

PENGELOLAAN SAMPAH DALAM KAPAL PENUMPANG TIPE PAX 2000

SOLID WASTE MANAGEMENT IN PAX 2000 TYPE SHIPBOARD PASSENGER

¹⁾Wiwik Purwiningsih, ¹⁾Atiek Moesriati dan ¹⁾Susi Agustina
¹⁾Jurusan Teknik Lingkungan FTSP-ITS

Abstrak

Strategi pengelolaan sampah di kapal penumpang ini bertujuan untuk mereduksi kuantitas sampah yang dibuang dari dalam kapal ke darat, karena belum terdapat upaya mereduksi sampah dalam kapal penumpang. Strategi pengelolaan sampah yang dibuat akan bisa mereduksi kuantitas sampah dari kapal yang dibuang ke darat sebesar 54,55 % dari seluruh kuantitas sampah kapal penumpang tipe PAX 2000. Strategi pengelolaan menghasilkan suatu koordinasi tugas yang lebih baik dan bisa mengefisienkan biaya pengelolaan sebesar 35,26 %.

Kata kunci : kapal penumpang tipe PAX 2000, reduksi sampah, sistem pengelolaan sampah

Abstract

The aim of solid waste management strategy in passenger shipboard are the reduction of solid waste quantity that throw away from ship passenger. The management strategy run with make a standard operational procedure (SOP) as implementation guidance for daily solid waste management in the ship passenger. From data and analysis and discussion that done obtained a result that is the solid waste management strategy have been made will reduce solid waste quantity from the shipboard that throw away to shore about 54,55 % from all shipboard type PAX 2000 solid waste quantity. The management strategy resulting better assignment coordination and an efficient management cost about 35,26 %.

Keywords : shipboard type PAX 2000, solid waste reduction, solid waste management system

1. PENDAHULUAN

Sampah yang dihasilkan dalam kapal penumpang dapat dikategorikan sebagai pengganggu (pencemar) lingkungan, termasuk lingkungan laut/perairan. Sampah yang dihasilkan bisa memiliki kuantitas yang cukup besar. Sampah di pantai atau estuari akan mengganggu kehidupan biota laut baik yang makro seperti ikan, maupun yang mikro seperti plankton dan algae yang sangat penting dalam rantai makanan di laut. Pengelolaan terhadap kuantitas sampah harus didasari oleh adanya suatu peraturan yang mendukung dan adanya sistem kerja yang tertuang dalam suatu standar operasi dan prosedur (SOP) yang belum terdapat pada kapal penumpang.

Dari identifikasi masalah yang dilakukan, didapatkan permasalahan yang utama yaitu belum ada upaya untuk mereduksi kuantitas sampah yang dibuang dari dalam kapal penumpang dengan mengoptimalkan pengelolaan dalam kapal dan belum adanya sistem pengelolaan sampah yang sesuai ba-

gi kapal penumpang jenis PAX 2000, yang tertuang dalam suatu petunjuk pelaksanaan atau sistem operasi dan prosedur yang baku atau menjadi acuan.

Penelitian dilakukan pada sebuah kapal penumpang tipe PAX 2000 yang dikelola oleh PT. Pelayaran Indonesia (PT. PELNI). Tipe ini dipilih karena memuat jumlah orang yang banyak, yang akan menghasilkan sampah dalam kuantitas yang cukup besar. Untuk mendapatkan hasil yang baik, penelitian dilakukan pada jangka waktu perjalanan kapal antara dua pelabuhan yang menempuh waktu 20 sampai 24 jam, dalam hubungannya untuk mendapatkan satuan perhari pada laju timbulan sampah. Jenis penelitian yang dilakukan adalah jenis penelitian deskriptif yang akan menghasilkan hasil pengukuran dari obyek sampah uji. Adapun fungsi penelitian ini ialah bersifat *explanatory* yaitu menjelaskan suatu permasalahan dan berfungsi juga sebagai aspek kontrol yang akan memberikan strategi dalam menangani permasalahan yang ada.

Laju timbulan sampah didalam kapal penumpang, digunakan sebagai pedoman untuk menentukan kuantitas sampah yang dihasilkan dan kapasitas pengolahan yang harus dilakukan. Faktor yang mempengaruhi laju timbulan sampah di dalam kapal penumpang antara lain ialah jumlah penumpang, kepadatan penumpang dan kelas penumpang di dalam kapal.

