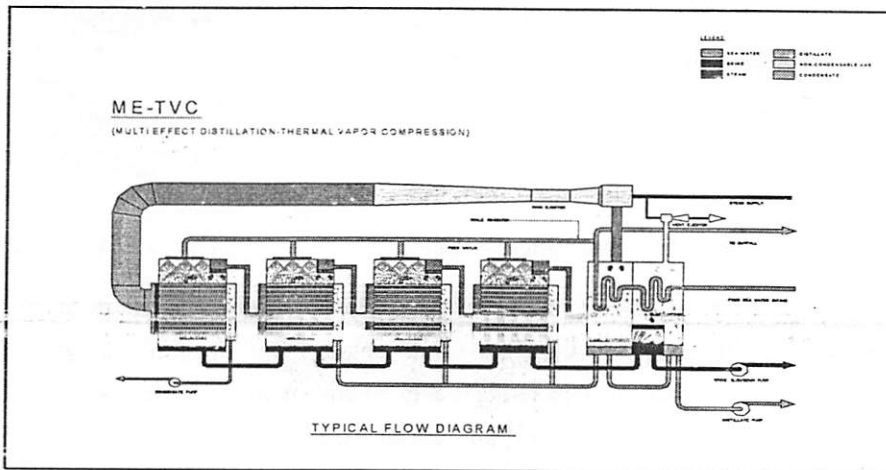
Gambar 4. Skema aliran uap dari turbin untuk instalasi desalinasi^[3]

Sistem desalinasi yang terpasang pada reaktor SMART terdiri dari 4 unit yang berjenis MED, *Multi*



Effects

Distillation. Masing-masing unit distilasi mampu menghasilkan 10.000 m³/hari selama 24 jam operasi, pada suhu maksimum brine yang dihasilkan 65°C dan suhu pasokan air laut sebesar 33°C. Instalasi MED dikopelkan pada SMART yang menyertakan saput yang jatuh (*falling film*), penguapan multi efek dengan pipa-pipa horisontal dan sebuah *ejector* pancaran uap.



Gambar 5. Skema aliran proses pemanasan pada MED-TVC^[3]

Uap untuk instalasi desalinasi akan diperoleh dari ekstraksi turbin. Uap ini akan kembali lagi ke PLTN setelah memberikan panasnya (dengan cara kondensasi) di bagian instalasi desalinasi. Desain khusus diperlukan untuk hubungan (*coupling*) antara PLTN dengan instalasi desalinasi ini, karena tuntutan keselamatan agar menghindari

merambatnya zat radioaktif ke dalam pabrik desalinasi, kalau saja, pada PLTN terjadi kontaminasi pada daur uapnya.

Desain instalasi desalinasi pabrik listrik dan air untuk Madura telah dipertimbangkan untuk penggunaan teknologi MED (Multi Effect Distillation), MSF (Multi-Stage Flash distillation) dan RO (Reverse Osmosis). Namun dalam studi ini, hanya akan dianalisis untuk instalasi jenis MED-TVC, yaitu Multi Effect Distillation yang menggunakan desain Thermal Vapor Compression sebagai penggerak aliran proses.

Gambar 4. menunjukkan skema aliran uap dari turbin PLTN ke *coupling* PLTN-desalinasi, yang di sini disebut *steam transformer*. Dari kopling ini kondensat uap air dari PLTN kembali lagi ke PLTN. Keterpisahan (*diversity*) ditunjukkan dan prinsip bahwa kebocoran hanya dapat terjadi dari tekanan lebih tinggi (aliran dari PLTN) ke tekanan yang lebih rendah (aliran di instalasi desalinasi).

Gambar 5. menunjukkan uap dari kopling (dalam gambar ditulis steam supply) mengaktifkan main ejector untuk menggerakkan aliran proses pemanasan/ penguapan di ruang efek I, ruang efek II, sampai kondensor terakhir. Begitu pula steam supply ini menggerakkan *vent ejector* yang menyedot *condensable gas* dari dalam ruang-ruang proses. Air laut masuk ke kondensor yang pertama, dan dibuang ke laut kembali oleh pompa *brine (blowdown pump)*. Sedang produk air bersih dipompa ke penampungan dan pemrosesan selanjutnya oleh *distillate pump*.

