

Analisis Kompetisi Antar Moda Darat dan Laut: Lintasan Jawa Timur, Bali, dan Nusa Tenggara Barat

Dimas Bayu Adi Putra, Eka Wahyu Ardhi, dan Siti Dwi Lazuardi

Departemen Teknik Transportasi Laut, Institut Teknologi Sepuluh Nopember (ITS)

e-mail: eka.ardhi@gmail.com

Abstrak—Pengiriman muatan dari Pulau Jawa ke Lombok menggunakan moda transportasi darat menimbulkan permasalahan terhadap beban jalan dan kemacetan. Muatan tersebut adalah kendaraan roda dua yang setiap tahunnya mengalami peningkatan. Diketahui dari total volume pembelian Provinsi Nusa Tenggara Barat tahun 2019 sebesar 1.377.505.298 kg. Sehingga muncul kompetisi antar moda darat dan laut yang menimbulkan alternatif rute sebagai perbandingan biaya langsung dan tidak langsung. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui kompetisi antar moda darat dan laut lintasan Jawa Timur, Bali, dan Nusa Tenggara Barat dengan membandingkan biaya unit logistik minimum di masing-masing rute. Dengan menghitung biaya transportasi darat, biaya transportasi laut, dan biaya penyimpanan kemudian membagi kedua biaya transportasi tersebut dengan volume pengiriman maka didapatkan unit logistik biaya minimum. Model pengangkutan muatan yang menghasilkan biaya unit logistik minimum adalah terdapat pada rute 3a sebesar Rp 4.380.747 per ton. Terdapat dampak dari pengangkutan muatan kendaraan roda dua, biaya dampak terbesar terdapat pada rute 1 yaitu sebesar 25 Triliun Rupiah. Dampak terbesar disebabkan oleh biaya emisi truk dan kapal. Berdasarkan kompetisi pasar maka moda transportasi laut merupakan opsi terbaik jika kapasitas angkutnya di atas 40.000 ton. Berdasarkan analisis sensitivitas diketahui moda transportasi laut memiliki biaya unit minimum dibandingkan jika volume muatan-jarak di atas 20.000.000 ton.km.

Kata Kunci—Alternatif Rute, Biaya Unit Minimum, Kendaraan Roda Dua, Kompetisi Antar Moda, Transportasi Darat dan Laut.

I. PENDAHULUAN

INDONESIA merupakan wilayah kepulauan yang saling terhubung melalui perairan laut yang luasnya mencapai 3,25 juta km². Dengan luasnya wilayah perairan tersebut, konektivitas antar pulau diperlukan sebagai sarana pengembangan perekonomian suatu daerah. Perpindahan penumpang dan pengiriman muatan barang menggunakan moda transportasi darat menimbulkan permasalahan yang serius terhadap beban jalan, tingginya angka kecelakaan darat dan kemacetan terutama di Provinsi Bali. Hal ini berdampak terhadap kapasitas jalan yang tidak mampu membendung jumlah kendaraan yang meningkat tiap tahunnya. Volume kendaraan dari Jawa Timur ke Nusa Tenggara Barat pada tahun 2017 sebesar 43.586 unit dan rute sebaliknya sebesar 30.094 unit [1]. Menurut data Direktorat Jenderal Bina Marga kondisi jalan nasional di Provinsi Bali tahun 2018 mengalami kerusakan sedang (23,3%), rusak ringan (0,97%), dan rusak berat (0,10%).

Pengiriman muatan barang yang dari Jawa Timur ke Nusa Tenggara Barat didominasi oleh kendaraan bermotor khususnya kendaraan roda dua. Pemenuhan kebutuhan



Gambar 1. Peta lintasan Jawa Timur, Bali, dan NTB.

kendaraan roda dua di Provinsi Nusa Tenggara Barat setiap tahunnya selalu mengalami peningkatan karena akses jalan darat yang mudah dijangkau. Menurut data Badan Pusat Statistik (BPS) tahun 2019 diketahui bahwa total volume penjualan Provinsi Nusa Tenggara Barat sebesar 270.930.125 kg dengan nilai Rp 1.954.459 juta [2]. Hal ini berkaitan dengan Provinsi Nusa Tenggara Barat dan Jawa Timur menjalin kerja sama untuk membuka misi dagang dalam meningkatkan perekonomian, sejumlah komoditas unggulan Nusa Tenggara Barat diantaranya jagung, bawang merah, rumput laut, gabah, kopi, kacang mete, dan bawang putih masih menempati urutan teratas dari transaksi dagang tersebut.

Dengan adanya kerja sama dagang, maka hal tersebut dapat menimbulkan peluang bagi sektor transportasi sehingga pertumbuhan perekonomian wilayah dapat meningkat. Kebutuhan transportasi laut sebagai salah satu alternatif yang digunakan untuk pengiriman barang dari Jawa Timur ke Nusa Tenggara Barat dan sebaliknya dapat meringankan beban jalan yang dan mengurangi kemacetan jika menggunakan transportasi darat [3]. Hal ini menimbulkan persaingan antara moda darat dan laut dalam memberikan opsi berdasarkan biaya, jarak, dan waktu sebagai salah satu opsi pengiriman barang.

Adanya persaingan moda transportasi darat dan laut menimbulkan beberapa alternatif rute yang digunakan sebagai perbandingan biaya-biaya yang dikeluarkan baik secara langsung maupun tidak langsung. Salah satu alternatif rute pengiriman dari Jawa Timur ke Nusa Tenggara Barat adalah rute dari Pelabuhan Tanjung Wangi-Pelabuhan Lembar (Terminal Gilimas) dan Pelabuhan Tanjung Perak-Pelabuhan Lembar dengan menggunakan kapal ro-ro. Kedua rute tersebut bertujuan untuk mengurangi beban jalan dan kemacetan di jalan nasional Provinsi Jawa Timur dan Bali dan menekan biaya logistik sehingga dapat menjadi rute potensial dalam meminimalkan biaya unit suatu komoditas barang.



