

Pemilihan Lokasi Mini CNG Plant dengan Metode ANP (*Analytical Network Process*) serta Optimasi Rantai Pasok CNG ke Bali, Nusa Tenggara Barat, dan Nusa Tenggara Timur.

Abdul Gafur, Raja Oloan Saut Gurning, AAB. Dinaryana, DP.

Jurusan Teknik Sistem Perkapalan, Fakultas Teknologi Kelautan, Institut Teknologi Sepuluh Nopember

Kampus ITS Sukolilo, Surabaya 60111

e-mail: dinariyana@yahoo.com

*Abstrak-Tingginya harga bahan bakar minyak menjadi salah satu penyebab terjadinya krisis listrik di Indonesia, dimana pada saat ini High Speed Diesel Oil merupakan bahan bakar utama untuk pembangkit listrik. Pembangkit Jawa Bali (PJB) berencana untuk mengkonversi bahan bakar HSD dengan bahan bakar gas. Pada penelitian ini daerah yang memiliki potensi permintaan gas adalah Bali, Nusa Tenggara Barat, dan Nusa Tenggara Timur. dengan kapasitas 572 MW atau setara dengan 81,72 mmscfd kebutuhan gas alam. Sumber gas akan diambil dari sumur gas Pagerungan. Pada penelitian ini diadakan pemilihan lokasi pembangunan Mini CNG Plant dengan Metode ANP (*Analytical Network Process*). Untuk mendistribusikan gas dari loading terminal Pagerungan menuju ke masing-masing demand akan menggunakan kapal CNG teknologi Coselle. Rantai pasok CNG dimodelkan kedalam 3 model gambar alur dan pemodelan matematis untuk kemudian dipecahkan dengan bantuan software optimasi (*Excel Solver*). Sehingga dari hasil optimasi tersebut, diperoleh kebutuhan kapasitas di masing-masing receiving terminal, jenis kapal, dan total waktu pelayaran dalam 1 tahun. Setelah itu, dilakukan perhitungan analisa kelayakan investasi seluruh komponen rantai pasok CNG terpilih, untuk mendapatkan margin harga jual CNG yang optimal. Dari hasil penelitian, diperoleh lokasi Mini CNG Plant yang terpilih adalah Desa Pagerungan Kecamatan Sapeken Kepulauan Kangean dan diperoleh model rantai pasok CNG dengan biaya transportasi terendah adalah model 2 yaitu menggunakan 2 kapal Coselle C25 dengan 97 kali trip untuk pelayaran Pagerungan-Bali dan 1 kapal Coselle 30 dengan 87 trip untuk pelayaran Pagerungan-NTB-NTT dengan total biaya sebesar USD 247.210.482,78.*

I. PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Seiring dengan meningkatnya kebutuhan energi di Indonesia, pemanfaatan gas sebagai sumber energi alternatif pengganti minyak bumi berkembang pesat. Akhir-akhir ini pemerintah juga berencana untuk mengkonversi pembangkit listrik yang berbahan bakar HSD ke bahan bakar gas (BBG). Hal ini dikarenakan semakin sulitnya mendapatkan bahan bakar HSD.

Pada riset yang dilakukan oleh PJB tahun 2013, menunjukkan data beberapa daerah di Indonesia yang berpotensi untuk memanfaatkan gas sebagai bahan bakar PLN menggantikan HSD. Pada penelitian kali ini, daerah Bali, NTB, dan NTT akan menjadi objek penelitian dimana daerah tersebut berpotensi menggunakan BBG untuk pembangkit listrik berkapasitas 572 MW atau setara dengan 81,72 mmscfd kebutuhan gas alam. [1]

Kangean adalah salah satu daerah penghasil gas di Jawa Timur dimana kapasitas produksinya sebesar 530 mmscfd. Selama ini pendistribusian gas dari Kangean masih terpusat di daerah Surabaya dan sekitarnya dengan menggunakan pipa bawah laut. Sedangkan daerah lain yang terletak di sekitar Kangean seperti Bali, Nusa Tenggara Barat, dan Nusa Tenggara Timur masih belum optimal.

