

**PENENTUAN MODEL JARINGAN LOGISTIK ANGKUTAN BATUBARA
DI KAWASAN TIMUR INDONESIA**
**DETERMINATION OF LOGISTIC NETWORK FOR COAL TRANSPORTATION
IN THE EASTERN REGION OF INDONESIA**

Sjafril Karana

Direktorat Pengkajian Teknologi Industri dan Sistem Transportasi
Gedung Teknologi 2, Lt. 3 PUSPIRTEK Serpong, Indonesia
[email: Sjafril.karana@bppt.go.id](mailto:Sjafril.karana@bppt.go.id)

Diterima: 2 Oktober 2015, Revisi 1: 23 Oktober 2015, Revisi 2: 13 November 2015, Disetujui: 23 November 2015

ABSTRAK

Sementara ini dalam memenuhi kebutuhan energi listrik yang terus meningkat dan untuk memperbaiki *fuel mix* pembangkit tenaga listrik, pemerintah telah dan sedang membangun sejumlah PLTU, 13 unit diantara berlokasi di KTI. Disamping itu pemerintah melalui PLN Batubara juga sedang mengembangkan pusat tambang batubara di kawasan ini terutama di Kabupaten Sorong. Nantinya salah satu pelabuhan di daerah ini yaitu Pelabuhan Sorong dijadikan sebagai pelabuhan asal batubara untuk dikirim ke sejumlah PLTU yang berada di KTI. Untuk meningkatkan efisiensi pengiriman batubara dari pelabuhan asal ke sejumlah PLTU yang lokasi tersebar di KTI tersebut, tentunya dibutuhkan model jaringan logistik yang sesuai dengan kondisi daerah perairan serta didukung oleh sarana dan prasarana transportasi yang memadai. Hasil kajian menunjukkan terdapat dua model jaringan logistik yang cocok digunakan yaitu untuk tahap jangka pendek menggunakan sistem *point to point*, dan untuk tahap jangka panjang menggunakan sistem *hub and spoke*. Dengan demikian diharapkan hasil kajian ini dapat memberikan kontribusi bagi instansi terkait untuk dapat digunakan sebagai acuan dalam mendistribusikan batubara terutama dari Pelabuhan Sorong ke sejumlah PLTU.

Kata kunci: jaringan logistik, angkutan batubara, Kawasan Timur Indonesia

ABSTRACT

In order to meet the continues increase in the need of electric energy as well as the improvement of electric power plants by using mixed fuel. The Government of Indonesia has been developing thirteen electric power plants (PLTU) in the eastern region of Indonesia (KTI) Beside that, the Government through PLN BB has been also developing a center of coal mining in Kabupaten Sorong. One among other sea ports in this area namely Sorong sea port would be stated as the origin coal loading port for the thirteen destination ports of PLTU in KTI. To improve the efficiency of coal transportation from Sorong port to the spread of destination ports of PLTU in KTI, it is needed to design a model of logistics network including transportation facility and infrastructure which are suitable for the condition of the eastern region of Indonesia waters. Having conducted this research, it seems that there are two suitable logistic network systems namely using point to point system for short term period and using hub and spoke system for long term period. Therefore, It is expected that the result of this research could provide a useful contribution to all of the related institutions as a model for coal distribution particularly from Sorong sea port to a number of PLTU.

Keywords: network logistics, transport of coal, Eastern Indonesia.

PENDAHULUAN

Sebagaimana diketahui sampai dengan Tahun 1990 an untuk memenuhi kebutuhan listrik di Indonesia, energi listriknya sebagian besar dihasilkan dari tenaga diesel, kondisi ini dimungkinkan karena bahan bakarnya yang berupa minyak masih melimpah dan murah. Namun sejalan dengan pertumbuhan pembangunan disegala bidang, kebutuhan akan tenaga listrik juga mengalami peningkatan dimana menurut prakiraan PT PLN (Persero), kebutuhan tenaga listrik pada Tahun 2024 akan menjadi 464 TWh, atau tumbuh rata-rata 8,7% per tahun. Sejalan dengan kebijakan pemerintah terkait dengan penambahan kebutuhan energi listrik yang terus meningkat khususnya di KTI serta semakin mahal dan menipisnya cadangan bahan bakar minyak, pemerintah telah mengambil kebijakan untuk menggunakan batubara yang cadangannya cukup banyak di Indonesia sebagai bahan bakar pembangkit tenaga listrik. Oleh sebab itu untuk meningkatkan pasokan daya listrik dan untuk memperbaiki *fuel mix* pembangkit tenaga listrik, pemerintah telah menugaskan PT PLN (Persero) untuk membangun pembangkit listrik berbahan bakar batubara Tahap I sebanyak ± 10.000 MW.

Berdasarkan penugasan tersebut, sementara ini sudah dan tengah dibangun sejumlah PLTU dengan berbagai kapasitas, 13 unit diantaranya terdapat di KTI tetapi kapasitas listrik yang dihasilkan kecil-kecil yaitu <35 MW. Disamping itu sampai tahun 2019 pemerintah juga telah membuat rencana tambahan pembangkit listrik sebesar 35.000 MW. Untuk memenuhi kebutuhan pembangkit listrik berbahan bakar batubara tersebut, PT PLN Batubara (BB) sebagai anak perusahaan PT PLN (Persero) akan memasok sebanyak 609.750 ton/tahun atau sekitar 47% dari keseluruhan kebutuhannya, dan sisanya akan disuplai oleh perusahaan lainnya.