Gambar 2. Truk besar kembali tanpa muatan.



Gambar 3. Pelabuhan asal.



Gambar 4. Pelabuhan tujuan.

Oleh karena itu, diperlukan sebuah analisis kompetisi antar moda darat dan laut untuk menentukan moda transportasi yang digunakan berdasarkan alternatif rute untuk pengiriman kendaraan roda dua dari Jawa Timur ke Nusa Tenggara Barat dan muatan jagung untuk rute sebaliknya. Sehingga diharapkan dari penelitian ini dapat mempertimbangkan rute yang akan digunakan dengan mempertimbangkan moda transportasi yang digunakan, waktu, jarak, dan biaya unit minimum.

II. METODOLOGI PENELITIAN

A. Identifikasi Masalah

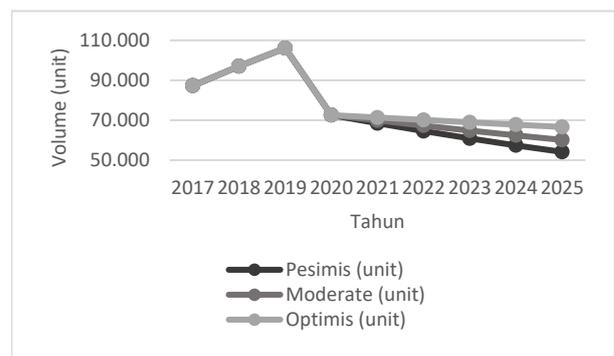
Permasalahannya adalah meningkatnya volume arus kendaraan di Pelabuhan Ketapang-Pelabuhan Gilimanuk dan Pelabuhan Padangbai-Pelabuhan Lembar. Kendaraan pribadi, kendaraan barang, dan angkutan antar provinsi semakin meningkat tiap tahunnya di rute penyeberangan tersebut, sehingga terdapat antrian di dua rute penyeberangan tersebut. Selain itu, kemacetan dan meningkatnya beban jalan di Provinsi Bali dengan rute Pelabuhan Gilimanuk ke Pelabuhan Padangbai mengakibatkan pengiriman muatan menggunakan moda transportasi darat menjadi terhambat. Untuk peta lintasan Jawa, Bali dan NTB dapat dilihat pada Gambar 1.



Gambar 5. Pelabuhan penyeberangan Ketapang-Gilimanuk.



Gambar 6. Pelabuhan penyeberangan Padang Bai-Lembar.



Gambar 7. Proyeksi permintaan kendaraan roda dua.

B. Pengumpulan dan Pengolahan Data

Pada tahap ini dilakukan pengumpulan data terkait rute pengangkutan pada saat ini dan juga jarak untuk pengiriman muatan dengan rute alternatif yaitu kombinasi rute darat & rute penyeberangan serta kombinasi rute darat & rute angkutan laut. Kemudian dilakukan pengolahan data berdasarkan letak pelabuhan, jarak dari gudang kendaraan roda dua, waktu & frekuensi pengiriman, dan jumlah kapal yang dibutuhkan dalam pengangkutan muatan kendaraan roda dua.

C. Analisis Data

Dalam penelitian ini dilakukan perbandingan harga dan kuantitas. Selain itu, perlu dilakukan analisis sensitivitas dan perbandingan biaya langsung yang terdiri atas biaya transportasi darat dan laut serta penyimpanan dengan biaya tidak langsung yang meliputi biaya emisi, biaya perbaikan jalan, biaya peluang, dan biaya kecelakaan darat. Selain itu, analisis data dalam penelitian ini bertujuan untuk mencari perbandingan total biaya kemudian didapatkan biaya unit antar moda transportasi.

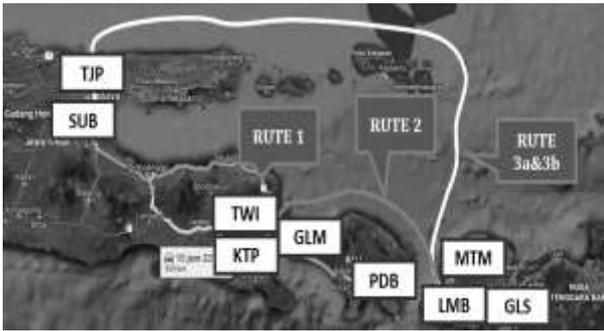
D. Metode

Dalam biaya logistik terdapat tiga komponen yaitu biaya

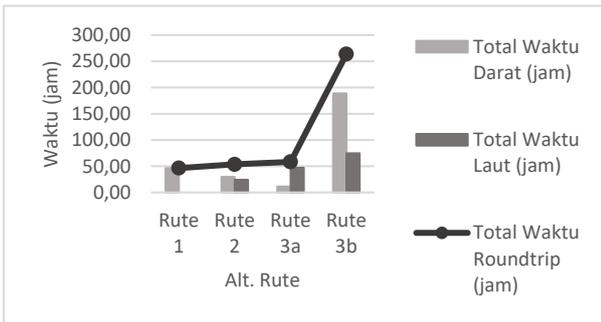
transportasi darat, biaya transportasi laut, dan biaya penyimpanan. Berdasarkan metode dapat diketahui biaya unit logistik, biaya unit logistik (Z) merupakan penjumlahan dari

D : Volume Muatan/Demand (ton)

