

# Model Distribusi Bahan Pokok Wilayah Kepulauan: Studi Kasus Kepulauan Karimunjawa

Afifah Nuryaningtyas, I Gusti Ngurah Sumanta Buana, dan Hasan Iqbal Nur  
Departemen Teknik Transportasi Laut, Institut Teknologi Sepuluh Nopember (ITS)  
*e-mail*: buana@seatrans.its.ac.id

**Abstrak**—Dalam 10 tahun terakhir, Kepulauan Karimunjawa banyak dikunjungi wisatawan, baik nusantara maupun mancanegara. Bersama dengan penduduk setempat, para wisatawan tersebut mengunjungi kepulauan tersebut dengan memanfaatkan sarana transportasi laut yang ada. Moda transportasi tersebut selain untuk mengangkut penumpang juga digunakan untuk mengangkut barang kebutuhan sehari-hari yang hampir sebagian besar dipasok dari Pulau Jawa daratan. Akan tetapi, kegiatan tersebut seringkali terhambat karena cuaca buruk yang menyebabkan sarana transportasi tersebut tidak dapat beroperasi. Hal tersebut mengakibatkan keterlambatan pasokan bahan pokok, yang membuat bahan pokok menjadi langka dan pada akhirnya mengakibatkan harga kebutuhan tersebut menjadi mahal. Penelitian ini bertujuan untuk merancang model pola operasi pengiriman bahan pokok untuk Kepulauan Karimunjawa terutama yang berkaitan dengan kondisi cuaca. Langkah pertama yang dilakukan adalah mengidentifikasi kondisi cuaca yang kemudian dipakai untuk menentukan hari berlayar. Selanjutnya adalah mengestimasi kebutuhan bahan pokok baik untuk wisatawan maupun penduduk setempat dengan memperhatikan jumlah konsumsi per kapita. Karena penduduk serta lokasi tujuan wisata tersebar di beberapa pulau, beberapa skenario perlu dikembangkan untuk mengangkut kebutuhan sehari-hari tersebut. Metode Travelling Salesman Problem (TSP) untuk menentukan rute perjalanan dari masing-masing skenario yang direncanakan. 3 (tiga) skenario yang digunakan adalah: (i) pola operasi hub and spoke, (ii) pola operasi multiport, dan (iii) pola operasi port to port. Skenario kedua terpilih karena menghasilkan biaya total transportasi laut yang paling rendah yaitu Rp. 774.734.408 per tahun. Skenario ini mampu memenuhi permintaan (demand) sebesar 4.039 ton/tahun dengan kemampuan supply sebesar 4.050 ton/tahun yang sudah disesuaikan dengan kondisi cuaca buruk. Armada kapal yang digunakan adalah kapal barang dengan payload 30 ton. Rute yang dilalui adalah Jepara – Karimunjawa – Nyamuk – Parang – Kemujan – Genting – Jepara dengan jarak total sebesar 133,75 mil laut. Selanjutnya adalah merancang penjadwalan serta menyediakan fasilitas gudang pada pulau tujuan.

**Kata Kunci**—Hub and Spoke, Kepulauan Karimunjawa, Multiport, TSP, Port to Port.

## I. PENDAHULUAN

KEPULAUAN Karimunjawa terletak 70 mil dari Pantai Utara Kabupaten Jepara Provinsi Jawa Tengah. Luas wilayah Kepulauan Karimunjawa 111.625 hektar, terdiri dari 7.033 hektar daratan dan 104.592 hektar perairan. Secara geografis letak Kepulauan Karimunjawa berada di antara 5°40'-5°71' Lintang Utara dan 110°4'-110°41' Bujur Timur, berada pada ketinggian 65-500 meter dari permukaan laut. Karimunjawa terdiri dari 27 pulau, dari 27 pulau tersebut, hanya 5 diantaranya telah berpenghuni yaitu P. Karimunjawa, P. Kemujan, P. Parang, P. Nyamuk dan P. Genting.

Jumlah penduduk di Kecamatan Karimunjawa pada tahun 2019 adalah 9.784 jiwa yang terdiri dari 4.931 jiwa penduduk berjenis kelamin laki laki, dan 4.853 jiwa penduduk berjenis kelamin perempuan. Jumlah tersebut tersebar di empat desa yaitu Desa Karimunjawa, Desa Kemojan, Desa Nyamuk dan Desa Parang [1].

Dalam 10 tahun terakhir, Kepulauan Karimunjawa menjadi perhatian dunia akan keindahan alam baik darat ataupun laut, apalagi dengan ditetapkannya Kepulauan Karimunjawa menjadi salah satu citra pariwisata nasional menurut [2] tentang Rencana Induk Pembangunan Kepariwisata Nasional Tahun 2010 - 2025 menjadikan Kepulauan Karimunjawa sebagai destinasi wisata yang ramai dikunjungi baik wisatawan nusantara maupun wisatawan mancanegara, menurut [3] jumlah kunjungan wisatawan pada tahun 2019 mencapai 147.524 orang yang meningkat daripada tahun sebelumnya.

Produksi kebutuhan pokok di Karimunjawa belum memenuhi, maka dari itu Kecamatan Karimunjawa harus memasok kekurangan kebutuhan pokoknya dari Kabupaten Jepara. Saat ini, masing masing pulau di Kepulauan Karimunjawa langsung membeli kebutuhan pokoknya di Kabupaten Jepara dengan menggunakan kapal kayu sendiri (langsung) yang harus menempuh perjalanan laut sekitar 6-8 jam, atau dengan menggunakan kapal ferry KMP Siginjai yang beroperasi 4 kali dalam seminggu namun hanya melayani rute Pelabuhan Jepara dan Pelabuhan Karimunjawa.

Selain itu, pada saat musim angin muson barat sering terjadi cuaca buruk di wilayah perairan. Pada prakiraan cuaca, tinggi gelombang berkisar antara 0,5 hingga 2,5 meter dengan kecepatan angin 10-25 knot untuk perairan Jawa Tengah dan Karimunjawa. Cuaca buruk rata rata terjadi pada bulan Januari hingga Februari dan dapat berlangsung hingga 7 hari. Cuaca buruk membuat pihak Syahbandar Jepara dan Karimunjawa memilih untuk tidak mengeluarkan Surat Persetujuan Berlayar (SPB) karena dikhawatirkan tidak aman untuk pelayaran, terutama untuk kapal penumpang dan kapal-kapal lain dengan freeboard kurang dari 2,5 meter. Selama cuaca buruk, maka pasokan kebutuhan dari Jepara melalui jalur laut juga berhenti hingga izin berlayar diberlakukan dan menunggu cuaca membaik.

Kebutuhan pokok untuk penduduk dan wisatawan tidak dapat ditunda meskipun pada kondisi cuaca buruk, sehingga perlu penelitian untuk mengatasi masalah tersebut. Dengan dilakukannya penelitian ini, diharapkan mampu memperlancar pendistribusian pokok di wilayah kepulauan, khususnya Kepulauan Karimunjawa dan kebutuhan bahan pokok dapat terpenuhi meskipun sedang dalam kondisi cuaca buruk.

