**ANALISIS POLA SUPLAI dan DISTRIBUSI MENGGUNAKAN *TWO LEVEL* *CAPACITY LOCATION ALLOCATION PROBLEM* (TLCLAP) TERMINAL ELPIJI PERTAMINA DI JAWA BARAT dan BANTEN**

**DENGAN PENDEKATAN ALGORITMA GENETIK dan**

***BENEFIT COST OPPORTUNITY RISK* (BOCR).**

Reza Fayaqun

NPM : 118312008

Magister Teknik Industri

Universitas Pasundan

**Abstract:** Distribution network design as a strategic decision has long-term effect on tactical and operational supply chain management. In this research, a supply chain design problem based on a two level capacity location allocation problem (TLCLAP) is presented. A product such as LPG must be transported from a set of supply point to meet major cities in West Java demands, passing out by intermediate oil storage tank. The objective is to locate the oil storage tank, allocate oil storage tank to supply point in the first distribution network level and allocate major cities in West Java, DIK, and Banten to oil storage tank for in the second one. In this study, a mathematical model for the TLCLAP with giving constrains. In order to solve the model, an efficient Genetic Algorithm (GA) for TLCLAP. Also using the approach modeling *Analytic Network Process* (ANP) with the analysis BCOR method to determine priorities weights from a ratings matrix from benefit, cost, opportunity, risks aspect. From the calculation results obtained a new oil storage tank locate in Tanjung Sekong with a total cost of CAPEX, OPEX and the total cost of distribution in the amount of Rp. 7,692,989,010,608. As for the results of the analysis BCOR method, locate in Tanjung Sekong have a priorities amount 0.53841 to be developed compared with the location of Teluk Banten has priority at 0.4619. therefore to be developed locate oil storage tank determine in Tanjung Sekong for a period of 15 years to come. so that a supply chain design of LPG will be able to meet demand with optimal distribution cost.

Keyword : *Two Level Capacity Location Allocation Problem,* Distribution network design, *Analytic Network Process, Benefit, Cost, Opportunity, Risk*, optimization Distribution network design.

1. **Pendahuluan**

*Liquefied Petrolium Gases* dikenal dengan LPG, telah lama dipasarkan oleh PERTAMINA dengan merk dagang ELPIJI, merupakan produk kilang minyak hasil dari gas *plant*. LPG terdiri dari kandungan *Propane* & *Butane*, memiliki sifat pada suhu kamar berbentuk gas dan dengan menambah atau menurunkan tekanan suhu, maka gas tersebut akan berubah menjadi cair.

Menipisnya sumber dan cadangan energi tak terbarukan (BBM) di Indonesia mengakibatkan penurunan produksi. Sebagai gambaran, pada tahun 2005 produksi minyak mentah nasional mencapai 1,113 juta barel/hari (bph), mengalami penurunan drastis dua tahun berikutnya yakni tahun 2007 dengan kemampuan produksi hanya sekitar 899 ribu bph ([www.esdm.co.id](http://www.esdm.co.id)). Oleh karena itu pemerintah mencanangkan program konversi minyak tanah ke LPG pada tahun 2007 sampai dengan tahun 2010. Untuk mendukung keberhasilan program konversi tersebut, PT Pertamina (Persero) telah meningkatkan kapasitas produksi LPG, menambah keberadaan SPPBE baru di berbagai wilayah sasaran konversi energi, meningkatkan kapasitas produksi SPPBE yang ada dengan menambah pompa pengisian LPG ukuran 3 Kg, mengkonversi agen dan pangkalan minyak tanah menjadi agen dan pangkalan LPG, serta membuka seluas-luasnya kesempatan kepada masyarakat untuk menjadi pengecer secara mandiri di lokasi pemukiman. Kegiatan penguatan jalur distribusi LPG, dimaksudkan agar terjadi jaminan pasokan atau *supply* LPG sehingga konsumen dapat terlayani sesuai dengan kebutuhan, dan untuk mengefektifkan pengawasan atau kontrol jika terjadi penyimpangan yang tidak diinginkan. Tujuan yang hendak dicapai dari setiap rantai suplai adalah untuk memaksimalkan nilai yang dihasilkan secara keseluruhan. Rantai suplai yang terintegrasi akan meningkatkan keseluruhan nilai yang dihasilkan oleh rantai suplai tersebut (Chopra, 2001).

Lonjakan pemakaian LPG pascakonversi minyak tanah ke LPG bergulir membuat Pertamina kewalahan karena kondisi infrastruktur bongkar muat LPG yang terbatas, akibatnya gangguan pasokan LPG ke masyarakat rawan terjadi, juga pasokan LPG sempat terputus akibat kilang mengalami gangguan dan lalu lintas kapal terhalang cuaca, dampak dari masalah tersebut rata-rata setiap agen gas LPG di Jakarta, Bogor dan sekitarnya hanya mendapat separuh jatah pasokan normal dari Pertamina, bahkan pasokan gas LPG ke beberapa agen sempat terputus (Kompas, 10/12/13).

Dari fenomena-fenomena yang terjadi, diidentifikasi bahwa permasalahan tersebut terjadi akibat dari peningkatan konsumsi LPG yang sangat cepat tetapi peningkatan tersebut tidak diimbangi dengan peningkatan fasilitas penerimaan, penimbunan dan penyaluran LPG (terminal LPG) yang tersedia masih belum mencukupi. Adapun terminal *existing* LPG yang dimiliki Pertamina yakni terminal Eretan, Balongan, Semarang, Cilacap, Tanjung Priok dan Teluk Semangka. Terminal-terminal tersebut berfungsi sebagai penerimaan, penimbunan, dan pendistribusian LPG ke berbagai kota di Jawa Barat dan sebagian kota di Jawa Tengah, tetapi kapasitas timbun dari masing-masing terminal berbeda-beda. Terminal-terminal tersebut mendapatkan pasokan (*supply*) dari terminal terapung yang berada di selat sunda yaitu STS Teluk Semangka. Berdasarkan data yang dihimpun dari Pertamina menunjukan bahwa wilayah DKI Jakarta dan Bandung merupakan konsentrasi/titik berat *demand* LPG terbesar di pulau Jawa.