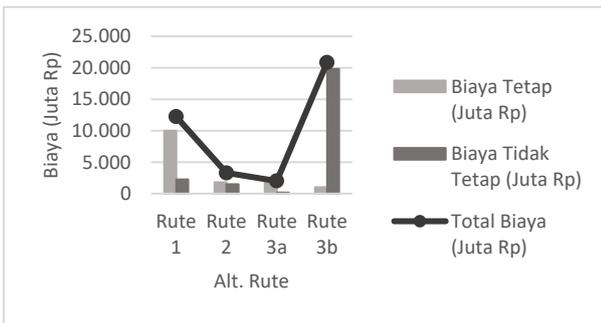
Dalam biaya dampak terdapat empat komponen yaitu biaya emisi, biaya perbaikan jalan, biaya peluang, dan biaya



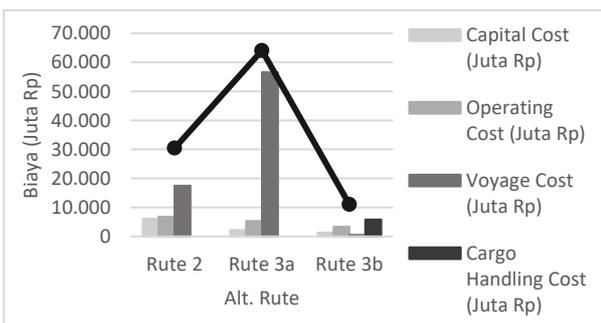
Gambar 8. Alternatif rute pengiriman kendaraan roda dua.



Gambar 9. Total waktu tempuh roundtrip.



Gambar 10. Total biaya transportasi darat.



Gambar 11. Total biaya transportasi laut.

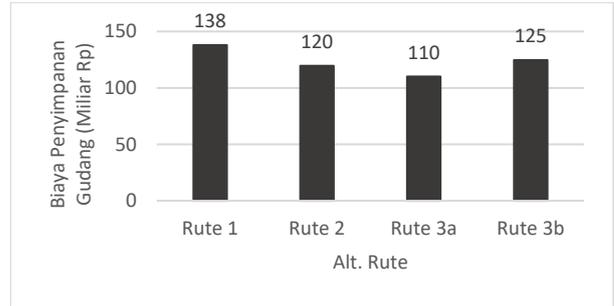
biaya transportasi darat (door to door) dari gudang asal muatan menuju ke gudang tujuan dan biaya transportasi laut (port to port) dari pelabuhan asal ke pelabuhan tujuan dibagi dengan penjumlahan volume muatan dari Jawa Timur ke Nusa Tenggara Barat dan sebaliknya.

$$\min Z = \frac{BL}{D} \tag{1}$$

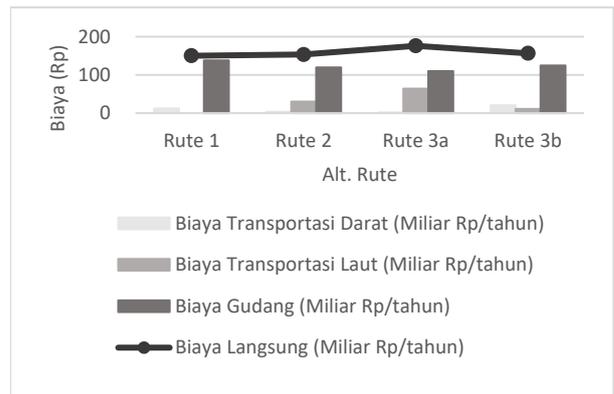
Dimana:

Z : Biaya Unit Logistik (Rp/ton)

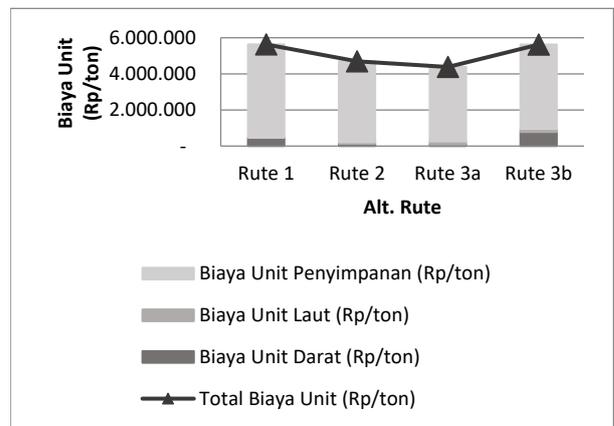
BL : Biaya Logistik (Rupiah)



Gambar 12. Total biaya penyimpanan.



Gambar 13. Total biaya transportasi laut.



Gambar 14. Perbandingan biaya unit logistik.

kecelakaan darat. Biaya-biaya tersebut memiliki perhitungan yang berbeda-beda berdasarkan asumsi-asumsi dan data pendukung lainnya.

$$BD = BE + BPJ + BPEL + BKD \tag{2}$$

Dimana:

BD : Biaya Dampak atau Tidak Langsung (Rupiah)

BE : Biaya Emisi (Rupiah)

BPJ : Biaya Perbaikan Jalan (Rupiah)

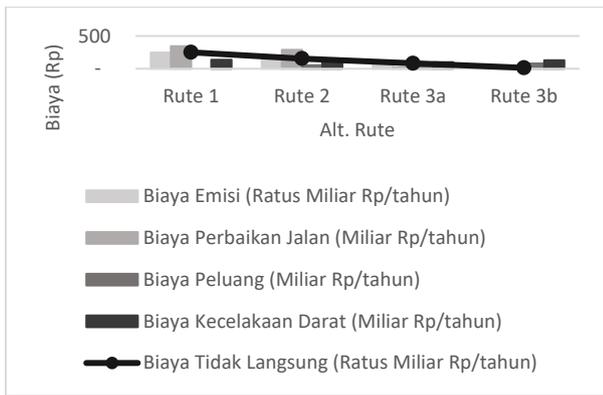
BPEL : Biaya Peluang (Rupiah)