Untuk jalur pendistribusian gas dari Kangean ke Bali, NTT, dan NTB jika menggunakan pipa bawah laut kemungkinannya kecil, karena kondisi dasar lautnya yang banyak terdapat palung laut. Selain itu juga tentu dengan alasan pertimbangan ekonomis dimana untuk pembangunan jalur pipa bawah laut tergolong mahal.

Salah satu bentuk pemanfaatan gas sebagai sumber energi bagi pembangkit listrik PLN adalah pemanfaatan berupa CNG (*Compress Natural Gas*) sebagai bahan bakar untuk menggantikan penggunaan HSD yang selama ini digunakan sebagai bahan bakar pembangkit listrik PLN. Pemanfaatan tersebut tentunya harus ditunjang dengan fasilitas pendukung berupa tersedianya kapal pengangkut serta fasilitas penunjuang lainnya, baik untuk memproduksi, memproses dan mendistribusikan.

Penelitian ini bertujuan untuk memilih lokasi pembangunan Mini CNG Plant dengan metode ANP (*Analytical Network Process*), mendesain 3 model distribusi CNG dari Pagerungan menuju Bali, Nusa Tenggara Barat, dan Nusa Tenggara Timur, menentukan model yang mempunyai biaya transportasi dari model yang memiliki biaya total transportasi paling minimum, menghitung estimasi biaya investasi rantai suplai CNG untuk model

yang memiliki total biaya paling minimum, dan menghitung margin jual CNG.

II. TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Pemilihan Lokasi dengan metode ANP (*Analytical Network Process*).

Analytical Network Process adalah teori pengukuran relatif yang digunakan untuk mendapatkan skala rasio yang menggambarkan tingkat pengaruh dari tiap-tiap elemen pengambilan keputusan terhadap kriteria kontrolnya (Saaty 2005). [2] Pada penelitian ini ANP digunakan untuk memecahkan masalah pemilihan lokasi untuk membangun mini CNG *plant* melalui pendekatan ANP untuk pengambilan keputusan untuk mendapatkan prioritas. Dalam melakukan pengolahan data berdasarkan hasil penilaian dari kuisioner yang disebarakan ke beberapa responden, berikut langkah-langkah perhitungannya dengan menggunakan *Software Super Decision* :

- Menghitung nilai *geometric mean*
- Membuat model atau *hierarki* dalam *software* dilakukan dengan langkah – langkah membuat *cluster*, membuat *node* atau subkriteria, mengatur lokasi *hierarki*, dan terakhir menghubungkan kluster, subkriteria, dan alternatif.
- Membandingkan kriteria
- Menghitung *supermatrix*
- Menghitung *weighted supermatrix* dan *unweighted Supermatrik*.
- Menghitung *limiting supermatrix*.

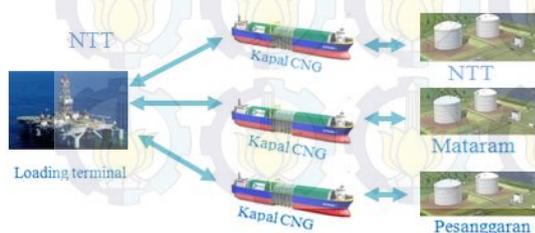
2.2. Pemodelan alur distribusi

Pemodelan alur distribusi dilakukan untuk mengetahui gambaran bagaimana pola distribusi yang akan dilakukan mulai dari *loading terminal* sampai *pada receiving terminal*. Pada penelitian ini, alur distribusi CNG dibedakan menjadi 3 model. Dari ketiga model ini tentunya akan memiliki perhitungan biaya yang berbeda pula, dikarenakan efisiensi dari *fixed cost* dan *variable cost*.

Pemodelan alur distribusi pada penelitian ini dibedakan menjadi pemodelan dengan gambar alur distribusi dan pemodelan secara matematis.

a. Pemodelan Gambar Alur

Pemodelan gambar alur menggunakan gambaran secara diskriptif, sehingga bisa mendapatkan gambaran awal mengenai alur distribusi dari *loading terminal* ke *receiving terminal*. Gambaran alur distribusi tersebut dibedakan menjadi tiga model. Berikut adalah gambaran pada masing-masing model.