Tabel 5.  
Luas Kecamatan Karimunjawa Berdasarkan Desa

Desa	Luas Wilayah (km <sup>2</sup> )
Karimunjawa	46,24
Kemojan	16,26
Parang	7,31
Nyamuk	1,39
Total luas Wilayah	71,20

Tabel 6.  
Jumlah Hari Kapal Dapat Berlayar

Wilayah Perairan	Kapal Dapat Berlayar
Jepara	294
Karimunjawa	233

Tabel 7.  
Jarak Antar Pelabuhan atau Dermaga

Asal/tujuan (nm)	JP	KR	NY	PA	KO	GE
JP	-	43,48	54,13	55,21	48,89	44,29
KR	43,48	-	16,05	14,76	8,76	10,12
NY	54,13	16,05	-	4,61	20,33	27,03
PA	55,21	14,76	4,61	-	17,24	23,83
KO	48,89	8,76	20,33	17,24	-	8,09
GE	44,29	10,12	27,03	23,83	8,09	-

Tabel 8.  
Hasil Perhitungan Skenario 1

Rute Utama							
Asal	Tujuan	Jarak (nm)	Kapal Terpilih	RT (jam)	Frek. Terpilih	Total Suppl y	Biaya Total (Juta Rupiah)
JP	KR	86,97	Kapal Brg	19,06	139	4170	668
Rute Lanjutan							
Asal	Tujuan	Jarak	Kapal Terpilih	RT (jam)	Frek. Terpilih	Total Suppl y	Biaya Total (Juta Rupiah)
KR	NY	32,1	Kapal Baran g	39,97	7	210	307
KR	PA	29,51	Kapal Brg	39,65	15	450	317
KR	KO	17,52	Kapal Brg	14,17	34	1020	335
KR	GE	20,25	Kapal Brg	38,50	3	90	301
Total							1.927

## II. URAIAN PENELITIAN

### A. Tahap Identifikasi

Pada penelitian ini, tahapan pertama yaitu identifikasi jenis kebutuhan pokok yang akan digunakan untuk menghitung jumlah permintaan, identifikasi kondisi perairan pada wilayah asal dan tujuan untuk mengetahui keadaan cuaca dan gelombang, identifikasi kapal dan pelabuhan yang akan menjadi alternatif pada penelitian ini.

### B. Tahap Analisis

Tahapan analisis pada penelitian ini terbagi menjadi 6 (enam) analisis yaitu:

#### 1) Analisis Pertama

Tahapan analisis yang pertama dilakukan adalah analisis

Tabel 1.  
Hasil Perhitungan Skenario 2

Urutan Rute	JP - KR - NY - PA - KO - GE - JP
Total Jarak (nm)	133,75
Kapal yang Digunakan	Kapal Barang
Frekuensi yang Dibutuhkan	135
Total Supply (ton)	4.050
Biaya Total (Juta Rupiah)	775

Tabel 2.  
Hasil Perhitungan Skenario 3

Rute	Kapal	Muatan (ton/rt)	Jarak (nm)	RT D	Frek. (rt/th)	Supply (ton/th)	Biaya Total (Juta Rupiah)
1	KMP Siginjai	30,19	87	2	117	2.354	1.174
2	Kapal Barang	13,02	98	3	78	1.015	477
3	Kapal Barang	2,52	108	3	78	196	473
4	Kapal Barang	5,42	110	3	78	422	481
5	Kapal Barang	0,87	89	3	78	68	439
Total			492				3.044

Tabel 3.  
Jumlah Tumpukan Barang

Jenis Kemasan	Karimunjawa	Kemujaan	Genting	Parang	Nyamuk
Karung	228,00	103,00	18,00	48,00	30,00
Drum	70,00	31,00	4,00	14,00	8,00
Kardus	213,00	92,00	7,00	39,00	19,00

Tabel 4.  
Hasil Perhitungan Dimensi Gudang

Lokasi Gudang	Total Luas Alas (m <sup>2</sup> )	P (m)	L(m)	T(m)	Volume Gudang (m <sup>3</sup> )
Karimunjawa	185,99	24,00	7,75	3,00	557,96
Kemujaan	83,34	10,00	8,33	3,00	250,03
Genting	13,07	5,00	2,61	3,00	39,22
Parang	38,27	9,00	4,25	3,00	114,81
Nyamuk	23,07	6,00	3,85	3,00	69,22

proyeksi jumlah penduduk dan wisatawan, setelahnya dilakukan analisis permintaan kebutuhan bahan pokok dengan persamaan:

$$D = \sum_{q=i}^n \sum_{r=j}^m (P_i + (W_i \times h \times t)) \cdot K_j \quad (1)$$

Dimana,

D = Jumlah permintaan (gram/minggu)

P = Jumlah penduduk (jiwa)

W = Jumlah wisatawan (jiwa)

H = Hari dalam seminggu (7 hari/minggu)

t = Rata-rata lama menginap (3 hari/minggu)

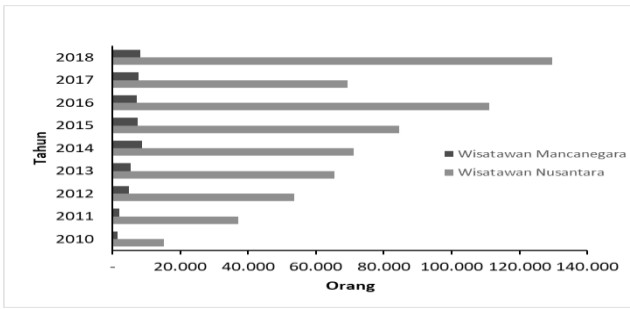
K = Konsumsi (gram/minggu)

I = Indeks pulau

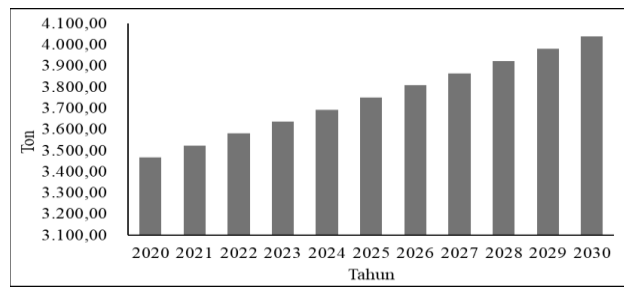
J = Indeks jenis kebutuhan

#### 2) Analisis Kedua

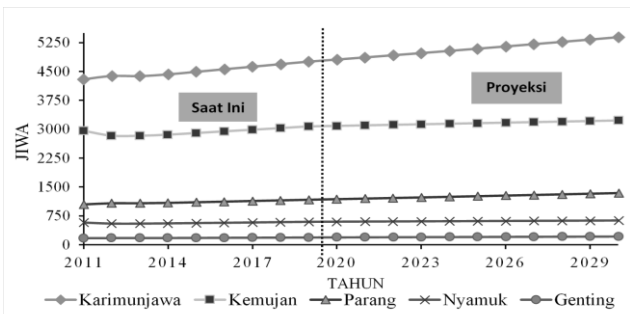
Analisis kedua yaitu analisis gelombang, dilakukan pendataan keadaan gelombang pada wilayah perairan Karimunjawa dan Jepara. Data keadaan gelombang kedua wilayah tersebut selama 1 (satu) tahun, lalu dapat ditentukan hari operasional (commission day) dari masing-masing wilayah pelayaran, yaitu dengan menghitung jumlah hari



