

Model Evaluasi Fasilitas Pengelolaan Limbah di Pelabuhan: Studi Kasus Pelabuhan Tanjung

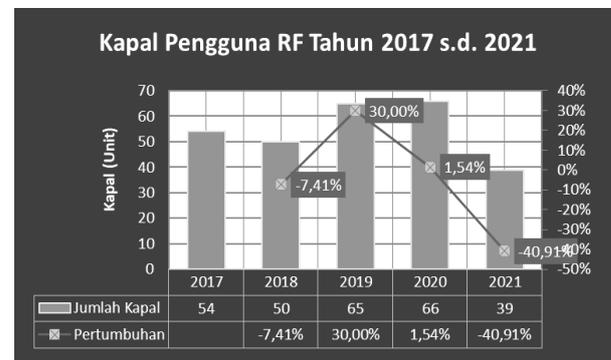
Safira Rizkiah Wahyudi, Hasan Iqbal Nur, dan Oktaviani Turbaningsih
Departemen Teknik Transportasi Laut, Institut Teknologi Sepuluh Nopember (ITS)
e-mail: hasaniqba@seatrans.its.ac.id

Abstrak—Pemanfaatan *port reception facilities* (PRF) di Pelabuhan Tanjung Priok dapat dikatakan belum optimal. Diketahui dari data 5 (lima) tahun ke belakang, jumlah kapal yang menggunakan fasilitas tersebut semakin menurun. Kapal yang membuang limbahnya di Pelabuhan Tanjung Priok kurang dari 0,27% pada tahun 2020. Hal tersebut terjadi karena mahalnya tarif yang dikenakan sehingga operator kapal memilih mengelola limbahnya sendiri. Dari permasalahan tersebut, dilakukan penelitian untuk mengetahui kondisi eksisting *port reception facilities* (PRF) di Pelabuhan Tanjung Priok, mengetahui potensi *port reception facilities* (PRF) di Pelabuhan Tanjung Priok, serta mengevaluasi *port reception facilities* (PRF) di Pelabuhan Tanjung Priok agar dapat meningkatkan jumlah penggunaannya. Dalam penelitian ini, diberikan alternatif yang dapat dilakukan untuk meningkatkan jumlah pengguna *port reception facilities* (PRF) dengan beberapa skenario yaitu skenario pemberian subsidi dan skenario pemberian dana *refund*. Berdasarkan hasil analisis dapat disimpulkan bahwa pada saat kondisi eksisting tarif layanan PRF sebesar Rp 250.000 per ton mampu memproduksi jumlah kapal pengguna PRF yang membongkar limbah minyak dan air sebanyak 52 unit dan jumlah kapal pengguna PRF yang membongkar limbah sampah sebanyak 7.486 unit pada tahun 2023. Kemudian, skenario pemberian subsidi dapat menurunkan tarif layanan PRF sebesar Rp 175.000 per ton sehingga didapatkan besaran subsidi sebesar Rp 75.000 per ton. Skenario pemberian subsidi dapat meningkatkan jumlah kapal pengguna PRF yang membongkar limbah minyak dan air sebanyak 75 unit dan jumlah kapal pengguna PRF yang membongkar limbah sampah sebanyak 10.695 unit pada tahun 2023. Sedangkan, skenario pemberian dana *refund* dapat meningkatkan jumlah kapal pengguna PRF yang membongkar limbah minyak dan air sebanyak 59 unit dan jumlah kapal pengguna PRF yang membongkar limbah sampah sebanyak 8.777 unit pada tahun 2023. Sehingga dapat dinyatakan bahwa skenario pemberian subsidi memberikan peningkatan jumlah kapal pengguna PRF lebih besar.

Kata Kunci—Tarif *Port Reception Facilities* (PRF), Subsidi, *Refund*.

I. PENDAHULUAN

PELABUHAN sebagai salah satu rantai logistik maritim berperan penting bagi seluruh proses perdagangan, baik perdagangan nasional maupun internasional. Namun, dalam kegiatan bisnis kepelabuhanan ada dampak yang ditimbulkan yaitu penurunan kualitas lingkungan. Peningkatan volume muatan yang ditangani oleh pelabuhan akan berbanding lurus dengan peningkatan dampak negatif terhadap lingkungan. Oleh karena itu, untuk menjaga keberlanjutan proses logistik maritim khususnya pada jasa kepelabuhanan maka pelabuhan harus mampu beradaptasi dengan perubahan dunia tersebut. Konsep Green Port merupakan salah satu jawaban yang mengacu pada pembangunan berkelanjutan, ketahanan energi dan konservasi sumber daya alam serta pengelolaan limbah dengan *reduce-reuse-recycle* (3R) dan menunjang

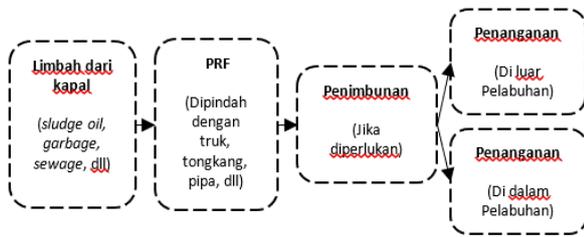


Gambar 1. Kapal Pengguna PRF Tahun 2017 s.d. 2021.

pengurangan limbah dari kegiatan perkapalan dan kepelabuhanan. Pemerintah telah mengeluarkan beberapa aturan untuk mengurangi pencemaran lingkungan di pelabuhan dengan mewajibkan kepada setiap pelabuhan umum maupun pelabuhan khusus di Indonesia untuk menyediakan fasilitas pengumpulan dan penyimpanan limbah yang berasal dari kegiatan kapal. Peraturan tersebut tercantum dalam Peraturan Menteri Negara Lingkungan Hidup no. 5 tahun 2009 tentang Pengelolaan Limbah di Pelabuhan.

