

Model Pengembangan Angkutan Transportasi Air di Wilayah Bersungai Banyak: Studi Kasus Kabupaten Teluk Bintuni

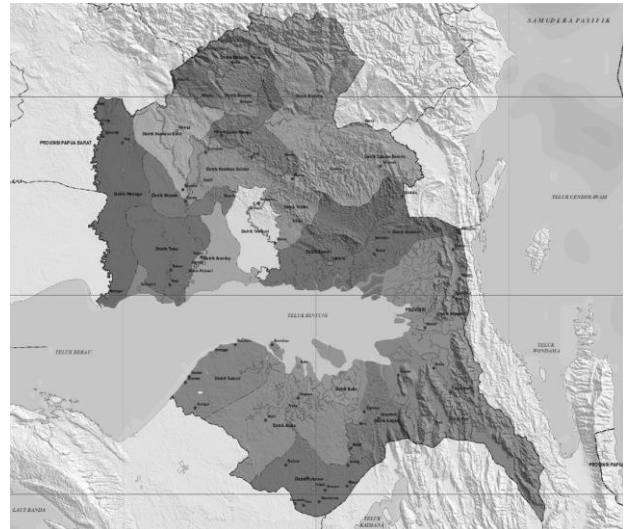
Fikri Fadhilah, I Gusti Ngurah Sumanta Buana, dan Pratiwi Wuryaningrum
Departemen Teknik Transportasi Laut, Institut Teknologi Sepuluh Nopember (ITS)
e-mail: pratiwi@its.ac.id

Abstrak—Kabupaten Teluk Bintuni adalah wilayah yang dialiri banyak sungai yang dimanfaatkan oleh penduduk karena kondisi jalur darat yang tidak selalu dapat dilewati oleh kendaraan. Salah satu moda transportasi yang digunakan untuk menghubungkan ke-24 distrik yang ada di kabupaten tersebut adalah taksi air yang telah beroperasi sejak tahun 2019. 3 (tiga) unit taksi air berkapasitas 16 orang tersebut belum dapat beroperasi secara optimum, karena hanya menjangkau 4 (empat) distrik saja. Tugas Akhir ini bertujuan untuk merencanakan pola operasi baru dari taksi air yang ada sehingga dapat menjangkau seluruh distrik di Kabupaten Teluk Bintuni. Hal terpenting yang perlu dilakukan adalah mengidentifikasi sungai yang dapat dilayari serta menghitung kombinasi rute. Terdapat 11 distrik yang dapat di lalui oleh taksi air. Dengan memperhatikan waktu operasi taksi air yang tidak boleh lebih dari 12 jam, wilayah operasi dibagi menjadi 3 (tiga) yaitu, Wilayah Operasi Utara I, Wilayah Operasi Utara II, dan Wilayah Operasi Selatan yang masing-masing dilayani oleh satu taksi air. Biaya operasi taksi air di masing-masing wilayah operasi dapat dihitung dan dipakai untuk menentukan pola operasi dengan biaya terendah. Rute terpilih di Wilayah Operasi Utara I adalah Bintuni – Tomu – Aranday – Kamundan – Aranday – Tomu – Bintuni. Wilayah Operasi Utara II adalah Bintuni – Manimeri – Wamesa – Manimeri – Bintuni. Wilayah Operasi Selatan adalah Aroba – Sumuri – Babo – Kuri – Kaitaro – Kuri – Babo – Sumuri - Aroba. *Benefit Cost Ratio* dihitung untuk mengetahui kelayakan pola operasi tersebut. Nilai *benefit cost ratio* dari pola operasi taksi air yang direncanakan adalah 1,09, yang berarti pola operasi yang direncanakan layak secara ekonomi. Analisis sensitivitas dilakukan untuk mengetahui perilaku 3 (tiga) variabel, yaitu, permintaan penumpang, *load factor*, dan tarif, terhadap kelayakan operasi taksi air.

Kata Kunci—Taksi Air, Permutasi, *Benefit-Cost Ratio*, Analisis Sensitivitas.

I. PENDAHULUAN

KABUPATEN Teluk Bintuni adalah salah satu kabupaten di Provinsi Papua Barat. Kabupaten Teluk Bintuni memiliki 24 distrik dan berbatasan dengan enam kabupaten dan satu provinsi, yaitu Provinsi Papua. Kabupaten Teluk Bintuni memiliki luas wilayah 18.637 km² atau 19,2% dari luas Propinsi Papua Barat [1]. Kabupaten Teluk Bintuni memiliki banyak aliran sungai besar dan anak sungai. Sungai utama yang terdapat di Kabupaten Teluk Bintuni adalah sungai Muturi, Sebyar, dan Tembuni [1]. Beberapa kampung dan pusat distrik yang terletak di tepian sungai dapat dijangkau oleh kapal kecil dan perahu besar dengan bantuan air pasang yang cukup untuk melewati beting-beting pasir di sepanjang aliran sungai. Penduduk Kabupaten Teluk Bintuni sangat mengandalkan transportasi air, khususnya kapal dan perahu yang beroperasi di sungai. Hal tersebut terjadi karena



Gambar 1. Peta Kabupaten Teluk Bintuni.

jalur darat yang terdapat di wilayah tersebut tidak selalu dapat dilewati oleh kendaraan dan kondisi jalan yang rusak. Sehingga penduduk menggunakan transportasi air untuk berpindah tempat dan kegiatan perekonomian, seperti pengiriman barang.

