

# Desain *Desalination Production Vessel* (DPV) untuk Mengatasi Kekurangan Air Tawar di Pulau Madura

Arif Riansyah dan Hesty Anita Kurniawati  
Departemen Teknik Perkapalan, Fakultas Teknologi Kelautan  
Institut Teknologi Sepuluh Nopember (ITS) 60111 Indonesia  
e-mail: tita@na.its.ac.id

**Abstrak**—Kekurangan air tawar seakan menjadi hal yang lumrah terjadi di Pulau Madura. Selama ini, kekurangan air ditangani dengan pengiriman truk tangki air dari beberapa daerah. Namun, Kondisi Pulau Madura yang dikelilingi oleh laut dapat juga dimanfaatkan sebagai akses produksi baru penyediaan air di seluruh Pulau Madura dengan menggunakan *Desalination Production Vessel* (DPV). *Payload* dari DPV didapatkan dari kekurangan air setiap harinya yang diperhitungkan mencapai 40.000 m<sup>3</sup>, dengan mempertimbangkan sarat di sekitar pantai Pulau Madura maka didapatkan *payload* DPV sebesar 20.000 m<sup>3</sup> dengan jumlah 2 unit DPV dan produksi air tawar harian mencapai 40.000 m<sup>3</sup>. Setelah itu dilakukan perhitungan teknis berupa perhitungan berat, *trim*, *freeboard*, dan stabilitas sehingga didapatkan ukuran utama kapal yang meliputi; Lbp = 112,5 m; B = 26 m; H = 11 m; T = 9 m. Tinggi *freeboard* minimum sebesar 2169,46 mm dengan tonnase kapal mencapai 10.807,43 GT. Perhitungan stabilitas menunjukkan kondisi stabilitas yang memenuhi kriteria stabilitas pada masing-masing *load case*. Analisis ekonomis yang dilakukan mendapatkan harga optimum senilai Rp.7.500/m<sup>3</sup> dengan *Total Capital Investment* (TCI) yang bernilai Rp. 130.064.292.485,00 dan *General Expenses* yang bernilai Rp. 23.479.569.494,00 untuk selanjutnya didapatkan nilai *Feasibility Investment* yang terdiri dari *Internal Rates of Return* (IRR) = 17,65%, *Net Present Value* (NPV) = Rp.41.598.492.770,66, PP=9,20 tahun dan *Breakeven Point* (BEP) mencapai Rp.24.188.411.035,68.

**Kata Kunci**—Air Tawar, *Desalination Production Vessel*, Pulau Madura.

## I. PENDAHULUAN

PULAU Madura merupakan salah satu pulau yang terletak di sebelah Timur Laut Pulau Jawa dengan luas wilayah mencapai 5250 km<sup>2</sup> yang masih dihadapkan pada masalah kekurangan air tawar. Kesulitan air di Madura nyata terjadi secara menyeluruh di Pulau Madura seperti di Pamekasan sesuai dengan laporan Badan Penanggulangan Bencana Daerah (BPBD) yang menyatakan sedikitnya ada 13 kecamatan di Pamekasan kekurangan air bersih di tahun 2017. Penyebab utama terjadinya kekurangan air tawar di Pulau Madura adalah musim kemarau yang panjang dan akses antar pulau yang cukup sulit. Beberapa solusi telah dilakukan seperti pembuatan embung air, resapan hidropobik dan pengiriman air secara konvensional. Beberapa solusi tersebut dinyatakan kurang efektif karena kondisi tanah dan kuantitas alat angkut. Salah satu solusi yang efektif dilakukan dalam mengatasi kekurangan air tawar adalah desalinasi air laut dengan menggunakan teknologi *Reverse Osmosis* (RO).

Melihat ke permasalahan yang ada, kebutuhan air tawar yang sangat tinggi di Pulau Madura menjadi pertimbangan

positif dibangunnya alat desalinasi air laut. Namun, dengan peta topografi yang mengindikasikan jauhnya jarak antar wilayah dengan defisit air yang cukup signifikan membuat tidak dimungkinkannya pembangunan alat desalinasi hanya di satu titik maupun pembangunan pipa bawah air yang berpotensi merusak kondisi lingkungan. Dengan demikian, gagasan desain *Desalination Product Vessel* (DPV) untuk mengatasi kekurangan air di Pulau Madura diharapkan mampu menjadi solusi dari permasalahan yang ada.

## II. TINJAUAN PUSTAKA

### A. Tinjauan Wilayah

Wilayah yang akan digunakan sebagai tinjauan operasional dari *Desalination Production Vessel* (DPV) adalah Pulau Madura yang terletak di Timur Laut Pulau Jawa. Peninjauan wilayah pada Gambar 1 dilakukan untuk mengetahui zona operasional dari DPV.



Gambar 1. Peta Pulau Madura

### B. Teori Desain Kapal

Desain kapal merupakan suatu proses yang berjalan secara sirkular dan diulangi sebanyak beberapa kali sampai objek yang dibuat sesuai dengan kebutuhan [1]. Dalam proses desain, terdapat beberapa langkah yang dilakukan untuk menentukan ukuran utama, analisis teknis dan ekonomis meliputi.

1. *Concept design*
2. *Preliminary design*
3. *Contract design*
4. *Detail design*

C. Barge

Barge (tongkang) dapat diartikan sebagai kapal yang digerakkan dengan/tanpa manusia, biasanya tidak dilengkapi dengan sistem propulsi sehingga digerakkan dengan cara didorong maupun ditarik dengan kapal penarik (*tugboat*) [2]. Barge diklasifikasikan menjadi beberapa jenis sesuai dengan kebutuhan, yang meliputi:

1. Deck Cargo Barge
2. Tank Barge atau Liquid Cargo Barge
3. Car Barge atau Car float
4. Accomodation Work Barge

D. Desalinasi

Desalinasi air laut dapat diartikan sebagai suatu langkah untuk mendapatkan air murni dari air garam dengan menggunakan berbagai macam energi yang berbeda yang terdiri dari 2 jenis metode yaitu *Reverse Osmosis* (RO) dan *Multi Stage Flash* (MSF) [3]. *Desalination Production Vessel* (DPV) sendiri menggunakan metode *Reverse Osmosis* (RO) yang dapat diartikan sebagai suatu teknik aplikasi yang cocok digunakan dalam skala luas, terutama dalam memisahkan kandungan garam maupun zat padat yang perlu dipisahkan dari suatu kandungan murni [4].