Sampah yang ditimbulkan dapat diidentifikasi secara akurat dan dapat digunakan sebagai dasar dalam proses pengolahan sampah, khususnya untuk pengolahan sampah dalam kapal penumpang, supaya bisa merencanakan jenis perlengkapan yang diperlukan dan jenis pengolahan yang sesuai. (Tchobanoglous dkk, 1993). Untuk lingkup lingkungan yang lebih kecil seperti dalam sebuah kapal penumpang, penentuan volume, jenis dan laju timbulan sampahnya akan sangat dipengaruhi oleh jenis kegiatan dalam kapal dan jumlah penumpang kapal.

Rencana pengelolaan sampah dalam kapal penumpang diperlukan untuk melaksanakan persyaratan pelayaran suatu kapal di perairan Inggris berdasarkan syarat yang ditetapkan oleh Peraturan MS (*Prevention of Pollution by Garbage*) tahun 1998 nomor 1377, tentang rencana manajemen sampah (P&O Ship Management (Irish Sea) LTD, 1999).

Tujuan penelitian yang ingin dicapai ialah menentukan reduksi kuantitas sampah yang dibuang dari dalam kapal penumpang ke darat dan menghasilkan strategi pengelolaan sampah yang sesuai bagi kapal penumpang tipe PAX 2000, yang meliputi aspek teknis, aspek ekonomis dan aspek institusi.

2. METODOLOGI

Survei pendahuluan, meliputi pengumpulan data yang berhubungan dengan kapal antara lain daftar route kapal, data jenis dan tipe kapal, jumlah masing-masing tipe kapal, dan juga peraturan, prosedur dan literatur yang akan mendukung masalah pengelolaan sampah dalam kapal. Selain itu, juga dilakukan survey dengan cara wawancara langsung dengan pihak yang terkait dengan masalah pengelolaan sampah seperti PT. PELNI, PT. PELINDO dan Kantor Dinas Karantina Pelabuhan.

Identifikasi masalah dilakukan dengan meneliti semua hal yang berhubungan dengan masalah penanganan atau pengelolaan sampah dalam kapal. Se-

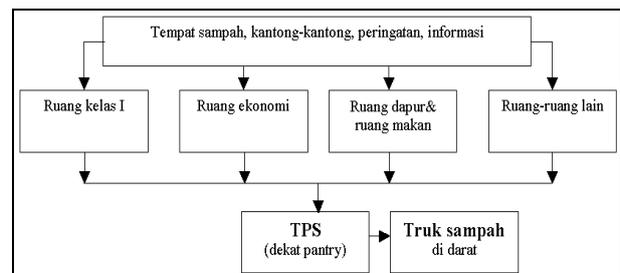
dangkan data yang dikumpulkan meliputi data primer dan data sekunder. Data primer antara lain kuantitas sampah dan laju timbulan sampah yang dilakukan dengan teknik pengukuran yang sesuai dengan kondisi lokasi penelitian. Sedangkan data primer lainnya yaitu karakteristik fisik sampah dilakukan dengan mengambil sampel sampah dari kapal dan dilakukan pemeriksaan di Laboratorium Lingkungan Jurusan Teknik Lingkungan ITS. Untuk data sekunder, data yang diambil antara lain jumlah penumpang dan sarana pengelolaan yang ada.

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

Kapal Motor Doro Londa adalah kapal yang ditentukan untuk penelitian. Kapal ini merupakan kapal motor penumpang dengan tipe PAX 2000. PAX disini mempunyai pengertian bahwa kapal tersebut memiliki kapasitas untuk ukuran satu orang dewasa (Meyer, 1994). Terdapat sembilan dek operasional. Panjang total 146,5 meter, lebar badan kapal 23,4 meter, bobot mati 3175 NETT.

Fasilitas kabin yang dimiliki antara lain penumpang kelas I-A sebanyak 36 bed, penumpang kelas I-B sebanyak 56 bed, penumpang kelas I-S sebanyak 2 bed, penumpang kelas ekonomi dek 6 sebanyak 156 bed, penumpang kelas ekonomi dek 5 sebanyak 677 bed, penumpang kelas ekonomi dek 4 sebanyak 588 bed, penumpang kelas ekonomi dek 3 sebanyak 334 bed dan penumpang kelas ekonomi dek 2 sebanyak 347 bed. Total penumpang kapal sebanyak 2206 bed. ABK dan Kadet (siswa) sebanyak 155 bed

Pengolahan sampah eksisting ditunjukkan dalam bagan alir pada Gambar 1.



