

PENENTUAN LOKASI, KEBIJAKAN INVENTORI, DAN RUTE AGEN PADA JARINGAN RANTAI PASOK GAS ELPIJI 3 KG DI KEC. MUARA DUA KOTA LHOKSEUMAWE

Khairul Anshar
Teknik Industri, Universitas Malikussaleh
Email: khairul.anshar@unimal.ac.id

Abstrak

LPG 3 kg merupakan sumber energi yang telah menjadi kebutuhan utama bagi sebagian besar masyarakat Indonesia. Bahan bakar jenis ini diperuntukkan khusus bagi masyarakat miskin dan usaha kecil. LPG merupakan bahan bakar bersubsidi yang ditentukan harga jualnya yang dikenal dengan harga eceran tertinggi (HET). Namun demikian, masih banyak keluhan dari konsumen yang harus membeli gas LPG 3 kg diatas harga yang ditetapkan Pemerintah Aceh (HET) yakni Rp. 18.000. Faktor utama penyebab masalah ini adalah kelangkaan produk. Sehingga pengelolaan logistik yang baik dirasa perlu dilakukan untuk menjamin ketersediaan produk serta meminimasi biaya yang dikeluarkan. Pengelolaan logistik yang dimaksud meliputi penentuan lokasi agen sebagai pusat distribusi produk ke pangkalan, alokasi, kebijakan inventori, serta rute pengirimannya. Dengan pengelolaan produk yang optimal, diharapkan dapat menjamin ketersediaan pproduk yang berujung pada harga jual yang sesuai. Model yang dijadikan acuan adalah model integrasi penentuan lokasi, kebijakan inventori, dan rute pengiriman alokasi yang tergolong pada Location-Inventory-Routing Problem (LIRP). Dari hasil penerapan model yang dikembangkan pada Kecamatan Muara Dua Kota Lhokseumawe, disimpulkan bahwa agen 2 beroperasi dengan kapasitas 1000 tabung per siklus untuk memasok 12 pangkalan di enam desa amatan dan dibutuhkan 1 kendaraan berkapasitas 560 tabung dan 2 kendaraan berkapasitas 300 tabung.

Kata Kunci: elpiji 3 kg, LIRP, penentuan lokasi, kebijakan inventori, rute.

Abstract

3 kg LPG is a source of energy which has become a basic needs for most Indonesians. This type of fuel is specifically intended for the poor and small scale businesses. LPG is a subsidized fuel whose selling price is determined which is called the highest retail price (HET). However, there are still many complaints from consumers who have to buy 3 kg of LPG gas above the price set by the Aceh Government (HET) of Rp. 18,000. The main factor causing this problem is product scarcity. So that good logistics management is deemed necessary to ensure product availability and minimize costs. The logistics management in question includes determining the location of the agent as a distribution center, allocation, inventory policies, and delivery routes. With optimal product management, it is hoped that the availability of products can be guaranteed which will lead to an appropriate selling price. The model used as a reference is the integration model for determining the location, inventory policy, and delivery routes which are classified as the Location-Inventory-Routing Problem (LIRP). Results of applying the developed model in Muara Dua District, Lhokseumawe City, It was concluded that Agent 2 operates with a capacity of 1000 tubes per cycle to supply 12 bases in the six observation villages and requires 1 vehicle with a capacity of 560 tubes and 2 vehicles with a capacity of 300 tubes.

Keywords: elpiji 3 kg, LIRP, location determination, inventory policy, route.

I. PENDAHULUAN

Bahan bakar minyak merupakan sumber energi yang keberadaannya sangat dibutuhkan oleh masyarakat Indonesia. Kebutuhan tersebut digunakan pada sektor industri, transportasi, dan rumah tangga, dimana sebagian besar BBM yang dikonsumsi masyarakat tersebut merupakan BBM bersubsidi. Disisi lain setiap tahunnya pemerintah menganggarkan dana sekitar 50 triliun rupiah untuk subsidi BBM tersebut. Tingginya ketergantungan masyarakat terhadap BBM dan besarnya subsidi yang diberikan, memaksa pemerintah untuk mengambil

langkah strategis. Salah satu solusi yang dilakukan pemerintah ialah melakukan diversifikasi energi dengan melakukan konversi dari minyak tanah ke Lequified Petroleum Gas (LPG). Selain penghematan dana subsidi BBM, penggunaan LPG juga dapat meningkatkan efisiensi penggunaan energi yang cukup besar karena nilai kalor efektif LPG lebih tinggi. Dengan pelaksanaan program konversi ini, pemerintah telah memberikan penghematan sekitar Rp.25 Triliun(SF, 2010).

Pada tahun 2007 pemerintah telah membuat kebijakan diversifikasi energi dimana gas LPG didistribusikan oleh Pertamina dengan merek dagang

Eliji. Kebijakan tersebut dituangkan dalam pedoman pencacahan dan distribusi elpiji 3 kg No.1688/F10000/2007-S3. Aktor penting yang berperan dalam proses pendistribusian gas LPG adalah SPBE (Stasiun Pengisian Bulk Eliji), agen, pangkalan, dan pengguna akhir.

Kajian yang sering menjadi polemik adalah ketersediaan dan harga jual Elpiji. Pola distribusi LPG juga masih mengikuti pola distribusi minyak tanah sehingga biaya angkut LPG untuk radius 60 km diatas titik serah agen oleh SPBE tidak ditanggung oleh pemerintah. Ketersediaan produk masih menjadi permasalahan utama. Pengelolaan inventori dikelola pada pangkalan dikelola oleh agen namun agen tidak dapat memantau kondisi barang pada setiap pangkalan. Hal ini sering kali menyebabkan terjadinya ketidaktersediaan produk di pangkalan. Kondisi seperti ini menyebabkan konsumen harus membeli gas LPG 3 kg dengan harga diatas HET.

