



## Desain Pelabuhan untuk Pengangkutan Kapal Ternak: Studi kasus Sistem Bongkar Muat Pelabuhan Dungkek, Madura *The Port Design for Cattle Vessel Carrier: A case study Loading and Unloading System of Dungkek Port, Madura*

**Achmad Mustakim\*, Alwi Sina Khaqiqi**

Departemen Teknik Transportasi Laut, Fakultas Teknologi Kelautan, Institut Teknologi Sepuluh Nopember  
Jalan Arief Rahman Hakim, Surabaya 60111 Indonesia

Diterima 7 Juni 2020, diperiksa 18 Juni 2020, disetujui 29 Juni 2020

### Abstrak

Populasi sapi potong di Indonesia menurut data statistik mencapai 16,6 juta ekor, dimana 27,4% berada di provinsi Jawa Timur, terutama di Pulau Sapudi. Kebutuhan sapi potong kemudian dikirim ke Pelabuhan lokal untuk memenuhi kebutuhan daging sapi di wilayah Jawa Timur, pulau Madura khususnya. Untuk proses bongkar muat hewan ternak di Pelabuhan lokal masih menerapkan pola tradisional, belum memperhatikan kesejahteraan hewan, hal ini dikarenakan minimnya fasilitas pelabuhan yang tidak mendukung untuk bongkar muat hewan ternak. Hewan ternak harus diturunkan di laut dan membuat hewan ternak menjadi tertekan. Penelitian ini bertujuan untuk membuat sistem bongkar muat hewan ternak. Metode yang digunakan *House of Quality* (HOQ) bertujuan membuat sistem bongkar muat yang sesuai dengan kebutuhan dan metode optimasi untuk mendapatkan nilai kelayakan yang optimum. Nilai kelayakan untuk sarana yang dipilih 1,56 untuk kapal katamaran II tanpa mesin, sementara untuk infrastruktur dermaga adalah 1,25 poin untuk dermaga HDPE.

Kata kunci: *Benefit Cost Ratio*, Bongkar Muat Hewan Ternak, Kesejahteraan Hewan, Metode HOQ, Metode Optimasi.

### Abstract

According to statistics, the population of beef cattle in Indonesia reaches 16.6 million, of which 27.4% are in East Java province, most of whom come from Sapudi island. The demand for beef cattle is then sent to the local port to meet the demand for beef in the East Java region. The process of loading and unloading livestock at local ports still applies traditional patterns, has not paid attention to animal welfare, this is due to the lack of port facilities that do not yet support loading and unloading of livestock. Farm animals must be lowered into the sea and make livestock become stressed. This study aims to create a loading and unloading system for livestock. The method used by the House of Quality (HOQ) aims to create a loading and unloading system according to the needs and an optimization method to obtain the optimum feasibility value. The feasibility value obtained for a carrier is 1.56 point for catamaran II without machines, and for infrastructure is HDPE jetty for 1.35 point.

Keywords: *Benefit Cost Ratio*, Cattle Loading and Unloading, Animal Welfare, HOQ Method, Optimization Method.

### 1. Pendahuluan

Pertumbuhan penduduk setiap tahunnya meningkat dengan nilai pertumbuhan alami sebesar 1,2% pertahun (Eridiana, 2012). Hal ini mengakibatkan kebutuhan pangan penduduk juga akan meningkat. Tingkat konsumsi daging sapi rata-rata sebesar 2,9 kg/kapita/tahun (Fatmawati, Rostin, & Nasir Baso, 2016). Potensi sapi potong di Indonesia sejatinya sangat besar jika di bandingkan dengan dengan negara tetangga seperti Malaysia, Australia dan New Zealand. Apabila dikelola dengan manajemen yang baik dan teratur tidak menutup kemungkinan Indonesia dapat swasembada ternak.

Salah satu provinsi penghasil sapi tertinggi yang berada di Indonesia adalah Jawa Timur yang lebih tepatnya di Sumenep dengan tingkat produksi > 260.000 ekor sapi dan kerbau (Badan Pusat Statistika, 2017). Dengan pengiriman dari kepulauan Sapudi yang merupakan tempat perkembangbiakan sapi ke Pelabuhan Dungkek yang berada di

\* Corresponding author 085608782565  
E-mail: [mustakim@seatrans.its.ac.id](mailto:mustakim@seatrans.its.ac.id)

Kacamatan Sumenep sekitar 30-70 ekor sapi perminggunya, bahkan dapat meningkat 30% menjadi 100 ekor sapi perminggunya menjelang lebaran.

Proses pengiriman dengan menggunakan kapal rakyat dan bongkar muat yang tidak memperhatikan kesejahteraan hewan. Hal ini banyak dilakukan dalam proses bongkar muat hewan ternak di pelabuhan salah satunya berada di Pelabuhan Rakyat Dungkek, Sumenep. Proses bongkar muat ini dilakukan karena infrastruktur pelabuhan yang belum memadai, seperti tidak ada fasilitas bongkar muat yang menunjang, kedalaman kolam pelabuhan yang terbatas sehingga kapal tidak bisa sandar, dermaga yang tidak memadai, tidak adanya dermaga sebagai tempat bongkar muat, jarak antara tempat dermaga dengan karantina jauh dan tinggi antara dermaga dengan kapal yang tidak sejajar.

Dari beberapa pelabuhan yang digunakan untuk naik turun ternak, saat ini memiliki beberapa cara dalam proses bongkar muat yaitu dengan di turunkan hewan ternak ke laut seperti yang dilakukan di Pelabuhan Rakyat Dungkek, leher sapi di angkat dengan crane, sapi di paksa diangkat di tangga yang curam, hewan ternak di turunkan ke laut kemudian berenang di laut dan berjalan ke tepi pantai sekitar  $\pm 200$  m dari jarak hewan di bongkar ke tepi pantai.