BKD : Biaya Kecelakaan Darat (Rupiah)

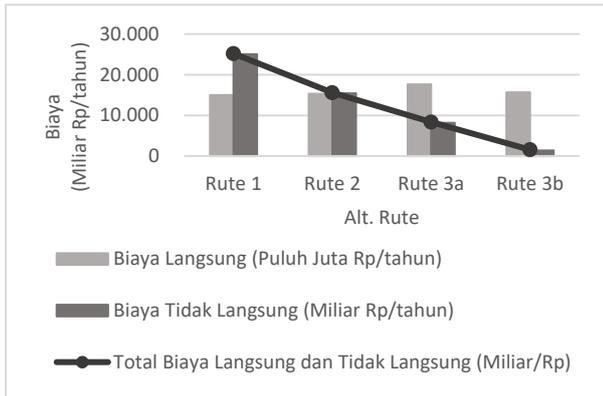
III. GAMBARAN UMUM

A. Lintasan Jawa Timur, Bali, dan Nusa Tenggara Barat

Wilayah Jawa Timur merupakan sektor yang memiliki hasil kekayaan alam dan pengolahan industri dalam skala



Gambar 15. Perbandingan biaya tidak langsung.



Gambar 16. Perbandingan biaya tidak langsung.

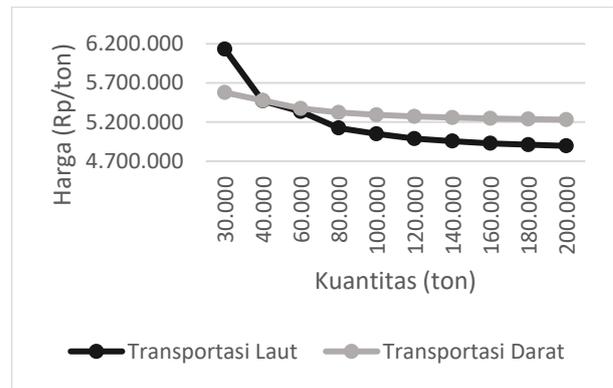
yang besar. Hasil produksi bahan mentah banyak dikirim ke daerah timur Pulau Jawa sebagai contohnya adalah Provinsi Nusa Tenggara Barat. Sehingga transportasi yang melewati jalan nasional Jawa Timur merupakan sektor yang memiliki perkembangan cukup pesat dan penting dalam menghubungkan beberapa provinsi seperti Bali dan Nusa Tenggara Barat.

Semakin meningkatnya beban jalan akibat peningkatan jumlah kendaraan roda empat di jalan nasional Jawa Timur dan Bali menyebabkan banyaknya jalan yang rusak hingga menimbulkan kemacetan [1]. Kendaraan roda empat dari Jawa Timur tersebut dapat terhubung dengan Bali melalui Pelabuhan Penyeberangan Ketapang-Pelabuhan Penyeberangan Gilimanuk dan Bali terhubung dengan Lombok melalui Pelabuhan Penyeberangan Padang Bai-Pelabuhan Penyeberangan Lembar.

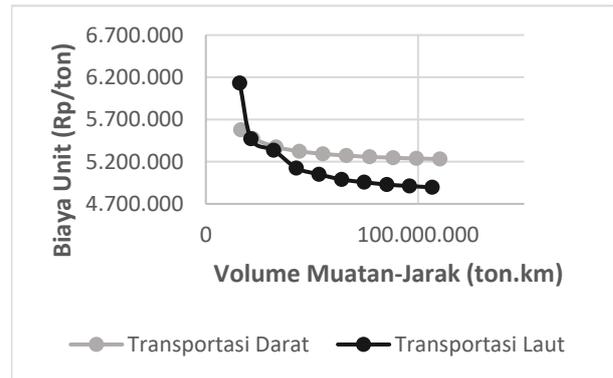
B. Kondisi Eksisting Pengiriman Kendaraan Roda Dua

Dalam mendistribusikan muatan kendaraan roda dua dari Jawa Timur ke Nusa Tenggara Barat saat ini masih didominasi oleh moda transportasi darat melalui rute Surabaya-Pelabuhan Ketapang-Pelabuhan Gilimanuk-Bali-Pelabuhan Padang Bai-Pelabuhan Lembar-Mataram [3]. Jenis moda transportasi darat yang digunakan adalah truk besar golongan VI B dengan panjang 10 meter.

Gambar 2 menunjukkan pola pengiriman muatan hanya menggunakan satu jenis muatan, sehingga ketika truk besar kembali dari Mataram ke Surabaya tidak adanya muatan balik. Hal ini akan memberikan biaya unit yang cukup tinggi akibat volume muatan yang rendah, padahal wilayah Nusa Tenggara Barat memiliki sektor unggulan di bidang pertanian.



Gambar 17. Perbandingan harga dan kuantitas.



Gambar 18. Analisis sensitivitas.

C. Pelabuhan Asal dan Tujuan

Pelabuhan asal pengiriman kendaraan roda dua yang digunakan dalam penelitian ini adalah di daerah Jawa Timur sesuai dengan rute yang telah dibuka oleh perusahaan pelayaran. Pelabuhan asal di Jawa Timur yang digunakan adalah Pelabuhan Tanjung Perak dan untuk regional Bali Nusra adalah Pelabuhan Tanjung Wangi. Gambar pelabuhan asal dapat dilihat pada gambar 3.

