

## **TEKNOLOGI TRANSPORTASI CNG UNTUK KEBUTUHAN GAS NASIONAL**

### **Sunaryo**

Program Studi Teknik Perkapalan, Departemen Teknik Mesin,  
Fakultas Teknik, Universitas Indonesia  
Kampus Baru UI Depok 16424  
e-mail: naryo@eng.ui.ac.id

### **Abstrak**

*Indonesia yang telah berubah statusnya dari pengekspor menjadi pengimpor minyak menghadapi tantangan berat dengan semakin tingginya harga bahan bakar minyak, untuk itu perlu dicarikan alternatif lain untuk memenuhi kebutuhan akan bahan bakar yang juga terus meningkat. Indonesia saat ini banyak memiliki sisa pengeboran minyak dan gas yang sudah tidak produktif lagi atau sumber gas yang kandungannya tidak terlalu besar untuk layak dieksploitasikan sebagai sumber LNG (liquefied natural gas). Sumber ini sebenarnya masih dapat dimanfaatkan dalam bentuk CNG (compressed natural gas) yang tidak memerlukan proses pencairan gas atau pun regasifikasi. Dengan dikembangkannya teknologi kapal tanker CNG yang membawa gas dalam bejana bertekanan, maka CNG dapat ditransportasikan dengan lebih mudah dan aman, serta tidak memerlukan pemrosesan lebih lanjut, sehingga dapat menekan biaya keseluruhan dari harga bahan bakar.*

*Kata kunci: CNG, tabung bertekanan, sumber gas, CNG tanker.*

### **Pendahuluan**

Sejak dimulainya revolusi industri maka penggunaan bahan bakar yang mulanya hanya mengandalkan kayu dan arang mulai beralih kepada bahan bakar berbasis hidrokarbon khususnya yang berasal dari hasil tambang seperti batu bara dan minyak bumi, serta gas. Umumnya bahan bakar ini tidak terbarukan dan tidak ramah lingkungan. Dengan semakin berkurangnya ketersediaan bahan bakar minyak dan ditambah dengan berbagai pemicu lainnya harga bahan bakar minyak naik dengan sangat luar biasa, hal ini berimbas juga terhadap Indonesia yang walaupun masih sebagai anggota OPEC pada kenyataannya sudah menjadi negara pengimpor minyak (*net importer*) yang berarti nilai ekspor minyak dan gas Indonesia tidak signifikan lagi dibandingkan dengan nilai impornya. Menghadapi hal ini langkah-langkah terobosan mulai dipikirkan untuk mendapatkan sumber energi alternatif yang dapat menggantikan bahan bakar minyak. Salah satu sumber energi tersebut adalah pemanfaatan ladang-ladang minyak dan gas yang ditinggalkan karena dianggap tidak memiliki nilai komersial lagi untuk dimanfaatkan sebagai sumber minyak mentah atau LNG. Sumber gas seperti ini sebetulnya masih memiliki kandungan gas yang dapat dieksploitasikan sebagai *Compressed Natural Gas* atau CNG jika tersedia teknologi yang tepat. Di Indonesia sumber-sumber gas seperti ini cukup banyak jumlahnya oleh sebab itu perlu dipertimbangkan kemungkinan-kemungkinan pemanfaatannya.

### **Metodologi**

Metodologi yang dilakukan pada penelitian ini adalah penelitian literature dengan cara menyelidiki perkembangan teknologi yang sedang dikembangkan yang berkaitan dengan pemanfaatan Compressed Natural Gas, informasi yang didapatkan dari hasil penelitian ini kemudian dihubungkan dengan situasi Indonesia dan dicari berbagai kemungkinan untuk penerapannya di Indonesia.

### **Compressed natural gas**

*Compressed Natural Gas* atau CNG adalah gas alam yang terutama diperoleh dari sumber-sumber cadangan minyak seperti halnya yang digunakan untuk LNG, gas ini dimasukkan kedalam tabung kemudian dimampatkan pada temperatur ambien dengan memberi tekanan sampai dengan kisaran

antara 130 -275 bar untuk menjaganya tetap dalam bentuk gas dan secara dasar tidak terjadi hidrat cair.

