



CINIA

The 2nd Conference on Innovation and Industrial Applications (CINIA 2016)

Kajian Pemilihan Metode Distribusi LNG ke Pembangkit Listrik Tenaga Gas Bintuni

Ketut Buda Artana, Taufik Fajar N, Yeyes Mulyadi & Gede Bagus Dwi SA

Jurusan Teknik Sistem Perkapalan, Fakultas Teknologi Kelautan, Institut Teknologi Sepuluh Nopember (ITS)
Surabaya Jl. Arif Rahman Hakim, Sukolilo, Surabaya Indonesia

ketutbuda@its.ac.id

Abstrak

Kementerian Energi dan Sumber Daya alam melalui surat menteri No. 4112/13/MEM.M/2014 memberikan alokasi gas alam sebanyak 20 MMSCFD dari Kilang *Liquefied Natural Gas* (LNG) Tangguh untuk kelistrikan wilayah Papua. Gas alam akan dibawa ke beberapa lokasi pembangkit di Wilayah Papua, dengan prioritas bintuni sebagai tujuan distribusi LNG tersebut. Pembangkit listrik di bintuni memiliki keluaran daya sebesar 15 MW, dan berada di daerah hulu sungai dengan kedalaman maksimal ± 5 meter pada kondisi pasang. Pada kajian ini akan dilakukan pemilihan metode distribusi gas alam menuju bintuni dengan menggunakan metode Multi Criterion Decision Making (MCDM) dengan Analytical Hierarchy Process (AHP). Selanjutnya dilakukan perancangan desain teknis untuk terminal penerima di Bintuni berdasarkan peraturan yang dikeluarkan National Fire Protection Association (NFPA) edisi 59A mengenai *Standard For The Production, Storage, And Handling Of Liquefied Natural Gas*. Berdasarkan hasil pemilihan AHP dengan bantuan perangkat lunak Expertchoice Ver.11.0 menunjukkan alternatif penggunaan LCT/Barge untuk distribusi LNG dari sumber LNG lebih unggul dibandingkan alternatif pipa gas bawah laut dan kabel transmisi.

Kata kunci: Pemilihan, MCDM, AHP, Terminal Penerima LNG, Bintuni

1 PENDAHULUAN

Potensi penggunaan sumber daya mineral untuk kebutuhan domestik di Indonesia menjadi fokus pengembangan di pemerintahan. Indonesia memiliki tiga Kilang LNG yang berada di Bontang, Donggi-senoro dan Tangguh. Sejak mulai beroperasi LNG sebagian besar dikirim ke konsumen diluar negeri. Namun, seiring pembangunan infrastruktur dan pengembangan daerah disekitar kilang, mengharuskan operator kilang untuk mengalokasikan sekian persen produksi untuk kebutuhan daerah. Melalui surat menteri No. 4112/13/MEM.M/2014 memberikan alokasi gas alam sebanyak 20 MMSCFD dari Kilang *Liquefied Natural Gas* (LNG) Tangguh untuk kelistrikan wilayah Papua Barat. Keputusan ini juga merupakan hasil desakan pemerintah daerah untuk dapat menikmati hasil mineral yang dihasilkan didaerahnya. Kabupaten Bintuni sebagai salah satu bagian dari provinsi Papua Barat menginginkan agar pembangkit listrik tenaga gas (PLTG) berkapasitas 10 MW yang rencananya dibangun pada tahun 2017 mendapatkan suplai dari Kilang LNG di Tangguh. Jarak dari bintuni ke Kilang Tangguh hanya 32 nautical miles dipisahkan oleh teluk bintuni. Dengan jarak yang cukup dekat terdapat beberapa cara untuk melakukan distribusi gas alam dari Kilang Tangguh ke Bintuni. Dalam penelitian ini akan dilakukan pemilihan metode distribusi gas bumi berdasarkan beberapa alternatif metode. Alternatif yang dikembangkan mempertimbangkan beberapa kriteria pertimbangan, yang selanjutnya digunakan sebagai masukan data untuk pemilihan multikriteria (MCDM) dengan pendekatan AHP.

