

BAB 3

METODE PENELITIAN

3.1. Prosedur Penelitian

Untuk mencapai tujuan penelitian ini, diperlukan proses yang *sistematis*. Proses penelitian diawali dengan pengamatan fenomena terkini, yang kemudian dikembangkan menjadi kerangka teoritis dan konseptual. Tahapan selanjutnya meliputi pemilihan metodologi penelitian yang tepat, pengumpulan dan analisis data, serta interpretasi hasil untuk menghasilkan temuan orisinal.

Penelitian ini berfokus pada penentuan jenis kontainer yang paling tepat untuk pengiriman hewan, khususnya sapi, melalui tol laut. Pemilihan kontainer yang kurang tepat dapat meningkatkan risiko penurunan berat badan hewan bahkan kematian akibat *stress* selama perjalanan laut.

Disertasi ini dibagi menjadi beberapa tahap yaitu.

Tahap Pertama dengan mengamati kondisi lapangan. Dengan menggali informasi langsung, peneliti dapat menemukan jawaban atas fenomena yang berkembang.

Tahap Kedua melibatkan analisis data yang diperoleh dari lapangan dan *studi literatur*, untuk mengidentifikasi gap atau *hipotesis* mengenai desain kontainer yang sesuai untuk pengangkutan hewan, terutama sapi, dengan kebutuhan tol laut.

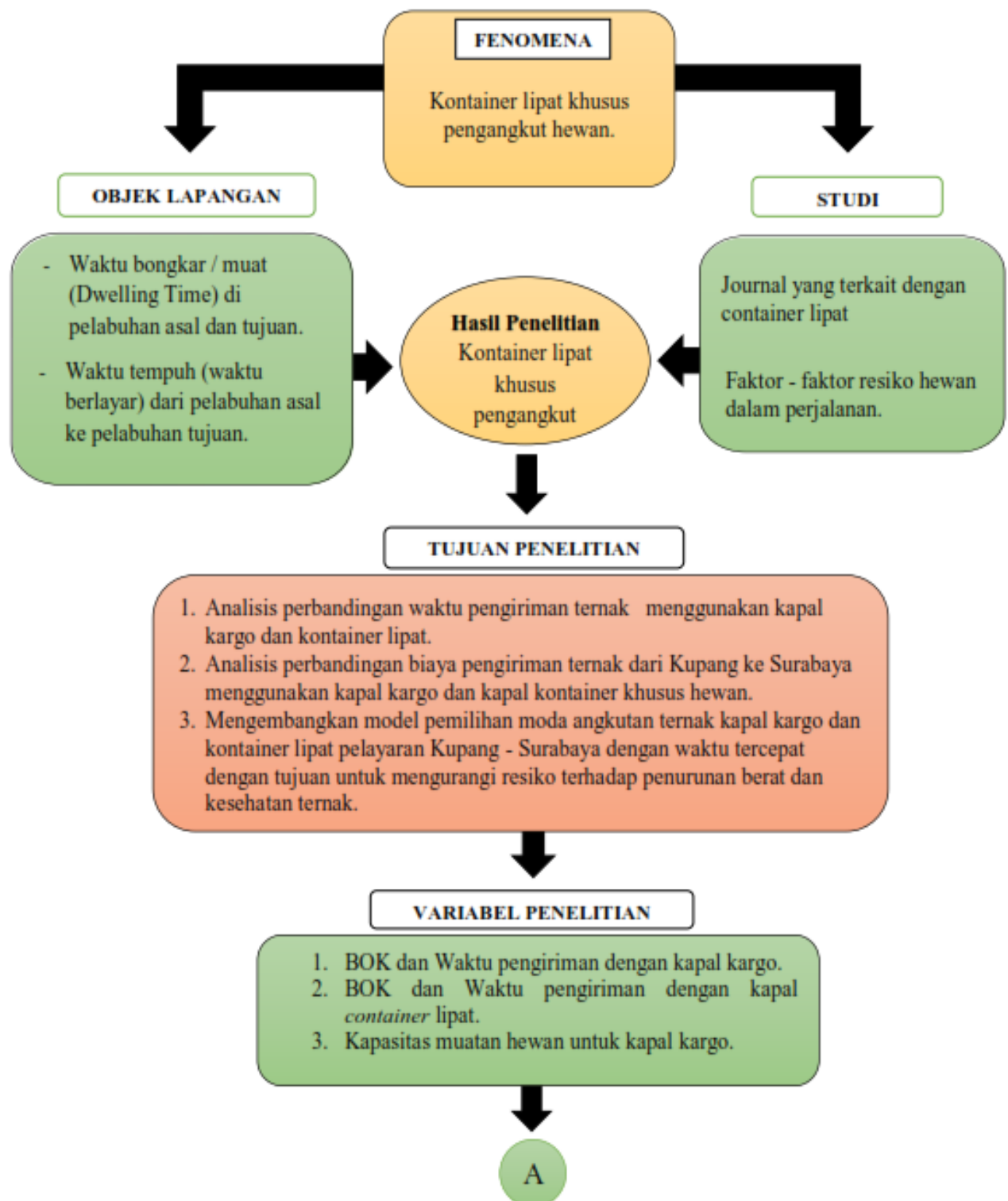
Tahap Ketiga mencakup penentuan variabel dan pengumpulan data, baik *primer* maupun *sekunder*, yang mendukung analisis. Salah satu metode yang digunakan adalah metode *state preference*, di mana pengumpulan data dilakukan melalui kuesioner dibagikan untuk mengeksplorasi pilihan model antara kontainer lipat dan kapal kargo khusus untuk pengangkutan hewan.

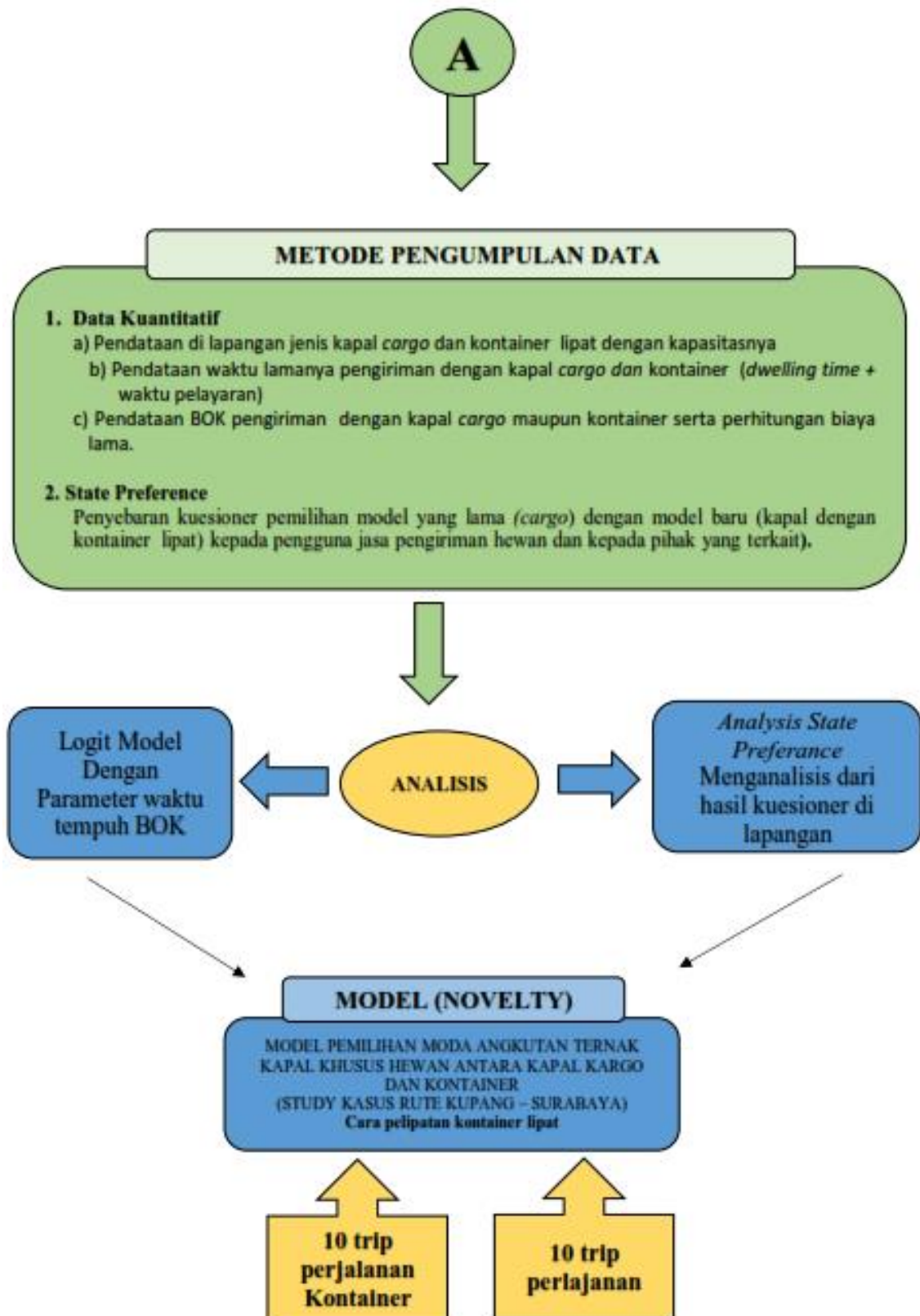
Tahap Keempat berfokus pada pengolahan data yang terkumpul. Data primer dan sekunder yang telah terkumpul, termasuk hasil kuesioner metode *state preference* mengenai pilihan antara model kontainer lipat dengan kapal kargo khusus angkutan hewan, akan diolah menggunakan beberapa teknik analisis.

Tahap Kelima menyajikan hasil analisis data. Hasil ini akan mencakup deskripsi statistik dari preferensi responden terhadap kontainer lipat dan kapal kargo khusus hewan, berdasarkan faktor-faktor biaya, keamanan hewan, *efisiensi*, dan dampak lingkungan. Analisis akan menunjukkan proporsi responden yang memilih masing-masing model, serta tingkat kepentingan relatif dari setiap faktor yang dipertimbangkan. Hasil uji *t* atau ANOVA akan dilaporkan untuk menunjukkan apakah perbedaan preferensi antara kedua model secara statistik signifikan. Bagian ini akan menyajikan temuan secara jelas dan membandingkan dengan temuan terdahulu. Data yang disampaikan menggunakan tabel, dan grafik untuk memudahkan pemahaman.