III. METODE PENELITIAN

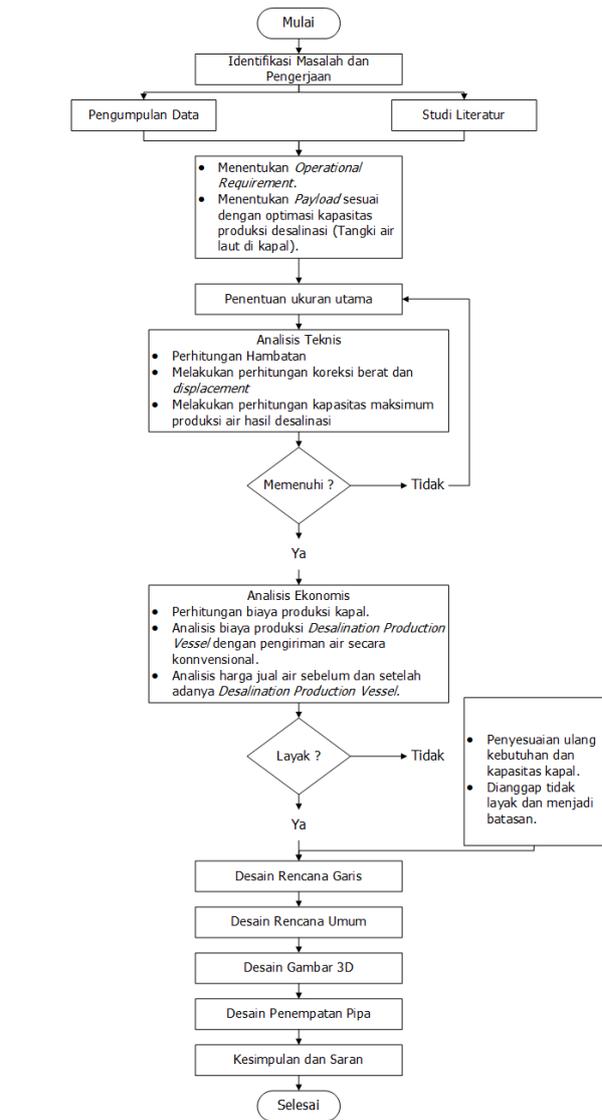
Dalam penelitian ini, terdapat 5 tahap penelitian yang dilakukan dimulai dengan tahap *Studi Literatur* dengan melakukan pencarian data yang terkait beserta teori-teori pendukung dalam penelitian. Pengumpulan data yang dimaksud dapat dilakukan secara langsung dengan menghubungi pihak terkait atau dengan melakukan studi literatur (melalui media) baik secara *online* maupun *offline*. Data yang didapatkan dari *Studi Literatur* selanjutnya digunakan sebagai bahan pertimbangan dalam menentukan *Operational Requirement* yang menjadi dasar dalam membuat desain dan hal lain yang berhubungan dengan *Desalination Production Vessel* (DPV).

*Operational Requirement* selanjutnya digunakan sebagai dasar dalam melakukan analisis teknis dengan mempertimbangkan beberapa data tambahan. Analisis teknik yang dilakukan perlu didasarkan kepada *owner requirement* untuk menentukan *payload*, ukuran utama dan perhitungan aspek teknik umum. Setelah analisis teknis selesai dilakukan, perlu diketahui kelayakan pembangunan dan operasional DPV sehingga dilakukan analisis ekonomis yang terdiri dari penentuan biaya pembangunan, operasional pembangunan dan perbandingan ekonomis pada beberapa kondisi. Tahapan pengerjaan tersebut selanjutnya dipadukan menjadi metodologi penelitian yang dapat dilihat pada Gambar 2 sesuai dengan pertimbangan pengerjaan yang berlaku.

IV. KESIMPULAN DAN SARAN

A. Analisis Kebutuhan Air

Kebutuhan air tawar didapatkan dengan mencari selisih konsumsi air tawar dengan ketersediaan air tawar. Kebutuhan air tawar didapatkan dengan mengalikan jumlah kebutuhan air per-subjek sesuai Standar Nasional Indonesia (SNI) [5] sedangkan ketersediaan air tawar didapatkan dari penjumlahan ketersediaan air sumur dengan produksi air PAM adapun jumlah air tawar yang perlu diproduksi oleh *Desalination Production Vessel* (DPV) dapat dilihat pada Tabel 1.



Gambar 2. Diagram Alir Pengerjaan

Tabel 1. Kebutuhan Produksi Air Tawar

No	Tinjauan Produksi	Jumlah (m <sup>3</sup> )
1	Total Kebutuhan Air Per-Tahun	14661507,49
2	Total Kebutuhan Air Per-Bulan	1221792,29
3	Total Kebutuhan Air Per-Hari	40726,41
4	Total Produksi Air Per-Kapal (Diharapkan)	20363,21
5	Produksi Air Per-Jam (Diharapkan)	1696,93