Metode distribusi gas alam merupakan salah satu masalah dalam rantai pasok gas bumi. Dalam penelitian ini juga akan dilakukan perancangan tata letak (layout) untuk terminal penerima di Bintuni. Terminal penerima ini merupakan fasilitas antara yang berfungsi untuk menerima, menyimpan dan mengolah LNG yang dikirimkan sampai dengan dimanfaatkan oleh PLTG sebagai bahan bakar. Perancangan tata letak fasilitas penerima dikembangkan berdasarkan standar internasional yakni NFPA 59A mengenai standar untuk produksi, menyimpan dan mengolah LNG [1]. Pada bagian 2 dan 3 akan dijelaskan mengenai teori dasar dan metode penelitian yang digunakan. Hasil analisa dan kesimpulan dapat dilihat pada bagian 4 dan 5.

2 TINJAUAN PUSTAKA

2.1. Rantai Pasok LNG

Gas alam cair (*liquefied natural gas*, LNG) adalah gas alam yang telah diproses untuk menghilangkan ketidakmurniannya dan hidrokarbon berat yang terkandung dan dikondensasi menjadi cairan pada tekanan atmosfer dengan mendinginkannya hingga mencapai suhu sekitar -160° Celsius [2]. LNG memiliki massa jenis sekitar 45% dari massa jenis

air, dengan reduksi volume hingga 1/640 volume gas alam pada suhu dan tekanan standar. Tujuan utama dari pencairan gas alam menjadi LNG adalah untuk memudahkan transportasinya dalam jarak jauh. Transportasi gas alam jarak jauh menggunakan pipa amatlah mahal dan tidak ekonomis. Untuk ladang kecil dan jarak yang jauh, LNG jauh lebih kompetitif dibandingkan dengan transportasi via jalur pipa[3]. Sebuah kilang LNG umumnya baru mencapai titik ekonomis bila produksinya mencapai 400 mmscf (Million Metric Standard Cubic Feet Per Day) dengan masa operasi minimal 20 tahun (Mahendra, 2008).

LNG *Supply Chain* atau rantai pasok LNG adalah proses terintegrasi untuk memproduksi, menyimpan, mengirimkan dan mendistribusikan gas alam dari lokasi dimana gas diproduksi hingga menuju lokasi dimana gas akan digunakan. Rantai pasok LNG ini memiliki komponen Cadangan gas alam / sumur produksi (*gas well*), Kilang liquefaksi (*liquefaction plant*), Terminal Muat beserta Tangki Penyimpan (*loading terminal*), Kapal pengangkut LNG (*LNG carrier*), Terminal penerima beserta tangki penyimpanan (*receiving terminal*), Unit regasifikasi (*regasification unit*), dan Konsumen Gas (*end user*). Rantai Pasok LNG dapat dilihat pada gambar dibawah ini.



Gambar 1. Rantai Pasok LNG

2.2. Analisis Hierarchy Process (AHP)

AHP merupakan suatu metode untuk membantu menyusun suatu prioritas dari berbagai pilihan dengan menggunakan beberapa kriteria (multi kriteria). Karena sifatnya yang multi kriteria, AHP banyak digunakan dalam penyusunan prioritas. AHP pertama kali diperkenalkan oleh Thomas L Saaty pada tahun 1971-1975[4]. AHP memiliki perhatian khusus tentang penyimpangan dari konsistensi, pengukuran dan pada ketergantungan di dalam dan diantara kelompok elemen strukturnya. Secara garis besar ada 3 tahapan AHP dalam penyusunan sebuah prioritas.

- **Dekomposisi**

Setelah mendefinisikan permasalahan atau persoalan, maka perlu dilakukan dekomposisi, yaitu: memecah persoalan yang utuh menjadi unsur-unsurnya, sampai yang sekecil-kecilnya, sehingga didapatkan tingkatan dari persoalan tadi. Oleh karena itu, makan proses analisis ini dinamakan hirarki. Ada 2 macam hirarki, yaitu hirarki lengkap dan hirarki tidak lengkap. Pada hirarki lengkap semua elemen pada suatu tingkat memiliki semua elemen pada tingkat berikutnya jika tidak, maka dinamakan hirarki tak lengkap.