Sebagaimana diketahui kebutuhan bahan bakar PLTU berupa batubara kebanyakan disuplai melalui transportasi laut, hal ini disebabkan lokasi PLTU tersebut tersebar mulai dari Sumatera sampai ke provinsi Papua, sementara tambang

batubara hanya terkonsentrasi di pulau Sumatera dan pulau Kalimantan. Dengan bertambahnya jumlah PLTU terutama yang berada di KTI, maka PT. PLN Batubara (BB) juga telah mulai mengembangkan pusat tambang batubara di KTI yaitu di Kabupaten Sorong, dan sementara ini potensi batubara yang terdapat di beberapa daerah tersebut sudah mulai dieksploitasi. Hasil produksi batubara tersebut nantinya diperuntukkan untuk mensuplai kebutuhan batubara yang lokasinya tersebar di KTI.

Dengan kondisi tersebut diatas ditambah dengan kondisi perairan laut KTI yang ekstrim serta kondisi alam yang terpencil, tentunya dibutuhkan suatu sistem pengangkutan batubara yang efisien yang didukung dengan sarana dan prasarana transportasi yang memadai. Sehingga diharapkan nantinya dapat dihasilkan suatu model jaringan logistik batubara yang efisien dan efektif yang dapat menjadi solusi untuk persoalan suplai batubara ke PLTU khususnya di KTI.

TINJAUAN PUSTAKA

A. Sistem Logistik

Secara teoritis, sistem logistik merupakan area yang cukup luas dengan kompleksitas permasalahan, meskipun yang hendak dikaji hanya persoalan batubara. Menurut Lambert, D.M.; Cooper, M.C. and Pagh, J.D. (1998), logistik adalah bagian dari manajemen rantai pasok (*supply chain*) dalam perencanaan, pelaksanaan, dan pengontrolan aliran, penyimpanan barang, informasi, pelayanan yang efektif dan efisien dari titik asal ke titik tujuan sesuai dengan permintaan konsumen. Untuk mengalirkan barang dari titik asal menuju titik tujuan juga menurut Lambert, D.M.; Cooper, M.C. and Pagh, J.D. (1998) akan membutuhkan beberapa aktivitas yang dikenal dengan aktivitas kunci dalam logistik, salah satunya adalah "*Traffic and transportation*". Dalam kaitannya dengan *traffic and transportation* bagi kepentingan angkutan batubara, menurut Froechlich, Lisa. (1999), secara teoritis ada tiga pendekatan yang dikenal apabila kita dihadapkan dengan *net-*

work konfigurasi jaringan pelayanan jasa transportasi, yaitu *milkrun*, *point to point* dan *hub and spoke system*.

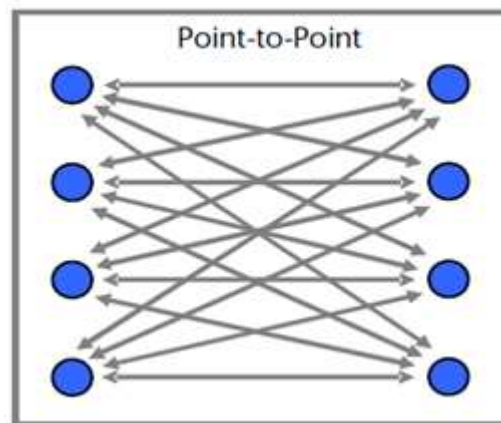
1. Sistem Milkrun

Menurut Froechlich, Lisa. (1999), bekerjanya sistem *milkrun* pada awalnya adalah sebuah kendaraan yang membawa kain dan menyerahkan kain tersebut pada kelompok pertama sambil membawa hasil pemotongan kepada kelompok kedua dan seterusnya. Sistem *milkrun* diterapkan pertama kali di industri otomotif di Indonesia pada tahun 1995. Dalam perkembangannya sistem ini telah diterapkan pada berbagai macam industri dan perusahaan manufaktur otomotif. Hal yang melatar belakangi pengembangan sistem *milkrun* menurut Du T, Wang F K, & Lu P. (2007) adalah tingginya biaya transportasi, rendahnya efisiensi

kendaraan, tanggung jawab dan disiplin pemasok serta sulitnya pengontrolan pengiriman oleh pembeli, kurangnya disiplin pelayanan yang diindikasikan dengan keterlambatan kedatangan.

2. Sistem Point to Point

Model jaringan sistem *point-to-point* seperti terlihat pada gambar 1 adalah sebuah jaringan pelayanan transportasi yang sifatnya langsung (*direct*) dari tempat asal ke tempat tujuan tanpa singgah di terminal antara untuk menaikkan atau menurunkan penumpang, barang atau jasa. Di Amerika Serikat, termasuk juga Indonesia, jaringan pelayanan penerbangan adalah menggunakan sistem *point-to-point*. Namun sejak diberlakukannya *The Airlines Deregulation Act* tahun 1978 sistem pelayanan penerbangan berubah dan mengadopsi *hub and spoke network system*.



Sumber :Du T, Wang F K, & Lu P, 2007

Gambar 1. Model Jaringan *Point to Point*

3. Sistem Hub and Spoke

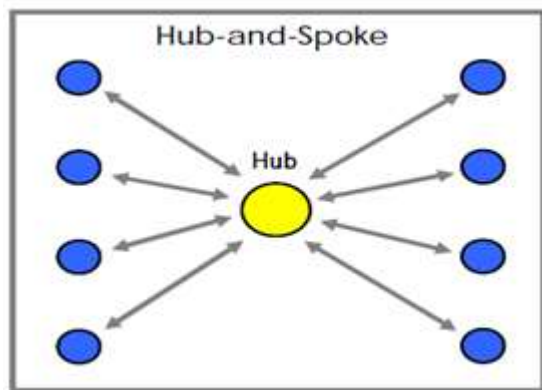
Model Jaringan pelayanan sistem *hub-and-spoke* seperti dalam gambar 2 adalah jaringan pelayanan transportasi yang menyerupai sebuah ban sepeda. Dimana *hub* adalah titik tengah dari sebuah ban sepeda dan *spoke* adalah jari-jari dari ban sepeda. Pola jaringan yang mengadopsi ban sepeda dikembangkan menjadi sebuah pola jaringan pelayanan transportasi. Hasil kajian yang dilakukan mengenai pola operasi *hub and spoke*

menunjukkan sistem ini memberi banyak keuntungan, diantaranya:

- Dapat dicapai skala operasi yang lebih ekonomis karena: (a) rute yang dilayani sedikit, (b) *load factor* muatan menjadi besar, (c) frekuensi pelayanan menjadi lebih banyak.
- Sumber daya di *hub* dapat dimanfaatkan secara lebih efisien dan operasi jaringan di *spoke* menjadi lebih simple.