Dari proses bongkar muat hewan ternak saat ini terdapat beberapa masalah diantaranya adanya sapi yang tidak terangkut karena tercebur di pantai, penurunan berat badan (Berutu, 2007), hewan ternak cedera, penambahan biaya perawatan, hewan ternak stres, tidak memperhatikan kesejahteraan hewan, proses bongkar muat selama 2 jam, dan hewan ternak mudah memberontak. Di Pelabuhan Dungkek dilakukan proses bongkar ketika sapi dari Pulau Sapudi di kirim ke Kecamatan Sumenep untuk di jual, kemudian ketika sapi tidak semua habis terjual maka akan di kembalikan lagi ke Pulau Sapudi dan dilakukan proses muat. Dari penelitian ini akan dibuat perencanaan pelabuhan dan desain alat bongkar muat hewan yang sesuai dengan kebutuhan proses bongkar muat saat ini di Pelabuhan Dungkek, Madura.

## 2. Metode

Dalam penelitian ini digunakan beberapa metode dengan beberapa tahapan sebagai penunjang untuk menyelesaikan permasalahan. Untuk lebih jelasnya dapat dilihat pada penjelasan lebih lanjut.

### Metode Time Series Forecast

Metode ini digunakan sebagai cara untuk memproyeksi jumlah hewan ternak ke depannya yang akan bisa dilayani. Metode ini dilakukan dengan menggunakan data historis dalam beberapa tahun terakhir dengan asumsi faktor yang mempengaruhi peramalan tetap dan hasil peramalan cenderung naik dari tahun ke tahun. Kemudian ketika mendapatkan metode ini hasilnya akan digunakan untuk menganalisis kelayakan dari perencanaan penembangan pelabuhan (Rustam, 2016).

### Metode House of Quality (HOQ)

Metode ini digunakan sebagai alat untuk mengetahui kebutuhan perencanaan alat bongkar muat hewan ternak dan pengembangan pelabuhan yang diperlukan sesuai dengan kebutuhan pengguna Pelabuhan Rakyat Dungkek, Madura. Dengan mengakomodasikan kemampuan perencanaan produksi sesuai dengan persyaratan teknis adalah dengan menerapkan metode *Quality Function Deployment* (QFD) dalam perencanaan perakitan sebuah objek. Penerapan metode QFD diawali dengan pembentukan matriks *House Of Quality* (HOQ). Berdasarkan hal tersebut, masalah yang dibahas dalam penelitian ini adalah bagaimana penerapan metode QFD (penyusunan matriks HOQ) dalam penyempurnaan perencanaan (K. Wagiono & Hamrah, 2007).

### Metode Benefit Cost Ratio (BCR)

Metode ini digunakan untuk menilai kelayakan dari pembuatan alat bongkar muat hewan ternak maupun untuk menilai kelayakan dari pengembangan Pelabuhan Dungkek, Madura. Secara teoritis, suatu proyek dinilai bermanfaat dari segi finansial jika nilai ekonomis dari proyek tersebut dapat menguntungkan bila dibandingkan dengan resiko yang ditimbulkan. Manfaat ekonomi yang dimaksudkan adalah manfaat proyek tersebut di tempat pelaksanaannya dan berpengaruh luas terhadap wilayah sekitarnya (Sarasdevi Santosa, Suthanaya, & Adnyana, 2016). Kemudian pengembangan ini dapat dikatakan layak ketika nilainya lebih besar daripada 1, dikatakan tidak layak ketika nilainya kurang dari 1 (Sulianti & Tilik, 2013).

Metode BCR ini merupakan pilihan alternatif dari metode analisis *Berth Occupancy Ratio* (BOR) yang merupakan metode penilaian kelayakan pengembangan suatu pelabuhan (Himawan & Lestari, 2016).

### Metode Pemodelan Optimasi

Metode ini digunakan untuk melakukan penentuan nilai kelayakan yang optimum dari model yang telah dibuat untuk membuat sarana bongkar muat hewan ternak yang mengadaptasi dari Lewis (1988) dan Hasanudin (2015) dan melakukan pengembangan Pelabuhan Dungkek, yang perlu ditentukan adalah konstanta, *Parameter*, *Design Variabel*, *Constraints*, dan *Objective Function* (Hasanudin, 2015). Metode matematis dari optimasi yang digunakan dalam penentuan ukuran utama sarana bongkar muat hewan ternak, yang bertujuan untuk mendapatkan nilai *benefit cost ratio* yang maksimum (Yana, Rizal, Hidayat, & Badaruddin, 2016).

### Set Objective

$$\text{Max. Benefit Cost Ratio} = \frac{\sum_{i=2}^6 B_i}{\sum_{i=1}^6 C_i} \quad (1)$$

dimana

$$B = (X_{\text{sebelum ada alat}} \times R_p) + \text{Pendapatan} - \text{Disbenefit} \quad (2)$$

$$\text{Disbenefit} = Y_{\text{sebelum ada alat}} \times R_p \quad (3)$$

$$C = (n \times FC) \text{ alat B/M} + (Fk \times VC) \text{ alat B/M} + \text{Pen} \quad (4)$$

$$FC = CC + OC \quad (5)$$

$$VC = CHC + VC1 \quad (6)$$

Dimana variabel tujuannya antara lain,  $B$  merupakan Benefit;  $X$  merupakan Kendala;  $Y$  merupakan Keuntungan;  $C$  merupakan Biaya Total;  $CHC$  merupakan Biaya Bongkar Muat;  $Fk$  merupakan Frekuensi alat;  $VC$  merupakan Biaya Variabel;  $CC$  merupakan Biaya Pengadaan;  $OC$  merupakan Biaya Operasional;  $VC1$  merupakan Biaya Bahan Bakar;  $n$  merupakan Jumlah Alat;  $Pen$  merupakan Biaya Penalti;  $FC$  merupakan Biaya Tetap; dan  $Lpp$  merupakan variabel keputusan dari Panjang garis kapal antara garis kemudi dengan garis tegak depan.

