

## PERANCANGAN SARANA TRANSPORTASI UNTUK ANGKUTAN SUNGAI DI WILAYAH KABUPATEN MIMIKA PAPUA

M. Afrizal Krisna Danas<sup>[1]</sup> dan Pramudya I. S.<sup>[1]</sup>

<sup>1)</sup> Teknik Perkapalan, Institut Teknologi Adhi Tama Surabaya

Jl. Arief Rachman Hakim No. 100, Tlp. (031) 5945043 Fax. (031) 5994627 Surabaya 60117  
e-mail: krisnadanas@gmail.com

### **ABSTRAK**

Kabupaten Mimika merupakan salah satu kabupaten di Provinsi Papua, Kabupaten yang mulai berkembang, namun seperti wilayah-wilayah lain di daerah Timur Indonesia pembangunan belum merata sehingga menyebabkan kesenjangan antara perkotaan dan daerah pedalaman sangat terasa. Sarana dan prasarana transportasi menjadi salah satu permasalahan. Jalur darat yang kurang memadai menyebabkan arus distribusi barang terganggu. Jalur air menjadi salah satu pilihan utama. Namun jumlah transportasi air sangat terbatas sehingga harga kebutuhan pokok mengalami ketimpangan di daerah perkotaan dan daerah pedalaman. Kabupaten Mimika memiliki banyak sungai yang berpotensi untuk dijadikan sarana transportasi untuk menghubungkan distrik satu dengan distrik lain dan mencapai daerah pedalaman. Perlu untuk dibuat sebuah desain kapal yang mampu dioperasikan ke daerah pedalaman dengan semua kondisi perairan dan sarana penunjang yang ada. Pada penelitian ini akan dibahas proses desain kapal untuk sarana transportasi sungai di wilayah Kabupaten Mimika yang paling optimum sesuai dengan kondisi perairan, fasilitas pendukung dan potensi muatan yang diangkut. Proses desain kapal menggunakan metode *Parent Ship Design Approach* dan diperoleh desain kapal katamaran dengan ukuran utama yakni LWL= 13,6 m, B= 6 m, H= 1,8 m dan T= 1 m. Memenuhi aspek teknis sesuai persyaratan IMO, LSA Code, SOLAS, Biro Klasifikasi Indonesia dan Peraturan Pemerintah yang berlaku.

**Kata Kunci** : Sarana Transportasi Air, Sungai, Kabupaten Mimika Papua..

### **PENDAHULUAN**

Kabupaten Mimika adalah sebuah kabupaten di Provinsi Papua yang berada di bagian timur wilayah Indonesia, seperti pada umumnya wilayah timur Indonesia sebagian besar wilayah kabupaten Mimika belum dibangun infrastruktur darat yang memadai yang menghubungkan antar desa, antar distrik dan antar kabupaten satu dengan yang lainnya. Kabupaten Mimika dilalui oleh banyak sungai-sungai yang mengalir sampai ke wilayah pedalaman. Sungai-sungai ini dapat dimanfaatkan sebagai sarana transportasi,. Sebuah desain alat transportasi sungai yang tepat sungai-sungai yang ada di Kabupaten Mimika dapat dimanfaatkan sebagai penggerak ekonomi masyarakat. Namun tingkat sedimentasi yang tinggi menyebabkan kedalaman sungai bervariasi, dimana pada kondisi surut beberapa wilayah kedalaman air dapat mencapai minimum 1 meter. Sarana transportasi ini diharapkan dapat menjadi solusi dan jalan keluar dimana infrastruktur darat belum terbangun secara memadai. Transportasi sungai diharapkan baik secara langsung ataupun tidak langsung dapat mewujudkan pemerataan pembangunan di wilayah-wilayah tertentu terutama wilayah-wilayah pedalaman.

Semua potensi yang ada dan kendala yang saat ini dihadapi melatar belakangi keinginan untuk merancang sebuah angkutan sungai yang lebih baik,

efisien, terintegrasi, dapat mencapai wilayah-wilayah pedalaman dan berorientasi jangka panjang. Desain angkutan sungai ini juga diharapkan memenuhi standar kelaikan dan keselamatan yang disesuaikan dengan karakteristik sungai di Kabupaten Mimika.