Gas alam untuk CNG umumnya diambil dari sumber-sumber fraksi gas yang tidak dikembangkan atau tidak berproduksi secara optimal karena alasan jarak yang jauh dari pasar, transportasi yang tidak ekonomis, atau terbatasnya teknologi konversi, sehingga gas seperti ini sering kali hanya dibuang dengan cara membakarnya atau diinjeksi kembali kedalam reservoir.

Teknologi CNG lebih sederhana dibandingkan dengan LNG karena tidak diperlukan adanya sistem kilang pencairan gas (gas liquefaction plant), tanki penyimpanan LNG, dan kilang regasifikasi (re-gasification plant) pada tempat pembongkaran, sehingga memberikan potensi penghematan infrastruktur. Dari segi penyaluran gas dimasukkan kedalam bejana melalui kompresor, sambungan pengisian dan dehidrasi sampai mencapai tekanan sekitar 270 bar, tabung berisi gas dimampatkan ini kemudian dimasukkan kedalam kapal pengangkut khusus dan dibawa ke tempat tujuan, untuk penyaluran ke pengguna tabung-tabung dihubungkan dengan stasiun penyaluran sampai tekanannya turun sehingga sekitar 10 bar tanpa harus mengalami berbagai proses perubahan bentuk lagi, dari stasiun penyaluran gas sudah dapat langsung disalurkan ke pemakai akhir seperti rumah tangga atau industri.

Kelebihan lain dari pemanfaatan CNG antara lain adalah:

a. Aplikasi:

- transportasi gas dari terminal ke terminal,
- pemuatan gas lepas pantai menggunakan prosedur biasa,
- pemuatan dapat langsung dari sumur,
- lahan untuk fasilitas pemrosesan relatif kecil.

b. Keselamatan:

- kesederhanaan akan meningkatkan keselamatan,
- bongkar muat dapat dilakukan pada offshore terminals,
- tingkat keselamatan lebih tinggi dibanding kapal LNG.

c. Dampak lingkungan

- tingkat emisi CO<sub>2</sub> and NO<sub>x</sub> yang rendah,
- mengurangi penggunaan energi secara total – tidak ada proses pencairan dan re-gasifikasi,
- gas dapat digunakan untuk propulsi,
- tidak ada pembunagan air *ballast*,
- dapat digunakan pada proyek-proyek lain.

Kekurangan dari teknologi ini adalah konstruksi tabung yang relatif berat karena harus memiliki kekuatan yang tinggi untuk menahan tekanan yang sangat tinggi, sehingga ketika dimuat keatas kapal beban muatan kapal menjadi sangat berat dan dapat berpengaruh terhadap nilai ekonomisnya.

### **Pengangkutan cng**

Beberapa negara perintis pengembangan CNG telah memulai beberapa rancangan untuk moda pengangkutan CNG ini antara lain:

- a. TransCanada Pipelines, CNG diangkut dengan menggunakan tongkang geladak terbuka. Tabung-tabung disusun secara horizontal pada ruang muat menggunakan modul-modul rak baja, sedangkan tongkangnya sendiri ditarik atau didorong oleh kapal tunda.
- b. Trans Ocean Gas, Canada, dengan menggunakan *offshore loading vessel*, sedangkan tabung CNG disimpan secara vertikal. Tabung yang digunakan dalam hal ini adalah tabung komposit.
- c. EnerSea Transport, USA, menggunakan kapal *terminal to terminal vessel*, sedangkan tabung CNG yang terbuat dari baja disusun secara vertikal.
- d. Knutsen OAS, Norway, telah merancang dua jenis kapal pengangkut yakni jenis *offshore loading* yang dapat menggunakan sistem *submerged turret loading*, dan sistem *offshore/onshore loading and discharging*, tabung-tabung silinder CNG disusun secara vertikal.
- e. Cosele (Williams), USA, menggunakan kapal sistem *submerged turret loading*, CNG disusun secara horizontal dalam *coil* baja dengan tekanan 270 bar pada temperatur ambien.

Kapasitas kapal-kapal pengangkut ini berkisar antara 2 juta  $\text{Sm}^3$  samapai 30 juta  $\text{Sm}^3$ , dengan kecepatan sampai dengan 17,5 knots dengan jarak tempuh sekitar 3.000 *nautical miles*.