Langkah awal yang dilakukan Pertamina dalam mengatasi permasalahan tersebut yaitu merencanakan pembanguan terminal LPG *refrigerated* baru di Jawa Barat dikarenakan penambahan kapasitas daya tampung LPG di terminal Jakarta tidak dapat dilakukan diakibatkan keterbatasan lahan pengembangan untuk menambah kapasitas daya tampung suplai LPG. Adapun daerah atau lokasi yang direncakan yaitu Tanjung Sekong dan Teluk Banten (ke-dua lokasi ini saling berdekatan yaitu di daerah Merak Provinsi Banten) serta pengembangan terminal *onshore* Pertamina Eretan dan kilang Balongan yang berlokasi di Indramayu dan Cirebon Jawa Barat. Tetapi berdasarkan beberapa pertimbangan bahwa pengembangan terminal Eretan kurang efektif dan efisien untuk dilakukan karena faktor jarak, waktu dan biaya distribusi berada jauh dari titik lokasi dentitas demand terbesar, maka Pertamina mengkaji dua alternatif pengembangan lokasi terminal baru, yakni Tanjung Sekong dan Teluk Banten. Untuk itu, perlu dilakukan kajian secara menyeluruh mengenai pemilihan dan penentuan alokasi lokasi pengembangan terminal potensial di Jawa Barat, untuk menunjang hal tersebut juga diperlukan identifikasi pola suplai dan distribusi existing dan masa yang akan datang agar penambahan kapasitas dari lokasi yang baru berjalan optimal dengan melakukan pendekatan algoritma genetik untuk menganalisa masing-masing alternatif lokasi mana yang lebih optimal dari kriteria jarak, waktu dan biaya. Selain model *Two Level Capacity Location Allocation Problem* (TLCLAP) untuk pengembangan terminal LPG baru, juga untuk mengetahui kelayakan investasi dari setiap alternatif lokasi pengembangan terminal LPG di Jawa Barat dengan menggunakan metode *Benefit Cost Opportunity Risk* (BCOR).

1. **Metodologi Penelitian**

Pada metodologi penelitian ini akan dijelaskan mengenai kerangka pemikiran, dan tahapan dalam penelitian.

**Kerangka pemikiran**

Two Level Capacity Location Allocation Problem (TLCLAP) adalah suatu metode berdasarkan sistem dua tingkat pendistribusian yang biasanya digunakan untuk *single product* (produk tunggal) dalam satu periode. Di dalam tingkat pertama, suplai point mengirimkan produknya ke terminal LPG. Pada tingkat ke dua sesuai dengan aliran distribusi produk yaitu dari Terminal LPG di kirim ke konsumen (kota-kota besar). Jumlah dan alokasi produk dari suplai point ke kota-kota besar diketahui. Ada dua alternatif lokasi potensial untuk membuka terminal LPG. Setiap kandidat lokasi memiliki biaya tetap untuk membangun dan membuka fasilitas baru. Lokasi potensial terminal LPG mempunyai batasan kapasitas. Kendala pengiriman atau supply ke kota-kota besar di Jawa Barat boleh dilayani lebih dari satu terminal LPG. Ada beberapa tahapan yang dilakukan dalam penelitian ini sebagai berikut:



Gambar 2.1 Tahapan Penelitian

Pada penelitian ini dimulai dengan tahap pra penelitian yaitu tahap awal dalam mendefinisikan permasalahan, maksud dan tujuan penelitian berdasarkan studi literatur yang dilakukan , kemudian dilanjutkan dengan tahap pengumpulan data-data yang dibutuhkan guna menunjang proses penelitian selanjutnya. Ada beberapa jenis data primer yang dihimpun yakni data mengenai jarak, biaya, jenis moda transportasi, kapasitas angkut moda transportasi, data demand dan forecast demand untuk 15 tahun yang akan datang serta data mengenai kapasitas existing masing-masing terminal LPG di Jawa Barat, data tersebut digunakan untuk merancang model TLCLAP dengan metode algoritma genetik. Sedangkan untuk merancang model ANP dengan pendekatan BCOR maka data yang dibutuhkan berupa ,wawancara dengan para ahli dan pakar serta penyebaran kuisioner untuk mengetahui bobot nilai masing-masing kriteria yang ditetapkan dengan metode nominal group technique.

1. **Pengumpulan dan Pengolahan Data**

Dari data-data yang telah dihimpun sebelumnya diidentifikasi bahwa permasalahan pola suplai dan distribusi LPG ada pada kendala kapasitas daya tampung terminal LPG yang tidak memenuhi demand, oleh karena itu penelitian ini membahas mengenai penentuan lokasi dan alokasi LPG pada dua alternatif lokasi pengembangan terminal LPG baru yaitu di Tanjung Sekong dan Teluk Banten. Berikut model matematis yang digunakan untuk memecahkan permasalahan TLCLAP dengan metode algoritma genetik:

Formula Matematis:

P = 1 {1,…,*p*} satu set supply point

W = 1 {1,…*w*} satu set terminal/depot LPG

S = 1 {1,…*s*} satu set konsumen (kota-kota besar)

Parameter

P = jumlah supply point

W = jumlah terminal/depot LPG

k = jumlah konsumen (kota-kota besar)

*Pi =* supply point i;

*Wj =* terminal/depot LPG *j*;

*Sk =* konsumen (kota-kota besar) k;

*Cij =* biaya pengiriman LPG (per MT) dari supply point *Pi* ke terminal/depot LPG *Wj* ;

*Cjk =* biaya pengiriman LPG (per MT) dari terminal/depot LPG *Wj* ke konsumen (kota-kota besar) *Sk* ;

Ӷ*j* = kapasitas maksimal untuk terminal/depot LPG *Wj* ;

*Fj =* biaya tetap berkaitan dengan pembukaan terminal/depot LPG *Wj*

*Zij =* aliran dari supply point *Pi* ke terminal/depot LPG *Wj* ;

*Zjk =* aliran dari terminal/depot LPG *Wj* ke konsumen (kota-kota besar) *Sk* ;

*Vi =* biaya penyimpanan dan penanganan material supply point i ;

variabel keputusan.

