

Peningkatan Efisiensi Pendistribusian Barang Melalui Optimasi Pengalokasian Moda Transportasi Darat Pada PT. X

Felicia Saputra¹, I Gede Agus Widyadana²

Abstract: This research is originated from the current efficiency level of product distribution in PT. X which is considered low. This motivates the company to consider other transportation to distribute their products, which is train. PT. X sees train as a new opportunity as now there is double track in the system. On the other hand, train tends to have cheaper delivery costs than truck as the delivery distance increase. Method used to analyze the efficiency of both transportations is simulation. Observation has been made and the results shows that 50,55% of delivery route in Java and 77,97% of delivery route from Java to Sumatera can be replaced by train. Improvement and solution has also been proposed as a support for train distribution system so that the increase of overall efficiency can be achieved. The analyze of the system improvement shows result that the use of two point railway stations will reduce overall cost by 4,70%, while the use of three point railway stations will save overall costs by 5,02%.

Keywords: Ditribution, Truck, Train, Land Transportation.

Pendahuluan

PT. X merupakan sebuah perusahaan yang bergerak dalam bidang industri *consumer goods*. Perusahaan ini tidak hanya mengolah, melainkan juga memiliki sistem secara keseluruhan dalam mendistribusikan produknya. Efisiensi dalam melakukan pendistribusian merupakan salah satu aspek yang penting bagi PT. X karena hal ini sangat berkaitan dengan kelancaran rantai pasok dan biaya yang terjadi.

Pendistribusian produk melalui jalur darat pada PT. X saat ini didominasi oleh moda transportasi truk. Sistem pendistribusian pada saat ini masih dinilai kurang efisien, baik dari segi biaya maupun *lead time* distribusi. Hal ini disebabkan karena biaya logistik darat dapat dikatakan cukup mahal dibandingkan dengan angkutan lain (Banomyong dan Beresford, 2001). Biaya angkutan truk juga cenderung mengalami peningkatan dari tahun ke tahun. Hal lain yang juga menjadi permasalahan adalah adanya keterbatasan jumlah truk. Jumlah truk tersebut kurang dapat mengimbangi pengiriman yang harus dilakukan, dimana akibatnya terjadinya *delay* pendistribusian sebesar 3% dari pengiriman tahun lalu. Kondisi lalu lintas darat di Pulau Jawa juga dirasa kurang mendukung pendistribusian dengan truk. Kepa-

datan lalu lintas darat terus mengalami peningkatan setiap tahunnya dengan rata-rata sebesar 14,16% (sumber: Badan Pusat Statistik). Hal tersebut berpotensi menghambat pendistribusian sehingga mengakibatkan *lead time* pengiriman menjadi lebih lama dibandingkan dengan yang seharusnya.

Permasalahan tersebut mendorong PT. X untuk mempertimbangkan pemanfaatan moda transportasi darat lain di samping penggunaan truk. Moda transportasi yang menjadi pertimbangan adalah kereta api. Pengembangan *double track* pada jalur kereta api di Indonesia dipandang sebagai peluang baru dalam sistem pendistribusian. Hal ini juga didukung oleh model yang dikembangkan oleh Beresford (1999) yaitu bahwa biaya transportasi kereta api untuk jarak jauh cenderung lebih rendah daripada transportasi darat. Penelitian ini dilakukan untuk menganalisa perbandingan efisiensi antara truk dan kereta api sehingga dapat diambil tindakan yang tepat untuk meningkatkan efisiensi pendistribusian PT. X dalam Pulau Jawa dan menuju Pulau Sumatera.

Metode Penelitian

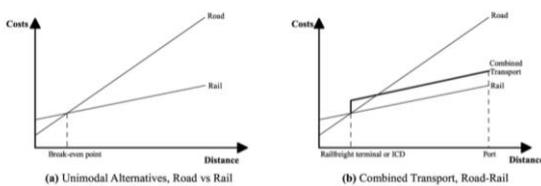
Pada bab ini diuraikan metodologi yang akan digunakan untuk menyelesaikan permasalahan yang diulas dalam penelitian ini. Model perbandingan transportasi digunakan sebagai dasar perbandingan biaya antara berbagai moda transportasi. Metode *K-Means Clustering* merupakan metode

^{1,2} Fakultas Teknologi Industri, Program Studi Teknik Industri, Universitas Kristen Petra. Jl. Siwalankerto 121-131, Surabaya 60236. Email: feliciasaputra93@hotmail.com, gede@petra.ac.id

yang digunakan untuk mengelompokkan lokasi-lokasi distribusi dalam permasalahan yang ada. Jenis sistem distribusi digunakan sebagai dasar untuk membentuk sistem distribusi secara keseluruhan.