Wilayah dengan akses darat yang buruk dan banyak dipisahkan oleh sungai-sungai mengakibatkan rendahnya aksesibilitas. Rendahnya aksesibilitas antara perkotaan dan pedesaan, kawasan pesisir dan pedalaman menyebabkan sebaran kegiatan dan mafaat yang timbul dari kegiatan perekonomian yang umumnya berada di pesisir dan perkotaan tidak dapat menjalar ke daerah perdesaan pedalaman. Salah satu moda transportasi yang digunakan untuk menghubungkan daerah-daerah tersebut adalah kapal sungai. Terdapat beberapa armada kapal sungai yang beroperasi di Kabupaten Teluk Bintuni, namun belum dioperasikan secara optimum. Kapal-kapal sungai tersebut hanya beroperasi sebanyak tiga kali seminggu, sehingga tidak memenuhi permintaan konsumen dengan tingkat perpindahan individu dan perekonomian yang tinggi di daerah yang dilayani. Hal tersebut adalah sebuah permasalahan transportasi sungai yang terdapat di wilayah dengan banyak sungai.

Penelitian ini memiliki tujuan untuk menyelesaikan permasalahan tersebut. Pola operasi kapal sungai yang direncanakan secara optimum dapat memenuhi permintaan dari pengguna jasa, yang juga dapat meningkatkan aksesibilitas di Kabupaten Teluk Bintuni, khususnya wilayah yang memiliki aliran sungai. Pola operasi yang optimum dapat mendukung kegiatan perekonomian yang berlangsung.



Gambar 2. Perahu di Sungai Weriagar.



Gambar 3. Kapal Sungai di Distrik Aranday.

II. METODOLOGI PENELITIAN

A. Identifikasi Permasalahan

Permasalahan yang terjadi pada penelitian ini adalah pola operasi dan armada angkutan sungai di Kabupaten Teluk Bintuni. Permasalahan tersebut dibagi menjadi dua sisi, yaitu permintaan penumpang dan penawaran moda. Identifikasi permasalahan di sisi permintaan penumpang berupa jumlah penumpang berdasarkan penduduk di setiap distrik yang kemudian diproyeksikan. Sedangkan identifikasi permasalahan di sisi penawaran moda transportasi air adalah spesifikasi kapal, waktu operasi, dan kedalaman sungai yang akan dilalui.

B. Studi Literatur dan Pengumpulan Data

Tahap studi literatur adalah peninjauan literatur-literatur yang digunakan sebagai tinjauan pustaka yang sesuai dengan penelitian ini. Data yang dikumpulkan guna menunjang pengerjaan Tugas Akhir ini adalah data sekunder yang didapatkan dari berbagai sumber yang valid. Data yang dikumpulkan juga berupa gambaran umum mengenai kondisi terkini transportasi air di kabupaten Teluk Bintuni meliputi kondisi dan jumlah penduduk, kondisi wilayah perairan, terutama aliran sungai dan kedalamannya, spesifikasi transportasi air, waktu operasi, dan kedalaman sungai yang akan dilalui.

C. Analisis Data

Langkah pertama analisis yang dilakukan adalah menentukan kombinasi rute dan kebutuhan kapal di wilayah operasi yang memenuhi permintaan penumpang dengan batasan wilayah dengan aliran sungai yang dapat dilalui [2]. Kombinasi rute tersebut didapatkan dari permutasi jumlah titik yang akan dilewati oleh moda transportasi sungai. Selanjutnya dilakukan perhitungan biaya transportasi yang bertujuan untuk mendapatkan rute dengan biaya yang paling minimum. Analisis dilanjutkan dengan melakukan analisis

Tabel 1.
Sungai Terpanjang di Kabupaten Teluk Bintuni

No.	Distrik	Nama Sungai	Panjang (km)
1	Aranday	Sebyar	150
2	Bintuni	Muturi	140
3	Tembuni	Tembuni	110
4	Babo	Kasuri	63
5	Babo	Kaitero	53

Tabel 2.
Spesifikasi Taksi Air

Keterangan	Nilai
L (m)	14
B (m)	3
H (m)	3,66
T (m)	1,34
Vs (mil/jam)	30

biaya manfaat atau *benefit cost ratio* dengan masing-masing komponen. Hasil dari analisis biaya manfaat tersebut menunjukkan kelayakan secara ekonomi pola operasi yang direncanakan [3].

III. GAMBARAN UMUM

A. Kabupaten Teluk Bintuni

Kabupaten Teluk Bintuni merupakan kabupaten pemekaran baru di Provinsi Papua Barat yang dibentuk berdasarkan UU Nomor 26 Tahun 2020 dengan ibukota kabupaten di Bintuni. Kabupaten Teluk Bintuni terletak di antara Pantai Selatan Kepala Burung dan Pantai Semenanjung Onin, di mana kabupaten ini menghadap ke arah Laut Seram di lepas Pantai Barat Papua. Daerah Administratif Kabupaten Teluk Bintuni dibagi menjadi 24 distrik dengan 115 desa dan dua kelurahan. Distrik Bintuni adalah ibukota kabupaten Teluk Bintuni dengan jumlah penduduk terbanyak, yaitu 24,742 jiwa **Error! Reference source not found.** Secara umum, wilayah Kabupaten Teluk Bintuni merupakan rawa-rawa yang ditumbuhi oleh hutan bakau dan pohon-pohon sagu, sedangkan di bagian daratan merupakan wilayah landai yang ditumbuhi pepohonan yang lebat seperti pada peta dalam Gambar 1.

