

## STUDI PRA-KELAYAKAN EKONOMI SISTEM DESALINASI NUKLIR MADURA

Moch. Djoko Birmano, Suparman\*

### ABSTRAK

**STUDI PRA-KELAYAKAN EKONOMI SISTEM DESALINASI NUKLIR MADURA.** Studi kelayakan perlu dilakukan dalam rencana pembangunan PLTN jenis SMART (*System integrated Modular Advanced Reactor*), yang dikopel dengan teknologi desalinasi jenis MED (*Multi Effect Distillation*) untuk memproduksi air bersih di Pulau Madura. Salah satu bagian penting dari studi kelayakan adalah analisis kelayakan ekonomi dan finansial. Kriteria kelayakan proyek desalinasi nuklir ini dianalisis menggunakan parameter-parameter yang umum digunakan dalam menilai suatu proyek, yaitu Tingkat Pengembalian Modal (*FIRR*), Nilai Bersih Sekarang (*FNPV*), dan Waktu/Lama Pengembalian Modal (*Payback Period*). Dari hasil perhitungan menunjukkan bahwa dengan harga jual listrik sebesar 54,17 mills/kWh, untuk keseluruhan proyek yang didanai oleh pendanaan luar negeri, dalam negeri dan modal sendiri, diperoleh nilai *FIRR* sebesar 12,73%, nilai *FNPV* sebesar US\$ 75,29 juta dan *Payback Period* selama 8 tahun. Dengan melihat indikasi keberhasilan proyek maka proyek desalinasi nuklir dapat dikatakan layak dan dari segi investasi menguntungkan karena tingkat pengembalian modalnya cukup tinggi, keuntungan pada akhir umur ekonomi cukup besar dan waktu pengembalian modalnya cepat.

### ABSTRACT

**THE ECONOMIC PRE-FEASIBILITY STUDY OF MADURA NUCLEAR DESALINATION SYSTEM.** The feasibility study is needed in the planning of construction of NPP's SMART type coupled with desalination technology of MED type to produce clean water in Madura Island. One important part of the feasibility study is the economical and financial analysis. The feasibility criteria of nuclear desalination project is analyzed by using the general parameters that is commonly used in evaluating a project, which is Financial Net Present Value (*FNPV*), Financial Internal Rate of Return (*FIRR*) and *Payback Period*. The Calculation result shows that with the electricity selling price of 54.17 mills/KWh, for entirety project funded by the foreign loan, local loan and equity, it could be obtained *FIRR* 12.73%, *FNPV* US\$ 75.29 million and *Payback Period* is 8 years. By seeing from the project feasibility criteria, this nuclear desalination project can be feasible and the investation aspect shows that this project is beneficial because the capital return rate is rather high, the benefit in the end of the economic life-time is rather big and the capital payback period is fast.

---

\* Bidang Partisipasi Industri Nasional P2EN – BATAN

## I. PENDAHULUAN

Salah satu tahap dalam evaluasi suatu proyek adalah studi kelayakan. Pada tahap ini, nantinya diharapkan suatu proyek yang dievaluasi itu dapat dikatakan layak (*feasible*) atau tidak layak untuk diteruskan. Banyak aspek yang harus dikaji dan dianalisis dalam studi kelayakan tersebut, seperti analisis finansial, analisis ekonomi, analisis sosial, analisis mengenai dampak lingkungan (AMDAL) dan lain-lain. Masing-masing analisis mempunyai keunggulan dan kelemahan. Untuk itu perlu dilakukan analisis secara menyeluruh agar pembuat keputusan dapat mempertimbangkan keputusan yang diambil. Misalnya, dari aspek ekonomi proyek itu layak, akan tetapi dari aspek sosial atau AMDAL kurang layak<sup>[1]</sup>. Dalam studi ini, hanya melakukan analisis kelayakan ekonomi dan finansial.