B. Penentuan Skema Operasional

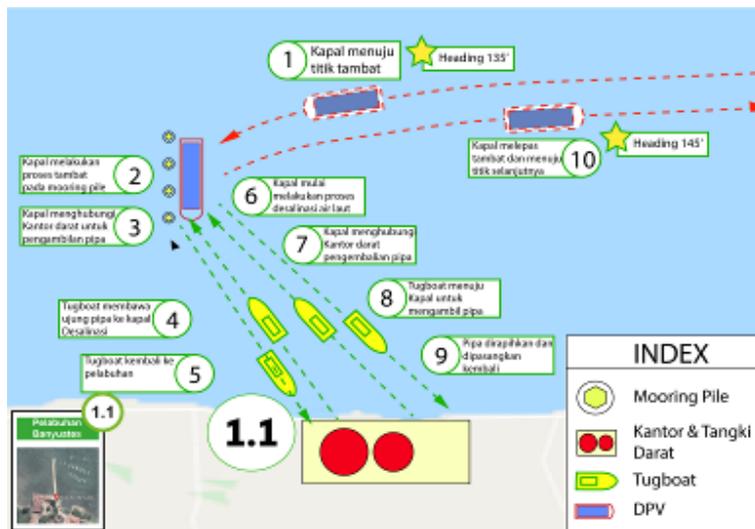
Sebelum menentukan skema operasional DPV, perlu diketahui zona operasional dari DPV yang dibagi menjadi 2 area yaitu Zona Utara dan Zona Selatan yang dapat dilihat pada Gambar 3. Setelah zona operasional ditentukan, penentuan skema operasional yang bertindak sebagai prosedur operasional dapat dilakukan dengan meninjau kebutuhan operasional DPV. Adapun skema operasional dari *Desalination Production Vessel* (DPV) dapat dilihat pada Gambar 4.

C. Penentuan Ukuran Utama

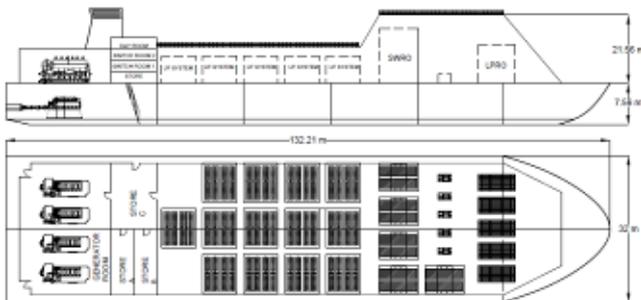
Dalam menentukan ukuran utama, luasan alat desalinasi yang dapat dilihat pada Gambar 5 menjadi pertimbangan utama sesuai dengan jumlah produksi. Kebutuhan luasan tersebut selanjutnya menjadi pertimbangan awal untuk menentukan ukuran utama DPV. Adapun penentuan ukuran utama dapat dilihat pada Tabel 2 untuk ukuran utama awal.



Gambar 3. Zona Operasional DPV



Gambar 4. Skema Operasional DPV



Gambar 5. Kebutuhan Luasan Alat Desalinasi Awal

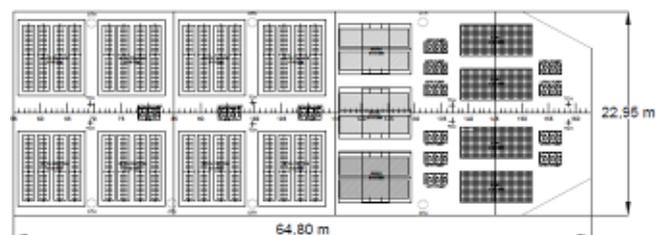
Dari Gambar 5, dapat ditentukan ukuran utama kapal awal yang sesuai dan dapat dilihat pada Tabel 2.

Tabel 2.  
Ukuran Utama Awal

No	Unit	Dimensi (m)
1	Length Between Perpendiculars (Lbp)	115,00
2	Length of Waterline (Lwl)	126,50
3	Breadth (B)	28,90
4	Height (H)	9,00
5	Draught (T)	7,00

Setelah didapatkan ukuran utama awal dilakukan analisis lebih lanjut dengan mempertimbangkan dimensi yang terlalu besar serta sarat di daerah tambat. Maka diputuskan untuk memproduksi 2 unit DPV dengan ukuran utama akhir yang dapat dilihat pada Tabel 3.

Dengan *layout* akhir alat desalinasi akhir dapat dilihat pada Gambar 6.



Gambar 6. Kebutuhan Luasan Alat Desalinasi Akhir

D. Perhitungan Berat

Perhitungan berat dari DPV dibagi dua yaitu DWT dan LWT dimana DWT adalah berat muatan kapal dan *consumable* serta LWT adalah berat baja kapal kosong ditambah permesinan dan *equipment*. Dengan nilai LWT = 6790,66 ton dan nilai DWT=15.059,10 ton. Adapun hasil perhitungan berat beserta koreksi dapat dilihat pada Tabel 4.

Tabel 4.  
Boundary of Total Weight

Light Weight (LWT)	Berat (ton)
Berat Baja	4.808,84
Berat Alat Desalinasi	363,09
Berat Permesinan	658,39
Berat <i>Outfitting</i> dan <i>Equipment</i>	960,34
Total LWT	6.790,66
<b>Dead Weight (DWT)</b>	

<i>Payload</i>	15.029,55
<i>Consumable</i>	25,30
<i>Crew and Effect</i>	4,25
Total DWT	15.059,10
<b>Kondisi Batas</b>	
Total Berat Kapal	21.849,76
<i>Displacement</i> Kapal	22.568,76
Margin	3,19%

**E. Perhitungan Kapasitas Ruang Muat**

Dilakukan pengecekan terhadap kapasitas ruang muat untuk mengoptimalkan ketersediaan ruang muat yang hasilnya dapat dilihat pada Tabel 5.

Tabel 5.  
*Boundary of Hold Capacity*

<b>Data Input</b>	<b>Capacity</b>
Volume Ruang Muat	19.702,17 m <sup>3</sup>
Berat Muatan	15.000,00 ton
Volume Muatan	19.231,00 m <sup>3</sup>
<b>Calculated Result</b>	<b>Berat (ton)</b>
Selisih Volume R. Muat dan Muatan	471,40 m <sup>3</sup>
Persentase Selisih	2,39 %
<b>Kondisi</b>	<b>Accepted</b>

**F. Perhitungan Trim**

Perhitungan *trim* dihitung berdasarkan SOLAS Reg.II/7 [6]. Adapun hasil perhitungan *trim* yang dilakukan telah dapat dilihat pada Tabel 6.