Akan tetapi pola operasi *hub and spoke* memiliki beberapa kelemahan, diantaranya :

- a. Operasi *day-to-day* relatif tidak *flexible*. Perubahan yang terjadi di *hub* akan dengan sendirinya membawa pengaruh terhadap pola pelayanan di *spoke*.
- b. Total kapasitas barang dan jasa yang bisa dilayani oleh *spoke* akan sangat tergantung dari kapasitas *hub* sehingga perhitungan logistik untuk keseluruhan pelayanan harus cermat dilakukan di *hub*.



Sumber :Du T, Wang F K, & Lu P, 2007

Gambar 2 Model Jaringan *Hub and Spoke*

B. Model Dasar Transportasi Laut Batubara

Secara khusus model transportasi berkaitan dengan masalah pendistribusian barang dari pusat pengiriman ke pusat penerimaan, dan menurut Siswanto (2007) persoalan yang ingin diselesaikan dalam model transportasi adalah penentuan sistem distribusi barang yang akan meminimumkan biaya total distribusi. Sehingga menurut Tamin O.Z, (2000), dalam perencanaan transportasi perlu memperkirakan jumlah serta lokasi yang akan digunakan untuk berbagai kebijakan investasi. Sedangkan menurut *Erichsen Stian* (1989), dalam upaya menekan biaya transportasi angkutan batubara antar pulau perlu memperhatikan rute yang akan ditempuh, lokasi dan jarak antar pelabuhan, fasilitas pelabuhan, jenis angkutan yang akan dipilih, serta kapasitas angkutan yang akan dipergunakan. Berkaitan dengan jaringan

transportasi, kiranya menjadi sebuah pilihan apakah batubara yang akan diangkut dari tempat asal ke tempat tujuan akan menggunakan model pelayanan sistem *milkrun*, *point to point*, atau model jaringan sistem *hub and spoke*.

Hasil kajian yang telah dilakukan oleh Chairani Rachmatullah (2012) dengan menggunakan 11 PLTU di Nusa Tenggara Timur sebagai bahan studi, menggambarkan bahwa model jaringan sistem *hub and spoke* menunjukkan adanya kesinambungan pasokan batubara dengan biaya transportasi laut yang relatif rendah, disamping pilihan asal pasokan batubara yang berpengaruh terhadap biaya transportasi, konfigurasi angkutan batubara sangat besar pengaruhnya terhadap biaya yang dapat dihemat oleh PLTU di Nusa Tenggara Timur.

METODOLOGI PENELITIAN

A. Metode Pengumpulan Data

Penelitian ini bersifat *deskriptif*, yaitu untuk memberi gambaran yang lebih jelas tentang sistem jaringan logistic batubara dari pelabuhan asal (Sorong) ke pelabuhan tujuan yaitu sejumlah PLTU yang berada di KTI, kegiatan diawali dengan studi pustaka terutama tentang model-model jaringan pendistribusian barang, jenis dan kemampuan kapal. Selanjutnya melakukan kunjungan lapangan untuk mendapatkan data dan informasi primer baik di pelabuhan asal (Sorong) maupun di pelabuhan tujuan yaitu PLTU. Pengumpulan data dilakukan melalui pengamatan, diskusi atau wawancara dengan instansi terkait. Data yang diperoleh diantaranya meliputi, kondisi perairan dan alur pelayaran, kondisi sarana dan prasarana pelabuhan, sistem pemuatan batubara di pelabuhan asal dan sistem pembongkaran batubara di pelabuhan tujuan.

B. Metode Analisis Data

Biasanya model jaringan transportasi berkaitan dengan masalah pendistribusian

barang dari pusat – pusat pengiriman ke pusat-pusat penerimaan, persoalan yang ingin dipecahkan oleh model transportasi adalah penentuan jaringan distribusi barang yang akan meminimumkan biaya secara total. Sehingga dalam perencanaan transportasi perlu memperhitungkan beberapa faktor yang mempengaruhinya yaitu rute yang akan ditempuh, jenis angkutan yang akan dipilih, serta kapasitas angkutan yang akan dipergunakan.

Data yang telah tersedia selanjutnya diolah, dalam hal ini rute pelayaran ditentukan berdasarkan kedekatan dan jumlah batubara disetiap PLTU; jenis model jaringan logistik ditentukan berdasarkan tingkat efisiensi terutama dari segi waktu yang diperlukan dalam pengangkutan batubara dari pelabuhan asal ke pelabuhan tujuan. Selanjutnya lokasi pelabuhan *hub* ditentukan berdasarkan *sampling* acakan dengan stratifikasi, dalam hal ini diambil lima titik lokasi *hub* yang saling berdekatan dengan keseluruhan PLTU sebagai *spokes* nya, kemudian diambil satu titik lokasi yang pal-

ing kecil jarak akumulasinya. Sedangkan jarak antar pelabuhan baik dengan pelabuhan asal maupun antar pelabuhan tujuan ditentukan berdasarkan pengukuran dengan menggunakan *software Google Earth*.