### **TINJAUAN PUSTAKA**

#### **A. Angkutan Sungai**

Angkutan sungai dan danau adalah kegiatan angkutan dengan menggunakan kapal yang dilakukan di sungai, danau, waduk, rawa, banjir kanal, dan terusan untuk mengangkut penumpang barang dan/atau hewan yang diselenggarakan oleh pengusaha angkutan sungai dan danau. (PM. No. 73 Tahun 2004). Potensi angkutan sungai di Indonesia didasarkan pada beberapa hal, antara lain :

1. Kecenderungan pengembangan pemukiman di sepanjang aliran sungai;
2. Hasil sumber daya alam akan sangat ekonomis jika diangkut dengan angkutan sungai (belum memadainya jalan darat);
3. Potensi wisata alam di kawasan sungai akan menarik minat masyarakat lokal maupun manca negara.

#### **B. Bus Air**

Seperti halnya di jalan ada bus, di perairan juga ada bus air yang dapat digunakan untuk mengangkut penumpang. Bus air sering juga disebut sebagai taksi

air. Taksi air berkembang dengan sangat baik di kota-kota besar dunia yang dikelilingi oleh air seperti di kota Venesia dengan gondolanya, yaitu perahu yang bisa disewa untuk ke suatu tujuan atau berwisata. Di samping itu masih ada taksi air bermesin, contohnya di New York khususnya di Sungai Hudson, kota Sydney dan berbagai kota-kota lainnya. Berikut beberapa contoh bus air yang ada di dunia :

1. **Fast Passenger Ferry YN 538244**



Gambar.1. Fast Passenger Ferry YN 538244

Panjang Keseluruhan (LOA)	= 32,00 m
Lebar (B)	= 7,60 m
Sarat (T)	= 1,40 m
Kecepatan (V)	= 23 Knot
Penumpang	= 98 orang
Kru	= 2 orang

2. **Dewaterbus Aqua Diamond**



Gambar.2. Dewaterbus Aqua Diamond

Panjang Keseluruhan (LOA)	= 24,50 m
Lebar (B)	= 7,00 m
Sarat (T)	= 1,60 m
Kecepatan (V)	= 21 Knot
Penumpang	= 125 orang
Kru	= 2 orang

3. **Low Wash Passenger Ferry**



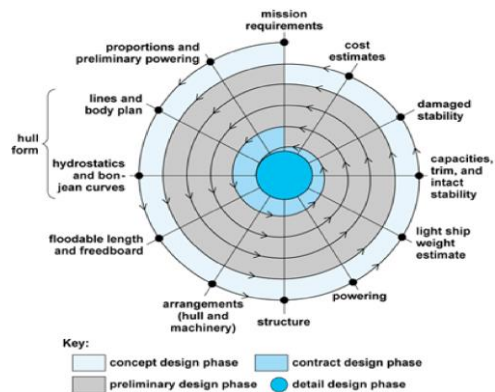
Gambar.3. Low Wash Passenger Ferry

Panjang Keseluruhan (LOA)	= 31,24 m
Lebar (B)	= 7,60 m

Sarat (T)	= 1.40 m
Kecepatan (V)	= 21 Knot
Penumpang	= 80 orang
Kru	= 2 orang

**C. Teori Desain**

Proses mendesain kapal adalah proses berulang, yaitu seluruh perencanaan dan analisis dilakukan secara berulang demi mencapai hasil yang maksimal ketika desain tersebut dikembangkan. Desain ini digambarkan pada desain spiral seperti pada Gambar 4. Dalam desain spiral membagi seluruh proses menjadi 4 tahapan yaitu: *concept design*, *preliminary design*, *contract design*, dan *detail design* (Evans, 1959).



Gambar.4. Spiral Desain (Evans, 1959)

*Concept design* adalah tahap pertama dalam proses desain yang menterjemahkan owner requirement atau permintaan pemilik kapal ke dalam ketentuan-ketentuan dasar dari kapal yang akan direncanakan.

Langkah selanjutnya dari *concept design* adalah melakukan pengecekan kembali ukuran dasar kapal yang dikaitkan dengan *performance* (Evans,1959). Pemeriksaan ulang terhadap panjang, lebar, daya mesin, deadweight yang diharapkan tidak banyak merubah pada tahap ini.