Model Perbandingan Moda Transportasi

Sistem distribusi barang pada dasarnya dapat dilakukan dengan menggunakan satu ataupun berbagai jenis moda transportasi (*multimodal transport*). Beresford [1], pada tahun 1999, mengembangkan sebuah model yang melibatkan tiga moda transportasi (jalur jalan, kereta, dan perairan) serta perpindahan antara moda transportasi. Model tersebut dapat dilihat pada Gambar 1.



Gambar 1. Model transportasi Beresford

Gambar 1 menunjukkan bahwa biaya transportasi jalur darat, yaitu biaya truk dan kereta api, dipengaruhi oleh jarak tempuh. Pada jarak dekat, biaya jalur darat (truk) cenderung lebih murah dan sebaliknya untuk jarak jauh, biaya kereta api akan cenderung lebih murah.

K-Means Clustering

K-Means clustering merupakan sebuah metode non-hierarki, dimana pengelompokan objek dilakukan secara serempak sesuai dengan jumlah kelompok yang diinginkan (Sharma [2]). Metode pengelompokan ini dilakukan dengan cara mengelompokkan objek berdasarkan kedekatannya dengan nilai rata-rata atau *centroid*. Tujuan dari pengelompokan *K-Means clustering* adalah untuk meminimalkan variasi yang terjadi dalam setiap kelompok.

Sistem Distribusi

Simchi-Levi, et al. [3] menyatakan bahwa secara fundamental terdapat dua jenis sistem distribusi. Kedua jenis sistem distribusi yang dimaksudkan adalah *decentralized distribution system* dan *centralized distribution system*. Pengiriman pada sistem distribusi secara desentralisasi dilakukan secara individu pada bagian rantai pasok sesuai dengan permintaan dari bagian yang bersangkutan. Pengiriman dalam sistem distribusi yang tersentralisasi didesain berdasarkan permintaan dari beberapa bagian dalam rantai pasok. Permintaan dari beberapa area diakumulasikan sehingga pengiriman dari pihak manufaktur dapat dilakukan secara bersama-sama. Keuntungan dari sistem ini adalah pengaruh variasi permintaan akan berkurang

karena permintaan yang berada di atas rata-rata diimbangi dengan permintaan di bawah rata-rata.

Hasil dan Pembahasan

Pada bab ini akan diberikan hasil dari pengumpulan data dan analisa pada permasalahan yang diangkat dalam penelitian ini. Bab ini juga dilengkapi dengan pemberian usulan dan analisa perbandingan pada bagian akhir.

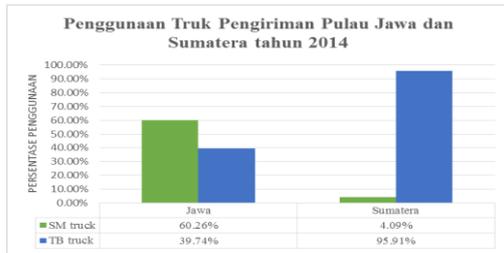
Pengumpulan Data Awal

Pengiriman barang melalui jalur transportasi darat saat ini dilakukan dengan moda transportasi truk. Proses pengiriman melalui jalur darat dalam PT. X diawali dengan diterimanya informasi jadwal pengiriman dan permintaan barang beserta dengan jenis serta kuantitas dari barang tersebut. Informasi tersebut selanjutnya digunakan untuk menentukan tipe truk, jumlah unit yang dibutuhkan, dan jenis rute pengiriman yang akan dilakukan. Jenis pengiriman dalam PT. X dapat dibedakan menjadi dua, yaitu pengiriman langsung dan gabungan. Pengiriman langsung merupakan pengiriman bahan baku atau produk jadi yang dilakukan secara langsung dari lokasi penyedia menuju lokasi peminta *supply*. Pengiriman gabungan merupakan pengiriman bahan baku dan produk jadi yang dilakukan secara bersamaan dalam suatu rute. Pengiriman diawali dengan mengirimkan *supply* bahan baku pada lokasi *production point* sekaligus dilakukan pengambilan produk jadi dari lokasi tersebut. Produk jadi selanjutnya dikirimkan pada lokasi tujuan akhir. Rute yang telah terbentuk kemudian dialokasikan pada dua jenis truk, yaitu *SM truck* dan *TB truck*. Biaya *SM truck* didasarkan pada jarak tempuh perjalanan sedangkan *TB truck* berdasar pada muatan dan jenis perjalanan. Ringkasan penggunaan tipe dan jenis truk ditampilkan pada Tabel 1.

