

Penentuan Pola dan Pusat Distribusi Bahan Pokok untuk Wilayah Berbasis Kepulauan

Tiara Figur Alfenza dan Tri Achmadi

Jurusan Teknik Perkapalan, Fakultas Teknologi Kelautan, Institut Teknologi Sepuluh Nopember (ITS)

Jl. Arief Rahman Hakim, Surabaya 60111

E-mail: triachmadi@na.its.ac.id

Abstrak—Wilayah kepulauan Indonesia yang tersebar hingga ujung perbatasan negeri menyebabkan terjadinya kesenjangan perekonomian, khususnya untuk ketersediaan bahan pokok. Harga bahan pokok yang dijual di wilayah kepulauan terluar Indonesia jauh lebih mahal jika dibandingkan dengan harga jual di Pulau Jawa. Salah satu solusi yang dapat dilakukan untuk mengurangi kesenjangan ekonomi tersebut adalah dengan merencanakan pusat distribusi dan pola jaringan transportasi laut yang sesuai dengan karakteristik kepulauan. Penentuan pusat distribusi menggunakan metode gravitasi dan didapat Pulau Ulu dan Pulau Sangihe sebagai *hub port*. Penentuan rute optimum menggunakan teori *Travelling Salesman Problem*. Teori jaringan yang direncanakan adalah *multiport calling* dan *hub and spoke network*. Dalam satu tahun kapal untuk konsep *multiport calling* dapat beroperasi 52 kali dan untuk konsep *hub and spoke network* dapat beroperasi 53 kali. Selisih unit biaya kedua pola tersebut adalah sebesar 2%.

Kata Kunci—bahan pokok, *hub and spoke network*, *hub port*, model gravitasi, *multiport calling*.

I. PENDAHULUAN

INDONESIA merupakan negara kepulauan yang memiliki lima pulau utama dan ribuan pulau-pulau kecil. Pengembangan infrastruktur dan pusat kegiatan ekonomi terpusat pada lima pulau utama dan pulau-pulau kecil cenderung kurang diperhatikan, terutama pulau-pulau yang berada di wilayah terluar Indonesia. Jarak pulau-pulau tersebut yang jauh dari pusat pemerintahan menyebabkan adanya kesenjangan kesejahteraan masyarakat, contohnya adalah pendistribusian bahan pokok. Pendistribusian bahan pokok ke pulau-pulau terluar Indonesia lebih sulit karena setiap pulau memiliki kerawanan geografis, medan yang dilalui, serta aksesibilitas yang berbeda.

Sulawesi Utara merupakan salah satu Provinsi Kepulauan yang terdiri dari 11 Kabupaten dan 4 Kota. Sulawesi Utara memiliki 258 pulau yang terdiri dari 11 pulau terluar dengan 59 pulau berpenghuni dan 199 pulau tidak berpenghuni. Kepulauan terluar Sulawesi Utara adalah Kabupaten Kepulauan Sangihe dan Kabupaten Kepulauan Talaud. Kabupaten Kepulauan Sangihe memiliki 7 pulau dan Kabupaten Kepulauan Talaud memiliki 4 pulau.

Kabupaten Kepulauan Sangihe dan Talaud termasuk daerah yang tertinggal di Indonesia dan masih terisolir karena berbagai keterbatasan infrastruktur dasar, ekonomi, sosial

budaya, perhubungan, telekomunikasi dan informasi serta pertahanan keamanan. Melihat kondisi yang seperti itu perlu adanya langkah nyata untuk meningkatkan taraf hidup masyarakat di daerah tersebut.

Menurut Badan Pusat Statistik Provinsi Sulawesi Utara[1], pasokan bahan pokok di kedua wilayah kepulauan tersebut masih kurang memenuhi. Kabupaten Kepulauan Sangihe dalam 1 tahun mampu memproduksi beras sebanyak 106 ton, sedangkan kebutuhan yang harus dipenuhi adalah sebesar 8.904 ton. Sedangkan produksi beras di Kabupaten Kepulauan Talaud sebesar 1.283 ton dan kebutuhan masyarakat sebesar 9.088 ton. Dapat dilihat bahwa terjadi kekurangan bahan pangan pokok dengan jumlah besar.