*Contract design* merupakan tahap menghitung lebih teliti *hull form* (bentuk badan kapal) dengan memperbaiki *lines plan*, tenaga penggerak dengan menggunakan *model test*, *seakeeping* dan *maneuvering* karakteristik, pengaruh jumlah propeller terhadap badan kapal, detail konstruksi, estimasi berat dan titik berat yang dihitung berdasarkan posisi dan berat masing-masing item dari konstruksi. General Arrangement detail dibuat juga pada tahap ini.

Tahap akhir dari perencanaan kapal adalah *Detail design* yaitu pengembangan detail gambar kerja (Evans, 1959).

## **D. Metode Perancangan Kapal**

Metode yang dapat diterapkan dalam merancang kapal diantaranya :

### **1. Parent Design Approach**

*Parent Design Approach* adalah teknik desain berdasarkan sebuah tipe kapal yang hampir identik dengan requirement yang diinginkan. Pendekatan desain dengan menggunakan metode ini dalam pengerjaannya relatif lebih cepat, namun menjadi tidak fleksibel dalam artian bahwa kontribusi keahlian perancang tidak begitu besar. Kekurangan dari metode/ pendekatan ini yaitu jika requirement yang diberikan tidak ada yang sangat dekat kesesuaiannya terhadap parent ship, maka desain yang dihasilkan tidak akan maksimal dan besar kemungkinan jauh dari yang diinginkan. Pendekatan desain jarang dipakai dalam proses desain kapal modern kecuali desain tertentu dimana requirement-nya tidak jauh berbeda dari data parent ship yang ada.

### **2. Trend Curves Approach**

*Trend Curves Approach* adalah pendekatan yang biasa dipakai juga oleh beberapa perancang kapal. Metode ini ditujukan untuk mendapatkan sebuah desain kapal berdasarkan beberapa data kapal yang mendekati requirement yang diharapkan. Sejumlah data kapal dikumpulkan untuk dibuat kurva regresi dan dengan kurva tersebut desain kapal ditentukan.

### **3. Iterative Design Approach**

Metode pendekatan desain ini merupakan proses berulang untuk mendapatkan sebuah desain yang diinginkan. Metode ini pada umumnya dikembangkan menjadi sebuah *software* komputer dimana proses iterasi nantinya dilakukan hingga didapatkan hasil yang konvergen.

### **4. Parametric Design Approach**

Dalam proses pembangunan kapal tentu perancang/ pembangun kapal memiliki tujuan-tujuan tertentu sehingga desain yang dibuat memiliki keuntungan yang maksimal seperti membuat desain dengan ukuran utama yang paling minimal dengan batasan *requirement* yang diberikan, meminimalkan daya mesin yang dibutuhkan, meminimalkan biaya material, dan meminimalkan biaya pembangunan. Ditinjau dari sisi pemilik kapal tentu mereka menginginkan biaya kapital yang kecil, biaya operasional yang kecil, namun memiliki efisiensi operasional yang maksimal. Untuk mencapai hal tersebut hal yang biasa dilakukan adalah dengan melakukan studi parametrik. Tujuan yang mendasar dari studi parametrik adalah untuk mendapatkan ukuran dan koefisien kapal yang paling menguntungkan dengan mengkombinasikan ukuran dan koefisien tersebut. Salah satu contoh studi parameter adalah dengan mengkombinasikan antara displacement,

koefisien prismatic, rasio lebar dan sarat kapal, rasio kecepatan dan panjang kapal, serta koefisien midship sehingga didapatkan kombinasi yang dianggap paling menguntungkan.

### **5. Optimisation Approach**

Pendekatan Optimisasi adalah pendekatan yang mengandalkan perhitungan dengan bantuan komputer, yaitu dengan menentukan objective function serta constraint yang membatasi. Dalam mengambil sebuah keputusan desain pendekatan ini lebih sedikit melibatkan perancang kapal. Desain yang dihasilkan dari metode ini adalah nilai optimal terhadap beberapa aspek desain.

### **6. Expert System Approach**

Metode terkini dalam proses desain kapal adalah *metode Expert System*. Secara garis besar metode menggabungkan keahlian para desainer dalam sebuah program komputer, sehingga didapatkan sebuah program yang dapat membuat keputusan layaknya seorang perancang yang handal. Metode ini memang menghasilkan desain yang lebih maksimal, namun dalam penyusunan program tersebut diperlukan waktu yang tidak singkat karena memiliki kerumitan yang sangat tinggi

## **E. Hambatan Kapal (Resistance)**

Perhitungan besarnya hambatan kapal, dapat dihitung dengan menggunakan tiga pendekatan, yaitu metode analitik dengan menggunakan metode Holtrop, metode numerik dengan menggunakan CFD (*Computational Fluid Dynamics*), dan metode eksperimen dengan melakukan uji tarik model kapal.