Tahap Keenam mencakup interpretasi dan kesimpulan dari hasil analisis data. Pada tahap ini, temuan akan diinterpretasikan secara mendalam, menghubungkan hasil analisis statistik dengan konteks penelitian yang lebih luas. Kesimpulan akan dirumuskan berdasarkan temuan dan interpretasi, menjawab pertanyaan rumusan masalah dan memberikan rekomendasi berdasarkan bukti empiris. Rekomendasi ini dapat mencakup saran untuk desain dan implementasi sistem pengangkutan hewan yang lebih *efisien*, aman, dan ramah lingkungan, mempertimbangkan aspek ekonomi dan regulasi. Tahap ini juga akan membahas implikasi praktis dari penelitian dan potensi penelitian selanjutnya.

Tahapan penelitian ini dapat digambarkan dalam diagram alur pikir pada Gambar 3.1 berikut.





Gambar 3. 1 Bagan Alir Proses Penentuan Model Kontainer Lipat

Bagan alur proses penentuan model kontainer lipat diatas adalah rangkaian proses penelitian yang merupakan gambaran pendekatan penelitian menggunakan metode *kuantitatif* yang didukung oleh metode *deskriptif*. Pendekatan ini bertujuan untuk memilih model kontainer yang sesuai dengan harapan pengguna jasa pengiriman hewan sapi, sekaligus memastikan bahwa kontainer tersebut dapat mendukung tujuan transportasi melalui tol laut.

3.2. Metode Pengumpulan Data

Penelitian ini menggunakan data primer dan sekunder yang diperoleh melalui metode *Mixed Methods* deskriptif *kuaitatif* dan *kuantitatif*.

3.2.1 . Data Primer

Pengamatan langsung di lapangan terhadap kapal kargo dan kontainer lipat pengangkut ternak sapi menjadi sumber data primer penelitian ini. Informasi yang dicatat meliputi dimensi, ukuran setiap kapal, dan kapasitas angkut untuk jumlah sapi. Selain itu, data penting yang harus dicatat mencakup:

1. Lama waktu muat sapi di pelabuhan asal Kupang, Nusa Tenggara Timur.
2. Lama waktu pembongkaran muatan sapi di pelabuhan tujuan Surabaya.
3. Durasi total proses pengangkutan ternak sapi menggunakan kapal kargo khusus hewan mencakup seluruh tahapan, mulai dari masa karantina di pelabuhan asal, pemuatan dari area karantina ke truk pengangkut, pemindahan dari truk ke kapal, waktu pelayaran hingga tiba di pelabuhan tujuan, pembongkaran dari kapal ke truk, pemindahan dari truk ke area karantina di pelabuhan tujuan, dan akhirnya, pemindahan dari karantina ke Rumah Potong Hewan (RPH).
4. Durasi pengangkutan menggunakan kapal kontainer lipat meliputi waktu pemuatan barang ke dalam kontainer, pemindahan kontainer dari truk ke kapal, waktu pelayaran, dan pembongkaran kontainer dari kapal ke truk menuju tempat pemotongan.

3.2.2. Data Sekunder

Penelitian ini menggunakan data sekunder dari berbagai sumber, antara lain: perusahaan jasa pengiriman, instansi terkait, studi-studi sebelumnya, literatur, dan regulasi pemerintah. Data tersebut meliputi informasi pengguna jasa pengiriman dan data relevan lainnya. Penelitian ini juga menggunakan data sekunder yang diperoleh dari:

1. Entitas pelayaran yang menyediakan jasa pengiriman sapi melalui jalur tol laut menggunakan armada kapal kargo dan kontainer.
2. Data volume pengiriman sapi melalui Pelabuhan Tanau Kupang, Nusa Tenggara Timur.
3. Kapasitas angkut kapal dengan volume kargo yang ditransportasikan.
4. Evaluasi sarana dan prasarana transportasi terkait, meliputi inventarisasi dan kondisi fisik.

3.3. Metode Analisis Pilihan Deskriptif

Metode *State Preference* merupakan metode *deskriptif* yang memanfaatkan kuesioner untuk mengumpulkan data. Kuesioner ini diberikan kepada pengguna jasa transportasi kapal dan pihak terkait untuk memahami pilihan dan permasalahan mereka mengenai kebutuhan transportasi melalui tol laut.

Kuesioner dirancang untuk mengungkap persepsi pengguna jasa pengiriman sapi dan pihak terkait. Data yang dikumpulkan akan digunakan untuk menganalisis dan memilih model kontainer pengiriman sapi yang sesuai dengan tujuan tol laut.

Data yang diperlukan dari kuesioner meliputi:

1. Waktu tunggu pre- dan post-bongkar di pelabuhan.
2. Durasi waktu kegiatan bongkar muat ternak sapi di kedua pelabuhan.
3. Keamanan dan kenyamanan sapi selama pemuatan, pembongkaran, dan perjalanan.
4. Waktu tempuh maksimal yang dapat ditoleransi untuk pengiriman sapi dari pelabuhan awal ke tujuan.

5. Sistem pelacakan yang memudahkan pemantauan posisi sapi dari asal hingga tujuan.

Data dan informasi yang dikumpulkan akan memberikan pemahaman yang komprehensif mengenai kebutuhan pengguna jasa transportasi laut dalam pengiriman sapi. Melalui analisis data, akan dirumuskan strategi optimalisasi pengiriman ternak sapi melalui rute Kupang-Surabaya, yang mempertimbangkan kebutuhan pengguna jasa dan kapasitas layanan baik melalui kapal kargo maupun kontainer lipat.

3.4. Kebutuhan Minimal Data

Sampel penelitian ini, sebagaimana diuraikan oleh (Wibowo, 2010), meliputi seluruh pengguna jasa pengiriman sapi melalui kapal *cargo* atau kontainer lipat pada rute Kupang-Surabaya. Tujuannya adalah untuk mengetahui tingkat penggunaan kedua model transportasi tersebut dan *preferensi* pengguna.

Sampel penelitian dipilih secara *random sampling* dari seluruh pengusaha yang menggunakan kapal kargo atau kontainer di jalur Kupang-Surabaya. Metode ini dipilih karena diasumsikan terdapat *homogenitas* jumlah pengusaha yang menggunakan kedua jenis angkutan tersebut. Mengacu pada (Wilujeng *et al.*, 2016), *random sampling* menjamin setiap pengusaha memiliki peluang yang sama untuk terpilih. Besarnya sampel ditentukan menggunakan rumus Slovin.

$$n = \frac{N}{1 + Ne^2}$$
$$n = \frac{225}{1 + (225 \times (0,19)^2)} = 69.23 \Rightarrow 70 \text{ sampel}$$

Dimana :

n = Kebutuhan minimal data jumlah .

N = Jumlah pengusaha pengguna jasa angkutan laut.

e = Nilai error (toleransi terjadinya kesalahan)

Hasil perhitungan menunjukkan terdapat 225 perusahaan pelayaran di Kota Kupang. Penelitian ini menetapkan jumlah sampel minimal 70 sampel pengusaha yang memanfaatkan angkutan laut di jalur Kupang-Surabaya. Komponen kedua mencakup individu kunci yang memiliki wewenang atau kebijakan terkait pengangkutan barang

melalui kapal laut. Kelompok tersebut meliputi perwakilan dari Kementerian Perhubungan Laut, otoritas pelabuhan, pengguna jasa pengiriman, dan perusahaan jasa forwarding.

3.5. Pengolahan Data

Berikut adalah versi yang lebih ringkas dan jelas mengenai proses validasi data: Pada bagian ini, data dan informasi yang dikumpulkan, baik dari data *primer* maupun sekunder, akan divalidasi sebelum dilakukan pengolahan. Tahapan validasi meliputi:

- a. Penyusunan Data, Tahap pengumpulan data meliputi verifikasi kelengkapan data yang dibutuhkan.
- b. Klasifikasi Data, Pengelompokan data dilakukan berdasarkan klasifikasi administratif, seperti pemisahan data pengusaha di wilayah Kupang dan daerah penyangga (*hinterland*).

Setelah melewati tahap-tahap tersebut, pengolahan data akan dilakukan untuk memperoleh rumusan permasalahan yang konkret. Dari tahapan ini, interpretasi data olahan akan dihasilkan, yang kemudian akan dianalisis sebagai bagian dari proses untuk mendapatkan output dalam pemecahan masalah.

3.6. Pemilihan Model Transportasi

Penelitian ini membandingkan penggunaan kapal kargo dan kapal kontainer lipat untuk pengiriman sapi, dengan fokus pada analisis tarif dan waktu pelayanan. Analisis ini bertujuan untuk menentukan model yang lebih efektif dalam hal biaya dan waktu pengiriman. Penelitian ini akan membandingkan besaran tarif dan waktu pelayanan antara kedua model untuk menentukan mana yang lebih menguntungkan bagi pengguna jasa pengiriman sapi

Pemilihan model angkutan optimal dalam penelitian ini dilakukan dengan membandingkan hasil analisis menggunakan Metode *Logit Binomial* Selisih dan Metode *Stated Preference* terhadap preferensi pengguna jasa.. Metode *Logit Binomial* berfungsi untuk menentukan *persentase* pilihan model yang akan dipilih, sementara Metode *Stated Preference* digunakan untuk mengukur tingkat keinginan pengguna jasa terhadap kedua model transportasi yang dianalisis.