Tabel 6.  
Hasil Perhitungan Trim

No	Unit	Batasan (m)	Draft at AP (m)	Draft at FP (m)	Nilai (m)	Status
1	<i>Load Case 0</i>	1,125	3.599	4.057	0.458	<i>Pass</i>
2	<i>Load Case 1.1</i>	1,125	7.394	6.540	-0.854	<i>Pass</i>
3	<i>Load Case 1.2</i>	1,125	5.530	5.241	-0.289	<i>Pass</i>
4	<i>Load Case 1.3</i>	1,125	3.985	3.393	-0.592	<i>Pass</i>
5	<i>Load Case 1.4</i>	1,125	5.144	4.949	-0.195	<i>Pass</i>
6	<i>Load Case 1.5</i>	1,125	5.844	5.221	-0.623	<i>Pass</i>
7	<i>Load Case 1.6</i>	1,125	4.665	4.437	-0.228	<i>Pass</i>
8	<i>Load Case 2.1</i>	1,125	7.476	6.925	-0.551	<i>Pass</i>
9	<i>Load Case 2.2</i>	1,125	5.289	5.658	0.369	<i>Pass</i>
10	<i>Load Case 2.3</i>	1,125	3.599	4.037	0.438	<i>Pass</i>
11	<i>Load Case 2.4</i>	1,125	5.737	4.937	-0.799	<i>Pass</i>
12	<i>Load Case 2.5</i>	1,125	5.725	5.577	-0.148	<i>Pass</i>
13	<i>Load Case 2.6</i>	1,125	4.808	4.797	-0.011	<i>Pass</i>
14	<i>Load Case 3.1</i>	1,125	7.400	7.308	-0.092	<i>Pass</i>
15	<i>Load Case 3.2</i>	1,125	5.326	5.590	0.264	<i>Pass</i>
16	<i>Load Case 3.3</i>	1,125	3.660	3.932	0.272	<i>Pass</i>
17	<i>Load Case 3.4</i>	1,125	5.395	5.526	0.131	<i>Pass</i>
18	<i>Load Case 3.5</i>	1,125	5.925	5.832	-0.093	<i>Pass</i>
19	<i>Load Case 3.6</i>	1,125	4.902	4.888	-0.014	<i>Pass</i>

Tabel 7.  
Hasil Perhitungan Stabilitas

No	Unit	e0-30° (m.deg)	e0-40° (m.deg)	e30-40° (m.deg)	h30° (m.deg)	θmax (deg)	GM0 (m)
1	<i>Load Case 0</i>	92.83	136.89	44.06	4.50	29.00	14.97
2	<i>Load Case 1.1</i>	39.59	61.81	22.22	2.26	32.10	5.26
3	<i>Load Case 1.2</i>	50.45	80.98	30.52	3.13	31.60	6.22
4	<i>Load Case 1.3</i>	61.59	92.58	30.99	3.21	29.20	8.61
5	<i>Load Case 1.4</i>	49.38	78.49	29.12	3.01	31.10	5.85
6	<i>Load Case 1.5</i>	47.36	75.82	28.45	2.93	31.30	5.81
7	<i>Load Case 1.6</i>	53.75	84.53	30.77	3.17	31.50	6.62
8	<i>Load Case 2.1</i>	38.15	59.02	20.87	2.13	31.50	5.12
9	<i>Load Case 2.2</i>	48.98	78.33	29.35	3.02	31.30	6.13
10	<i>Load Case 2.3</i>	58.90	89.17	30.27	3.13	29.80	7.98
11	<i>Load Case 2.4</i>	45.51	72.28	26.77	2.79	30.60	5.32

**G. Perhitungan Freeboard**

Perhitungan *freeboard* minimum yang disyaratkan untuk DPV ini mengacu pada *International Convention of Load Lines (ICLL)* tahun 1969 [7]. Dimana *freeboard minimum* sebesar 1.281 m. Pada TKFA ini direncanakan *freeboard* sebesar 2.170 m sehingga masih memenuhi peraturan tersebut.

**H. Perhitungan Stabilitas**

Kriteria stabilitas yang digunakan adalah kriteria stabilitas kapal umum yang mengacu pada *Intact Stability (IS) Code* Ch. III/3.5 [8]. Adapun hasil perhitungan stabilitas yang dilakukan memenuhi dan dapat dilihat pada Tabel 7.