Pelabuhan Tanjung Priok merupakan pelabuhan tersibuk di Indonesia yang mana mempunyai peranan yang sangat strategis dalam mendukung pertumbuhan ekonomi dengan perannya mendistribusikan logistik ke seluruh kota di Indonesia maupun ke berbagai negara. Menjadi tempat keluar – masuknya 50% barang di Indonesia, Pelabuhan Tanjung Priok telah menyiapkan fasilitas pengelolaan limbah atau *port reception facilities* (PRF) sebagai tindakan pencegahan pencemaran lingkungan pelabuhan yang juga selaras dengan konsep Green Port. Penanganan limbah di pelabuhan tersebut telah terhubung dengan sistem INAPORTNET milik Kementerian Perhubungan sehingga terjamin transparansi terhadap pelayanan kapal dan barang di pelabuhan. Kapal pengguna RPF tertera pada Gambar 1.

Dalam pemanfaatan *port reception facilities* (PRF) di Pelabuhan Tanjung Priok dapat dikatakan belum optimal. Diketahui bahwa menjelaskan data 5 (lima) tahun ke belakang jumlah kapal pengguna layanan *port reception facilities* (PRF) tersebut semakin menurun. Kapal yang membuang limbahnya di Pelabuhan Tanjung Priok kurang dari 0,27% pada tahun 2020. Hal tersebut disebabkan dalam penggunaan fasilitas tersebut pihak operator kapal diharuskan untuk mengeluarkan uang yang dirasa cukup mahal yaitu Rp 250.000 per ton limbah sehingga pihak operator kapal lebih memilih untuk mengelola limbahnya sendiri daripada menggunakan layanan *port reception facilities* (PRF) di pelabuhan tersebut. Namun, dalam praktiknya dikhawatirkan kapal – kapal yang mengelola limbahnya sendiri tersebut



Gambar 4. Alur Pengelolaan Limbah Kapal.



Gambar 5. Produksi Limbah dan Kapal Pengguna PRF Berdasarkan MARPOL Annex I Tahun 2018 s.d. 2020.

tidak mematuhi aturan yang berlaku dan malah membuang limbahnya ke area perairan secara sembarangan yang dapat mencemari ekosistem laut. Maka dari itu, dalam penelitian kali ini akan mengevaluasi fasilitas pengelolaan limbah di pelabuhan dengan studi kasus Pelabuhan Tanjung Priok agar kedepan pemanfaatannya lebih optimal.

II. STUDI LITERATUR

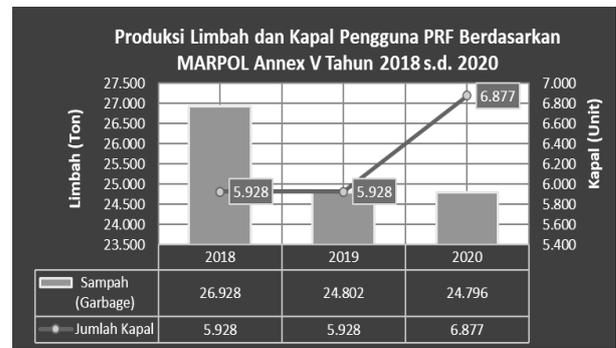
A. Pencemaran Laut

Pencemaran adalah keadaan yang terjadi sebagai akibat dari adanya bahan pencemar di suatu ekosistem yang dapat dinetralisasikan. Secara umum masalah pencemaran dilihat dari media yang dicemari, dapat digolongkan menjadi 3 (tiga) kelompok, yaitu pencemaran udara (*air pollution*), pencemaran air (*water pollution*), dan pencemaran tanah (*soil pollution*). Pencemaran radiasi radioaktif bisa berada pada media udara, air, tanah ataupun makanan/minuman. Pencemaran radiasi panas bisa berada pada media udara dan air [1]. Pencemaran di laut bersumber pada limbah industri, limbah transportasi seperti buangan minyak/oli bekas, limbah rumah tangga seperti sampah, *surfactant/* detergen, limbah tumpahan minyak, pembuangan *sludge oil*, dll. Sebagai sarana utama transportasi laut, kapal memiliki potensi sumber pencemaran laut.

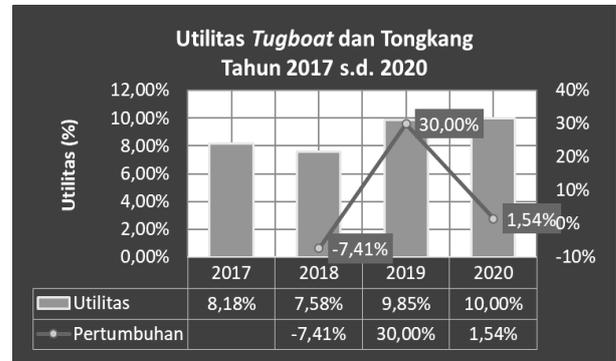
Adapun dampak dari pencemaran laut dari sisi ekologis yaitu merusak habitat makhluk hidup seperti ikan, coral, tanaman bakau, dll. Sektor ekonomi pun juga terdampak yaitu menurunnya tingkat kunjungan turis, menurunnya tingkat tangkapan ikan oleh nelayan, meningkatnya biaya operasi nelayan untuk penangkapan ikan, menurunnya volume ekspor, secara keseluruhan menurunkan kesejahteraan nelayan. Kemudian, dari sisi kesehatan dapat menyebabkan penyakit akibat masuknya bahan plastik ke rantai makanan.