### Decision Variable

$Lpp$  merupakan Panjang garis kapal antara garis kemudi dengan garis tegak depan.

### Batasan (Constraint)

$$T_{\text{sarat}} \leq LWS_{\text{pelabuhan}}$$

Perbandingan  $Lpp / B1, B/H, B1/T, B1/B, S/L$ , dan  $S/B1 \geq \text{Min Perbandingan } Lpp / B1, B/H, B1/T, B1/B, S/L$ , dan  $S/B1$

Perbandingan  $Lpp / B1, B/H, B1/T, B1/B, S/L$ , dan  $S/B1 \leq \text{Max Perbandingan } Lpp / B1, B/H, B1/T, B1/B, S/L$ , dan  $S/B1$

$$\text{Min } Lpp \leq \text{Ukuran } Lpp$$

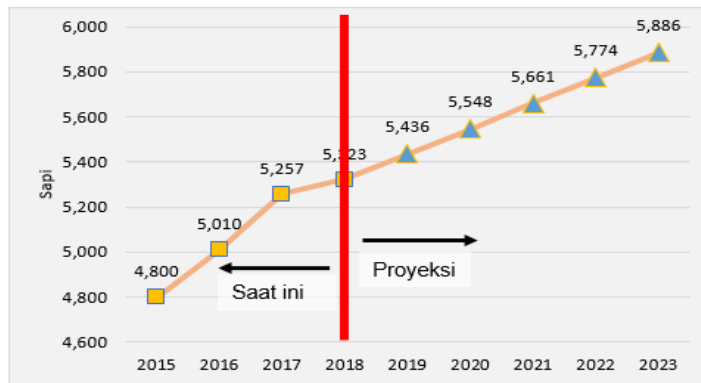
$$\text{Max } Lpp \geq Lpp$$

### 3. Hasil Dan Pembahasan

Dalam melakukan perencanaan desain alat dan pengembangan pelabuhan didapatkan hasil yang dijelaskan secara detil sebagai berikut.

#### Analisis Potensi Ternak

Perancangan sistem bongkar muat hewan ternak akan dikatakan layak ketika dalam perancangan dan perencanaan sistem bongkar muat hewan ternak di dukung dengan jumlah pengguna atau jumlah bongkar muat hewan ternak yang mendukung pula. Dengan melihat kondisi saat ini yang melihat kebutuhan dari daging sapi yang setiap tahunnya mengalami peningkatan maka akan sangat mendukung ketika dilakukan perencanaan pengembangan Pelabuhan Rakyat Dungkek Madura. Berikut adalah proyeksi jumlah bongkar muat hewan ternak yang dilakukan pada Pelabuhan Rakyat Dungkek Madura.



Gambar 1. Proyeksi Jumlah Bongkar Muat Hewan Ternak di Pelabuhan Dungkek (Hasil Wawancara, 2019)

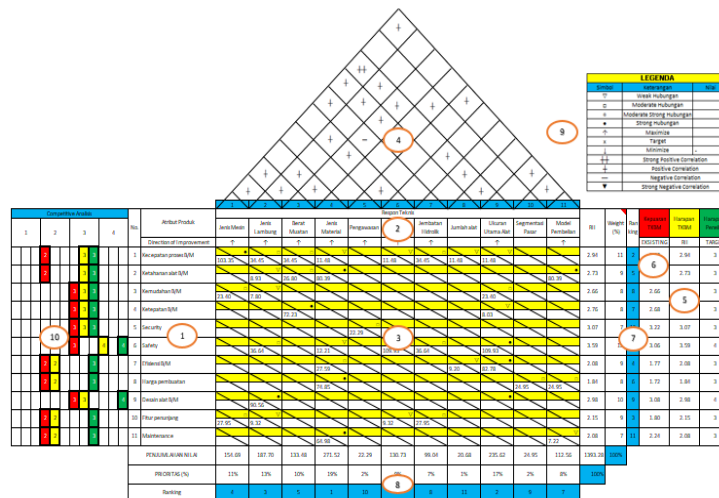
Dari gambar 1 proyeksi kebutuhan jumlah bongkar muat hewan ternak selalu mengalami kenaikan dengan presentase jumlah bongkar 90% dan muat 10% dari total bongkar muat di Pelabuhan Dungkek, ini didukung dengan jumlah bongkar muat hewan ternak di lima tahun terakhir juga mengalami kenaikan. Setelah melakukan proyeksi dari jumlah bongkar muat kemudian dilakukan perhitungan model matematis untuk mendapatkan ukuran utama dari alat bongkar muat ternak yang sesuai dan menghitung nilai pengembangan pelabuhan untuk membantu proses bongkar muat hewan.

Pada pengaplikasian dari model persamaan matematis (1) hingga (6) didapatkan nilai kelayakan yang paling tinggi dan juga mendapatkan nilai pengeluaran yang paling sesuai dalam perancangan sistem bongkar muat hewan ternak yang dilakukan di Pelabuhan Rakyat Dungkek.