HASIL DAN PEMBAHASAN

A. Pasokan Batubara

Seperti dijelaskan di atas, untuk memenuhi kebutuhan tenaga listrik yang terus meningkat sementara ini telah dan sedang dibangun sejumlah PLTU di berbagai daerah, 13 unit diantaranya tersebar di KTI, lihat tabel 1. Umumnya kapasitas listrik yang dihasilkan relatif kecil yaitu < 35 MW/unit dan secara keseluruhan kebutuhan batubaranya 1.285.000/tahun, sedangkan batubara yang akan dipasok oleh PLN BB hanya sebanyak 609.750 ton/tahun atau sekitar 47%,. Sementara ini dari 13 PLTU diatas baru tiga unit yang telah beroperasi yaitu PLTU (Amurang, Kendari dan Tidore), dan kebutuhan batubaranya dipasok dari Pulau Kalimantan, sedangkan batubara yang dari Sorong baru sekali dikirim ke PLTU Amurang.

Tabel 1 Rencana Pasokan Batubara Bagi PLTU Oleh PLN BB

No	PLTU	Unit	Kap/ Unit	Total Kap	Kalori	Kebth. per tahun	Pasokan PLN BB	
			(MW)	(MW)	(Kkal/Kg)	Ton	Ton	%
1	Anggrek (Gorontalo)	2	25	50	4.000	236.000	118.000	50
2	Amurang (Sulut)	2	25	50	4.000	171.000	34.200	20
3	Kendari (Sultra)	2	10	10	4.000	106.000	21.200	20
4	Tidore (Malut)	2	7	14	4.000	67.000	20.100	30
5	Waii (Ambon)	2	15	30	4.000	145.000	72.500	50
6	Sofifi (Maluku)	2	3	6	4.000	17.000	17.000	100
7	Timika (Papua 1)	4	7	28	4.000	294.000	147.000	50
5	Jayapura (Papua 2)	2	10	20	4.000	96.000	48.000	50
9	Ampana (Palu)	2	3	6	4.000	17.000	17.000	100
10	Raha (Sultra)	2	3	6	4.000	17.000	17.000	100
11	Talaud (Sulut)	2	3	6	4.000	17.000	17.000	100
12	Wangi-wangi (Sultra)	2	3	6	4.000	17.000	17.000	100
13	Toil-toli (Sulteng)	2	15	30	4.000	85.000	63.750	100

Sumber : PLN Batubara Tahun 2013 (Data Sekunder)

Diketahui nilai kalori batubara dari Sorong rata-rata 3.700 kkal/kg, nilai ini relatif rendah jika dibandingkan dengan nilai kalori batubara dari Kalimantan 4.000 – 5.000 kkal/kg. Meskipun demikian dalam kriterianya

masih masuk khususnya untuk PLTU di KTI yang menggunakan batubara jenis *stoker*. Ke depan dengan beroperasinya ke seluruhan PLTU tersebut diharapkan kebutuhan akan tenaga listrik di KTI dapat teratasi. Dalam

usaha meningkatkan efisiensi terutama dari segi waktu pengiriman batubara ke PLTU tersebut, kedepan kebutuhan batubaranya akan didatangkan dari Sorong.

B. Penentuan Rute Pelayaran

Rute pelayaran merupakan arah yang akan dilalui kapal mulai dari pelabuhan asal menuju pelabuhan tujuan, dalam hal ini yang menjadi pelabuhan asal adalah pelabuhan (petikemas) Sorong. Penggunaan pelabuhan ini merupakan salah satu alternatif yang terbaik berdasarkan kondisi prasarana dan jarak pelabuhan dengan pusat tambang yang tersebar di Propinsi Papua Barat seperti Kabupaten Sorong, Maybrat, Salawaty dan Manokwari, yang diperkirakan deposit batubara berjumlah >120 juta ton, sedangkan jaraknya kepelabuhan Sorong $\pm$ 35 km. Seperti dijelaskan diatas dalam upaya menekan biaya transportasi angkutan batubara antar pulau perlu memperhatikan rute yang akan ditempuh, lokasi dan jarak antara pelabuhan, oleh sebab itu pilihan pemasok/asal batubara menjadi lebih penting.

1. Pemetaan PLTU

Salah satu aspek yang menjadi kunci keekonomisan dan keefisienan sistem pendistribusian batubara adalah pemilihan model jaringan logistiknya, untuk itu terlebih dahulu perlu dilakukan pemetaan ke 13 PLTU tersebut, sehingga diperoleh kelompok jaringan PLTU berdasarkan kedekatan lokasi dan kebutuhan batubaranya per bulan.

Seperti dijelaskan diatas kebutuhan batubara dari setiap PLTU per bulannya relatif sedikit, dimana yang terkecil sebanyak 1.416,67 ton/ bulan yaitu PLTU (Wangi-Wangi, Raha, Talaud, dan Sofifi), sedangkan yang terbesar adalah PLTU Timika sebanyak 12.250,00 Ton/ bulan. Berdasarkan hasil perhitungan kebutuhan batubara dan analisis kedekatan masing-masing PLTU, diperoleh tujuh kelompok jaringan (Jrg) PLTU, tabel 2.