Bernilai 1 jika ada aliran dari supply point ke gudang

*Xij*

Bernilai 0 jika sebaliknya

Bernilai 1 jika aliran ke konsumen dilayani oleh terminal/depot LPG *j*

*Yjk*

Bernilai 0 jika sebaliknya

Bernilai 1 jika fasilitas terminal/depot LPG *j* dibuka

*Hj*

Bernilai 0 jika sebaliknya

Fungsi Objektif

Subject to:

Model matematis di atas digunakan untuk menentukan biaya paling minimal diatara kedua alternatif lokasi yang ditentukan. Dalam model tersebut dapat dilihat pembatas bagi variabel keputusan yakni dengan mempertimbangkan variabel-variabel dependen dan independen, yaitu waktu, kapasitas, dan biaya.

Pada model matematis diatas, Fungsi objektif (1) minimalisasi total biaya, merancang dan mengoperasionalkan jaringan distribusi. Bagian pertama memberikan total biaya transportasi dari suplai point ke terminal LPG, dan yang ke dua total biaya tranportasi LPG dari terminal ke kota-kota besar. Bagian ke tiga adalah biaya untuk membuka terminal LPG baru (CAPEX), dan yang terakhir adalah total biaya layanan pelabuhan.

Sedangkan definisi fungsi pembatas (2) memastikan bahwa seolah-olah terminal LPG dipenuhi oleh satu suplai point, (3) memastikan bahwa seolah-olah kota-kota besar dipenuhi oleh lebih kecil atau sama dengan 3 terminal LPG, (4) memastikan total aliran diantara terminal LPG dan suplai point adalah sama dengan total aliran antara kota-kota besar dan terminal LPG. (5) memastikan aliran di dalam terminal LPG tidak melebihi kapasitas. (6) memastikan bahwa satu terminal LPG baru harus dibuka. (7) memastikan bahwa ketika fasilitas terminal LPG di tutup, maka tidak dapat melayani setiap kota-kota besar. (8) memastikan bahwa ketika fasilitas terminal LPG ditutup, maka tidak dapat menerima distribusi dari suplai point. (9), (10), (11) variabel biner.

TLCLAP adalah variasi dari permasalahan location allocation (LA) problem. Tujuan akhir adalah untuk menemukan satu set lokasi fasilitas baru diantara jumlah konsumen tertentu di daerah tertentu sehingga biaya logistic secara keseluruhan dapat diminimalkan. Sebagai varian dari P-median problem, dirimuskan menjadi NP-Hard yang mengartikan penambahan non polynomial dalam ukuran ruang solusi ketika jumlah node dalam jaringan meningkat bahkan ketika suatu jaringan memiliki struktur yang sederhana [15]. Permasalahan ini memerlukan metodologi heuristic untuk memecahkannya. Sebuah algoritma heuristic adalah satu solusi yang tidak menjamin solusi yang optimal, tetapi memiliki kinerja yang baik dari segi kualitas solusi dan konvergensi. Dalam penelitian ini digunakan algoritma genetik untuk memecahkan permasalahan TLCLAP yang merupakan bagian dari metodologi heuristik. Adapun langkah-langkah membangun struktur algoritma genetik dalam penelitian ini sebagai berikut:

1. Rancangan Desain Algoritma Genetik

Langkah pertama yang pertama dilakukan dalam GA adalah inisialisasi populasi. Inisialisasi populasi ditujukan untuk membangkitkan sebuah populasi yang berisikan sejumlah kromosom. Setiap kromosom berisi sejumlah gen. Dalam penelitian ini, GA dimulai dengan inisialisasi populasi secara acak (*Random*) dari individu yang berpotensi yang diambil dari nilai fungsi kendala (*constraint*). Populasi awal dilakukan oleh generasi *random* variabel yang berkaitan dengan matrik keputusan dengan mempetimbangkan kendala dari TLCLAP. Tahap ini, algoritma menyajikan cara dimana individu digeneralisasi. Generasi ini mengadopsi strategi pembangunan solusi yang dimulai dari tingkat pertama (diantara daerah cakupan dan terminal LPG) lalu kemudian bergerak ke tingkat ke dua (diantara daerah cakupan dan *supply point*). Biaya transportasi dan kapasitas gudang diperhitungkan, sehingga memungkinkan integrasi antara dua tingkat disrtibusi. Suatu individu akan disimpan sebagai satu set cluster yang mewakili rute pengiriman untuk daerah cakupan “k”. Dalam algortima ini, diterapkan metode inisialisasi tradisional secara random yaitu memilih kota-kota besar secara acak kemudian menetapkan terminal yang relevan dengan menghitung total biaya dari terminal ke kota besar. Kemudian menggunakan proses yang sama dengan kota-kota besar lain untuk terminal yang relevan. Setelah itu, ditetapkan setiap terminal ke supply point sesuai dengan rute pengiriman yang paling ekonomis. Hal ini memiliki resiko berkurangnya individu karena teknik yang digunakan untuk membangkitkan populasi. Memang ini adalah metode yang sangat efektif untuk menyimpan keragaman dari materi genetic dan menjaga algoritma jauh dari konvergensi premature. Untuk pemilihan populasi, digunakan seleksi *roulette wheel* dengan strategi *elitism*. Pemilihan *roulette wheel* hanya memilih orang tua (*parent*) sesuai dengan nilai fitness. Gambar 3.1 menunjukan contoh solusi TLCALP dengan mempertimbangkan S=2, W=4, dan P=24.