### Analisis Perancangan dan Pengembangan Pelabuhan

Pemenuhan model sistem bongkar muat hewan ternak yang sesuai dengan permintaan TKBM digunakan metode House of Quality, dimana dapat membantu untuk membuat sistem bongkar muat hewan seperti apa diinginkan dengan mendapatkan beberapa kriteria yang digunakan dalam perancangan. Kriteria sistem bongkar muat hewan ternak ini didapatkan dengan wawancara dengan tenaga kerja bongkar muat di Pelabuhan Rakyat Dungkek, Sumenep, dengan beberapa kriteria yang didapatkan yaitu 1) Keselamatan; 2) Ketepatan Bongkar Muat; 3) Kecepatan; 4) Kemudahan Bongkar Muat; 5) Ketahanan Alat; 6) Fitur Penunjang; 7) Efisiensi Bongkar Muat; 8) Keamanan; 9) Perawatan; dan 10) Harga Pembuatan.

Dari kriteria tersebut kemudian dilakukan respon teknis, guna memenuhi standar kebutuhan dari TKBM, respon teknis yang diberikan adalah a) Pemasangan mesin; b) Jumlah muatan; c) Jenis kemudi; d) Pagar; e) Jumlah alat; f) Segmentasi pasar; g) Jenis penampung; h) Jenis material; i) Jembatan; dan j) Ukuran alat. Kemudian dilakukan penyusunan pada metode HOQ, dengan hasil seperti pada gambar 2.



Gambar 2. Diagram House of Quality

Dari Gambar 2 didapatkan nilai atau kriteria dan respon teknis yang harus diperhatikan dalam perancangan alat bongkar muat hewan ternak. Beberapa kriteria yang harus diperhatikan paling utama adalah dalam segi keselamatan dalam proses bongkar muat hewan ternak, sedangkan respon teknis yang perlu diperhatikan adalah pada jenis material yang digunakan.

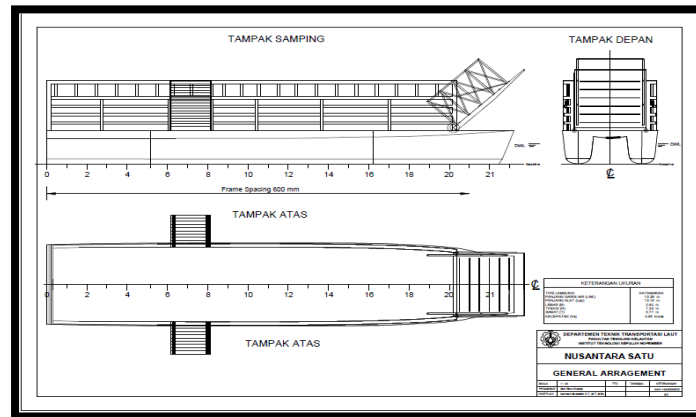
### Model Sarana Bongkar Muat Hewan Ternak

Dari hasil optimasi didapatkan ukuran utama alat dengan panjang 10 m, lebar 2,1 m, tinggi 1 m, sarat kapal 0,5 m dan sudah memperhatikan sisi kegunaan yang diinginkan oleh operator TKBM kemudian dilakukan desain alat bongkar muat hewan ternak. Pada gambar 3 dan 4 beberapa opsi dari model sarana bongkar muat hewan ternak yang sesuai dengan keinginan TKBM.



Gambar 3. Model Katamaran I

Untuk model katamaran I yang terdapat pada gambar 3, dengan mengadaptasi dari desain lewis (1998) dan Hasanudin (2015) dapat mengangkut hewan ternak sejumlah 7 ekor dalam satu kali proses bongkar muat (Lewis, 1988)



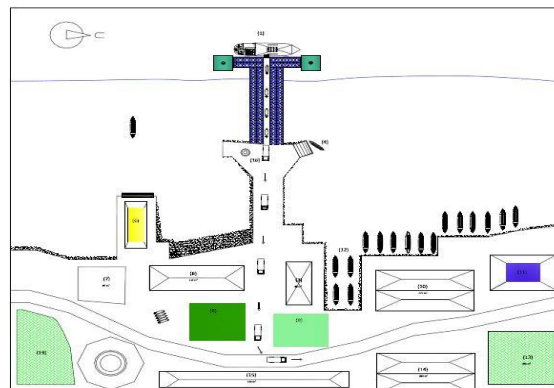
Gambar 4. Model Katamaran II

Pada model Katamaran II seperti gambar 4, dengan menerapkan twin-hull vessel seperti yang dikembangkan oleh Hardjono (2010), dapat menampung jumlah ternak sebanyak 31 ekor sapi dalam satu kali angkut. Pengembangan model katamaran II yang diadaptasi dari Christos (2013) lebih banyak dalam mengangkut hewan ternak dikarenakan dalam model ini tidak ada ruang kemudinya, sehingga jumlah muatan yang ditampung lebih banyak (Christos, 2013).

Selanjutnya untuk model alat bongkar muat dengan konsep konvensional atau monohull hanya dapat mengangkut hewan sebanyak 6 ekor sapi dengan ukuran sapi panjang, lebar, tinggi yaitu 1,27m, 0,4 m, 1,16 m dan berat badan 0,5 ton (Arswendo Adietya, A F Zakky, & Ramadhan, 2013).