### **1. Metode Analitis**

Metode analitik yang digunakan dalam menentukan besarnya hambatan telah banyak dikembangkan diantaranya yang dilakukan oleh Taylor pada tahun 1933. Kemudian Gertler pada tahun 1954 mengembangkan apa yang dihasilkan oleh Taylor dan kemudian dikembangkan lagi oleh Lap pada tahun 1956. Gulddhammer dan Harvald pada tahun 1965 dan tahun 1974 dalam publikasi Ship Resistance mengumpulkan data penting tentang perhitungan hambatan kapal terutama untuk kapal niaga. Pada saat ini, metode yang banyak digunakan saat ini adalah Holtrop dan Mannen (1988). Adapun persamaan dalam menentukan besarnya hambatan kapal adalah sebagai berikut :

$$RT = \frac{1}{2} \rho V^2 S_{tot} [C_F(1 + K) + C_A] + \frac{R_W}{W} W$$

### **2. Metode Numerik**

Metode numerik dalam perhitungan hambatan kapal adalah dengan menggunakan simulasi Computational Fluid Dynamics (CFD). Simulasi CFD sendiri didefinisikan sebagai teknik perhitungan untuk memprediksi fenomena dasar

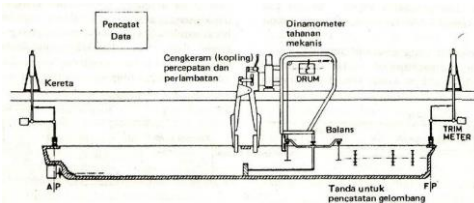
aliran yang menggunakan komputer berkemampuan tinggi (Morgan dan Lin, 1987). Selain itu, CFD juga didefinisikan sebagai suatu analisa terhadap sistem yang melibatkan masalah aliran fluida, perpindahan panas, dan fenomena sejenis yang menggunakan simulasi komputer (Versteeg dan Malalasekera, 1995).

Persamaan yang digunakan dalam penyelesaian persamaan aliran dalam metode CFD adalah persamaan Navier Stokes. Adapun persamaan Navier Stokes.

$$\frac{\partial(\rho u)}{\partial t} + \frac{\partial(\rho u^2)}{\partial x} + \frac{\partial(\rho u v)}{\partial y} + \frac{\partial(\rho u w)}{\partial z} = -\frac{\partial p}{\partial x} + \frac{\partial}{\partial x} \left( \lambda \nabla \nabla + 2 \mu \frac{\partial u}{\partial x} \right) + \frac{\partial}{\partial y} \left( \mu \left[ \frac{\partial v}{\partial x} + \frac{\partial u}{\partial y} \right] \right) + \frac{\partial}{\partial z} \left( \mu \left[ \frac{\partial u}{\partial z} + \frac{\partial w}{\partial x} \right] \right) + \rho f_x$$

### 3. Metode Eksperimental

Metode eksperimental adalah metode yang digunakan dalam memprediksi hambatan kapal dengan melakukan uji model kapal di kolam uji tarik (*towing tank*). Metode uji model kapal merupakan metode penentuan hambatan kapal yang telah dikembangkan cukup lama sebelum adanya metode numerik. Metode ini dianggap metode yang paling mendekati hasil yang sebenarnya, namun biaya yang diperlukan juga cukup besar. Adapun metode uji model ini mulai dikembangkan oleh William Froude pada tahun 1868 dan dilanjutkan oleh Telfer pada tahun 1927. Pada tahun 1954 Hughes mengajukan rumus untuk dipakai dalam korelasi antara model dengan ukuran kapal yang sebenarnya.



Gambar.5. Skema uji model kapal.

### URAIAN PENELITIAN

Dalam penyelesaian penelitian ini terdapat beberapa tahapan yang dilakukan. Adapun tahapan tersebut adalah sebagai berikut:

#### A. Tahap Pengumpulan Data

Tahap pengumpulan data merupakan tahap awal dari proses penelitian ini. Tahap ini mempelajari permasalahan yang terjadi di lapangan, dengan mengumpulkan informasi–informasi dan data–data dari berbagai sumber. Sumber tersebut dapat berupa berita dari internet, media cetak, buku dan sebagainya. Studi literatur lebih mengarah pada pengumpulan data–data sekunder, seperti data dari internet, media cetak dan buku – buku yang terkait.