Sedangkan pelabuhan tujuan pengiriman kendaraan roda dua yang digunakan dalam penelitian ini adalah di daerah Nusa Tenggara Barat sesuai dengan rute yang telah dibuka oleh perusahaan pelayaran. Pelabuhan tujuan yang digunakan adalah Pelabuhan Lembar dan Terminal Gilimas. Untuk gambar pelabuhan tujuan dapat dilihat pada gambar 4.

Pelabuhan penyeberangan adalah jembatan penghubung antar pulau yang termasuk kedalam angkutan darat. Pelabuhan penyeberangan Ketapang-Gilimanuk terdapat pada Gambar 5.

Kapal yang beroperasi pada lintasan Ketapang-Gilimanuk saat ini sebanyak 33 unit. Kapasitas angkut kapal penyeberangan di lintasan Ketapang-Gilimanuk rata-rata sebesar 217 penumpang dan 26 unit kendaraan [1].

Kapal yang beroperasi pada lintasan Padang Bai-Lembar saat ini sebanyak 33 unit. Kapasitas angkut kapal penyeberangan di lintasan Padangbai-Lembar rata-rata sebesar 245 penumpang dan 26 unit kendaraan [1]. Untuk gambar pelabuhan penyeberangan Padang Bai-Lembar dapat dilihat pada Gambar 6.

IV. ANALISIS DAN PEMBAHASAN

A. *Proyeksi Permintaan Muatan Kendaraan Roda Dua*

Permintaan muatan kendaraan roda dua pada penelitian ini adalah kendaraan roda dua jenis matic. Dalam hal ini moda transportasi darat yang digunakan adalah truk besa dan angkutan penyeberangan sedangkan moda transportasi laut yang digunakan adalah kapal ro-ro dan kapal peti kemas. Tabel 1 adalah data volume kendaraan roda dua baru tahun

Tabel 1. Volume kendaraan roda dua berdasarkan merk

Tahun	Volume (unit)			Total (unit)
	Honda	Yamaha	Lainnya	
2017	71.558	13.378	2.345	87.281
2018	81.758	13.934	1.344	97.036
2019	88.159	15.958	1.954	106.071
2020	61.052	10.144	1.383	72.579

Tabel 2. Letak dan kode pelabuhan

No.	Provinsi	Tempat	Nama pelabuhan	Kode
1	Jawa timur	Surabaya	Tanjung perak	Tjp
		Banyuwangi	Ketapang	Ktp
		Banyuwangi	Tanjung wangi	Twi
2	Bali	Jembrana	Gilimanuk	Glm
		Karangasem	Padangbai	Pdb
3	Ntb	Lombok barat	Lembar	Lmb
		Lombok barat	Gilimas	Gls

Tabel 3. Jarak alternatif rute

Alt. Rute	Ruas rute		Total jarak		
	Truk	Jarak (km)	Kapal	Jarak (km)	Trip (km)
1	Sub-ktp	295	Ktp-glm	7,41	551,79
	Glm-pdb	161	Pdb-lmb	70,38	
	Lmb-mtm	18			
2	Sub-twi	293	Twi-gls	220,39	536,39
	Gls-mtm	23			
3	Sub-tjp	21	Tjp-lmb	494,48	533,48
	Lmb-mtm	18			

2017-2020.

Tabel 4. Total biaya emisi

Alt.Rute	Total biaya emisi (rp/tahun)	Biaya emisi (rp/ton/km)
Rute 1	24.549.742.636.587	833.789
Rute 2	14.977.567.792.408	523.292
Rute 3a	8.019.182.299.715	281.705
Rute 3b	1.171.292.239.360	41.146

Tabel 5. Total biaya perbaikan jalan

Alt. Rute	Total biaya perbaikan jalan (rp/tahun)
Rute 1	343.884.458.705
Rute 2	287.628.141.631
Rute 3a	22.696.242.309
Rute 3b	22.696.242.309

Tabel 6. Total biaya peluang

Alt. Rute	Perbedaan waktu tempuh (hari)	Biaya peluang(rp/tahun)
Rute 2	1,05	54.555.744.567
Rute 3a	1,06	55.134.253.931
Rute 3b	1,57	81.627.692.912

Tabel 7. Total biaya kecelakaan darat

Alt. Rute	Faktor kecelakaan	Biaya kecelakaan darat (rp/tahun)
Rute 1	8%	136.085.417.532
Rute 2	6%	99.654.013.560
Rute 3a	6%	100.284.013.560
Rute 3b	6%	130.314.013.560

Tabel 1 menunjukkan jumlah kendaraan roda dua baru terbanyak adalah merk Honda dengan rata-rata tiap tahunnya adalah 75.623 unit kendaraan. Berdasarkan data tersebut maka dapat dilakukan proyeksi permintaan kendaraan roda dua menggunakan teknik peramalan pada tahun 2021 [4]. Proyeksi tersebut terbagi menjadi tiga jenis, yaitu pesimis, moderate, dan optimis. Dalam penelitian ini proyeksi yang digunakan adalah dengan menggunakan moderate. Gambar 7 adalah hasil proyeksi dari permintaan kendaraan roda dua NTB.

Gambar 7 menunjukkan permintaan muatan kendaraan roda dua dari Jawa Timur ke Nusa Tenggara Barat dengan proyeksi mode pesimis mengalami penurunan sebesar -6%, mode moderate sebesar -4%, dan mode optimis sebesar -2%. Pada perhitungan volume permintaan tahun 2021, mode yang digunakan adalah moderate yaitu sebesar -4% per tahun dengan volume permintaan sebanyak 69.897 unit.