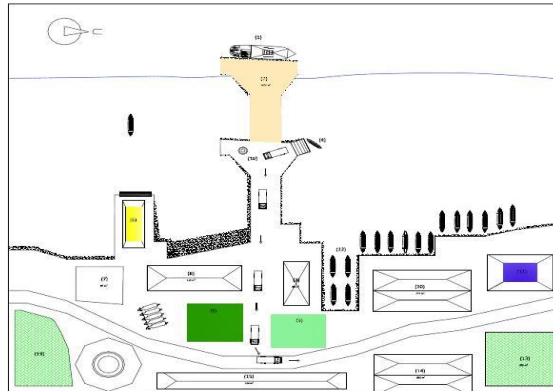
#### Model Pengembangan Pelabuhan

Alternatif yang digunakan pengembangan prasarana pelabuhan diantaranya dengan menggunakan pengembangan pelabuhan dengan menggunakan model dermaga *High Density Polyethylene (HDPE)*, dengan mengadaptasi dari desain Rustam (2016). Dari gambar 5 didapatkan model pengembangan dermaga HDPE dengan ukuran panjang 40 m dan lebar 30 m.



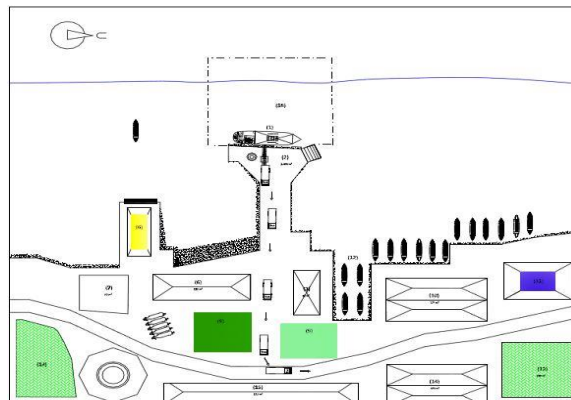
Gambar 5. Desain Pengembangan Dermaga HDPE

Untuk alternatif ke 2 pengembangan prasarana, dilakukan perancangan pengembangan dermaga dari bahan beton, yang dapat dilihat pada gambar 6. Dari gambar 6 didapatkan model pengembangan dermaga beton dengan ukuran panjang 40 m dan lebar sebesar 30 m.



Gambar 6. Desain Pengembangan Dermaga Beton

Selanjutnya alternatif pengembangan prasarana, seperti pada gambar 6 didapatkan model pengembangan dermaga beton dengan ukuran panjang 40 m dan lebar sebesar 30 m.



Gambar 7. Desain Pengerukan Kolam Dermaga

Alternatif berikutnya, gambar 7 menampilkan pengembangan prasarana dermaga dengan melakukan pengerukan kolam pelabuhan ini akan mempermudah dalam proses bongkar muat hewab ternak Karena dengan pengerukan ini kapal bisa melakukan sandar di dermaga. Untuk spesifikasi pengerukan kolam dermaga p x l x t yaitu 60 x 60 x 4 m.

#### Biaya Produksi

Dari beberapa alternatif pengembangan pelabuhan kemudian masing-masing dilakukan perhitungan biaya pengadaan. Tahapan berikutnya adalah biaya yang dikeluarkan untuk pengembangan sistem bongkar muat hewan ternak di Pelabuhan Rakyat Dungkek, Sumenep.

Tabel 1. Total Biaya Kapal Katamaran I

| No.    | Komponen Biaya       | Nilai (rupiah) | Satuan |
|--------|----------------------|----------------|--------|
| 1      | Biaya Pengadaan Alat | 98.962.190     | /tahun |
| 2      | Biaya Operasional    | 27.468.866     | /tahun |
| 3      | Biaya Bahan Bakar    | 1.249.267      | /tahun |
| 4      | Biaya Bongkar Muat   | 4.000.000      | /tahun |
| 5      | Biaya Pelabuhan      | 1.000.000      | /tahun |
| Jumlah |                      | 132.680.322    | /tahun |

Sumber: Hasil Analisis, 2019

Dari Tabel 1 dijelaskan beberapa biaya yang digunakan dalam pengadaan alat dan operasional kapal katamaran I ditahun pertama dengan biaya pengadaan alat yaitu sebesar 98 juta sehingga untuk total biaya yang dikeluarkan dalam satu tahun yaitu sebesar Rp. 132.680.322, dengan umur ekonomis selama lima tahun.

Tabel 2. Total Biaya Kapal Katamaran II

| No.    | Komponen Biaya       | Nilai (rupiah) | Satuan |
|--------|----------------------|----------------|--------|
| 1      | Biaya Pengadaan Alat | 189.570.036    | /tahun |
| 2      | Biaya Operasional    | 24.343.551     | /tahun |
| 3      | Biaya Bahan Bakar    | 823.107        | /tahun |
| 4      | Biaya Bongkar Muat   | 1.500.000      | /tahun |
| 5      | Biaya Pelabuhan      | 1.000.000      | /tahun |
| Jumlah |                      | 217.236.694    | /tahun |

Sumber: Hasil Analisis, 2019

Dari Tabel 2 dijelaskan beberapa biaya yang digunakan dalam pengadaan alat dan operasional katamaran II ditahun pertama dengan biaya pengadaan alat yaitu sebesar 189 juta sehingga untuk total biaya yang dikeluarkan dalam satu tahun yaitu sebesar Rp. 217.236.694, dengan umur ekonomis selama lima tahun.

Tabel 3. Total Biaya Kapal Monohull

| No.    | Komponen Biaya       | Nilai (rupiah) | Satuan |
|--------|----------------------|----------------|--------|
| 1      | Biaya Pengadaan Alat | 94.307.435     | /tahun |
| 2      | Biaya Operasional    | 29.215.372     | /tahun |
| 3      | Biaya Bahan Bakar    | 1.998.922      | /tahun |
| 4      | Biaya Bongkar Muat   | 4.000.000      | /tahun |
| 5      | Biaya Pelabuhan      | 1.000.000      | /tahun |
| Jumlah |                      | 130.521.729    | /tahun |

Sumber: Hasil Analisis, 2019

Dari Tabel 3 dapat dijelaskan beberapa biaya yang digunakan dalam pengadaan alat dan operasional monohull ditahun pertama dengan biaya pengadaan alat yaitu sebesar 94 juta sehingga untuk total biaya yang dikeluarkan dalam satu tahun yaitu sebesar Rp. 130.521.729, dengan umur ekonomis selama lima tahun.