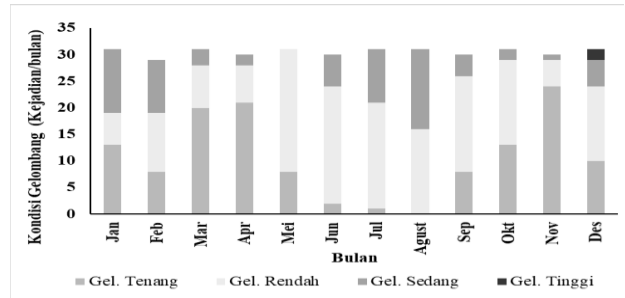
Gambar 1. Jumlah Kunjungan Wisatawan ke Karimunjawa.



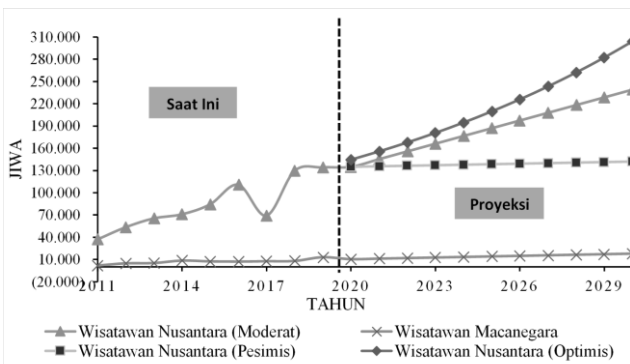
Gambar 4. Total Kebutuhan Pokok di Kep. Karimunjawa.



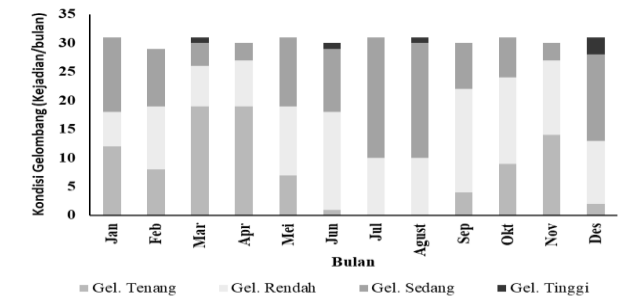
Gambar 2. Proyeksi Jumlah Penduduk Kec. Karimunjawa.



Gambar 5. Kondisi Wilayah Perairan Jepara.



Gambar 3. Proyeksi Jumlah Kunjungan Wisatawan.



Gambar 6. Kondisi Wilayah Perairan Karimunjawa.

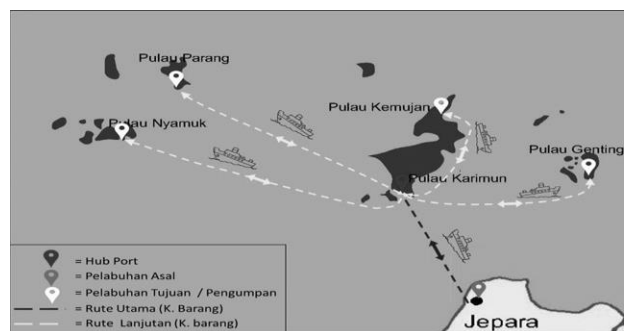
yang memiliki keadaan gelombang aman untuk berlayar (keadaan gelombang tenang dan rendah). Setelah hari operasional (commission day) dari wilayah Jepara dan Karimunjawa diketahui, maka akan dipilih hari operasional paling sedikit (paling sering terjadi cuaca buruk) sebagai hari berlayar.

### 3) Analisis Ketiga

Analisis ketiga adalah analisis optimasi pola operasi yang akan digunakan untuk perencanaan skenario pengiriman. Pada penelitian ini, terdapat 3 (tiga) model pola operasi yaitu hub and spoke, multiport, dan port to port, dari masing masing pola operasi akan ditentukan model skenario sebagai berikut:

#### a. Skenario 1 (hub and spoke)

Skenario 1 yang direncanakan pada penelitian ini yaitu menggunakan pola operasi hub and spoke. Pada skenario 1 akan terdapat 2 jenis rute, yang pertama yaitu rute pengiriman utama (dari asal menuju pelabuhan hub). rute yang kedua pada skenario 1 adalah rute pengiriman lanjutan (dari pelabuhan hub menuju semua pulau). Rute ini direncanakan memiliki 4 (empat) rute lintasan dari pelabuhan hub ke pulau tujuan. Kapal yang akan digunakan pada skenario 1 direncanakan ada 3 (tiga) macam alternatif pemilihan kapal. Kapal Siginjau dan Kapal Barang untuk alternatif pemilihan

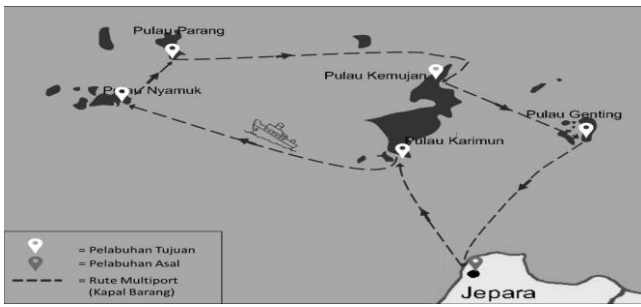


Gambar 7. Skenario 1.

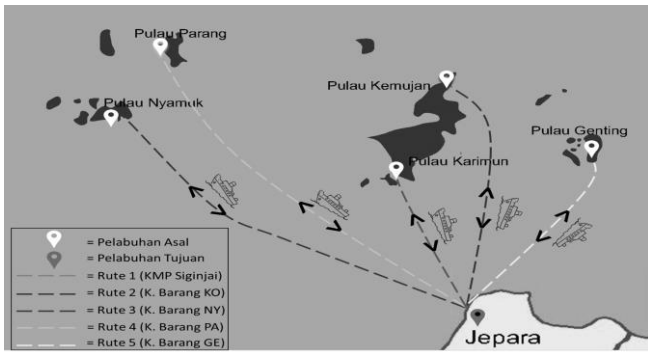
kapal yang digunakan untuk rute utama, sedangkan untuk rute lanjutan menggunakan alternatif pemilihan Kapal Barang dan Kapal Banawa Nusantara. Muatan yang diangkut oleh kapal sebanyak ukuran payload kapal yang terpilih.