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
|  | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 | 11 | 12 | 13 | 14 | 15 | 16 | 17 | 18 | 19 | 20 | 21 | 22 | 23 | 24 |
| W1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 0 | 0 | 1 | 1 | 0 | 0 | 0 | 1 | 0 | 0 | 0 | 1 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| W2 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | 1 | 1 | 0 | 1 | 1 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| W3 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | 0 | 1 | 1 | 1 | 0 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 0 | 0 | 0 |
| W4 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | 1 | 1 |
| Ʃ *Yjk* | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 2 | 1 | 1 | 1 | 2 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 3 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 |

Tabel 3.1 matrik *Yjk*

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
|  | W1 | W2 | W3 | W4 |
| S1 | 1 | 0 | 0 | 0 |
| S2 | 0 | 1 | 1 | 1 |
| *Hj* | 1 | 1 | 1 | 1 |

Tabel 3.2 Matrik *Xij*

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
|  | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 | 11 | 12 | 13 | 14 | 15 | 16 | 17 | 18 | 19 | 20 | 21 | 22 | 23 | 24 |
| W1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 0 | 0 | 1 | 1 | 0 | 0 | 0 | 1 | 0 | 0 | 0 | 1 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| W2 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | 1 | 1 | 0 | 1 | 1 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| W3 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | 0 | 1 | 1 | 1 | 0 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 0 | 0 | 0 |
| W4 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | 1 | 1 |
| S1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 0 | 0 | 1 | 1 | 0 | 0 | 0 | 1 | 0 | 0 | 0 | 1 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| S2 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | 1 | 1 | 0 | 1 | 1 | 1 | 0 | 1 | 1 | 1 | 0 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 |

Tabel 3.3 Gabungan dari dua matrik ( *Yjk* dan *Xij* )

Dari tabel diatas, dalam penelitian ini diterapkan penkodean biner (*binary encoding*) untuk GA. Kode genetik dari setiap individu dalam GA terdiri dari serangkaian string 3\*S, dimana gen dipresentasikan sebagai *cluster* (rute) yang mengindikasikan aliran logistik dari kota besar dan terminal. Setiap *cluster* berisi tiga angka yang berisi nilai-nilai dari set {0,1}. Contoh dari metode *cluster* dalam penelitian ini sebagai berikut:



Dengan jalan ini representasi individu sangat menguntungkan karena dapat dengan mudah menghitung fungsi fitness dan membuat crossover serta mutasi dari gen dengan cara yang mudah. Gambar 3.1 menunjukan cluster atau unit gen dari GA.



Gambar 3.2 contoh dari unit gen

Berdasarkan penerapan metode cluster tersebut dapat kita tentukan bahwa dalam proses GA terdapat 24 unit gen dalam satu kromosom.

Menentukan parameter seleksi dalam GA yaitu penentuan probabilitas *crossover* (pc) dan probabilitas mutase (pm). Operator yang gunakan dalam implementasi GA adalah *crossover* satu titik potong (*one cut point*). Operator *crossover* satu titik potong ditentukan dengan probabilitas P = 0,8. Hal ini memastikan bahwa sekitar 80% pasangan dari individu bertukar materi genetic mereka. Mutasi digunakan untuk memastikan keragaman genetic dari satu generasi dari populasi dari kromosom yang berikutnya. Dalam mutasi, solusi dapat berubah sepenuhnya dari solusi sebelumnya. Oleh karena itu GA bisa memberikan solusi yang lebih baik dengan menggunkan mutasi. Mutasi terjadi selama evolusi menurut probabilitas mutasi yang telah ditentukan yakni 0.05 atau 5%.

Prosedur-prosedur diatas yang digambarkan pada Gambar 4.1 akan berulang terus hungga tercapainya *stopping criteria*, yaitu maksimum iterasi sesuai dengan jumlah yang ditentukan, pada penelitian ini maksimum iterasi yang digunakan adalah 1000 iterasi. Penentuan jumlah maksimum iterasi tersebut dilakukan dengan melihat bahwa kromosom terbaik tidak mengalami perubahan setelah iterasi ke 500-700 pada beberapa kali percobaan, sehingga disimpulkan bahwa pengunaan 1000 iterasi sudah mendapatkan hasil yang mendekati optimal. Lalu akan dipilih kromosom terbaik yang akan menjadi solusi TLCLAP. Kromosom terbaik adalah kromosom dengan biaya distribusi paling minimum. Selanjutya parmeter-parameter GA tersebut di eksskusi dengan menggunakan *software* Matlab. Pada pembahasan sebelumnya diketahui bahwa dalam penentuan lokasi terminal LPG baru di Jawa Barat, peneliti menggunakan dua model yang berbeda, yakni model TLCLAP dengan pendekatan algoritma genetik dan model ANP dengan pendekatan BCOR. Berikut rancangan desain model ANP dengan pendekatan BCOR:

1. Rancangan Model ANP Dengan Pendekatan BCOR

Tahap dalam merancang desain ANP yaitu melakukan wawancara dengan para ahli dari pihak Pertamina. Adapun alternatif yang akan dipilih berdasarkan masalah utama yang timbul sebagai acuan untuk penentuan kriteria, subkriteria, dan keterkaitannya. Untuk mendapatkan bobot dari setiap elemen ANP, digunakan kuesioner dalam forum NGT (Nomial Grouh Technique) kemudian diolah dengan menggnakan software *Super Decision*. Berikut tebel matrik BCOR untuk setiap kluster Ekonomi (A), Jarak (B), Geografis (C), Regulasi (D), Sosial (E) dan Lingkungan (F) terdiri dari beberapa kriteria yang disajikan dalam tabel 3.4, sedangkan model hubungan keterkaitan antar elemen dapat di lihat pada gambar 3.3 dibawah ini:

Tabel BCOR

Pada tabel BOCR di atas terdapat beberapa kriteria dan sub kriteria. Kriteria-kriteria tersebut merupakan elemen yang saling berkaitan dan saling mempengaruhi, berikut penjelasan dari segi *benefit, cost, opportunity, risk.*

1. *Benefit*, strategi yang dapat memberikan manfaat atau keunggulan bagi masyarakat dan pemerintah daerah dari segi ekonomi, transportasi (jarak), georafis, regulasi pemerintah, sosial dan lingkungan.
2. *Cost,* yang dimaksud cost disini adalah pengeluaran (biaya) yang dikeluarkan oleh pihak Pertamina untuk mewujudkan pembanguan terminal LPG baru baik di wilayah Tanjung Sekong atau Teluk Banten dilihat dari segi ekonomi, transportasi (jarak), georafis, regulasi pemerintah, sosial dan lingkungan.
3. *Opportunity*, disini adalah keuntungan atau peluang yang diprediksi akan dirasakan dari aspek ekonomi, transportasi (jarak), georafis, regulasi pemerintah, sosial dan lingkungan.