Tabel 1. Penggunaan tipe truk tahun 2014

Tipe Truk	Deskripsi Penggunaan	Penggunaan Tahun 2014
Truk kecil	Jarak dekat	7.04%
Engkel	Jarak dekat	1.49%
Tronton	Jarak dekat / jauh	27.01%
CBU X	Jarak jauh	36.04%
CBU Y	Jarak jauh	28.42%

Berdasarkan Tabel 1, tampak bahwa terdapat tiga tipe truk yang paling sering digunakan, yaitu tronton, CBU X, dan CBU Y. Ketiga tipe truk tersebut diputuskan sebagai obyek penelitian. Perbandingan penggunaan jenis truk di tahun 2014 diberikan pada Gambar 2.



Gambar 2. Penggunaan jenis truk tahun 2014

Penggunaan SM *truck* dan TB *truck* tidak berbeda jauh pada pengiriman dalam Pulau Jawa sehingga keduanya akan diteliti lebih lanjut dalam simulasi awal, sedangkan jenis truk yang dipilih untuk pengiriman menuju Pulau Sumatera adalah TB *truck*.

Pemilihan rute sebagai obyek penelitian dilakukan dengan konsep Pareto *chart* sehingga diperoleh rute-rute yang mengakibatkan 80% biaya distribusi pada tahun 2014. Rute yang telah diperoleh dari hasil Pareto *chart* disaring kembali guna memperoleh rute yang memungkinkan untuk digantikan dengan menggunakan dua hub kereta api (KA). Penyaringan dilakukan dengan membagi area Pulau Jawa dalam dua *cluster* seperti pada Gambar 3.



Gambar 3. Pembagian *cluster* Pulau Jawa

Rute SM *truck* yang terpilih untuk diteliti lebih lanjut bagi pengiriman Pulau Jawa adalah 91 rute (75 rute dari Timur menuju Barat dan 16 rute dari

Barat menuju Timur), sedangkan untuk TB *truck* adalah 78 rute (64 rute dari Timur menuju Barat dan 14 rute dari Barat menuju Timur). Rute pengiriman menuju Pulau Sumatera sebanyak 118 rute.

Simulasi Awal Penggunaan Kereta Api

Simulasi penggunaan KA sebagai moda transportasi pendistribusian barang ini dilakukan dengan menggunakan dua hub KA, yaitu JTM A dan JBR A. Model simulasi yang dibentuk disesuaikan dengan dua jenis rute pengiriman dalam PT. X, yaitu langsung dan gabungan. Kedua model simulasi ditampilkan pada Gambar 4 dan Gambar 5.



Gambar 4. Model simulasi untuk rute langsung



Gambar 5. Model simulasi untuk rute gabungan

Simulasi awal yang dilakukan terdiri dari empat kondisi, dimana tiga diantaranya adalah untuk pengiriman dalam Pulau Jawa. Rangkuman hasil dari simulasi pergantian moda transportasi pada keempat kondisi tersebut dapat dilihat pada Tabel 2.

Tabel 2. Perbandingan Hasil Simulasi Awal Penggunaan Moda Transportasi KA

Kondisi	Pulau	Current Condition	Future Condition	Rute Penghematan	Cost Savings
1		SM <i>truck</i>	Kombinasi KA dan SM <i>truck</i>	43.96%	4.50%
2	Jawa	TB <i>truck</i>	Kombinasi KA dan TB <i>truck</i>	11.54%	1.58%
3		TB <i>truck</i>	Kombinasi KA dan SM <i>truck</i>	26.92%	3.38%
4	Sumatera	TB <i>truck</i>	Kombinasi KA dan TB <i>truck</i>	3.39%	0.04%

Kondisi 1 hingga 3 tidak dapat dilakukan secara bersamaan karena ketiganya dilakukan untuk Pulau Jawa. Tampak bahwa kondisi 1 memberi hasil yang paling baik diantara kedua kondisi lainnya. Berdasarkan hal ini dan pengiriman dalam Pulau Jawa memang lebih banyak menggunakan SM *truck*, kondisi 1 dan 4 akan menjadi fokus dari penganalisaan dan pemberian usulan. Simulasi awal yang dilakukan memberikan 40 rute penghe-

matan untuk pengiriman Pulau Jawa, yaitu sebesar Rp. 2.458.237.558,00/tahun dan 4 rute penghematan untuk Pulau Sumatera, yaitu sebesar Rp. 17.008.068,00/tahun.