B. Jenis Limbah Kapal

Dalam rangka mencegah pencemaran lingkungan laut oleh kegiatan pelayaran kapal, International Maritime



Gambar 2. Produksi Limbah dan Kapal Pengguna PRF Berdasarkan MARPOL Annex V Tahun 2018 s.d. 2020.



Gambar 3. Utilitas Tugboat dan Tongkang 2017 s.d. 2020.

Organization (IMO) mengeluarkan regulasi MARPOL atau *Marine Pollution 73/78*. Konvensi internasional ini mengklasifikasikan limbah yang diatur berdasarkan 6 (enam) *annex*, sebagai berikut :

1. *Annex I* mengatur limbah minyak dan campuran minyak
2. *Annex II* mengatur limbah cair berbahaya dalam bentuk curah seperti bahan kimia dalam jumlah besar
3. *Annex III* mengatur limbah bahan berbahaya dalam kemasan
4. *Annex IV* mengatur limbah cair domestik dari kapal seperti limbah dari toilet, limbah dari ruang medis, dll.
5. *Annex V* mengatur sampah dan limbah lainnya yang dihasilkan dari kegiatan pelayaran kapal (cair dan padat) yang tidak diatur oleh Annex I, II, III dan IV.
6. *Annex VI* mengatur mengenai polusi udara

Limbah – limbah yang diatur dalam Annex I dan II bersifat racun dan mudah terbakar atau memiliki sifat fisika dan kimia lainnya sehingga dapat dikategorikan sebagai Limbah Bahan Beracun dan Berbahaya (B3).

C. Konsep Pengelolaan Limbah Kapal

Perkembangan ekonomi global menyebabkan jumlah kapal yang masuk ke Pelabuhan meningkat. Akibat dari kedatangan kapal ini, membuat peningkatan jumlah limbah yang dihasilkan oleh kapal sehingga diperlukan sistem pengelolaan limbah yang tepat agar tidak terjadi pencemaran air laut di sekitar area pelabuhan. Pembuangan limbah sembarangan dan tidak dikelola dengan baik dapat menimbulkan pencemaran air, tanah, dan udara. Maka, dapat dikatakan pengelolaan limbah ini bertujuan untuk perlindungan lingkungan. Bentuk perlindungan tersebut berupa pencegahan, penanggulangan pencemaran dan kerusakan lingkungan, pemulihan kualitas lingkungan tercemar, dan meningkatkan kemampuan dan fungsi kualitas lingkungan. Gambar 2 adalah konsep pengelolaan limbah kapal.



Gambar 7. Utilitas Tangki Penampungan 2017 s.d. 2020.

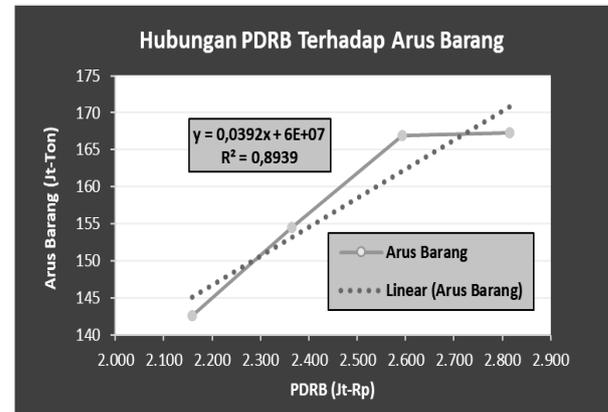


Gambar 8. Utilitas Tempat Penampungan Sementara (TPS) 2018 s.d. 2020.

Secara umum, pengelolaan limbah diawali dari kapal yang menghasilkan limbah selama beroperasi seperti limbah minyak, sisa makanan, limbah domestik, ataupun limbah muatan yang keluar dari ruang muat saat diangkut. Kemudian saat kapal sandar di pelabuhan yang memiliki *reception facilities* (RF), limbah tersebut akan dipindahkan pelabuhan dengan bantuan fasilitas penunjang yang meliputi *tugboat*, tongkang, pipa, dll. Setelah sampai di pelabuhan, limbah dapat ditimbun di tangki penampungan limbah minyak atau di tempat penampungan sementara (TPS) jika diperlukan. Selanjutnya, akan dilakukan penangan terhadap limbah yang dapat dilakukan di dalam maupun di luar pelabuhan.

D. Port Reception Facilities (PRF)

Peraturan Menteri Negara Lingkungan Hidup Nomor 5 Tahun 2009 tentang Pengelolaan Limbah di Pelabuhan menyatakan bahwa setiap pelabuhan umum dan pelabuhan khusus wajib menyediakan *port reception facilities* (PRF) yang berasal dari usaha dan/atau kegiatan kapal. *port reception facilities* (PRF) adalah fasilitas reduksi, penyimpanan, pengumpulan, pengangkutan, pemanfaatan, pengolahan dan/atau penimbunan limbah di pelabuhan yang berasal dari kegiatan operasional kapal dan/atau kegiatan penunjang pelabuhan. Fungsi fasilitas penampungan yang dimaksud diperuntukkan untuk menangani berbagai macam limbah yang dihasilkan kapal, termasuk limbah berminyak, bahan cair beracun, muatan berbahaya dalam kemasan, limbah kotor (*sewage*), dan sampah (*garbage*) [2]. Limbah kapal mencakup semua bahan berbahaya dan limbah tidak berbahaya yang telah dihasilkan selama kapal beroperasi. Fasilitas penampungan harus dirancang dan ditempatkan secara memadai untuk memenuhi keperluan penampungan tanpa mengakibatkan keterlambatan yang tidak perlu bagi kapal, hal tersebut meliputi kapasitas yang cukup, sesuai dengan jenis limbah, mudah untuk diangkut ke TPA.