B. Sungai Kabupaten Teluk Bintuni

Kabupaten Teluk Bintuni memiliki lebih dari 20 sungai besar maupun kecil yang tersebar hampir di setiap distrik. 5 sungai besar terpanjang yang merupakan induk dari beberapa sungai kecil, mengalir di 4 distrik. Sungai Sebyar adalah sungai terpanjang yang terletak di Distrik Aranday dengan panjang 150 km, sedangkan sungai Kaitero adalah sungai terpendek yang terletak di Distrik Babo seperti data yang ditunjukkan Tabel 1.

C. Transportasi Sungai di Kabupaten Teluk Bintuni

Terdapat beberapa transportasi sungai yang digunakan di wilayah Kabupaten Teluk Bintuni, yaitu perahu atau ketinting, kapal sungai, dan taksi air. Transportasi sungai yang akan dikembangkan pola operasinya adalah taksi air.

1) Perahu atau Ketinting

Perahu atau ketinting adalah jenis transportasi sungai yang banyak dijumpai di sungai-sungai Kabupaten Teluk Bintuni. Perahu atau ketinting ini digunakan untuk kegiatan sehari-hari, seperti memancing, pergi ke ladang, transportasi ke fasilitas umum, dan lainnya. Perahu ini memiliki ukuran lebar

Tabel 3.
Sungai Terpilih yang Dilalui

Distrik Lokasi Sungai	Lebar (m)	Kedalaman (m)
Kuri	413,50	5,0
Bintuni	138,50	3,0
Wamesa	205,12	5,0
Kaitaro	94,38	4,0
Aroba	88,76	4,0
Sumuri	102,61	3,5
Manimeri	101,67	5,0
Aranday	54,60	3,5
Kamundan	127,92	5,0
Babo	1799,95	6,0

Tabel 4.
Pembagian Wilayah Operasi Taksi Air

Wilayah Operasi	No.	Distrik
Utara I	1	Bintuni
	2	Kamundan
	3	Tomu
	4	Aranday
Utara II	1	Bintuni
	2	Tembuni
	3	Wamesa
Selatan	1	Babo
	2	Kaitaro
	3	Aroba
	4	Sumuri
	5	Kuri

yang sempit, namun panjang. Perahu atau ketinting ini hanya dapat menampung sedikit orang dan barang, serta beroperasi dalam jarak yang terbatas seperti contoh perahu yang ditunjukkan Gambar 2.

2) Kapal Sungai

Gambar 3 menampilkan kapal sungai yang terdapat di Distrik Aranday. Kapal sungai digunakan untuk mengangkut penumpang dan barang, namun hanya dalam jumlah yang sedikit. Kapal ini memiliki panjang antara 8 hingga 10 meter dan memiliki lebar yang tidak lebih dari 3 meter [4]. Kapal ini beroperasi dalam jarak menengah pada kecepatan sedang dan tidak selalu beroperasi setiap hari. Peralatan keamanan dan keselamatan kapal ini sangat minim dan memiliki risiko kecelakaan yang tinggi bila dioperasikan di wilayah perairan sungai yang mendekati laut [5].

3) Taksi Air

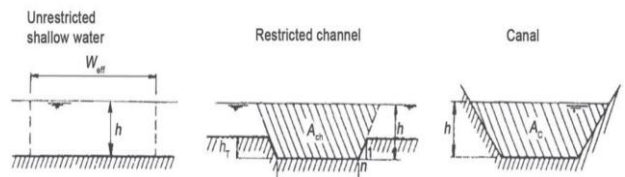
Taksi air menjadi transportasi antar distrik di pesisir dan sungai Kabupaten Teluk Bintuni. Taksi air dimiliki oleh SUBITU Trans Maritim yang merupakan program pengembangan kewirausahaan dari LNG Tangguh untuk masyarakat Kabupaten Teluk Bintuni sebagai alternatif sarana transportasi air seperti yang ditunjukkan Gambar 4.

Operasi taksi air sendiri secara umum akan dikelola oleh pemerintah Kabupaten Teluk Bintuni, dan didukung penuh oleh pemerintah daerah kabupaten Teluk Bintuni, Kantor Unit Penyelenggara Pelabuhan (KUPP) Kelas 2 Bintuni dan SKK Migas. Terdapat tiga armada taksi air yang mampu mengangkut 16 penumpang serta 4 orang awak. Spesifikasi taksi air SUBITU Trans Maritim yang ditunjukkan pada Tabel 2.

Tabel 2 menampilkan spesifikasi taksi air SUBITU Trans Maritim. Taksi air ini memiliki panjang 14 meter dan lebar 3 meter. Taksi air ini memiliki kapasitas angkut penumpang sejumlah 16 orang dan barang seberat 2 ton. Terdapat tiga armada taksi air SUBITU Trans Maritim yang beroperasi di perairan Kabupaten Teluk Bintuni. Taksi air SUBITU Trans



Gambar 4. Taksi Air SUBITU Trans Maritim.



Gambar 5. Penentuan Kedalaman Alur Waterway Transport.

Maritim dilengkapi dengan peralatan keselamatan dengan jumlah, jenis dan spesifikasi yang mengacu pada SOLAS & LSA Code. Peralatan radio komunikasi yang harus dibawa oleh sebuah kapal bukan ditentukan oleh ukuran dari kapal tersebut melainkan ditentukan oleh daerah pelayarannya [6]. Kelebihan taksi air dibandingkan kapal kayu yang beroperasi adalah taksi air ini memiliki alat navigasi dan keselamatan yang sesuai dengan standar, tingkat kenyamanan yang tinggi, dan waktu berlayar yang singkat. Oleh karena itu, taksi air ini digunakan sebagai moda transportasi air untuk mengangkut penumpang dalam penelitian ini.