3.6.1. Model Logit

Model pemilihan moda transportasi antara kapal kargo dengan kapal kontainer untuk pengiriman sapi akan merepresentasikan karakteristik sistem pengiriman tersebut. Model ini akan mempertimbangkan faktor acak dalam fungsi pilihan ($V(i)$), mengakui bahwa atribut-atribut yang mempengaruhi pilihan dapat bervariasi antar individu, dan bahkan pada individu yang sama di waktu yang berbeda. Hal ini sesuai dengan konsep *random utility model* (Macioszek & Kurek, 2021). Rumus persamaan 3.1 akan menjelaskan model ini secara matematis dibawah ini.

$$U(i) = V(i) + e(i) \dots \dots \dots (3.1)$$

Keterangan :

$U(i)$: fungsi pemilihan untuk alternatif (i),

$V(i)$: fungsi *deterministic* dari atribut alternatif (i)

$e(i)$: komponen stokastik, merupakan variabel acak yang mengikuti suatu jenis distribusi

Model pemilihan ini didasarkan pada prinsip bahwa individu memilih alternatif (i) jika fungsi utilitas $U(i)$ memberikan nilai tertinggi dibandingkan alternatif lain. Probabilitas pemilihan alternatif (i) dirumuskan sebagai berikut Rumus 3.2:

$$p(i) = p[U(i) > U(j)], \text{ untuk setiap } j \neq i \dots \dots \dots (3.2)$$

Dapat dikembangkan menjadi :

$$\begin{aligned} p(i) &= p[\{U(i) + e(i)\} > \{V(j) + e(j)\}, \forall j \neq i] \\ &= p[e(j) < \{U(i) - V(j) + e(i)\}, \forall j \neq i] \\ &= \int F[V(i) - V(j) + e(i), \forall j \neq i] f_i(\Phi) d\Phi \dots \dots \dots (3.3) \end{aligned}$$

$p(i)$ adalah probabilitas bahwa alternatif i yang akan dipilih, karena utilitas totalnya (baik yang terlihat maupun yang acak) lebih besar daripada semua alternatif lain.

$$[e(i); e(j) \dots]$$

Persamaan model pemilihan didasarkan pada persamaan (3.3), yang menghubungkan fungsi distribusi bersama dari semua alternatif, $F(i)$, dengan fungsi kerapatan marginal masing-masing alternatif, $f_i(\varphi)$.

Pengembangan model logit ini didasarkan pada asumsi bahwa komponen error ($e(i)$) dari fungsi utilitas memiliki distribusi Gumbel. (Macioszek & Kurek, 2021).

$$F e(x)=e, \quad \varnothing>0; \quad -\infty<X<+\infty \quad \dots\dots\dots(3.4)$$

$F(e)$ adalah fungsi distribusi kumulatif (CDF) dari komponen acak e dalam model utilitas. Dengan penggabungan antara persamaan (3.3) dan (3.4) akan didapatkan:

$$p(i)=\frac{\int_{-\infty}^{+\infty} \prod_{j \neq i} \exp \left[-\theta e^{-\{V(j)-V(i)+x\}}\right] \theta e^{-\theta \exp -x} d x}{\int_{-\infty}^{+\infty} \prod_{j \neq i} \exp \left[-\theta e^{-\{V(j)-V(i)+x\}}\right] \theta e^{-\theta} d x}$$

$$p(i)=\frac{\int_{-\infty}^{+\infty} \prod_{j \neq i} \exp \left[-\theta e^{-\{V(j)-V(i)+x\}}\right] \theta e^{-\theta} d x}{\int_{-\infty}^{+\infty} \prod_{j \neq i} \exp \left[-\theta e^{-\{V(j)-V(i)+x\}}\right] \theta e^{-\theta} d x}$$

$$p(i)=\frac{1}{\sum_{j \neq i} e^{V(j)-V(i)}}$$

$$p(i)=\frac{e^{V(i)}}{\sum_{j \neq i} e^{V(j)}} \dots\dots\dots(3.5)$$

Persamaan 3.5 menggambarkan model multinomial logit, yang valid jika diasumsikan independensi antar fungsi pilihan alternatif. Namun, penerapan model ini pada jaringan yang kompleks dapat mengakibatkan ketidakakuratan.

Penelitian ini menggunakan model logit binomial karena hanya ada dua pilihan model transportasi untuk pengangkutan sapi: kapal kargo konvensional dan kapal kontainer lipat.

3. 6. 2. Model Logit Binomial Selisih

Karena hanya ada dua pilihan model transportasi dalam penelitian ini—kapal kargo konvensional dan kapal kontainer—maka persamaan (3.6) dan (3.7) dapat disederhanakan seperti berikut:

$$p(A) = \frac{e^{V(A)}}{e^{V(A)} + e^{V(B)}} \dots\dots\dots(3.6)$$

Dan

$$p(B) = 1 - p(A) \dots\dots\dots(3.7)$$

Keterangan :

$p(A)$ = Probabilitas memilih kapal kargo lama .

$p(B)$ = Probabilitas memilih kapal kontainer .

$V(A)$ = Fungsi deterministik dari alternatif pada kapal kargo model lama.

$V(B)$ = Fungsi deterministik dari alternatif pada kapal Kontainer lipat

3. 6. 3. Kalibrasi Model Logit Binomial Selisih

Proses kalibrasi model melibatkan perhitungan parameter, pengujian signifikansi parameter, dan validasi model melalui perbandingan antara prediksi model dengan data *observasi* aktual yang independen. Perhitungan parameter dan uji signifikansi dilakukan bersamaan, sedangkan validasi dilakukan dengan membandingkan prediksi model dengan data *observasi* yang independen.

Model pemilihan umumnya non-linear, sehingga estimasi parameternya lebih kompleks daripada model linier. Penerapan metode regresi dan least squares umumnya terbatas pada model logit binomial. Akan tetapi, pada kasus data agregat dengan fungsi pilihan $V(i)$ linier, estimasi parameter dapat dilakukan menggunakan analisis regresi. Fungsi utilitas linier tersebut dapat dirumuskan sebagai berikut:

- a. Satu variabel tidak bebas dan satu variabel bebas dengan formulasi linier dapat dilihat pada persamaan 3.8 dan 3.9 seperti dibawah ini:

- Fungsi utilitas biaya :

$$\left. \begin{aligned} V(A) &= a_1 + b_1 C_A \\ V(B) &= a_2 + b_2 C_B \end{aligned} \right\} \dots\dots\dots (3.8)$$

- Fungsi utilitas waktu :

$$\left. \begin{aligned} V(A) &= a_1 + b_1 T_A \\ V(B) &= a_1 + b_1 T_A \end{aligned} \right\} \dots\dots\dots (3.9)$$

b. Persamaan 3.10 menunjukkan model regresi linier sederhana dengan variabel dependen (biaya) dan variabel independen (waktu).

$$\left. \begin{aligned} F(A) &= a_1 + b_1 C_A + c_1 T_A \\ F(A) &= a_2 + b_2 C_B + c_2 T_B \end{aligned} \right\} \dots\dots\dots (3.10)$$

F(A) adalah fungsi utilitas atau nilai total dari alternatif A yang dihitung berdasarkan biaya (C) dan waktu (T), menggunakan bentuk persamaan linear.

Estimasi parameter pada *regresi linier* menggunakan metode *least squares* (Kanavani A, 1983), sedangkan *estimasi parameter* model pemilihan umumnya menggunakan metode *maximum likelihood estimation* yang lebih kompleks dan membutuhkan bantuan perangkat lunak. Penelitian ini menggunakan model logit binomial dengan dua alternatif pilihan model transportasi (kapal kargo konvensional dan kapal kontainer) untuk mengangkut sapi. Fungsi probabilitasnya merupakan fungsi pilihan yang mempertimbangkan waktu tempuh dan biaya perjalanan. *Substitusi* kedua fungsi *utilitas* ke dalam persamaan (3.11) menghasilkan:

$$\begin{aligned} p(A) &= \frac{1}{1 + e^{V(B)-V(A)}} \\ p(A) + p(A)e^{V(B)-V(A)} &= 1 \\ 1 - p(A) &= p(A)e^{V(B)-V(A)} \\ \frac{p(B)}{p(A)} &= e^{V(B)-V(A)} \\ \ln \frac{p(B)}{p(A)} &= V(B) - V(A) \dots\dots\dots (3.11) \end{aligned}$$

Dari persamaan (3. 8) disubstitusikan ke persamaan (3. 11) didapatkan persamaan rumus dapat dilihat rumus 3.12 seperti dibawah ini :

$$\begin{aligned}
\ln \frac{p(B)}{p(A)} &= \{(a_1 + b_1 C_B) - (a_2 + b_2 C_A)\} \\
&= (a_1 - a_2) + (b_1 + b_2)(C_B - C_A) \\
&= a^* + b^*(C_B - C_A) \\
\ln \frac{p(B)}{p(A)} &= a^* + b^*(C_B - C_A) \dots\dots\dots(3.12)
\end{aligned}$$

Dari persamaan (3. 9) disubstitusikan ke persamaan (3.11) didapatkan rumus persamaan 3.13 seperti dibawah ini:

$$\begin{aligned}
\ln \frac{p(B)}{p(A)} &= \{(a_1 + b_1 T_B) - (a_2 + b_2 T_A)\} \\
&= (a_1 - a_2) + (b_1 + b_2)(T_B - T_A) \\
&= a^* + b^*(T_B - T_A) \\
\ln \frac{p(B)}{p(A)} &= a^* + b^*(T_B - T_A) \dots\dots\dots(3.13)
\end{aligned}$$

Dari persamaan (3. 10) disubstitusikan ke persamaan (3. 11) didapatkan rumus 3.14 seperti dibawah ini:

$$\begin{aligned}
\ln \frac{p(B)}{p(A)} &= \{(a_1 + b_1 C_B + c_1 T_B) - (a_2 + b_2 C_A + c_2 T_B)\} \\
&= (a_1 - a_2) + (b_1 + b_2)(C_B - C_A) + (c_1 + c_2)(T_B - T_A) \\
&= a^* + b^*(C_B - C_A) + c^*(T_B - T_A) \\
\ln \frac{p(B)}{p(A)} &= a^* + b^*(C_B - C_A) + c^*(T_B - T_A) \dots\dots\dots(3.14)
\end{aligned}$$

Apabila fungsi pilihan V(i) bersifat linier, maka analisis regresi dapat diterapkan.

Persamaan (3.12) dan (3.13) dapat dinyatakan dalam bentuk linier, sebagaimana ditunjukkan pada Rumus 3.15.

$$Y = a^* + b^*x \dots\dots\dots (3.15)$$

Dengan :

$$Y = \ln \frac{p(B)}{p(A)}$$

$$X = C_B - C_A \text{ atau } X = T_B - T_A$$

a^* = parameter slope

b^* = ko *efisiensi* intersep.

Untuk persamaan (3. 15) dapat direpresentasikan dengan persamaan linier, yaitu terdapat pada rumus 3.16 seperti dibawah ini :

$$Y = a^* + b^*C + c^*T \dots\dots\dots (3.16)$$

Dengan :

$$Y = \ln \frac{p(B)}{P(A)}$$

$$X = C_B - C_A \text{ atau } T = T_B - T_A$$

Y menunjukkan tingkat kecenderungan memilih B dibanding A.