Kota Lhokseumawe terletak di antara 4°-5° Lintang Utara dan 96°-97° Bujur Timur dengan ketinggian rata-rata 13 meter di atas permukaan laut. Luas Kota Lhokseumawe yaitu 181,06 km², sebesar 60% dari luas Kota Lhokseumawe merupakan wilayah pemukiman penduduk yang mana dengan Jumlah penduduk Kota Lhokseumawe pada tahun 2017 adalah sebanyak 198.980 jiwa. Lhokseumawe tersusun dari empat kecamatan yakni Banda Sakti, Muara Satu, Muara Dua, dan Blang Mangat. Muara Dua berpopulasi sekitar 55.375 warga atau sekitar lebih dari 25%. Estimasi penduduk miskin yang berada pada kecamatan ini adalah 6.650 warga (Badan Perencanaan Pembangunan, 2020).

Penelitian terkait penentuan lokasi dan alokasi distributor dalam permasalahan jaringan distribusi telah banyak dikaji. Kamal (2007) mengembangkan model distribusi gas LPG di Jawa Barat untuk tiga level distribusi yaitu kilang, SPBE, dan wilayah distribusi agen. Tujuan dari penelitian yang dilaksanakan ialah menentukan wilayah yang akan dipasok oleh kilang dan SPBE dengan meminimumkan total biaya distribusi. Model ini menggunakan pola distribusi terbuka yang mengijinkan *downstream channel* memperoleh pasokan lebih dari satu *upstream channel*. Pertamina pada tahun 2009 telah memberlakukan distribusi tertutup untuk LPG 3 kg sehingga model yang dikembangkan Kamal (2007) dirasa sudah tidak relevan lagi dengan kondisi saat ini.

Zhalechian, Tavakkoli-Moghaddam, Zahiri, & Mohammadi (2016) menyelesaikan permasalahan rantai pasok yang terdiri dari pemasok, distribution center (DC), dan ritel dengan pendekatan metode heuristik dimana keputusan kebijakan inventori dihitung pada DC. Hiassat, Diabat, & Rahwan (2017) mengembangkan metode heuristik berdasarkan GA

(*genetic algorithm*) untuk permasalahan rantai pasok yang terdiri dari gudang dan ritel dimana kebijakan inventori yang dihitung adalah ritel. Saragih, Bahagia, Suprayogi, & Syabri (2019) mengembangkan model *location-inventory-routing problem* (LIRP) untuk sistem multi eselon dengan menerapkan konsep waktu siklus tunggal, perencanaan terkoordinasi, dan konsep eselon stok. Penerapan tiga konsep ini membuat model tidak sesuai dengan kondisi amatan. **Ahmadi Javid & Azad** (2010) meneliti model lokasi-rute-inventori (*incorporating location, routing, and inventory decision*) dua eselon yaitu pemasok, pusat distribusi (DC), dan ritel. Model ini mengangkat masalah yang hampir serupa dengan penelitian yang diusulkan dimana penulis mengasumsikan permintaan bersifat probabilistik dan berdistribusi normal, fasilitas mempunyai kapasitas, menentukan rute kendaraan serta kebijakan persediaan sehingga model ini dianggap cukup baik untuk selanjutnya dijadikan model acuan utama. Aspek yang dianggap belum dipertimbangkan dalam model ini ialah menjamin kesesuaian harga jual produk di pasaran.

Berdasarkan uraian singkat permasalahan dan penelitian yang berkaitan diatas, masih terdapat celah penelitian seperti belum ada penelitian penentuan lokasi, alokasi, kebijakan inventoris serta rute pusat distribusi yang terintegrasi dengan mengoptimalkan tidak hanya total biaya tahunan namun juga menjamin harga jual produk di pasaran.

II. LANDASAN TEORI

Penentuan Lokasi

Penelitian terkait penentuan lokasi dimulai dengan teori lokasi yang dilakukan pertama kali oleh Alfred Weber melalui penelitiannya menentukan lokasi dari satu gudang yang memberikan jarak minimum ke konsumen dan mulai mendapat perhatian dari dunia penelitian Hakimi berupa penentuan lokasi dari jaringan komunikasi dan pos polisi (Farahani and Hekmatfar, 2009). Masalah yang berkaitan dengan lokasi biasanya melibatkan penempatan dari beberapa fasilitas baru untuk menyediakan jasa ke fasilitas yang sudah ada yang memiliki permintaan. Salah satu isu utama dalam masalah lokasi adalah adanya batasan-batasan yang membuat fasilitas baru hanya dapat ditempatkan di lokasi-lokasi yang telah ditentukan sebelumnya. Masalah-masalah penentuan lokasi tersebut dapat dirangkum menjadi dua pertanyaan dasar yang menjadi fokus dari masalah penentuan lokasi suatu fasilitas yaitu dimana fasilitas baru akan didirikan dan siapa yang akan dilayani oleh fasilitas tersebut (biasa dikenal dengan istilah alokasi) sehingga biaya yang

timbul seperti jarak, waktu, atau biaya lainnya menjadi minimum.

Penentuan lokasi pendirian dari fasilitas baru merupakan keputusan yang besar karena akan menghabiskan biaya yang besar, sulit untuk diralat, dan memiliki pengaruh untuk jangka waktu yang panjang(Snyder, 2006). Atas dasar itulah penting sekali untuk menentukan lokasi dengan baik. Pada dasarnya sulit sekali untuk menentukan lokasi yang dapat memenuhi semua kriteria yang diinginkan sehingga pengambil keputusan hanya menggunakan sebagian dari kriteria tersebut yang paling sesuai dengan kepentingannya. Kriteria atau faktor yang dimaksud dapat dilihat pada Tabel 1.