- **Comparative Judgement**

Prinsip ini berarti membuat penilaian tentang kepentingan relatif dua elemen pada suatu tingkat tertentu dalam kaitannya dengan tingkatan di atasnya. Penilaian ini merupakan inti dari AHP, karena akan berpengaruh terhadap prioritas elemen-elemen. Hasil dari penilaian ini lebih mudah disajikan dalam bentuk matriks Pairwise Comparison. Agar diperoleh skala yang bermanfaat, maka pihak yang memberikan jawaban perlu pengertian yang menyeluruh terhadap elemen-elemen yang diabdndingkan dan relevansinya terhadap kriteria-kriteria yang dipelajari.

- **Synthesis of Priority**

Dari setiap matriks pairwise comparison kemudian dicari vektor eigennya untuk mendapatkan prioritas lokal, karena matriks pairwise comparison terdapat pada setiap tingkat, maka untuk melakukan global harus dilakukan sintesis diantara prioritas lokal. Prosedur melakukan sintesis berbeda menurut bentuk hierarki.

- **Logical Consistency**

Konsistensi jawaban responden dalam menentukan prioritas elemen merupakan prinsip pokok yang akan menentukan validitas data dan hasil pengambilan keputusan. Secara umum, responden harus memiliki konsistensi dalam melakukan perbandingan elemen. Jika $A > B$ dan $B > C$ maka secara logis responden harus menyatakan bahwa $A > C$, berdasarkan nilai numerik yang telah disediakan.

3 METODE PENELITIAN

Penelitian ini dimulai dengan melakukan analisa permintaan gas bumi untuk pembangkit listrik di Bintuni. Dengan konversi dari keluaran daya pembangkit menjadi konsumsi bahan bakar gas didapatkan rata-rata konsumsi perhari persatuan daya. Hasil estimasi ini kemudian menjadi data masukan untuk menghitung kebutuhan tangki dan kapasitas pengiriman. Untuk menentukan metode distribusi gas bumi, dilakukan analisa pemilihan kriteria jamak menggunakan pendekatan AHP. Parameter pertimbangan dan pembobotan untuk setiap kriteria dan sub kriteria dalam analisa AHP dikembangkan dengan memanfaatkan forum diskusi dengan para ahli. Selanjutnya dengan menggunakan software Expertchoice, nilai pembobotan tiap kriteria dibandingkan sehingga terpilih alternatif metode distribusi gas bumi yang paling unggul. Analisa sensitifitas dengan mengubah nilai bobot atau kepentingan untuk setiap kriteria dilakukan untuk mengetahui sejauh mana metode terpilih tetap unggul jika nilai tersebut diubah.

Disisi lainnya dengan terpilihnya metode distribusi gas bumi, maka infrastruktur penunjang distribusi perlu dirancang. Dengan menggunakan Standar dan regulasi internasional dikembangkan sebuah rancangan tata letak fasilitas penerima LNG yang akan dibangun di dekat PLTMG Bintuni. Hasil dari proses ini adalah rancangan tata letak fasilitas penerima yang mampu mengakomodasi metode distribusi terpilih dan kondisi operasi dari PLTMG di Bintuni.

4 HASIL DAN PEMBAHASAN

4.1. Pemilihan Metode Distribusi dengan AHP

Dalam rancangan rantai pasok LNG dari Tangguh ke PLTMG berkapasitas 10MW yang di Bintuni, dikembangkan beberapa alternatif metode distribusi gas alam. Alternatif ini dibuat dengan mempertimbangkan lokasi PLTMG Bintuni yang aksesnya berupa perairan dengan kedalaman maksimal 5m. Dengan demikian alternatif distribusi dengan menggunakan kapal LNG Carrier konvensional akan tereliminasi. Beberapa alternatif yang dianalisa antara lain:

- Alternatif pertama adalah menggunakan LNG *Barge* yang mempunyai draft antara 3-4m. LNG Barge akan membawa LNG dari Kilang tangguh kemudian akan bersandar di rencana jetty yang akan dibangun di PLTMG Bintuni.
- Alternatif kedua dengan menggunakan *subsea pipeline* untuk mengalirkan gas alam dari sumber di Kilang tangguh ke bintuni.
- Alternatif ketiga dengan menggunakan *Subsea Cable* dengan kapasitas tertentu, dimana pembangkit listrik akan diletakkan di sekitar Tangguh LNG. Listrik yang dihasilkan di pembangkit tersebut selanjutnya didistribusikan menuju Bintuni dengan menggunakan kabel listrik bawah laut.