Masyarakat Talaud dan Sangihe banyak mengeluhkan pasokan kebutuhan bahan pokok yang minim dan harganya yang tinggi. Ironisnya, dengan biaya kebutuhan pokok yang tinggi, mata pencaharian penduduk pun tak menentu. Mata pencaharian sebagai nelayan dan petani sulit diandalkan untuk dapat memenuhi kebutuhan pangan mereka.

Kebutuhan masyarakat akan bahan pokok seperti bahan pangan tidak dapat ditunda sehingga perlu adanya suatu langkah nyata untuk memecahkan masalah tersebut. Dengan dibuatnya perencanaan pola dan pusat distribusi bahan pokok, diharapkan dapat melancarkan kegiatan distribusi bahan pokok di kedua wilayah kepulauan tersebut.

II. METODE

A. Tahap Perencanaan Rute

Langkah awal dalam penelitian ini adalah merencanakan rute transportasi dengan menggunakan metode *Travelling Salesman Problem (TSP)*[2]. Digunakan metode TSP karena konsep TSP sama dengan syarat perencanaan rute transportasi pada penelitian ini, yaitu:

- Kapal harus kembali ke pelabuhan yang sama dari mana ia berangkat (*origin*). Pada pelabuhan asal, kapal akan mengisi bahan bakar serta keperluan lainnya.
- Setiap titik yang disuplai oleh kapal hanya dikunjungi satu kali dalam satu periode pengiriman.

Dalam perencanaan rute, ditentukan Pelabuhan Bitung sebagai *origin* karena secara geografis Pelabuhan Bitung merupakan pelabuhan terdekat dari Kepulauan Sangihe dan

Kepulauan Talaud.

Model matematis dari TSP dapat diformulasikan sebagai berikut:

$$x_{ij} \begin{cases} 1, \text{ bila kota } j \text{ dikunjungi dari kota } i \\ 0, \text{ bila tidak} \end{cases} \quad (1)$$

Apabila d_{ij} adalah jarak dari kota i ke kota j , model matematis TSP adalah:

$$\text{Minimize } z = \sum_{i=1}^n \sum_{j=1}^n d_{ij} x_{ij}, d_{ij} = \infty \text{ untuk semua } i = j \quad (2)$$

$$\sum_{j=1}^n x_{ij} = 1, i = 1, 2, 3, \dots, n \quad (3)$$

$$\sum_{i=1}^n x_{ij} = 1, j = 1, 2, 3, \dots, n \quad (4)$$

Solusi dari persamaan (1) sampai (4) terdiri dari siklus terarah tunggal yang mengunjungi semua kota. Dalam sebuah solusi, perjalanan terjadi dari kota i ke j , $x_{ij} = 1$, dan jarak d_{ij} dihitung; selain itu $x_{ij} = 0$. Sebuah solusi optimum adalah jarak minimum dari siklus Hamiltonian.

B. Tahap Penentuan Lokasi Hub Port

Yang dimaksud *hub port* pada penelitian ini adalah pelabuhan yang berfungsi untuk melayani alih muat angkutan laut dari *mother vessel* ke *feeder vessel*. Dalam penelitian direncanakan lokasi *hub port* akan berada di pelabuhan yang berada pada setiap kepulauan.

Penentuan *hub port* ini menggunakan model gravitasi[3]. Model gravitasi ini untuk menentukan daya tarik masing-masing pelabuhan yang berada di Kepulauan Sangihe dan Kepulauan Talaud. Jenis yang digunakan dalam penelitian adalah model gravitasi dengan batasan tunggal. Model gravitasi dengan pembatas tunggal diasumsikan bahwa $\sum T_{ij} = 0$. Artinya yang didistribusikan ditentukan jumlahnya, sedangkan daerah tujuan tidak ditentukan batas daya tampungnya. Hal ini berarti pembatasnya hanya satu, yaitu pada *origin* sedangkan pada *destination* tidak ada pembatasan.