Gambar 1. Pengelolaan Sampah Eksisting.

Secara umum institusi sistem pengolahan sampah di dalam kapal penumpang di bawah pimpinan Nahkoda kapal sedangkan petugas pelaksanaan

harian berada di bawah pimpinan Kepala Kamar Mesin (*Chief Engineer*, KKM).

Penelitian pertama di Kapal PAX 2000 tanggal 9 – 10 Maret 2003, menempuh pelayaran selama kurang lebih 22 jam dengan penumpang sebanyak 1867 orang. Penelitian dilakukan saat kapal berlayar pada trip ke enam. *Trip* atau *voyage* berarti perjalanan kapal mulai dari stasiun pemberangkatan pertama (*home base*) untuk berlayar dan menyinggahi pelabuhan-pelabuhan yang ditentukan sesuai route perjalanan, sampai kembali lagi ke *home base* semula yang berjalan rata-rata selama 14 hari.

Selama penelitian dilakukan kegiatan penimbangan terhadap sampah kapal dalam keadaan masih tercampur, untuk mengetahui kuantitas (jumlah) sampah yang ada dan juga untuk mengetahui laju timbulan sampahnya. Penimbangan sampah dilakukan pada lokasi-lokasi yang dianggap bisa mewakili kondisi sampah di dalam kapal.

Data lain yang didapat dari penelitian ialah data jumlah kantong-kantong berisi sampah yang dibuang ke truk pengangkut sampah di pelabuhan. Pemakaian kantong plastik di Kapal PAX 2000 rata-rata mencapai 1600 kantong tiap *trip*.

Data karakteristik sampah adalah mengenai kadar air, kalori dan komposisi sampah, merupakan data primer yang didapatkan dari hasil analisa sampel dari kapal yang diperiksa di laboratorium Teknik Lingkungan ITS, dengan hasil seperti pada Tabel 1.

Tabel 1. Komposisi Sampah Kapal Penumpang

Jenis Sampah	Kapal PAX 2000			
	Lokasi 1		Lokasi 2	
	Berat (kg)	% Berat	Berat (kg)	% Berat
Plastik/kemasan	3,25	32,1	2,7	25,9
Kertas	1,5	14,6	3,9	37,5
Kaleng/kaca	0,4	3,9	0,6	5,8
Sisa makanan	5	49,4	3,2	30,8
Jumlah	10,125	100	10,4	100
Kalori (kal/gr)	4750		4845,5	
Kadar air (%)	45,44		35,4	

Keterangan Lokasi:

1. TPS Kapal Kapal PAX 2000
2. Ruang-ruang kelas dan kantornya

Dari penelitian diperoleh bahwa rata-rata laju timbulan sampah di Kapal PAX 2000 sebesar 0,8125 kg per orang per hari. Dengan rata-rata laju timbulan sebesar 0,81 kg per orang per hari, maka dan rata-rata jumlah penumpang sebanyak 637 orang

per hari, maka sampah yang dihasilkan rata-rata kuantitasnya sebanyak 509,6 kg per hari atau sekitar 0,5 ton per hari.

Kadar air sampah tercampur sebesar 48,34% dengan kalori sebesar 4814,76 kal/gram atau sebesar 20.162,3 kJ/kg setara dengan 8668,23 Btu/lb. Persen berat dari tiap jenis sampah menunjukkan jumlah parsial atau kuantitas tiap jenis sampah dari seluruh kuantitas sampah yang ada. Sedangkan sampah yang telah dipisahkan memiliki kadar air rata-rata sebesar 38,89%, dengan kalori rata-rata sebesar 4632,27 kal/gram setara dengan 19.398,12 kJ/kg. atau sama dengan 8339,69 Btu/lb.

Jadwal kebersihan kapal dibuat seperti pada Tabel 2. Diharapkan dengan sistem ini jadwal akan terpenuhi, sampah yang dibuang ke darat ringan, waktu pengumpulan bisa lebih cepat, tidak menimbulkan lindi di TPS pembuangan dan tidak mengganggu tata ruang dan mobilisasi penumpang saat embargasi dan debargasi. Jadwal kebersihan hanya berlaku untuk jenis sampah basah saja. Sampah kering dikumpulkan pada saat dua jam menjelang kapal tiba dan dikumpulkan di dekat pintu *provision* dengan rapi dalam kantong.