#### b. Skenario 2 (multiport)

Skenario 2 yang direncanakan pada penelitian ini yaitu dengan menggunakan pola operasi multiport. Pada pola operasi ini akan terdapat 1 rute pelayaran dengan 1 unit kapal yang akan melewati semua pulau. Metode Travelling Salesman Problem (TSP) digunakan pada optimasi pola operasi multiport untuk mendapatkan urutan rute paling optimum yang akan dilewati. Sehingga pelayaran round trip akan dimulai dari pelabuhan asal, setelah itu berlayar menuju pelabuhan tujuan bongkar yang terdapat pada masing-masing pulau demand (pulau yang membutuhkan bahan pokok), dan setelah semua pulau demand terunjungi kapal akan kembali



Gambar 8. Skenario 2.



Gambar 9. Skenario 3.

ke pelabuhan asal. Jumlah muatan bahan pokok yang akan di muat pada pelabuhan asal adalah sebesar demand total di Kepulauan Karimunjawa. Sedangkan jumlah muatan yang akan dibongkar pada masing-masing pelabuhan tujuan tergantung dari jumlah permintaan masing-masing pulau.

c. Skenario 3 (port to port)

Skenario 3 yang direncanakan pada penelitian ini yaitu dengan menggunakan pola operasi port to port. Pada pola operasi ini masing-masing pulau berpenghuni di Kepulauan Karimunjawa akan langsung membeli kebutuhannya ke pelabuhan asal, pada skenario ini terdapat 1 (satu) unit kapal untuk melayani 1 (satu) pulau berpenghuni, sehingga jumlah rute dan jumlah kapal tergantung kepada jumlah pulau di Kepulauan Karimunjawa yang membutuhkan bahan pokok (berpenghuni). Jumlah muatan yang akan diangkut oleh masing-masing kapal tergantung jumlah permintaan bahan pokok dari rute yang dilayani.

4) Analisis Keempat

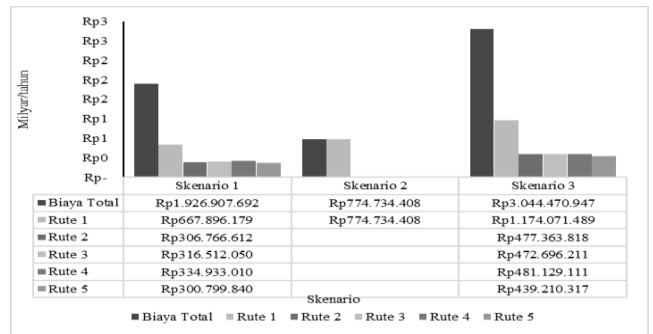
Analisis keempat adalah analisis biaya transportasi laut, yang terdiri dari biaya modal (CC), biaya operasional (OC), biaya bahan bakar (FC), biaya pelabuhan (PC), dan biaya penanganan bongkar muat (CHC). Setiap lintasan rute pada masing masing skenario perlu dihitung biaya total transportasinya, menggunakan persamaan:

$$TC_r = CC_r + OC_r + FC_r + PC_r + CHC_r \quad (2)$$

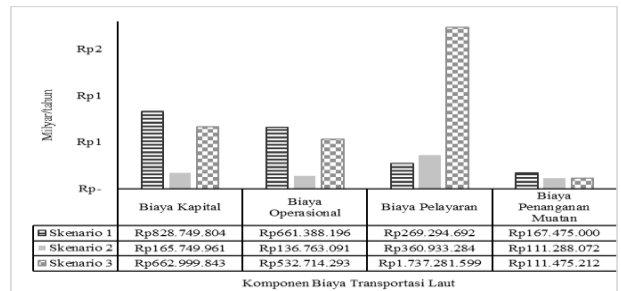
Dimana,

- TCr = Total cost rute (Rp/tahun)
- CC = Biaya modal (Rp/tahun)
- OC = Biaya operasional (Rp/tahun)
- FC = Biaya bahan bakar (Rp/tahun)
- PC = Biaya pelabuhan (Rp/tahun)
- CHC = Biaya bongkar muat (Rp/tahun)
- r = Indeks rute

setelah diketahui biaya total dari semua lintasan rute yang terdapat didalam skenario, maka biaya total skenario dapat



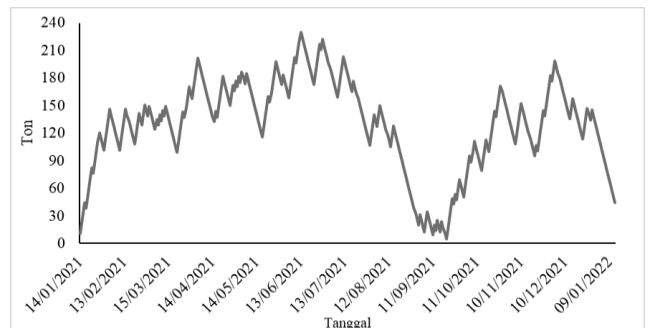
Gambar 10. Perbandingan Biaya Total Skenario per Rute.



Gambar 11. Perbandingan Komponen Biaya Total Setiap Skenario.

Keada-an Cuaca	Waktu	Mulai Muat JP	Berang-kat Ke KR	Mulai Bongkar KR	Berang-kat Ke NY	Mulai Bongkar NY	Berang-kat ke PA
Tenang	29/01/2021						
Sedang	30/01/2021						
Rendah	31/01/2021	1/31/21 0:00	1/31/21 2:18	1/31/21 7:40	1/31/21 11:08	1/31/21 13:06	1/31/21 14:33
Rendah	01/02/2021	2/1/21 4:49	2/1/21 7:07	2/1/21 12:29	2/1/21 15:57	2/1/21 17:55	2/1/21 19:22
Tenang	02/02/2021	2/2/21 9:38	2/2/21 11:56	2/2/21 17:18	2/2/21 20:46	2/2/21 22:44	2/3/21 0:11

Gambar 12. Contoh Penjadwalan.



Gambar 13. Penumpukan Barang di Pulau Karimunjawa.

dihitung dengan menggunakan persamaan:

$$TC = \sum_{r=i}^n TC_r \quad (3)$$

dimana,

- TC = Total cost skenario (IDR/tahun)
- TCr = Total cost rute (IDR/tahun)
- r = Indeks rute
- n = Indeks rute

Setelah dilakukan perhitungan biaya total pada masing masing skenario, maka skenario dengan biaya total transportasi yang paling minimum yang ditentukan sebagai skenario terpilih.

5) Analisis Kelima

Analisis kelima adalah analisis penjadwalan. Skenario terpilih akan dilakukan penjadwalan untuk memastikan

bahwa kebutuhan dapat terpenuhi meskipun pada saat kondisi cuaca buruk. Penjadwalan dilakukan selama 1 (satu) tahun.