Nilai daya tarik dipengaruhi oleh *demand* di titik tersebut dan waktu tempuh dari *origin* menuju titik tersebut. Semakin jauh waktu tempuh dari *origin* menuju tujuan, semakin kecil pula daya tariknya. Secara matematis, perhitungan daya tarik dapat dituliskan:

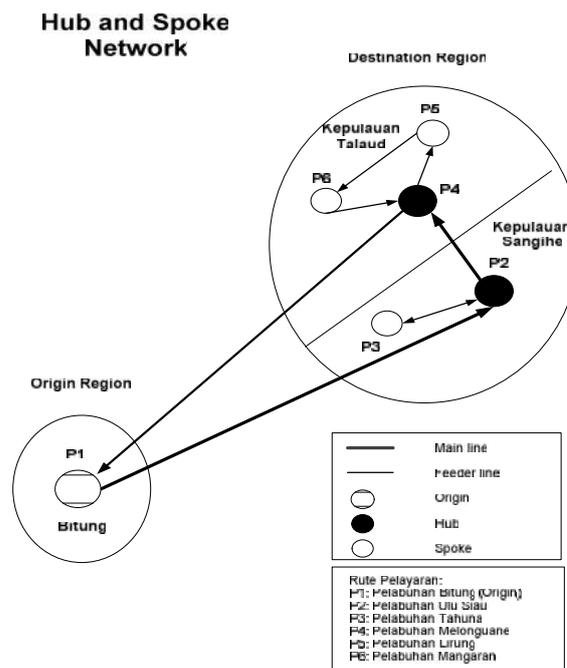
$$\text{Daya Tarik} = \frac{\text{Luas Area}}{\text{waktu tempuh}^b} \quad (5)$$

Nilai b merupakan nilai konstanta yang didapat dengan membagi jumlah suplai eksisting dengan waktu tempuh. Dengan nilai $b \geq 1$.

C. Tahap Perencanaan Jaringan

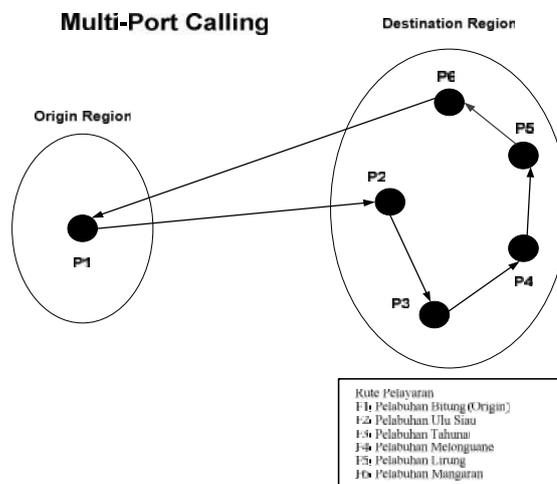
Tahap ini merupakan tahap perencanaan pola jaringan transportasi kapal pengangkut bahan pokok. Pola jaringan yang akan dievaluasi adalah *multiport calling* dan *hub and spoke network*.

Hub and spoke network[4] adalah pola jaringan dimana pada masing-masing wilayah tujuan, dipilih satu atau lebih pelabuhan sebagai *hub port* berdasarkan lokasi dan permintaan pengiriman barang. Muatan yang akan diangkut dikonsolidasikan di *hub port* dan kemudian diangkut dengan menggunakan kapal berukuran besar (*mother vessel*) yang memberikan layanan antar *hub port* di kedua wilayah tersebut. Sedangkan untuk memberikan layanan dari *hub port* menuju ke pelabuhan kecil menggunakan kapal berukuran kecil (*feeder vessel*). Pola jaringan ini dapat dilihat pada gambar 1.



Gambar 1. Pola jaringan *hub and spoke network*.

Multiport calling adalah pola jaringan dimana dalam kegiatan pengiriman barangnya tidak memerlukan adanya *hub port*. Muatan diangkut dari pelabuhan asal langsung menuju pelabuhan tujuan, baik pelabuhan besar maupun pelabuhan kecil. Pola jaringan ini dapat dilihat pada gambar 2.



Gambar 2. Pola jaringan *multiport calling*.