Tabel 2. Jadwal Pengumpulan Sampah

Waktu	Sumber	Berat	TPS
07.00 (3 jam)	- Ruang kelas	122 kg	Ruang insinerator
	- Ruang ekonomi	4 kantong	
	- Ruang kantor		
	- Ruang kerja (kamar mesin, anjungan, kamar ABK)		
12.00 (3 jam)	Ruang ekonomi	78 kg	Ruang insinerator
17.00 (3 jam)	Ruang ekonomi	3 kantong	Ruang insinerator
		78 kg	
		3 kantong	

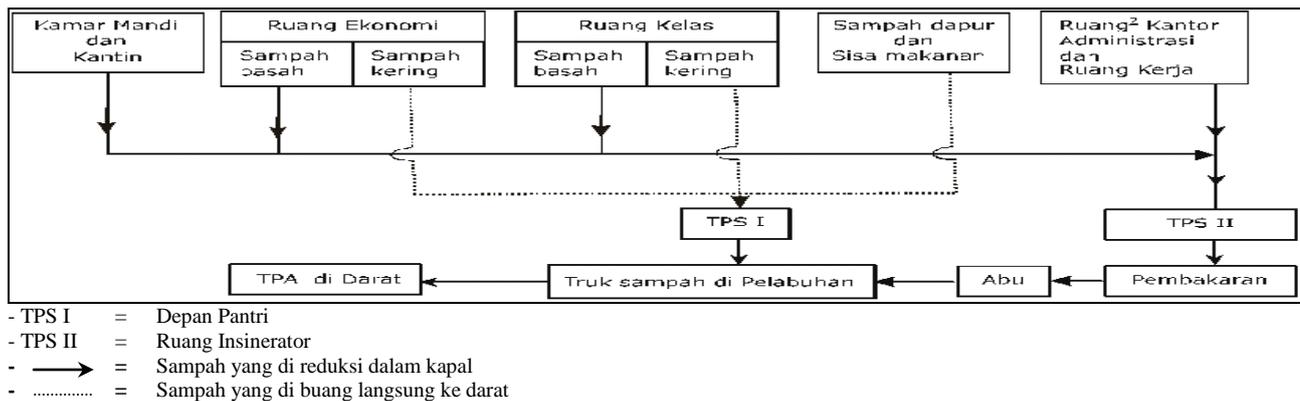
Tingkat efisiensi kerja ditinjau dari suatu keadaan dimana terjadi suatu kondisi yang berbeda dengan keadaan standart atau yang seharusnya terjadi. Sedangkan biaya pengelolaan akan meningkat bila sarana yang digunakan tidak dimanfaatkan semaksimal mungkin. Misalnya suatu kantong sampah seharusnya dipakai untuk menampung sampah sampai penuh, namun jika berisi sampah setengah dari volumenya sudah dibuang, hal ini akan menyebabkan pemakaian kantong yang berlebihan dengan biaya yang besar.

Pemisahan jenis sampah dilakukan dengan menyediakan dua tempat sampah berukuran besar yang telah ada yaitu berdiameter 40 cm dan tinggi 100 cm, yang diletakkan berdampingan di setiap titik

pengumpulan. Informasi untuk membuang sampah pada tempatnya dibuat sesuai dengan keadaan ini, yaitu ditempelkan di dinding tepat diatas kedua tempat sampah berada. Warna kedua tempat sampah dibedakan untuk memperjelas tujuan yang diinginkan, yaitu warna biru untuk sampah basah dan warna putih untuk sampah kering. Tempat sampah harus tetap diberi lapisan kantong plastik untuk mempermudah pengumpulan dan harus tertutup sesuai dan diletakkan pada titik atau tempat yang sesuai dan mudah dijangkau oleh penumpang. Satu pasang tempat sampah bisa melayani sebanyak 70

orang dengan jumlah sampah 56 kg, dan ditempatkan pada tiap jarak 15 m, yang melayani 3,5 sekat di kelas ekonomi, karena satu sekat berjarak 4 m. Perhitungan ini merupakan suatu hasil standart yang didapatkan dari penelitian ini.