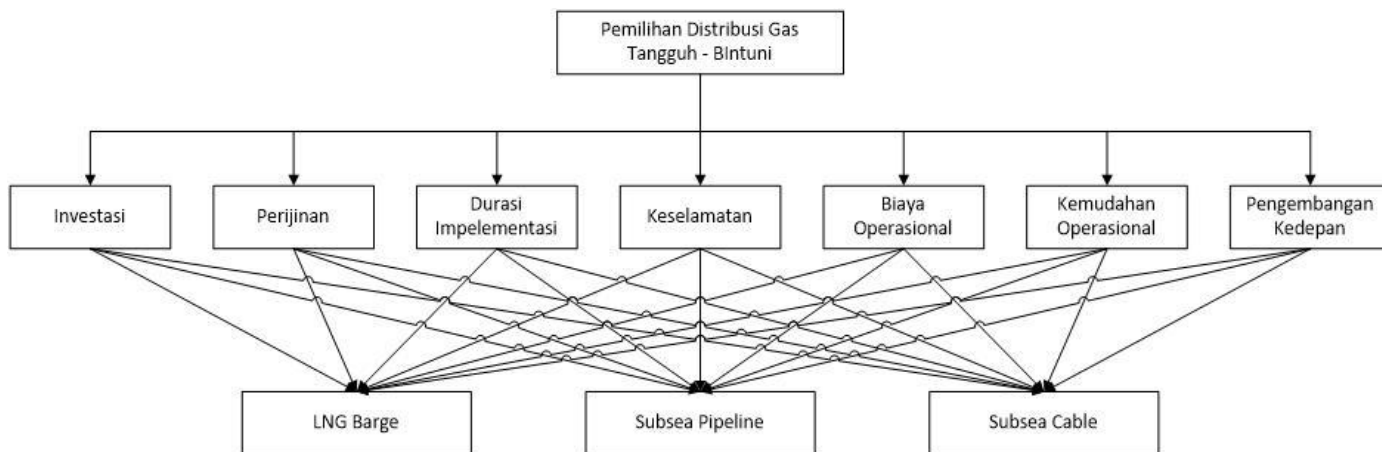
Gambar 2. Alternatif Distribusi gas bumi dari Kilang Tangguh ke Bintuni

Guna menentukan alternatif sistem distribusi menuju lokasi pembangkit, pemilihan dengan pendekatan pengambilan keputusan kriteria jamak (MCDM) digunakan dengan bantuan *software* Expert Choice 11. Beberapa kriteria yang digunakan dalam pemilihan kali ini adalah sebagai berikut:

1. **Investasi**
Parameter ini mempertimbangkan besarnya investasi yang diperlukan untuk kegiatan distribusi gas ke lokasi pembangkit untuk setiap alternatif. Sebagai contoh, opsi menggunakan LNG *Barge* akan memerlukan fasilitas terminal penerima yang terletak dekat dengan rencana pembangkit di Bintuni. Sedangkan opsi menggunakan *subsea cable* akan memerlukan pengadaan kabel listrik bawah laut yang membentang dari Tangguh LNG menuju pembangkit di Bintuni. Jika dibandingkan antara LNG, tentu pada terminal penerima dengan menggunakan alternatif LNG *barge* memerlukan fasilitas tambahan untuk proses regasifikasi sebelum gas dialirkan ke pembangkit.
2. **Perijinan**
Parameter ini mempertimbangkan aspek regulasi dan perijinan yang diperlukan untuk setiap alternatif.
3. **Durasi Implementasi**
Durasi implementasi menunjukkan lama waktu yang diperlukan sampai dengan alternatif yang dipilih dapat melakukan fungsinya untuk mendistribusikan gas. Pada opsi LNG *barge*, selain mempertimbangkan lama pembangunan terminal penerima, juga mempertimbangkan pembangunan *barge* beserta instalasi tangki. Pada alternatif *subsea cable* dan *subsea pipeline* diestimasi lama waktu yang diperlukan sampai dengan bisa mengalirkan listrik atau gas
4. **Keselamatan**
Kriteria keselamatan ditujukan untuk memberikan pertimbangan dari sudut pandang keselamatan umum dan keselamatan aset. Pada keselamatan umum memiliki arti bahwa alternatif yang dipilih harus menjamin keselamatan publik atau orang yang ada di sekitar fasilitas. Sedangkan keselamatan aset berkaitan dengan fasilitas distribusi itu sendiri.
5. **Biaya Operasional**

Biaya operasional berarti biaya yang dibutuhkan dalam menjalankan sistem distribusi gas yang dipilih. Biaya operasional biasanya dinyatakan dalam kebutuhan per tahun. Pada alternatif LNG *barge*, biaya operasional berupa biaya transportasi, biaya perawatan dan lain-lain. Sedangkan biaya operasional pada alternatif *subsea cable* hanya berupa biaya perawatan.