Spesifikasi teknis dari instalasi desalinasi yang dikopel dengan SMART adalah sebagaimana dalam tabel 2 berikut :

Tabel 2. Spesifikasi Teknis Instalasi Desalinasi

Parameters	data
Kapasitas produksi air	4x10,000 m ³ /day
Jumlah efek dalam instalasi desalinasi	9
GOR (gain of ratio)	16 (PR=15)
Motive steam to load ratio	1
Konsumsi uap per unit	26,258 kg/hr
Desain suhu air laut	33°C
Salinitas air laut maksimum	45,000 ppm
Suhu maksimum brine (buangan sisa air laut)	65°C
Suhu uap efek yang pertama vapor/tekanan	69.3 °C/0.25 bar a
Suhu dan tekanan uap ke thermo-compressor	8.0 bar a /170.6 °C
Suhu dan tekanan uap isap ke thermo-compressor	0.11 bar a /47.6 °C
Aliran air laut total per unit	3,234 m ³ /hr
Laju alir brine	1,010 m ³ /hr

IV. ANALISIS DAN PEMBAHASAN

Informasi dan data teknis yang terkait dengan output yang akan dihasilkan dengan beroperasinya PLTN-Desalinasi di Madura adalah :

1. Unit kapasitas PLTN-SMART : 2 x 100 MWe
2. Unit desalinasi MED : 4 x 10.000 m³/hari
3. Faktor Kapasitas PLTN : 80%
4. Faktor Kapasitas desalinasi : 90%
5. *House load* (beban daya internal) : 6,5%
6. Pemakaian air internal : 2,5%

Output yang diperoleh dengan beroperasinya jenis PLTN tersebut adalah listrik dan air. Output inilah yang akan berpengaruh terhadap struktur ekonomi yang ada. Metode yang digunakan dalam studi ini adalah dengan menerapkan model Input-Output. Dampak ekonomi yang diukur adalah struktur ekonomi Madura, dimana lokasi PLTN diasumsikan akan dibangun disana.

Dengan data dan informasi teknis tersebut di atas, PLTN-desalinasi ini tiap tahun akan menghasilkan :

Tabel 3. Output yang dihasilkan oleh PLTN-desalinasi dan besaran nilainya.

No.	Item Produksi	Satuan	Produksi per Tahun	Harga/satuan (Rp)	Nilai (milyar Rp)
1.	Listrik	kWh	1.392.402.000	527,8	734,91
2.	Air	m ³	12.811.500	13.520,0	173,21
Total Pendapatan yang akan mempengaruhi ekonomi :					908,12

Harga ini dengan kurs pada tahun 2018 : 1 \$US = Rp. 13.000,-

Oleh karena data Input-Output (IO) Madura tidak tersedia dan menyusunnya memerlukan waktu dan biaya yang besar, maka studi ini mengacu pada data IO hasil studi yang dilakukan oleh Universitas Airlangga (UNAIR), di mana studi UNAIR ini bertujuan mengukur dampak eksistensi PLTN pada tahap pembangunan saja. Sekitar pertengahan bulan September 2004, studi tersebut telah selesai melakukan penyusunan struktur IO Madura yang diturunkan dari struktur IO Jawa Timur, bekerja sama dengan BPS (Badan Pusat Statistik).

IO yang tersusun terdiri dari 10x10 sektor. Agregasi dari 56x56 sektor menjadi 10x10 sektor ini dilakukan dengan alasan bahwa akan dilakukannya pengaturan untuk IO dinamis pada tahun 2018. Keperluan proyeksi jangka panjang yang memberikan ketidakpastian cukup tinggi juga melandasi dilakukannya agregasi ini.

Data IO yang diperoleh adalah data tahun 2018 dengan telah mempertimbangkan pengaruh proyek jembatan Suramadu yang diperkirakan akan

selesai pada tahun 2007. Proyeksi ini dilakukan dengan menggunakan metode RAS, yang melibatkan proyeksi Permintaan Akhir, Proyeksi PDRB (dihitung dari Nilai Tambah Bruto), serta koefisien investasi per tahun yang diduga sebagai penggerak struktur ekonomi. Dengan demikian perpaduan metode RAS dan koefisien investasi akan mencerminkan proyeksi dinamis dari model IO, yang biasa disebut sebagai model IO dinamis.

Sementara itu untuk memperoleh dampak ekonomi per tahun akibat adanya output dengan beroperasinya PLTN-Desalinasi, maka besaran nilai hasil penjualan listrik pada tabel di atas diinjeksikan pada struktur IO pada tahun tertentu. Namun begitu sebelum melakukan shock (injeksi) terlebih dahulu dihitung matrik koefisien IO tahun tertentu. Matrik koefisien ini biasa disebut sebagai Matrik Teknologi, disebut demikian oleh karena mencerminkan bahwa struktur ekonomi saat tertentu didukung oleh tingkat teknologi (industri) yang tertentu pula. Perubahan matrik teknologi ini didorong oleh perubahan teknologi yang digunakan dalam menggerakkan ekonomi. Oleh karena perubahannya relatif cukup lama, maka data IO nasional dibuat dalam jangka lima tahunan.