Ketersediaan pendanaan dengan persyaratan yang mudah dan tingkat pengembalian yang realistis merupakan faktor kunci kelayakan pada setiap proyek, termasuk proyek pembangunan desalinasi nuklir. Lembaga atau institusi keuangan atau investor tidak akan memberikan pinjaman atau menanamkan modalnya apabila kelayakan dari suatu proyek tidak memenuhi kriteria. Analisis finansial merupakan salah satu analisis yang penting dalam studi kelayakan. Dari analisis ini diharapkan dapat diketahui indikator-indikator keberhasilan dari suatu proyek. Akan tetapi perlu diingat bahwa analisis ini bukan satu-satunya ukuran kelayakan suatu proyek, masih banyak aspek lain yang perlu dipertimbangkan. Oleh sebab itu, untuk memperoleh sistem desalinasi yang optimal perlu dilakukan studi komparasi yang menyeluruh, baik dari segi teknis maupun ekonomi. Ukuran optimal ditinjau dari aspek teknis antara lain keandalan (*reliability*) dan ketersediaan (*availability*) yang tinggi sedangkan dari segi ekonomi tentunya ongkos pembangunan/investasi yang rendah dan harga listrik dan air yang murah. Akan tetapi, ongkos pembangunan/investasi yang rendah dan harga listrik dan air yang murah ini belum dikatakan layak secara ekonomi jika belum dilakukan analisis kelayakan ekonomi (*Economical Feasibility Analysis*) dengan memperhitungkan kriteria kelayakan yang umum dipakai sebagai parameter, misalnya *Financial Net Present Value (FNPV)*, *Financial Internal Rate of Return (FIRR)* dan *Payback Period*.

Dalam studi ini akan dilakukan analisis kelayakan ekonomi dan finansial dengan menggunakan kriteria kelayakan tersebut untuk studi proyek pembangunan pembangkit listrik yang dipasangkan dengan pabrik desalinasi air laut di Pulau Madura. Dalam studi ini, pembangkit listrik diwakili oleh PLTN jenis SMART (*System integrated Modular Advanced Reactor*), sementara teknologi desalinasinya menggunakan jenis MED (*Multi Effect Distillation*).

## II. KRITERIA YANG DIGUNAKAN

Dalam melakukan analisis finansial diperlukan teknik atau kriteria yang dipakai sebagai ukuran kelayakan suatu proyek. Kriteria ini memberikan gambaran dari indikator keberhasilan atau kegagalan suatu proyek. Pada umumnya kriteria kelayakan yang sering dipakai sebagai indikator keberhasilan atau kegagalan dari suatu proyek, yaitu:

- Nilai bersih sekarang (*Financial Net Present Value*, FNPV);
- Tingkat pengembalian (*Financial Internal Rate of Return*, FIRR), dan
- Waktu pengembalian modal (*Payback Period*, P);

### II.1. Nilai Bersih Sekarang (*Financial Net Present Value*, FNPV)

FNPV adalah nilai sekarang arus pendapatan yang dihasilkan oleh penanam modal. Besaran ini merupakan perkalian antara aliran kas (*cash flow*) dengan faktor diskonto (*discount factor*). Aliran kas dihitung dengan mengurangi total nilai pendapatan dengan total biaya kotor, yang secara matematis dapat dituliskan sebagai berikut:

$$FNPV = \sum_{t=1}^n (P_n - C_n)(1 + i)^{-n} \quad (1)$$

dengan:  $P_n$  adalah total pendapatan kotor tahun ke- $n$ .  
 $C_n$  adalah total biaya kotor tahun ke- $n$   
 $i$  adalah tingkat suku bunga (*interest rate*)

Nilai FNPV ini berbeda pada penggunaan angka faktor diskonto yang berbeda. Ada kecenderungan bahwa makin kecil angka faktor diskonto, akan makin besar FNPV yang diperoleh.

Kriteria kelayakan FNPV ini memberikan indikasi sebagai berikut:

FNPV = positif Proyek layak/dapat diterima, semakin tinggi FNPV semakin baik  
FNPV = negatif Proyek tidak layak/tidak dapat diterima  
FNPV = 0 berarti netral/impas

### II.2. Tingkat Pengembalian (*Financial Internal Rate of Return*, FIRR)

Tingkat pengembalian atau FIRR dari suatu investasi dapat didefinisikan sebagai tingkat suku bunga  $i$  yang akan menyebabkan nilai ekivalen biaya/investasi sama dengan nilai ekivalen penerimaan (keuntungan).

Cara perhitungan FIRR ini berbeda dengan cara perhitungan B/C rasio. Pada perhitungan B/C, maka nilai diskonto yang dipakai adalah tertentu, tetapi pada

perhitungan FIRR yang dicari adalah besaran nilai diskonto tersebut. Dengan demikian nilai FIRR yang optimum dapat diperoleh apabila:

$$B - C = 0 \quad (2)$$

dimana:

$B$  = *discounted benefits* (total penerimaan atau manfaat yang sudah didiskonto)

$C$  = *discounted cost* (total biaya yang sudah didiskonto)

Beberapa analis kadang-kadang lebih cenderung menggunakan nilai manfaat bersih (*Net Benefit*) daripada manfaat kotor (*Gross Benefit*). Hal ini karena dengan memperoleh manfaat bersih, maka besaran FIRR yang diperoleh lebih meyakinkan<sup>[1]</sup>.