Gambar 1. Model 1 Alur distribusi CNG

Gambar 1 di atas merupakan pola alur distribusi CNG dari *loading terminal* menuju ke *receiving terminal* yang ada di Bali, NTB, dan NTT. Dapat dijelaskan bahwa untuk model 1, masing-masing 1 kapal pengangkut CNG akan melayani 1 daerah tujuan. Dengan kata lain, dari empat jenis kapal pemandang yang tersedia, akan dilaksanakan optimasi berdasarkan *cost function* untuk masing-masing jenis kapal. Kombinasi yang terjadi antara empat jenis kapal dan tiga jenis rute pelayaran kapal, akan menghasilkan 1 atau 2 jenis kapal yang terpilih untuk melayani tiga jenis rute yang berbeda.



Gambar 2. Model 2 Alur distribusi CNG

Gambar 2 di atas merupakan pola alur distribusi CNG dari *loading terminal* menuju ke *receiving terminal* yang ada di Bali, NTB, dan NTT. Seperti yang terlihat pada gambar 2, untuk model 2 ini terdapat 1 kapal pengangkut CNG akan melayani 1 daerah tujuan yaitu Bali. Sedangkan 1 kapal lagi akan melayani daerah NTB dan NTT sekaligus dengan rute pelayaran *loading terminal-NTB-NTT-loading terminal*. Dengan kata lain, dari empat jenis kapal pemandang yang tersedia, akan dilaksanakan optimasi berdasarkan *cost function* untuk masing-masing jenis kapal. Kombinasi yang terjadi antara empat jenis kapal dan dua jenis rute pelayaran kapal, akan menghasilkan 1 atau 2 jenis kapal yang terpilih untuk melayani dua jenis rute yang berbeda.



Gambar 3. Model 3 Alur distribusi CNG

Gambar 3 di atas merupakan pola alur distribusi CNG dari *loading terminal* menuju ke *receiving terminal* yang ada di Bali, NTB, dan NTT. Pada model 3 ini, 1 kapal pengangkut CNG akan melayani 3 daerah tujuan sekaligus yaitu ke Bali, ke NTB, dan yang terakhir ke NTT dengan rute pelayaran dari *loading terminal* menuju ke Bali, NTB, dan NTT, kemudian kembali lagi ke *loading terminal* CNG. Dari empat jenis kapal pemandang yang tersedia, akan dilaksanakan optimasi berdasarkan *cost function* untuk masing-masing jenis kapal. Kombinasi yang terjadi antara empat jenis kapal dan satu jenis rute pelayaran kapal, akan menghasilkan 1 atau 2 jenis kapal yang terpilih untuk melayani satu jenis rute yang telah ditentukan.

b. Pemodelan Matematis

Untuk model matematis, aspek pertama yang dapat dimodelkan adalah *Total Freight Cost* [3]. Adapun formula untuk *Total Freight Cost* adalah:

$$\begin{aligned} \text{Total freight cost} &= (\text{Charter cost per year}) + (2 * \text{Port Charge}) + \\ &\text{Bunker Consumption Cost} + \text{Crew cost} + \text{Insurance Cost} \end{aligned}$$

➤ *Charter cost per year* = *ship operating day* * *Charter Cost*

$$\text{Charter cost per year} = D_{eff} * C_{ijk} \quad (1)$$

➤ *Port Charge* = $2 * \text{Port cost}_{ij} * \text{Chargo Ship capacity}_{ijk} * \text{Voyage}_{ijk}$

$$\text{Port Charge} = 2 * (P_{port} * CS_{ijk} * V_{ijk}) \quad (2)$$

➤ *Bunker consumption cost* = *bunker consumption* * *Round trip per year* * *bunker cost*

$$\begin{aligned} \text{RTD}_{ijk} &= \text{Sea time}_{ijk} + \text{port time}_{ijk} + \text{Slack}_{ijk} \\ \text{Sea time}_{ijk} &= \frac{S_{ij}}{V_k} \end{aligned}$$

$$\text{Port time}_{ijk} = \left[2 * \frac{CS_{ijk}}{L_k} \right] + \text{Slack time}_{ijk}$$