Permasalahan utama bagi pemilik kapal maupun galangan untuk mengembangkan moda angkutan CNG adalah berat dari pipa/bejana baja yang kuat bertekanan tinggi yang diperlukan sebagai tangki muatan.

Untuk mengatasi hal ini sebuah perusahaan Amerika serikat NCF Industries Inc.telah merintis pembuatan modul transportasi gas untuk TransCanada Pipelines dibawah konsultan Inggris Wavespec dengan menggunakan teknologi komposit sehingga berat bejana dapat dikurangi hingga 40%. Metode yang digunakan adalah dengan membungkus dan memperkuat bejana baja yang relatif tipis dengan anyaman serat kaca (woven glass fiber dan resin. Komposit diorientasikan pada arah keliling dari bejana sehingga tekanan arah memanjang akan dipikul oleh tabung baja dan tekanan arah melingkar akan dipikul oleh komposit.

Untuk keperluan pengangkutan CNG tekanan yang akan bekerja pada bejana adalah sekitar 207 bar pada saat penuh dan sekitar 10 bar pada saat kosong. Kapal tanker yang akan dirancang untuk mengangkut CNG diperkirakan akan berkapasitas sekitar 28juta  $\text{sm}^3$ . Sedangkan ukuran tiap bejana diperkirakan akan berdiameter 1500mm dan panjang 24m. Perlengkapan yang diperlukan untuk mengisi terdiri dari kompresor serta sambungan dehidrasi dan pengisian, sedangkan pada sisi pengeluaran terdapat sambungan pengeluaran dan mungkin juga sambungan kompresi. proses dehidrasi diperlukan agar gas tidak membeku pada temperatur rendah.

Perancangan yang dilakukan telah sesuai dengan standar ASME dan telah mendapatkan persetujuan baik dari Lloyd's Register untuk pelayaran samudra maupun ABS untuk pelayaran sungai.

### **Pertimbangan keekonomian**

Transportasi gas menggunakan kapal CNG dapat dilakukan secara kontinu maupun diskontinu jika minimal tiga kapal tersedia antara sumber dan terminal, sehingga fleksibilitas pengiriman dapat dilakukan sesuai kebutuhan tanpa harus menanamkan investasi yang besar sebelum kegiatan ekspor dilakukan. Untuk pengiriman dengan jarak antara 500 nm sampai dengan 3.000 nm lebih menguntungkan menggunakan CNG dibanding dengan LNG seperti digambarkan pada tabel berikut.

Tabel I. Contoh biaya transport CNG.

| Kapasitas kapal ( $\text{MSm}^3/\text{d}$ ) | Jarak (NM) | Volume pertahun ( $\text{BSM}^3$ ) | Ukuran kapal ( $\text{MSm}^3$ ) | Jumlah kapal | Biaya (USD/MBtu) |
|---|------------|------------------------------------|---------------------------------|--------------|------------------|
| Coastal (3,5)                               | 250        | 1,3                                | 3,3                             | 4            | 1,1              |
| Ex. (3,5)                                   | 350        | 1,3                                | 3,2                             | 4            | 0,9              |
| Ex.(24)                                     | 570        | 7,8                                | 28,4                            | 5            | 0,80             |
| Ex. (17)                                    | 840        | 5,9                                | 27,9                            | 5            | 0,95             |
| Ex.(44)                                     | 1400       | 15,2                               | 27,7                            | 16           | 1,19             |
| Ex.(28)                                     | 1720       | 9,8                                | 27,5                            | 13           | 1,46             |

Sumber Knutsen OAS.

### **Pengaplikasian di indonesia**

Indonesia walaupun masih tetap sebagai anggota OPEC namun statusnya telah berubah menjadi pengimpor minyak, dan akibat meningkatnya harga minyak mentah dunia dengan sangat luar biasa dalam dua tahun terakhir menyebabkan pola pemakaian energi untuk bahan bakar baik industri maupun rumah tangga mulai dicoba untuk dialihkan dari bahan bakar minyak ke bahan bakar lainnya yang lebih ramah lingkungan dan terbarukan, salah satunya adalah ke bahan bakar gas.