Seperti telah diterangkan di atas bahwa nilai FNPV berbeda pada penggunaan angka faktor diskonto yang berbeda. Ada kecenderungan bahwa makin kecil angka faktor diskonto, akan makin besar FNPV yang diperoleh. Nilai FNPV positif atau negatif tergantung pada penggunaan nilai diskonto tertentu. Yang perlu dicari adalah berapa besarnya nilai diskonto sehingga FNPV sama dengan nol. Bila kondisi ini tercapai, maka angka nilai diskonto tersebut merupakan nilai FIRR dari proyek tersebut.

Untuk mencari FIRR diperlukan perhitungan coba-coba (*trial and error*) guna mendapatkan FNPV sama dengan nol. Cara yang sering digunakan adalah dengan interpolasi yang didasarkan pada perhitungan faktor diskonto terkecil dan terbesar<sup>[1]</sup>. Secara matematis dapat dituliskan sebagai berikut:

$$FIRR = i_1 + \Delta i (AK_{i_1} / (AK_{i_2} - AK_{i_1})) \quad (3)$$

dimana:

$i_1$  = bunga modal terendah

$\Delta i$  = selisih bunga modal terendah dan tertinggi

$AK_{i_1}$  = arus kas pada bunga terendah

$AK_{i_2}$  = arus kas pada bunga tertinggi

Perhitungan FIRR adalah dengan mengasumsikan bahwa semua pendapatan yang setiap tahunnya berasal dari proyek dianggap diinvestasikan kembali pada tahun berikutnya. Padahal dalam kenyataannya tidaklah demikian. Seringkali keuntungan yang diperoleh selain untuk investasi kembali, sebagian dipakai untuk kepentingan lain seperti untuk pembagian dividen, dan lain-lainnya.

Cara FIRR juga dipakai oleh Bank Dunia (*World Bank*) atau lembaga keuangan internasional lainnya yang menanamkan investasi di berbagai negara.

Kriteria kelayakan FIRR ini memberikan indikasi sebagai berikut:

FIRR > tingkat suku bunga yang dikehendaki (*i*), proyek layak/diterima

FIRR < tingkat suku bunga yang dikehendaki (*i*), proyek tidak layak/tidak diterima

FIRR = tingkat suku bunga yang dikehendaki (*i*), proyek tidak layak/tidak diterima

### II. 3. Waktu pengembalian modal (*Payback Period, p*)

*Payback Period (p)* adalah jangka waktu yang diperlukan untuk mengembalikan modal suatu investasi, dihitung dari aliran kas bersih (*net cash-flow*). Aliran kas bersih adalah selisih pendapatan (*revenue*) terhadap pengeluaran (*expenditures*) per tahun. Periode pengembalian biasanya dinyatakan dalam jangka waktu per tahun. Atau dengan kata lain, *Payback Period* adalah suatu indikator yang dinyatakan dengan ukuran waktu, yaitu berapa tahun waktu yang diperlukan oleh proyek itu untuk mampu mengembalikan biaya investasi yang dikeluarkan.

Perhitungan dengan cara *Payback Period (p)* ini adalah sebagai berikut:

$$\sum_{t=1}^{t=p} b = M \quad (4)$$

dengan:

t = waktu

p = *Payback period*, yaitu waktu yang diperlukan sehingga investasi dapat kembali

b = keuntungan dari proyek

M = modal

Cara *Payback Period* ini tampaknya sederhana dan mudah dilakukan dengan cepat; namun dalam prakteknya juga kadang-kadang dijumpai kesulitan, khususnya dalam hal menghitung besarnya keuntungan. Tetapi bila proyek sudah dilaksanakan dengan baik tanpa ada hambatan, maka cara ini bermanfaat sekali karena *Payback Period* dapat dipakai sebagai alat untuk mengecek besarnya nilai FIRR, karena FIRR sama dengan kebalikan dari besarnya *Payback Period (p)*:

$$\text{FIRR} = 1/p \quad (5)$$

Kriteria kelayakan *Payback Period* ini memberikan indikasi atau petunjuk bahwa proyek dengan periode pengembalian lebih cepat akan lebih disukai oleh pemilik modal.