*Risk,* yang dimaksud risk disini adalah kerugian atau resiko yang harus ditanggung oleh Pertamina baik dari segi ekonomi, transportasi (jarak), georafis, regulasi pemerintah, sosial dan lingkungan.



Gambar 3.3 Struktur Model ANP

Dari gambar diatas diperlihatkan hubungan keterkaitan antar elemen-elemen dalam jaringan, terdapat beberapa elemen yang termasuk kategori *outer dependence* dan *inner dependence.* Dalam penelitian ini kelayakan investasi yang di pertimbangkan dari segi *benefit, cost, opportunity, risk* yakni menetapkan tujuan pemilihan lokasi alternatif-alternatif yang akan menjadi atau digunakan sebagai terminal potensial baru untuk menanggulangi over capacity di terminal jakarta dan memenuhi permintaan di daerah cakupan. Alternatif lokasi yang ditentukan oleh Pertamina adalah Tanjung Sekong dan Teluk Banten. Tahap selanjutnya adalah menetapkan BCOR merit beserta kriteria ekonomi, transportasi (jarak), georafis, regulasi pemerintah, sosial dan lingkungan. Tahap ketiga adalah mengidentifikasi keterkaitan alternatif, kriteria dan sub kriteria, kemudian menyusun dalam diagram jejaring analitik. Kemudian tahap keempat yaitu melakukan penilaian terhadap preferensi para ahli dari pihak Pertamina dengan menggelar forum NGT (Nominal Group technique). Berikut tabel suisioner yang digunakan dalam NGT:

|  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| No | Kriteria | Bobot (B) | T. Sekong | | T. Banten | |
| Nilai (N) | NxB | Nilai (N) | NxB |
| 1 | Ekonomi | 3 | 3 | 9 | 3 | 9 |
| 2 | Geografis | 5 | 5 | 25 | 4 | 20 |
| 3 | Jarak | 5 | 4 | 20 | 5 | 25 |
| 4 | Regulasi | 4 | 5 | 20 | 3 | 12 |
| 5 | Sosial | 3 | 3 | 9 | 3 | 9 |
| 6 | Lingkungan | 4 | 5 | 20 | 4 | 16 |

Tabel 3.5 Kuisioner NGT

Analisis diatas disajikan dari pendekatan kualitatif berdasarkan derajat kepentigan masing-masing kriteria serta penilaian dari masing-masing alternative terhadap setiap kriteria. Besaran nilai bobot yang digunakan adalah sebagai berikut:

|  |  |
| --- | --- |
| bobot | Keterangan |
| 5 | Sangat Penting |
| 4 | Penting |
| 3 | Sedang |
| 2 | Kurang Penting |
| 1 | Tidak Penting |

Dari tabel kuisioner diatas diketahui bahwa penentuan terminal alternatif LPG di Jawa Barat berada di daerah Tanjung Sekong. Untuk itu hasil analisa tersebut perlu di perkuat atau di pertegas dengan menggunakan metode BCOR dari setiap alternatif alokasi lokasi terminal LPG di Jawa Barat.

1. **Analisis dan Pembahasan**

Dari hasil *running* program matlab diketahui bahwa untuk memberikan solusi yang optimal maka diperlukan observasi untuk kedua parameter GA yaitu parameter *crossover* dan mutasi dengan melalukan 10 kali *running* dengan empat nilai yang berbeda untuk setiap parameter. Pada setiap kali *running* ada 60.000 individu yang dievaluasi. Hasil dari observasi untuk mencari nilai parameter GA yang optimal sebagai berikut:

|  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| Ukuran Populasi | Probabilitas Mutasi | Rata-rata fitness | Rata-rata jumlah individu | Ukuran Populasi | Probabilitas Mutasi | Rata-rata fitness | Rata-rata jumlah individu |
| 50 | 0.01 | 6.2988 | 50945 | 200 | 0.01 | 7.9172 | 43860 |
| 50 | 0.05 | 5.9073 | 39120 | 200 | 0.05 | 9.1210 | 32280 |
| 50 | 0.1 | 9.1731 | 21645 | 200 | 0.1 | 9.0837 | 25900 |
| 50 | 0.2 | 9.8680 | 54855 | 200 | 0.2 | 9.6550 | 49700 |
| 100 | 0.01 | 6.7677 | 55030 | 400 | 0.01 | 8.5172 | 49600 |
| 100 | 0.05 | 7.73591 | 31640 | 400 | 0.05 | 9.8796 | 29280 |
| 100 | 0.1 | 9.0837 | 41990 | 400 | 0.1 | 9.8775 | 41560 |
| 100 | 0.2 | 9.7536 | 50700 | 400 | 0.2 | 9.4965 | 51560 |

Tabel 4.1 Hasil Observasi GA

Dari hasil tersebut diketahui bahwa nilai yang paling optimal adalah pada 400 kromosom dengan probailitas mutasi sebesar 0.05, fitness sebesar 9.8796 dan jumlah individu sebanyak 29.280. Artinya, GA akan memberikan solusi paling optimum dengan probabilitas 0.4939. rata-rata jumlah individu yang dievaluasi pun hanya 29.280 jauh lebih kecil dari jumlah individu maksimum yang dievaluasi yakni 60.000 individu.