Analisa Simulasi dan Current Supply Model

Penganalisaan selanjutnya dilakukan terhadap hasil simulasi yang telah diperoleh. Penganalisaan

menghasilkan beberapa temuan masalah yang dapat digunakan untuk mengembangkan sistem distribusi oleh moda transportasi KA. Temuan masalah tersebut diuraikan sebagai berikut.

Biaya Besar Untuk Beberapa Rute Sebelum Dan Sesudah Penggunaan Kereta Api

Penggunaan KA pada dasarnya masih harus disertai dengan penggunaan truk namun dengan rute perjalanan truk yang berbeda. Truk digunakan untuk melakukan pengambilan barang atau pengiriman lanjutan pada lokasi tujuan. Hal ini disebabkan karena tidak semua barang bersumber dari JTM A menuju JBR A atau sebaliknya (letak hub KA) seperti pada Gambar 6.



Gambar 6. Rute truk sebagai kombinasi KA

Berdasarkan pengamatan terhadap hasil simulasi, diketahui bahwa beberapa rute pengganti, baik untuk pengambilan atau pengiriman barang, memiliki biaya transportasi yang cukup besar. Melalui pengamatan yang dilakukan, hal ini disebabkan karena jenis truk yang digunakan pada simulasi sebelumnya merupakan truk yang sama. Hal ini mengakibatkan penghematan tidak dapat tercapai dengan optimal.

Total Biaya Transportasi Truk dan KA Yang Ditimbulkan Besar

Besarnya biaya transportasi truk dan KA untuk setiap rute tidak hanya dipengaruhi oleh jarak, tetapi juga oleh frekuensi penggunaan truk dan KA. Frekuensi penggunaan kedua moda transportasi tersebut dipengaruhi secara langsung oleh permintaan yang terjadi, dimana permintaan pada suatu waktu dapat melebihi ataupun kurang dari kapasitas angkut. Kondisi ini mengakibatkan penggunaan moda transportasi, baik truk maupun KA menjadi kurang maksimal apabila hanya didasarkan pada permintaan setiap rute (*decentralized distribution system*) karena akan semakin banyak jumlah perjalanan yang dilakukan dengan kondisi kendaraan tidak penuh. Tabel 3 menampilkan persentase frekuensi perjalanan dengan muatan tidak penuh dan Gambar 7 memberikan jumlah muatan pada perjalanan tersebut.

Tabel 3. Perjalanan dengan muatan tidak penuh

Moda Transportasi	Pulau Jawa	Pulau Sumatera
CBU X	6.82%	10.91%
Tronton	3.20%	36.96%
CBU Y	5.27%	64.29%
KA	1.84%	11.02%



Gambar 7. Persentase muatan pada perjalanan dengan muatan tidak penuh

Melalui hasil tersebut tampak bahwa sebenarnya masih tersedia cukup banyak kapasitas yang dapat dimanfaatkan dari moda transportasi tersebut. Apabila kapasitas tersebut dimanfaatkan dengan maksimal maka dapat mengurangi frekuensi pengiriman sehingga berujung pada pengurangan biaya transportasi.

Rute Melalui Jawa Tengah Tidak Memberi Penghematan Biaya

Rute-rute yang melibatkan lokasi muat ataupun bongkar di sekitar area Jawa Tengah, yaitu area perbatasan *cluster* Barat dan Timur, cenderung tidak memberikan penghematan apabila dilakukan dengan kereta api. Hal ini disebabkan karena perjalanan kembali ke salah satu hub cukup jauh ($\pm \frac{1}{2}$ kali dari jarak tempuh dengan truk). Akibatnya biaya perjalanan kembali ke hub menjadi besar.

Pemberian Usulan Pengembangan Model Distribusi Dengan KA

Permasalahan yang telah ditemukan selanjutnya digunakan sebagai dasar bagi pembentukan usulan pengembangan model distribusi dengan KA. Berikut ini diuraikan poin-poin permasalahan beserta dengan usulan yang diberikan.

Biaya Besar Untuk Beberapa Rute Sebelum Dan Sesudah Penggunaan Kereta Api

Solusi yang diberikan untuk mengatasi besarnya biaya rute pengganti (rute sebelum dan sesudah penggunaan kereta api) adalah dengan mengkom-

binasi jenis truk yang digunakan untuk melakukan rute pengganti. Berdasarkan pengamatan yang dilakukan, beberapa rute akan lebih murah bila dilakukan dengan menggunakan SM *truck* ataupun sebaliknya. Jenis truk yang akan digunakan untuk setiap rute pengganti tersebut akan disesuaikan dengan jenis truk mana yang memiliki biaya lebih murah. Hal ini berarti bahwa jenis truk yang digunakan untuk melakukan pengambilan barang (truk 1) dan pengiriman barang (truk 2) dapat berbeda. Pengambilan barang dapat dilakukan dengan menggunakan SM *truck* dan pengiriman dengan TB *truck* ataupun sebaliknya sesuai dengan biaya dari kedua rute tersebut untuk masing-masing jenis truk.