Tabel 1. Faktor yang mempengaruhi keputusan penentuan lokasi

Faktor yang berpengaruh dalam penentuan fasilitas
Kedekatan dengan sumber <i>raw material</i> .
Biaya dan ketersediaan dari energi dan utilitas.
Biaya, ketersediaan, keahlian, dan produktivitas dari pekerja.
Peraturan pemerintah di tingkat nasional, regional, dan daerah.
Pajak di tingkat nasional, regional, dan daerah.
Asuransi.
Biaya konstruksi dan harga tanah.
Stabilitas politik dan pemerintah.
Fluktuasi dari nilai tukar (kurs).
Peraturan, tanggung jawab, dan biaya dari ekspor-impor.
Sistem transportasi.
Keahlian teknis.
Peraturan terkait lingkungan di tingkat nasional, regional, dan daerah.
Jasa pendukung.
<i>Community services</i> (sekolah, rumah sakit, tempat rekreasi, dll.).
Kondisi cuaca.
Kedekatan dengan konsumen.
Iklim usaha.
Faktor-faktor terkait kompetisi.

Sumber: Heragu (2008)

Inventori

Inventori adalah sumber daya mengganggu yang keberadaannya menunggu proses lebih lanjut (Bahagia, 2006). Yang dimaksud dengan proses lebih lanjut pada hal ini dapat berupa kegiatan

produksi, kegiatan pemasaran, kegiatan konsumsi, dan sebagainya.

Dengan statusnya sebagai sumber daya yang mengganggu, keberadaan inventori dapat dipandang sebagai suatu pemborosan dan ini berarti beban bagi suatu unit usaha dalam bentuk biaya. Karena itu, keberadaan inventori ini harus dieliminasi atau diminimalkan. Pada kondisi ideal seharusnya tidak perlu adanya inventori, tetapi semua kebutuhan konsumen tetap dapat dipenuhi. Disisi lain jika inventori tidak tersedia atau kurang jumlahnya, peluang terjadinya kekurangan inventori akan semakin besar dan hal ini akan menimbulkan beberapa kendala kedepan. Mulai dari ketidakpuasan pelanggan akibat permintaan yang tidak terlayani, hilangnya konsumen, bisa berakibat pada ketidakstabilan harga untuk produk tertentu, dan lain-lain. Hal ini berarti akan mengakibatkan kerugian bagi pihak pengelola maupun pemakai. Dengan demikian, keberadaan inventori perlu diatur sedemikian rupa sehingga kelancaran pemenuhan kebutuhan konsumen dapat terjamin, namun biaya yang muncul seminimal mungkin.

Dalam sistem manufaktur, inventori dapat ditemui setidaknya dalam tiga bentuk sesuai keberadaannya, yaitu:

1. Bahan baku
Inventori bahan baku merupakan inventori masukan awal proses transformasi produksi yang selanjutnya akan diolah menjadi produk jadi. Ketersediaan inventori dalam bentuk ini sangat menentukan kelancaran proses produksi sehingga perlu dikelola dengan seksama.
2. Barang setengah jadi
Inventori dalam bentuk ini merupakan persediaan bentuk peralihan bahan baku menjadi produk akhir. Dalam sistem manufaktur yang bersifat pesanan, adanya inventori dalam bentuk barang setengah jadi ini biasanya tidak dapat dihindari sebab proses transformasi/produksi memerlukan waktu yang lama. Pada sistem manufaktur yang bersifat massal, inventori ini juga dapat terjadi untuk karakteristik produk yang memang demikian atau karena lintasan produksi yang tidak seimbang.
3. Barang jadi
Inventori dalam bentuk produk hasil akhir proses transformasi yang siap dipasarkan kepada konsumen. Sebelum diserahkan atau dikirimkan kepada pembeli, biasanya produk ini disimpan pada gudang produk jadi. Dalam sistem manufaktur yang bersifat produksi massal, biasanya produk jadi disimpan beberapa waktu hingga datangnya pembeli.

Sistem Transportasi

Sistem transportasi merupakan gabungan dari dua kata, yaitu sistem dan transportasi. Sistem adalah suatu bentuk keterkaitan dan keterikatan antara suatu variabel dengan variabel yang lain dalam tatanan yang terstruktur. Transportasi adalah suatu usaha untuk memindahkan, menggerakkan, mengangkut, atau mengalihkan orang ataupun barang dari suatu tempat ke tempat yang lain, dimana di tempat lain tersebut objek yang dipindahkan akan dapat berguna untuk tujuan tertentu (Miro, 2002).

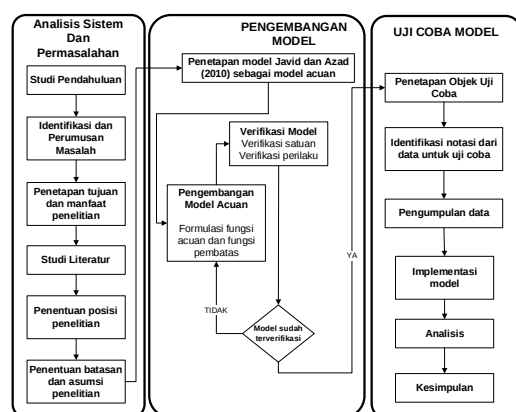
Menurut Khisty dan Lall (2003), secara umum sistem transportasi tersusun atas empat elemen dasar, yaitu :

1. Jalur perhubungan (*link*): jalur yang menghubungkan dua titik atau lebih seperti jalan raya, pipa, jalur laut, jalur udara, rel kereta, dan sebagainya.
2. Kendaraan (*mode*): alat untuk memindahkan barang atau orang dari satu titik ke titik lainnya di sepanjang jalur perhubungan, seperti truk, kereta api, kapal laut, ban berjalan, pipa, dan pesawat terbang.
3. Terminal (*node*): titik-titik dimana perjalanan orang atau barang dimulai atau berhenti, seperti terminal bus, pelabuhan, bandara, lapangan parkir.

Manajemen dan tenaga kerja: orang-orang yang membuat, mengoperasikan, mengatur, dan memelihara jalur perhubungan, kendaraan, dan terminal.

III. METODE PENELITIAN

Secara garis besar, terdapat tiga tahap utama yang dilakukan untuk menyelesaikan masalah yang dihadapi pada penelitian ini yaitu tahap analisis sistem dan permasalahan, tahap pengembangan model, dan tahap uji coba model seperti yang dapat dilihat pada Gambar 1.