1. Simulasi Pengembangan Terminal LPG Tanjung Sekong dan Teluk Banten

Berdasarkan hasil observasi GA dengan menggunakan matlab, ditetapkan bahwa probailitas mutasi sebesar 0.05 atau 5%, probabilitas crossover sebasar 0.8 atau 80% dan maksimal iterasi adalah 1000 iterasi. Hasil *running* program MATLAB untuk simulasi pengembangan terminal LPG Tanjung Sekong sebagai berikut:



Gambar 4.1 Garafik *Fitness* Biaya Distribusi X1 dan X2 T.Sekong



Gambar 4.2 Grafik *Fitness* Nilai Fungsi X1 dan X2 T.Sekong

Dari keterangan diatas menyatakan bahwa besarnya total biaya distribusi untuk tahun 2013 baik distribusi laut maupun distribusi darat, dimana variabel “X1” merupakan jumlah biaya disrtibusi darat atau biaya distribusi dari termilal LPG ke kota-kota besar di Jawa Barat yang merupakan penjumlahan dari berbagai komponen biaya yang mempengaruhi seperti biaya tarif (MT/Km), kapasitas moda transportasi yang digunakan dan komponen-komponen biaya lain yang telah dijelaskan sebelumnya yaitu sebesar Rp. 127.496.731.820,56. Sedangkan variabel “X2” merupakan besarnya biaya distribusi Laut atau biaya distribusi dari supply point ke terminal LPG sebesar Rp. 63.812.114.264,67. Setelah diketahui besarnya biaya yang dibutuhkan maka langkah selanjutnya adalah mencari nilai parameter variabel “X1” yaitu 1.6706 sedangkan nilai parameter dari “X2” adalah 0.001, bila dikonversikan hasil tersebut kapada model matematis yang telah diuraikan pada Bab 3, maka untuk tahun 2013 (asumsi Terminal LPG Tanjung Sekong dibuka) besarnya biaya distribusi laut adalah Rp. 63.812.114.265, -. Sedangkan untuk distribusi darat sebesar Rp. 213.488.426.492,-. Jadi biaya total yang paling minimum untuk tahun 2013 (asumsi Terminal LPG Tanjung Sekong dibuka) adalah biaya distribusi laut + biaya distribusi darat + biaya pelabuhan (sesuai dengan tarif yang telah ditetapkan) adalah 63.812.114.265 + 213.488.426.492 + 974.408.794 = Rp. 278.274.949.550. Perhitungan biaya tersebut belum termasuk biaya pembukaan terminal LPG (CAPEX) karena biaya CAPEX dikeluarkan hanya diawal periode pembukaan terminal LPG tidak dikeluarkan setiap tahun. Dalam penelitian ini besarnya biaya distribusi LPG optimal tidak hanya untuk tahun 2013 saja melainkan untuk 15 tahun yang akan datang sampai tahun 2027 dengan total jumlah biaya distribusi sebesar Rp.6.785.107.223.658,-.

Sedangkan total biaya distribusi (asumsi apabila terminal LPG di buka di lokasi Teluk Banten) dari tahun 2013 sampai dengan tahun 2027 sebesar Rp.6.410.221.383.428,-.

Hasil dari perbandingan biaya yang dikeluarkan diantara kedua alternative lokasi (Tanjung Sekong dan Teluk Banten) sebagai berikut:

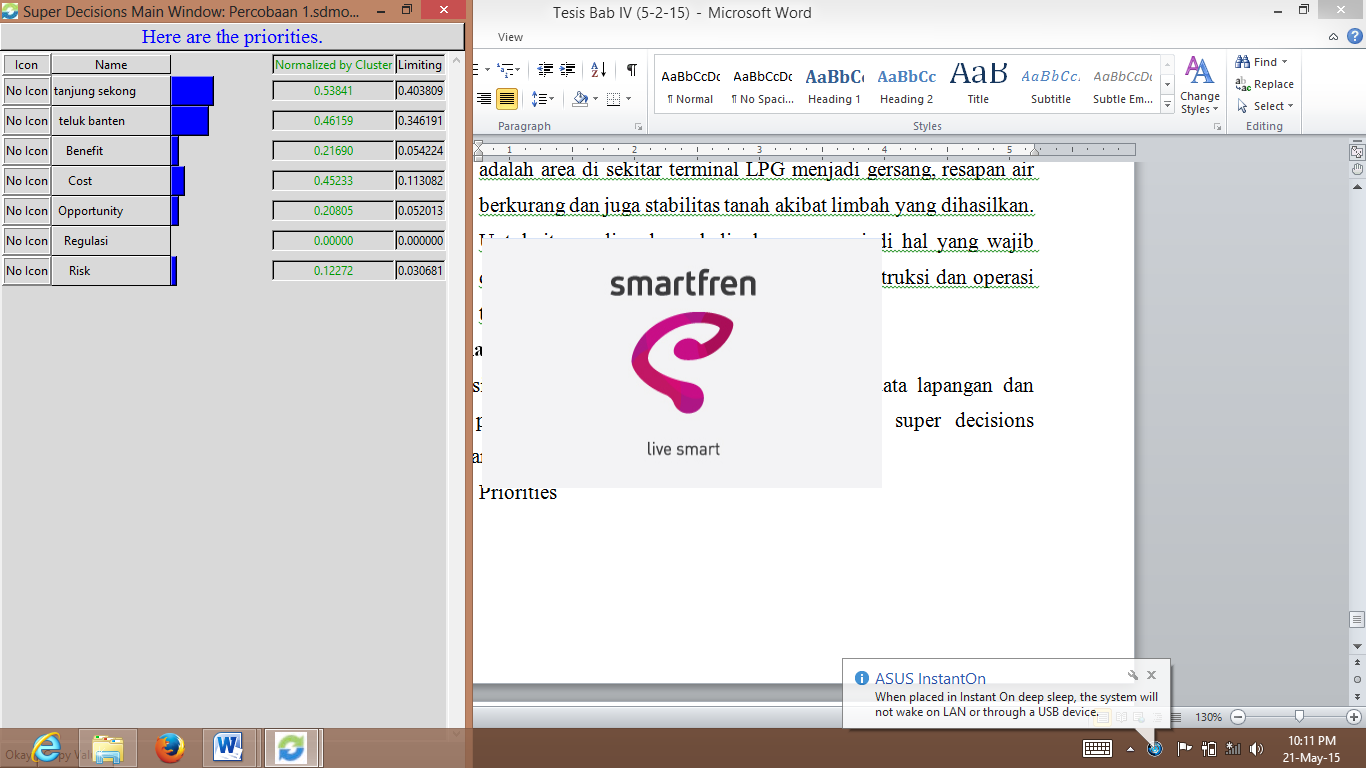
|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| No | Terminal | Tanjung Sekong | Teluk Banten |
| Indikator |
| 1 | Total biaya Distribusi Laut | 1,073,381,249,078 | 1,139,233,449,684 |
| (2013-2027) |
| 2 | Total biaya Distribusi Darat | 5,711,725,974,580 | 5,270,987,933,744 |
| (2013-2027) |
| 3 | CAPEX (komponen sipil) | 383,662,500,000 | 775,250,000,000 |
| 4 | CAPEX (komponen mesin) | 493,035,035,575 | 493,035,035,575 |
| 5 | OPEX | 31,184,251,375 | 31,184,251,375 |
| Jumlah | | 7,692,989,010,608 | 7,709,690,670,378 |