Tipe truk yang digunakan untuk setiap kuantitas pengiriman akan tetap disesuaikan dengan kondisi pengiriman yang dilakukan pada tahun 2014. Perubahan hanya akan dilakukan pada jenis truk sehingga simulasi tetap menggambarkan penggunaan tipe truk yang sesungguhnya. Melalui solusi ini, biaya transportasi yang timbul dari setiap rute dapat diminimalkan sehingga dapat diperoleh kondisi dengan biaya transportasi terendah.

Total Biaya Transportasi Truk dan KA Yang Ditimbulkan Besar

Berkaitan dengan besarnya biaya transportasi truk dan kereta api akibat penggunaan moda transportasi yang tidak maksimal, usulan perbaikan yang diberikan adalah mengubah model *supply*. Model *supply* yang diusulkan adalah model *supply* secara tersentralisasi. Pengiriman dilakukan secara bertahap, yaitu dari *production*

point menuju pada *warehouse* utama dan dilanjutkan dengan pengiriman dari *warehouse* utama menuju ke *warehouse* area.

Permintaan dikelompokkan sesuai dengan sumber penyedia *supply* yang bersangkutan kecuali untuk penyedia *supply* utama produk CST. Hal ini disebabkan karena produk dari setiap *production point* dapat berbeda namun untuk produk CST akan sama. Tujuan lain dari hal ini adalah untuk membentuk pemisahan antara rute-rute yang memang memberikan penghematan dengan penggunaan KA dan yang tidak. Sistem *supply* usulan ini diberikan pada Gambar 8.



Gambar 8. Sistem *supply* sentralisasi

Warehouse utama yang akan digunakan sebagai perantara pengiriman produk adalah MW JBR A1 dan MW JTM A1. MW JBR A1 digunakan sebagai tempat pengakumulasian *stock* ketika pengiriman dilakukan dari *cluster* Timur menuju Barat, sebaliknya MW JTM A1 digunakan ketika pengiriman dari *cluster* Barat menuju Timur. Pengakumulasian permintaan untuk pengiriman dalam Pulau Jawa akan dibedakan dalam empat area, sedangkan Sumatera dibedakan menjadi tiga area seperti dalam Tabel 4.

Tabel 4. Pembagian area akumulasi permintaan Pulau Jawa dan Sumatera

Pulau	Kode Area	Deskripsi Area Akumulasi Permintaan
Jawa	JA	Jawa Timur
	JB	Jawa Tengah
	JC	Karawang, Jakarta, Bogor, Depok, Tangerang, dan Bekasi (Karawang-JABODETABEK)
	JD	Jawa Barat di luar area JC
Sumatera	SA	Sumatera Utara
	SB	Sumatera Barat dan Riau
	SC	Sumatera Selatan, Jambi, dan Lampung

Rute Melalui Jawa Tengah Tidak Memberi Penghematan Biaya

Menanggapi permasalahan ini, solusi yang diberikan adalah memanfaatkan stasiun KA baru, yaitu di area Semarang. Hub perusahaan yang akan digunakan untuk stasiun KA baru ini adalah MW JTH A. Solusi ini berkaitan dengan dimulainya pembangunan stasiun KA barang di area Semarang

oleh PT. Kereta Api Indonesia pada tahun 2015. Analisa dari usulan ini dapat diterapkan ketika stasiun tersebut telah dapat difungsikan.

Kombinasi SM-TB Truck Dan Model Supply Sentralisasi Dengan Dua Hub KA

Pengembangan model simulasi dilakukan dengan terlebih dahulu menerapkan usulan pertama, yaitu

penggunaan kombinasi SM truck dan TB truck bagi rute pengganti. Hasil dari usulan pertama dibandingkan dengan hasil simulasi awal yang telah dilakukan. Metode dengan hasil terbaik akan digunakan sebagai metode dasar untuk penerapan usulan kedua. Berikut ini diuraikan hasil penerapan dari usulan pertama dan kedua.