Gambar 1. Bagan alir penelitian

Analisis Sistem dan Permasalahan

Tahap pertama yaitu analisis sistem dan permasalahan yang telah dibahas pada pendahuluan dan tinjauan pustaka yang memaparkan dan menjabarkan permasalahan baik dari sisi sistem nyata berupa harga jual yang tidak terjangkau hingga tingkat ketersediaan produk ataupun permasalahan dari sisi model konseptual berupa belum adanya penelitian yang dapat digunakan secara langsung untuk menyelesaikan masalah tersebut. Studi literatur yang dilakukan berada pada lingkup model penentuan lokasi-alokasi dari fasilitas lama maupun baru.

Pengembangan Model

Tahap kedua ialah pengembangan model dengan menggunakan model Ahmadi Javid & Azad (2010) sebagai acuan utama atau struktur dasar yang disempurnakan oleh model Aras, Aksen, & Tuğrul Tekin (2011) terkait kapasitas kendaraan untuk proses distribusi dan pertimbangan/ memperhitungkan aspek harga jual produk dalam menentukan lokasi pusat distribusi, model Bahagia (1999) terkait konsep multi eselon yakni kesesuaian inventori dan menghitung biaya inventori. Model matematis yang telah dikembangkan kemudian diverifikasi melalui verifikasi satuan untuk mengecek kelogisan dari relasi matematis yang digunakan dan verifikasi perilaku untuk melihat respon dari model menanggapi perubahan yang terjadi baik dari sisi struktur masalah ataupun sekedar nilai ekstrim dari beberapa parameter.

Uji Coba Model

Tahap ketiga adalah tahap uji coba dari model yang dikembangkan. Pada dasarnya tahap ini bertujuan untuk memvalidasi model usulan dengan menggunakannya untuk menyelesaikan masalah pada kasus nyata. Proses uji coba sendiri dilakukan di Kecamatan Muara Dua Kota Lhokseumawe dengan satu jenis produk yaitu Elpiji 3 kg.

IV. HASIL DAN PEMBAHASAN

Sistem yang menjadi kajian pada penelitian ini merupakan bagian dari sistem distribusi gas subsidi Elpiji 3 kg dengan perhatian lebih pada subsistem alokasi dan kebijakan inventori yang melibatkan beberapa entitas. Penelitian ini sendiri berfokus pada proses penentuan lokasi agen untuk memenuhi permintaan pangkalan pada suatu wilayah. Penelitian ini tidak bertujuan untuk menentukan harga jual produk atau mengubah kebijakan pola distribusi produk yang bersangkutan. Penentuan lokasi dan alokasi agen untuk Elpiji 3 kg menjadi isu yang penting karena sering terjadi kelangkaan

produk dimana produk sendiri sudah menjadi kebutuhan pokok bagi masyarakat yang mengakibatkan harga jual menjadi tidak lagi terjangkau. Harga jual dianggap sangat penting melihat bahwa produk ini diperuntukkan bagi masyarakat yang kurang mampu dan industri-industri skala mikro dan kecil.

Aspek struktural merupakan semua komponen pada sistem yang relatif stabil atau hanya berubah sedikit dari sistem yang diamati dalam jangka waktu yang dipertimbangkan. Beberapa hal yang termasuk aspek struktural meliputi aspek fisik, logika, fungsional, atau intelektual (Daellenbach and McNickle, 2005). Pada penelitian ini, aspek struktural yang dipertimbangkan yaitu berupa Stasiun Pengisian Bulk Elpiji (SPBE), Agen dan Pangkalan (Sub Agen). Berikut merupakan penjelasan lebih detail mengenai aspek struktural tersebut.

1. Stasiun Pengisian Bulk Elpiji (SPBE)

Stasiun Pengisian Bulk Elpiji (SPBE) merupakan salah satu aktor dalam sistem distribusi Elpiji 3 kg yang bertugas mengisi gas ke dalam tabung. Pengisian gas pada SPBE sesuai perencanaan produksi dari agen. Di kota Lhokseumawe hanya memiliki 1 SPBE yaitu SPBE Kuta Kandang Gas yang beralamat di Cut Gireh, Gampong Cot Girek, Kecamatan Muara Dua, Kota Lhokseumawe, Aceh 24355. SPBE ini melayani seluruh agen gas elpiji yang berada di Kota Lhokseumawe.

2. Agen

Agen Elpiji merupakan badan usaha pendistribusian gas Elpiji yang berbadan hukum (PT/Koperasi). Agen hanya bertugas dan berwenang menjual gas yang diterima dari SPBE dan dengan ketentuan penetapan harga yang telah disepakati oleh Pertamina. Saat ini terdapat lebih dari 1500 agen Elpiji yang tersebar di seluruh Indonesia. Agen Elpiji membeli Elpiji secara tunai kepada Pertamina, dengan lokasi pengambilan berada di SPBE. Dalam penelitian ini data agen yang diambil merupakan agen elpiji tertentu yang artinya agen ini hanya melayani elpiji 3 kg yang diperuntukkan oleh masyarakat miskin dan UMKM. Berikut ini agen elpiji tertentu yang berada di Kota Lhokseumawe yang dapat dilihat pada Tabel 2.

Tabel 2. Agen elpiji tertentu di Kota Lhokseumawe

No.	Kode	Nama Penyalur	Alamat
1.	A1	PT Kaneubi Rahmat Raseuki	Jl. Panglima Kaom, Lorong Sakti, Desa Uteun Bayi, Kecamatan Banda Sakti, Kota Lhokseumawe, Aceh
2.	A2	PT Myco Yudzuana	Jl. Bangdes Ujung, Desa Hagu Barat Laut, Kec. Banda Sakti, Kota Lhokseumawe, Aceh
3.	A3	PT Prima Gas Atjeh	Jl. Cut Meutia No.29 Gampong Pusong Lhokseumawe, Kec. Banda Sakti, Kota Lhokseumawe, Aceh

3. Pangkalan (Sub Agen)

Pangkalan (sub agen) merupakan badan penyaluran gas elpiji dimana masyarakat dapat membeli langsung gas elpiji 3 kg bersubsidi yang harga jualnya sesuai dengan harga yang telah ditetapkan pemerintah daerah setempat atau Harga Eceran Tertinggi (HET). Berikut merupakan pangkalan (sub agen) yang terdapat di kota Lhokseumawe yang dapat dilihat pada Tabel 3.