Dasar penilaian berhasil tidaknya suatu investasi proyek dari kriteria yang telah disebutkan di atas dapat disimpulkan pada Tabel 1 berikut.

Tabel 1. Indikasi Keberhasilan Proyek

Alat ukur	Satuan	Indikasi Keberhasilan
<i>FNPV</i>	(US \$)	positif
<i>FIRR</i>	%	> <i>i</i> (dimana <i>i</i> merupakan tingkat bunga yang dikehendaki)
<i>Payback Period</i>	tahun	makin cepat makin baik

### III. ASUMSI DAN DATA MASUKAN

#### III.1. Asumsi

Beberapa asumsi dipergunakan dalam perhitungan ini antara lain:

1. Masa pembangunan 3 (tiga) tahun (Th. 2012 - 2014)
2. Besarnya pendanaan dari dana yang tersedia: pada tahun pertama sebesar 19%, tahun kedua 43% dan tahun ketiga 38%
3. Besarnya porsi lokal dari *Total Basic Costs* 17,08%
4. Tarif (harga jual) produk air desalinasi dianggap 0 US\$/m<sup>3</sup> karena disubsidi total dari tarif listrik.

#### III.2. Data Masukan

Pada studi analisis kelayakan desalinasi nuklir untuk menghasilkan air bersih ini, PLTN yang digunakan adalah SMART dan teknologi desalinasinya adalah MED. Untuk mengetahui ongkos pembangkitan listrik dan ongkos produksi air hasil desalinasi perlu melakukan *running Program DEEP (Desalination Economic Evaluation Program)* dengan data-data masukan seperti tercantum dalam Tabel 2 s/d Tabel 6.

Tabel 2. Parameter Teknis

<i>Technical parameter</i>	<i>Unit</i>	<i>Nilai</i>
Temperatur air laut rata-rata tahunan	°C	30
Temperatur udara lingkungan	°C	32
<i>Total Dissolved Solid (TDS)</i>	ppm	34.000

Didasarkan pada *Indonesia Key Requirement* pada kerjasama studi antara BATAN & KAERI, suhu air laut berkisar 28°C – 30°C, TDS antara 31.000 ppm – 35.000 ppm. Untuk tujuan studi suhu air laut yang digunakan untuk referensi adalah 30°C, sementara untuk TDS adalah 34.000 ppm.

Tabel 3. Parameter Ekonomi

<i>Item</i>	<i>Reference Value</i>
<i>Reference Currency</i>	US \$ (Januari 2002)
<i>Operation Date</i>	1 Januari 2015
<i>Economic Plant Life of SMART</i>	40 years
<i>Availability</i>	
- <i>Base power plant</i>	80%
- <i>Desalination Plant</i>	96%
<i>Discount Rate</i>	10%
<i>Interest Rate</i>	8%
<i>Nuclear fuel escalation</i>	0%/year

Eskalasi riil untuk nuklir adalah 0%/tahun. Angka ini mengacu pada *The Study of Comprehensive Energy Assessment in Indonesia*. Laju diskon (*discount rate*) diambil 10% dan tingkat bunga (*interest rate*) diasumsikan 8%. Semua data teknis dan ekonomis PLTN SMART, seperti *specific construction cost*, *O&M cost* dan *specific fuel cost* diacu dari KOPEC (*KO*rean Power Engineering Company). Umur ekonomi (*Economic Life-time*) untuk nuklir adalah 40 tahun, *capacity factor* diasumsikan 80%.

Tabel 4. Data Pembangkit PLTN SMART

<i>Item</i>	<i>Unit</i>	<b>SMART</b>
<i>Capacity</i>	MWe	2 x 100
<i>Net thermal efficiency</i>	%	33
<i>Construction lead time</i>	Month	36
<i>Specific construction cost</i>	US\$/kWe	1,615
<i>O&amp;M cost</i>	US\$/MWh	5.59

Tabel 5. Data Pembangkit Pabrik Desalinasi

<i>Item</i>	<i>Unit</i>	<b>MED</b>
<i>Unit size</i>	m <sup>3</sup> /d	4,000
<i>Base unit cost</i>	\$(m <sup>3</sup> /d)	926.7
<i>Water plant lead time</i>	Month	12
<i>Average management salary</i>	\$/a	6,000
<i>Average labor salary</i>	\$/a	3,600
<i>Specific O&amp;M spare part cost</i>	\$/m <sup>3</sup>	0.03