Dari data–data tersebut kemudian diambil sebuah hipotesa tentang permasalahan yang terjadi. Dengan mengetahui informasi–informasi tersebut dan permasalahan yang terjadi, akan lebih mudah untuk mempelajari teori–teori/materi desain kapal yang sesuai (misal terkait peraturan klas & statutori yang digunakan, serta metode desain kapal yang digunakan).

Data hasil survei mengarah pada pengumpulan data–data primer atau data yang diperoleh langsung dari lokasi, instansi terkait dan masukan dari masyarakat sekitar. Dalam survei lokasi data yang dibutuhkan adalah data–data perairan, data kapal yang beroperasi, data sarana penunjang seperti pelabuhan atau dermaga yang ada, dan data produksi angkutan sungai. Dengan dilakukan survei lokasi, akan memberikan gambaran yang lebih jelas tentang permasalahan yang terjadi dan mengetahui kondisi sesungguhnya di lapangan.

#### B. Tahap Penentuan Ukuran Utama Kapal

Penentuan ukuran utama awal berdasarkan *Parent Ship Design Approach*. Dimana ukuran utama kapal awal mengacu pada kapal–kapal sejenis yang sudah ada. ukuran utama ini selanjutnya dikembangkan sesuai dengan data–data yang sudah diperoleh, yang memperhatikan kondisi perairan, kondisi dermaga dan potensi muatan yang diangkut. Ukuran utama juga mengacu pada standarisasi Biro Kasifikasi Indonesia dan peraturan pemerintah yang berlaku.

#### C. Tahap Analisis Teknis

Dari ukuran utama yang telah diperoleh selanjutnya menentukan bentuk lambung kapal yang akan dibuat. Lambung kapal harus dapat menjawab batasan–batasan yang ada, sehingga kapal dapat dioperasikan dengan optimal. Dalam penentuan bentuk lambung kapal juga dilakukan perhitungan hambatan untuk menentukan daya mesin yang sekecil mungkin dengan displacement yang tetap memenuhi. Pembuatan rencana garis dan rencana umum juga dilakukan untuk membuat gambaran umum bentuk kapal yang akan dibuat, komposisi muatan dan layout keseluruhan dari kapal yang sudah disesuaikan dengan kebutuhan dan peraturan yang berlaku.

### HASIL PENELITIAN

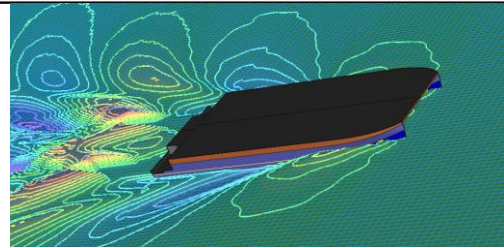
Berdasarkan pengolahan data dan analisis yang telah dilakukan, maka diperoleh hasil sebagai berikut:

#### A. Hasil Pengumpulan Data

Berdasarkan proses pengumpulan data maka diperoleh hasil sebagai berikut :

Tabel 1. Rangkuman data survei

Kondisi Perairan	
* Lebar Sungai Min.	= 40 Meter
* Kedalaman Sungai Min.	= 1 Meter
* Arus	= 3 Knot
* Gelombang	= 0,2 Meter
Potensi Muatan	
* Kndr. Roda 2	= Kecil
* Kndr. Roda 3	= Tidak Ada
* Kndr. Roda 4	= Tidak Ada
* Penumpang	= Kecil
* Hasil Pertanian	= Besar
* Kebutuhan Pokok	= Besar
* Bahan Bangunan	= Besar
Sarana Pendukung	
Sebagian besar dermaga masih berupa dermaga tradisional yang tidak dilengkapi MB	



Gambar 7. Bentuk aliran air saat pengujian tahanan dengan software maxsurf.