Tabel 3. Pangkalan Elpiji tertentu di Kota Lhokseumawe

No.	Kode	Nama Pangkalan	Alamat
1	P1	Marzuki	Meunasah Manyang
2	P2	UD. Mahliga Putra	Jl. Medan-Banda Aceh, Lorong Poska No.2B
3	P3	UD. Panteu Aron Gas	Jl. PT Sandi Wijaya
4	P4	UD. Mahdy Rasyid	Jl. Cot Sabong
5	P5	UD. Bnz Gas	Jl. Cot Sabong, Gang Ali Burak
6	P6	UD. Ibnu Elpiji	Jl. Cot Sabong Dusun C Eteun Kot
7	P7	UD. Ahandri Gas	Jl. Merdeka Timur No.227
8	P8	UD. Harum Manis	Jl. Merdeka Timur
9	P9	UD. Given Elpiji	Jl. Dusun Syahbanda Baroe

No.	Kode	Nama Pangkalan	Alamat
10	P10	UD. Bumg Persika	Jl. Patih Rani
11	P11	Abdul Rahman	Dusun Kumbang
12	P12	UD. Nurhayati Z	Jl.Tgk.Ahmad Kandang

Dari Tabel di atas terdapat beberapa pangkalan yang letaknya terlalu berdekatan sehingga pangkalan tersebut akan digabung karena dianggap tidak relevan. Pangkalan yang digabungkan adalah P4, P5 dan P6 menjadi P6.

Asumsi

Berikut adalah asumsi-asumsi yang digunakan pada penelitian ini:

1. Setiap konsumen memiliki permintaan yang berdistribusi normal dan saling independen.
2. *Lead time* diketahui pasti dan konstan
3. Setiap pangkalan hanya bisa dipasok oleh satu agen
4. Setiap kemungkinan tingkat kapasitas dari agen diketahui dan perusahaan mengeluarkan biaya tetap untuk beroperasi dengan tingkat kapasitas tertentu.
5. Stasiun pengisian gas (SPBE) mampu memenuhi semua permintaan agen.
6. Setiap agen j mengikuti kebijakan persediaan (Q, ROP), dan mempunyai cadangan persediaan untuk menanggulangi permintaan selama periode pemesanan.
7. Kapasitas kendaraan tidak sama dan jenis kendaraan heterogen.

Indeks

Secara lengkap indeks yang digunakan pada penelitian ini dapat dilihat pada Tabel 4.

Tabel 4. Indeks model usulan

Indeks	Definisi
K	Himpunan pangkalan/sub-agen
J	Himpunan potensi agen
N_j	Himpunan kapasitas yang tersedia untuk setiap agen
V	Himpunan kendaraan
M	Gabungan himpunan pangkalan dan agen ($K \cup J$)

Parameter

Pada model yang dikembangkan, parameter dibangun dengan maksimal tiga indeks. Secara lengkap, parameter yang digunakan pada penelitian ini dapat dilihat pada Tabel 5.

Tabel 5. Parameter model usulan

Parameter	Definisi
B	Jumlah pangkalan yang terdapat pada set K
μ_k	Rata-rata permintaan tahunan pangkalan k
σ_k^2	Variansi permintaan tahunan pangkalan k
f_j^n	Biaya tetap pembukaan dan pengoperasian tahunan agen j dengan tingkat kapasitas n
b_j^n	Kapasitas agen j dengan tingkat kapasitas n
d_{kl}	jarak antara node k dan node l
vc_v	Kapasitas kendaraan v
h_j	Biaya simpan per unit produk per siklus pada agen j
A_j	Biaya tetap per pesanan ke SPBE oleh agen j
L_j	Waktu tunggu agen j
Bt_v	Biaya transportasi atau pengiriman kendaraan v
α	Persentase permintaan pelanggan yang ingin dipenuhi
Z_α	α -persentil kiri dari distribusi normal variabel random

Varibael Keputusan

Variabel keputusan dari model ini ialah lokasi agen, alokasi agen yang diputuskan didirikan, rute pengiriman dari agen ke seluruh pangkalan, serta kebijakan persediaannya yang dinyatakan pada Tabel 6 dan Tabel 7.

Tabel 6. Variabel keputusan biner pada model usulan

Variabel	Definisi
R_{klv}	bernilai 1 jika pangkalan k dilayani dengan rute l oleh kendaraan v
Y_{jk}	bernilai 1 jika pangkalan k dilayani agen j
U_j^n	bernilai 1 jika agen j didirikan dengan tingkat kapasitas n

Tabel 7. Variabel keputusan kontinu pada model usulan

Variabel	Definisi
Q_j	Ukuran pemesanan agen j
M_{kv}	Variabel tambahan yang didefinisikan untuk pangkalan k untuk mengeliminasi sub-tur di rute kendaraan v
ROP_j	Jumlah barang sebagai acuan pemesanan kembali pada agen j
SS_j	Cadangan persediaan pada agen j

Fungsi Tujuan

Fungsi tujuan dari model ini adalah minimasi total biaya distribusi gas Elpiji 3 kg dari agen hingga pangkalan dalam satu siklus. Pada model yang

dikembangkan, total biaya distribusi terdiri dari biaya operasional fasilitas (agen), biaya inventori, dan biaya transportasi. Atas rumusan tersebut, fungsi tujuan dari model dapat dinyatakan seperti persamaan (1) berikut.

$$\min = \sum_{j \in J} \sum_{n \in N_j} f_n^j U_n^j + \sum_{j \in J} \left[h_j \left(\frac{Q_j}{2} + SS_j \right) + \frac{\sum_{k \in K} \mu_k Y_{jk}}{Q_j} (A_j) \right] + \left(\sum_{v \in V} \sum_{k \in M} \sum_{l \in M} d_{kl} R_{klv} B_{lv} \right)$$