Tabel 4.2 Perbandingan Biaya Alternatif Lokasi Pembangunan Terminal LPG Baru

Dari tabel diatas menerangkan beberapa perbedaan dari komponen biaya yang diperbandingkan. Perbedaan tersebut terletak pada besarnya total biaya distribusi laut dan distribusi darat juga besarnya biaya CAPEX yang diperlukan dalam membangun fasilitas terminal LPG baru. Pada point satu yakni indikator total biaya distribusi laut, Tanjung Sekong memiliki biaya distribusi laut lebih kecil 5.78% dibandingkan dengan Teluk Banten sebesar Rp. 65.852.200.606,-. Hal ini sangat wajar karena jarak Tanjung Sekong lebih dekat dengan supply point yakni STS Teluk Semangka yang berada di Selat Sunda, sedangkan pada point kedua yakni indikator total biaya distribusi darat, Teluk Banten memiliki biaya distribusi yang lebih rendah 7.72% dari Tanjung Sekong sebesar Rp. 440.783.040.836,-. karena Teluk Banten sendiri jaraknya lebih dekat dengan kota-kota besar di Jawa Barat dan Banten yang menjadi daerah cakupan alokasi pendistribusian LPG. Tetapi pada point tiga yakni nilai CAPEX (komponen sipil) Teluk Banten jauh lebih besar 49.49% dibanding nilai CAPEX Tanjung Sekong yaitu sebesar Rp. 391.587.500.00,-. Setelah semua indicator biaya dari kedua alternatif lokasi terminal LPG dikalkulasikan maka berdasarkan total jumlah biaya, maka pembangunan atau pengembangan terminal LPG baru yang paling optimal untuk pendistribusian LPG ke kota-kota besar di Jawa Barat dan Banten ditentukan di lokasi Tanjung Sekong karena memiliki total jumlah biaya kumulatif lebih minimum sebesar Rp. 16.701.659.796,- atau sebesar 0.22% dari jumlah total biaya yang dikeluarkan untuk pembangunan terminal LPG Teluk Banten.

1. Analisa BCOR

Sedangkan untuk hasil perbandingan dari aspek *Benefit, Cost, Opportunity, Risk* (BCOR) untuk kedua lokasi tersebut sebagai berikut:



Gambar 4.3 Nilai Prioritas Kedua Lokasi

Dari hasil analisa dengan menggunakan software super decisions dengan teknik *Benefit Cost Opportunity Risk* (BCOR) yang membandingkan antara alternatif dan kriteria maka dapat disimpulkan bahwa lokasi yang terbaik dari kedua alternatif pemilihan lokasi terminal LPG baru di pulau Jawa adalah di Tanjung Sekong. Hal ini didasarkan pada beberapa faktor subkriteria dari kriteria manfaat, biaya, peluang dan juga resiko menunjukan bahwa Tanjung Sekong lah yang mempunyai bobot nilai paling besar untuk subkriteria biaya capex dan opex, biaya distribusi dan subkriteria jarak ke pusat demand dengan nilai prioritas sebesar 0.53841, dibandingkan dengan Teluk Banten yang memiliki nilai prioritas sebesar 0.46159.

1. **Kesimpulan**

Penelitian ini membahas mengenai perancangan pola supply dan distribusi LPG di Jawa Barat dan Banten berdasarkan metode *Two Level Capacity Location Allocation Problem* (TLCLAP) atau CLAP dua tingkat, yaitu LPG harus dikirim dari supply point untuk memenuhi permintaan kota-kota besar di Jawa Barat dan Banten yang sebelumnya harus didistribusikan terlebih dahulu ke terminal LPG sebelum dikirim ke kota-kota besar di Jawa Barat dan Banten. Ada dua alternatif pemilihan lokasi terminal LPG yang akan dibuka yaitu Tanjung Sekong dan Teluk Banten. Dalam penelitian ini suatu model matematis dikembangkan untuk memacahkan permasalahan TLCLAP yang pada realitanya memiliki batasan (*constraint*). Untuk memecahkan permasalahan tersebut, maka sebuah algoritma genetik (AG) dikembangkan agar perancangan jaringan distribusi menjadi optimal. Tidak hanya menggunakan metode AG, dalam penentuan lokasi terminal LPG digunakan juga model *Multi Criteria Decision Making* (MCDM) dengan metode *Analityc Network Process* (ANP) dan *Benefit Cost Opportunity Risk* (BOCR). Berdasarkan tujuan yang ingin dicapai sesuai yang telah dijelaskan pada bagian pendahuluan, kesimpulan yang dapat diambil adalah:

* + 1. Model matematis *two level capacity location allocation problem* (TLCLAP) atau CLAP dua tingkat untuk menyelesaikan optimasi jaringan distribusi (dibantu dengan algoritma genetic dan dieksekusi dengan menggunakan *software* MATLAB R2013a), diperoleh besarnya biaya distribusi LPG dari tahun 2013 sampai dengan tahun 2027 baik simulasi pembangunan terminal LPG Tanjung Sekong sebesar Rp. 6.785.107.223.658,- , dan terminal LPG Teluk Banten sebesar Rp. 6.410.221.383.428,-.
    2. Selain itu penentuan lokasi terminal LPG dianalisa dengan model *Multi Criteria Decision Making* (MCDM) dengan menggunakan metode *Analityc Network Process* (ANP) dan *Benefit Cost Opportunity Risk* (BOCR) dengan bantuan *software* super decision. Hasilnya dari kriteria-kriteria yang dipertimbangkan, lokasi Tanjung Sekong memiliki bobot nilai yang paling tinggi.
    3. Dari kedua hasil yang telah didapatkan baik dengan menggunakan metode algoritma genetic dan BCOR, maka ditetapkan lokasi Tanjung Sekong sebagai terminal LPG baru di Jawa Barat dan Banten karena memiliki total biaya paling minimum sebesar Rp. 16.701.659.796,- atau sebesar 0.22% dari jumlah total biaya yang dikeluarkan untuk pembangunan terminal LPG Teluk Banten.