Tabel 4. Total Biaya Dermaga HDPE

| No.    | Komponen Biaya      | Nilai (rupiah) | Satuan  |
|--------|---------------------|----------------|---------|
| 1      | Kubus Apung HDPE    | 490.000.000    | /proyek |
| 2      | Pagar Jalan Ternak  | 20.160.000     | /proyek |
| 3      | Pagar Jalan Petugas | 10.080.000     | /proyek |
| 4      | Breasting Dolphin   | 513.590.000    | /proyek |
| 5      | Gaji Pegawai        | 34.880.000     | /proyek |
| 6      | Lain-lain           | 5.000.000      | /proyek |
| Jumlah |                     | 1.073.710.000  | /proyek |

Sumber: Hasil Analisis, 2019

Pengembangan dermaga dengan menggunakan dermaga HDPE pada tabel 4 memerlukan beberapa biaya diantaranya adalah biaya pengadaan HDPE, pagar jalan ternak, pagar TKBM, breasting dolphin, gaji pegawai dan biaya lain-lain atau perbaikan. Sehingga nilai investasi dalam satu kali pembangunan memerlukan biaya sebesar Rp. 1.073.710.000, dengan umur ekonomis selama lima belas tahun.

Tabel 5. Total Biaya Dermaga Beton

| No.    | Komponen Biaya  | Nilai (rupiah) | Satuan  |
|--------|-----------------|----------------|---------|
| 1      | Beton K-300     | 2.450.000.000  | /proyek |
| 2      | Bekesting       | 137.045.600    | /proyek |
| 3      | Beton Bertulang | 525.627.500    | /proyek |
| 4      | Tiang Pancang   | 450.500.000    | /proyek |
| 5      | Lain-lain       | 662.205.524    | /proyek |
| Jumlah |                 | 4.225.378.624  | /proyek |

Sumber: Hasil Analisis, 2019

Selanjutnya pada tabel 5 pengembangan dermaga dengan menggunakan dermaga beton ini memerlukan beberapa biaya diantaranya adalah biaya pengadaan beton K-300, tiang pancang, selimut beton, breasting dolphin, gaji pegawai, fender dan bollard. Sehingga nilai investasi dalam satu kali pembangunan memerlukan biaya sebesar Rp. 4.225.378.624, dengan umur ekonomis selama dua puluh tahun.

Tabel 6. Total Biaya Pengerukan

| No.    | Keterangan         | Nilai (rupiah) |
|--------|--------------------|----------------|
| 1      | Survey Kondisi     | 45.675.000     |
| 2      | Pengerukan Dermaga | 513.669.240    |
| 3      | Gaji Pegawai       | 213.750.000    |
| Jumlah |                    | 773.094.240    |

Sumber: Hasil Analisis, 2019

Dan terakhir, pada tabel 6 pengembangan dermaga dengan melakukan pengerukan kolam dermaga ini memerlukan beberapa biaya diantaranya adalah biaya prebedge sounding dan pemasangan rambu, pengerukan kolam dermaga dan gaji pegawai. Sehingga nilai investasi dalam satu kali pengerukan kolam dermaga memerlukan biaya sebesar Rp. 773.094.240, dengan umur ekonomis selama lima tahun.

#### Benefit Cost Ratio

Setelah mengetahui nilai investasi dari masing-masing alternatif alat bongkar muat dan pengembangan pelabuhan kemudian dilakukan perhitungan beberapa komponen biaya kemudian didapatkan nilai kelayakannya atau BCR (*Benefit Cost Ratio*). Berikut adalah nilai kelayakan dari beberapa alternatif yang telah perhitungkan. Pada tabel 7 komponen biaya yang digunakan untuk menentukan nilai kelayakan dari model kapal katamaran I.

Tabel 7. BCR Kapal Katamaran I

| No. | Keterangan  | Nilai (rupiah) |
|-----|-------------|----------------|
| 1   | Total Biaya | 655.682.334    |
| 2   | Pendapatan  | 755.002.387    |
| 3   | Penalti     | 17.246.605     |
| 4   | Disbenefit  | 142.560.000    |
| 5   | Benefit     | 273.239.800    |
| BCR |             | <b>1,34</b>    |

Sumber: Hasil Analisis, 2019

Dari Tabel 7 ditampilkan beberapa komponen dari penilaian kelayakan yaitu total biaya, pendapatan, penalti, disbenefit dan benefit sehingga diperoleh nilai kelayakan sebesar 1,34. Dimana ketika nilai yang didapatkan diatas satu maka alternatif tersebut layak untuk di realisasikan.

Tabel 8. Kapal Katamaran II

| No. | Keterangan  | Nilai (rupiah) |
|-----|-------------|----------------|
| 1   | Total Biaya | 463.581.570    |
| 2   | Pendapatan  | 533.802.992    |
| 3   | Disbenefit  | 142.560.000    |
| 4   | Benefit     | 256.235.589    |
| BCR |             | <b>1,56</b>    |

Sumber: Hasil Analisis, 2019

Dari Tabel 8 ditampilkan beberapa komponen dari penilaian kelayakan yaitu total biaya, pendapatan, penalti, disbenefit dan benefit sehingga diperoleh nilai kelayakan sebesar 1,56. Dimana ketika nilai yang didapatkan diatas satu maka alternatif tersebut layak untuk di realisasikan.