$$\text{RTY}_{ijk} = \text{Voyage}_{ijk} * \text{RTD}_{ijk}$$

$$V_{ijk} = \frac{D_{mj}}{CS_{ijk} - SS_j}$$

$$\text{Bunkering MFO}_{ijk} = N_{MFOijk} * \text{RTY}_{ijk} * P_{MFO}$$

$$\text{Bunkering MDO}_{ijk} = N_{MDOijk} * \text{RTY}_{ijk} * P_{MDO}$$

➤ *Insurance cost* = *Cargo ship capacity* * *Ins. Cost* * *RTY*

$$\text{Insurance cost} = CS_{ijk} * P_{insij} * \text{RTY}_{ijk}$$

Fungsi di atas akan mencari total biaya yang terjadi dalam satu kali pengapalan yang nantinya perlu dihitung *total cost* untuk semua kombinasi rute yang muncul. Sedangkan untuk mencari biaya minimum adalah melalui seleksi kombinasi yang terjadi dengan memilih hasil biaya pengapalan yang terkecil.

$$\text{jumlah kombinasi} = \sum_{i=1}^{N_i} \sum_{j=1}^{N_j} [X_{ij}]$$

Dimana ,

C_{ij} = charter kapal dari suplai i ke terminal j

D_{eff} = ship effective day

S_{ij} = jarak dari i ke terminal j

V_k = kecepatan kapal k saat membawa muatan

CS_{ijk} = cargo ship capacity yang dibawa dari i ke j oleh kapal k

L_k = loading unloading kapal k

RTD_{ijk} = akumulasi waktu *rond trip* kapal k dalam setahun dari i ke j

RTY_{ijk} = akumulasi waktu *round trip* kapal k dalam setahun dari i ke j

V_{ijk} = trip yang dilakukan kapal k untuk memenuhi demand selama 1 tahun dari i ke j

D_{mj} = kebutuhan di terminal j

SS_j = safety stock di terminal j

P_{port} = charge port

N_{MFO} = konsumsi MFO kapal

N_{MDO} = konsumsi MDO kapal

P_{MFO} = harga HFO

P_{MDO} = harga MDO

M_j = kapasitas maksimal tangki terminal j

Total freight cost

$$\begin{aligned} &= [C_{ij} * D_{eff}] + 2 * \left[P_{port} * CS_{ijk} \left[\frac{D_{mj}}{CS_{ijk} - SS_j} \right] \right] + \\ &\left[\left[\left[\frac{S_{ij}}{L_k} \right] + 2 * \frac{CS_{ijk}}{L_k} \right] * \left[\frac{D_{mj}}{CS_{ijk} - SS_j} \right] \right] \left[[N_{MFOijk} * P_{MFO}] + [N_{MDOijk} * P_{MDO}] \right] + [CS_{ijk} * P_{insij} * \text{RTY}_{ijk}] \end{aligned}$$

III. ANALISA DAN PEMBAHASAN

3.1 Analisa pemilihan Lokasi dengan Metode ANP

Dalam proses pemilihan lokasi CNG, tentunya sudah harus menentukan kriteria dan subkriteria apa saja yang akan dijadikan dasar pengambilan keputusan. Adapun kriteria dan subkriterianya seperti pada tabel di bawah ini

Tabel 1. Kriteria dan subkriteria

1	Water Front (C1)	Sustainability for Access (SC-01)
		Water Dept (SC-02)
		Tide (SC-03)
		Wave (SC-04)
2	Cost (C2)	land & preparation cost (SC-05)
		Pipe Line to Loading Terminal (SC-06)
		Berthing Facility (SC-07)
		Dredging (SC-08)
3	Environment (C3)	Safety & Security (SC-09)
		Community Accessibility (SC-10)
		Public Facilities (SC-11)
4	Contruction (C4)	Periode & Contruction (SC-12)
		Acces For Land & Distribution (SC-13)
		Future Business Development (SC-14)

Dari kriteria dan subkriteria yang telah ditentukan kemudian dibuat kuisisioner untuk memberikan penilaian mana yang lebih penting antara kriteria yang satu dengan yang lainnya. Setelah kuisisioner selesai, kemudian dibuat matriks perbandingan. Adapun contoh matriks perbandingan adalah sebagai berikut:

Tabel 2. Matriks perbandingan

Water Front	SC-01	SC-02	SC-03	SC-04
SC-01	1	3,2	1	3
SC-02	0,5	1	5	0,25
SC-03	0,333	0,2	1	4
SC-04	3	4	0,25	1

Dari matriks perbandingan masing-masing kriteria, dilakukan perhitungan *eigen vector* untuk kemudian dijadikan *supermatrix*, *unweighted supermatrix*, *wighted supermatrix* dan *limiting supermatrix*.