Teknik pengumpulan dibuat dengan sistim terpisah antara sampah basah dan sampah kering, dan antara TPS Pantry dan TPS Insinerator. Teknik pengumpulan seperti pada Gambar 2.



Gambar 2. Diagram Alir Operasional Pengumpulan Sampah

Pertimbangan dalam menentukan pengolahan akhir ialah masalah perlindungan terhadap lingkungan perairan atau laut, darat dan udara dari bahan-bahan pencemar yang berasal dari kapal penumpang, karena kapal penumpang berpotensi untuk menghasilkan limbah, khususnya limbah padat atau sampah. Insinerator yang berada didalam kapal penumpang merupakan kombinasi antara jenis *Cyclonic Furnaces* dan *Multiple Chamber Incinerator*. Insinerator terdiri dari ruang pembakaran primer dan sekunder dengan proses siklonik untuk memisahkan partikel abu (Brunner, 1993).

Insinerator tersebut memiliki kapasitas pengolahan sampah antara 40 – 80 kg/jam, dan memiliki kapasitas kalori pembakaran maximum 400.000 kkal/jam (Godecken dan Habermann, 1996). Dari penelitian didapatkan bahwa kalori bakar rata-rata 4632,27 kkal/kg atau 19.398,12 kj/kg atau setara dengan 8339,69 Btu/lb, dengan rata-rata kadar air sebesar 38,89%. Dari nilai-nilai yang didapat dari penelitian bisa dikatakan bahwa karakteristik sampah kapal memenuhi syarat untuk dibakar dengan menggunakan insinerator, karena syarat minimum untuk kalori sebesar 5000 Btu/lb dan kadar air sebesar minimum telah terpenuhi.

Dari nilai kalori sebesar 19.398,12 kj/kg atau 4632,27 kkal/kg, untuk kapasitas minimal pembakaran sampah sebesar 40 kg/jam, nilai kapasitas kalori pembakaran sama dengan :

$$= 4632,27 \text{ kkal/kg} \times 40 \text{ kg/jam}$$

$$= 185.290,8 \text{ kkal/jam}$$

Jika kapasitas pembakaran sampah dinaikkan sampai batas maksimal yaitu sebesar 80 kg/jam, nilai kapasitas kalori pembakaran sama dengan :

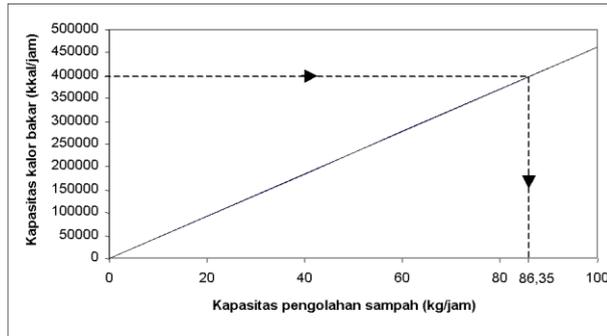
$$= 4632,27 \text{ kkal/kg} \times 80 \text{ kg/jam}$$

$$= 370.581,6 \text{ kkal/jam}$$

Dari perhitungan tersebut, nilai kalori pembakaran maksimum dari Insinerator sebesar 400.000 kkal/jam tidak akan terlampaui sampai kapasitas maksimum sampah yang bisa dibakar, yaitu 80 kg/jam.

Dari pemikiran ini, akan diupayakan peningkatan jumlah sampah yang bisa dibakar sampai mencapai batas maksimum kalori pembakaran Insinerator.

Untuk mendapatkan nilai optimum jumlah sampah yang bisa dibakar, dari data penghitungan ini akan diplot pada sebuah Gambar 3.



Gambar 3. Jumlah Sampah Yang Bisa Dibakar Dalam Insinerator

Dari Gambar 3 didapatkan bahwa jumlah sampah yang bisa dibakar, memiliki nilai optimum, sebesar 86,35 kg/jam yang berarti jumlah sampah yang bisa dibakar bisa ditingkatkan sebesar 86,35 dikurangi 80 kg/jam atau sebesar 6,35 kg/jam, yaitu sebesar 7,9 %. Analisa pengumpulan sampah menghasilkan pemisahan sampah sebanyak sekitar 278 kg yang berada dalam 10 kantong, yang bisa dimusnahkan dalam Insinerator selama satu hari. Jumlah sebanyak sekitar 278 kg merupakan jumlah atau kuantitas yang bisa direduksi dari seluruh kuantitas sampah yang akan dibuang ke darat.