1. **Saran**

Penelitian ini dapat diperluas dengan beberapa cara, misalnya dengan melakukan penelitian 3 atau 4 tingkat jaringan distribusi termasuk di tingkat SPBE/SPPBE dan atau konsumen akhir. Juga penggunaan algoritma genetik dalam penyelesaian persoalan TLCAP cukup membantu, namun penerapan dengan menggunakan program MATLAB dengan banyaknya komponen biaya yang diperhitungkan akan menemui banyak kendala baik dari segi waktu maupun tingkat akurasi. Oleh karena itu diharapkan pada penelitian lebih lanjut tidak lagi menggunakan bantuan *software* *solver* dalam memecahkan permsalahan TLCLAP.

**DAFTAR PUSTAKA**

Fadlisyah, Armawan, dan Faisal. *Algoritma Genetik*. Edisi Pertama, Yogyakarta: Graha Ilmu, 2009.

Suyanto, *Algoritma Genetika dalam Matlab*. Yogyakarta: Andi Offset, 2005.

1M.Hlyal, 2A.Ait Bassou, 3A. Soulhi, 4J. El Alami, 5N. El Alami, *Designing A Distribution Network Using A Two Level Capacity Location Allocation Problem: Formulation And Efficient Genetic Algoritm Resolution With Application To A Moroccan Retail Company*. Journal of Theoretical and Applied Information Technology, Vol.72 No. 2, 2015.

Hindriyanto, Dwi Purnomo, Ph.D, *Cara Mudah Belajar Metode Optimasi Metaheuristik Menggunakan Matlab,* Cetakan I, Yogyakarta: Gava Media, 2014.

Sianipar, R.H, *Pemrograman MATLAB Dalam Contoh dan Terapan*. Bandung: Informatika Bandung, 2013

Zukhri, Zainudin, *ALGORITMA GENETIKA* (*Metode Komputasi Evolusioner untuk Menyelesaikan Masalah Optimasi*), Yogyakarta: Andi Offset, 2014

Chipperfield, A., Fleming, P., Pohlheim, H., and Foncesa, C., 2005: *Genetic Algorithms Toolbox For Use with Matlab, User’s Guide Ver.1.2,.* Departement of Automatic Control and System Engineering, University of Sheffield.

Mahdi Bashiri, Hossein Badri, *A Dynamic Model for Expansion Planning of Multi Commodity Supply Chain*: IACSIT International of Engineering and Technology, 2(01). 2010.

Suda Tragantalerngsak, John Holt, Mikael Ronnqvist, *An Exact Method For The Two-Echelon, Single Source, Capacitated Facility Location Problem.* European Journal of Operational Research, 123, 473-489, 2000.

L. Schulze and L.Li, *A Logistic Network Model For Postponement Supply Chain,* IAENG International Journal of Applied Mathematics, 39:2, IJAM\_39\_2\_03.

Angela B. Shiflet and George W. Shiflet, *Introduction to Computational Science*. Princeton University Press, 2006.

H. Prikul and V Jayaraman. *A Multi-Commodity, Multi-Plant, Capacitated Facility Location Problem*: *Formulation And Efficient Heuristic Solution* . Computer And Operation Research, vol. 25. pp. 869-878, 1998.

P. Avella, S. Benati, L. Canovas Martinez, K. Dalby, D. Di Girolamo, B. Dimitrijevic, G. Ghiani, I. Giannikos, N. Guttmann, T.H. Hultberg, J. Fliege, A. Marin, M. Munos Marquez, M.M. Ndiaye, S. Nickel, P. Peeters, D. Perez Brito, S. Policastro, F.A. Saldanha de Gama, and P. Zidda, ”*Some Personal Views On The Current State And The Future Of Locational Analysis*” Europian Journal of Operational Research, Vol. 104. pp. 269-287, 1998.

M. Watanabe, K. Ida, and M. Gen, ”*A Genetic Algoritm With Modified Crossover Operator And Search Area Adaptation For The Job-Shop Scheduling Problem*”, in computers and Industrial Engineering, 2005, vol. 48, no. 4, pp. 743-752.

D. R. M. Fernandes, C. Rocha, D. Aloise, G. M. Ribeiro, E. M. Santos, A. Silva, ”*A Simple And Effective Genetic Algorithm For The Two-Stage Capacitated Facility Location Problem*” Comput. Ind. Eng., vol. 75, pp. 200-208, Sep. 2014.

J. Magalhaes-mendes, ”*A Comparative Study of Crossover Operators for Genetic Algorithms to Solve the Job Shop Scheduling Problem,*” vol. 12, no. 4, pp. 164-173, 2013.

S. Abdinnour-helm, ”*A Hybrid Heurlistic for the Uncapacitated*,” no. 1992, 1998.

D. Vila, A. Martel, and R. Beauregard, ”*Designing Logistic Network in Divergent Process Industries: A Methodology and its Application to the Lumber Industry,*” Int. J. Prod. Econ., vol. 102, no. 2, pp. 358-378, 2006.

Chopra, Sunil, Meindl, Peter, 2007, ”*Supply Chain Management*: *Strategy, Planning and Operation,* 3rd Edition, Prentice Hall, New Jersey.

Saaty, Thomas L., 1996, ”*Decision Making With Dependence and Feedback*: *The Analityc Network Process,”* 1st edition, RWS Publications, Pittsburg.

Saaty, Thomas L., Vargas, Luis G., 2013, ”*Decision* *Making With The Analytic Network Process Economic, Political, Social and Technological Application With BOCR,*” 2nd edition, Springer Science, New York.