Indonesia memiliki sumber gas yang cukup banyak yang selama ini diutamakan untuk diekspor, tetapi banyak juga sumber gas lain yang belum dimanfaatkan secara optimal yakni sumber-sumber gas dari ladang-ladang minyak yang telah tidak produktif lagi atau dari produk samping penambangan minyak yang selama ini hanya dibakar, pada tempat-tempat tertentu terdapat juga sumber gas yang kurang punya nilai ekonomis untuk dimanfaatkan sebagai sumber LNG. Sumber-sumber gas ini sangat cocok

untuk dimanfaatkan sebagai CNG utamanya untuk keperluan dalam negeri baik sebagai gas rumah tangga, angkutan darat, maupun sebagai sumber bahan bakar bagi industri termasuk untuk pembangkit tenaga listrik, mengingat jarak lokasi sumber dengan pemakai yang relatif dekat (kurang dari 3.000 nm).

Mengingat kebanyakan sumber gas untuk CNG ini terletak di daerah lepas pantai, maka kapal pengangkut yang dianggap cocok adalah jenis kapal dengan sistem offshore loading atau offshore/onshore loading and discharging. Untuk keperluan penyaluran dapat dibuatkan stasiun penampungan untuk selanjutnya didistribusikan, atau cukup dengan sistem distribusi saja dan kapal pengangkutnya sekali gus difungsikan sebagai storage tank.

Untuk keperluan sebagai gas rumah tangga sementara masih dapat dipergunakan tabung-tabung seperti LPG, tetapi dapat juga dibuatkan jaringan distribusi sebagai gas kota dengan sistem pemipaan, seperti yang pernah dilakukan pada kota-kota besar semasa penjajahan Belanda. Untuk keperluan industri yang bersifat kontinu penyaluran dapat dilakukan langsung dari storage tank dengan pipa. Sedangkan sebagai bahan bakar kendaraan angkutan darat tabung-tabung pengangkut dapat langsung dibawa ke stasiun pengisian bahan bakar dan ditukar jika sudah habis isinya.

Untuk saat ini bahan bakar CNG sangat cocok dimanfaatkan sebagai bahan bakar untuk pembangkit tenaga listrik tanpa harus adanya tuntutan investasi infrastruktur yang terlalu tinggi.

### **Kesimpulan**

Dengan semakin mendesaknya tuntutan untuk beralih dari bahan bakar minyak ke bahan bakar lain, Indonesia yang memiliki banyak bekas penambangan minyak lepas pantai yang sudah kurang memiliki nilai ekonomis dapat memanfaatkannya sebagai sumber gas untuk dimanfaatkan sebagai CNG yang pengangkutannya tanpa memerlukan proses yang terlalu rumit dan memakan banyak biaya.

Untuk saat ini bahan bakar ini dianggap cocok sebagai bahan bakar untuk pembangkit tenaga listrik.

Dengan berkembangnya teknologi material untuk pembuatan tabung maka kelayakan penggunaannya akan semakin dapat terealisasi.

### **Daftar Pustaka**

1. Baharuddin H. 1995, Prospek LNG Indonesia Selama Program Pembangunan Jangka Panjang II, *Seminar pada peringatan 31 tahun FTUI*, Jakarta, Desember 1995.
2. Fawley N.C, 2005, Report of Severe Abuse Tests Conducted on Composite Reinforced Aluminum CNG (Compressed Natural Gas) Vehicle Fuel Cylinders, *SAE Technical Paper Series 831068*, pp. 27-38.
3. Halim B, 2005, Prospek Business Tanker, Kuliah Kapita Selecta, Program Studi Teknik Perkapalan, Departemen Teknik Mesin, Universitas Indonesia, Maret 2005.
4. Knutsen OAS Shipping. 2004, .Pressurized Natural Gas – A New Alternative for Natural Gas Transport, Oil and Gas Review, Business Briefing.
5. Valsgård S et al. 2004, The development of a Compressed Natural Gas Carrier, *9<sup>th</sup> Symposium on Practical Design of ships and Other Floating Structures*, Luebeck-Travemuende, Germany, 2004