Tabel 2 Kelompok PLTU berdasarkan Kebutuhan Bb/Bulan

Jrg	Nama PLTU	Kapasitas (MW)	Kebutuhan Batubara (Ton)		Jumlah BB / Bulan
			Per tahun	Per bulan	
1	Jayapura	2x10	48000	4000.00	4000.00
2	Timika	4x7	147000	12250.00	12250.00
3	Talaud	2x3	17000	1416.67	4508.33
	Tidore	2x7	20100	1675.00	
	Sofifi	2x3	17000	1416.67	
4	Anggrek (Gorontalo)	2x25	118000	9833.33	12683.33
	Amurang (Sulut2))	2x25	34200	2850.00	
5	Toli-Toli (Sulteng)	2x15	63.750	5312.50	5312.50
6	Ampena (Palu)	2x3	17.500	1416.67	6016.68
	Kendari (Sultra)	2x10	21200	1766.67	
	Wangi-Wangi (Sultra)	2x3	17000	1416.67	
	Raha	2x3	17000	1416.67	
7	Ambon	2x15	72500	6041.67	6041.67

Sumber : Hasil Olahan Data, Tahun 2014

2. Jarak Rute Pelayaran

Jarak tempuh setiap rute pelayaran pulang-pergi setiap **Jaringan (Jrg)** diukur berdasarkan *software Google Earth* (hp) tanpa memperhitungkan kondisi perairan yang akan dilalui, untuk mendapat jarak rute tempuh sebenarnya (sb) dari pelabuhan asal

ke pelabuhan-pelabuhan tujuan diasumsikan lebih besar $\pm 10\%$, oleh sebab itu perhitungan jarak tempuh sebenarnya adalah jarak tempuh hasil pengukuran (hp) + factor koreksi 10%. Dengan demikian diperoleh jarak tempuh pelayaran masing-masing **Jaringan** seperti terdapat dalam tabel 3.

Tabel 3 Jarak Tempuh Berdasarkan Rute Pelayaran

Jrg	Route	Jarak Pp- hp (NM)	Jarak Pp-sb (NM)
1	Sorong - Jayapura - Sorong	1.235,62	1.359,182
2	Sorong - Timika - Sorong	1.057,58	1.163,338
3	Sorong - Tidore - Sofifi - Talaud - Sorong	1.904,32	2.094,752
4	Sorong - Amurang - Anggrek - Sorong	1.321,44	1.453,584
5	Sorong - Tolitoli - Sorong	1.443,94	1.588,334
6	Sorong - Ampena - Kendari - Raha - Wangi ² - Sorong	1.659,60	1.825,560
7	Sorong - Ambon - Sorong	659,82	725,802

Sumber : Hasil Olahan Data, Tahun 2014

3. Model Jaringan Logistik

Sebagaimana diketahui dari ke 13 PLTU yang telah dan sedang dibangun di KTI, sementara ini baru tiga yang telah selesai dan beroperasi yaitu PLTU (Kendari, Amurang dan Tidore). Dipihak lain salah satu perusahaan tambang batubara mitra PLN BB yang berlokasi di Sorong-Provinsi Papua Barat juga sudah mulai berproduksi, dan direncanakan hasil produksinya akan diperuntukkan untuk memasok kebutuhan batubara ke 13 PLTU tersebut diatas. Mengingat pengoperasian ke 13 PLTU tersebut waktunya tidak bersamaan karena berbagai kendala, maka sembari menunggu keseluruhan PLTU selesai, dan untuk menjaga kelancaran pengoperasian PLTU yang telah siap beroperasi, serta untuk mendapatkan nilai ekonomis dan efisiensi terutama dari segi waktu pengiriman, maka model jaringan sistem distribusi pengiriman batubaranya dibagi kedalam dua tahap yaitu jangka pendek dan jangka panjang.

a. Jangka Pendek

Untuk tahap jangka pendek, model jaringan pengiriman batubara yang cocok

digunakan untuk memasok batubara ke PLTU yang berlokasi di KTI adalah gabungan sistem *point to point* + *multi point* sebagaimana ditunjukkan pada gambar 3. Dalam hal ini pelabuhan muat (asal) batubara tetap dari pelabuhan (Petikemas) Sorong, dari pelabuhan ini batubara dikirim ke PLTU yang berlokasi di bagian timur Pelabuhan Sorong yaitu PLTU Jayapura dan PLTU Timika dengan sistem *point to point*. Sedangkan untuk PLTU yang berada di bagian barat Pelabuhan Sorong yaitu PLTU (Tidore, Sofifi, Talaud, Amurang, Anggrek, Toli-Toli, Ampena dan PLTU lainnya) dikirim dengan sistem *multi point* kecuali ke PLTU Ambon dengan *point to point*.

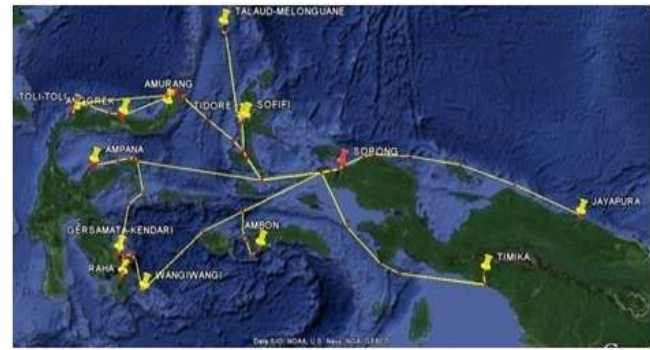
b. Jangka Panjang

Dalam jangka panjang ke 13 PLTU tersebut diatas diharapkan sudah selesai pembuatannya atau sudah beroperasi, untuk mengoptimalkan sistem pelayanan jaringan dan meningkatkan efisiensi pengiriman batubara ke setiap PLTU, model jaringan yang cocok digunakan adalah gabungan sistem *point*

to point + hub and spoke + multi point. Dalam hal ini kebutuhan batubara PLTU yang berada di bagian timur Pelabuhan Sorong yaitu PLTU (Jayapura dan Timika) tetap disuplai dari pelabuhan asal (Sorong) dengan sistem *point to point*, sedangkan untuk mensuplai kebutuhan batubara PLTU yang berada di bagian barat Pelabuhan Sorong, digunakan gabungan sistem *hub and spoke + multi point*.