III. HASIL DAN PEMBAHASAN

A. Perencanaan Rute Optimum

Perencanaan rute yang ditempuh oleh kapal menggunakan teori *Travelling Salesman Problem*. Dari hasil perhitungan didapat rute optimum yang ditempuh oleh kapal adalah Bitung → Ulu Siau → Sangihe → Karakelong → Salebabu → Kabaruang → Bitung dengan total jarak 564 Nm.

B. Lokasi Hub Port

Berdasarkan tabel 1, diketahui bahwa Pulau Ulu di Kepulauan Sangihe memiliki daya tarik yang lebih besar jika dibandingkan dengan Pulau Sangihe. Walaupun jumlah permintaan di Pulau Sangihe lebih besar, namun karena waktu tempuh dari *origin* lebih besar maka daya tarik Pulau Sangihe akan menjadi kecil. Sedangkan untuk Kepulauan Talaud, Pulau Karakelong terpilih menjadi *hub port* karena nilai daya tariknya sebesar 0,73.

Tabel 1
Hasil Perhitungan Daya Tarik Dengan Metode Gravitasi

Pulau	Daya Tarik	Daya Tarik Relatif
Kepulauan Sangihe		
P. Ulu	0.883	0.616
P. Sangihe	0.386	0.269
Kepulauan Talaud		
P. Karakelong	0.073	0.051
P. Salebabu	0.048	0.033
P. Kabaruang	0.044	0.030

C. Evaluasi Pola Jaringan

Untuk evaluasi pola jaringan, dilakukan perhitungan mengenai biaya transportasi[5], jumlah muatan dan waktu untuk satu periode suplai. Dalam perhitungan, frekuensi suplai bahan pokok ditentukan 7 hari karena muatan yang diangkut termasuk muatan yang mudah rusak dan tidak tahan lama.

Untuk pola jaringan *multiport calling* hanya diperlukan satu kapal saja, yaitu *mother vessel*. Total biaya pada tahun pertama adalah sebesar Rp. 8.740.471.190 dengan jumlah muatan yang diangkut oleh kapal sebesar 65.678 Ton untuk tahun pertama. Waktu untuk satu periode suplai adalah 6,31 hari dan dalam satu tahun dapat melakukan 52 trip.

Unit biaya untuk masing-masing kepulauan akan disajikan pada tabel 2. Besarnya unit biaya per ton dipengaruhi oleh total biaya yang diperlukan untuk beroperasi dan jumlah muatan yang diangkut oleh kapal.

Tabel 2
Unit Biaya Untuk Pola *Multiport Calling*

Pulau	Muatan (Ton)	Unit Biaya (Rp/Ton)
Pulau Ulu	15.884	Rp. 272.447
Pulau Sangihe	23.606	Rp. 179.515
Pulau Karakelong	10.885	Rp. 384.349
Pulau Salebabu	7.901	Rp. 522.159
Pulau Kabaruang	7.403	Rp. 268.014

Berdasarkan tabel 2, dapat dilihat bahwa unit biaya terendah adalah Pulau Sangihe dengan nilai sebesar Rp. 179.515. Sedangkan Pulau Salebabu memiliki nilai unit biaya tertinggi dengan nilai Rp. 522.159. Tingginya unit biaya di Pulau Salebabu disebabkan oleh kecilnya jumlah muatan yang diangkut, yaitu sebesar 7.901 ton.

Untuk pola jaringan *hub and spoke* memerlukan tiga kapal, yaitu satu *mother vessel* dan dua *feeder vessel* untuk masing-masing kepulauan. Jumlah muatan yang diangkut *mother vessel* sama dengan jumlah muatan yang diangkut pada pola *multiport calling*. Sedangkan untuk jumlah muatan yang diangkut oleh *feeder vessel* disesuaikan dengan kebutuhan bahan pokok di pulau yang dilayani oleh *feeder* tersebut. Konsep ini dapat melakukan 53 trip dalam satu tahun. Unit biayanya disajikan dalam tabel 3.