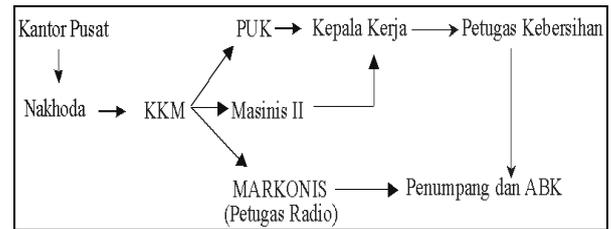
Kuantitas ini bernilai sekitar 54,55% dari seluruh nilai rata-rata kuantitas sampah yang dihasilkan suatu kapal penumpang tipe PAX 2000. Jadi bisa diartikan bahwa faktor reduksi sampah dari sistem pengolahan yang dilakukan sebesar 54,55%. Data perhitungan kapasitas pembakaran sampah dalam Insinerator ditunjukkan dalam Tabel 3.

Tabel 3. Hasil Perhitungan Kapasitas Pembakaran Sampah.

Parameter	Spesifikasi Teknis Incenerator	Karakteristik Fisik Sampah	Nilai Standar
Kuantitas sampah yang dibakar	s.d 80 kg/jam	278 kg/hari	Naik menjadi 86,35 kg/jam
Kalori bakar	Maksimum 400.000 kkal/jam	4632,27 kkal/kg = 8339,69 Btu/lb	5000-14000 Btu/lb
Kadar air	-	38,89%	5%-80%
Bahan bakar maksimum	30 kg/jam	Kapasitas maksimum untuk 3 hari	-
Laju timbulan sampah	-	0,81 kg/orang.hari	-

Struktur kepengurusan dibuat berdasarkan bagian urusan yang langsung terlibat dengan teknis pengumpulan, pembuangan dan pemusnahan sampah, serta komunikasi yang baik diantara pengurus.

Strategi struktur kepengurusan dibuat diagram alir pada Gambar 4.



Gambar 4. Struktur Kepengurusan

Analisa *Cost* :

Jika Insinerator dioperasikan untuk satu kali pembakaran dengan kapasitas maksimum yang telah diperhitungkan yaitu sebesar 87 kg dan dioperasikan selama lima sampai sepuluh menit, memiliki kapasitas bahan bakar yang diperlukan sesuai dengan spesifikasi teknis, maksimum sebanyak 30 kg/jam yang diartikan setara dengan 30 liter/jam bahan bakar solar. Spesifikasi teknis tersebut dihitung untuk kapasitas dengan satuan perjam. Jika hanya dioperasikan selama sepuluh menit dan tiga kali pengoperasian dalam sehari, berarti bahan bakar sebanyak 30 liter bisa digunakan untuk dua hari kerja. Jika satu liter solar seharga Rp. 1650 berarti biaya bahan bakar Insinerator untuk satu bahan dapat dihitung sebagai berikut:

$$\begin{aligned} \text{Dua hari kerja} &= 30 \text{ liter} \times \text{Rp. } 1650 \\ &= \text{Rp. } 49.500 \\ \text{Satu bulan} &= \text{Rp. } 742.500 \end{aligned}$$

Dengan demikian biaya (*Cost*) pengoperasian Insinerator sebesar Rp. 742.500 sebulan.

Analisa *Benefit* :

- kompensasi reduksi sampah
 - = 278 kg/hari x Rp 55/kg
 - = Rp 15.290/hari
 - = Rp 458.700/bulan.
- kompensasi sampah yang bisa diambil pemulung :
 - = 59,6 kg/hari x Rp 100/kg
 - = Rp 5.960/hari
 - = Rp 178.800/bulan.
- kompensasi peningkatan kebersihan dari penumpang
 - = 637 orang/hari x Rp 250/orang
 - = Rp159.250/hari = Rp 4.777.500/bulan.

Jadi jumlah benefit dari proses Insinerator

= Rp 5.415.000/bulan.