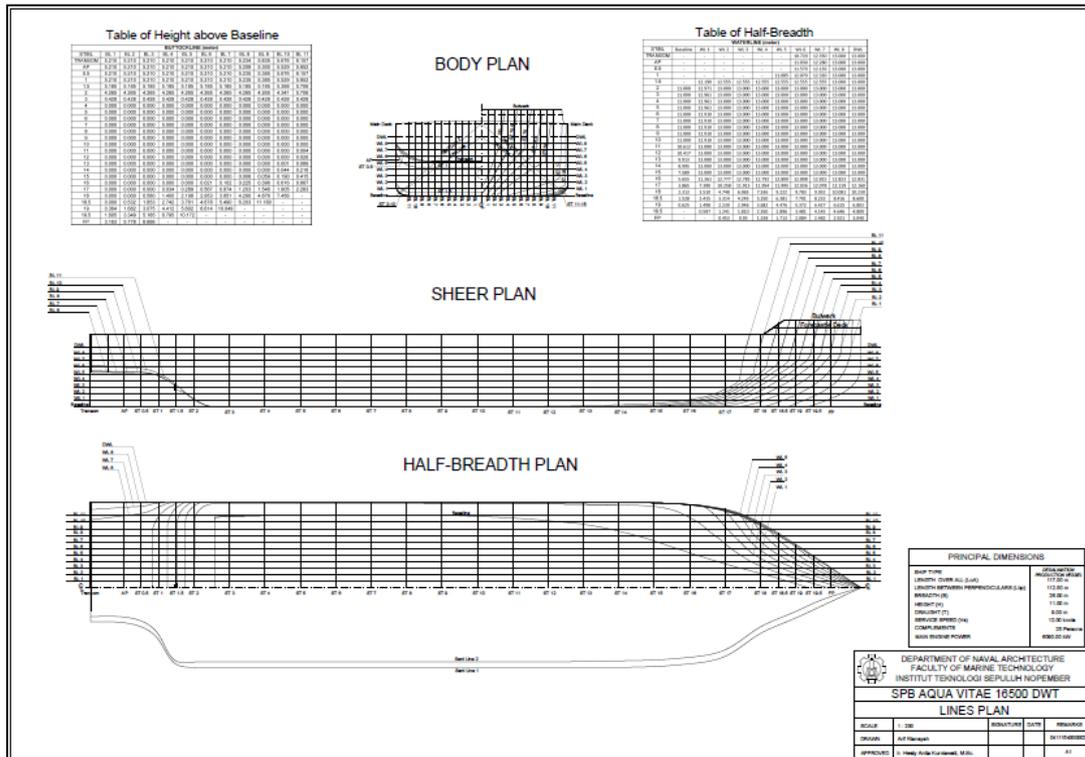
**I. Desain Rencana Garis**

Rencana garis dapat diartikan sebagai gambar proyeksi badan kapal yang dipotong secara melintang (*body plan*), secara memanjang (*sheer plan*), dan vetikal memanjang (*half breadth plan*) [1]. Proses pembuatan desain rencana disesuaikan dengan *owners requirement*. Adapun desain rencana garis dari DPV dapat dilihat pada Gambar 7.

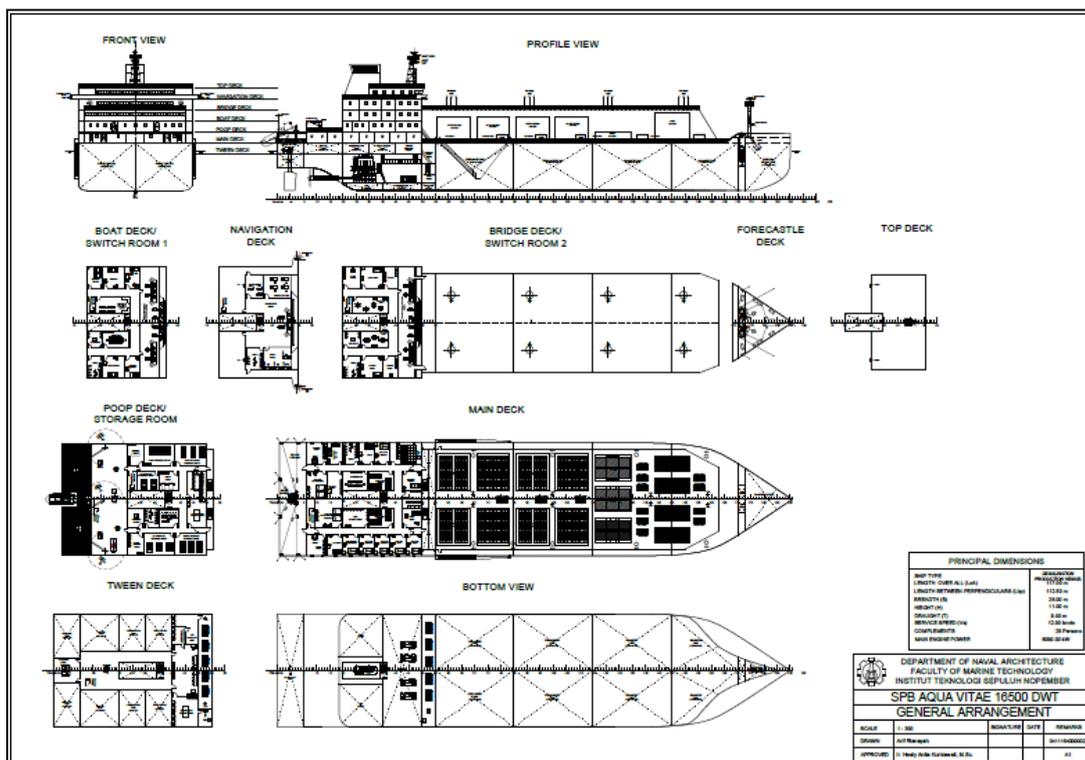
**J. Desain General Arrangement (GA)**

*General Arrangement (GA)* dari DPV dibuat setelah melakukan proses desain rencana garis. GA dari DPV disesuaikan dengan hasil perhitungan teknis dan kebutuhan ruang. Adapun GA dari DPV dapat dilihat pada Gambar 8.

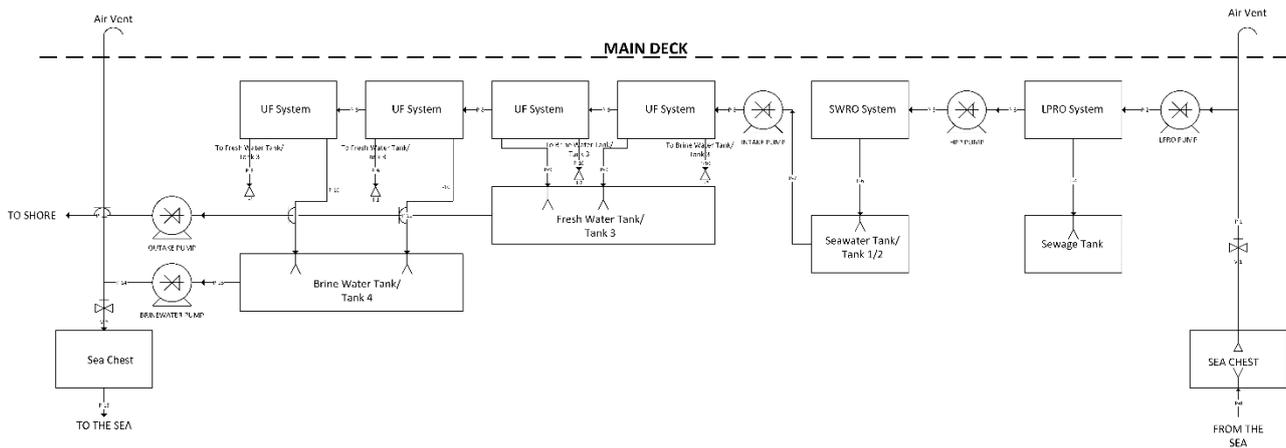
12	Load Case 2.5	45.41	72.38	26.97	2.79	30.80	5.64
13	Load Case 2.6	49.60	78.21	28.61	2.97	30.90	5.96
14	Load Case 3.1	42.26	65.87	23.61	2.38	33.50	5.75
15	Load Case 3.2	51.42	82.59	31.18	3.19	31.80	6.44
16	Load Case 3.3	62.53	95.36	32.83	3.36	31.00	8.48
17	Load Case 3.4	52.88	85.18	32.31	3.29	32.20	6.62
18	Load Case 3.5	50.81	81.88	31.07	3.16	32.40	6.37
19	Load Case 3.6	51.80	82.33	30.52	3.14	31.50	6.21
<i>Intact Stability Crit.</i>		$\geq 3.15$	$\geq 5.16$	$\geq 1.72$	$\geq 0.20$	$\geq 25$	$\geq 0.15$
<i>Condition</i>		<i>Pass</i>	<i>Pass</i>	<i>Pass</i>	<i>Pass</i>	<i>Pass</i>	<i>Pass</i>