X (atau C dan T) adalah variabel bebas yang mempengaruhi kecenderungan tersebut, seperti selisih biaya atau waktu antara dua *alternative*.

a^* = parameter slope

b^* = ko *efisiensi* intersep untuk variable C.

c^* = ko *efisiensi* intersep untuk variable T.

3.7. Analisis Data

3.7.1 Analisis Regresi

Data yang dikelompokkan berdasarkan *interval* waktu digunakan untuk mengestimasi parameter model *logit binomial* selisih dari persamaan (3.15).

$$Y = a + bx$$

Menggunakan metode kuadrat terkecil (*least squares*), *estimasi parameter* dilakukan dengan variabel x yang merepresentasikan biaya perjalanan (termasuk biaya operasional kapal) dan waktu tempuh (termasuk biaya dan waktu bongkar muat, serta durasi pelayaran). Hasil estimasi parameter adalah:

$$a = \frac{\frac{\sum_{i=1}^n x^2}{n} - \frac{(\sum_{i=1}^n x)^2}{n}}{\frac{\sum_{i=1}^n xy}{n} - \frac{\sum_{i=1}^n x \sum_{i=1}^n y}{n}}$$

$$b = \frac{\frac{\sum_{i=1}^n xy}{n} - \frac{\sum_{i=1}^n x \sum_{i=1}^n y}{n}}{\frac{\sum_{i=1}^n x^2}{n} - \frac{(\sum_{i=1}^n x)^2}{n}}$$

a = intersep (atau konstanta)

b = ko *efisiensi* regresi / slope

3.7.2. Korelasi

Ketepatan model diuji menggunakan ko *efisiensi* determinasi (R^2), kuadrat dari ko *efisiensi* korelasi (r). R^2 menunjukkan *persentase varian variabel* terikat yang dijelaskan oleh variabel bebas. Ko *efisiensi* korelasi (r) dihitung menggunakan rumus:

$$r = \frac{n \sum xy - \sum x \sum y}{\sqrt{\{n \sum x^2 - (\sum x)^2\} \{n \sum y^2 - (\sum y)^2\}}} \dots\dots\dots (3.17)$$

r : Ko *efisiensi* korelasi

Nilai absolut ko *efisiensi* korelasi, $|r|$, berada pada interval $[0, 1]$. Namun, dalam aplikasi empiris, $0 < |r| < 1$ karena adanya error pengukuran. Nilai $|r|$ yang mendekati 1 menunjukkan korelasi positif yang signifikan, sementara nilai mendekati 0 menunjukkan kurangnya korelasi antara variabel. (Macioszek & Kurek, 2021) .

3.7.3. Analisis Varian

Pengujian signifikansi parameter a dan b menggunakan estimasi varians (σ^2). Oleh karena itu, diperlukan besaran-besaran sebagai berikut :

$$J_{xx} = \frac{\sum_{i=1}^n (x_i - \bar{x})^2}{n} = \sum_{i=1}^n x_i^2 - \frac{(\sum_{i=1}^n x_i)^2}{n}$$

$$J_{yy} = \frac{\sum_{i=1}^n (x_i - y)^2}{i=1} = \sum y_i^2 - \frac{(\sum y_1)^2}{n}$$

$$J_{xy} = \frac{\sum_{i=1}^n (x_i - x)(y - y)}{i=1} = - \frac{(\sum x_i) (\sum y_i) (\sum x_i y_i)}{i=1 \quad i=1 \quad i=1} \quad n$$

Selanjutnya dapat dituliskan jumlah galatnya sebagai berikut :

$$\text{Jumlah Kwadrat Galat (JKG)} = J_{yy} - b J_{xy}$$

$$\text{Jumlah Kwadrat Regresi (JKR)} = b J_{xy}$$

$$\text{Jumlah Kwadrat Total (JKT)} = J_{yy}$$

Taksiran tak bias untuk σ^2 diberikan oleh :

$$s^2 = \frac{JKG}{n-2} = \frac{J_{yy} - b J_{xy}}{n-2} \dots\dots\dots(3.18)$$

dan simpangan bakunya : $s = \sqrt{\frac{JKG}{n-2}}$

Jumlah Kuadrat Regresi (JKR) mewakili variasi dalam variabel terikat (y) yang dijelaskan oleh model *regresi linier*. Jumlah Kuadrat Galat (JKG) mewakili variasi yang tidak dijelaskan oleh model. Untuk menguji hipotesis nol, digunakan statistik F, yang dapat dilihat pada Tabel 3.1.

Varian ini menggambarkan seberapa besar penyimpangan atau ketidaksesuaian antara nilai aktual (*observasi*) dengan nilai yang diprediksi oleh model regresi. Secara matematis, s^2 dihitung dari jumlah kuadrat galat (JKG) yang kemudian dibagi dengan derajat kebebasan $(n-2)$, di mana n adalah jumlah data. JKG sendiri dapat dihitung dari selisih antara jumlah kuadrat total dari variabel tak bebas (J_{yy}) dengan hasil perkalian koefisien regresi (b) dan jumlah hasil kali silang antara variabel bebas dan tak bebas (J_{xy}). Dengan kata lain, s^2 memberikan gambaran mengenai tingkat kesalahan dalam prediksi model; semakin kecil nilai s^2 , maka semakin baik model dalam menjelaskan hubungan antara variabel bebas dan variabel tak bebas.

Tabel 3. 1 Analisis Variansi Pengujian $\beta = 0$

Jumlah Variasi	Derajat Kebebasan	Sumber Kwadrat	Rataan Kwadrat	F Hitungan
	df	SS	MS	
Regresi	1	JKR	JKR	JKR / s^2
Galat	$n - 2$	JKG		$s^2 = JKG / (n-2)$
Total	$n - 1$	JKT		

Hipotesis nol ditolak jika statistik F hitung lebih besar dari nilai kritis $F_{\alpha} (1, n-2)$ yang diperoleh dari tabel distribusi F untuk derajat kebebasan dan tingkat signifikansi α . Hal ini menunjukkan bahwa variabel bebas secara signifikan mempengaruhi variabel terikat (y) dalam model regresi linier.

3.7.4. Regresi Linier Berganda

Untuk memprediksi nilai variabel Y, diperlukan beberapa variabel bebas yang memengaruhinya; yaitu, terdapat satu variabel terikat dan beberapa variabel bebas.

Bentuk umum untuk regresi linier berganda variabel Y terhadap variabel $X_1, X_2, X_3, \dots, X_k$ adalah :

$$y = a + b_1.X_1 + b_2.X_2 + X_3 + \dots + b_k.X_k$$

X = variabel bebas atau variabel independen

Seperti yang dijelaskan oleh Fred N. Kerlinger, ko *efisiensi* regresi dapat diperoleh melalui pendekatan matriks berikut:

$$\frac{r_{ij}.\beta_j = r_{Yj}}{\begin{bmatrix} r_{11} & r_{12} & \dots & r_{1j} \\ r_{21} & r_{22} & \dots & r_{2j} \\ \dots & \dots & \dots & \dots \\ r_{i1} & r_{i2} & \dots & r_{ij} \end{bmatrix}} \times \begin{bmatrix} \beta_1 \\ \beta_2 \\ \beta_3 \\ \beta_i \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} r_{Y1} \\ r_{Y2} \\ \dots \\ r_{Yi} \end{bmatrix}$$

Untuk mencari nilai β_i perlu menginversi r_{ij} sehingga menjadi sebagai berikut :

$$\begin{bmatrix} \beta_1 \\ \beta_2 \\ \vdots \\ \beta_n \end{bmatrix} = \frac{\beta_j = r_{ij}^1 \cdot rY_j}{\begin{bmatrix} r_{11} & r_{12} & \dots & r_{1j} \\ r_{21} & r_{22} & \dots & r_{2j} \\ \vdots & \vdots & \ddots & \vdots \\ r_{n1} & r_{n2} & \dots & r_{nj} \end{bmatrix} \times \begin{bmatrix} rY_1 \\ rY_2 \\ \vdots \\ rY_n \end{bmatrix}}$$

Ko *efisiensi* regresi masing-masing variable dapat dihitung dengan :

$$b_1 = \beta_1 \frac{S_y}{S_1}$$

$$b_2 = \beta_2 \frac{S_y}{S_2}$$

$$b_n = \beta_n \frac{S_y}{S_n}$$

b_1 = menunjukkan perubahan rata-rata pada Y jika X_1 naik satu satuan, sementara variabel lainnya tetap.

b_2 = menunjukkan perubahan rata-rata pada Y jika X_2 naik satu satuan, dengan asumsi variabel lain tetap, dan seterusnya.

b_n = adalah *koefisiensi* untuk variabel X_n , dengan interpretasi yang sama.

a. **Koefisiensi Korelasi Parsial**

Pengujian hipotesis mengenai signifikansi hubungan antara variabel bebas dan variabel terikat dilakukan menggunakan rumus berikut:

$$r_{ijk} = \frac{r_{ij} - r_{ik} \cdot r_{jk}}{\sqrt{(1 - r_{ik}^2)(1 - r_{jk}^2)}} \dots\dots\dots (3.19)$$

Keterangan :

- k = Variabel kontrol
- i = Variabel tidak bebas
- j = Variabel bebas

Untuk mencari rasio varian (F) digunakan rumus :

$$F = \frac{r_{ijk} - (N - (k + 1))}{1 - r^2(N.k)} \dots\dots\dots (3.20)$$

b. Koefisiensi Korelasi Berganda

Koefisiensi korelasi, yang dihitung dengan rumus berikut, digunakan untuk mengukur tingkat signifikansi pengaruh variabel bebas terhadap variabel terikat:

$$ri23 = \sqrt{r1^22 + r13^22 + (1 - r1^22)}$$

ri23 = Koefisien korelasi berganda antara variabel ke-i dengan variabel ke-2 dan ke 3 terhadap variabel.

r13 = Koefisien korelasi antara variabel ke-1 dan variabel ke-3.

r1 = Koefisien korelasi antara variabel ke-1 dan variabel terikat (Y).