Pengiriman Pulau Jawa

Hasil simulasi untuk usulan penggunaan kombinasi truk sebagai pendamping KA pada Pulau Jawa tidak memberikan perbedaan yang cukup besar dibandingkan dengan simulasi awal. Rute penghematan yang diperoleh tetap berjumlah 40 rute. Meskipun demikian, terdapat sedikit perbedaan pada total penghematan biaya yang diperoleh,

dimana penghematan biaya dapat meningkat sebesar Rp. 3.999.044,00. Peningkatan tersebut dihasilkan dari penggunaan TB truck untuk pengambilan barang dari SPP JTM A. Perbedaan hasil yang tidak besar ini disebabkan karena rute-rute pengganti untuk distribusi Pulau Jawa memang merupakan rute dekat sehingga seharusnya dilakukan dengan SM truck seperti telah diujikan pada simulasi awal.

Model simulasi dari penerapan usulan pertama tersebut selanjutnya dikembangkan dalam usulan kedua. Rute-rute distribusi dalam Pulau Jawa dibagi dalam empat area akumulasi permintaan seperti pada Tabel 5. Truk 1 merupakan jenis truk yang digunakan untuk mengambil barang dan truk 2 untuk mengirim barang.

Tabel 5. Pengelompokkan lokasi-lokasi distribusi Pulau Jawa berdasarkan area akumulasi

Area Tujuan	Penyedia Supply	Lokasi Tujuan	Truk 1	Truk 2
Jawa Timur	MW JBR: B, A1, A2, A3	MW JTM A1, B	SM truck	SM truck
		SW JTM L	SM truck	SM truck
Jawa Tengah	MW JBR: B, A2, A3	MW JTH A	SM truck	SM truck
	MPP JTM: B2, A1, B	SW JTH E	SM truck	TB truck
		SW JTH B	SM truck	SM truck
Karawang-JABODETABEK	MPP JTM: B2, B3; MW JTM: A1, A2, B; MPP JTM: E, D; SBB JTM: A	MW JBR: A1	SM truck	SM truck
		SW JBR: E, D, G1, G2, C, A, F	SM truck	SM truck
Jawa Barat Non-JABODETABEK	MPP JTM: B2, A1, A2, B	SW JBR: H, L, J, N, I, K, M	SM truck	SM truck

Melalui hasil simulasi, diperoleh bahwa pengiriman dari MW JBR A1, A2, dan A3 pada area Jawa Timur dan dari MPP JTM B2, B3, MW JTM A1, A2, MPP JTM E, dan D menuju Karawang-JABODETABEK dapat memberikan penghematan biaya melalui penggunaan KA. Berdasarkan hasil simulasi, diperoleh enam rute tambahan sehingga total rute yang dapat digantikan dengan menggunakan KA adalah 46 rute. Penerapan model supply secara tersentralisasi ini juga memberikan peningkatan yang cukup besar terhadap total penghematan biaya yaitu hingga menjadi Rp. 112.544.606,00 /tahun.

Pengiriman Pulau Sumatera

Penerapan usulan kombinasi SM truck dan TB truck juga dilakukan pada pengiriman menuju Pulau Sumatera. Gambar 9 menampilkan pembagian lokasi supply berdasarkan jenis truk yang akan digunakan untuk melakukan pengambilan barang. Gambar 10 memberikan pembagian lokasi tujuan pengiriman berdasarkan jenis truk yang akan digunakan untuk pengiriman setelah KA.



Gambar 9. Jenis truk untuk setiap lokasi supply



Gambar 10. Jenis truk untuk setiap lokasi tujuan

Melalui pembagian tersebut, terdapat 27 jenis rute pengambilan barang dari MPP atau SPP (dari 33 jenis) yang sebaiknya digantikan dengan SM truck. Sedangkan untuk pengiriman barang lanjutan (setelah KA) pada area Sumatera A sebaiknya dilakukan dengan menggunakan TB truck karena biaya peng-

iriman yang ditimbulkan akan lebih murah. Pengiriman pada area Sumatera B melalui tipe truk CBU X dan CBU Y sebaiknya dilakukan dengan SM truck, sedangkan untuk tipe tronton dengan TB truck. Pengiriman menuju area Sumatera C sebaiknya dilakukan dengan menggunakan SM truck.

Berdasarkan hal ini tergambar bahwa semakin dekat jarak perjalanan yang ditempuh maka akan semakin baik bila dilakukan dengan SM truck. Penerapan usulan ini pada pengiriman menuju Pulau Sumatera memberikan perbedaan hasil yang cukup besar, dimana terdapat peningkatan rute penghematan sebanyak 51 rute. Rute-rute yang sebelumnya telah memberi penghematan juga menghasilkan penghematan biaya lebih besar. Total penghematan yang diperoleh adalah Rp. 1.001.903.654,00 /tahun atau terdapat peningkatan penghematan sebesar Rp. 984.895.586,00/tahun.