#### 6) Analisis Keenam

Analisis keenam adalah analisis perencanaan gudang. gudang direncanakan dibangun pada masing masing pulau berpenghuni. Untuk menentukan dimensi gudang pada masing masing pulau terlebih dahulu menghitung kapasitas gudang yang diperlukan dengan menggunakan persamaan:

$$MaxPN = Max(S_h + PN_{h-1} - D_h) \quad (4)$$

Dimana,

PN = Volume bahan pokok yang ditumpuk (ton)

Sh = Jumlah bahan pokok yang datang (ton)

PN<sub>h-1</sub> = Jumlah tumpukan bahan pokok hari sebelumnya (ton)

Dh = Kebutuhan harian masyarakat (ton)

Setelah memperoleh volume tumpukan maksimal, jumlah tumpukan bahan pokok yang berada di dalam gudang dapat ditentukan sesuai dengan dimensi kemasan masing-masing bahan pokok. Setelah itu, luas area yang dibutuhkan untuk menyimpan bahan pokok tersebut dapat dihitung dengan menggunakan persamaan:

$$LA = \sum_{i=1}^{23} \sum_{j=1}^3 JT_{ij} \times KA_j + Q \quad (5)$$

Dimana,

JT<sub>i</sub> = Jumlah tumpukan tiap komoditas (unit)

K<sub>i</sub> = Jumlah penumpukan maksimal komoditas (unit)

JK<sub>i</sub> = Asumsi jumlah kemasan tiap tumpukan (unit)

LA = Luas alas gudang (m<sup>2</sup>)

KA = Luas alas tiap kemasan saat ditumpuk (m<sup>2</sup>)

Q = Asumsi luas jalan dll (%)

I = Indeks jenis komoditas (1, 2, 3, ..., 28)

J = Indeks jenis kemasan (1, 2, 3)

Tinggi gudang dapat ditentukan melalui penambahan nilai maksimal tinggi penumpukan bahan pokok dengan ruang kosong di atas tumpukan, dengan persamaan:

$$TA = TP + z \quad (6)$$

Dimana,

TP = Maksimal tinggi dari semua tumpukan (m)

TA = Tinggi gudang (m)

z = Asumsi ruang kosong di atas tumpukan (%)

### III. GAMBARAN UMUM

#### A. Lokasi Penelitian

Kepulauan Karimunjawa adalah sebuah kecamatan di Kabupaten Jepara, Jawa tengah, Indonesia. Ibukota Kecamatan dari Kecamatan ini adalah Karimunjawa yang merupakan mainland. Kepulauan Karimunjawa memiliki luas wilayah total seluas 111.625 hektar, terdiri dari 7.033 hektar wilayah daratan dan 104.592 hektar wilayah perairan. Kepulauan Karimunjawa terletak di sebelah Barat Laut Ibukota Kabupaten Jepara dan berjarak ±90 km dari Kabupaten Jepara[4].

Secara astronomis letak Kepulauan Karimunjawa berada di antara 5°40'-5°71' Lintang Utara dan 110°4'-110°41' Bujur Timur. Secara administratif, Kepulauan Karimunjawa terdiri dari 4 desa, yaitu Desa Karimunjawa, Desa Kemujan, Desa Parang dan Desa Nyamuk.

Batas administrasi Kecamatan Karimunjawa pada sebelah timur, barat, utara dan selatan dikelilingi oleh Laut Jawa. Pulau yang berpenghuni tersebar di empat desa, yaitu Pulau Karimunjawa dan Pulau Genting di Desa Karimunjawa, Pulau Kemujan di Desa Kemujan, Pulau Parang di Desa Parang dan Pulau Nyamuk di Desa Nyamuk. Luas wilayah pada masing masing desa dapat dilihat pada Tabel 1.

#### B. Penduduk dan Wisatawan

Jumlah penduduk Kepulauan Karimunjawa pada tahun 2019 sebanyak 9.784 jiwa. Jumlah penduduk terbanyak terdapat pada Desa Karimunjawa yang mencapai setengah total jumlah penduduk, yakni 4.946 jiwa, jumlah penduduk di Desa Kemojan sebanyak 3.070 jiwa, sedangkan jumlah penduduk di Desa Parang adalah 1.171 jiwa. Sedangkan jumlah penduduk yang paling sedikit adalah Desa Nyamuk dengan jumlah penduduk sebanyak 597 jiwa.

Pada tahun 2011, Kepulauan Karimunjawa ditetapkan menjadi salah satu citra pariwisata nasional menurut [2] tentang Rencana Induk Pembangunan Kepariwisata Nasional Tahun 2010 - 2025 menjadikan Kepulauan Karimunjawa sebagai destinasi wisata yang ramai dikunjungi baik wisatawan nusantara maupun wisatawan mancanegara, menurut [3] jumlah kunjungan wisatawan pada tahun 2019 mencapai 147.524 orang yang meningkat daripada tahun sebelumnya.

Pada tahun 2010 hingga tahun 2016 jumlah wisatawan nusantara terus mengalami peningkatan yang signifikan, namun pada tahun 2017 mengalami penurunan, dan kembali meningkat pada tahun 2018. Jumlah wisatawan nusantara pada tahun 2018 mencapai 129.679 orang angka ini adalah jumlah pengunjung yang terbanyak dari tahun 2010 hingga 2018. Hal ini dapat dilihat pada Gambar 1.

#### C. Sarana Transportasi Laut

Kapal yang digunakan untuk mengangkut kebutuhan bahan pokok sehari-hari oleh masyarakat Kepulauan Karimunjawa umumnya menggunakan kapal barang yang memang sudah ada di masing masing pulau berpenghuni. sebagai contoh, di Pulau Parang memiliki 2 kapal barang yang aktif beroperasi 3 (tiga) kali dalam seminggu. Kapal barang ini memiliki panjang ±20 meter dengan lebar 3,5 meter dan mampu mengangkut barang sebesar 30 ton.

Selain Kapal Barang, adapula Kapal Siginjai milik PT ASDP Ferry Indonesia yang rutin beroperasi melayani penyeberangan Jepara – Karimunjawa sebanyak 4 (empat) kali dalam seminggu. Kapal Siginjai memiliki Lpp 45,5 meter dengan lebar 12 meter dan tinggi 2,15 meter. Kapal ini mampu mengangkut 202 penumpang, 12 truk, dan 7 sedan. Namun masyarakat Kepulauan Karimunjawa khususnya Pulau Karimunjawa sering menggunakan Kapal Siginjai untuk mengangkut kebutuhan pokok.

Kapal Banawa Nusantara adalah kapal pelayaran rakyat yang baru saja diresmikan untuk melayani penyeberangan Karimunjawa – Parang – Nyamuk, dan rutin beroperasi pada hari Senin, Rabu, Jumat, dan Sabtu. Kapal Banawa Nusantara memiliki LoA 17,65 meter, dengan lebar 4 meter dan mampu mengangkut 24 penumpang, 6 unit sepeda motor, dan 25 ton barang.

#### D. Pola Operasi Pengiriman Bahan Pokok Saat Ini

Pengiriman bahan pokok di Kepulauan Karimunjawa saat

ini umumnya menggunakan pola operasi yaitu Port to port. Port to port adalah pola operasi dengan pelayaran dua pelabuhan, pelayaran ini langsung dari pelabuhan asal yaitu dermaga di masing masing pulau berpenghuni di Kepulauan Karimunjawa dan pelabuhan tujuan adalah Pelabuhan Kartini Jepara.