B. *Analisis Jarak*

Untuk melewati rute 1 moda transportasi yang digunakan akan melewati jalan raya dan penyeberangan antar Pulau Jawa, Bali, dan Lombok. Kemudian untuk rute 2 akan melewati jalan raya dan angkutan laut, rute 3 memiliki persamaan dengan rute 2 akan tetapi lebih didominasi oleh angkutan laut. Jarak perjalanan akan mempengaruhi waktu tempuh berdasarkan kecepatan suatu moda transportasi. Tabel 2 adalah data letak daerah berdasarkan rute yang digunakan dalam penelitian ini beserta kode untuk memudahkan dalam membuat analisis. Gambar alternatif rute pengiriman kendaraan roda dua dapat dilihat pada Gambar 8.

Tabel 2 menunjukkan daerah asal yaitu Jawa Timur yang berasal dari Surabaya dengan kode Sby dan daerah tujuan yaitu Mataram dengan kode Mtm. Berikut ini adalah jarak

berdasarkan alternatif rute dengan lintasan Jawa Timur, Bali, dan Nusa Tenggara Barat.

Tabel 3 menunjukkan total jarak yang ditempuh menggunakan melalui rute 1 adalah yang terpanjang sedangkan rute 3 adalah yang terpendek.

C. Analisis Waktu

Analisis perbandingan waktu tempuh dalam penelitian ini dihitung berdasarkan waktu tempuh transportasi dan waktu tambahan yang diasumsikan untuk moda transportasi darat dan laut. Waktu tempuh dihitung berdasarkan rute dalam perjalanan *roundtrip*. Dapat diketahui rute yang memiliki waktu yang lebih efisien dalam pengiriman muatan.

Gambar 9 menunjukkan total waktu *roundtrip* rute 1 atau saat ini memiliki waktu tempuh tercepat yaitu selama 46,37 jam atau 1,93 hari tanpa menggunakan moda transportasi laut. Sedangkan waktu terlama adalah menggunakan rute 3b dengan total waktu *roundtrip* selama 263,73 jam atau 10,99 hari. Hal tersebut disebabkan banyaknya kendaraan roda dua dan jagung yang di bongkar maupun muat.

D. Analisis Biaya Logistik

1) Biaya Transportasi Darat

Pengiriman muatan kendaraan roda dua melalui moda transportasi darat menggunakan truk besar golongan VI B, truk trailer golongan VIII dan kapal ferry. Perhitungan biaya truk dalam penelitian ini terdiri dari dua jenis biaya, yaitu biaya tetap (*fixed cost*) dan tidak tetap (*variable cost*) [5]. Grafik dari biaya transportasi darat disajikan pada Gambar 10.

Gambar 10 menunjukkan total biaya per tahun masing-masing rute, rute 1 sebesar Rp 12.230.475.284, rute 2 sebesar Rp 3.293.759.992, rute 3a sebesar Rp 2.008.246.566, dan rute 3b sebesar Rp 20.828.100.000.

2) Biaya Transportasi Laut

Biaya transportasi laut hanya ada pada rute 2, 3a, dan 3b karena pada rute 1 untuk angkutan penyeberangan masuk ke dalam moda transportasi darat. Biaya transportasi laut meliputi biaya kapital (*capital cost*), biaya operasional (*operating cost*), biaya pelayaran (*voyage cost*), dan biaya penanganan muatan (*cargo handling cost*) [5]. Gambar 11 adalah grafik dari biaya transportasi laut.

Gambar 11 menunjukkan total biaya transportasi laut per tahun masing-masing rute, untuk rute 2 sebesar Rp 30.407.451.182, rute 3a sebesar Rp 64.067.706.839, dan rute 3b sebesar Rp 10.993.936.424. Diketahui bahwa total biaya moda transportasi laut termahal adalah rute 3a karena biaya pelayaran tertinggi yang dipengaruhi oleh jarak tempuh.

3) Biaya Penyimpanan

Perhitungan biaya penyimpanan gudang dalam penelitian ini terdiri dari tiga variabel, yaitu volume muatan, lama waktu penyimpanan di gudang, dan tarif penyimpanan gudang. Gambar 12 adalah biaya penyimpanan gudang di masing-masing rute.

Gambar 12 menunjukkan total biaya penyimpanan gudang per tahun masing-masing rute. Diketahui bahwa total biaya penyimpanan gudang termahal adalah rute 1 sedangkan total biaya termurah adalah rute 3a, hal ini dipengaruhi oleh lama muatan di gudang penyimpanan tiap tahunnya dan tarif penyimpanan gudang yang ditetapkan.

4) Total Biaya Langsung

Berdasarkan perhitungan biaya transportasi darat dan laut serta biaya penyimpanan yang dilakukan pada sebelumnya diketahui biaya langsung untuk masing-masing rute.

Gambar 13 menunjukkan total biaya langsung masing-masing rute. Biaya langsung terbesar dalam penelitian ini adalah pada rute 3a dengan biaya sebesar Rp 176.131.195.882 sedangkan biaya langsung terkecil adalah pada rute 1 dengan biaya sebesar Rp 150.166.379.189. Biaya langsung berpengaruh terhadap frekuensi pengiriman selama satu tahun dan model operasi yang digunakan oleh masing-masing rute.