Untuk menunjang kelancaran pengiriman batubara dengan sistem *hub and spoke* diperlukan sebuah pelabuhan transit (*hub*) yang ditempatkan di lokasi yang strategis, sehingga pasokan batubara dari pelabuhan *hub* ini ke setiap PLTU (sebagai *spoke*) dapat dilakukan dalam waktu yang relatif singkat. Dalam hal ini sumber batubara pelabuhan *hub* tetap disuplai dari pelabuhan asal yaitu pelabuhan Sorong. Penentuan lokasi pelabuhan *hub* tersebut tanpa mempertimbangkan ketersediaan berbagai fasilitas seperti peralatan *loading-unloading* batubara, jaringan listrik, fasilitas air bersih, dan lain sebagainya, karena kemungkinan pelabuhan *hub* nantinya berupa pelabuhan terapung (*floating port*) yang di desain tersendiri.

Perhitungan posisi *hub* dilakukan berdasarkan pengukuran jarak tempuh dari sarana angkutan yang digunakan menggunakan *software google earth*. Dalam hal ini diambil lima *sample* titik untuk lokasi pelabuhan *hub* yang dianggap terdekat dengan *spoke*-nya yaitu Pulau Obi, pulau Talibu, Pulau Buru, Pulau Mangoli dan Pulau Ternate. Dari hasil perhitungan diperoleh posisi *hub* yang terdekat terhadap *spoke*-nya yaitu di sekitar pulau Obi seperti ditunjukkan pada gambar 4, dimana secara kumulatif nilai jaraknya sebesar 3.913,83 NM seperti ditunjukkan pada tabel 4, disamping itu jarak pulau Obi juga tidak terlalu jauh dari Pelabuhan Sorong sebagai sumber pasokan batubara yaitu sejauh 407,1 NM.



Sumber: Hasil Analisis, Tahun 2014

Gambar 4 Sistem *Point to Point*



Sumber: Hasil Analisis, Tahun 2014

Gambar 5 Sistem *Hub and Spoke*

Sebagai gambaran umum, sementara ini di Pulau Obi sudah terdapat berbagai aktifitas, hal ini ditandai dengan adanya Anggai Gold Mining sejak tahun 1995, Anggai Village, Pelabuhan Jokotomo, pelabuhan khusus PT Trimegah Bangun Persada, dan pelabuhan untuk kapal pengangkut nickel. Dengan diketahuinya posisi lokasi *hub*, maka dapat ditentukan jarak pelayaran setiap kelompok jaringan untuk tahap jangka panjang yang menggunakan model jaringan sistem *hub and spoke* seperti terdapat dalam tabel 4.

c. Frekwensi Pelayanan

Frekwensi pelayanan merupakan jumlah pengiriman batubara yang harus dilakukan oleh kapal dari pelabuhan asal/Sorong ke pelabuhan akhir/PLTU, sehingga ketersediaan batubara di lokasi PLTU selalu terjamin sesuai dengan kebutuhan, dan berapa waktu yang dibutuhkan oleh kapal tersebut dalam setiap satu trip pengiriman (*voyage*)

batubara. Untuk mengetahui *frequency* pelayaran kapal ini tentunya perlu ditinjau beberapa faktor yang mempengaruhinya yaitu :rute pelayaran yang akan dilalui oleh kapal, jumlah

waktu pelayaran dalam satu kelompok jaringan, dan waktu yang dibutuhkan untuk *loading/unloading* di pelabuhan akhir /PLTU.

Tabel 4 Jarak Tempuh Berdasarkan Rute Pelayaran

No	Pelabuhan Tujuan / PLTU	Jarak Pp dari pelabuhan Hub (NM)				
		Pulau Obi	Pulau Talibu	Pulau Buru	Pulau Mangoli	Pulau Ternate
1	Sorong	407.1	789.84	599,82	658,92	604,66
2	Tidore-Sofifi-Talaud	685.98	787.57	893,13	737,11	411,67
3	Amurang – Anggrek – Toli ²	1125.82	1044.53	12401,64	1066,65	926
4	Ampa na – Kendari –Raha – Wangi ²	1329.21	1014.42	1137,55	1103,45	1359,53
5	Ambon	365.72	551	192,9	392,76	629,58
Total		3913.83	4187.36	4064,04	3958,89	3931,44

Sumber : Hasil Olah Data, 2014

1) Rute Pelayaran

Sebagaimana dijelaskan di atas, terdapat 7 jaringan PLTU berdasarkan jumlah kebutuhan batubaranya per bulan, untuk mensuplai batubara ke masing-masing kelompok PLTU tersebut, rute pelayaran kapal yang akan dilalui sebagaimana terlihat di dalam gambar 3 dan gambar 4.

2) Waktu Bongkar Batubara

Ketersediaan fasilitas di pelabuhan ataupun di kapal yang digunakan untuk bongkar/memuat batubara dari dan ke kapal merupakan faktor penting dalam menentukan waktu yang dibutuhkan, makin besar kapasitas peralatannya semakin cepat pula proses bongkar/muatnya. Berdasarkan kunjungan ke beberapa PLTU seperti PLTU Pelabuhan Ratu dan PLTU Amurang Manado, diketahui bahwa jenis peralatan yang digunakan untuk memindahkan batubara dari kapal ke *stockpile* menggunakan *belt conveyor* dengan

kapasitas angkut rata-rata 600 ton/jam. Diasumsikan ke 13 PLTU tersebut diatas dalam melakukan pembongkaran batubara dari kapal ke *stockpile* menggunakan *belt conveyor*, jadi lama waktu yang diperlukan untuk memindahkan batubara dari kapal ke *stockpile* setiap PLTU sebagaimana terdapat di dalam tabel 5.