#### IV. ANALISIS DAN PEMBAHASAN

##### A. *Proyeksi Jumlah Penduduk dan Wisatawan*

Analisis proyeksi jumlah penduduk dan wisatawan dapat dilakukan jika diketahui data jumlah penduduk setiap pulau dan data wisatawan yang berkunjung. Data jumlah penduduk dan data jumlah wisatawan yang berkunjung dikumpulkan dari tahun ke tahun agar diketahui laju pertumbuhannya. Dengan menggunakan data jumlah penduduk dan wisatawan, serta data laju pertumbuhan penduduk dan wisatawan, dapat diketahui hasil proyeksi pada Gambar 2 dan Gambar 3

Proyeksi Jumlah penduduk di Kecamatan Karimunjawa diproyeksikan dari tahun 2020 – 2030 dan mengalami kenaikan rata rata sebesar 4,47% per tahun. Sehingga, total jumlah penduduk di Kecamatan Karimunjawa yang diproyeksikan hingga tahun 2030 mencapai 10.802 jiwa.

Pada penelitian ini, proyeksi wisatawan dilakukan mulai dari tahun 2020 hingga tahun 2030. Proyeksi jumlah wisatawan nusantara diproyeksikan secara 3 kondisi yaitu kondisi moderat yang menggunakan proyeksi regresi linear, kondisi optimis yang menggunakan presentase kenaikan jumlah penduduk tertinggi dari proyeksi kondisi moderat dan kondisi pesimis menggunakan presentase kenaikan jumlah penduduk terendah dari proyeksi kondisi moderat.

Wisatawan nusantara dengan kondisi optimis mencapai mencapai 304.290 orang, sedangkan pada kondisi moderat adalah 239.203 orang, dan 141.937 orang pada kondisi pesimis . Sementara itu jumlah wisatawan mancanegara yang berkunjung di Kepulauan Karimunjawa mengalami kenaikan rata rata sebesar 3,31% setiap tahun. Pada tahun 2030 jumlah wisatawan mancanegara yang berkunjung ke Kepulauan Karimunjawa adalah 17.895 orang

##### B. *Identifikasi Kebutuhan Bahan Pokok*

Perhitungan identifikasi bahan pokok dilakukan berdasarkan pendekatan terhadap jumlah penduduk dan wisatawan yang akan menjadi konsumen di daerah tersebut. Sehingga untuk menghitung kebutuhan bahan pokok dan bahan pangan untuk penduduk dihitung dengan cara perkalian antara jumlah konsumen (jumlah penduduk di Kepulauan Karimunjawa) dengan konsumsi pangan Provinsi Jawa Tengah perkapita perhari. Berdasarkan daftar konsumsi pangan, Kepulauan Karimunjawa harus memasok seluruh kebutuhannya dari luar wilayah karena produksi kebutuhannya tidak mencukupi kecuali komoditas ikan. Sehingga komoditas yang diperlukan adalah beras, jagung, terigu, singkong, ubi jalar, kentang, umbi lainnya, daging ruminansia, daging unggas, telur, susu, minyak kelapa, minyak sawit, minyak lainnya, kelapa, kemiri, kedelai, kacang tanah, kacang hijau, kacang lain, gula pasir, gula merah, sayur, buah, minum-minuman, dan bumbu-bumbuan. Perhitungan kebutuhan pokok dilakukan dengan menggunakan persamaan (1) dan didapatkan hasil perhitungan:

Pada Gambar 4 total kebutuhan bahan pokok dan bahan pangan di Kepulauan Karimunjawa pada tahun 2030 mencapai 4.039,47 ton. Kebutuhan tertinggi pada tahun 2030 adalah Pulau Karimunjawa yaitu 2.344 ton. Sedangkan untuk pulau dengan kebutuhan bahan pokok dan bahan pangan terendah adalah Pulau Genting yaitu sebesar 67,83 ton. Sementara Pulau Kemujan adalah pulau dengan kebutuhan tertinggi kedua setelah Pulau Karimunjawa yaitu 1.011 ton. Kebutuhan tertinggi ketiga adalah Pulau Parang yaitu 420,79 ton.

##### C. *Analitis Gelombang Perairan*

Pada penelitian ini merupakan analisis data keadaan gelombang yang diskalakan dengan kategori yang telah ditentukan oleh BMKG Maritim, yaitu kategori gelombang tenang pada skala 0 – 5 meter, kategori gelombang rendah pada skala 5 – 1.25 meter, kategori gelombang sedang pada skala 1,25 – 2,5 meter, kategori gelombang tinggi pada skala 2,5 – 4 meter, kategori gelombang sangat tinggi pada skala 4 - 6 meter, kategori gelombang ekstrem pada skala 6 – 9 meter, dan kategori gelombang sangat ekstrem pada skala 9 – 14 meter. Identifikasi gelombang dilakukan dengan cara mengumpulkan informasi perkiraan cuaca dan gelombang pada unggahan akun resmi BMKG Maritim Semarang (@maritimsemarang). Wilayah yang diidentifikasi adalah perairan Karimunjawa dan perairan Jepara. Dan didapatkan hasil sebagai berikut:

Tujuan dari pengumpulan data gelombang adalah untuk menentukan jumlah hari yang aman dan diizinkan untuk berlayar bagi kapal – kapal yang biasa berlayar di kedua perairan tersebut. Sesuai dengan beberapa historis kejadian yang sudah ada, bila kondisi gelombang menunjukkan skala sedang ke atas yang dapat membahayakan, pihak Unit Penyelenggara Pelabuhan (UPP) tidak akan menerbitkan Surat Persetujuan Berlayar (SPB). sehingga terpilih hari aman untuk berlayar ketika pada saat kondisi gelombang rendah dan gelombang tenang. Gambar 5 dan Gambar 6 dapat menjadi acuan untuk menentukan hari yang aman untuk berlayar yang akan digunakan untuk penelitian ini.

Jumlah hari berlayar (commission days) untuk pengiriman bahan pokok ditentukan dengan mengambil jumlah hari berlayar yang paling kecil dari kedua perairan tersebut karena mempertimbangkan kondisi perairan yang paling buruk diantara kedua wilayah, maka jumlah hari pelayaran yang dipilih adalah 233 hari (64%), yang dapat dilihat pada Tabel 2.

##### D. *Optimasi Pola Operasi dan Perencanaan Skenario*

Perencanaan skenario pola operasi dilakukan dengan memadukan tipe pola operasi pelayaran, rute sebagai jalur yang harus dilalui dan kapal yang akan digunakan sebagai alat transportasi. Untuk menentukan rute pola operasi, diperlukan data jarak antar pulau yang menjadi studi kasus penelitian. Data jarak tersebut dapat dilihat pada Tabel 3.