Hasil dari usulan pertama dikembangkan kembali dalam usulan kedua. Pembagian rute distribusi Pulau Sumatera juga dilakukan, yaitu seperti ditampilkan pada Tabel 6. Penerapan model supply secara tersentralisasi untuk pengiriman menuju Pulau Sumatera ini memberikan dampak peningkatan rute penghematan hingga mencapai 92 rute, dimana hal ini berarti terjadi penambahan rute penghematan sebanyak 37 rute. Peningkatan juga terjadi pada penghematan biaya yang dihasilkan, yaitu Rp. 910.257.523,00/tahun. Total penghematan biaya dengan menerapkan sistem supply ini adalah Rp. 1.912.161.177,00/tahun.

Tabel 6. Pengelompokkan lokasi distribusi Pulau Sumatera berdasarkan area akumulasi

Area Tujuan	Penyedia Supply	Lokasi Tujuan
Sumatera A	MPP JTM: D, B1	MW
	MW JTM: A1, B SPP JTM: C2, F2, G3, E1	SMT
Sumatera B	MPP JTM: D, B1, B2, B3	SW
	MW JTM: A1, B SPP JTM: C3, E1, F2, H, G1, E2, G2, C2, D2, D2, K	SMT: E, D, C, G, F
Sumatera C	MPP JTM: E, D, B1, B2, B3	SW
	MW JTM: A1, B SPP JTM: I, C3, F1, B2, E1, E3, B1, F2, H, J, G1, E2, G3, G2, C1, C2, D2, K	SMT: A, M, B, H, I, L, J

Kombinasi SM-TB Truck Dan Model Supply Sentralisasi Dengan Tiga Hub KA

Rute-rute yang dianalisa untuk penerapan usulan ini terdiri dari dua jenis, yaitu rute perjalanan yang memiliki tujuan muat di cluster Tengah dan rute perjalanan yang berasal dari Timur atau Barat dan memiliki lokasi bongkar di cluster Tengah. Model simulasi diberikan pada Gambar 11 dan Gambar 12.



Gambar 11. Model simulasi kondisi 1 (3 hub KA)



Gambar 12. Model simulasi kondisi 2 (3 hub KA)

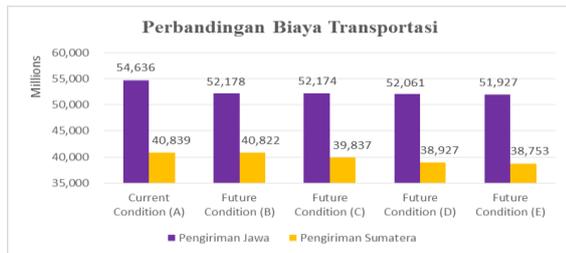
Simulasi dilakukan dengan menerapkan kedua usulan sebelumnya baik untuk pengiriman Pulau Jawa maupun menuju Pulau Sumatera. Pemanfaatan tiga hub KA untuk distribusi Pulau Jawa akan memberikan tambahan tiga rute penghematan serta peningkatan penghematan biaya pada dua rute yang telah didapat sebelumnya. Penghematan biaya transportasi yang dapat diperoleh adalah Rp. 2.709.083.758,00/tahun. Peningkatan penghematan biaya bila dibandingkan dengan penggunaan dua hub KA adalah Rp. 134.302.561,00 /tahun.

Hal serupa juga terjadi pada simulasi distribusi menuju Pulau Sumatera. Sebanyak 92% rute pengiriman menuju Pulau Sumatera (108 dari 118 rute) akan lebih baik dilakukan dengan menggunakan moda transportasi KA. Sebanyak 82% (89 rute) diantara rute-rute tersebut sebaiknya dilakukan dengan perjalanan KA JTM A-JBR A dan 18% (19 rute) sisanya dilakukan dengan jalur KA JTH A-JBR A. Penggunaan tiga hub KA ini akan memberikan penghematan biaya transportasi sebesar Rp. 2.086.178.583,00/tahun. Peningkatan penghematan biaya yang terjadi secara keseluruhan adalah Rp. 174.017.406,00/tahun.

Analisa Perbandingan

Analisa perbandingan efisiensi distribusi antara truk dan KA dilakukan berdasarkan dua factor,

yaitu *cost* dan *lead time* distribusi. Analisa dari segi biaya dilihat melalui perbedaan total biaya transportasi yang timbul dari penggantian moda transportasi dari truk menjadi KA pada rute-rute yang memang dapat digantikan. Gambar 13 memberikan perbandingan biaya distribusi pada setiap kondisi dan Tabel 7 adalah perbandingan penghematan yang dapat diperoleh melalui penggunaan KA.