Sektor ekonomi agregat dalam 10 sektor adalah tercantum pada tabel 4 berikut :

Tabel 4. Komponen sektor ekonomi Input Output yang dianalisis^[1]

SEKTOR	Kode
Pertanian-Hutan (Pangan,Kebun,Hutan,Perikanan,Peternakan)	1
Pertambangan-Penggalian (Minyak-Gas Bumi-Garam)	2
Industri Padat Karya (Mkn-Tembakau,Tekstil,Bambu-Kayu,&Kertas)	3
Industri.Padat Modal (Kimia,Mineral,Kilang,Mesin,Elektronik,Lainnya)	4
Listrik	5
Air Bersih	6
Bangunan-Konstruksi	7
Perdagangan-Hotel-Restoran	8
Transportasi-Komunikasi	9
Jasa-jasa (Bank-Keuangan,Sewa,Jasa Perusahaan,Pemerintah,Sosial)	10

Tabel 5. Matrik teknologi tahun 2018

sektor	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
1	0.02399	0.00643	0.01107	0.01256	0.00717	0.00664	0.00745	0.01898	0.01078	0.01484
2	0.07871	0.02110	0.03634	0.04122	0.02351	0.02179	0.02445	0.06227	0.03538	0.04869
3	0.13549	0.03634	0.06255	0.07095	0.04048	0.03751	0.04209	0.10719	0.06090	0.08381
4	0.15875	0.04256	0.07329	0.08314	0.04743	0.04395	0.04931	0.12560	0.07136	0.09820
5	0.08999	0.02413	0.04155	0.04713	0.02688	0.02491	0.02795	0.07120	0.04045	0.05567
6	0.08887	0.02383	0.04103	0.04854	0.02655	0.02460	0.02781	0.07031	0.03995	0.05498
7	0.03844	0.01030	0.01774	0.02013	0.01148	0.01064	0.01194	0.03041	0.01728	0.02378
8	0.03320	0.00880	0.01533	0.01739	0.00992	0.00919	0.01031	0.02627	0.01492	0.02054
9	0.11574	0.03103	0.05344	0.06061	0.03458	0.03204	0.03595	0.09158	0.05203	0.07160
10	0.02783	0.00746	0.01285	0.01457	0.00831	0.00770	0.00864	0.02202	0.01251	0.01721

Matrik injeksi (*shock*), proyeksi PDRB tahun 2018 dan hasil hitungan disajikan pada tabel-tabel berikut :

Tabel 6. Matrik besaran output PLTN-desalinasi selama satu tahun sebagai *shock*

sektor	Nilai injeksi output (Juta rupiah)	PDRB harga berlaku tahun 2000 (Juta rupiah)	Proyeksi PDRB tahun 2018 (Juta rupiah)
1	-	3.994.728,94	44.634.593,25
2	-	600.635,62	1.417.359,89
3	-	154.079,37	2.447.503,22
4	-	22.529,62	2.035.857,68
5	734.909,78	41.317,23	1.245.396,75
6	173.211,48	7.561,35	354.179,11
7	-	217.860,05	9.342.643,87
8	-	1.740.333,93	33.237.932,29
9	-	272.206,53	4.742.006,88
10	-	1.566.153,68	25.714.931,38

Tabel 7. Besaran dampak ekonomi terhadap PDRB

Sektor	Dampak Langsung (Juta Rp.)	Koefisien PDRB	PDRB 2018 (Juta Rp.)
Pertanian-Kehutanan	9.869,92	0.92726	9.151,98
Pertambangan-Penggalian	32.375,12	0.10982	3.555,44
Industri Padat Karya	55.737,33	0.11013	6.138,35
Industri Padat Modal	65.307,76	0.08075	5.274,25
Listrik	771.925,14	0.08660	66.848,72
Air Bersih	209.69,56	0.02658	5.575,67
Bangunan- Konstruksi	15.808,96	0.62481	9.877,59
Perdagangan-Hotel-Restoran	13.658,51	0.87275	11.920,47
Transportasi-Komunikasi	47.613,95	0.21917	10.435,55
Jasa-jasa	11.443,83	0.86359	9.882,78
Total :	1.233.510,09		138.660,80