Skenario pola operasi bertujuan untuk mengetahui seluruh komponen biaya pengiriman bahan pokok dengan total biaya yang paling minimum. Terdapat 3 (tiga) skenario yang masing masing skenario menggunakan pola operasi berbeda.

###### 1) *Skenario 1*

Skenario 1 menggunakan pola operasi hub and spoke. Optimasi penentuan pola operasi hub and spoke dilakukan

dengan menggunakan tools solver di Ms. Excel dengan ketentuan:

a. Objective Function:

Optimasi ini dilakukan untuk mencari biaya total transportasi yang paling rendah. Biaya tersebut terdiri dari biaya kapital, biaya operasional, biaya bahan bakar, biaya pelabuhan dan biaya penanganan muatan dari masing masing alternatif rute

b. Decision Variable:

Variabel keputusan dari optimasi ini adalah jumlah perjalanan kapal terpilih dalam setahun (frekuensi)

c. Constraints:

Batasan dari optimasi ini ada 3 pokok, pokok yang pertama adalah frekuensi. frekuensi kapal terpilih tidak boleh melebihi frekuensi maksimal kapal dapat dan aman berlayar. Nilai frekuensi kapal terpilih harus bernilai integer. Pokok yang kedua mengenai supply, nilai supply yang dikirim ke Pulau Karimunjawa harus lebih besar dari kebutuhan untuk kebutuhan pulau pulau berpenghuni lainnya, batasan ini untuk menentukan pelabuhan hub berada di Pulau Karimunjawa. Nilai supply yang dipasok kapal terpilih pada masing-masing pulau berpenghuni harus lebih besar dari nilai kebutuhan bahan pokok pada masing-masing pulau berpenghuni, batasan ini untuk memastikan bahwa demand setiap pulau harus terpenuhi oleh supply-nya. Dan pokok yang ketiga adalah jumlah hari operasiona kapal terpilih harus lebih kecil dari jumlah hari kapal dapat berlayar. Batasan ini untuk memastikan bahwa hari operasional kapal terpilih tidak melebihi hari aman berlayar.

Setelah dilakukan proses optimasi, didapatkan hasil perhitungan pada Tabel 4.

Hasil optimasi pola operasi pada skenario 1 yang ditunjukkan pada Gambar 7, dapat disimpulkan bahwa terdapat 2 rute yaitu rute utama yang melayani pengiriman dari Jepara (pelabuhan asal) – Karimunjawa (pelabuhan hub) dengan menggunakan kapal barang. Dan rute kedua adalah rute lanjutan yang melayani pengiriman dari pelabuhan hub ke masing masing pelabuhan tujuan dengan menggunakan kapal barang. Rute lanjutan terdapat 5 lintasan rute yaitu Karimunjawa – Nyamuk, Karimunjawa – Parang, Karimunjawa – Kemujan, Karimunjawa – Genting.

## 2) Skenario 2

Skenario 2 menggunakan pola operasi multiport tipe circle. Dengan menerapkan metode TSP (Travelling Salesman Problem) dimana setiap perjalanan dari titik asal menuju beberapa tujuan, akan kembali lagi ke titik asal, dimana titik tujuan dikunjungi tepat sebanyak 1 (satu) kali. Optimasi penentuan pola operasi multiport dilakukan dengan menggunakan tools solver di Ms. Excel.dengan ketentuan:

a. Objective Function:

Sama seperti skenario 1, Optimasi ini dilakukan untuk mencari biaya total transportasi yang paling rendah dari urutan rute perjalanan.

b. Decision Variable:

Variabel keputusan dari optimasi ini adalah urutan rute yang akan dilalui pola operasi mutiport.

c. Constraints:

Batasan dari optimasi ini adalah tujuan yang akan dikunjungi hanya akan dilewati sebanyak 1 kali, rute diawali dari pelabuhan asal (Jepara) dan harus diakhiri di pelabuhan

asal juga.

Setelah dilakukan proses optimasi, didapatkan hasil perhitungan pada Tabel 5.

Hasil optimasi pola operasi pada skenario 2 yang ditunjukkan pada Gambar 8, dapat disimpulkan bahwa skenario hanya memiliki 1 rute dengan urutan rute Jepara – Karimunjawa – Nyamuk – Parang – Kemujan – Genting dan kembali ke Jepara dengan menggunakan kapal barang.

## 3) Skenario 3

Skenario 3 menggunakan pola operasi port to port. Pola operasi ini merupakan pola operasi yang memang saat ini digunakan. Sehingga rute pola operasi, dan kapal yang digunakan disamakan dengan kondisi saat ini, yang dapat digambarkan pada Gambar 9.

Skenario 3 yang digambarkan pada Gambar 9 menunjukkan bahwa Jepara merupakan pelabuhan tujuan dan pulau berpenghuni di Kepulauan Karimunjawa adalah pelabuhan asal. Skenario 3 memiliki 5 (lima) rute, rute 1 dilayani dengan menggunakan kapal, sedangkan rute 2 – rute 5 menggunakan kapal barang. Perhitungan skenario 3 tidak dilakukan dengan optimasi seperti 2 skenario lainnya. Namun, dilakukan proses perhitungan sebagai berikut:

- Menghitung muatan per roundtrip masing masing pulau berdasarkan kebutuhan yang telah disesuaikan dengan jumlah hari aman berlayar.
- Menghitung waktu operasi kapal per rute yang disesuaikan dengan kondisi saat ini. Roundtrip days kapal barang adalah 3 hari. Sedangkan Kapal Siginjai adalah 2 hari.
- Menghitung frekuensi per rute

Dari proses tersebut dihasilkan perhitungan skenario 3 pada Tabel 6.

Berdasarkan Tabel 6, frekuensi kapal untuk rute 1 adalah 117 kali dalam setahun, sedangkan untuk rute 2 – rute 5 adalah 78 kali dalam setahun. Muatan yang diangkut per roundtrip pada rute 1 – rute 5 berturut turut adalah 30,19 ton, 13,2 ton, 2,52 ton, 5,42 ton, dan 0,87 ton. Dan didapatkan total muatan yang dikirim setahun pada rute 1 – rute 5 berturut-turut adalah 2.354 ton, 1.015 ton, 196 ton, 422 ton, dan 68 ton.

## E. Perbandingan Biaya per Skenario

Perbandingan biaya total transportasi laut skenario pertama, kedua, dan ketiga dapat dilihat pada Gambar 10. Menurut Gambar 10, skenario 2 memiliki biaya yang lebih murah daripada skenario yang lain, yaitu sebesar Rp 774.735.408/tahun.

Biaya total transportasi laut skenario per rute, didapatkan dari penambahan komponen biaya yang dapat dilihat pada Gambar 11. Menurut Gambar 11 komponen biaya yang paling tinggi adalah biaya pelayaran pada Skenario 3. Sedangkan biaya pelayaran yang paling murah pada skenario 1.

Biaya pelayaran terdiri dari dua komponen yaitu biaya bahan bakar dan biaya pelabuhan. Seknario dengan biaya pelayaran termurah adalah skenario 1 dengan biaya pelayaran sebesar Rp 269.294.692.