Gambar 7. Desain Rencana Garis.



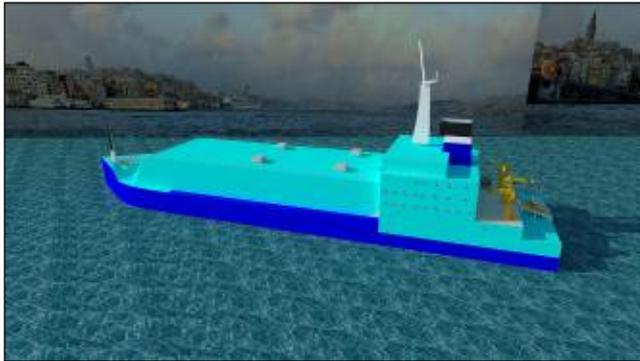
Gambar 8. Desain General Arrangement



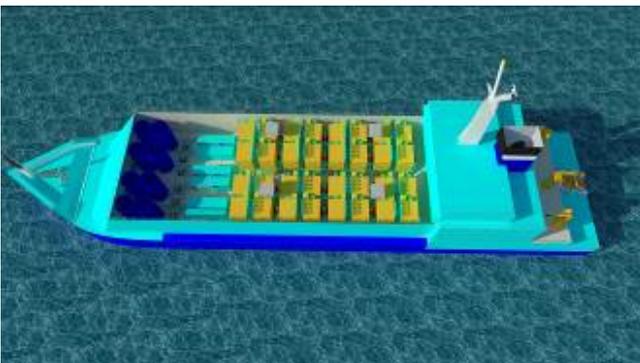
Gambar 9. Desain Piping Diagram

K. Desain 3D Model

Setelah proses desain GA selesai dilakukan, maka dilakukan desain 3D model dengan mempertimbangkan penempatan ruang. Adapun desain 3D dari DPV dapat dilihat pada Gambar 9 untuk tampak luar dan Gambar 10 untuk tampak dalam.



Gambar 9. Model 3 Dimensi Tampak Luar



Gambar 10. Model 3 Dimensi Tampak Dalam

L. Desain Piping Arrangement

Untuk menunjukkan sistem di atas kapal, maka diperlukan penggambaran dalam bentuk piping arrangement. Dalam piping arrangement terdapat beberapa pandangan yang disesuaikan dengan piping diagram pada Gambar 11.

V. ANALISIS EKONOMIS

A. Total Capital Investment (TCI)

TCI merupakan jumlah pembayaran awal dalam proses pembangunan produksi baik barang maupun kapal. TCI juga termasuk ke dalam total biaya yang dibutuhkan untuk pembelian peralatan, pembangunan kapal dan perlengkapan

lainnya. Adapun TCI dari pembangunan DPV dapat dilihat pada Tabel 8. Terdapat penambahan dana antisipasi sebesar Rp.4.177.681.068,02 yang merupakan bunga tambahan.

Tabel 8. Total Capital Investment (TCI)

No	Cost Unit	Cost
1	Building Cost Estimation	Rp. 69.744.458.958,97
2	Additional Direct Labor	Rp. 2.577.600.000,00
3	Utilities Cost	Rp. 3.127.363.924,10
4	Maintenance Cost (Yearly)	Rp. 3.943.047.162,58
5	Insurance Cost	Rp. 394.304.716,26
6	Transport Cost	Rp. 352.512.000,00
7	Total Desalination Cost	Rp. 19.748.728.283,87
8	Total Site Cost	Rp. 8.949.745.656,77
9	Total Off-site Building Cost	Rp. 5.924.618.485,16
10	Total Off-site Facility Cost	Rp. 4.807.379.200,00
11	Total Working Capital	Rp. 6.939.763.006,14
12	Contingency Cost	Rp. 2.962.309.242,58
13	Contractor Fee	Rp. 592.461.848,52
<b>Total Capital Investment (TCI)</b>		<b>Rp.130.064.292.485,00</b>

B. General Expenses (GE)

GE merupakan pengeluaran operasional setiap tahunnya. Pengeluaran terdiri dari gaji pekerja hingga kebutuhan transportasi. Adapun hasil yang didapatkan dari perhitungan GE dapat dilihat pada Tabel 9.

Tabel 9. Summary of General Expenses (GE)

No	Cost Unit	Cost
1	Indirect Labor Cost	Rp.13.095.777.975,84
2	Fuel and Additional Accomodation	Rp. 4.177.681.068,02
3	Tug and Transport Cost	Rp. 3.836.205.352,80
<b>Total General Expenses</b>		<b>Rp.19.506.441.460,82</b>

C. Rencana Pemijaman

Dilakukan pemijaman berupa obligasi daerah untuk produksi DPV dan ditujukan kepada pemerintah pusat [9]. Adapun dalam pembangunan DPV diasumsikan jumlah bunga yang diberikan sejumlah 5% sehingga menghasilkan rencana pemijaman yang dapat dilihat pada Tabel 10.