Tabel 9. BCR Monohull

| No. | Keterangan  | Nilai (rupiah) |
|-----|-------------|----------------|
| 1   | Total Biaya | 670.448.549    |
| 2   | Pendapatan  | 772.005.328    |
| 3   | Penalti     | 6.000.604      |
| 4   | Disbenefit  | 142.560.000    |
| 5   | Benefit     | 267.784.547    |
| BCR |             | <b>1,33</b>    |

Sumber: Hasil Analisis, 2019

Dari Tabel 9 ditampilkan beberapa komponen dari penilaian kelayakan yaitu total biaya, pendapatan, penalti, disbenefit dan benefit sehingga diperoleh nilai kelayakan sebesar 1,33. Dimana ketika nilai yang didapatkan diatas satu maka alternatif tersebut layak untuk di realisasikan.

Tabel 10. BCR Dermaga HDPE

| No. | Keterangan  | Nilai (rupiah) |
|-----|-------------|----------------|
| 1   | Total Biaya | 532.958.731    |
| 2   | Pendapatan  | 198.135.000    |
| 3   | Disbenefit  | 142.560.000    |
| 4   | Benefit     | 710.738.550    |
| BCR |             | <b>1,35</b>    |

Sumber: Hasil Analisis, 2019

Tabel 10 ditampilkan beberapa komponen dari penilaian kelayakan yaitu total biaya, pendapatan, penalti, disbenefit dan benefit sehingga diperoleh nilai kelayakan sebesar 1,35. Dimana ketika nilai yang didapatkan diatas satu maka alternatif tersebut layak untuk di realisasikan

Tabel 11. BCR Dermaga Beton

| No. | Keterangan  | Nilai (rupiah) |
|-----|-------------|----------------|
| 1   | Total Biaya | 1.710.890.831  |
| 2   | Pendapatan  | 198.135.000    |
| 3   | Disbenefit  | 142.560.000    |
| 4   | Benefit     | 710.738.550    |
| BCR |             | <b>0,49</b>    |

Sumber: Hasil Analisis, 2019

Tabel 11 ditampilkan beberapa komponen dari penilaian kelayakan yaitu total biaya, pendapatan, penalti, disbenefit dan benefit sehingga diperoleh nilai kelayakan sebesar 0,49. Dimana ketika nilai yang didapatkan dibawah satu maka alternatif tersebut tidak layak untuk di realisasikan.

Tabel 12. BCR Pengerukan dan Petikemas Modifikasi

| No. | Keterangan  | Nilai (rupiah) |
|-----|-------------|----------------|
| 1   | Total Biaya | 581.023.610    |
| 2   | Pendapatan  | 198.135.000    |
| 3   | Disbenefit  | 142.560.000    |
| 4   | Benefit     | 710.738.550    |
| BCR |             | <b>1,26</b>    |

Sumber: Hasil Analisis, 2019

Tabel 12 dijelaskan beberapa komponen dari penilaian kelayakan yaitu total biaya, pendapatan, penalti, disbenefit dan benefit sehingga diperoleh nilai kelayakan sebesar 1,26. Dimana ketika nilai yang didapatkan diatas satu maka alternatif tersebut layak untuk di realisasikan. Berikut adalah komponen biaya yang digunakan untuk menentukan nilai kelayakan dari model pengerukan kolam dermaga yang di tambah dengan forklift modifikasi.

Tabel 13. BCR Pengerukan dan Forklift Modifikasi

| No. | Keterangan  | Nilai (rupiah) |
|-----|-------------|----------------|
| 1   | Total Biaya | 585.940.452    |
| 2   | Pendapatan  | 198.135.000    |
| 3   | Disbenefit  | 142.560.000    |
| 4   | Benefit     | 710.738.550    |
| BCR |             | <b>1,25</b>    |

Sumber: Hasil Analisis, 2019

Tabel 13 dijelaskan beberapa komponen dari penilaian kelayakan yaitu total biaya, pendapatan, penalti, disbenefit dan benefit sehingga diperoleh nilai kelayakan sebesar 1,25. Dimana ketika nilai yang didapatkan diatas satu maka alternatif tersebut layak untuk di realisasikan. Berikut adalah komponen biaya yang digunakan untuk menentukan nilai kelayakan dari model pengerukan kolam dermaga yang di tambah dengan garbarata.

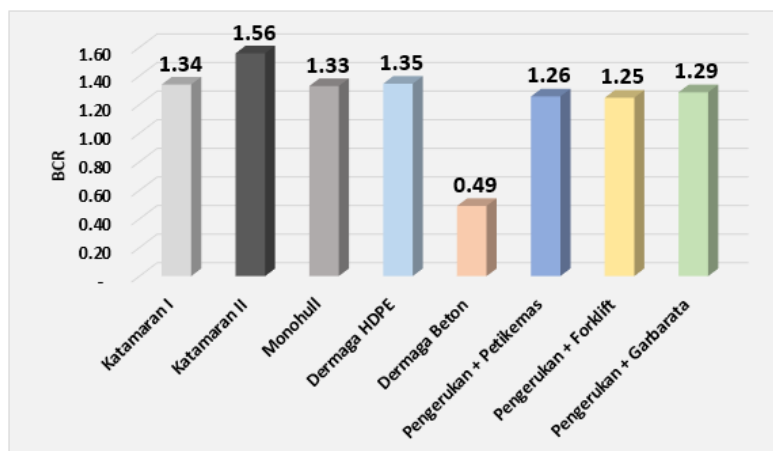
Tabel 14. BCR Pengerukan dan Garbarata

| No. | Keterangan  | Nilai (rupiah) |
|-----|-------------|----------------|
| 1   | Total Biaya | 564.416.931    |
| 2   | Pendapatan  | 198.135.000    |
| 3   | Disbenefit  | 142.560.000    |
| 4   | Benefit     | 710.738.550    |
| BCR |             | <b>1,29</b>    |

Sumber: Hasil Analisis, 2019

Tabel 14 dijelaskan beberapa komponen dari penilaian kelayakan yaitu total biaya, pendapatan, penalti, disbenefit dan benefit sehingga diperoleh nilai keyakan sebesar 1,29. Dimana ketika nilai yang didapatkan diatas satu maka alternatif tersebut layak untuk di realisasikan.