Uji F (*rasio varians*) digunakan untuk menguji signifikansi pengaruh keseluruhan variabel bebas terhadap variabel terikat. Rumusnya adalah:

$$FR = \frac{r^2(N - (k + 1))}{(1 - r^2)k} \dots\dots\dots (3.21)$$

F_R = Nilai F-hitung dari uji F (*rasio varian*), yang akan dibandingkan dengan F-tabel untuk melihat signifikansi.

*r*² = *Koefisiensi* determinasi, yaitu kuadrat dari *koefisiensi* korelasi. Menunjukkan berapa persen variasi Y dapat dijelaskan oleh semua X secara bersama-sama.

N = Jumlah total data atau *observasi*.

K = Jumlah variabel bebas (X) yang digunakan dalam model.

(k+1) = Penyesuaian karena model regresi juga memperhitungkan intersep (konstanta a) sebagai 1 parameter tambahan

3.8. Biaya Operasional Kapal Menggunakan Tol Laut

Biaya operasional kapal (BOK) merupakan dasar penentuan tarif jasa angkutan kapal laut. Penentuan tarif transportasi kapal mempertimbangkan biaya pelayanan, durasi perjalanan, dan total biaya termasuk biaya langsung dan tidak langsung. Biaya Operasional Kapal (BOK) dihitung sebagai jumlah biaya tetap dan biaya variabel.

Biaya tetap terdiri atas biaya bahan bakar, oli, suku cadang, upah tenaga kerja, dan konsumsi awak kapal. Biaya tidak tetap meliputi depresiasi kapal, biaya awak kapal, dan asuransi

3.8.1 Biaya Langsung

Biaya langsung berkaitan langsung dengan produk jasa yang dihasilkan, dan terdiri dari biaya tetap dan biaya variabel. Perhitungan biaya langsung meliputi biaya yang dapat dihitung per kilometer atau mil, serta biaya yang dihitung per kilometer atau mil setelah dilakukan perhitungan tahunan.

3.8.2 Biaya Tidak Langsung

Biaya tidak langsung, meliputi biaya tetap dan variabel, tidak berhubungan langsung dengan produk atau jasa yang dihasilkan. Perhitungannya tidak dapat dilakukan per kilometer kendaraan karena mencakup komponen di luar operasi kendaraan, seperti gaji pegawai (non-awak kendaraan) dan biaya pengelolaan (pajak kapal, penyusutan, dll.).

3.8.3 Biaya Pokok

Biaya Operasional Kapal (BOK) dihitung dengan jumlahkan antara biaya langsung dan biaya tidak langsung. Metode perhitungan BOK meliputi:

1. Metode Departemen Perhubungan: Menghitung BOK dengan komponen lengkap sesuai pengeluaran yang dibutuhkan dalam pengoperasian kendaraan.
2. Metodologi perhitungan biaya Forum Studi Transportasi Antar Perguruan Tinggi (FSTPT) yang memiliki kemiripan dengan metodologi Departemen Perhubungan, tetapi cakupan komponen biayanya kurang luas. Misalnya, biaya pemeliharaan dalam metode FSTPT tidak mencakup biaya servis besar dan kecil, meskipun kendaraan memerlukan komponen tersebut. FSTPT merupakan wadah untuk bertukar informasi dan berbagi pengalaman di bidang transportasi. FSTPT telah menyelenggarakan 15 simposium di berbagai perguruan tinggi di Indonesia.
3. Biaya kapal meliputi harga beli dan biaya operasional (berlayar dan berlabuh). Biaya tersebut terdiri dari biaya tetap, variabel, langsung, dan tidak langsung, yang

4. digunakan untuk membandingkan kelompok biaya secara keseluruhan. Biaya operasi angkutan barang terdiri dari komponen tetap (tidak dipengaruhi jarak) dan komponen variabel (bervariasi sesuai jarak). (Wilujeng *et al.*, 2016).

Setiap angkutan memiliki struktur biaya yang berbeda, sesuai kebijakan operator. Secara umum, komponen biaya operasional kapal meliputi:

- a. *Daily Running Cost* (biaya harian operasional) meliputi biaya awak kapal (ABK).
- b. Pemeliharaan, asuransi, dan administrasi; *Voyage Cost* (biaya perjalanan) mencakup biaya bahan bakar dan biaya pelabuhan.
- c. *Cargo Expenses* (biaya kargo) meliputi pembayaran utang, biaya modal, bunga pinjaman, dan pajak.

Jenis-Jenis Biaya Tetap:

A. Biaya Asuransi: Perhitungan biaya asuransi kapal didasarkan pada premi tahunan yang dibayarkan kepada perusahaan asuransi sebagai ganti rugi atas potensi kerusakan atau kehilangan kapal. Nilai premi ditentukan melalui perjanjian antara penanggung dan tertanggung.

- Asuransi *Hull and Machinery* : mencakup pertanggungan atas kerusakan atau kerugian pada lambung kapal, mesin, dan perlengkapannya.
- *Value Insurance*: Jaminan terhadap kerugian akibat musnahnya kapal.
- *Freight Insurance*: Jaminan terhadap kehilangan penghasilan akibat kerusakan kapal.
- *Protection and Indemnity Insurance*: Jaminan terhadap kerugian yang tidak dijamin oleh penanggung. Rata-rata premi asuransi kapal/tahun adalah 1,5% dari harga kapal.

B. Biaya Anak Buah Kapal (ABK): Menurut Keputusan Menteri Perhubungan No. KM. 58 tahun 2003, biaya ABK terdiri dari:

1. Gaji Upah rata-rata per orang per bulan x Jumlah ABK x 12 bulan.
2. Tunjangan rata-rata per ABK per tahun.

3. Uang makan per orang per hari x Jumlah hari x Jumlah ABK x 12 bulan.
4. Premi Layar per orang per hari x Jumlah hari x Jumlah ABK x 12 bulan.
5. Tunjangan kesehatan per orang per bulan x Jumlah ABK x 12 bulan.
6. Pakaian Dinas Dua stel per orang per tahun.

3.8.3.1 Biaya Tidak Tetap

1. Biaya Bahan Bakar

Konsumsi bahan bakar kapal ditentukan oleh kinerja tenaga penggerak utama (HP) yang dibutuhkan untuk mencapai kecepatan tertentu, serta mesin bantu (pencahaya, pompa, jangkar, dan kemudi). Durasi di laut dan di pelabuhan, daya penggerak utama dan mesin bantu mempengaruhi total konsumsi bahan bakar. Berdasarkan Poelsh, konsumsi bahan bakar minyak, yang meliputi penggunaan mesin penggerak utama di laut dan mesin bantu di pelabuhan, dapat diestimasi menggunakan persamaan berikut:

$$WFL = \frac{(Pbme.bme + Pae.bae).S}{V.10^{-6}} .Add..... (3.22)$$

$$Wfp = (Pae.bme).wp.10^{-6}$$

Keterangan:

- W_{FL} = Besar konsumsi bahan bakar di laut (Kw)
W_{Fp} = Besar konsumsi bahan bakar di pelabuhan (Kw)
Pbme = Daya mesin utama (HP)
Pae = Daya mesin Bantu (HP)
Bme = Berat bahan bakar mesin utama (196 – 209 gr/Kwh)
Bae = Berat bahan bakar mesin bantu (196 – 209 gr/Kwh)
S = Jarak pelayaran (Mile)
V = Kecepatan kapal (Knot)
Add = Faktor cadangan (1,3 – 1,5)
W_P = Waktu di pelabuhan (Jam)

Konsumsi bahan bakar tahunan (KB) dapat dihitung dengan mengalikan total konsumsi bahan bakar dengan frekuensi pelayaran tahunan (f), sebagaimana ditunjukkan pada rumus berikut:

$$KB = (W_{FL} + W_{Fp}) \times f \dots\dots\dots (3.23)$$

Biaya bahan bakar per tahun (BB) diperoleh dengan mengalikan total konsumsi bahan bakar per tahun (KB) dengan harga bahan bakar diesel (HB), sehingga rumusnya adalah:

$$BB = HB \times KB \dots\dots\dots (3.24)$$

A. Biaya Minyak Pelumas

Sistem pelumasan yang efektif merupakan faktor krusial dalam menjaga performa dan umur pakai mesin kapal. Oleh karena itu, penggunaan dan penggantian oli pelumas dilakukan secara berkala, baik berdasarkan jarak tempuh maupun jam operasional mesin. Penentuan frekuensi penggantian ini didasarkan pada beberapa faktor kunci.

Pertama, jenis dan ukuran mesin penggerak secara langsung mempengaruhi jumlah oli yang dibutuhkan dan interval penggantian yang direkomendasikan. Mesin dengan kapasitas yang lebih besar dan desain yang lebih kompleks umumnya memerlukan jumlah oli yang lebih banyak dan penggantian yang lebih sering. Kedua, penggantian oli umumnya ditentukan berdasarkan waktu atau jam kerja mesin, yang seringkali dihitung berdasarkan umur teknis kapal (misalnya, 25 tahun dengan nilai sisa kapal nol).