IV. ANALISIS DAN PEMBAHASAN

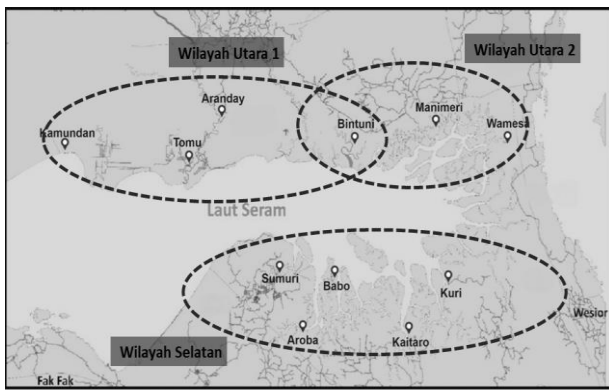
A. Pemilihan Sungai

Wilayah operasi kapal yang akan melayani angkutan sungai dirancang dengan mempertimbangkan kabupaten yang dialiri sungai serta kelurahan/desa yang ada di setiap distrik. Tahap awal yang dilakukan adalah menentukan sungai yang dapat dilalui oleh taksi air SUBITU Trans Maritim. Alur pelayaran yang akan dilalui oleh taksi air merupakan sungai dengan dasar berpasir dan merupakan alur dengan tipe alur tertutup. Kedalaman sungai minimal yang dapat dilalui oleh taksi air tersebut dihitung berdasarkan persamaan 1 berikut [7]:

$$H = d + G + z + P + R + S + K \tag{1}$$

Dengan keterangan:

- H : Kedalaman alur
 - d : draught (sarat kapal)
 - G : gerak vertical kapal karena gelombang (m)
 - : 10% d untuk alur tertutup
 - : 20% d untuk alur terbuka
 - R : ruang kebebasan bersih (m)
 - : 0,5 meter (untuk dasar lumpur/pasir)
 - : 1 meter (untuk dasar batu/karang)
 - P : Ketelitian pengukuran
 - S : Pengendapan sedimen antara 2 pengerukan
 - K : Toleransi pengukuran
- Asumsi ketelitian pengukuran, pengendapan sedimen



Gambar 6. Pembagian Wilayah Operasi Taksi Air.

Tabel 5.
Waktu Tempuh di Wilayah Operasi Utara I

Asal/Tujuan	Bintuni	Kamundan	Tomu	Aranday
	Waktu Pelayaran (Jam)			
Bintuni		2,96	2,20	2,89
Kamundan	2,96		1,70	2,39
Tomu	2,20	1,70		1,19
Aranday	2,89	2,39	1,19	

Tabel 6.
Waktu Tempuh di Wilayah Operasi Utara II

Asal/Tujuan	Bintuni	Manimere	Wamesa
	Waktu Pelayaran (Jam)		
Bintuni		1,43	1,81
Manimere	1,43		1,29
Wamesa	1,81	1,29	

Tabel 9.
Jarak Antar Titik dalam Wilayah Operasi Utara I

Asal/Tujuan	Bintuni	Kamundan	Tomu	Aranday
	Jarak (km)			
Bintuni		138	96	135
Kamundan	138		68	106
Tomu	96	68		39
Aranday	135	106	39	

Tabel 7.
Waktu Tempuh di Wilayah Operasi Selatan

Asal/Tujuan	Babo	Kaitaro	Aroba	Sumuri	Kuri
	Waktu Pelayaran (Jam)				
Babo		1,37	1,27	1,08	1,36
Kaitaro	1,37		2,11	1,95	1,22
Aroba	1,27	2,11		1,52	2,23
Sumuri	1,08	1,95	1,52		1,97
Kuri	1,36	1,22	2,23	1,97	

Tabel 10.
Jarak Antar Titik Wilayah Operasi Utara II

Asal/Tujuan	Bintuni	Manimere	Wamesa
	Jarak (km)		
Bintuni		53	74
Manimere	53		45
Wamesa	74	45	

Tabel 8.
Proporsi Potensi Penumpang

Keterangan	Jumlah
A Jumlah Penduduk Bintuni	23.177 orang
B Debarkasi Melalui Pelabuhan Laut	8.814 orang
C Embarkasi Melalui Pelabuhan Laut	5.685 orang
D Penumpang di Pelabuhan Bintuni	14.499 orang
E Jumlah Penumpang/Hari	44 orang
F Proporsi D terhadap A	0,19%

Tabel 11.
Jarak Antar Titik dalam Wilayah Operasi Selatan

Asal/Tujuan	Babo	Kaitaro	Aroba	Sumuri	Kuri
	Jarak (km)				
Babo	-	48	43	32	48
Kaitaro	48	-	90	80	40
Aroba	43	90	-	57	96
Sumuri	32	80	57	-	82
Kuri	48	40	96	82	-

antara 2 pengerukan, dan toleransi pengerukan bernilai 1 m seperti yang ditunjukkan Gambar 5 [7]. Perhitungan kedalaman sungai minimum yang dapat dilalui taksi air menghasilkan nilai 3 meter. Sungai yang akan dipilih sebagai alur pelayaran taksi air adalah sungai yang memiliki kedalaman minimum 3 meter. Terdapat 11 alur sungai yang dapat dilalui oleh taksi air di Kabupaten Teluk Bintuni.