Gambar 13. Perbandingan biaya distribusi

Tabel 7. Penghematan biaya dari penggunaan KA

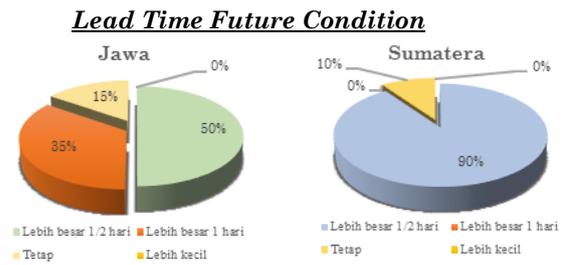
Kon-disi	Rute		Cost Savings (%)	
	Pulau Jawa	Pulau Sumatera	Pulau Jawa	Pulau Sumatera
B	43.96	3.39	4.50	0.04
C	43.96	46.61	4.51	2.45
D	50.55	77.97	4.71	4.68
E	53.85	91.53	4.96	5.11

Keterangan:

- A: *Current Condition*
- B: Sistem *supply* desentralisasi; satu jenis truk; dua hub KA
- C: Sistem *supply* desentralisasi; kombinasi jenis truk; dua hub KA
- D: Sistem *supply* sentralisasi; kombinasi jenis truk; dua hub KA
- E: Sistem *supply* sentralisasi; kombinasi jenis truk; tiga hub KA

Melalui hasil yang diperoleh, tampak bahwa terjadi penurunan total biaya distribusi melalui penggunaan moda transportasi KA, baik untuk pengiriman di Pulau Jawa dan menuju Pulau Sumatera. Penggunaan sistem *supply* secara tersentralisasi dan kombinasi jenis truk sebagai pendamping penggunaan KA memberikan total penghematan biaya terbesar. Pemanfaatan hub KA Semarang di kemudian hari juga akan menurunkan biaya distribusi secara keseluruhan. Gambar 14 menampilkan dampak dari penggunaan KA terhadap *lead time* distribusi.

Hasil perbandingan menunjukkan bahwa sebagian besar rute pengiriman yang akan lebih menguntungkan bila digantikan dengan KA memiliki *lead time* pengiriman yang lebih tinggi. Sebagian besar peningkatan *lead time* yang terjadi adalah selama ½ hari dan ada pula rute dengan *lead time* tetap.



Gambar 14. Lead time distribusi penggunaan KA

Peningkatan *lead time* distribusi sebesar ½ hari tidak memberikan dampak signifikan bagi perusahaan karena setiap lokasi tujuan memiliki *safety stock* yang dapat bertahan selama ½ hingga 1 hari dihitung dari jadwal yang seharusnya. Rute-rute dengan peningkatan *lead time* 1 hari dapat diatasi dengan melakukan pengiriman 1 hari lebih cepat. Namun bila kondisi *inventory* tidak memungkinkan maka pengiriman sebaiknya tetap dilakukan dengan truk sehingga tidak terjadi keterlambatan. Meskipun mengakibatkan *lead time* distribusi meningkat, *lead time* distribusi dari penggunaan KA lebih konsisten dibandingkan dengan truk.

Simpulan

Penelitian dilakukan pada rute-rute distribusi Pulau Jawa dan Pulau Sumatera. Metode yang digunakan untuk membantu analisa adalah simulasi. Efisiensi distribusi melalui penggunaan KA dapat dicapai dengan kombinasi penggunaan SM *truck* dan TB *truck* untuk melakukan pengambilan dan pengiriman barang serta sistem distribusi tersentralisasi.

Hasil analisa setelah dilakukan simulasi mendapati bahwa penggunaan KA dapat memberikan penghematan biaya transportasi. Penggunaan dua hub KA menghasilkan penghematan sebesar 4,71% bagi pengiriman Pulau Jawa dan 4,68% bagi pengiriman menuju Pulau Sumatera. Sedangkan bila digunakan tiga hub KA penghematan akan meningkat menjadi 4,96% untuk Pulau Jawa dan 5,11% untuk Pulau Sumatera.

Daftar Pustaka

1. Banomyong, R., and Beresford, A. K. C., Multimodal Transport: The Case of Laotian Garment Exporters, *International Journal of Physical Distribution & Logistics Management*, 31, 2001, pp. 663-685.
2. Sharma, S. *Applied Multivariate Techniques*, Canada, John Wiley & Sons, Inc., 1996
3. Simchi-Levi, D., Kaminsky, P., and Simchi-Levi, E., *Designing and Managing The Supply Chain: Concepts, Strategies, and Case Studies*, 3rd ed., New York, McGraw-Hill, 2008.