6. Kemudahan Operasional
Kriteria ini memberikan pertimbangan dari sudut teknis pengoperasian fasilitas distribusi gas ke pembangkit. Sebagai contoh pada distribusi menggunakan LNG Barge akan membutuhkan awak kapal yang memiliki kemampuan tertentu, pada saat mengirimkan LNG perlu memperhatikan cuaca, kondisi perairan dan lain-lain.
7. Pengembangan Kapasitas
Menunjukkan kemampuan masing-masing alternatif dengan kemungkinan adanya penambahan kapasitas pembangkit dan pengembangan permintaan lainnya.



Gambar 3. Diagram Pemilihan Metode Distribusi Gas di Bintuni

Gambar 3 menunjukkan diagram kriteria yang dipertimbangkan untuk melakukan pemilihan metode distribusi gas bumi ke Bintuni. Dengan mempertimbangkan perbandingan kriteria-kriteria dalam pemilihan sumber LNG sebagaimana diuraikan di atas, maka penilaian subyektif terhadap perbandingan kriteria tersebut dapat dilakukan sebagaimana pada tabel dibawah ini.

Tabel 1. Penilaian Alternatif Distribusi Gas bumi ke Bintuni

Kriteria	LNG Barge	Pipeline	Subsea Cable
Investasi	●●●●	●●●	●●●
Perijinan	●●●	●●	●●●
Durasi Implementasi	●●●	●●●	●●●●
Keselamatan	●●●	●●●●	●●●●
Biaya Operasional	●●●	●●●●	●●●●●
Kemudahan Operasional	●●●	●●●●	●●●●●
Future Development	●●●●●	●●●	●●●

Berdasarkan preferensi di atas, maka dengan menggunakan Expert Choice 11.0 diperoleh hasil pembobotan untuk masing-masing kriteria sebagaimana pada gambar berikut.

Goal: LNG Supply Tangguh - Bintuni

- **Investasi (L: ,142)**
- **Perijinan (L: ,044)**
- **Durasi Implementasi (L: ,058)**
- **Keselamatan (L: ,220)**
- **Biaya Operasional (L: ,131)**
- **Kemudahan Operasional (L: ,085)**
- **Future Development (L: ,319)**

Investasi

9 8 7 6 5 4 3 2 1 2 3 4 5 6 7 8 9

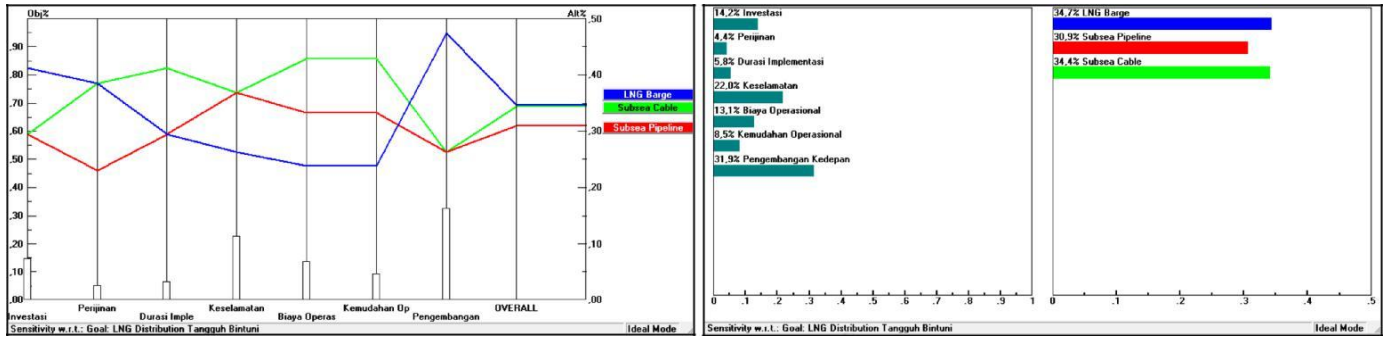
Perijinan

Compare the relative importance with respect to: Goal: LNG Supply Tangguh - Bintuni