Data *Component and Cost Breakdown Structure* (CCBS) untuk PLTN SMART belum bisa diperoleh sehingga untuk sementara menggunakan data biaya investasi SMART untuk acuan seperti tercantum dalam Tabel 6. Data estimasi biaya investasi SMART ini diambil dari KOPEC

Tabel 6. Estimasi Biaya Modal Investasi SMART

ITEM	SCOPE OF SUPPLY	SMART	
		1 Unit	2 Unit
NSSS & T/G	NSSS Package including system design and T/G Package	48,938	95,429
Civil/Structure, Architecture	Equipment & Site Materials for construction works, including consumable, construction equipment and tools, etc.	27,883	52,978
Electrical and Mechanical Work	- Equipment & Site Materials for Installation work, including site materials, consumable, construction equipment and tools, etc. - Commissioning and Start-up testing	67,262	127,797
<b>DIRECT COST (1,000 US\$)</b>		<b>144,083</b>	<b>276,204</b>
Engineering	Design and Engineering including civil/arch., piping, electric and I&C, etc., Project Management	13,403	20,105
Owner's cost	Ocean Freight & Insurance, Owner's Organization	6,717	12,897
<b>INDIRECT COST (1,000 US\$)</b>		<b>20,121</b>	<b>33,002</b>
<b>PROJECT CONTINGENCY (1,000 US\$)</b>		<b>7,204</b>	<b>13,810</b>
<b>TOTAL COST (Defined Overnight Costs) (1,000 US\$)</b>		<b>171,408</b>	<b>323,017</b>
<b>CAPACITY (MWe)</b>		<b>100</b>	<b>200</b>
<b>UNIT CAPITAL COST (US\$/kW)</b>		<b>1,714</b>	<b>1,615</b>

**Keterangan:**

\* Acuan Biaya : 1 Januari 2002

\* Unit Capital Cost (US\$/kW) :

$$= (\text{Total Cost (Defined Overnight Costs)}) / \text{Capacity}$$

$$= (\text{Direct Cost} + \text{Indirect Cost} + \text{Project Contingency}) / \text{Capacity}$$

$$= (144,083 + 20,121 + 7,204) / 100 \quad \text{dan} \quad (276,204 + 33,002 + 13,810) / 200$$

$$= 1,714 \text{ US$/kW (untuk 1 unit) dan } 1,615 \text{ US$/kW (untuk 2 unit)}$$

Estimasi biaya modal investasi SMART (Tabel 6) dan pabrik desalinasi yang dibagi menurut besarnya komponen luar negeri (*foreign component*) dan komponen lokal (*local component*) untuk setiap item ditunjukkan dalam Tabel 7.

Tabel 7. Besarnya Komponen Luar Negeri dan Lokal  
PLTN SMART & Pabrik Desalinasi

Dalam 10<sup>6</sup> US\$

No.	ITEM	Total	
<b>1</b>	<b>NSSS/TG</b>		
	a. base cost	95.4	
	- Korea	95.4	
	- Local (0%)	-	
<b>2</b>	<b>Civil/Structure, Architectual</b>		
	a. base cost	53.0	
	- Korea	26.5	
	- Local (50%)	26.5	
<b>3</b>	<b>Electrical and Mechanical Work</b>		
	a. base cost	127.8	
	- Korea	115.0	
	- Local (10%)	12.8	
<b>4</b>	<b>Design &amp; Engineering</b>		
	a. base cost	20.1	
	- Korea	20.1	
	- Local (0%)	-	
<b>5</b>	<b>Desalination plant</b>		
	a. base cost	3.7	
	- Korea	2.2	
	- Local (40%)	1.5	
<b>6</b>	<b>Owner's costs</b>		
	a. base cost	12.9	
	- Korea	-	
	- Local (100%)	12.9	
<b>7</b>	<b>Contigency</b>		
	a. base cost	13.8	
	- Korea	11.7	
	- Local	2.1	
	<b>LCCAL PORTION</b>	<b>55.8</b>	<b>17.08%</b>
	<b>FOREIGN (KOREA) PORTION</b>	<b>270.9</b>	<b>82.92%</b>
	<b>TOTAL BASIC COSTS</b>	<b>326.7</b>	<b>100%</b>

Dari Tabel 7 perlu diketahui bahwa biaya dasar (*base cost*) dari pabrik desalinasi ( $3.7 \times 10^6$  US\$) diperoleh dari perkalian antara *base unit cost* (4,000 m<sup>3</sup>/d) dengan *base unit size* (926.7 US\$/(m<sup>3</sup>/d)) yang terdapat dalam Tabel 5. Perlu diketahui juga, besarnya porsi lokal dan porsi luar negeri dalam ongkos dasar (*basic costs*) adalah masing-masing 17,08% dan 82,92%.