3.2 Analisa Pola Distribusi dan Penugasan Kapal

Berdasarkan pada semua asumsi data, input data dan batasan seperti yang telah dijelaskan sebelumnya, maka dapat diperoleh luaran model berupa pola distribusi CNG dari *loading terminal* Pagerungan menuju ke masing-masing *receiving terminal* yang ada di Bali, NTB, dan NTT.

Optimasi pola distribusi pada masing masing model dilakukan secara bertahap. Adapun tujuan dilakukannya optimasi ini adalah untuk menyederhanakan masalah kombinasi antara model transportasi dan penugasan kapal akan dikerjakan dalam satu rangkaian. Untuk memudahkan perhitungan, terlebih dahulu harus menghitung satu persatu biaya tetap, biaya variabel, serta waktu tempuh untuk masing-masing alternatif kapal.

Adapun tahapan prosesnya adalah pertama dilakukan optimasi untuk model 1 kemudian diselesaikan dengan batasan yang telah ditentukan. Setelah selesai optimasi pada model 1, tahap selanjutnya adalah dilakukan optimasi pada model 2 dengan langkah yang sama dengan model pertama, begitu juga dengan model yang ketiga yang langkah optimasinya sama dengan model-model sebelumnya. Hanya yang membedakan adalah perbedaan kombinasi alur pelayarannya saja.

Pada optimasi tahap pertama akan dilakukan analisa *supply* distribusi CNG dari terminal CNG Pagerungan ke masing-masing terminal yang ada di Bali, NTB, dan NTT. Kapal yang digunakan pada optimasi ini adalah kapal CNG teknologi Coselle dengan tipe Coselle C16, Coselle C20, Coselle C25, dan Coselle C30. Nantinya akan terpilih satu jenis kapal diantara empat jenis kapal perbandingan yang memiliki *cost function* paling rendah.

Pada model kedua dilakukan analisa *supply* distribusi CNG yang sama dengan tahap pertama, dengan rute Pagerungan-Bali, dan Pagerungan-NTB-NTT. Faktor jarak dan kapasitas *demand* yang akan disuplai sangat berpengaruh pada optimasi tahap kedua ini.

Pada model ketiga akan dilakukan analisa *supply* distribusi dimana untuk alur pelayarannya adalah Pagerungan-Bali-NTB-NTT. Pada model optimasi ini

nantinya hanya akan ada 1 kapal yang melayani 3 *demand* sekaligus dalam 1 kali pelayaran.

IV. HASIL

4.1 Hasil Pemilihan Lokasi dengan Metode ANP

Untuk menentukan ranking dari empat alternatif lokasi dengan empat jenis kriteria penilaian yakni dengan menggunakan software *Super Decision*. Adapun hasil pengolahan softwarenya adalah seperti gambar di bawah ini

Icon	Name	Normalized by Cluster	Limiting
No Icon	Gayam	0.19597	0.097891
No Icon	Karopo	0.18826	0.094038
No Icon	Pagerungan	0.36740	0.183518
No Icon	Poteran	0.24837	0.124063

Gambar 4. Hasil perankingan pada software *Super Decision*

Dari gambar 4 di atas dapat dilihat terdapat 4 lokasi yang menjadi alternatif pilihan, yaitu: desa Gayam yang ada di Pulau Sepudi, desa Karopo yang terletak di Pulau Raas, desa Pagerungan yang ada di Pulau Kangean, dan desa Poteran yang ada di Pulau Talango. Dari hasil pengolahan software *super decision* seperti yang ada pada gambar di atas, maka lokasi yang terpilih dengan bobot tertinggi adalah Desa Pagerungan dengan bobot 0.36740, ranking keduanya adalah desa poteran dengan bobot 0.12406, ranking ketiga adalah desa gayam dengan bobot 0.1959 dan ranking terakhir adalah desa karopo dengan bobot 0.18826.