Gambar 6. Hubungan PDRB Terhadap Arus Barang.

E. Subsidi

Subsidi adalah bentuk bantuan keuangan yang dibayarkan kepada suatu bisnis atau sektor ekonomi. Subsidi berfungsi sebagai variabel yang mengoreksi terhadap ketidaksempurnaan pasar. Kebijakan subsidi di Indonesia memiliki tujuan utama yaitu menjaga masyarakat kurang mampu agar tetap akses terhadap pelayanan publik, pembangunan ekonomi, dan sosial.

F. Refund/Pengembalian

Refund merupakan pengembalian dana yang dilakukan oleh penjual yang disebabkan berbagai macam alasan yang diajukan oleh pembeli. Alasan tersebut salah satunya yaitu untuk menarik pembeli agar mau membeli produk dari penjual. Jadi *refund* atau pengembalian dana ini dimaksud untuk meningkatkan pembeli.

G. Analisis Regresi Linier Sederhana

Metode regresi linier sederhana digunakan untuk menyatakan hubungan linier antara 2 (dua) variabel dimana salah satu variabel dianggap dapat memengaruhi variabel yang lain disebut variabel independen. Sedangkan, variabel yang dipengaruhi disebut dengan variabel dependen. Berikut adalah perumusan umum regresi linier sederhana :

$$Y = a + bX$$

dimana :

Y = variabel dependen

a = konstanta regresi, menyatakan harga Y bila X = 0

b = konstanta regresi, menyatakan harga X bila Y = 0

X = variabel independen

Variabel independen atau variabel X diasumsikan dapat diabaikan karena dalam analisis regresi yang ditinjau adalah variabel dependen atau variabel dependen

H. Analisis Sensitivitas

Analisis sensitivitas adalah suatu metode untuk dapat melihat pengaruh yang akan terjadi akibat keadaan yang berubah – ubah [3]. Analisis sensitivitas biasa digunakan untuk pendekatan yang digunakan untuk memeriksa konsistensi dan ketahanan terhadap suatu pilihan. Pendekatan analisis sensitivitas ini menentukan nilai perubahan terkecil dalam kriteria saat ini yang dapat mengubah peringkat alternatif yang ada. Hasil analisis dari metode ini dapat menghasilkan keputusan yang lebih baik jika pembuat keputusan dapat menentukan seberapa kritis setiap kriteria.

Tabel 1.
Fasilitas Pengelolaan Limbah di Pelabuhan Tanjung Priok

Fasilitas	Unit	Kapasitas	Keterangan
1. <i>Tugboat</i>			3 Nahkoda, 3 KKM,
o TB. Tanjung V	2	350 HP	3 ABK
o KT. Tanjung VII		350 HP	
2. Tongkang			6 ABK
o TK. BPP 105	2	285 ton	
o TK. RF I		300 ton	
3. Tangki Penampungan	2	25 ton	Bahan Baja
		3 ton	Bahan Beton
4. Tempat Penampungan Sementara (TPS)	5 m ³		
5. <i>Oil Boom</i>	1	200 m	

Tabel 2.
Proyeksi Arus Barang dan Arus Kapal dari Tahun 2016 s.d. 2040

Tahun	Arus Barang (ton)	Arus Kapal (unit)
2016	142.625.806	8.213
2017	154.518.327	8.375
2018	166.935.619	7.808
2019	167.283.233	8.020
2020	180.875.914	7.722
2021	191.796.592	8.741
2022	203.708.597	9.284
2023	216.701.916	9.875
2024	230.874.704	10.521
2025	246.334.030	11.226
2026	263.196.678	11.993
2027	280.576.908	12.786
2028	299.447.930	13.645
2029	319.937.616	14.579
2030	342.184.807	15.593
2031	366.340.255	16.694
2032	391.038.794	17.818
2033	417.732.361	19.032
2034	446.582.104	20.348
2035	477.762.190	21.768
2036	511.460.851	23.303
2037	547.881.526	24.961
2038	587.244.087	26.753
2039	629.786.163	28.692
2040	675.764.582	24.545

III. METODOLOGI

Penelitian ini diawali dengan identifikasi permasalahan yang terjadi di lokasi studi kasus. Kemudian, dilakukan pengumpulan data meliputi data sekunder seperti LK3 Pelabuhan Tanjung Priok, manifest limbah, dan tarif layanan PRF dan data primer seperti fasilitas PRF dan standar operasional PRF. Proses pengumpulan data dilakukan dengan metode survei lapangan dan wawancara kepada pekerja layanan *port reception facilities* (PRF) di Pelabuhan Tanjung Priok. Berdasarkan data tersebut dapat dilakukan pengolahan data yang terdiri dari analisis kondisi eksisting dan analisis potensi dari layanan *port reception facilities* (PRF).