### III.3. Sumber Pendanaan

Sumber pendanaan diasumsikan dengan pola konvensional (*Conventional Scheme*) yang didanai oleh pemasok (*Vendor*) yang berasal dari pinjaman lembaga keuangan dalam negeri (*Local Loan*) maupun luar negeri (*Foreign Loan*) dan modal sendiri (*Equity*). Sumber pendanaan luar negeri berasal dari bank EXport IMport (*EXIM Bank*) dari negara pemasok PLTN SMART, yaitu Korea. Untuk dalam negeri dibiayai oleh

Bank Komersial dalam negeri dengan tingkat suku bunga yang berlaku di pasar. Sementara itu, untuk modal sendiri sebesar kekurangan dari pinjaman.

Sumber pendanaan luar negeri (Foreign Loan):

Sumber	: Korean EXIM Bank
Jumlah	: 85 % dari total suplai komponen luar negeri US\$ 230.290.000
Mata uang	: Dollar Amerika (US\$)
Tingkat suku bunga	: 7,65 % / tahun
Financial Fee	: Commitment fee: 0,5 %, Insurance fee : 3,4 %, Management fee : 0 %

Sumber pendanaan dalam negeri (Domestic Loan):

Sumber	: Bank Komersial Dalam Negeri
Jumlah	: 85 % dari total suplai komponen lokal US\$ 47.400.000
Mata uang	: Dollar Amerika (US\$)
Tingkat suku bunga	: 13 % / tahun
Financial Fee	: Commitment fee: 0,5 %, Insurance fee: 0 %, Management fee : 0 %

Sumber pendanaan modal sendiri (Equity):

Jumlah	: 15,3 % dari total suplai komponen luar negeri dan lokal US\$ 48.600.000
Mata uang	: Dollar Amerika (US\$)
Tingkat suku bunga	: 13 % / tahun

#### IV. HASIL DAN ANALISIS

##### IV.1. Ongkos Pembangkitan Listrik dan Ongkos Produksi Air

Ongkos pembangkitan listrik teraras (*levelized power generation cost*) yang diperoleh dari hasil *running* Program DEEP adalah 0,0406 US\$/kWh, relatif murah dibandingkan dengan pembangkit fosil seperti *combined cycle* dan gas turbin dengan kapasitas yang setara. Sementara itu ongkos produksi air (*total water production cost*) dengan menggunakan teknologi desalinasi jenis MED adalah 1,043 US\$/m<sup>3</sup>. Untuk mengetahui kelayakan ekonomi dari proyek pabrik air dan listrik ini tidak hanya ditentukan oleh parameter ongkos pembangkitan listrik dan ongkos produksi listrik yang

murah dan kompetitif saja, akan tetapi perlu ditentukan juga kriteria-kriteria kelayakan ekonomi yang hasilnya didasarkan pada biaya pembangunannya.

#### IV.2. Biaya Pembangunan Pabrik Listrik dan Air

Untuk mengetahui kelayakan ekonomi suatu proyek desalinasi nuklir, perlu diketahui biaya pembangunannya. Dari hasil perhitungan untuk menghitung biaya pembangunan (*Construction Cost*) pabrik listrik (PLTN SMART) yang dikopling dengan pabrik desalinasi (MED) diperoleh hasil sebagai berikut:

Tabel 8. Biaya Pembangunan Kopling antara PLTN SMART & MED

Dalam 10<sup>6</sup> US\$

<b>No</b>	<b>Investment Profile</b>	<b>Base Cost</b>
1	<i>NSSS &amp; T/G</i>	95.4
2	<i>Civil/Structure, Architectural</i>	53.0
3	<i>Electrical and Mechanical Work</i>	127.8
4	<i>Design &amp; Engineering</i>	20.1
5	<i>Owner's Cost</i>	12.9
6	<i>Contingency</i>	13.8
	<b>Overnight Cost of SMART</b>	<b>323.0</b>
7	<i>Desalination plant (MED)</i>	3.7
	<b>Basic cost of SMART + MED</b>	<b>326.7</b>
8	<i>Escalation</i>	217.0
	<b>Fixed cost of SMART + MED</b>	<b>543.7</b>
9	<i>Interest</i>	40.4
10	<i>Financial Fee</i>	15.1
	<b>Construction Cost of SMART + MED</b>	<b>599.2</b>