3) Waktu Tempuh

Terkait jarak dan waktu tempuh, maka analisis dilakukan berdasarkan hasil kajian model jaringan logistik batubara untuk jangka pendek dan jaringan logistik batubara untuk jangka panjang. Berdasarkan analisis karakteristik kapal angkutan batubara, jenis sarana angkutan yang digunakan adalah tongkang dengan penggerak sendiri (*Self Propelled Barge*), dengan kecepatan rata-rata diambil 7 knot. Mengingat batubara mudah terbakar, maka lama pelayaran kapal untuk

angkutan batubara harus <14 hari terhitung mulai batubara dikapalkan dari pelabuhan asal. Oleh sebab itu jika waktu tempuh pengiriman ke pelabuhan tujuan/PLTU yang terjauh

tidak melebihi 14 hari, maka model jaringan pengiriman batubara ke 13 PLTU dengan sistem *point to point* dan sistem *hub and spoke* cocok untuk digunakan.

Tabel 5 Waktu Bongkar Batubara di PLTU

Jrg	Pelabuhan Tujuan/ PLTU	Kecepatan Bongkar (Ton/Jam)	Jumlah Batubara (Ton/Bulan)	Lama Waktu (Jam)
1	Jayapura	600	4000.00	6,67
2	Timika	600	12250.00	20,42
3	Tidore - Sofifi - Talaud	600	4508.33	7,51
4	Amurang - Anggrek	600	12683.33	21,12
5	Toli- Toli	600	5312.50	8,85
6	Ampena - Kendari - Raha - Wangi ²	600	6016.68	10,02
7	Ambon	600	6041.67	10,07

Sumber : Hasil Olah Data, 2014

Dengan demikian waktu tempuh kapal ke setiap kelompok jaringan PLTU untuk jangka pendek seperti ditunjukkan pada tabel 6. Dari tabel terlihat bahwa waktu tempuh yang diperlukan dalam 1 x *voyage* pengiriman batubara yang terlama terdapat pada jaringan 3 yaitu *route* "Sorong - Tidore- Sofifi - Talaud - Sorong" dengan lama waktu 12,781 hari, dengan catatan untuk jaringan 1, 3, 5, 6 dan jaringan 7, kapal yang digunakan berkapasitas ± 6000 Ton, sedangkan untuk jaringan 2 dan 4 dilayani oleh kapal yang berkapasitas muat ± 12.000 Ton. Dengan demikian *frequency* pelayaran kapal untuk mengirim batubara untuk memenuhi kebutuhan setiap PLTU cukup 1 (satu) kali dalam sebulan.

Untuk tahap jangka panjang, dengan adanya pelabuhan *hub*, berarti ada penambahan satu kelompok jaringan yang diperuntukkan untuk memasok *stock* batubara yaitu dari pelabuhan asal (Sorong) ke pelabuhan *hub* yang nantinya akan diteruskan ke pelabuhan tujuan /PLTU sebagai *spoke*-nya. Dengan demikian jarak tempuh masing-masing jaringan

seperti terdapat dalam Tabel 7. Adapun jumlah *stock* batubara di pelabuhan *hub* diambil sama dengan jumlah kebutuhan batubara PLTU yang berada di bagian barat Pelabuhan Sorong sebanyak 34.562,51 ton/bulan, sedangkan waktu pengirimannya disesuaikan dengan kebutuhan masing-masing kelompok PLTU.

Untuk tahap jangka panjang seperti terdapat dalam tabel 8, dengan adanya pelabuhan transit yang berlokasi disekitar pulau Obi, waktu yang dibutuhkan untuk pengangkutan batubara kesetiap PLTU (kecuali PLTU Jayapura dan Timika), berkurang 21% s/d 60% dari waktu yang diperlukan pada masa jangka pendek, hal ini berarti peran *hub* sebagai pelabuhan transit sangat berpengaruh terhadap efisiensi pengiriman batubara, tidak hanya dari segi waktu tentunya juga dari segi biaya. Untuk menjaga agar *stock* batubara tetap tersedia di pelabuhan *hub* setiap bulan sebanyak 34.562,51 ton/bulan, tentunya diperlukan kapal dengan ukuran yang memadai untuk mengirim batubara dari pelabuhan

Sorong ke pelabuhan *hub* di pulau Obi, bila digunakan kapal berukuran ± 12.000 Ton, maka *frequency*

pengirimannya cukup 3 (tiga) kali *voyage* dengan jumlah waktu selama $3 \times 3,666$ hari = 10,998 hari.

Tabel 6 Waktu Tempuh Jangka Pendek

Jrg	Rute	Jarak Pp-Sb (NM)	Waktu Tempuh (Jam)	Waktu Bongkar (Jam)	Waktu Voyage (Hari)
1	Sorong – Jayapura – Sorong	1.359,182	194,169	6,67	8,368
2	Sorong – Timika – Sorong	1.163,338	166,191	20,42	7,775
3	Sorong – Tidore – Sofifi – Talaud – Sorong	2.094,752	299,250	7,51	12,781
4	Sorong – Amurang – Anggrek – Sorong	1.453,584	207,655	21,12	9,532
5	Sorong – Toli ² – Sorong	1.588,334	226,904	8,85	9,823
6	Sorong – Ampena – Kendari – Raha – Wangi ² – Sorong	1.825,560	260,794	10,02	11,283
7	Sorong – Ambon – Sorong	725,802	103,686	10,07	4,740

Sumber : Hasil Olah Data, 2014

Tabel 7 Waktu Tempuh Masa Jangka Panjang

Jrg	Rute	Jarak Pp-HP (NM)	Jarak Pp Sb (NM)
1	Sorong – Jayapura – Sorong	1.235,62	1.359,182
2	Sorong – Timika – Sorong	1.057,58	1.163,338
3	Sorong – Obi – Sorong	407.1	447,810
4	Obi – Tidore – Sofifi – Talaud – Obi	685.98	754,578
5	Obi – Amurang – Anggrek – Obi	870.64	957,704
6	Obi – Toli ² – Obi	1125,82	1.238,402
7	Obi – Ampena – Kendari – Raha – Wangi ² – Obi	1329,21	1.462,131
8	Obi – Ambon – Obi	365.72	402,292