	Investasi	Perijinan	Durasi Impl	Keselamatan	Biaya Oper	Kemudahar	Future Devt
Investasi		5,0	3,0	(3,0)	1,0	3,0	(3,0)
Perijinan			(3,0)	(3,0)	(3,0)	(3,0)	(3,0)
Durasi Impl				(3,0)	(3,0)	(3,0)	(5,0)
Keselama					3,0	3,0	(3,0)
Biaya Ope						3,0	(3,0)
Kemudah							(3,0)
Future De	Incon: 0,09						

Gambar 4. Pembobotan Kriteria Distribusi Gas Bumi ke Bintuni

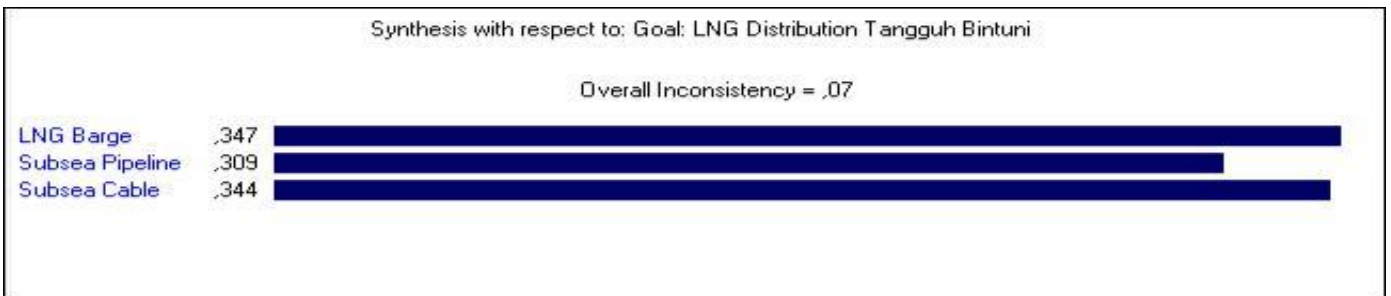
Bobot di atas diperoleh dengan preferensi yang diberikan untuk setiap kriteria sebagaimana terlihat pada beberapa gambar di bawah ini.



Gambar 5. Proses Pembobotan dan Hasil uji sensitivitas

Berdasarkan preferensi di atas, maka dengan menggunakan Expert Choice 11 diperoleh hasil seleksi terhadap empat alternatif yang akan dipakai untuk distribusi gas dari Tangguh LNG menuju pembangkit di Bintuni seperti yang dapat dilihat pada Gambar 5. Dengan mempertimbangkan bahwa pemilihan dilakukan secara kualitatif dan berdasarkan preferensi alternatif menurut kriteria seleksi yang telah ditetapkan, maka perlu dilakukan analisa sensitivitas untuk menjamin bahwa perubahan penilaian terhadap alternatif maupun kriteria tidak akan memberi risiko yang akan merubah hasil seleksi.

Analisa sensitivitas juga dilakukan untuk mengetahui seberapa sensitif kriteria dalam menentukan hasil seleksi. Jika satu kriteria dikatakan sensitif terhadap hasil seleksi, maka penilaian alternatif berdasarkan kriteria tersebut harus dilakukan secara hati-hati. Gambar 5 menunjukkan hasil seleksi berdasarkan penilaian awal (*base case*). Terlihat bahwa dengan bobot kriteria sebagaimana terlihat pada Gambar 6, maka LNG Barge terpilih dengan bobot 34,7%.



Gambar 6. Hasil pemodelan AHP di Expertchoice

Jika bobot kriteria investasi diturunkan menjadi 11,4% yang berarti kriteria lainnya dikorbankan, maka alternatif LNG Barge masih terpilih. Selanjutnya bobot kriteria perizinan diturunkan maupun dikurangi, alternatif yang terpilih tetap pada penggunaan LNG Barge. Hal berbeda terjadi jika bobot kriteria durasi implementasi dinaikkan menjadi 9%, atau bobot kriteria keselamatan dinaikkan menjadi 24,8% alternatif yang terpilih berubah menjadi Subsea Cable. Subsea cable akan terpilih jika bobot kriteria biaya operasional dan kemudahan operasional dinaikkan masing-masing 2%.