A. Analisis Kondisi Eksisting

Limbah dikategorikan atau diklasifikasikan berdasarkan regulasi MARPOL 73/78. Berdasarkan MARPOL Annex I, limbah yang ditangani oleh *port reception facilities* (PRF) di Pelabuhan Tanjung Priok adalah *sludge oil* atau minyak lumpur dan ada juga *slop oil* yang merupakan percampuran antara minyak dan air. Selain itu, berdasarkan MARPOL Annex V ada pula sampah atau *garbage* yang merupakan limbah padat berupa plastik, *food waste*, limbah padat domestik, dll yang dihasilkan oleh anak buah kapal (ABK) maupun penumpang saat berlayar. Jenis kapal yang biasa menggunakan PRF di Pelabuhan Tanjung Priok adalah kapal *general cargo*, petikemas, tanker, bulk carrier, dll dengan

Tabel 3.
Proyeksi Arus Limbah dan Arus Kapal Pengguna PRF dari Tahun 2016 s.d. 2040

Tahun	Arus Limbah (ton)	Arus Kapal Pengguna (unit)
2016	27.911	6.222
2017	26.088	5.928
2018	26.856	7.484
2019	29.183	7.129
2020	30.996	7.486
2021	32.969	7.862
2022	35.126	8.257
2023	37.480	8.672
2024	40.041	9.110
2025	42.688	9.568
2026	45.556	10.050
2027	48.675	10.557
2028	52.060	11.091
2029	55.736	11.652
2030	59.489	12.240
2031	63.542	12.858
2032	67.935	13.509
2033	72.676	14.193
2034	77.801	14.913
2035	83.337	15.670
2036	89.320	16.466
2037	95.793	17.305
2038	102.785	18.187
2039	27.911	6.222
2040	26.088	5.928

jumlah limbah dari tahun 2018 s.d. 2020 ditunjukkan dalam Gambar 3 dan Gambar 4.

Pada Gambar 3 diketahui bahwa produksi limbah minyak dan air pada tahun 2018 masing – masing sebesar 689 ton dan 294 ton serta dengan jumlah kapal sebanyak 50 unit. Rata – rata produksi limbah minyak dari tahun 2018 s.d. 2020 sebanyak 1.143 ton atau 4,4% dari keseluruhan limbah. Sedangkan, rata – rata produksi limbah air dari tahun 2018 s.d. 2020 sebanyak 300 ton atau 1,1% dari keseluruhan limbah.

Pada Gambar 4 diketahui bahwa produksi limbah sampah pada tahun 2019 sebanyak 24.802 ton dan jumlah kapal pengguna PRF sebanyak 5.928 unit. Rata – rata produksi limbah sampah dari tahun 2018 s.d. 2020 sebanyak 25.509 ton atau 94,5% dari keseluruhan limbah. Kegiatan layanan *port reception facilities* (PRF) ditunjang dengan beberapa fasilitas yang tertera pada Tabel 1.

Dari Tabel 1 diketahui PT Pelabuhan Indonesia (Persero) Cab. Tanjung Priok sebagai penyedia layanan *port reception facilities* (PRF) menyediakan 5 (lima) jenis fasilitas untuk menunjang kegiatan dengan mekanisme pengumpulan limbah dimulai dari kapal mengajukan surat permohonan pembuangan limbah kepada operator PRF yaitu PT Pelabuhan Indonesia (Persero) Cab. Tanjung Priok. Kemudian, operator PRF melanjutkan untuk meminta surat izin bongkar limbah ke syahbandar. Ketika telah disetujui, operator PRF akan mulai bergerak untuk mengambil limbah dengan cara menggunakan fasilitas *tugboat* dan tongkang yang akan menuju ke titik lokasi kapal sandar dan dilakukanlah proses pemindahan limbah ke tongkang. Setelah itu, *tugboat* dan tongkang kembali ke dermaga PRF dan wajib melaporkan manifest limbah ke syahbandar. Setelah kegiatan pengumpulan limbah dilakukan di area pelabuhan, proses tersebut tidak berhenti disitu melainkan ada pula kegiatan selanjutnya di luar area pelabuhan. Setelah limbah disimpan di fasilitas penampungan limbah, PT Pelabuhan Indonesia (Persero) Cab. Tanjung Priok telah bekerja sama dengan perusahaan pengangkut limbah yaitu PT

Tabel 6. Proyeksi Utilitas Fasilitas PRF dari Tahun 2016 s.d. 2040

Tahun	Tugboat dan Tongkang	Tangki Penampungan	Tempat Penampungan Sementara
Eksisting	2016	7,58%	15,58%
	2017	9,85%	1,20%
	2018	10,00%	1,93%
	2019	11,58%	1,56%
	2020	12,58%	1,65%
Pendek	2021	15,59%	1,87%
	2022	19,24%	2,14%
	2023	21,38%	2,28%
	2024	23,72%	2,43%
	2025	26,34%	2,60%
Menengah	2026	29,25%	2,78%
	2027	32,47%	2,97%
	2028	36,05%	3,17%
	2029	40,03%	3,39%
	2030	49,34%	3,88%
Panjang	2031	60,82%	4,44%
	2032	74,97%	5,11%
	2033	7,58%	0,92%
	2034	9,85%	1,20%
	2035	10,00%	1,93%
	2036	11,58%	1,56%
	2037	12,58%	1,65%
	2038	15,59%	1,87%
	2039	19,24%	2,14%
	2040	21,38%	2,28%

Tabel 7. Komponen Biaya dan Pendapatan Layanan PRF Eksisting

Tahun	Total Biaya (Jt-Rp)	Pendapatan (Jt-Rp)
2021	5.951,66	6.466,50
2022	5.954,85	7.749,08
2023	5.958,30	8.242,37
2024	5.962,05	8.781,57
2025	5.966,14	9.370,01
2026	5.970,63	10.010,20
2027	5.975,58	10.672,09
2028	5.981,05	11.389,08
2029	5.987,12	12.168,66
2030	5.993,89	13.015,01
2031	6.001,46	13.933,98
2032	6.009,97	14.872,15
2033	6.019,55	15.885,44
2034	6.030,36	16.983,87
2035	6.042,61	18.169,10
2036	6.056,51	19.450,32
2037	6.072,33	20.834,20
2038	6.090,36	22.329,93
2039	6.110,95	23.948,36
2040	6.134,49	25.696,16

Binasamsurya Madala dan PT Indowastek yang memindahkan limbah dari pelabuhan menuju ke lokasi perusahaan pemanfaat limbah. Kemudian, perusahaan pemanfaat limbah yang dikontrak adalah PT Karya Nusa Bumi Persada dan PT Triguna Pratama.