Tabel 3 menampilkan 11 distrik yang menjadi wilayah operasi taksi air, karena memiliki aliran sungai dengan kedalaman minimum sesuai dengan perhitungan yang telah dilakukan. 11 distrik tersebut akan dibagi menjadi dua wilayah berdasarkan lokasinya, yaitu wilayah utara dan selatan. Hal tersebut dilakukan karena waktu operasi taksi air hanya 12 jam sehari, sehingga tidak dapat mencakup wilayah utara dan selatan sekaligus seperti yang ditunjukkan Gambar 6.

Wilayah Operasi Utara dibagi menjadi 2, yaitu Wilayah Operasi Utara I dan Wilayah Operasi Utara II. Wilayah operasi utara dibagi menjadi dua, karena taksi air tidak dapat melayani seluruh distrik pada wilayah utara dalam waktu 12 jam. Pembagian wilayah operasi ini ditunjukkan pada Tabel 4.

Analisis dilakukan dengan mengukur jarak antar distrik melalui sungai dan waktu pelayarannya. Hasil perhitungan waktu tempuh distrik dalam masing-masing wilayah operasi

akan digunakan dalam analisis pola operasi taksi air. Waktu operasi taksi air dibatasi selama 12 jam dalam sehari seperti pada data yang ditunjukkan Tabel 5, Tabel 6, dan Tabel 7.

Jarak antar titik di distrik dalam wilayah operasi digunakan untuk menghitung waktu tempuh taksi air, yang didapatkan dari jarak dibagi dengan kecepatan layar taksi air, yaitu 30 knot. Hasil dari perhitungan waktu tempuh tersebut ditunjukkan pada **Error! Reference source not found.**, Tabel 9, dan **Error! Reference source not found.**

B. Permintaan Penumpang

Jumlah permintaan penumpang dihitung berdasarkan jumlah penduduk setiap distrik yang termasuk dalam wilayah operasi, dan kemudian dikalikan dengan persentase jumlah penduduk yang berpergian, yaitu potensi penumpang yang menggunakan jasa taksi air adalah 0,19% dari total penduduk di distrik tersebut [1]. Proporsi potensi penumpang tersebut digunakan untuk menghitung permintaan penumpang taksi air pada masing-masing distrik di setiap wilayah operasi. Proporsi potensi penumpang tersebut berdasarkan data pada **Error! Reference source not found.** [1].

Jumlah permintaan penumpang di masing-masing distrik pada setiap wilayah operasi ditampilkan pada Tabel 12, Tabel 13, dan

Tabel 14. Jumlah permintaan penumpang tersebut dapat dipenuhi oleh kapasitas penumpang taksi air yang tersedia.

C. Perhitungan Biaya Operasi

Perhitungan biaya operasi dilakukan untuk mengetahui nilai biaya dari pengoperasian taksi air SUBITU Trans Maritim di Kabupaten Teluk Bintuni. Biaya operasi dihitung berdasarkan data taksi air dan asumsi yang digunakan yang

Tabel 18.
Permintaan Penumpang (Orang) per Hari Utara I

Asal/Tujuan	Bintuni	Kamundan	Tomu	Aranday
Bintuni		4	4	4
Kamundan	1		-	-
Tomu	2	1		2
Aranday	1	-	1	

Tabel 19.
Permintaan Penumpang (Orang) per Hari Utara II

Asal/Tujuan	Bintuni	Tembuni	Wamesa
Bintuni		6	6
Tembuni	1		1
Wamesa	2	1	

Tabel 20.
Permintaan Penumpang (Orang) per Hari Selatan

Distrik	Babo	Kaitaro	Aroba	Sumuri	Kuri
Babo		2	2	2	2
Kaitaro	1		-	-	1
Aroba	2	1		1	2
Sumuri	4	4	4		3
Kuri	1	1	-	-	

Tabel 21.
Contoh Perhitungan Biaya Rute Babo – Kaitaro

CAPITAL COST			
Harga kapal	=	703.125.000	Rupiah
Biaya Kapal/ Tahun	=	70.312.500	Rp/Tahun
OPERATING COST			
Jumlah crew	=	4	Orang
Total gaji crew	=	373.860.960	Rp/tahun
Biaya Administrasi	=	18.693.048	Rp/tahun
Biaya consumables	=	21.135.379	Rp/tahun
Biaya asuransi kapal	=	7.031.250	Rp/tahun
Biaya perbaikan dan perawatan	=	35.156.250	Rp/tahun
Total	=	455.876.887	Rp/tahun
VOYAGE COST			
Biaya jasa tambat	=	7.375.500	Rp/tahun
Biaya bahan bakar	=	408.162.422	Rp/tahun
Total	=	415.537.922	Rp/tahun
Biaya total	=	941.727.308	Rp/tahun
Unit Cost	=	178.357	Rp/Pax

sesuai dengan rute operasi [8-9]. Tabel 15 menampilkan contoh perhitungan biaya operasi taksi air pada rute Babo - Kaitaro, yang menghasilkan biaya total sebesar Rp941.727.308/tahun.

Perhitungan biaya operasi taksi air dilakukan untuk semua rute pada masing-masing wilayah operasi yang telah ditentukan. Perhitungan biaya operasi taksi air tersebut akan digunakan dalam penentuan rute pelayaran taksi air di masing-masing wilayah operasi. Hasil dari perhitungan biaya di setiap wilayah operasi ditampilkan pada Tabel 16, Tabel 17, dan

Tabel 18.