Dari nilai kelayakan yang telah diperhitungkan kemudian didapatkan kesimpulan untuk nilai kelayakan yang paling besar dan terpilih adalah dengan menggunakan alternatif alat bongkar muat hewan dengan menggunakan kapal katamaran II dengan daya tampung muatan sebesar 31 ekor dan nilai kelayakan sebesea 1,56, seperti yang ditampilkan pada gambar 8.



Gambar 8. Nilai BCR Masing-masing Alternatif

#### 4. Kesimpulan

Dari hasil penelitian dan perhitungan yang telah dilakukan, diperoleh kesimpulan dimana faktor-faktor yang mempengaruhi proses bongkar muat hewan ternak di pelabuhan diantaranya adalah kedalaman pelabuhan yang dangkal sehingga menyebabkan kapal pengangkut hewan ternak tidak bisa sandar dan tidak adanya alat bantu bongkar muat hewan ternak. Untuk alternatif yang terpilih sebagai sistem bongkar muat hewan ternak yang terbaik yaitu model alat Katamaran II dengan nilai BCR 1,56 dan dapat mengangkut sapi maksimum sebanyak 31 ekor. Nilai BCR tertinggi ini didapat dari

jumlah muatan terbanyak, waktu dan kemudahan naik dan turunnya hewan ternak untuk dilakukan proses pengembangan selanjutnya. Sementara itu untuk pengembangan pelabuhan yang terpilih adalah HDPE dengan nilai BCR 1,35 yang melihat dari faktor efisiensi pengembangan dermaga dengan tetap memperhatikan ketahanan alat yang terpasang.

### Daftar Pustaka

- Arswendo Adietya, B., A F Zakky, & Ramadhan, F. (2013). Studi Pra Perancangan Kapal Monohull Katamaran Trimaran Di Perairan Bali. *Kapal*, 39-47.
- Berutu, K. (2007). Dampak Lama Transportasi Terhadap Penyusutan Bobot Badan, Ph Daging Pasca Potong Dan Analisis Biaya Transportasi Sapi Potong Peranakan Ongole (Po) Dan Shorthorn. Medan: Universitas Sumatera Utara.
- Christos, P. (2013). *Parametric Design And Multi-Objective Optimization Of Swath*. Athen: National Technical University Of Athens.
- Eridiana, W. (2012). Dinamika Fenomena Demografis Pada Masyarakat Kecamatan Buah Dua Kabupaten Sumedang. *Jurnal Pendidikan Geografi*, 12(2), 61-70.
- Fatmawati, Rostin, & Nasir Baso, J. (2016). Faktor-Faktor Yang Mempengaruhi Permintaandaging Sapi Di Indonesia. *Jurnal Ekonomi*, 128-134.
- Hardjono, S. (2010). Identifikasi Rasio Parameter Kapal Penumpang Catamaran Berbahan Frp. *Jurnal Sains Dan Teknologi Indonesia*, 159-165.
- Hasanudin. (2015). Desain Kapal Lcu Tni-AI Menggunakan Metode Optimisasi. *Kapal*, 31-41.
- Himawan, T., & Lestari, E. (2016). Pengembangan Dermaga Pelabuhan Karimun Jawa Untuk Mendukung Kegiatan Pariwisata. *Jurnal Penelitian Transportasi Laut*, 92-101.
- K. Wagiono, Y., & Hamrah. (2007). Metode Quality Function Deployment (Qfd) Untuk Informasi Penyempurnaan Perakitan Varietas Melon. *Jurnal Agribisnis Dan Ekonomi Pertanian*, 48-56.
- Lewis, E. (1988). *Principles Of Naval Architecture Second Revision*. Jersey City: The Society Of Naval Architects And Marine Engineers.
- Mayrowani, H. (2006). Kinerja Agribisnis Sapi Potong Rakyat Di Provinsi Jawa Timur: Dampak Krisis Moneter Dan Implementasi Kebijakan Otonomi Daerah. *Soca: Jurnal Sosial Ekonomi Pertanian*, 1-12.
- Rustam, A. (2016). Desain Konseptual Pengembangan Pelabuhan Khusus Ternak: Studi Kasus Pelabuhan Kalbut Situbondo. Surabaya: Institut Teknologi Sepuluh Nopember Surabaya.
- Sarasdevi Santosa, L., Suthanaya, P., & Adnyana, I. (2016). Studi Kelayakan Ekonomi Pembangunan Underpass Pada Simpang Jl. Gatot Subroto-Jl. Ahmad Yani Di Kota Denpasar. *Jurnal Spektran*, 59-68.
- Yana, S., Rizal, S., Hidayat, T., & Badaruddin. (2016). Optimasi Usaha Pengolahan Limbah Plastik Dengan Pendekatan Simulasi. *Jurnal Serambi Engineering*, 31-39.