Berdasarkan Gambar 5 diketahui pada tahun 2018, nilai utilitas tugboat dan tongkang sebesar 7,58% dan setelah dilakukan perhitungan didapatkan nilai rata – rata utilitas tugboat dan tongkang pada tahun 2017 s.d. 2020 sebesar 8,09%.

Berdasarkan Gambar 6 diketahui pada tahun 2020, nilai utilitas tugboat dan tongkang sebesar 1,93% dan setelah dilakukan perhitungan didapatkan nilai rata – rata utilitas tangki penampungan pada tahun 2017 s.d. 2020 sebesar 1,25%.

Berdasarkan Gambar 7 diketahui pada tahun 2019, nilai utilitas tempat penampungan sementara (TPS) sebesar 14,35% dan setelah dilakukan perhitungan didapatkan nilai rata – rata utilitas storage tank atau tangki penampungan limbah minyak pada tahun 2018 s.d. 2020 sebesar 14,76%.

Tabel 4. Hubungan antara Profit dengan Jumlah Limbah dan Biaya Satuan

Biaya Satuan (Rp/ton)	Limbah (ton)	Profit (Jt-Rp)	Besar Subsidi (Rp)
25.000,00	238.066	-993,98	225.000,00
50.000,00	119.033	-409,89	200.000,00
75.000,00	79.355	-215,19	175.000,00
100.000,00	59.517	-117,84	150.000,00
125.000,00	47.613	-59,43	125.000,00
150.000,00	39.678	-20,49	100.000,00
175.000,00	34.009	7,32	75.000,00
200.000,00	29.758	28,18	50.000,00

Tabel 5. Perbandingan Pendapatan Layanan PRF Sesudah dan Sebelum Pemberian Subsidi

Tahun	Pendapatan Sebelum Subsidi (Jt-Rp)	Pendapatan Setelah Subsidi (Jt-Rp)
2021	4.526,55	5.602,54
2022	5.424,35	6.816,37
2023	5.769,66	7.500,11
2024	6.147,10	6.147,10
2025	6.559,01	6.559,01
2026	7.007,14	7.007,14
2027	7.470,47	7.470,47
2028	7.972,35	7.972,35
2029	8.518,06	8.518,06
2030	9.110,51	9.110,51
2031	9.753,79	9.753,79
2032	10.410,51	10.410,51
2033	11.119,81	11.119,81
2034	11.888,71	11.888,71
2035	12.718,37	12.718,37
2036	13.615,22	13.615,22
2037	14.583,94	14.583,94
2038	15.630,95	15.630,95
2039	16.763,85	16.763,85
2040	17.987,31	17.987,31



Gambar 9. Jumlah Pengguna PRF Skenario Pemberian Subsidi.

Proyeksi arus kapal digunakan untuk melihat potensi peningkatan atau penurunan kunjungan kapal beberapa tahun kedepan. Proyeksi dilakukan dengan meninjau PDRB dan arus barang di pelabuhan tersebut. Untuk memproyeksi arus kapal, harus dilihat terlebih dahulu dari arus barang pelabuhan Tanjung Priok dan PDRB Provinsi DKI Jakarta. Hubungan antara PDRB DKI Jakarta dengan arus barang dapat ditunjukkan melalui regresi linier, dimana jika r square mendekati satu maka dapat dikatakan bahwa PDRB DKI Jakarta memiliki hubungan erat dengan PDRB DKI Jakarta.

Dari Gambar 8 dengan total PDRB DKI Jakarta pada tahun 2016 s.d. 2020 sebesar 2.483 (Jt-Rp) dapat diketahui memiliki hubungan erat atau korelasi yang kuat dengan arus barang Pelabuhan Tanjung Priok yang ditunjukkan dengan r square 0,89 dengan slope 0,039 dan intercept 60.751.923,24 Pada

Tabel 2 diketahui bahwa arus barang dan arus kapal diproyeksikan akan meningkat hingga tahun 2040. Pada tahun 2025 jumlah barang di Pelabuhan Tanjung Priok



Gambar 10. Jumlah Pengguna PRF Skenario Pemberian Dana Refund.

Tabel 8.

Perbandingan Pendapatan Layanan PRF Sesudah dan Sebelum Pemberian Dana Refund

Tahun	Pendapatan Sebelum Refund (Jt-Rp)	Pendapatan Setelah Refund (Jt-Rp)
2021	4.526,55	7.302,08
2022	5.424,35	7.419,70
2023	5.769,66	8.533,75
2024	6.147,10	8.228,77
2025	6.559,01	8.669,06
2026	7.007,14	9.136,36
2027	7.470,47	9.632,82
2028	7.972,35	10.160,85
2029	8.518,06	10.723,10
2030	9.110,51	11.322,55
2031	9.753,79	11.962,52
2032	10.410,51	12.646,72
2033	11.119,81	13.379,32
2034	11.888,71	14.165,01
2035	12.718,37	15.009,07
2036	13.615,22	15.917,47
2037	14.583,94	16.896,95
2038	15.630,95	17.955,15
2039	16.763,85	19.100,72
2040	17.987,31	20.343,52

sebanyak 246.334.030 ton. Begitu pula, pada tahun 2030 jumlah kapal yang sandar di Pelabuhan Tanjung Priok sebanyak 15.593 unit.