Biaya pembangunan pabrik listrik (PLTN SMART) yang dikopling dengan pabrik desalinasi (MED) dapat diperoleh dengan menggunakan perhitungan sebagai berikut:

$$\begin{aligned}
 \text{Construction Cost} &= \text{Overnight Cost} + \text{Desalination} + \text{Escalation} + \text{Interest} + \text{Financial Fee} \\
 \text{Of} &= \text{Of} + \text{Plant} + \text{Escalation} + \text{Interest} + \text{Financial Fee} \\
 \text{SMART + MED} &= \text{SMART} + \text{Investment} + \text{Escalation} + \text{Interest} + \text{Financial Fee} \\
 &= \underbrace{\text{Overnight Cost of SMART} + \text{Desalination Plant Investment}}_{\text{Basic Cost of SMART+MED}} + \text{Escalation} + \text{Interest} + \text{Financial Fee} \\
 &= \underbrace{\text{Overnight Cost of SMART} + \text{Desalination Plant Investment} + \text{Escalation}}_{\text{Fixed Cost of SMART+MED}} + \text{Interest} + \text{Financial Fee}
 \end{aligned}$$

Ongkos sesaat (*overnight cost*) SMART sebesar US\$ 323,0 x 10<sup>6</sup> ditambah investasi pabrik desalinasi MED sebesar US\$ 3,7 x 10<sup>6</sup> yaitu US\$ 326,7 x 10<sup>6</sup> adalah biaya dasar (*basic cost*) SMART & MED. Dari biaya dasar sebesar ini akan menjadi US\$ 543,7 x 10<sup>6</sup> dengan adanya eskalasi, dan ini disebut biaya tetap (*fixed cost*). Biaya tetap ini setelah ditambah *interest* dan *financial fee* menjadi biaya pembangunan (*construction cost*), yaitu sebesar US\$ 599,2 x 10<sup>6</sup>.

#### IV.3. Kelayakan Ekonomi Pabrik Listrik dan Air

Dengan mengetahui biaya pembangunan dan dengan menggunakan data dan asumsi yang ada dapat diketahui besarnya kriteria kelayakan ekonomi dan pendanaan dari proyek pabrik listrik dan air yang hasilnya dapat dilihat pada Tabel 9. berikut:

Tabel 9. Besarnya Kriteria Kelayakan Ekonomi Proyek SMART + MED

	Parameter	Satuan	Harga
1.	<i>Rate of Return (Total)</i>	%	10.00
2.	<i>Financial Internal Rate of Return (FIRR) for PROJECT</i>	%	12.73
3.	<i>Financial Net Present Value (FNPV) For PROJECT</i>	M US \$	75.29
4.	<i>Tariff</i>	cent/kWh	
	<i>Before VAT</i>		4.733
	<i>After VAT</i>		5.417
5.	<i>Investment Payback Period for PROJECT</i>	Year	8

Ket: VAT = *Value Added Tax*  
= Pajak Pertambahan Nilai (PPn)

Dari perhitungan FIRR dari proyek desalinasi nuklir ini diperoleh bahwa tingkat pengembalian modal keseluruhan proyek yang didanai oleh pendanaan luar negeri (*Foreign Loan*), dalam negeri (*Local Loan*) dan modal sendiri (*Equity*) adalah sebesar 12,73%. Untuk menentukan apakah proyek ini layak atau tidak perlu diperbandingkan dengan investasi di bidang lainnya, seperti suku bunga deposito (*interest rate*), besarnya dividen saham atau investasi lainnya. Kalau dibandingkan dengan suku bunga deposito mata uang Dollar Amerika (US \$), yang diambil rata-rata sebesar 6 %, maka proyek ini sangat menarik bagi investor.

Dari perhitungan nilai FNPV dari proyek desalinasi nuklir ini diperoleh bahwa nilai bersih sekarang dari keseluruhan proyek yang didanai oleh pendanaan luar negeri (*Foreign Loan*), dalam negeri (*Local Loan*) dan modal sendiri (*Equity*) adalah hasilnya positif, yaitu sebesar US\$ 75,29 juta. Dengan melihat besarnya nilai FNPV ini dapat

dikatakan bahwa proyek masih dan sangat layak karena masih ada keuntungan yang diperoleh pada akhir umur ekonomi pabrik desalinasi nuklir ini.