4.2 Hasil Optimasi *Supply Chain*

Dari tiga model optimasi yang dilakukan, yang terpilih adalah optimasi pada model 2 dimana pada model 2 ini ada 2 alur pelayaran yaitu Pagerungan-Bali, Pagerungan-NTB-NTT. ada 3 *demand* yang dilayani pada model 2 yaitu *receiving terminal* yang ada di Bali, *receiving terminal* yang ada di NTB, dan *receiving terminal* yang ada di NTT. Terdapat empat jenis kapal CNG yang dikombinasikan dengan dua rute pelayaran dan tiga *demand*.

a. Menentukan model optimasi

Data utama yang akan digunakan pada model kedua diantaranya:

- *Loading terminal*
 - Pagerungan
- *Unloading Terminal*
 - Bali
 - NTB
 - NTT
- Kapal
 - Coselle C16
 - Coselle C20
 - Coselle C25
 - Coselle C30

Dengan memasukkan data yang telah ditentukan dari data identifikasi jenis kapal CNG, konsumsi bahan bakar, *Charter Rate*, kombinasi jarak rute kapal, daftar harga jenis bunker dan biaya *port charge* maka akan dapat dihitung biaya tetap (*fixed cost*) dan biaya variabel untuk masing-masing alternatif kapal pembanding yang tersedia. Tahapan perhitungan pada model 2 yang akan dibandingkan diselesaikan satu persatu, mulai dari perhitungan *round trip per year, operating cost*, yang terdiri dari *MFO Cost per year, MDO Cost per year, Port Charge, Insurance Cost, Crew Cost*, dan *Charter Rate*. Sehingga dari semua perhitungan di atas akan didapatkan *total operating cost* serta *total ship cost*. Berikut penjabaran dari masing-masing tahapan yang dilakukan

Round Trip Year (Voyage Calculation)

- $RTD_{ijk} = \text{sea time}_{ijk} + \text{port time}_{ijk}$ Sea
 $\text{time}_{ijk} = \frac{S_{ij}}{V_k}$

- Port $\text{time}_{ijk} = \left[2 * \frac{CS_{ijk}}{L_k} \right] + \text{Slack time}_{ijk}$

❖ $RTY_{ijk} = \text{Voyage}_{ijk} * RTD_{ijk}$

$V_{ijk} = \frac{D_{mj}}{C_{ijk} - SS_j}$

Pada optimasi nantinya akan terdapat perbedaan *Round Trip* pada masing-masing kapal. Hal ini disebabkan oleh beberapa aspek diantaranya; kecepatan, jarak tempuh, lamanya proses *loading/unloading*, kapasitas muat kapal, serta *safety stock* pada masing-masing *storage* terminal tujuan.

Selain variabel yang telah disebutkan di atas, ada beberapa variabel yang mempengaruhi *Cost Function* paling optimal dalam melayani ketiga *demand* yang ada di Bali, NTB, dan NTT, yaitu;

- Biaya konsumsi bahan bakar
- Biaya pelabuhan
- Biaya asuransi
- Biaya sewa kapal

b. Batasan dan luaran model 2

Batasan dimaksudkan agar kombinasi kapal yang terpilih nantinya merupakan sebuah kombinasi yang *feasible*. Batasan yang diberikan pada model dua adalah batasan pada kapasitas muatan yang diangkut kapal serta waktu akumulasi tempuh kapal dalam satu tahun. Pada luaran nantinya akan terpilih satu jenis kapal pembanding yang akan melayani *demand* di Bali, NTB, dan NTT. Berikut adalah tabel batasan serta luaran pada model 2.