Sumber : Hasil Olah Data, 2014

Tabel 8 Waktu Tempuh Jangka Panjang

Jrg	Rute	Jarak Pp Sb (NM)	Waktu Tempuh (Jam)	Waktu Bongkar (Jam)	Waktu / Voyage (Hari)
1	Sorong – Jayapura – Sorong	1.359,182	185,349	6,67	8,424
2	Sorong – Timika – Sorong	1.163,338	158,637	20,42	7,945
3	Obi – Sorong – Obi	447,810	63,972	-	3,666
4	Obi – Tidore – Sofifi – Talaud – Obi	754,578	107,797	7,51	4,749
5	Obi – Amurang – Anggrek – Obi	957,704	136,615	21,12	6,757
6	Obi – Toli ² – Obi	1.238,402	176,915	8,85	7,814
7	Obi – Ampena – Kendari – Raha – Wangi ² – Obi	1.462,131	208,876	10,02	9,204
8	Obi – Ambon – Obi	402,292	57,470	10,07	2,898

Sumber : Hasil Olah Data, 2014

KESIMPULAN

Berdasarkan pada uraian sebelumnya, dapat disimpulkan bahwa model jaringan logistik batubara dari Pelabuhan Sorong ke 13 PLTU di KTI dapat dikelompokkan menjadi dua tahap yaitu:

Tahap pertama jangka pendek, model jaringan logistiknya menggunakan konfigurasi sistem *point to point + multi point*. Untuk tahap kedua jangka panjang, kebutuhan batubara PLTU yang berada di bagian timur Pelabuhan Sorong tetap disuplai dari pelabuhan asal (Sorong) dengan model *point to point*. Sedangkan untuk PLTU yang berada di bagian barat Pelabuhan Sorong digunakan sistem *hub and spoke*.

Dengan adanya pelabuhan *hub* disekitar Pulau Obi, waktu yang dibutuhkan untuk pengangkutan batubara kesetiap PLTU (kecuali PLTU Jayapura dan PLTU Timika), berkurang 21% s/d 60% dari waktu yang diperlukan pada masa jangka pendek.

UCAPAN TERIMA KASIH

Penelitian ini merupakan bagian dari kegiatan Program Rekomendasi Teknologi Logistik Batubara Untuk Mendukung Ketahanan Energi Tahun 2014. Penulis mengucapkan banyak terima kasih kepada rekan-rekan atas bantuan dan kerjasamanya yang baik, sehingga penelitian ini dapat diselesaikan.

DAFTAR PUSTAKA

- Alvi Habara, Setyo Nugroho. *Studi Distribusi Pupuk Lewat LAut Studi Kasus: Gresik-Bali dan Nusa Tenggara*. Jurnal Teknik Pomits Vol. 1 No. 2 (2012). ISSN: 2301-9271
- Chairani Rachmatullah, 2012. *Keamanan Pasokan Batubara Jangka Panjang; Model jaminan Pasokan Batubara untuk PLTU di Indonesia Timur*. September 2015. http://academia.edu/4237073/CAIRANI_PRESENTASI_PA_AGUSTUS_2012
- Du T, Wang F K, & Lu P, 2007. *A Real Time Vehicle Dispatching Sistem for Consolidating Milkruns*. Transportation Research Part E 43:565-577
- Erzad Iskandar Putra, Tri Achmadi. 2012. *Analisis Penerapan Continous Coal Transport Mode Untuk Angkutan*. Jurnal Teknik Pomits Vol 1, No. 2 Tahun 2012. ISSN: 2301-9271
- Erichsen Stian, 1989. *Management of Marine Design*", Butterworths, London Boston, Norwegian Institute of Technology, Troundheim, Norway.
- Jean, Paul Rodrigue. 2005. *Transport Geography Chapter 3-Transportation Modes Concepts*. Hofstra University. Hempstead, NY, 11549 USA. Copyright 1999-2005
- Karana Sjafril, 2015. *Kajian Penentuan Jenis dan Ukuran Sarana Angkutan Batubara dari Pelabuhan Sorong ke PLTU KTI*, Majalah Ilmiah Pengkajian Industri - BPP Teknologi, Vol. 9 No.2 Agustus 2015.
- Lambert, D.M.; Cooper, M.C. and Pagh, J.D, 1998. *Supply chain management: implementation issues and research opportunities*, International Journal of Logistics Management.
- LD Port & Logistics ([www.lpl.com /Technology / Fleet / self-propelled.barges.html](http://www.lpl.com/Technology/Fleet/self-propelled.barges.html)), diakses Mei 2014.
- Penetapan Rencana Usaha Penyediaan Tenaga Listrik (RUPTL) PT PLN (Persero) Tahun 2015 – 2024.
- Proyek Percepatan Pembangkit 10.000 MW Tahap IDi Indonesia Timur - Peraturan Presiden No.71/2006 joPerPres No.59/2009 – September 2012, tentang Program Percepatan Pembangkit Berbahan Bakar Batubara.
- PT Perusahaan Listrik Negara Batubara Tahun 2013. *Rencana Pasokan Batubara bagi Pusat Listrik Tenaga Uap*.
- Pemerintah Tetapkan 109 Proyek Pembangkit 35 Ribu MW. 17 April 2015. <http://nasional.republika.co.id/berita/nasional/umum/15/04/16/nmw13w-pemerintah-tetapkan-109-proyek-pembangkit-35-ribu-mw>.
- Rencana Tata Ruang Wilayah (RTRW) Kabupaten Sorong Provinsi Papua Barat Tahun 2012.
- Siswanto, 2007. *Operasition Research jilid 1*. Arlangga, Yogyakarta.
- Tamin O.Z, 2000. *Perencanaan dan Pemodelan Transportasi*, ITB, Bandung