## F. Perencanaan Penjadwalan

Penjadwalan kapal dilakukan terhadap kapal-kapal yang melayani skenario terpilih (skenario dengan biaya yang

paling minimum) yaitu skenario 2, dengan pola operasi multiport yang dilayani oleh kapal barang. Perencanaan penjadwalan dilakukan dengan memperhatikan cuaca buruk, sehingga kapal dijadwalkan berlayar ketika hari tersebut aman dari gelombang skala sedang keatas.

Pada Penelitian ini, Penjadwalan dimulai pada tanggal 14 Januari 2021. Tanggal tersebut adalah hari pertama kapal dapat berlayar setelah 2 minggu sebelumnya kondisi cuaca sedang buruk. Proses penjadwalan akan menggunakan waktu operasional kapal, yaitu waktu pada saat kapal berlayar, dan waktu pada saat kapal di pelabuhan. Sesuai skenario terpilih pola operasinya adalah multiport circle dengan rute terpilih Jepara – Karimunjawa – Nyamuk – Parang – Kemujan – Genting – dan kembali ke Jepara. Gambar 12 merupakan contoh penjadwalan, penjadwalan dimulai dengan muat di Pelabuhan Kartini Jepara pada tanggal 31 Januari 2020 pukul 0.00 dan selesai proses bongkar setelah 2 jam 18 menit, sehingga kapal mulai berlayar menuju Karimunjawa pada pukul 02.18. Kapal sampai di Karimunjawa setelah berlayar selama 5 jam 22 menit, maka waktu kapal sampai di Karimunjawa pukul 07.40. Setelah sampai, dilakukan kegiatan bongkar muatan di Karimunjawa, dan dilanjutkan proses tersebut hingga kapal selesai bongkar di pelabuhan terakhir yaitu Pulau Genting, dan kembali ke Pelabuhan Jepara.

Penjadwalan dilakukan hingga frekuensi kapal dalam setahun terpenuhi, sehingga seluruh kebutuhan bahan pokok dapat dipasok oleh kapal.

#### G. Perencanaan Gudang

Pada penelitian ini, gudang diperlukan untuk menyimpan kebutuhan pokok yang rutin dipasok dari Jepara. Berdasarkan penjadwalan kapal yang telah dilakukan. Gudang yang akan dibangun pada masing masing pulau berpenghuni, harus dapat menampung kebutuhan pokok yang dipasok. Sehingga penentuan ukuran gudang dilakukan berdasarkan nilai maksimal penumpukan barang. Berdasarkan penjadwalan yang telah dilakukan dalam setahun, dapat diketahui nilai tertinggi penumpukan barang. Menurut Gambar 13 penumpukan maksimal terjadi pada tanggal 13 Juni 2021, dengan penumpukan sebesar 230 ton.

Setelah diketahui nilai tumpukan maksimal, jumlah tumpukan bahan pokok yang berada di dalam gudang dapat ditentukan sesuai dengan dimensi kemasan masing-masing bahan pokok. Sehingga diperoleh hasil pada Tabel 7.

Setelah diketahui jumlah tumpukan, maka perhitungan dimensi gudang dapat dilakukan melalui 2 tahap, yang pertama adalah penentuan ukuran alas (lihat persamaan (5) dan yang kedua adalah penentuan tinggi Gudang (lihat persamaan (6) untuk penentuan alas digunakan asumsi untuk akses jalan sebesar 10% dari luas total penumpukan. Sedangkan, untuk penentuan tinggi gudang digunakan

asumsi ruang kosong untuk atap gudang sebesar 20% dari tinggi maksimal. Dan tinggi maksimal seluruh gudang ditentukan setinggi 3 meter. Sehingga diperoleh hasil dimensi gudang pada Tabel 8.

#### V. KESIMPULAN/RINGKASAN

Kesimpulan dari penelitian ini adalah pola operasi distribusi bahan pokok di Kepulauan Karimunjawa saat ini umumnya menggunakan pola operasi port to port. Pola operasi ini menggunakan kapal barang berbahan dasar kayu milik masing – masing pulau untuk membeli barang kebutuhan pokok dari jepara. Pola operasi port to port ini membentuk rute Pulau Karimunjawa – Jepara – Pulau Karimunjawa, Pulau Kemujan – Jepara – Pulau Kemujan, Pulau Genting – Jepara – Pulau Genting, Pulau Parang – Jepara – Pulau Parang, dan Pulau Nyamuk – Jepara – Pulau Nyamuk.

Komoditas bahan pokok yang diperlukan untuk penduduk Kepulauan Karimunjawa mengacu kepada peraturan Peraturan Presiden No 71 Tahun 2015 dan berdasarkan Pola Pangan Harapan, yang disesuaikan dengan produksi hasil Kepulauan Karimunjawa. Sehingga, komoditas bahan pokok yang diperlukan terdiri dari beras, jagung, terigu, singkong, ubi jalar, kentang, umbi lainnya, daging ruminansia, daging unggas, telur, susu, minyak kelapa, minyak sawit, minyak lainnya, kelapa, kemiri, kedelai, kacang tanah, kacang hijau, kacang lain, gula pasir, gula merah, sayur, buah, minum-minuman, dan bumbu-bumbuan.

Berdasarkan analisis yang telah dilakukan, pola operasi pengiriman bahan bahan pokok yang terpilih adalah pola operasi multiport pada skenario 2. Skenario ini dipilih berdasarkan total biaya yang paling murah, dan kebutuhan bahan pokok dapat dipenuhi oleh supply. Skenario 2 menggunakan pola operasi multiport dengan urutan rute adalah Jepara – Karimunjawa – Nyamuk – Parang – Kemujan – Genting – Jepara dengan total jarak sebesar 133,75 nm. Total biaya transportasi laut skenario 2 yaitu sebesar Rp 774.734.408/tahun. Permintaan kebutuhan bahan pokok di Kepulauan Karimunjawa dapat terpenuhi dengan kemampuan supply sebesar 4.050 ton/tahun.

#### DAFTAR PUSTAKA

- [1] Badan Pusat Statistik, *Kecamatan Karimunjawa Dalam Angka 2020*. Jepara: Badan Pusat Statistik Kabupaten Jepara, 2020.
- [2] Peraturan Pemerintah Republik Indonesia, *Peraturan Pemerintah (PP) tentang Rencana Induk Pembangunan Kepariwisata Nasional Tahun 2010 - 2025*. Jakarta Pusat: Kementerian Sekretariat Negara RI, 2011.
- [3] Tourism Information Center Jepara, *Statistik Kunjungan Wisata 2019*. Jepara: Dinas Pariwisata dan Kebudayaan Kabupaten Jepara, 2020.
- [4] M. R. Aminta, "Pulau Gosong sebagai Pemikat Wisatawan di Karimunjawa Jepara," Sekolah Tinggi Pariwisata Ambarukmo Yogyakarta, 2019.