Metode ini memberikan kerangka waktu yang terstruktur untuk perawatan preventif. Ketiga, kondisi operasional kapal, seperti beban kerja mesin dan lingkungan operasi, juga dapat mempengaruhi interval penggantian oli. Beban kerja yang berat dan kondisi lingkungan yang keras dapat mempercepat degradasi oli dan memerlukan penggantian yang lebih sering. Poelsh, dalam penelitiannya, mengajukan sebuah persamaan untuk menghitung konsumsi oli pelumas yang mempertimbangkan faktor-faktor tersebut:

$$WL1 = Pbme \times bme \times \frac{S}{V} \times 10^{-6} + Add$$

$$WLp = Pae \times bae \times wp \times 10^{-6} + Add$$

Keterangan :

Tabel 3. 2 Keterangan Rumus Minyak Pelumas

Pe	Daya Mesin Utama	2000	HP
s	Jarak Pelayaran	806	Mil laut
Vs	Kecepatan	13	knot
Konstanta (k)	1,3-1,5	1,5	-
Bme	Konsumsi Mesin Utama	209	Ton
Pae	c×Pe×Total mesin bantu	300	HP
c	10%-15%	15%	-
Nbae	Total mesin bantu	1	Unit
Bae	Konsumsi mesin bantu = (205-211)	211	Ton
Wfo	$[(Pe \times Bme) + (Pae \times Bae)] \times \frac{s}{Vs} \times 10^{-6} \times k$	44,761	Ton
Wmp	$0,03 \times Wfo + (0,03 \times wfo \times 10\%)$	6,963	Ton
Wlub	$0,5 \times Wmp + (0,5 \times Wmp \times 10\%)$	3,830	Ton

Konsumsi minyak pelumas per tahun (ML) dihitung dengan mengalikan total pemakaian minyak pelumas dengan frekuensi pelayaran per tahun (f). Dengan demikian, rumusnya adalah:

$$ML = WLI + WLP \times f \dots\dots\dots (3.25)$$

B. Biaya Air Tawar Mesin.

Rumus William Poehls berikut memperhitungkan berbagai penggunaan air tawar di kapal, mulai dari pendinginan mesin hingga kebutuhan domestik seperti konsumsi, mandi, dan mencuci, untuk menghitung total konsumsi air tawar menggunakan rumus :

Air tawar untuk pendingin mesin utama

$$Wop = Pbme \times me \times \frac{S}{V}$$

Keterangan :

me = besarnya air untuk boiler (ketel uap) = 0,14 kg/Kwh

- 1) Air tawar untuk pendingin mesin bantu

$$Wop = Pae \times me \times \frac{S}{V} \times 10^{-3}$$

- 2) Air tawar untuk konsumsi dan mandi

Rumus berikut menghitung total konsumsi air tawar, berdasarkan asumsi konsumsi air minum 10-20 kg per orang per hari dan konsumsi air untuk cuci dan mandi 200 kg per orang per hari:

$$Wfw = P \times Zfw \times \frac{t}{1000} \dots\dots\dots (3.26)$$

Keterangan :

- Z_{fw} = Konsumsi air minum + air cuci dan mandi kg/orang/hari
- P = Jumlah ABK
- T = Waktu *Round Trip*

Perhitungan biaya pemakaian air tawar tahunan didasarkan pada perkalian antara total volume air tawar yang digunakan (Wfw) dengan harga air tawar berlaku saat ini, sebagaimana ditunjukkan pada rumus berikut:

$$BAT = (Wop + Wop' + Wfw) \times BATPB$$

Keterangan:

$$BAT_{PB} = \text{Harga air perton (Rp)}$$

C. Biaya Kapal di Pelabuhan

Dasar penetapan biaya ini adalah keputusan Menteri Perhubungan sehubungan dengan regulasi kepelabuhanan dan keputusan direksi Perum Pelabuhan II yang dikeluarkan pada tahun 2000. Rincian biaya tersebut meliputi:

- 1) Biaya labuh mencakup semua biaya yang timbul sehubungan dengan kegiatan pembongkaran dan pemuatan barang serta kunjungan kapal ke pelabuhan. Besarnya biaya ini bergantung pada Gross Registered Tonnage (GRT) kapal dan durasi waktu sandar.

$$UL = WL \times \text{Tarif labuh} \times \text{Frekuensi} \dots\dots\dots (3.27)$$

Keterangan :

- UL = biaya labuh
- WL = waktu labuh kapal

- 1) Biaya Pandu, adalah biaya yang dikenakan saat kapal memasuki perairan pelabuhan, di mana kapal tersebut perlu dibantu oleh kapal pandu sebagai penunjuk arah.
- 2) Biaya Tambat, adalah Biaya yang dikeluarkan saat kapal tambat di dermaga selama jangka waktu tertentu. Besarnya biaya ini bergantung pada GRT per etmal. Perhitungan etmal adalah sebagai berikut:

- Waktu kapal kurang dari 6 jam dihitung sebagai ¼ etmal
- Waktu tambat 6-12 jam dihitung sebagai ½ etmal
- Waktu tambat 12-18 jam dihitung dengan rumus:

$$UT = WT \times \text{Tarif tambat/etmal} \times \text{freq} \dots\dots\dots (3.28)$$

Keterangan :

WT = waktu tambat kapal (etmal)

UT = ekstra time

- 3) Biaya Rambu, adalah Biaya yang dikeluarkan untuk penggunaan jasa rambu saat kapal bergerak keluar masuk pelabuhan.
- 4) Biaya Tunda, adalah biaya yang dikenakan terkait penundaan kapal dalam pelabuhan.

Biaya Reparasi, Biaya RMS adalah pengeluaran yang dialokasikan untuk pihak luar yang melakukan pekerjaan reparasi dan pemeliharaan kapal. Cakupan biaya ini meliputi seluruh kegiatan pemeliharaan dan perawatan, termasuk pengadaan perlengkapan kapal seperti geladak, peralatan mekanik untuk bongkar muat, suku cadang, dan investasi sumber daya manusia yang digunakan dalam operasional kapal. Komponen suplai terdiri atas biaya barang konsumsi di kapal, dengan pengecualian bahan bakar, air tawar, dan pelumas. Sebagai upaya pemeliharaan dan peningkatan keselamatan, kapal ferry diwajibkan menjalani reparasi tahunan di atas dok kering. Biaya reparasi mengalami peningkatan seiring dengan bertambahnya umur ekonomis kapal.

Biaya minyak pelumas per tahun (BL) dihitung dengan mengalikan jumlah pemakaian minyak pelumas per tahun (ML) dengan harga minyak pelumas (HL):

$$BL = HL \times ML$$

3.8.3.2 Biaya Langsung

1. Biaya Pegawai (Kantor Cabang dan Perwakilan)

A. Gaji Upah

Gaji pegawai darat, termasuk Kepala Cabang dan staf, dihitung berdasarkan rata-

rata gaji.

B. Tunjangan

Komponen tunjangan meliputi: tunjangan makan dan transportasi, tunjangan kesehatan, tunjangan pakaian dinas, iuran program Jamsostek, dan tunjangan hari raya.

- Biaya Pengelolaan dan Management

Biaya administrasi dan manajemen meliputi pengeluaran untuk pengelolaan, pelatihan, kompensasi karyawan, pengawasan, dan administrasi, yang tidak secara langsung mendukung operasi. Jinca (2011) menetapkan biaya manajemen sebesar 12% dari total biaya awak kapal, RMS (perlu konfirmasi arti singkatan), dan asuransi. Persamaannya adalah:

$$BTM = 0,12(BTAK + RMSpv + BApv) \dots\dots\dots (3.29)$$

$$B_{TAK} = G_{AKT} + B_{KAKT} + B_{AAKT}$$

Keterangan:

- B_{TM} = biaya tetap kegiatan manajemen (Rp/tahun)
- B_{TAK} = biaya tetap awak kapal (Rp/tahun)
- G_{AKT} = gaji ABK (Rp/tahun)
- B_{KAKT} = biaya konsumsi awak kapal (Rp/tahun)
- B_{AAKT} = biaya air tawar untuk ABK (Rp/tahun)
- RMS_{PV} = rata-rata biaya RMS nilai sekarang (Rp/tahun)
- BA_{pv} = rata-rata biaya asuransi nilai sekarang (Rp/tahun)

Berdasarkan Keputusan Menteri Perhubungan Nomor KM. 5 Tahun 2003, biaya pengelolaan dan manajemen untuk setiap kapal dihitung sebesar 7% dari pendapatan kapal pada periode sebelumnya

2. Biaya Administrasi dan Umum.

Biaya ini mencakup pengeluaran untuk kantor cabang, kantor perwakilan, dan rumah dinas. Tiap kantor cabang diasumsikan memiliki dua elemen:

- a. Kantor cabang beserta fasilitas tempat tinggal
- b. Kantor perwakilan beserta fasilitas tempat tinggal

Biaya pemeliharaan kantor dan rumah dinas dibebankan sebesar 10% dari total biaya sewa per tahun. Biaya oprasional kantor berdasarkan rata – rata 12 bulan:

- Alat Tulis Kantor (ATK) dan Barang Cetakan
- Biaya telepon, Pos, Listrik, dan Air Tawar
- Inventaris Kantor

3.8.3.3 Pendapatan Kapal

Pendapatan usaha transportasi penyeberangan berasal dari sewa angkutan penumpang, barang, dan kendaraan. Besarnya pendapatan dapat dihitung menggunakan persamaan berikut: (Persamaan belum tersedia, karena tidak ada informasi lebih lanjut dalam konteks percakapan ini.)

$$P = (F \times T_{MI} \times J_{MI}) \dots\dots\dots (3.30)$$

Keterangan:

- P = Pendapatan operasi kapal dalam satu tahun (Rp)
- F = Frekuensi pelayaran dalam satu tahun
- T_{MI} = Tarif setiap jenis dan kelas atau golongan muatan (Rp/unit)
- J_{MI} = Rata-rata jumlah masing-masing jenis dan kelas atau golongan muatan setiap frekuensi pelayaran.

Perhitungan konversi kapasitas muat total kapal feri ke dalam satuan unit dapat dilakukan dengan pendekatan berikut ini:

$$P = F \times T_s \times L_F \times T_M \dots\dots\dots (3.31)$$

Keterangan:

- P = Pendapatan operasi kapal dalam satu tahun (Rp)
- F = Frekuensi pelayaran dalam satu tahun
- T_s = Tarif standar (Rp/SUP)
- L_F = Rata-rata *loadfaktor* setiap frekuensi pelayaran
- T_M = Total kapasitas muatan kapal feri (SUP) = ($K_I \times M_I$)
- K_I = Index konversi masing-masing muatan menurut jenis dan kelas atau golongannya, yakni rasio antara tarif untuk masing – masing jenis dan kelas atau golongan muatan (TI) dan untuk muatan penumpang kelas ekonomi (TPE).
- M_I = Jumlah setiap jenis dan kelas atau golongan muatan yang dapat dimuat.

Diketahui harga bongkar muat kontainer 20 *feet* seharga 82.00 USD, atau sekitar Rp. 1.230.000, menurut tabel tarif yang berlaku saat ini. Dengan informasi ini, pendapatan dari penyewaan angkutan barang dapat dihitung dengan mempertimbangkan frekuensi pelayaran dan rata-rata jumlah kontainer yang dimuat.

3.8.4 Pembongkaran dan Pemuatan sapi dengan kapal biasa

Alat bongkar dan muat ternak sapi yang digunakan di Indonesia berbeda dengan di Australia, sedangkan di Indonesia sistem bongkar dan muatnya dengan cara diikat lehernya atau bagian tanduknya dengan menggunakan tali diangkat dengan menggunakan *shore crane*, sedangkan di Australia dengan cara dibuat tangga penghubung antar kapal dengan dermaga kemudian hewan ternak sapi diarahkan menuju tangga keluar sedangkan truk untuk mengangkut sudah standby di dermaga, setelah masuk ke dalam truk langsung dibawa ke tempat pemotongan. Rata – rata satu jam dalam kegiatan pembongkaran dan pemuatan berkisar 60 ekor sapi.