Proyeksi arus limbah didapatkan dari perkalian antara proyeksi arus kunjungan kapal dengan rata – rata produksi limbah per kapal dan rata – rata kapal pengguna RF. Untuk rata – rata produksi limbah per kapal didapatkan dari total jumlah limbah dibagi jumlah kapal pengguna RF dibagi jumlah rentan tahun yang digunakan. Sedangkan, untuk rata – rata kapal pengguna PRF didapatkan dari total jumlah kapal pengguna dibagi arus kunjungan kapal dibagi jumlah rentan tahun yang digunakan. Berikut adalah hasil dari proyeksi produksi limbah mulai dari tahun 2017 s.d. 2040

Pada Tabel 3 diketahui bahwa limbah yang diproduksi oleh port reception facilities (PRF) diproyeksikan akan meningkat hingga tahun 2040. Pada tahun 2027, jumlah limbah yang diproduksi sebanyak 48.675 ton. Begitu pula, pada tahun 2025 jumlah kapal pengguna PRF sebanyak 9.568 unit.

Proyeksi utilitas dilakukan untuk melihat potensi penggunaan fasilitas pengelolaan limbah hingga tahun 2040. Berikut adalah grafik proyeksi utilitas tugboat dan tongkang dari tahun 2017 s.d. 2040

Pada **Error! Reference source not found.** Tabel 3 diketahui bahwa utilitas dari fasilitas port reception facilities (PRF) diproyeksikan akan meningkat hingga tahun 2040. Pada tahun 2027, utilitas tugboat dan tongkang mencapai 32,47%. Begitu pula, pada tahun 2025 utilitas tangki penampungan mencapai 2,60%. Adapun, pada tahun 2026 utilitas tempat

penampungan sementara (TPS) mencapai 28,40%.

Dari informasi yang didapatkan melalui wawancara kepada pihak pengelola port reception facilities (PRF), PT Pelabuhan Indonesia (Persero) Cab. Tanjung Priok menetapkan tarif layanan pengelolaan limbah kapal yaitu sebesar Rp 250.000 untuk setiap ton limbah yang dibongkar. Sehingga, pada tahun 2021 diketahui pendapatan yang diperoleh sebesar 6.466,50 (Jt-Rp). Berikut merupakan proyeksi biaya dan pendapatan layanan port reception facilities (PRF) dari tahun 2021 s.d. 2040

Diketahui dari

Tabel 5 pada tahun 2023 biaya yang dikeluarkan oleh layanan port reception facilities (PRF) sebesar 5.958,30 (Jt-Rp) dan diketahui pula pendapatan di tahun 2023 yaitu sebesar 8.242,37 (Jt-Rp).

B. Analisis Potensi

Analisis potensi dilakukan terhadap masing – masing fasilitas yang dimiliki oleh port reception facilities (PRF) seperti tugboat dan tongkang, tangki penampungan, dan tempat penampungan sementara (TPS) menggunakan persamaan berikut :

$$Limbah\ yang\ dapat\ dilayani\ (ton/tahun) = Kapasitas \times \frac{Jam\ kerja}{Rata-rata\ pemakaian} \times hari\ kerja$$

Selama 330 hari waktu kerja, maka untuk tugboat dan tongkang yang berkapasitas muat sebesar 585 ton dengan waktu kerja 2 jam per minggu dan rata – rata pemakaian 2 jam setiap pemakaian diketahui limbah yang dapat dilayani tugboat dan tongkang sebesar 193.050 ton/tahun. Sedangkan, tangki penampungan yang kapasitas muat 27 ton dengan waktu kerja 24 jam per hari dan rata – rata penampungan selama 2 jam per hari dapat diketahui jumlah limbah yang dapat dilayani tangki penampungan sebanyak 106.920 ton/tahun. Adapun tempat penampungan sementara (TPS) yang berkapasitas 1.571 ton dengan waktu kerja 8 jam per hari dan rata – rata penampungan selama 24 jam per hari didapatkan limbah yang dapat dilayani oleh TPS sebanyak 172.857 ton/tahun.

C. Model Evaluasi

Model evaluasi layanan port reception facilities (PRF) di Pelabuhan Tanjung Priok dengan skenario pemberian subsidi dan skenario pemberian dana refund bertujuan sebagai alternatif dalam meningkatkan pengguna PRF. Dalam menentukan tarif setelah subsidi diasumsikan menggunakan biaya satuan yang didapatkan dengan menggunakan persamaan berikut :

$$Biaya\ Satuan\ (Rp/ton) = \frac{Total\ biaya}{Jumlah\ Limbah\ yang\ Dapat\ Dilayani}$$

Pada tahun 2021 total biaya yang dikeluarkan untuk kegiatan layanan port reception facilities (PRF) sebesar 5.951,66 (Jt-Rp) maka dapat ditentukan biaya satuan sebesar Rp 120.925,32 per ton dengan limbah sebanyak 49.218 ton. Kemudian, dilakukan analisis sensitivitas terhadap biaya satuan dan jumlah limbah untuk mendapatkan biaya satuan yang optimum dimana tarif pengelolaan limbah tersebut dapat diterima oleh pengguna jasa atau operator kapal dan bagi layanan port reception facilities (PFR) juga tidak mengalami kerugian.

Tabel 6 menjelaskan bahwa dengan biaya satuan Rp 175.000 per ton dapat dijadikan tarif yang optimum dengan laba sebesar 7,32 (Jt-Rp). Maka, ketika menggunakan biaya satuan sebagai tarif layanan *port reception facilities* (PRF) yaitu sebesar Rp 175.000 per ton yang dikurangi dengan tarif eksisting sebesar Rp 250.000 per ton dapat ditentukan besaran subsidi sebesar Rp 75.000 per ton.