Hasil ratio perbandingan antara nilai benefit dan cost adalah = 7,293. Dari hasil rasio benefit-cost yang lebih besar dari 1 yaitu sebesar 7,293, menunjukkan bahwa pengolahan sampah dengan pembakaran dalam Insinerator memberi dampak yang sangat menguntungkan bagi faktor kegiatan lain di luar pengelolaan sampah dalam kapal itu sendiri.

Pembiayaan pengelolaan sampah, terdiri dari, biaya retribusi kebersihan pelabuhan sebesar Rp. 300.000 per bulan, biaya pembuangan sampah dari kapal ke truk pengangkut sampah sebesar Rp. 500.000 perbulan, biaya fumigasi sebesar Rp. 1.500.000 pertahun, biaya penyediaan kantong plastik sebanyak 684 kantong perbulan sebesar Rp. 1.231.200, gaji petugas kebersihan untuk 22 petugas sebesar Rp. 11.000.000 perbulan dan biaya bahan bakar Insinerator Rp. 742.500 perbulan.

Jadi biaya pengelolaan sampah selama satu bulan sebesar Rp. 13.773.700 perbulan, ditambah dengan biaya fumigasi sebesar Rp. 1.500.000 pertahun. Dengan strategi yang direncanakan biaya pengelolaan sampah bisa diefisiensikan sebesar 35,26% perbulan.

Tabel 4 menunjukkan strategi pengelolaan sampah yang direncanakan pada kapal penumpang.

Tabel 4. Strategi Pengelolaan Sampah Yang Direncanakan.

Sub Pengelolaan	Kuantitas		Efisiensi
	Eksisting	Strategi Rencana	
Kuantitas sampah	-	509,6 kg/hari	54%
Pewadahan	1 buah tiap 20 m ² atau 1 bu-ah tiap 20 m	1 pasang tiap 15 m, warna biru dan putih	
Kantong sampah	1600 tiap trip	342 tiap trip	78,6%
Pengumpul	-satu TPA -di pintu pembuangan	- dua TPA di pintu & incinerator	-sampah kering =33, 85% -sampah kering =66,15%
Pengolahan Akhir	80 kg/jam	88,5 kg/jam	Peningkatan kapasitas 10,6%
Tenaga kebersihan	30 orang	22 orang	Efisiensi tenaga dan gaji=26.7%
Biaya pengelolaan	Rp. 21.275.000/bln + Rp. 1.500.000/thn	Rp. 13.773.700/bln + Rp. 1.500.000/thn	Efisiensi biaya 35,26%/bln

Secara keseluruhan strategi pengelolaan sampah dalam kapal penumpang dapat ditampilkan seperti pada Tabel 4 dimana kuantitas eksisting merupakan kuantitas atau jumlah sarana pengelolaan yang ada dan kuantitas strategi adalah kuantitas atau jumlah sarana pengelolaan yang direncanakan. dan SOP yang dibuat dengan mengacu pada SOP manajemen sampah kapal Jet-Linner dan SOP *Floating Repair Docking*.

4. KESIMPULAN

Peningkatan kuantitas atau jumlah sampah yang bisa dibakar dalam Insinerator sebesar 7,9% dengan nilai kuantitas sebesar 86,35 kg/jam. Dengan rata-rata laju timbulan sampah sebesar 0,81 kg/orang.-hari dan rata-rata kuantitas sampah sebanyak 509,6 kg strategi pengelolaan yang dilakukan dapat mereduksi buangan sampah ke darat sebesar 54,55%. Dengan strategi pengelolaan yang dilakukan, di dapatkan efisiensi biaya pengelolaan sebesar 35,26%.

DAFTAR PUSTAKA

- Brunner R. Calvin (1993). **Hazardous Waste Insinerator**. Second Edition, Mc Graw-Hill, Inc. New York.
- Godecken, J. dan Habermann, U. (1996). **Kay Lindegaard's Incinerator Type Saniterm SH – 20 - SR**. Germanischer Lloyd, Hamburg.
- Meyer Jos, L. (1994). **Instruction and Maintenance Manual For KM. Bukit Raya**. Popenburg. Germany.
- P&O Ship Management (Irish Sea) LTD (1999). **Garbage Management Plan**. M.V. Jet Liner. Bahamas.
- Tchobanoglous G, Theisen, H, Vigil, Sa, (1993). **Integrated Solid Waste Management**. Mc Graw Hill, International Editions.