Tabel 3
Unit Biaya Untuk Pola *Hub and Spoke*

	Muatan (Ton)	Unit Biaya (Rp/Ton)
Diangkut dengan mother vessel		
Pulau Ulu	39.490	Rp. 184.425
Pulau Karakelong	26.189	Rp. 272.186
Diangkut dengan feeder A		
Pulau Sangihe	23.606	Rp. 237.655
Diangkut dengan feeder B		
Pulau Salebabu	7.901	Rp. 489.146
Pulau Kabaruang	7.403	Rp. 515.404

Total unit biaya untuk kedua pola tersebut masing-masing adalah Rp. 1.626.485 untuk pola *multiport calling*, sedangkan Rp. 1.698.816 untuk pola *hub and spoke*. Unit biaya *hub and spoke* lebih tinggi 2% dari unit biaya *multiport calling*. Selisih unit biaya ini disebabkan perbedaan jumlah muatan yang dibongkar dan biaya transportasi kapal.

Kedua pola transportasi tersebut memungkinkan untuk diterapkan sebagai pola distribusi untuk wilayah kepulauan, namun kedua pola tersebut memiliki kekurangan dan kelebihan. Dalam pelaksanaannya, kegiatan operasi untuk pola *multiport calling* tidak bergantung pada kapal lain sehingga kegiatan suplai bahan pokok dapat berjalan sesuai jadwal yang ada. Untuk pola ini, risiko adanya muatan yang hilang atau rusak dapat dihindari. Namun, jarak tempuh kapal lebih jauh yaitu 564 Nm sehingga menyebabkan konsumsi bahan bakar juga semakin besar. Besarnya bahan bakar yang dikonsumsi dapat berpengaruh pada unit biaya.

Sebaliknya untuk pola *hub and spoke*, kegiatan operasinya bergantung pada kapal lain. Apabila salah satu kapal terlambat, maka akan menyebabkan kapal yang lain tidak dapat beroperasi. Hal tersebut sangat merugikan disaat kritis karena dapat menghambat kegiatan suplai bahan pokok. Selain itu, risiko adanya muatan yang hilang atau rusak cukup tinggi karena adanya kegiatan perpindahan muatan (*transshipment*).

Kelebihan pola ini adalah dapat menambah *spoke* apabila diinginkan atau dibutuhkan.

IV. KESIMPULAN/RINGKASAN

Kesimpulan yang didapat dari penelitian ini adalah rute optimum yang ditempuh oleh kapal yaitu Bitung → Ulu Siau → Sangihe → Karakelong → Salebabu → Kabaruang → Bitung dengan total jarak 564 Nm. Terdapat dua pola distribusi yang dapat diterapkan untuk wilayah berbasis kepulauan, yaitu *multiport calling* dan *hub and spoke network*. Untuk pola *hub and spoke*, lokasi *hub port* terletak di Pulau Ulu untuk Kepulauan Sangihe dan Pulau Karakelong untuk Kepulauan Talaud. Konsep *multiport calling* cenderung lebih efisien karena jadwal operasi kapal tidak bergantung pada kapal lain sehingga kegiatan suplai dapat berjalan dengan lancar. Sedangkan konsep *hub and spoke*, jadwal operasi *feeder* bergantung pada *mother vessel* sehingga pada kondisi kritis sangat merugikan.

UCAPAN TERIMA KASIH

Penulis T.F.A. mengucapkan terima kasih kepada Institut Teknologi Sepuluh Nopember Surabaya yang telah memberi sarana dan prasarana untuk penelitian ini. Penulis juga berterima kasih kepada keluarga, dosen pembimbing, dosen pengajar Jurusan Teknik Perkapalan, dan teman-teman yang telah membantu dalam penelitian ini.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] Anonim, Badan Pusat Statistika (BPS), Sulawesi Utara Dalam Angka 2010, Surabaya.
- [2] C. Jiang, "A Reliable Solver of Euclidean Travelling Salesman Problems with Microsoft Excel Add-In Tools for Small-size System," *Journal of Software*, (2010) 761-768.
- [3] Prof. Drs. Robinson Tarigan, "Perencanaan Pembangunan Wilayah: Edisi Revisi," Jakarta: PT. Bumi Aksara.
- [4] Y. P. H. Chang-Ing Hsu, "Direct versus Hub-And-Spoke Routing on a Maritime," (2011) 3.
- [5] M. Stopford, "Maritime Economics (2nd ed). London: Routledge.