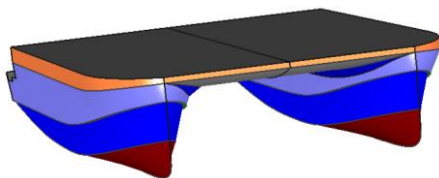
### B. Ukuran Utama Kapal

Kapal yang digunakan adalah jenis kapal Aluminium dengan lambung ganda (*katamaran*). Adapun ukuran utama kapal adalah sebagai berikut:

Panjang Garis Air (LWL)	= 13.60 m
Panjang Garis Tegak (LPP)	= 12.30 m
Lebar (B)	= 6.00 m
Tinggi (H)	= 1.80 m
Sarat (T)	= 1.00 m
Displacement	= 27.92 ton
Cb	= 0,604
Cp	= 0,747

### C. Desain Lambung

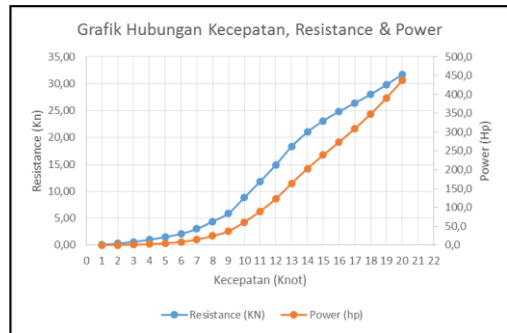
Desain lambung dipilih tipe katamaran untuk mengakomodir ruang geladak yang lebar yang dapat digunakan untuk ruang muat karena berdasarkan hasil pengumpulan data diketahui kecenderungan muatan berupa bahan kebutuhan pokok dan bahan bangunan sangat besar. Kapal tipe katamaran juga dipilih untuk meminimalkan draft kapal namun tetap memiliki stabilitas yang baik.



Gambar 6. Bentuk lambung desain kapal transportasi sungai di kabupaten mimika

### D. Hambatan dan Daya Mesin

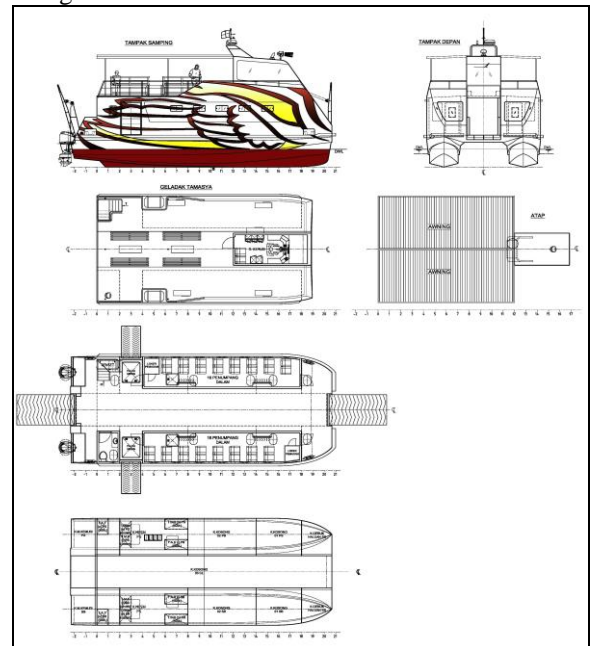
Perhitungan hambatan menggunakan software Maxsurf mengacu pada metode perhitungan Holtrop dan diperoleh nilai hambatan sebesar 31,70 kN pada kecepatan 20 knot. Untuk mencapai kecepatan 20 knot dibutuhkan daya sebesar 437,268 HP, maka mesin induk yang digunakan adalah jenis mesin tempel (*outboard engine*) dengan daya 2 x 225 HP.



Gambar 8. Grafik besarnya resistance dan power pada tiap kecepatan kapal

### E. Gambar Rencana Umum

Gambar rencana umum yang dihasilkan adalah sebagai berikut:



Gambar 9. Rencana umum sarana transportasi sungai di kabupaten mimika

Dalam perencanaan kapal di desain dengan geladak yang lebar, dimana penumpang menempati bagian kiri dan kanan geladak utama, dengan kapasitas penumpang sebanyak 32 tempat duduk. Pada bagian tengah geladak utama dibiarkan terbuka, hal ini bertujuan untuk dapat dimanfaatkan mengangkut barang-barang seperti sembako, bahan bangunan,

hasil pertanian, kendaraan roda 2 dan barang-barang lain bawaan penumpang.

Kapal dilengkapi dengan pintu rampa pada bagian depan, belakang, kiri dan kanan. Pintu rampa di empat sisi didesain untuk memudahkan proses bongkar muat, termasuk di tempat dengan fasilitas dermaga yang belum memadai.