3.8.5 Kesejahteraan Hewan (*Animal welfare*)

Kepedulian manusia terhadap hewan peliharaan dan memberikan kenyamanan terhadap di lingkungan yang sesuai dengan kebutuhan hewan ternak agar tercapai peningkatan kualitas hidup dari hewan peliharaan, terutama hewan ternak yang terkurung dikenal dengan lima kebebasan yang harus dimiliki hewan dengan kata lain *five of freedom*. Yang dicetuskan sejak tahun 1992 oleh Inggris diantaranya :

3.8.6 Bebas dari rasa lapar dan haus (*Freedom from hunger and thirst*)

Memberikan makanan dan minuman kepada hewan ternak sesuai dengan kebutuhan gizi, tepat waktu, proporsional dan higienis.

3.8.7 Bebas dari ketidaknyamanan termal dan fisik (*Freedom from thermal physical discomfort*)

Penyediaan tempat tinggal pada lingkungan yang bebas dari panas dan rasa tidak nyaman, dilengkapi dengan tempat istirahat dan fasilitas lainnya, hewan ternak bisa beraktifitas di tempat terbuka dan tertutup untuk istirahat.

3.8.8 Bebas dari cedera, penyakit dan rasa sakit (*Freedom from injury, disease and pain*)

Melakukan perawatan untuk hewan ternak supaya terbebas dari penyakit, apabila

terkena penyakit bisa dilakukan pencegahan dini serta pengobatan dari luka dan penyakit hewan ternak.

3.8.9 Kebebasan untuk mengekspresikan pola perilaku yang paling normal (*Freedom to express most normal pattern of behavior*)

Kesejahteraan hewan ternak diperhatikan dengan menyediakan kandang dan fasilitas yang memadai, termasuk kesempatan berinteraksi dan berkembang biak.

3.8.10 Bebas dari ketakutan dan kesusahan (*Freedom from fear and distress*)

Memberikan kebebasan terhadap hewan ternak supaya tidak merasa ketakutan dan tertekan.

3.8.11 Biaya yang harus dikeluarkan

3.8.12 *Capital Cost* atau biaya modal

Biaya modal merupakan pengeluaran nyata yang dilakukan perusahaan untuk mendapatkan pendanaan yang digunakan dalam investasi atau operasional bisnis. Ini mencakup berbagai biaya terkait pengadaan modal, seperti biaya emisi saham, biaya pinjaman, dan biaya transaksi lainnya. Besarnya biaya modal sangat berpengaruh pada profitabilitas proyek dan keseluruhan kinerja keuangan perusahaan.

3.8.13 *Operational Cost* atau Biaya Operasional

Biaya operasional mencakup semua pengeluaran yang diperlukan untuk menjalankan aktivitas bisnis sehari-hari. Ini meliputi berbagai pos, mulai dari gaji karyawan, komisi penjualan, dan tunjangan, hingga biaya transportasi, amortisasi aset, sewa, perbaikan, dan pajak. Pada dasarnya, biaya operasional mencakup semua pengeluaran yang dibutuhkan untuk menjaga kelangsungan operasional perusahaan dan menghasilkan produk atau jasa. Pengelolaan biaya operasional yang *efisiensi* sangat penting untuk menjaga profitabilitas dan daya saing perusahaan.

$$OC = M + ST + MN + I + AD \dots\dots\dots (3.32)$$

Keterangan :

OC = *Operating Cost*
M = *Manning*

ST	= <i>Stores</i>
MN	= <i>Maintenance and repair</i>
I	= <i>Insurance</i>
AD	= <i>Administration</i>

3.8.14 Manning cost atau Biaya perawatan

Manning cost atau biaya awak kapal mencakup semua pengeluaran untuk gaji, termasuk gaji pokok, tunjangan, asuransi sosial, dan uang pensiun, yang diberikan kepada anak buah kapal atau *crew*.

3.8.15 Store cost atau biaya cadangan

Store cost adalah biaya Gudang yang dikeluarkan untuk tempat atau Gudang penyimpanan barang, apabila gudangnya digunakan.

3.8.16 Maintenance and repair cost atau Biaya perawatan dan perbaikan

Biaya pemeliharaan mencakup semua aktivitas yang menjaga peralatan dan sistem dalam kondisi kerja optimal. Tujuannya adalah untuk menjamin keandalan dan keselamatan peralatan serta memenuhi persyaratan badan klasifikasi. Biaya pemeliharaan dibagi menjadi tiga kategori:

3.8.17 Annual survey

Survei tahunan atau *Annual Survey* bertujuan memastikan kapal, peralatan penutup/kekedapannya, dan peraturan keselamatannya terjaga kondisinya selama masa perpanjangan sertifikasi (*renewal class*).

3.8.18 Intermediate survey

Survei kelas antara atau *Intermediate Survey* merupakan survei tahunan yang diperluas. Survei ini dilakukan setiap 2,5 tahun sejak peresmian kapal dan setiap pembaruan kelas, serta pada tahun kedua atau ketiga setelah survei tahunan.

3.8.19 Renewal survey

Renewal survey atau survei pembaharuan kelas dikenal dengan *special survey* yaitu survei yang dilaksanakan setiap 5 tahun sekali pada setiap berakhirnya masa berlaku sertifikat klasifikasi dan dilaksanakan diatas dok.

3.8.20 *Insurance cost* atau biaya asuransi

Biaya asuransi merupakan komponen pembiayaan yang dikeluarkan untuk menanggung risiko pelayaran dan dilimpahkan kepada perusahaan asuransi. *Cost Insurance*, atau biaya asuransi dan pengiriman, adalah biaya yang dibayarkan oleh penjual untuk menutup biaya, asuransi, dan pengiriman barang yang dipesan pembeli, guna melindungi dari kemungkinan kehilangan atau kerusakan selama perjalanan ke pelabuhan tujuan yang tercantum dalam kontrak. Ada lima jenis asuransi yang di pakai perusahaan pelayaran terhadap kapalnya, yaitu :

3.8.21 *Builders Risk Insurance*

Asuransi Pembangunan Kapal atau *Builders Risks Insurance* memberikan jaminan terhadap semua risiko (*all risks*) yang mungkin terjadi selama proses pembangunan atau pembuatan kapal, mulai dari peletakan lunas (*laying of keel*) hingga penyelesaian (*completion*). Jaminan ini mencakup risiko peluncuran (*launching*), uji coba pelayaran (*sea trials*), dan penyerahan kepada pemilik (*delivery to owners*) di pelabuhan tujuan.

3.8.22 *Marine Cargo Insurance*

Asuransi pengangkutan barang melindungi barang dari risiko selama pengangkutan melalui darat, laut, atau udara.

3.8.23 *Protection and Idemnity Insurance*

Protection and indemnity Insurance merupakan asuransi yang memberikan jaminan hukum terhadap tuntutan pihak ketiga kepada pemilik kapal dan pihak terkait.

3.8.24 *Marine Hull and Machinery Insurance*

Marine Hull and Machinery Insurance adalah merupakan asuransi yang memberikan jaminan kerusakan atau kerugian terhadap kapal, mesin dan perlengkapannya dari bahaya laut.

3.8.25 *Marine Operation All Risks Insurance*

Marine Operation All Risks Insurance yaitu Menyediakan perlindungan berupa ganti rugi kepada tertanggung terhadap kerugian yang timbul dari kerusakan fisik atas kapal tertanggung akibat resiko operasional

3.8.26 Administrasi

Pengurusan surat-surat kapal dan sertifikat memerlukan biaya, termasuk untuk izin berlabuh dan *overhead*. Besarnya biaya *overhead* bergantung pada skala perusahaan dan jumlah armada yang dimiliki.

3.8.27 *Voyage cost* /Biaya pelayaran

Voyage cost atau biaya pelayaran mencakup semua pengeluaran yang diperlukan untuk memenuhi kebutuhan kapal selama perjalanan. Biaya ini meliputi bahan bakar, mesin induk, mesin bantu, biaya berlabuh, biaya pemanduan, dan biaya penundaan.

$$VC = FC + PD + TP$$

Keterangan :

VC = *voyage cost*

PD = *port due*

FC = *fuel cost*

TP = pandu dan tunda

Konsumsi bahan bakar pada kapal tergantung dari putaran mesin induk, besar dan kecilnya *house power*, *running hour*, keadaan laut apabila (cuaca, arus laut, angin, gelombang), jumlah muatan yang di angkut. Jenis bahan bakar ada 3 macam yaitu : HSD, MDO dan HFO.

3.8.28 *Port cost*.

Biaya – biaya yang harus dikeluarkan biaya labuh, biaya sandar, biaya tunda, biaya pandu pada saat kapal berada di Pelabuhan, untuk perhitungan biaya yang harus dibayarkan tergantung besarnya volume muatan, berat muatan, *Gross Tonnage kapal*, *Net Tonnage kapal*. Jasa yang dipakai kapal selama dipelabuhan *Service charge* meliputi jasa pandu dan tunda adalah :

3.8.29 Jasa labuh

Jasa labuh adalah pelayanan yang diberikan bagi kepentingan kapal yang berlabuh baik di kolam Pelabuhan maupun di tempat lain.

3.8.30 Jasa tambat

Jasa tambat adalah pelayanan yang diberikan bagi kegiatan kapal yang bertambat

di dermaga ataupun di tambat lain.

3.8.31 Jasa pemanduan

Jasa pemanduan adalah kegiatan pandu yang membantu, memberikan saran dan informasi kepada nakhoda tentang kondisi perairan setempat untuk memastikan navigasi pelayaran berjalan aman, tertib, dan lancar. Tujuannya adalah untuk menjaga keselamatan kapal dan lingkungan pelabuhan.

3.8.32 *Cargo handling cost*/Biaya bongkar dan muat

Biaya bongkar muat mencakup semua aktivitas pemindahan barang, termasuk *stevedoring*, *cargodoring*, penerimaan/pengiriman, dan penggunaan tenaga kerja serta peralatan. Peraturan Menteri Perhubungan RI Nomor PM 60 Tahun 2014 mengatur penetapan pengguna jasa bongkar muat oleh Menteri Perhubungan.