Analisa sensitivitas di atas memberikan indikasi bahwa berdasarkan penilaian subyektif terhadap kriteria dan alternatif, maka distribusi dengan memakai LNG Barge memiliki tingkat keterpilihan yang kuat sebagai model yang paling sesuai. Sekalipun demikian, penilaian terhadap kriteria investasi, durasi implementasi, biaya operasional dan kemudahan operasional perlu dilakukan dengan sangat hati-hati karena akan sangat dapat mempengaruhi atau mengubah hasil pemilihan.

Berdasarkan pada pemilihan metode diatas, distribusi gas alam dari Kilang LNG Tangguh dirancang akan menggunakan LNG Barge dengan dimensi 300 ft berkapasitas muatan LNG sampai dengan 3,000 m³ LNG. Terminal Penerima Bintuni akan menerima kapal LNG Barge setiap 18 hari sekali. Desain terminal penerima akan dijelaskan pada bagian selanjutnya.

4.2. Desain Layout Terminal Penerima berdasarkan NFPA 59A

Desain Layout terminal penerima di Bintuni disesuaikan dengan hasil pemilihan metode distribusi LNG yakni dengan menggunakan LNG Barge. Berdasarkan penjelasan dalam laporan yang dikeluarkan oleh *Society of International Gas Tanker and Terminal Operators*, terminal penerima harus memiliki fasilitas sebagai berikut ini:

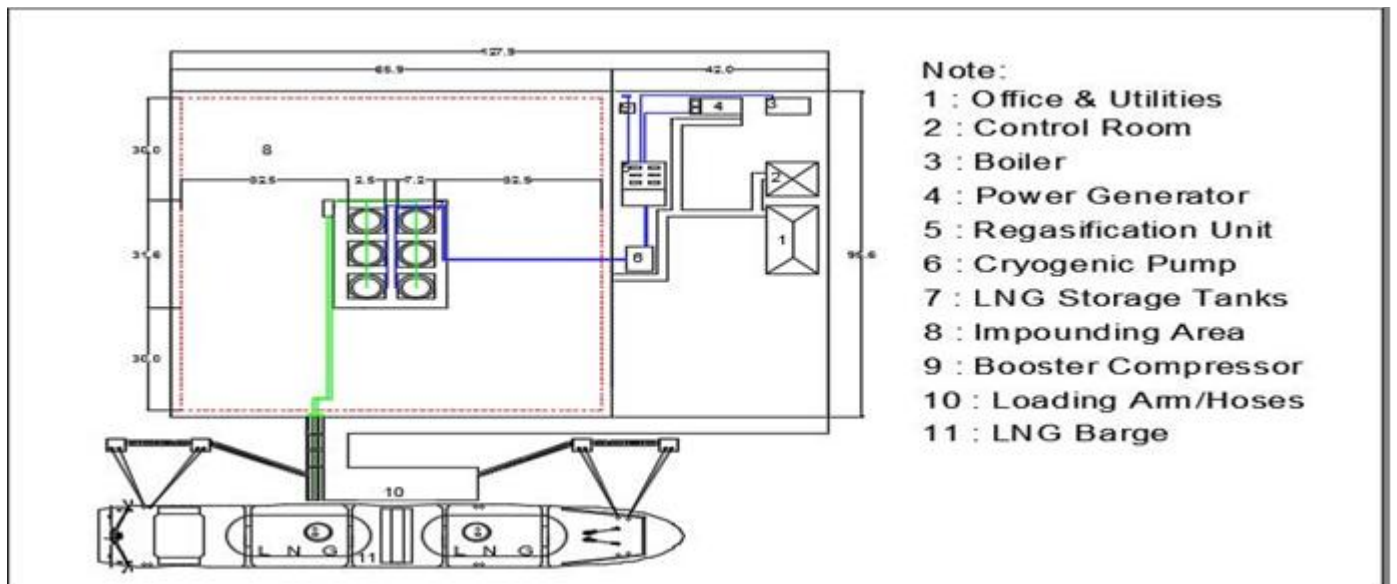
- Fasilitas Tambat kapal berupa jetty atau dermaga
- Fasilitas Bongkar atau Muat
- Fasilitas Penyimpanan dan Utilisasi
- Fasilitas Pemadam Kebakaran dan Keadaan Darurat