Dengan pembatas:

1. Menjamin setiap pangkalan tepat dilewati satu kendaraan

$$\sum_{v \in V} \sum_{l \in M} R_{klv} = 1; \forall k \in K \quad (2)$$

2. Batasan kapasitas kendaraan

$$\sum_{l \in K} \mu_l \sum_{k \in M} R_{klv} \leq v; \forall v \in V \quad (3)$$

3. Batasan eliminasi sub-rute yang menjamin setiap rute berasal dari dan berakhir di agen

$$M_{kv} - M_{lv} + (B \times R_{klv}) \leq B - 1; \forall k, l \in K; \forall v \in V(4)$$

4. Kendala konservasi aliran menjamin setiap kali kendaraan memasuki node agen atau pangkalan, harus pergi lagi dan memastikan bahwa rute tetap melingkar.

$$\sum_{l \in M} R_{klv} - \sum_{l \in M} R_{lkv} = 0; \forall k \in M, \forall v \in V \quad (5)$$

5. Pembatas ini menyatakan bahwa hanya satu agen dalam setiap rute.

$$\sum_{j \in J} \sum_{k \in K} R_{jkv} \leq 1; \forall v \in V \quad (6)$$

6. Menghubungkan alokasi dan rute dalam model. Pangkalan k dipasok oleh agen j jika kendaraan v mengunjungi pangkalan k dan memulai perjalanan dari agen j

$$\sum_{l \in M} R_{klv} + \sum_{l \in M} R_{jl v} - Y_{jk} \leq 1; \forall j \in J, \forall k \in K, \forall v \in V \quad (7)$$

7. Pembatas ini menjamin setiap agen hanya bisa ditetapkan satu tingkat kapasitas

$$\sum_{n \in N_j} U_j^n \leq 1; \forall j \in J \quad (8)$$

8. Batasan kapasitas yang berkaitan dengan agen

$$\sum_{k \in K} \mu_k Y_{jk} \leq \sum_{n \in N_j} b_j^n U_j^n; \forall j \in J \quad (9)$$

9. Pembatas jarak agen dan pangkalan tidak melebihi 60 km agar tidak meningkatkan harga jual produk

$$d_{jk} Y_{jk} \leq 60; \forall j \in J, \forall k \in K \quad (10)$$

10. Variabel keputusan merupakan variabel biner

$$Y_{jk} \in \{0,1\}; \forall j \in J, \forall k \in K \quad (11)$$

$$U_j^n \in \{0,1\}; \forall j \in J, \forall n \in N_j \quad (12)$$

$$R_{klv} \in \{0,1\}; \forall k, l \in M, \forall v \in V \quad (13)$$

11. Membatasi variabel keputusan lainnya agar tidak negatif

$$M_{kv} \geq 0; \forall k \in K, \forall v \in V \quad (14)$$

$$Q_j \geq 0; \forall j \in J \quad (15)$$

$$ROP_j \geq 0; \forall j \in J \quad (16)$$

$$SS_j \geq 0; \forall j \in J \quad (17)$$

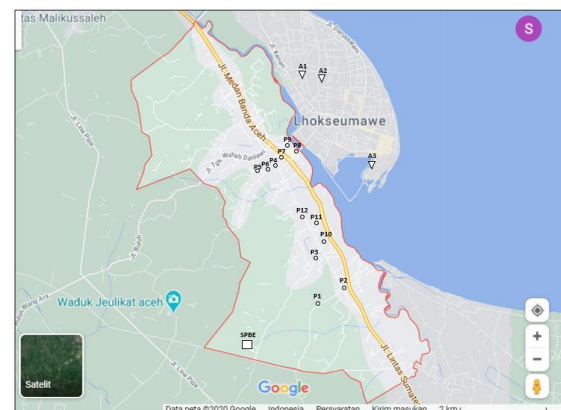
Deskripsi Objek Kajian

Kota Lhokseumawe adalah sebuah kota di provinsi Aceh, Indonesia. Kota ini berada persis di

tengah-tengah jalur timur Sumatra. Berada di antara Banda Aceh dan Medan, sehingga kota ini merupakan jalur vital distribusi dan perdagangan di Aceh. Kota Lhokseumawe memiliki luas wilayah 181,06 Km² yang dibagi dalam 4 kecamatan yaitu Kecamatan Blang Mangat dengan luas wilayah 56,12 Km², Kecamatan Muara Dua luas wilayah 57,80 Km², Kecamatan Muara Satu luas wilayah 55,90 Km² dan Kecamatan Banda Sakti luas wilayah 11,24 Km². Keempat kecamatan ini terdiri dari 9 pemukiman dan 68 desa/gampong.

Kecamatan Muara Dua merupakan salah satu kecamatan yang terdapat di kota Lhokseumawe. Kecamatan Muara Dua ini terdiri dari beberapa gampong, diantaranya yaitu Alue Awe, Blang Crum, Blang Poroh, Cot Girek Kandang, Potong Mamplam, Keude Cunda, Lhok Mon Puteh, Meunasah Alue, Meunasah Blang, Meunasah Manyang, Meunasah Mee, Meunasah Mesjid, Meunasah Panggoi, Paloh Batee, Paya Bili, Paya Punteuet dan Uteunkot.

Di Kota Lhokseumawe terdapat satu stasiun pengisian gas (SPBE) yang bertugas memasok gas kepada tiga agen yang telah berdiri dan beroperasi untuk memasok seluruh pangkalan yang beroperasi di empat kecamatan yang ada di Kota Lhokseumawe. Dari empat kecamatan yang ada, penelitian dilakukan pada kecamatan muara dua khususnya Desa Meunasah Manyang, Desa Cot Girek Kandang, Desa Uteunkot, Desa Keude Cunda, Desa Meunasah Mee, dan Desa Meunasah Blang, dimana telah beroperasi 12 (dua belas) pangkalan. Persebaran SPBE, agen, dan pangkalan tersebut akan digambarkan pada Gambar 3. di bawah ini. Penamaan stasiun pengisian gas, agen, dan pangkalan pada Gambar 3. di bawah disesuaikan dengan urutan entitas tersebut yang telah dirangkum pada Tabel 1 dan 2 pada bagian sebelumnya.