3.8.33 *Cargodoring*

Cargo doring adalah pekerjaan melepaskan barang dari tali atau jala – jala (*ex tackle*) di dermaga dan mengangkut dari dermaga ke Gudang atau lapangan penumpukan, selanjutnya Menyusun di Gudang atau lapangan penumpukan barang atau sebaliknya.

3.8.34 *Receiving/delivery*

Receiving/delivery adalah Pemindahan barang dari satu tempat atau Gudang tempat penumpukan/penyimpanan barang kemudian diserahkan untuk di atur didalam kendaraan ke lapangan tempat penumpukan atau gudang.

3.8.35 Perusahaan Bongkar Muat (PBM)

Berdasarkan Peraturan Pemerintah Republik Indonesia Nomor PM 152 Tahun 2016, Perusahaan Bongkar Muat (PBM) didefinisikan sebagai badan hukum Indonesia yang berbentuk perseroan terbatas dan bergerak dalam bidang penyediaan jasa bongkar muat barang di wilayah perairan. Keputusan Menteri Perhubungan Nomor KM 25 Tahun 2002 menetapkan Tenaga Kerja Bongkar Muat (TKBM) sebagai organisasi pekerja bongkar muat yang bebas, terbuka, mandiri, demokratis, dan bertanggung jawab dalam memperjuangkan kesejahteraan anggotanya.

3.9 Biaya Operasional Kapal

Total Biaya Langsung

Biaya Tetap:

- Biaya penyusutan kapal
- Biaya asuransi kapal
- Biaya gaji Anak Buah Kapal (ABK)

Biaya Tidak Tetap:

- Biaya Bahan Bakar Minyak (BBM)
- Biaya Pelumas
- Biaya Gemuk
- Biaya Reparasi, *Maintenance*, dan *Docking*
- Biaya Cek KARCIS per tahun
- Biaya air tawar

Rumus:

Total Biaya Langsung = Total Biaya Tetap + Total Biaya Tidak Tetap

Total biaya tidak langsung

a. Biaya Tetap:

- Gaji
- Tunjangan
- Pakaian dinas
- Jamsostek

b. Biaya Tidak Tetap:

- Biaya sewa kantor cabang
- Biaya alat tulis kantor dan cetakan
- Biaya telepon, listrik, dan pos

Rumus:

Total Biaya Tidak Langsung = Total Biaya Tetap + Total Biaya Tidak Tetap

3.10 Biaya perasional Kapal (BOK) per Tahun

BOK per tahun = Total biaya langsung + Total biaya tidak langsung

a. Analisa Faktor Muat (*Load Factor*) berdasarkan data sekunder

$$LF = \frac{\text{jumlah muatan yang di angkut kapal}}{\text{kapasitas berat angkutan kapal}} \times 100\%$$

- b. Faktor Muat (*Load Factor*) berdasarkan data sekunder (hasil Survei).

$$BOK = \frac{BOK\ total/th}{Load\ Faktor \times jt/th}$$

- c. Tarif BPP = Tarif Pokok x Jarak
d. Tarif = Tarif BPP + 10%

3.11 Perbandingan Model Transportasi untuk Hewan Ternak Sapi: Kapal Kargo dan Kapal Kontainer Lipat

Kapal kontainer lipat sangat bermanfaat dalam memenuhi kebutuhan konsumsi bahan pangan hewani dari Tenau Kupang menuju pelabuhan Surabaya. Sebaliknya, kapal tersebut dapat membawa bahan pokok yang diperlukan oleh masyarakat Kupang dari Surabaya. Penggunaan model kontainer lipat ini sangat efektif, terutama dalam proses pembongkaran dan pemuatan, karena wadah kontainer lipat berfungsi ganda sebagai tempat penyimpanan sekaligus model transportasi (Maulana *et al.*, 2021).

Meningkatnya permintaan sapi sebagai sumber protein hewani, terutama di Pulau Jawa, mendorong kebutuhan akan transportasi sapi dalam jumlah besar. Untuk memenuhi kebutuhan ini, dibutuhkan armada kapal yang *efisiensi* dan *multifungsi*. Kapal kontainer lipat menjadi solusi ideal karena dapat digunakan untuk mengangkut sapi dan juga sebagai wadah pengangkutan bahan pokok.

Kapal kontainer lipat sangat bermanfaat dalam memenuhi kebutuhan konsumsi bahan pangan hewani dari Tenau Kupang menuju pelabuhan Surabaya. Sebaliknya, kapal tersebut dapat membawa bahan pokok yang diperlukan oleh masyarakat Kupang dari Surabaya. Penggunaan model kontainer lipat ini sangat efektif, terutama dalam proses pembongkaran dan pemuatan, karena wadah kontainer lipat berfungsi ganda sebagai tempat penyimpanan sekaligus model transportasi (Maulana *et al.*, 2021).

3.12 Penentuan Lokasi Penelitian untuk Jalur Kupang – Surabaya

Lokasi penelitian ditetapkan di Kupang, Nusa Tenggara Timur, mengingat daerah tersebut merupakan salah satu pusat produksi ternak utama di Indonesia "lambung sapi". Pelabuhan utama di wilayah ini adalah Pelabuhan Tenau, yang terletak di koordinat

10°11'52'' S dan 123°31'20'' T. Pelabuhan ini berfungsi sebagai pusat pengumpulan dan distribusi hewan ternak dari daerah sekitarnya.

Pelabuhan Tenau memiliki kapasitas yang memadai untuk menampung kapal kargo konvensional pengangkut bahan pokok dan hewan ternak menuju berbagai wilayah Indonesia. Keberadaan pelabuhan besar di Kupang sangat mendukung pengumpulan hewan ternak untuk selanjutnya didistribusikan ke Pulau Jawa, terutama Pelabuhan Tanjung Perak di Surabaya (Noach & Lalus, 2020).

Tanjung Perak adalah pelabuhan besar yang terletak di bagian timur Pulau Jawa, dengan koordinat antara 07.12° dan 07.21° Lintang Selatan serta 112.36° hingga 112.54° Bujur Timur. Secara topografi, Surabaya berada pada ketinggian rata-rata kurang dari 50 meter di atas permukaan laut. Pelabuhan Tanjung Perak memainkan peran krusial sebagai pintu gerbang perdagangan dan penghubung distribusi barang untuk ekspor dan impor. Fasilitas yang ada di pelabuhan ini sangat memadai, mengingat tingginya volume distribusi barang yang terjadi (Dian *et al.*, 2024).

Sebagai akses utama untuk distribusi di Indonesia bagian timur, Pelabuhan Tanjung Perak dilengkapi dengan peralatan bongkar muat yang lengkap dan area yang luas. Hal ini membuat pelabuhan ini sangat ideal bagi Nusa Tenggara Timur untuk menjadikannya sebagai lokasi tujuan ekspor ternak yang kemudian akan didistribusikan ke Pulau Jawa (Maulana *et al.*, 2021).



Gambar 3. 2 Jalur Tol Laut Kupang - Surabaya

Pelabuhan Surabaya dipilih sebagai tujuan ekspor hewan ternak dari Kupang karena jarak yang ditempuh relatif singkat, yakni hanya memerlukan waktu sekitar 72 jam atau 3 hari perjalanan. Hal ini menjadikan Surabaya sebagai lokasi yang *efisiensi* untuk pengiriman hewan ternak. Pelabuhan Surabaya, yang terletak di Provinsi Jawa Timur,

Indonesia, menyediakan fasilitas bongkar muat yang lengkap. Lama perjalanan laut dari Kupang ke Pelabuhan Tenau diperkirakan antara 3 hingga 7 hari. (Kumalasari, 2016).

3.13 Tahapan Pembuatan Kontainer Lipat Sebagai Model dan Model Transportasi

Tahapan Pelaksanaan Pembuatan Kontainer Lipat:

1. Project Engineering

Membuat master schedule untuk seluruh proses pembuatan.

2. Proses Material (Pembuatan Komponen)

- a. Eksekusi
- b. Pemotongan media material
- c. Pembentukan bilah dinding-dinding
- d. Pembentukan struktur kontainer lipat
- e. Pembuatan ujung-ujung atau corner casting, terdiri dari delapan bagian:
 - Empat bagian di setiap pojok atas dan bawah
 - Proses Material
 - Meliputi pemotongan material untuk:
 - Dinding kontainer
 - Struktur kontainer
 - *Corner casting*

3. Setting Welding

Metode *setting welding* diterapkan pada seluruh proses pengelasan kontainer lipat, meliputi dinding (kanan, kiri), pintu (depan, belakang), dan kerangka. Proses ini diawali dengan perakitan komponen yang telah dipotong.

4. Tes Kebocoran

Pengujian kebocoran dilakukan menggunakan teknik penyemprotan media air.

5. Tes Beban

Pengujian kekuatan dan stabilitas kontainer dilakukan dengan memberikan beban 20 ton dan mengangkatnya menggunakan crane.

6. *Blasting* dan *Painting*

- *Blasting*: Penyemprotan dengan pasir baja putih untuk membersihkan kotoran bekas las.
- *Painting*: Terdiri dari tiga tahapan:
 1. *Primer*
 2. *Primer* tahap kedua
 3. *Top coat* setebal 200 mikron

Proses blasting akan menghilangkan semua kotoran dari proses welding, sehingga memudahkan proses painting pada kontainer lipat.

3.14. Pengaruh Ombak terhadap Kapal Kontainer dan Kapal Kargo Umum dalam Pengangkutan Hewan Ternak Sapi.

Penurunan kecepatan yang signifikan teramati pada kapal general cargo pengangkut sapi ketika menghadapi kondisi gelombang laut yang tinggi. Penurunan kecepatan tersebut dapat diidentifikasi melalui pengukuran RPM dan putaran baling-baling. Sebaliknya, jika menggunakan kapal kontainer dengan desain khusus untuk mengangkut kontainer di rute yang sama, seperti di Selat Sape di laut Jawa, kapal tersebut lebih mampu menghadapi gelombang besar. Kapal kontainer dirancang untuk kecepatan tinggi, sehingga tetap stabil dan konstan dalam kondisi tersebut. Oleh karena itu, perbedaan desain antara kapal kontainer dan kapal general cargo dapat mempengaruhi biaya operasional masing-masing kapal.