Tabel 10. Rencana Pemijaman

Year	Total Payment	Remaining Loan
0	Rp. -	Rp.134.241.973.552,97
1	Rp.23.492.345.371,77	Rp.117.461.726.858,85
2	Rp.22.653.333.037,06	Rp.100.681.480.164,73

3	Rp.21.814.320.702,36	Rp. 83.901.233.470,60
4	Rp.20.975.308.367,65	Rp. 67.120.986.776,48
5	Rp.20.136.296.032,95	Rp. 50.340.740.082,36
6	Rp.19.297.283.698,24	Rp. 33.560.493.388,24
7	Rp.18.458.271.363,53	Rp. 16.780.246.694,12
8	Rp.17.619.259.028,83	Rp. -

**D. Cash Flow**

Cash Flow merupakan aliran uang yang dikeluarkan, didapatkan maupun disimpan pada saat operasional kapal setiap tahunnya. Adapun hasil perhitungan cash flow yang ditinjau selama 20 tahun dari produksi dan operasional DPV dapat dilihat pada Tabel 11.

Tabel 11.  
Summary of Cash Flow

Year	Income	Income	Earning
1	Rp.134.241.973.553,0	-Rp.119.669.464.682,0	-Rp.134.241.973.553,0
2	Rp. 54.750.000.000,0	-Rp. 23.479.569.494,0	Rp. 25.245.147.448,7
3	Rp. 54.750.000.000,0	Rp. 23.479.569.494,0	Rp. 24.792.101.112,4
4	Rp. 54.750.000.000,0	Rp. 23.479.569.494,0	Rp. 24.325.628.546,3
5	Rp. 54.750.000.000,0	Rp. 23.479.569.494,0	Rp. 23.847.072.373,3
6	Rp. 54.750.000.000,0	Rp. 23.479.569.494,0	Rp. 23.357.640.954,3
7	Rp. 54.750.000.000,0	Rp. 23.479.569.494,0	Rp. 22.858.421.813,7
8	Rp. 54.750.000.000,0	Rp. 23.479.569.494,0	Rp. 22.350.393.723,7
9	Rp. 54.750.000.000,0	Rp. 23.479.569.494,0	Rp. 21.834.437.579,4
10	Rp. 54.750.000.000,0	Rp. 23.479.569.494,0	Rp. 21.311.346.186,0
11	Rp. 54.750.000.000,0	Rp. 23.479.569.494,0	Rp. 21.369.141.702,8
12	Rp. 54.750.000.000,0	Rp. 23.479.569.494,0	Rp. 21.421.157.667,9
13	Rp. 54.750.000.000,0	Rp. 23.479.569.494,0	Rp. 21.467.972.036,6
14	Rp. 54.750.000.000,0	Rp. 23.479.569.494,0	Rp. 21.510.104.968,3
15	Rp. 54.750.000.000,0	Rp. 23.479.569.494,0	Rp. 21.548.024.606,9
16	Rp. 54.750.000.000,0	Rp. 23.479.569.494,0	Rp. 21.582.152.281,6
17	Rp. 54.750.000.000,0	Rp. 23.479.569.494,0	Rp. 21.612.867.188,9
18	Rp. 54.750.000.000,0	Rp. 23.479.569.494,0	Rp. 21.640.510.605,4
19	Rp. 54.750.000.000,0	Rp. 23.479.569.494,0	Rp. 21.665.389.680,3
20	Rp. 54.750.000.000,0	Rp. 23.479.569.494,0	Rp. 21.687.780.847,7

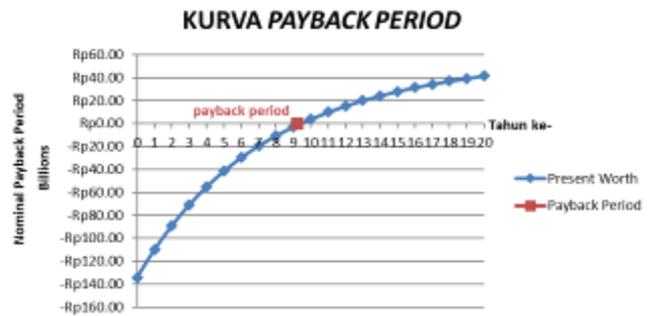
**E. Investment Feasibilities**

Investment feasibilities merupakan analisis terhadap kelayakan suatu produksi (bisnis). Investment feasibilities terdiri dari NPV, IRR dan PP dari suatu bisnis yang dijalankan hingga menemukan kurva deviasi balik modal (payback period). Selain itu, dilakukan perhitungan terhadap present worth dari ketercapaian cash flow yang direncanakan. Adapun hasil perhitungan dari investment feasibilities dapat dilihat pada Tabel 12. Dengan harga jual air tawar adalah Rp. 7.500/m<sup>3</sup>.

Tabel 12.  
Investment Feasibilities

No	Unit	Value
1	Internal Rates of Return (IRR)	17,65%
2	Net Present Value (NPV)	Rp. 41.598.492.770,66
3	Payback Period (PP)	9,20 Tahun
4	Breakeven Point (BEP)	Rp. 24.188.411.035,68

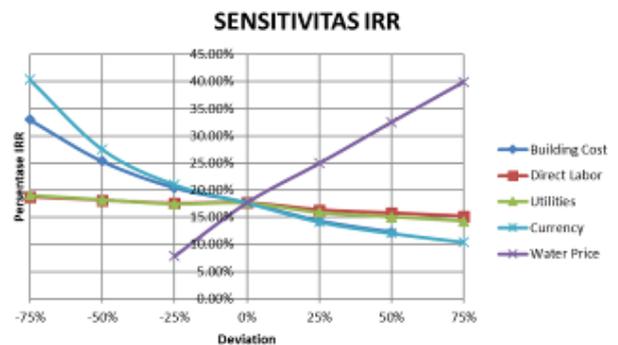
Adapun kurva payback period yang didapatkan dari analisis ekonomis dapat dilihat pada Gambar 11.