Selain SIGTTO, NFPA juga mengeluarkan dokumen nomor 59A yang mengatur tentang persyaratan tata letak fasilitas LNG untuk mencegah kejadian yang berbahaya selama pembangunan dan operasi dari fasilitas LNG tersebut. NFPA 59A memberikan persyaratan berupa jarak minimal untuk setiap peralatan yang dapat dilihat pada tabel dibawah ini:

Tabel 2. Persyaratan jarak antara peralatan berdasarkan NFPA 59A

Letak Peralatan	Jarak Minimal	unit
Tangki Penyimpanan		
<i>Distance between storage tank</i>	2.15	m
<i>Distance between storage tank and property</i>	30	m
<i>Clear space for access to all isolation valves serving multiple containers</i>	0.9	m
Vaporizer		
<i>Distance between vaporizer and property</i>	30	m
<i>Distance between vaporizer and storage tank, process equipment, loading/unloading connection</i>	15	m
<i>Clearance between Vaporizer</i>	1.5	m
Peralatan proses		
<i>Distance between process equipment and property, storage tank and other ignition sources</i>	15	m
Peralatan Bongkar/Muat		
<i>Distance between dock for pipeline transfer of LNG and any bridge</i>	30	m
<i>Distance between loading/unloading manifold and any bridge</i>	60	m
<i>Distance between loading/unloading connection and important plant structures</i>	15	m

Dengan mengadopsi persyaratan dari NFPA 59A mengenai tata letak fasilitas, terminal penerima di Bintuni dirancang dengan kapasitas tangki penyimpanan 1,800 m³ untuk memenuhi kebutuhan PLTG selama 20 hari. Kapasitas regasifikasi unit sampai dengan 2 mmscfd dengan menggunakan peralatan *steam-heated heat exchanger* sebagai *vaporizer*. Terminal penerima di Bintuni dirancang untuk melayani LNG Barge dengan dimensi 300 ft dengan kapasitas muat LNG sampai dengan 3,000 m³. Desain terminal penerima LNG di Bintuni dapat dilihat pada Gambar 7.



Gambar 7. Tata Letak (Layout) Terminal Penerima LNG di Bintuni

5. KESIMPULAN

Berdasarkan penjelasan pada bagian sebelumnya, terdapat beberapa kesimpulan terkait kajian pemanfaatan gas bumi untuk transportasi laut, sebagai berikut ini:

- Terdapat 3 alternatif untuk metode distribusi gas bumi ke Bintuni yakni LNG Barge/LCT, Subsea Pipeline dan Subsea cable. Analisa pemilihan dengan AHP menunjukkan bahwa dengan kriteria yang dikembangkan metode distribusi dengan LNG Barge/LCT paling unggul dengan nilai 34.7%.
- Dengan menggunakan standar NFPA 59A dirancang tata letak peralatan untuk fasilitas penerima di dekat PLTG Bintuni seperti yang terlihat pada Gambar 7 dengan kapasitas tangki 1,800 m³, kapasitas Regasifikasi unit 2 mmscfd dan mampu melayani kapal LNG Barge dengan panjang 300ft berkapasitas 3,000 m³ LNG.

6. DAFTAR PUSTAKA

- [1] A. DEWABRATA, “Desain Fasilitas Penerima LNG Berdasarkan NFPA 59A, Studi Kasus: PLTG Gilimanuk, PLTG Pamaran, dan PLTG Pesanggaran,” Institut Teknologi Sepuluh Nopember, 2014.
- [2] K. B. SOEGIONO & ARTANA, *Transport LNG Indonesia*. Surabaya: Airlangga University Press, 2006.
- [3] A. CORNOT-GANDOLPHE, S., APPERT, O., DICKEL, R., CHABRELIE, M.-F. & ROJEY, “The Challenges of Further Cost Reductions for New Supply Options (Pipeline, LNG, GTL),” in *Proceeding Of The 22nd World Gas Conference*, 2003.
- [4] T. L. SAATY, “How to make a decision: The analytic hierarchy process,” *Eur. J. Oper. Res.*, vol. 48, pp. 9–26, 1990.