5) Biaya Unit Logistik

Didapatkan biaya unit untuk moda transportasi darat dan laut serta penyimpanan sehingga dapat diketahui biaya unit keseluruhan. Gambar 14 adalah biaya unit keseluruhan dalam penelitian ini.

sebesar Rp 5.628.413 per ton, rute 2 sebesar Rp 4.691.610 per ton, rute 3a sebesar Rp 4.380.747 per ton, dan rute 3b sebesar Rp 5.619.728 per ton. Berdasarkan perhitungan tersebut didapatkan biaya unit minimum dari semua rute yang digunakan, rute 3a menghasilkan biaya unit terbaik dan termurah dibandingkan rute saat ini dan rute lainnya. Rute 3a memiliki alur pengiriman dari Surabaya-Pelabuhan Tanjung Perak-Pelabuhan Lembar-Mataram, sehingga moda transportasi yang menghasilkan biaya unit minimum adalah dominasi moda transportasi laut. Hal ini ditinjau berdasarkan biaya unit minimum, terdapat waktu tempuh yang berpengaruh terhadap biaya tidak langsung sehingga terdapat analisis lainnya dalam penelitian ini.

E. Analisis Dampak

1) Biaya Emisi

Biaya emisi adalah biaya polusi yang hitung akibat adanya jumlah emisi karbon yang dihasilkan oleh moda transportasi akibat kegiatan perjalanan menggunakan bahan bakar turunan minyak bumi. Total emisi yang dihasilkan, akan dihitung biayanya dengan cara mengkalikan dengan harga jual karbon yang berlaku oleh kesepakatan internasional.

Tabel 4 menunjukkan total biaya emisi yang dihasilkan kendaraan dan kapal, biaya emisi termahal adalah pada rute 1 yaitu sebesar Rp 24.549.742.636.587 per tahun. Sedangkan biaya termurah adalah pada rute 3b yaitu sebesar Rp 1.171.292.239.360 per tahun.

2) Biaya Perbaikan Jalan

Moda transportasi darat untuk kendaraan truk menghasilkan beban jalan setiap tahunnya. Beban jalan menyebabkan kerusakan di jalan nasional yang dilewati oleh truk. Pemerintah provinsi menganggarkan biaya perbaikan jalan nasional setiap tahunnya untuk menghindari dampak dari kecelakaan.

Tabel 5 menunjukkan total biaya perbaikan jalan tahun 2021, rute yang memiliki biaya perbaikan jalan nasional terbesar adalah rute 1 yaitu sebesar Rp 343.884.458.705 per tahun. Sedangkan rute yang memiliki biaya perbaikan jalan nasional terkecil adalah rute 3a dan 3b yaitu sebesar Rp 22.696.242.309 per tahun. Biaya perbaikan jalan disesuaikan dengan jarak tempuh darat di masing-masing provinsi. Untuk rute 2,3a, dan 3b tidak melalui jalan nasional Provinsi Bali karena menggunakan moda transportasi laut.

3) Biaya Peluang (*Opportunity Cost*)

Biaya peluang adalah biaya yang muncul akibat perbedaan waktu pengiriman sehingga akan timbul hilangnya kesempatan untuk mendapatkan keuntungan. Untuk menghitung biaya peluang dipengaruhi oleh nilai atau harga muatan, perbedaan lama pengiriman, dan suku bunga bank yang telah ditetapkan. Waktu yang digunakan sebagai titik acuan adalah rute 1.

Tabel 6 menunjukkan biaya peluang masing-masing rute, untuk rute 1 ditetapkan sebagai acuan untuk mencari biaya peluang karena memiliki waktu tempuh tercepat selama 1 tahun maka biaya peluang yang dikeluarkan adalah Rp 0. Untuk biaya peluang terbesar dari semua rute, terpilih rute 3b yaitu sebesar Rp 81.627.692.912. Sedangkan biaya peluang terkecil terpilih rute 2 yaitu sebesar Rp 54.555.744.567, rute 3a memiliki biaya peluang Rp 55.134.253.931.

4) Biaya Kecelakaan Darat

Moda transportasi darat untuk kendaraan truk memiliki faktor kecelakaan yang tinggi setiap tahunnya. Kerusakan jalan dan jumlah kendaraan darat yang tinggi menyebabkan angka kecelakaan yang tinggi. Terdapat biaya yang harus dikeluarkan akibat kecelakaan darat berupa material maupun korban jiwa.

Tabel 7 menunjukkan biaya kecelakaan masing-masing rute, untuk biaya kecelakaan darat terbesar dari semua rute, terpilih rute 1 yaitu sebesar Rp 136.085.417.532. Sedangkan biaya peluang terkecil terpilih rute 2 yaitu sebesar Rp 99.654.013.560. Biaya kecelakaan darat dipengaruhi oleh faktor kecelakaan tiap tahunnya untuk lintasan Jawa Timur, Bali, dan Nusa Tenggara Barat. Sehingga dapat diketahui bahwa moda transportasi darat memiliki faktor risiko yang tinggi terhadap angka kecelakaan darat tiap tahunnya.

5) Total Biaya Tidak Langsung

Dalam perhitungan sebelumnya dapat diketahui total biaya emisi, biaya perbaikan jalan, biaya peluang, dan biaya kecelakaan darat untuk mengetahui total biaya tidak langsung. Biaya tidak langsung digunakan sebagai perbandingan biaya langsung (logistik), perbandingan tersebut dapat digunakan sebagai salah satu faktor pemilihan rute dan moda transportasi yang digunakan untuk pengiriman muatan. Berikut ini adalah total biaya tidak langsung yang dikeluarkan oleh masing-masing rute untuk pengiriman muatan.

Gambar 15 menunjukkan total biaya tidak langsung masing-masing rute. Biaya tidak langsung terbesar dalam penelitian ini adalah pada rute 1 dengan biaya sebesar 25 Triliun Rupiah sedangkan biaya tidak langsung terkecil adalah pada rute 3b dengan biaya sebesar Rp 1,4 Triliun Rupiah. Biaya tidak langsung dipengaruhi oleh frekuensi pengiriman selama satu tahun dan model operasi yang digunakan oleh moda transportasi yang digunakan oleh masing-masing rute.