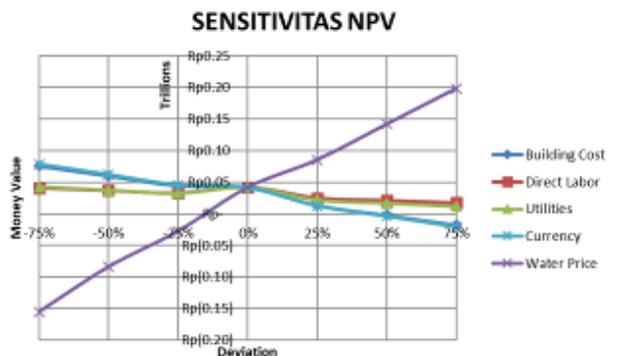
Gambar 11. Kurva Payback Period

**F. Sensitivity Cost Analysis**

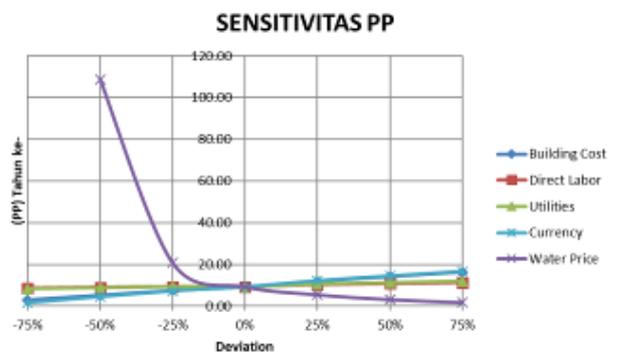
Sensitivity Cost Analysis adalah analisis kerugian dan keuntungan perusahaan apabila terdapat 1 atau lebih subjek yang mengalami kenaikan maupun penurunan harga yang ditinjau dari IRR, NPV dan PP adapun kurva yang dihasilkan dari perhitungan sensitivitas dapat dilihat pada Gambar 12-14.



Gambar 12. Kurva Sensitivitas (IRR)



Gambar 13. Kurva Sensitivitas (NPV)

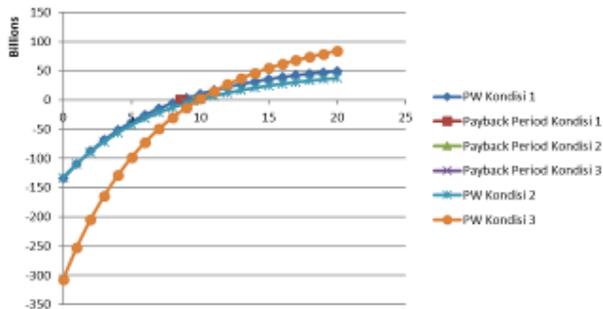


Gambar 14. Sensitivity Cost (PP)

**G. Comparative Cost Analysis**

Comparative Cost Analysis dilakukan dengan cara membandingkan 2 atau lebih objek yang bergerak pada bisnis yang sama. Analisis ekonomis jenis ini akan memberikan perbandingan PP antar 2 atau lebih metode yang

dibandingkan. Adapun kurva yang dihasilkan dari *comparative cost analysis* dapat dilihat pada Gambar 15.



Gambar 15. Comparative Cost Curve

## VI. KESIMPULAN

Didapatkan *payload* DPV berjumlah 20.000 m<sup>3</sup> untuk 2 unit DPV.

Ukuran utama optimum kapal yang didapat adalah: LoA: 117 m; Breadth: 26 m; Height : 11; Depth: 9 m.

Perhitungan teknis yang meliputi perbandingan ruang muat, *trim*, *freeboard* dan stabilitas diterima.

Dihasilkan desain Rencana Garis, Rencana Umum, dan Desain 3D dari *Desalination Production Vessel* (DPV).

Dihasilkan desain *piping arrangement* yang sesuai dengan *piping diagram*.

Berdasarkan analisis ekonomis yang telah dilakukan Dapat disimpulkan bahwa pembangunan *Desalination Production Vessel* (DPV) memenuhi kelayakan minimum investasi dengan nilai investasi meliputi:

- Price = Rp.7.500/m<sup>3</sup>
- IRR = 17,65%

- NPV = Rp. 41.598.492.770,66
- PP = 9,20 Tahun
- BEP = Rp. 24.188.411.035,68
- TCI = Rp. 134.241.973.552,97
- GE = Rp. 23.479.569.494,00

Nilai tersebut selanjutnya dibandingkan dengan kondisi lain dan didapatkan kondisi 1 menghasilkan nilai ekonomis yang lebih optimum dibandingkan 2 kondisi lainnya.

## DAFTAR PUSTAKA

- [1] M. G. Parsons, "Parametric Design, Chapter 11. USA: Department of Naval Architecture and Marine Engineering," *Univ. Michigan*, 2001.
- [2] Biro Klasifikasi Indonesia (BKI), *Rules for The Classification and Construction Volume II, Rules for Hull 2014 Edition*. Jakarta: Biro Klasifikasi Indonesia (BKI), 2014.
- [3] T. D. Oyoh, "Desalination in Water Treatment and Sustainability," Håme University of Applied Sciences, 2016.
- [4] LANXESS, "Reverse Osmosis Theory: Principle of Reverse Osmosis Membrane Separation."
- [5] PERMEN PEKERJAAN UMUM NO. 21/PRT/M/2009, *Tentang Pedoman Teknis Kelayakan Investasi Pengembangan Sistem Penyediaan Air Minum Oleh Perusahaan Daerah Air Minum (PDAM)*. 2009.
- [6] International Maritime Organization (IMO), "International Convention for the Safety of Life at Sea, 1974, as amended (SOLAS 1974)," 2009.
- [7] International Maritime Organization (IMO), "International Convention on Load Lines 1966/1988." International Maritime Organization (IMO), 1988.
- [8] International Maritime Organization (IMO), *Code on Intact Stability for All Types of Ships Covered by IMO Instruments: Resolution A.749(18)*. London: International Maritime Organization (IMO), 1995.
- [9] Direktorat Jenderal Perimbangan Keuangan, "Obligasi Daerah." [Online]. Available: [http://www.djpk.kemenkeu.go.id/?page\\_id=332](http://www.djpk.kemenkeu.go.id/?page_id=332). [Accessed: 23-Jan-2019].