D. Pola Operasi Taksi Air

Pola operasi taksi air dilakukan dengan skema multiport pada masing-masing wilayah operasi yang telah ditentukan. Pola operasi optimum ditentukan berdasarkan waktu tercepat yang tidak lebih dari 12 jam dan biaya total yang minimum. Analisis pola operasi *multiport* pada setiap wilayah operasi dengan metode permutasi yang dipengaruhi oleh waktu tempuh dan biaya total dalam satu tahun [10].

1) Analisis Kebutuhan Kapal

Analisis selanjutnya yang dilakukan adalah analisis kebutuhan kapal. Kebutuhan jumlah taksi air setiap tahun di masing-masing wilayah dihitung dengan analisis jumlah

Tabel 12.
Biaya Total Operasi Taksi Air Wilayah Utara I

Kecamatan	Biaya Total (Juta Rp/tahun)			
	Bintuni	Kamundan	Tomu	Aranday
Bintuni		1.687	1.331	1.658
Kamundan	1.687		1.099	1.422
Tomu	1.331	1.099		856
Aranday	1.658	1.422	856	

Tabel 13.
Biaya Total Operasi Taksi Air Wilayah Utara II

Kecamatan	Biaya Total (Juta Rp/tahun)		
	Bintuni	Manimere	Wamesa
Bintuni		972	1.147
Manimere	972		905
Wamesa	1.147	905	

Tabel 14.
Biaya Total Operasi Taksi Air Wilayah Selatan

Distrik	Biaya Total (Juta Rp/tahun)				
	Babo	Kaitaro	Aroba	Sumuri	Kuri
Babo		941	898	808	938
Kaitaro	941		1.294	1.214	873
Aroba	898	1.294		1.016	1.349
Sumuri	808	1.214	1.016		1.228
Kuri	938	873	1.349	1.228	

Tabel 15.
Hasil Proyeksi Penumpang Wilayah Utara 1

Asal/Tujuan	Jumlah Penumpang (orang)			
	Bintuni	Kamundan	Tomu	Aranday
Bintuni		5	5	5
Kamundan	1		1	1
Tomu	3	3		3
Aranday	1	1	1	

Tabel 16.
Hasil Proyeksi Penumpang Wilayah Utara 2

Asal/Tujuan	Jumlah Penumpang (orang)		
	Bintuni	Manimere	Wamesa
Bintuni		8	8
Manimere	2		2
Wamesa	2	2	

Tabel 17.
Hasil Proyeksi Penumpang Wilayah Selatan

Asal/Tujuan	Jumlah Penumpang (orang)				
	Babo	Kaitaro	Aroba	Sumuri	Kuri
Babo		3	3	3	3
Kaitaro	1		1	1	1
Aroba	2	2		2	2
Sumuri	5	5	5		5
Kuri	1	1	1	1	

permintaan penumpang yang kemudian dibagi dengan kapasitas taksi air [11]. Taksi air diasumsikan beroperasi hingga tahun 2029 hal ini didasarkan pada umur ekonomis kapal yakni 10 tahun. Asumsi umur ekonomis kapal tersebut berdasarkan ukuran perahu layar pakai atau tanpa motor yang mempunyai berat sampai dengan 250 DWT merupakan aset yang digunakan untuk operasional lembaga dengan masa pakai maksimum 10 tahun [12]. Asumsi pertumbuhan penumpang berdasarkan kenaikan penduduk Kabupaten Teluk Bintuni, yaitu 2,25% setiap tahun.

Tabel 19, Tabel 20, dan

Tabel 21 merupakan hasil proyeksi permintaan penumpang setiap hari di masing-masing distrik. Hasil analisis permintaan penumpang menunjukkan bahwa jumlah penumpang terbanyak di tahun 2029 adalah dari distrik Bintuni sejumlah 16 penumpang, yang dapat dipenuhi hanya dengan 1 buah taksi air di masing-masing wilayah operasi.



Gambar 10. Rute di Wilayah Operasi Utara I.



Gambar 11. Rute di Wilayah Operasi Utara II.



Gambar 12. Rute di Wilayah Operasi Selatan.

2) Pola Operasi Wilayah Utara I

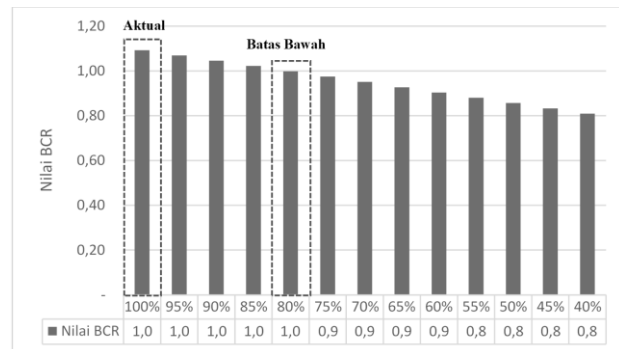
Rute dengan waktu tempuh tercepat yang tidak lebih dari 12 jam dan biaya total yang minimum dipilih sebagai rute yang optimum. Rute yang terpilih pada Wilayah Operasi Utara I adalah Bintuni – Tomu – Aranday – Kamundan – Aranday – Tomu – Bintuni seperti yang ditunjukkan Gambar 7, karena memiliki waktu tempuh *roundtrip* selama 11,52 jam dan biaya total operasi taksi air per tahun sebesar Rp4.588.827.232.