Tabel 7 adalah rincian untuk komponen biaya dan pendapatan sebelum pemberian subsidi dan sesudah pemberian subsidi.

Diketahui dari

Tabel 7 setelah pemberian subsidi pada tahun 2023 dengan penggunaan tarif optimum diketahui pendapatan sebesar 7.500,11 (Jt-Rp) sehingga didapatkan selisih dari sebelum dan sesudah pemberian subsidi adalah sebesar 1.730,45 (Jt-Rp). Setelah itu, dilakukan perhitungan pengaruh pemberian subsidi dengan jumlah pengguna PRF dengan menggunakan persamaan berikut :

$$Pengguna\ PRF\ (unit) = \frac{Pendapatan}{Tarif\ pengelolaan\ limbah \times\ limbah} \quad (1)$$

Gambar 9 menjelaskan pada tahun 2023, dengan pemberian subsidi jumlah produksi limbah minyak dan air sebanyak 2.067 ton serta produksi limbah sampah sebanyak 42.532 ton sehingga dapat diketahui bahwa skenario pemberian subsidi dapat meningkatkan jumlah pengguna jasa yaitu jumlah pengguna RF mencapai 75 unit untuk kapal yang membongkar limbah minyak dan air sedangkan jumlah kapal membongkar sampah sebanyak 10.695 unit. Kemudian, dalam menentukan besaran dana yang akan di-refund dilakukan pendekatan dari Pelabuhan Antwerp yang dapat dijabarkan dengan persamaan berikut :

$$Dana\ Refund\ (\%) = \frac{Tarif\ pengelolaan\ limbah}{Besaran\ pengembalian} \times 100\%$$

Tarif pengelolaan limbah kapal di Pelabuhan Antwerp untuk limbah minyak dan sampah adalah sebesar 1.418,01 (ribu-Rp) dengan pengembalian untuk pengelolaan limbah minyak sebesar 333,67 (ribu-Rp) sehingga didapatkan dana *refund* sebesar 23,53%. Sedangkan, pengembalian untuk pengelolaan limbah sampah sebesar 417,08 (ribu-Rp) sehingga didapatkan dana *refund* sebesar 29,41%. Selanjutnya, dilakukan perhitungan untuk mengetahui dana *refund* yang digunakan oleh layanan *port reception facilities* (PRF) di Pelabuhan Tanjung Priok dengan mengalikan persentase pengembalian dengan tarif eksisting sehingga didapatkan pengembalian untuk pengelolaan limbah minyak yaitu sebesar Rp 58.823,53 sedangkan pengembalian untuk pengelolaan limbah sampah yaitu sebesar Rp 73.529,41.

Diketahui dari Tabel 8 setelah pemberian dana *refund* pada tahun 2023 dengan penggunaan tarif eksisting diketahui pendapatan sebesar 8.533,75 (Jt-Rp) sehingga didapatkan selisih dari sebelum dan sesudah pemberian subsidi adalah sebesar 2.764,09 (Jt-Rp). Setelah itu, dilakukan perhitungan pengaruh pemberian dana *refund* dengan jumlah pengguna PRF dengan menggunakan persamaan (1).

Gambar 10 menjelaskan pada tahun 2023, dengan skenario pemberian dana *refund* dapat diketahui bahwa skenario tersebut dapat meningkatkan jumlah pengguna jasa yaitu mencapai 59 unit untuk kapal yang membongkar limbah minyak dan air sedangkan jumlah kapal membongkar sampah sebanyak 8.777 unit.

IV. KESIMPULAN/RINGKASAN

Tarif eksisting layanan *port reception facilities* (PRF) adalah sebesar Rp 250.000 per ton limbah, sedangkan setelah pemberian subsidi tarif layanan *port reception facilities* (PRF) menjadi sebesar Rp 175.000 per ton limbah sehingga besaran subsidi yang akan diberikan adalah sebesar 30%. Skenario pemberian subsidi dapat meningkatkan jumlah kapal pengguna PRF yang membongkar limbah minyak dan air sebanyak 75 unit dan jumlah kapal pengguna PRF yang membongkar limbah sampah sebanyak 10.695 unit pada tahun 2023. Sedangkan, skenario pemberian dana *refund* dapat meningkatkan jumlah kapal pengguna PRF yang membongkar limbah minyak dan air sebanyak 59 unit dan jumlah kapal pengguna PRF yang membongkar limbah sampah sebanyak 8.777 unit pada tahun 2023. Sehingga dapat dinyatakan bahwa skenario pemberian subsidi memberikan peningkatan jumlah kapal pengguna PRF lebih besar.

UCAPAN TERIMA KASIH

Penulis mengucapkan terima kasih kepada PT Pelabuhan Indonesia (Persero) Cabang Tanjung Priok yang telah memberikan kesempatan kepada penulis untuk melakukan pengamatan.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] S. Rochmad, *Ruang Lingkup Pencemaran*, Tangerang: Perpustakaan Universitas Terbuka, 2016.
- [2] A. Carpenter and S. M. Macgill, "The EU directive on port reception facilities for ship-generated waste and cargo residues: the results of a second survey on the provision and uptake of facilities in north sea ports," *Mar. Pollut. Bull.*, vol. 46, no. 1, pp. 21--32, 2003.
- [3] J. P. Gittinger, *Analisa Ekonomi Proyek - Proyek Pertanian*. Jakarta: UI Press, 1986.