Dari perhitungan *payback period* dari proyek desalinasi nuklir ini terlihat bahwa waktu pengembalian modal dari keseluruhan proyek yang didanai oleh pendanaan luar negeri (*Foreign Loan*), dalam negeri (*Local Loan*) dan modal sendiri (*Equity*) adalah 8 tahun. Periode pengembalian ini kurang dari waktu ekonomi pabrik desalinasi nuklir, yaitu 40 tahun. Artinya total investasi proyek pabrik desalinasi nuklir ini dapat kembali sebelum umur ekonominya. Dapat dikatakan bahwa proyek ini dari waktu pengembalian masih sangat layak.

Dari pembahasan tiap kriteria atau indikator kelayakan ekonomi di atas dapat disimpulkan bahwa dengan harga jual listrik (setelah ditambah pajak) sebesar 5,417 cent/kWh atau 54,17 mills/kWh atau 487,53 Rp./kWh (dengan asumsi 1 US\$ = Rp. 9.000,-), pada dasarnya proyek ini sangat menguntungkan. Dari segi investasi, proyek ini cukup menarik minat investor karena tingkat pengembalian modalnya cukup tinggi, keuntungan pada akhir umur ekonomi cukup besar dan waktu pengembalian modalnya cepat.

Perlu ditinjau lebih lanjut mengenai harga jual (tarif) listrik. Di sini harga jual listrik sebesar 54,17 mills/kWh mungkin terlalu tinggi. Seperti telah disebutkan di depan bahwa studi ini mengasumsikan bahwa harga jual (tarif) produk air desalinasi dianggap 0 US\$/m<sup>3</sup> karena disubsidi total dari tarif listrik. Jadi harga jual listrik sebesar ini sudah termasuk harga air yang disubsidi penuh oleh tarif listrik. Tarif listrik ini masih bisa sedikit diturunkan sehingga tidak terlalu membebani konsumen pengguna listrik dan air. Cara untuk menurunkan harga jual dengan tidak mengurangi pendapatan adalah dengan memanfaatkan untuk aplikasi lain, seperti untuk pembuatan garam. Hal ini akan menambah pendapatan, dengan begitu akan dapat mengurangi harga jual listrik dan lebih meningkatkan tingkat kelayakan. Selain itu guna menurunkan harga jual listrik bisa diusahakan dengan mencari sumber dana dengan tingkat suku bunga yang rendah (*soft loan*), sehingga tidak begitu membebani proyek.

## V. KESIMPULAN

Dari analisis dapat diambil beberapa kesimpulan antara lain:

1. Analisis kelayakan ekonomi dengan menggunakan kriteria kelayakan yang umum digunakan, yaitu FIRR, FNPV dan *Payback Period* ini merupakan faktor penting dalam mempertimbangkan kelayakan proyek desalinasi nuklir.
2. Dari hasil perhitungan, dengan harga jual listrik sebesar 54,17 mills/kWh, untuk keseluruhan proyek yang didanai oleh pendanaan luar negeri, dalam negeri dan modal sendiri, diperoleh nilai FIRR

sebesar 12,73%, nilai FNPV sebesar US\$ 75,29 juta dan *Payback Period* selama 8 tahun.

3. Dengan melihat indikasi keberhasilan suatu proyek, maka proyek desalinasi nuklir tersebut dapat dikatakan layak dan dari segi investasi menguntungkan karena tingkat pengembalian modalnya cukup tinggi, keuntungan pada akhir umur ekonomi cukup besar dan waktu pengembalian modalnya cepat.

#### DAFTAR ACUAN

1. Dr. Ir. Soekartawi, M.Sc., 1995: "Dasar Penyusunan Evaluasi Proyek", Pustaka Sinar Harapan, Jakarta.
2. IR. Iman Soeharto, 1995: "Manajemen Proyek : Dari Konseptual Sampai Operasional", Penerbit Erlangga, Jakarta.
3. IAEA (International Atomic Energy Agency)-TEC-DOC-1186, 2000: "Examining the Economics of Seawater Desalination Using the DEEP Code", Vienna, Austria.
4. IAEA (International Atomic Energy Agency), 2000: "Desalination Economic Evaluation Program (DEEP), user's manual", Vienna, Austria.
5. IAEA (International Atomic Energy Agency): "DEEP Version 2.1 data default", Vienna, Austria.
6. BATAN & KEPCO. 1998: "Preliminary Report for Joint Study on the Construction of KSN-1000 in Indonesia (I)", Seoul, Korea.