3) Pola Operasi Wilayah Utara II

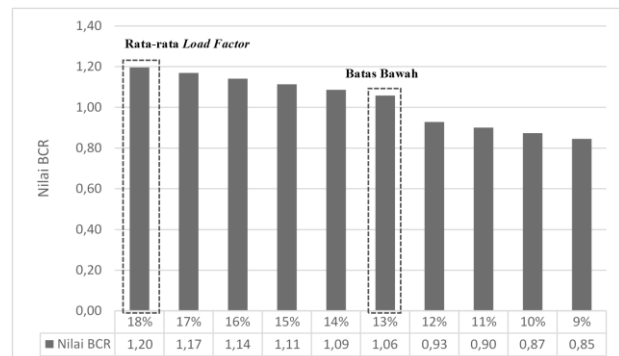
Rute dengan waktu tempuh tercepat yang tidak lebih dari 12 jam dan biaya total yang minimum dipilih sebagai rute yang optimum. Rute yang terpilih pada Wilayah Operasi Utara II adalah Bintuni – Manimeri – Wamesa – Manimeri – Bintuni seperti yang ditunjukkan Gambar 8, karena memiliki waktu tempuh *roundtrip* selama 5,44 jam dan biaya total operasi taksi air per tahun sebesar Rp2.177.601.787.

4) Pola Operasi Wilayah Selatan

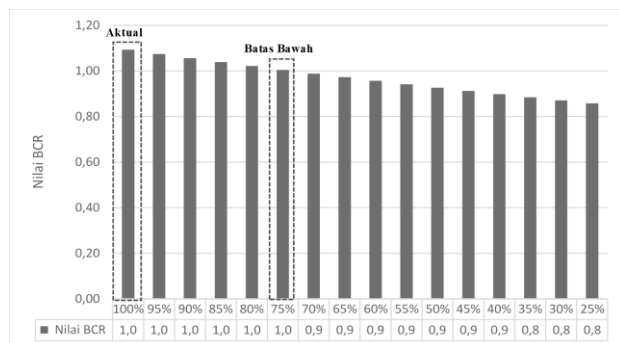
Rute dengan waktu tempuh tercepat yang tidak lebih dari 12 jam dan biaya total yang minimum dipilih sebagai rute yang optimum. Rute yang terpilih pada Wilayah Operasi Selatan adalah Aroba – Sumuri – Babo – Kuri – Kaitaro – Kuri – Babo – Sumuri – Aroba seperti yang ditunjukkan Gambar 9, karena memiliki waktu tempuh *roundtrip* selama 10,38 jam dan biaya total operasi taksi air per tahun sebesar Rp3.591.678.750.



Gambar 7. Sensitivitas Permintaan Penumpang



Gambar 8. Sensitivitas Load Factor.



Gambar 9. Sensitivitas Tarif.

E. Analisis Biaya Manfaat

Analisis biaya manfaat bertujuan untuk mengetahui pengaruh manfaat pola operasi yang baru terhadap masyarakat. Lebih lanjut analisis BCR digunakan sebagai identifikasi & rekomendasi bagi pemerintah maupun pihak yang akan mengoperasikan taksi air. Taksi air dianggap layak dioperasikan apabila perbandingan rasio *benefit* dengan biaya sekurang-kurangnya atau lebih dari 1 [13]. Komponen BCR terdiri dari manfaat/*benefit* dan biaya/*cost*. Komponen manfaat/*benefit* adalah pendapatan dari operasi taksi air dan potensi kenaikan pendapatan masyarakat [14]. Sedangkan komponen biaya/*cost* adalah biaya investasi taksi air dan biaya operasional taksi air.

Perhitungan BCR merupakan hasil akumulasi *present value* nilai manfaat dibagi dengan akumulasi *present value* nilai biaya. Nilai suku bunga diambil dari nilai inflasi setiap tahun. Nilai dari BCR adalah 1,09, yang berarti nilai *benefit* pada pengoperasian taksi air di Kabupaten Teluk Bintuni lebih besar dari biayanya, sehingga pola operasi baru adalah layak secara ekonomi.

Hasil perhitungan Benefit-Cost Ratio yang dilakukan untuk masa pengoperasian kapal selama 10 tahun, yang

Tabel 22.
Hasil Perhitungan *Benefit-Cost Ratio*

Tahun Ke	Manfaat (Rp-Jt)	Biaya (Rp-Jt)
-	-	-2.109
1	11.380	-9.865
2	11.082	-9.865
3	11.241	-9.865
4	10.947	-9.865
5	11.129	-9.865
6	10.838	-9.865
7	11.043	-9.865
8	10.754	-9.865
9	10.982	-9.865
10	10.695	-9.865
Jumlah	110.092	-100.758
<i>Benefit-Cost Ratio</i>		1,09

dimulai dari tahun 2020 – 2029 secara lebih rinci ditunjukkan pada Tabel 22. Manfaat/benefit mengalami kenaikan sebesar 2,25% untuk jumlah penduduk dan 10% (dua kali inflasi) setiap dua tahun sekali untuk tarif taksi air dan biaya/*cost* mengalami kenaikan 5% setiap tahun.

Setelah mendapatkan nilai BCR, analisis dilanjutkan dengan melakukan analisis sensitivitas untuk mengetahui akibat dari perubahan suatu parameter terhadap nilai BCR. Dalam Tugas Akhir ini dilakukan 3 analisis sensitivitas, yaitu sensitivitas BCR terhadap permintaan tiap tahun, *load factor* penumpang taksi air, dan penurunan tarif, lihat Gambar 10, Gambar 11, dan Gambar 12.