## **KESIMPULAN DAN SARAN**

### **A. Kesimpulan**

Setelah dilakukan penelitian maka kesimpulan dari kegiatan ini adalah sebagai berikut:

1. Ukuran utama  
Berdasarkan analisis data dan perhitungan teknis yang dilakukan, maka diperoleh ukuran utama yang sesuai dengan kondisi daerah pelayaran, kebutuhan angkutan dan sarana pendukung di Kabupaten Mimika yaitu sebagai berikut :  
Panjang Keseluruhan (LOA) : 14,40 m  
Panjang Garis Air (LWL) : 13,60 m  
Lebar (B) : 6,00 m  
Tinggi (H) : 1,80 m  
Sarat (T) : 1,00 m
2. Jenis lambung kapal  
Lambung yang digunakan adalah jenis lambung Ganda (*Katamaran*). Pemilihan lambung katamaran disesuaikan dengan kebutuhan sebuah sarana angkut perairan dengan draft rendah dan geladak lebar untuk keperluan mengangkut barang-barang kebutuhan pokok dan material bangunan.
3. Daya mesin  
Dengan desain lambung yang telah dibuat didapatkan hambatan sebesar 31,70 kN pada kecepatan 20 knot dan membutuhkan mesin dengan daya sebesar 437,268 HP untuk mencapai kecepatan tersebut, atau bisa menggunakan mesin outboard 2x225 HP.
4. Rencana Umum  
Desain rencana umum seperti terlihat dalam gambar 9. Rencana umum sarana transportasi sungai di kabupaten mimika.
5. Kapasitas  
Sesuai desain rencana umum kapal dapat mengangkut 32 orang dan 2 kru.

### **B. Saran**

Dalam pengerjaan penelitian ini memiliki kekurangan dan kelebihan. Namun kekurangan tersebut dapat dijadikan sebagai saran untuk dikembangkan menjadi penelitian yang baru. Mengingat masih banyaknya perhitungan yang dilakukan dengan pendekatan sederhana, maka untuk penyempurnaan disarankan untuk melakukan beberapa proses perencanaan lebih lanjut mengenai beberapa hal, antara lain sebagai berikut :

1. Perhitungan ukuran utama dapat di optimasi lebih lanjut dengan menyesuaikan terhadap

berbagai parameter diantaranya perhitungan ekonomis.

2. Perhitungan hambatan kapal perlu diidentifikasi lebih dalam khususnya untuk kapal kecil. Perhitungan hambatan dapat dilakukan dengan metode lain untuk memperoleh hasil yang lebih akurat.
3. Rencana umum dapat dikembangkan lagi sesuai dengan kebutuhan dan perkembangan.

## **UCAPAN TERIMA KASIH**

Penulis mengucapkan puji syukur kehadirat Allah SWT yang mana saya dapat menyelesaikan tugas ini. Trimakasih juga disampaikan kepada kedua orang tua, saudara-saudara saya, dosen pembimbing dan teman-teman saya atas semua bimbingan, arahan, motivasi dan doa. Semoga semua kebaikan tercurahkan kepada kita semua.

## **DAFTAR PUSTAKA**

- Biro Klasifikasi Indonesia. (2013). *Peraturan Kapal Up to 24 meter*. Jakarta, Indonesia: Biro Klasifikasi Indonesia.
- Dinas Perhubungan Kabupaten Mimika. (2019). *Informasi Bidang Perhubungan Laut ASDP*. Mimika, Papua, Indonesia.
- Harvald, S.S. (1983). *Resistance and Propulsion of Ships*. New York: John Wiley and Sons.
- International Maritime Organization (IMO). (2012, April 12). *Titanic Remembered by IMO Secretary-General*. Dipetik May 4, 2012, dari IMO web site: <http://www.imo.org>
- International Maritime Organization (IMO). (Consolidated Edition 2009). *International Convention for the Safety of Life at Sea, 1974, as amended (SOLAS 1974)*. London: IMO Publishing.
- Kementerian Perhubungan Republik Indonesia. (2009). *Standar Kapal Non-Konvensi Berbendera Indonesia*. Jakarta, Indonesia: Kementerian Perhubungan Republik Indonesia.
- Watson, D. (1998). *Practical Ship Design (Vol. 1)*. (R. Bhattacharyya, Penyunt.) Oxford: Elsevier.