6) Analisis Biaya Langsung dan Tidak Langsung

Terdapat perbandingan biaya langsung dan tidak langsung untuk pengiriman muatan kendaraan roda dua dan muatan balik jagung di masing-masing rute. Gambar 16 adalah perbandingan biaya langsung dan tidak langsung dalam bentuk grafik.

Gambar 16 menunjukkan biaya langsung yang mengalami kenaikan dari rute 1-3a, sedangkan biaya tidak langsung mengalami penurunan yang signifikan. Biaya langsung dipengaruhi oleh volume pengangkutan di masing-masing moda transportasi dan biaya tidak langsung dipengaruhi oleh frekuensi pengiriman muatan dalam satu tahun.

F. Analisis Kompetisi Pasar

1) Perbandingan Harga dan Kuantitas

Dalam analisis ini terdapat perbandingan untuk harga dan kuantitas untuk moda transportasi darat dan laut. Harga adalah biaya unit yang digunakan sedangkan kuantitas adalah kapasitas volume yang diangkut. Analisis kompetisi digunakan sebagai perbandingan untuk mengetahui perubahan harga jika kapasitas angkut berubah. Gambar 17 adalah perbandingan harga dan kuantitas untuk moda transportasi darat dan laut.

Gambar 17 menunjukkan terdapat penurunan harga untuk moda transportasi laut secara signifikan. Berdasarkan grafik tersebut diketahui bahwa moda transportasi laut memiliki opsi terbaik jika kapasitas angkut antara 40.000-200.000 ton. Sedangkan moda transportasi darat memiliki opsi terbaik jika kapasitas angkut kurang dari 40.000 ton.

2) Analisis Sensitivitas

Analisis sensitivitas digunakan untuk mengetahui opsi yang terbaik dari variabel yang dicari jika parameter-parameter yang telah ditetapkan mengalami perubahan sehingga akan menjadi perubahan yang sifatnya sensitif terhadap variabel bebasnya. Penelitian ini memiliki parameter-parameter yang dapat dilakukan perubahan dari masing-masing rute, parameter-parameter tersebut adalah jarak tempuh dan volume muatan.

Gambar 18 menunjukkan terdapat penurunan biaya unit untuk moda transportasi laut secara signifikan. Moda transportasi laut memiliki opsi terbaik ketika volume-jarak diatas 20.000.000 ton.km. Dengan adanya perubahan tersebut berdasarkan parameter-parameternya dapat diketahui moda transportasi yang dapat digunakan sesuai dengan grafik tersebut.

V. KESIMPULAN

Berdasarkan hasil penelitian dan perhitungan yang telah dilakukan, maka dapat ditarik kesimpulan: (1) Model pengangkutan muatan kendaraan roda dua di Lintasan Jawa Timur, Bali, dan Nusa Tenggara Barat pada saat ini menggunakan moda transportasi darat yaitu truk besar golongan VI B dan angkutan penyeberangan yaitu kapal ferry. Jarak tempuh *roundtrip* sepanjang 1.103,58 km dengan waktu tempuh *roundtrip* selama 46,37 jam atau 1,93 hari memiliki frekuensi 188 kali/tahun. (2) Model pengangkutan muatan yang menghasilkan biaya unit logistik minimum adalah terdapat pada rute 3a sebesar Rp 4.380.747 per ton dengan menggunakan moda transportasi truk besar dan kapal ro-ro. (3) Dampak dari pengangkutan muatan kendaraan roda dua terbesar terdapat pada rute 1 yaitu sebesar 25 Triliun Rupiah. Dampak terbesar disebabkan oleh biaya emisi oleh truk dan kapal yang tinggi. (4) Berdasarkan kompetisi pasar maka moda transportasi laut merupakan opsi terbaik jika kapasitas angkutnya di atas 40.000 ton. Dan berdasarkan analisis sensitivitas dapat diketahui moda transportasi laut

memiliki biaya unit minimum dibandingkan moda transportasi darat jika volume muatan-jarak di atas 20.000.000 ton.km.

UCAPAN TERIMA KASIH

Penulis mengucapkan terima kasih kepada BAPPENDA NTB, Dinas Ketahanan Pangan NTB, PT Samudera Indonesia, PT PELINDO III Cabang Lembar yang telah membantu proses penelitian ini penyelesaian artikel ilmiah ini hingga selesai.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] Fitria, F. R. (2018). Analisis Alternatif Rue Angkutan Penyeberangan: Studi Kasus Lintas Jawa Timur, Bali, dan Nusa Tenggara Barat. Institut Teknologi Sepuluh Nopember.
- [2] Badan Pusat Statistik Republik Indonesia. (2020). *Perdagangan Antar Wilayah Indonesia 2019*. Jakarta: BPS RI. ISBN: 978-602-438-316-9.
- [3] Bahtiar, Y. (2016). Studi Komparasi Antar Moda (Angkutan Darat dan Kapal Peti Kemas): Studi Kasus Jawa Timur-Bali-Lombok. Institut Teknologi Sepuluh Nopember.
- [4] Heizer dan Render. (2004). *Principles of Operations Management*. New Jersey: Prentice Hall. ISBN: 0-13-120975-2.
- [5] Marini, S. A. (2017). Analisis Kompetisi Antar Moda: Studi Kasus Muatan Ekspor di Lintas Pelabuhan Panjang-Pelabuhan Tanjung Priok. Institut Teknologi Sepuluh Nopember.