Dengan penambahan keluaran (output) baru sebesar Rp. 908,12 milyar pada tahun 2018 pada model IO dinamis, maka akan menghasilkan tambahan keluaran (output) dan PDRB masing-masing sebesar 1.233,5 milyar rupiah dan 138,66 milyar rupiah. Sedangkan secara sektoral, sektor yang paling berpengaruh dari segi keluaran adalah sektor 5 (sektor listrik) dan kemudian sektor 6 (sektor air bersih). Adapun pengaruhnya terhadap PDRB secara sektoral yang terbesar adalah tambahan dari sektor listrik (sektor 5), kemudian sektor 8 (sektor perdagangan-perhotelan-restoran), dan ketiga

terbesar adalah sektor 9 (sektor transportasi-komunikasi). Dampak tambahan Output dan PDRB ini dapat dilihat pada tabel di atas. Angka-angka ini bisa dibandingkan dengan hasil proyeksi PDRB pada tahun 2018 yang sebesar 125.172,40 milyar rupiah. Apabila dilihat dari besarnya PDRB pada tahun 2018 maka dampak langsung terhadap PDRB memang relatif kecil yakni sebesar 0.11%. Namun akan memberikan penilaian yang lebih *fair* bila angka pembandingnya adalah sektor per sektor. Hal ini bisa dimengerti oleh karena beroperasinya PLTN-Desalinasi hanyalah satu dari sekian banyak sektor kegiatan ekonomi. Dampak sektor per sektor dapat dilihat pada tabel 8 berikut :

Tabel 8. Persentasi Dampak terhadap sektor ekonomi

Sektor	Besar Dampak (juta rupiah)	Proyeksi PDRB 2018 (juta rupiah)	Dampak terhadap PDRB (%)
1	9.151,98	44.634.593,25	0,02
2	3.555,44	1.417.359,89	0,25
3	6.138,35	2.447.503,22	0,25
4	5.274,25	2.035.857,68	0,26
5	66.848,72	1.245.396,75	5,37
6	5.575,67	354.179,11	1,57
7	9.877,59	9.342.643,87	0,11
8	11.920,47	33.237.932,29	0,04
9	10.435,55	4.742.006,88	0,22
10	9.882,78	25.714.931,38	0,04

Dari tabel di atas terlihat bahwa sektor listrik memberikan porsi dampak terhadap PDRB yang cukup besar yakni sebesar 5,37%, diikuti sektor air bersih sebesar 1,57% dan sektor-sektor lainnya.

VI. KESIMPULAN DAN SARAN

Dari uraian di atas dapat disimpulkan bahwa :

1. Pada tahap kegiatan operasi PLTN-desalinasi dengan jenis SMART dan instalasi desalinasi MED akan menghasilkan output sebesar Rp. 908,12 milyar tiap tahun.
2. Listrik dan air bersih yang dihasilkan akan memberikan dampak output langsung sebesar Rp. 1,234 triliun dan sejumlah ini akan memberikan dampak langsung PDRB di Madura sebesar Rp. 138,7 milyar.
3. Dampak output terhadap sektor listrik dan sektor air bersih cukup signifikan, yakni sebesar 5,37% dan 1,57% jika dibandingkan dengan PDRB pada tahun 2018.

Perlu dilakukan studi dampak ekonomi lebih lanjut terhadap sektor industri tertentu yang mendukung PLTN selama jangka operasi yang relatif panjang. Dengan demikian akan bisa digambarkan potensi industri yang berkembang seiring dengan beroperasinya PLTN, dalam hal ini PLTN-desalinasi.

DAFTAR PUSTAKA

1. LPKM-UAIR, Studi Dampak Pembangunan PLTN-Desalinasi di Madura terhadap Sektor Ekonomi Daerah, Desember 2004.
2. MURSID DJOKOLELONO, Penilaian Ekonomi Pabrik Listrik dan Air Bersih bagi Madura, Riset Unggulan Terpadu, BATAN-LIPI-RISTEK, 2002
3. KAERI, SMART for Electricity Generation and Desalination, Daejeon.
4. BPS, Kerangka Teori dan Analisis Tabel Input-Output, Jakarta 2000.
5. MILLER, E. RONALD dan PETER D. BLAIR, Input-Output Analysis : Foundation and Extensions, Prentice Hall, New Jersey, 1985.
6. NASARA, SUAHASIL, Analisis Input-Output, Lembaga Penerbit FE-UI, Jakarta, 1997.