Penurunan jumlah pengguna jasa lebih dari 80% akan menghasilkan BCR senilai 0,9. Hal ini tidak layak secara ekonomi, karena nilai BCR di bawah satu. Jumlah penumpang yang harus diangkut oleh kapal tersebut tidak boleh kurang dari 18.744 penumpang di tahun 2020 dan 22.900 di tahun 2029.

Penurunan *load factor* lebih dari 13% pada 2020 menghasilkan BCR senilai 0,9, sehingga tidak layak secara ekonomi (di bawah satu). Hal ini berarti jumlah penumpang yang harus diangkut oleh kapal tersebut tidak boleh kurang dari 13% atau 2 penumpang di masing-masing rute pada 2020. Pertumbuhan permintaan sebesar 2,25% pertahun mengakibatkan *load factor* pada 2029 bernilai 26% atau 3 orang di masing-masing rute dalam wilayah operasi taksi air.

Penurunan tarif lebih dari 75% menghasilkan BCR senilai 0,9, sehingga tidak layak secara ekonomi (di bawah satu). Hal ini berarti penurunan tarif tidak boleh kurang dari 75% dari tarif aktual.

V. KESIMPULAN

Berdasarkan analisis yang telah dilakukan, didapatkan kesimpulan sebagai berikut: (1) Terdapat tiga jenis transportasi sungai yang terdapat di Kabupaten Teluk

Bintuni, yaitu perahu atau ketinting, kapal sungai, dan taksi air. Taksi air dioperasikan secara komersil, namun hingga saat ini belum beroperasi secara optimum; (2) Tiga armada taksi air yang tersedia beroperasi dengan skema *multiport* pada tiga wilayah operasi yang telah ditentukan. Taksi air beroperasi setiap hari mulai dari pukul 05.00 – 17.00 WIT. Rute terpilih di masing-masing wilayah operasi adalah sebagai berikut: (a) Wilayah Operasi Utara I dengan rute Bintuni – Tomu – Aranday – Kamundan – Aranday – Tomu – Bintuni; (b) Wilayah Operasi Utara II dengan rute Bintuni – Manimeri – Wamesa – Manimeri – Bintuni; (c) Wilayah Operasi Selatan dengan rute Aroba – Sumuri – Babo – Kuri – Kaitaro – Kuri – Babo – Sumuri – Aroba; (3) Analisis biaya manfaat (*benefit-cost ratio/BCR*) yang telah dilakukan menghasilkan rasio senilai 1,09 yang berarti pola operasi taksi air yang direncanakan layak dari segi ekonomi.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] B. K. T. Bintuni, "Kabupaten Teluk Bintuni dalam Angka." Badan Pusat Statistik, Jakarta, 2015.
- [2] B. Naderi, A. A. Javid, and F. Jolai, "Permutation flowshops with transportation times: mathematical models and solution methods," *Int. J. Adv. Manuf. Technol.*, vol. 46, no. 5, pp. 631–647, 2010.
- [3] J. Myung, H. Choi, and S. Kho, "Revitalization strategies of water taxi in the han river," in *Proceedings of the Eastern Asia Society for Transportation Studies Vol. 7 (The 8th International Conference of Eastern Asia Society for Transportation Studies, 2009)*, 2009, p. 433.
- [4] Y. Stellamaris, "Analisis bentuk mode transportasi sungai di banjarmasin," *J. Teknol. Berkelanjutan*, vol. 6, no. 01, pp. 47–56, 2017.
- [5] I. Mawati and A. Nugroho, "Implementasi standar keamanan dan keselamatan pada kapal sungai di kabupaten bojonegoro," *Novum J. Huk.*, vol. 5, no. 4, 2018.
- [6] A. Hidayat and A. Arditiya, "Analisis keselamatan transportasi taksi sungai rute samarinda-mahulu kaltim sebagai upaya meminimalisasi kecelakaan ke zero accident," in *Seminar MASTER PPNS*, 2019, vol. 4, no. 1, pp. 83–88.
- [7] H. Ligteringen, *Ports and Terminals*. Delft, The Netherlands: VSSD, 2012.
- [8] N. Wijnolst and T. Wergeland, *Shipping*. Delft: Delft University Press, 1996.
- [9] M. Stopford, *Maritime Economics*, 3rd ed. London: Routledge, 2008.
- [10] O. O. Iemets and T. O. Parfionova, "Transportation problems on permutations: Properties of estimates in the branch and bound method," *Cybern. Syst. Anal.*, vol. 46, no. 6, pp. 953–959, 2010.
- [11] A. Cooke, R. Mahon, and P. McConney, "Livelihoods analysis of water taxi operators in the grenadine islands of st. vincent and grenada," *Proc. Gulf Caribb. Fish. Inst.*, pp. 131–138, 2007.
- [12] I. Rohim, "Umur Ekonomis Aktiva," *D'Consulting Business Consultant*, Jakarta. 2018. .
- [13] J. Tian, Z. Lin, and F. Wang, "Ant colony optimization algorithm for understanding of trade-offs between safety and benefit: a case of beijing taxi service system," *Cogn. Technol. \& Work*, vol. 22, no. 3, pp. 489–499, 2020.
- [14] T. H. Kim, J. M. Ha, J. M. Lim, and J. J. Park, "An analysis on indicators of water taxi user Ssrvice in seoul using importance performance analysis (IPA)," *J. Korean Soc. Civ. Eng.*, vol. 29, no. 5D, pp. 587–595, 2009.