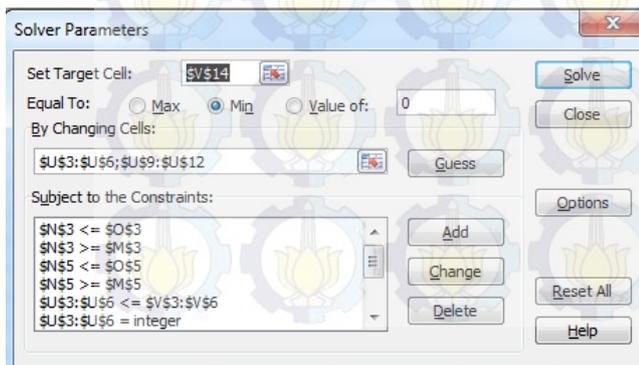
Tabel 4. Batasan Model 2

Constraint				
SHIP CARRYING	Min Value	g(x)	max value	unit
Ship Carrying Capacity Bali	384451,37	384508	768902,743	Ton/year
Ship Carrying Capacity NTB & NTT	206694,29	206920,8	413388,571	Ton/year
Round Trip Day	Min Value	g(x)	max value	unit
Ship Round Trip Day To Bali	0	2869,952857	7800	jam
Ship Round Trip Day To NTB & NTT	0	3580,547143	7800	jam

Dengan batasan yang telah ditetapkan tersebut, maka selanjutnya dilakukan perhitungan pemilihan jenis kapal yang akan melayani ketiga *demand* yang telah ditentukan dengan menggunakan *excel solver* untuk selanjutnya ditemukan optimasi biaya yang digunakan untuk biaya transportasi CNG dari Pagerungan.

Dari *excel solver* didapatkan dua jenis kapal yang terpilih dari 10 alternatif kapal untuk melayani tiga *demand* yang ada di Bali, NTB, dan NTT. Kapal yang paling sesuai digunakan untuk distribusi CNG dari Pagerungan ke Bali adalah kapal CNG Coselle 25 dan kapal yang sesuai digunakan untuk distribusi CNG dari pagerungan-NTB-NTT adalah kapal Coselle C30 dengan uraian sebagai berikut

- Untuk memenuhi kebutuhan gas di Celukan Bawang (Bali) dibutuhkan kapal CNG Coselle C25 dengan kapasitas 2831684,659 m³. Untuk mengangkut CNG dari terminal CNG Pagerungan menuju Celukan Bawang dengan jarak tempuh 123,11 Nm dengan kecepatan kapal 14 knot serta waktu bongkar muat 12 jam, maka untuk 1 kali trip dibutuhkan 29,59 jam. Sehingga total kebutuhan CNG di Celukan Bawang dalam 1 tahun sebesar 384451,37 TPY dapat dipenuhi oleh 9 kapal jenis Coselle C30 dengan 97 trip serta akumulasi perjalanan selama 1 tahun sebanyak 2869,96 jam. Muatan yang dibawa selama 1 tahun



Gambar 5. Software super decision

proses distribusi oleh kapal CNG Coselle C25 adalah sebanyak 384508 TPY.

- Untuk memenuhi kebutuhan gas di Nusa Tenggara Barat dan Nusa Tenggara Timur dibutuhkan 2 unit kapal CNG tipe Coselle C25 dengan kapasitas $3398021,6 \text{ m}^3$ dengan 87 kali *round trip* tiap kapalnya. Untuk mengangkut CNG dari terminal Pagerungan menuju ke Nusa Tenggara Barat kemudian menuju ke Nusa Tenggara Timur dengan jarak tempuh sejauh 204,09 Nm dengan kecepatan kapal 14 knot serta waktu bongkar muat 12 jam, maka untuk 1 kali *round trip* dibutuhkan 30,94 jam. Dengan demikian total jumlah kebutuhan CNG Nusa Tenggara barat dalam 1 tahun sebesar 146752,94 TPY dapat dipenuhi oleh 1 unit kapal CNG Coselle C30 dengan perjalanan selama 1 tahun sebanyak 87 trip atau 3580, 54 . Muatan yang dibawa selama 1 tahun proses distribusi oleh kapal CNG Coselle C30 adalah sebanyak 206920,8 TPY.

Dengan distribusi CNG serta penugasan kapal seperti tersebut di atas, akan diketahui berapa biaya yang diperlukan selama pengiriman CNG dalam satu tahun. Biaya-biaya tersebut terdiri dari biaya tetap (*fixed cost*) dan biaya variabel (*Variable cost*) Komponen *fixed cost* adalah biaya tetap dan tidak tergantung pada oprasi kapal, terdiri atas biaya kepemilikan kapal. Sedangkan biaya total operasi kapal adalah biaya konsumsi bahan bakar, biaya pelabuhan, biaya asuransi, dan biaya *crew* kapal. *Fixed cost* yang dibutuhkan dalam 1 tahun pada model ini adalah USD 156.440.415,83 sedangkan *Variable Costnya* adalah USD 90.770.066,95