Gambar 2. Persebaran posisi stasiun pengisian gas, agen, dan pangkalan Elpiji 3 kg di Kecamatan Muara Dua Kota Lhokseumawe

Hasil

Model yang dibangun selanjutnya diselesaikan dengan menggunakan bantuan perangkat lunak Lingo 12. Mengingat model termasuk dalam kategori MINLP (*Mix Integer Non Linear Programming*), maka membutuhkan waktu yang sangat lama untuk mencari solusi optimal global, sehingga penyelesaian model dibatasi dengan waktu 12 jam dan menghasilkan solusi optimal lokal. Pada bagian ini, akan dijabarkan solusi akhir yang dihasilkan untuk sistem nyata. Hasil solusi akhir dapat dilihat pada Gambar 3 dan 4 sebagai berikut.

AGEN	PANGKALAN				
A2	P1	P2	P3	P6	P7
	$\mu = 70$ $\sigma = 7$	$\mu = 90$ $\sigma = 9$	$\mu = 90$ $\sigma = 10$	$\mu = 90$ $\sigma = 9$	$\mu = 200$ $\sigma = 22$
Kapasitas = 1.000 Q = 693 SS = 91	P8	P9	P10	P11	P12
	$\mu = 70$ $\sigma = 7$	$\mu = 90$ $\sigma = 9$	$\mu = 90$ $\sigma = 9$	$\mu = 80$ $\sigma = 7$	$\mu = 90$ $\sigma = 10$

Gambar 3. Solusi akhir agen yang beroperasi, alokasinya, dan kebijakan inventori pada agen

V1	A2 → P9 → P6 → P11 → P12 → P10 → A2					
VC=560						
V4	A2 → P2 → P3 → P1 → A2					
VC=300						
V5	A2 → P7 → P8 → A2					
VC=300						

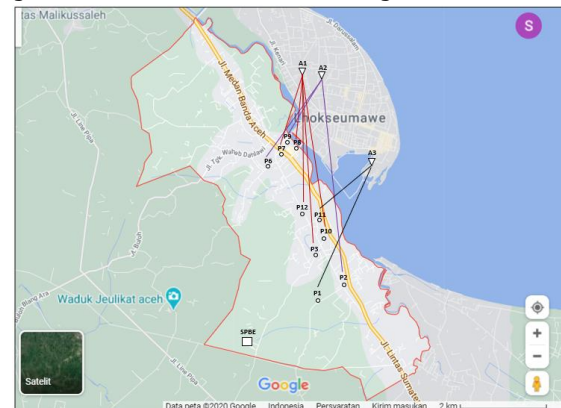
Gambar 4. Solusi akhir rute pengiriman dari agen ke pangkalan

Merujuk pada Gambar 3, terlihat bahwa diputuskan cukup agen 2 yang beroperasi untuk memenuhi permintaan 12 pangkalan. Kebijakan inventori berupa banyaknya Elpiji 3 kg yang harus dipesan setiap kali melakukan pemesanan (Q) dan banyaknya persediaan cadangan yang harus tersedia (SS) pada setiap agen dan pangkalan terpaparkan dengan jelas pada Gambar IV.3 di atas. Pada agen 2, banyaknya unit gas Elpiji yang ekonomis setiap kali melakukan pemesanan (Q) adalah 693 unit dan agen 2 harus menyediakan 91 unit gas Elpiji 3 kg di gudang untuk meredam permintaan yang mungkin naik selama periode pemesanan untuk menghindari terjadinya permintaan yang tidak dapat terpenuhi (*lost sale*).

Perbandingan Kondisi Awal dan Solusi Perbaikan

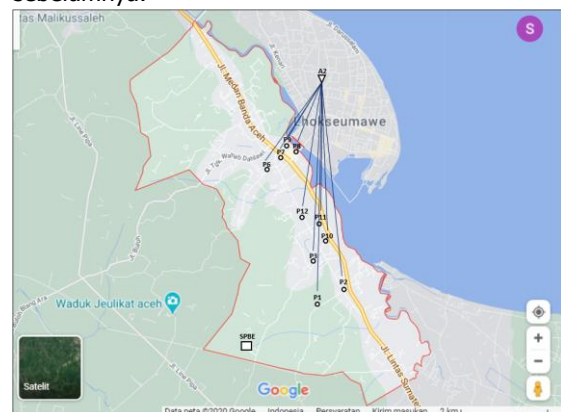
Pada bagian ini akan dijabarkan beberapa perubahan yang terjadi mulai dari perubahan jumlah dan lokasi agen, alokasinya hingga kebijakan inventori dari permasalahan distribusi gas Elpiji 3 kg di Kecamatan Muara Dua Kota Lhokseumawe.

Seperti yang telah dijelaskan sebelumnya, pada Kecamatan Muara Dua terdapat tiga agen yang telah beroperasi aktif yang bertugas untuk melayani 12 pangkalan Elpiji 3 kg di enam desa. Berikut gambaran lokasi dan alokasi dari agen saat ini.



Gambar 5. Ilustrasi kondisi awal lokasi dan alokasi agen di Kecamatan Muara Dua Kota Lhokseumawe

Dari data awal yang didapat, dilakukan perbaikan dengan menggunakan model yang dikembangkan dan diperoleh perubahan kebutuhan agen dan juga alokasinya. Berikut gambaran perbaikan yang diperoleh dari pengolahan data sebelumnya.