V. KESIMPULAN

Berdasarkan hasil analisa pada perhitungan sebelumnya, maka dapat ditarik beberapa kesimpulan yaitu:

1. Dalam pemilihan lokasi pembangunan mini CNG plant, maka lokasi yang paling optimal berdasarkan perhitungan dengan menggunakan software *super desicion* adalah di Ds. Pagerungan Kecamatan Sapeken Kepulauan Kangean KabupatenSumenep.
2. Dalam pendistribusian CNG dari terminal gas Pagerungan ke tiga lokasi yang akan disuplai yaitu Celukan Bawang (Bali), Nusa Tenggara Barat, dan Nusa Tenggara Timur, model distribusi yang efektif dengan total cost yang paling minimum adalah model 2, dengan rincian penjelasan model sebagai berikut:

- a. Untuk memenuhi kebutuhan gas di Celukan Bawang (Bali) dibutuhkan 2 unit kapal CNG teknologi Coselle tipe C25 dengan kapasitas $2831684,66 \text{ m}^3$. untuk mengangkut CNG dari terminal pagerungan menuju ke Celukan Bawang 123 Nautical mile dengan kecepatan kapal 14 knot serta waktu bongkar muat 6 jam, maka untuk satu kali *round trip* diperlukan waktu 29,59 jam. Dengan demikian total kebutuhan gas di Bali dalam 1 tahun sebesar 384451,37 TPY dapat dipenuhi oleh 1 unit kapal Coselle C25 dengan akumulasi perjalanan sebanyak 2869,95 jam atau 119,58 hari. Muatan yang dibawa selama 1 tahun proses distribusi CNG oleh kapal Coselle C25 adalah sebanyak 384508 TYP.
- b. Untuk memenuhi kebutuhan gas di Nusa tenggara barat dan Nusa tenggara timur dibutuhkan 1 unit kapal CNG Coselle C30 dengan kapasitas $3398021,59 \text{ m}^3$. Kapal CNG akan mendistribusikan gas terlebih dahulu dari pagerungan ke Nusa Tenggara Barat dengan jarak pelayaran sejauh 94,49 *Nautical mile*. Kemudian kapal akan berlayar menuju Nusa Tenggara Timur dengan jarak pelayaran sejauh 109,6 *Nautical mile*. Kecepatan kapal Coselle 14 knot serta waktu bongkar muat 6 jam sehingga untuk satu kali *round trip* dibutuhkan waktu 43,40 jam. Dengan demikian total kebutuhan CNG di NTB dan NTT dalam 1 tahun sebesar 206694,8 TPY dapat dipenuhi oleh 1 unit jenis kapal Coselle C30 dengan akumulasi perjalanan selama 1 tahun sebesar 3580,54 jam atau 149,18 hari. Muatan yang dibawa selama 1 tahun proses distribusi CNG sebesar 206920,8 TPY.
- c. Total biaya transportasi yang dibutuhkan untuk 1 tahun pada model 2 didapatkan sebesar \$ 247.210.482,78 .

DAFTAR PUSTAKA

- [1] Jannah Mifathul. 2013. *Pembangunan PTMG Hybrid Bawean dengan bahan bakar CNG sebagai model penyediaan listrik untuk kepulauan kecil*: PT PJB.
- [2] Saaty, T. L. (2005). *Theory and Applications of the Analytic Network Process*. Pittsburgh, PA: RWS Publications, 4922 Ellsworth Avenue, Pittsburgh, PA 15213.
- [3] Armita I Putu Yusna “ Optimasi Rantai Pasok LNG : Studi Kasus Kebutuhan LNG di Bali”. Institut Teknologi Sepuluh Nopember, 2011.
- [4] Ebru Yazgan. 2011. *Aplication of Analytic Network Process: Weighting of Selection Creteria for Civil Pilot : Journal of Aeronatics and Space Technologys*
- [5] Hadiwarsito Dhani. 2012. *Kajian marine CNG Sebagai Alternatif Transportasi Gas Bumi Untuk Memenuhi kebutuhan pembangkit listrik di Pulau Bali*, Jakarta : UI Jakarta