Gambar 6. Ilustrasi kondisi perbaikan lokasi dan alokasi agen di Kecamatan Muara Dua Kota Lhokseumawe

Dari Gambar 6 dapat dilihat bahwa terdapat perbedaan jumlah agen yang beroperasi. Perubahan juga terjadi pada jaringan distribusi (alokasi dari agen yang beroperasi), kapasitas, dan kebijakan inventornya. Pada solusi perbaikan terlihat bahwa agen 2 mampu melayani semua pangkalan yang beroperasi pada 6 desa amatan. Hal ini mampu menekan biaya bila ditinjau secara keseluruhan. Dari solusi alokasi agen 2 tersebut, pengelolaan inventori (kebijakan inventori) untuk agen dapat dilihat pada Gambar 3. Dari model yang dikembangkan, ditentukan pula solusi pengiriman terkait solusi

alokasi dari agen 2 yang telah ditetapkan beroperasi. Terbentuk 3 rute pengiriman yang berawal dan berakhir pada agen 2 dengan dua jenis kendaraan (1 kapasitas besar dan 2 kapasitas kecil). Rute pengiriman gas Elpiji 3 kg oleh agen 2 dapat dilihat pada Gambar 5.

V. KESIMPULAN DAN SARAN

Kesimpulan

Kesimpulan yang diperoleh dari penelitian ini bahwa pada penelitian ini model yang dihasilkan adalah model *Programma Mix Integer Non Linear* (MINLP) dengan menggunakan model Ahmadi Javid & Azad (2010) sebagai acuan utama. Model yang dikembangkan telah mempertimbangkan integrasi inventori antar eselon dengan menerapkan sistem multi eselon inventori, dan menjamin harga jual produk di pasaran tidak melebihi HET. Solusi berupa lokasi, rute, dan inventori tidak dapat menghasilkan solusi optimal global dikarenakan tingkat kerumitan permasalahan yang tinggi. Model yang dikembangkan pada penelitian ini diujicobakan di Kecamatan Muara Dua Kota Lhokseumawe dengan menyertakan satu stasiun pengisian gas, tiga agen, dua belas pangkalan Elpiji 3 kg yang telah beroperasi. Berdasarkan hasil perhitungan, solusi terbaik yang didapat dari pengolahan data menggunakan perangkat lunak lingo 12 adalah beroperasinya satu dari tiga agen untuk melayani dua belas pangkalan di enam desa pada Kecamatan Muara Dua. Berdasarkan solusi terbaik, agen yang harus beroperasi adalah agen 2 dengan kapasitas kecil (1.000 tabung/siklus). Pada akhirnya, penelitian ini telah berhasil mengintegrasikan pengelolaan inventori dengan penentuan lokasi dan rute yang pada awalnya dilakukan secara parsial dengan menerapkan sistem multi eselon inventori yang belum pernah dilakukan pada penelitian sebelumnya.

Saran

Adapun saran dan tindak lanjut yang bisa dilakukan adalah stasiun pengisian gas yang beroperasi, dianggap hanya melayani atau menyediakan gas untuk produk Elpiji 3 kg, dimana pada kondisi aktual stasiun pengisian gas juga menyediakan dan melakukan pengisian untuk produk Elpiji 5.5 kg, 12 kg, 50 kg, dan lain lain sehingga akan lebih sesuai dengan kondisi nyata apabila dapat mempertimbangkan aspek multi produk.

DAFTAR PUSTAKA

Ahmadi Javid, A. and Azad, N. (2010). *Incorporating location, routing and inventory decisions in*

supply chain network design, Transportation Research Part E: Logistics and Transportation Review. Elsevier Ltd, 46(5), pp. 582–597. doi: 10.1016/j.tre.2009.06.005.

Aras, N., Aksen, D. and Tuğrul Tekin, M. (2011) *Selective multi-depot vehicle routing problem with pricing*, Transportation Research Part C: Emerging Technologies, 19(5), pp. 866–884. doi: 10.1016/j.trc.2010.08.003.

Badan Perencanaan Pembangunan (2020) *Rencana Kerja Pemerintah Kota Lhokseumawe Tahun 2019*. Lhokseumawe.

Bahagia, S. N. (1999) *Model Optimasi Integral Sistem Rantai Nilai 3 Eselon*, Proceedings Seminar Sistem Produksi, IV, pp. 1–9.

Daellenbach, H. and McNickle, D. (2005) *Management Science: Decision-Making Through Systems Thinking*. New York: Palgrave Macmillan.

Farahani, R. Z. and Hekmatfar, M. (2009) *Facility Location: Concepts, Models, Algorithms and Case Studies*, Springer Science & Business Media.

Heragu, S. S. (2008) *Facilities design, third edition, Facilities Design, Third Edition*. doi: 10.1201/9781420066272.

Hiassat, A., Diabat, A. and Rahwan, I. (2017) *A genetic algorithm approach for location-inventory-routing problem with perishable products*, Journal of Manufacturing Systems. The Society of Manufacturing Engineers, 42, pp. 93–103. doi: 10.1016/j.jmsy.2016.10.004.

Kamal, W. H. (2007) *Optimasi Distribusi Gas Elpiji dalam menghadapi Program Peralihan Minyak Tanah ke Gas dengan Model Pemrograman Linier di Wilayah Jawa Barat*. ITB Bandung.

Khisty dan Lall. 2003. *Dasar-Dasar Rekayasa Transportasi*. Edisi Ketiga. Erlangga. Jakarta.

Miro, F., (2002), *Perencanaan Transportasi*, Erlangga, Jakarta

Saragih, N. I. et al. (2019) *A heuristic method for location-inventory-routing problem in a three-echelon supply chain system*, Computers and Industrial Engineering. Elsevier Ltd, 127, pp. 875–886. doi: 10.1016/j.cie.2018.11.026.

Snyder, L. V. (2006) *Facility location under uncertainty: A review*, IIE Transactions (Institute of Industrial Engineers). doi: 10.1080/07408170500216480.

Zhalechian, M. et al. (2016) *Sustainable design of a closed-loop location-routing-inventory supply chain network under mixed uncertainty*, Transportation Research Part E: Logistics and Transportation Review. Elsevier Ltd, 89, pp. 182–214. doi: 10.1016/j.tre.2016.02.011.