



Modul 4d

Kendaraan Berbahan Bakar Gas

Transportasi Berkelanjutan:
Panduan Bagi Pembuat Kebijakan di Kota-kota Berkembang



Deutsche Gesellschaft für
Technische Zusammenarbeit (GTZ) GmbH

Garis Besar Buku Panduan

Transportasi Berkelanjutan: Panduan Bagi Pembuat Kebijakan di Kota-kota Berkembang

Apakah Isi Buku Panduan ini?

Buku panduan mengenai Transportasi Perkotaan menunjukkan bagian-bagian utama dari kerangka kerja kebijakan transportasi berkelanjutan untuk kota berkembang. *Buku panduan* ini terdiri dari 20 modul.

Untuk Siapa Buku Panduan ini?

Buku panduan ditujukan bagi para pembuat kebijakan di kota-kota berkembang dan para pemberi saran. Sasaran pembaca tercermin di dalam isi buku panduan yang memberikan perangkat kebijakan yang sesuai untuk diterapkan di kota-kota berkembang.

Bagaimana Buku Panduan ini dapat digunakan?

Buku panduan ini dapat digunakan dalam beberapa cara. Buku panduan ini harus disimpan di satu tempat, dan modul-modul berbeda disediakan bagi para staf yang terlibat dalam transportasi perkotaan. *Buku panduan* ini dapat diadaptasi dengan mudah agar sesuai bagi pelatihan formal atau dapat digunakan sebagai panduan untuk mengembangkan kurikulum atau program pelatihan lain dalam bidang transportasi perkotaan: cara-cara yang ditempuh oleh GTZ.

Apa saja keistimewaan utamanya?

Keistimewaan utama *buku panduan* ini meliputi:

- Orientasi praktis, yang terfokus pada praktek-praktek perencanaan dan regulasi, dan, apabila memungkinkan, keberhasilan pelaksanaan di kota-kota berkembang.
- Kontributor-kontributor adalah para ahli di bidangnya.
- Tata desain berwarna yang menarik dan mudah dibaca.
- Bahasa nonteknis (sebisa mungkin), dengan penjelasan bagi istilah-istilah teknis.
- Diperbaharui melalui internet.

Bagaimana cara mendapatkannya?

Silahkan kunjungi situs www.sutp-asia.org atau www.gtz.de/transport untuk mendapatkan informasi rinci mengenai cara pemesanannya. *Buku panduan* ini tidak diperjualbelikan. Hanya dikenakan biaya untuk ongkos percetakan dan distribusi.

Komentar atau saran?

Kami terbuka atas setiap komentar atau saran mengenai aspek apapun dalam *Buku Panduan* melalui e-mail ke sutp@sutp.org, atau surat kepada:

Manfred Breithaupt
GTZ, Division 44
Postfach 5180
65726 Eschborn
Germany

Modul-modul dan Para Kontributor

Garis Besar Buku Panduan dan Isu-isu yang mengarah pada Transportasi Perkotaan

Orientasi Institusional dan Kebijakan

- 1a. *Peran Transportasi dalam Kebijakan Pembangunan Perkotaan* (Enrique Peñasola)
- 1b. *Lembaga-lembaga Transportasi Perkotaan* (Richard Meakin)
- 1c. *Partisipasi Sektor Swasta dalam Pengadaan Infrastruktur Transportasi* (Christopher Zegras, MIT)
- 1d. *Instrumen-instrumen Ekonomis* (Manfred Breithaupt, GTZ)
- 1e. *Membangun Kesadaran Publik Mengenai Transportasi Perkotaan Berkelanjutan* (Karl Fjellstrom, GTZ)

Rencana Penggunaan Lahan dan Manajemen Perkotaan

- 2a. *Rencana Penggunaan Lahan dan Transportasi Perkotaan* (Rudolf Petersen, Wuppertal Institute)
- 2b. *Manajemen Mobilitas* (Todd Litman, VTPI)

Berkendara, Berjalan Kaki, dan Bersepeda

- 3a. *Opsi Angkutan Massal* (Llyod Wright, ITDP; Karl Fjellstrom, GTZ)
- 3b. *Angkutan Bus Cepat / Bus Rapid Transit* (Llyod Wright, ITDP)
- 3c. *Regulasi dan Perencanaan Bus* (Richard Meakin)
- 3d. *Pelestarian dan Perluasan Peranan Transportasi Kendaraan Tak-bermotor* (Walter Hook, ITDP)

Kendaraan dan Bahan Bakar

- 4a. *Bahan Bakar Yang Lebih Murni dan Teknologi Kendaraan* (Michael Walsh; Reinhard Kolke, Umweltbundesamt – UBA)
- 4b. *Inspeksi & Pemeliharaan dan Penyesuaian Jalan* (Richard Kolke, UBA)
- 4c. *Kendaraan Roda Dua dan Roda Tiga* (Jitendra Shah, Bank Dunia; N.V. Iyer, Bajaj Auto)
- 4d. *Kendaraan Berbahan Bakar Gas* (MVV InnoTec)

Dampak Lingkungan dan Kesehatan

- 5a. *Manajemen Kualitas Udara* (Dietrich Schwela, Organisasi Kesehatan Sedunia)
- 5b. *Keamanan Jalan Perkotaan* (Jacqueline Lacroix, DVR; David Silcock, GRSP)
- 5c. *Kebisingan dan Penanggulangannya* (Civic Exchange Hong Kong, GTZ; UBA)

Sumber-sumber

6. *Sumber-sumber Bagi Para Pembuat Kebijakan* (GTZ)

Modul-modul dan Sumber-sumber Berikutnya

Modul-modul selanjutnya diantisipasi dalam bidang *Pelatihan Pengemudi; Pembiayaan Transportasi Perkotaan; Penetapan Standar; Perencanaan Partisipan*. Sumber-sumber tambahan sedang dalam pengembangan dan sebuah CD Foto Transportasi Perkotaan (GTZ 2002) sekarang sudah tersedia.

Modul 4d

Kendaraan Berbahan Bakar Gas

Temuan-temuan, interpretasi, dan kesimpulan yang dikemukakan dalam dokumen ini adalah berdasarkan pada informasi yang diperoleh GTZ dan konsultan-konsultannya, mitra kerja, dan para kontributor dari sumber-sumber terpercaya. Namun GTZ tidak menjamin ketepatan dan kelengkapan informasi di dalam dokumen ini, dan tidak bertanggung jawab atas kesalahan-kesalahan, pengurangan atau penghilangan yang timbul dari penggunaannya.

Kata Pengantar

MVV InnoTec GmbH dengan rendah hati memberi ijin pada GTZ untuk mengadaptasi materi dari penerbitannya, *The decision-Maker' guide to natural Gas Vehicles*, Maret 2000, untuk digunakan di *Sourcebook ini*. Kami ingin menyatakan terima kasih khusus ke Renate Lemke.

Reinhard Kolke dari Umweltbundesamt (Badan Lingkungan Hidup Negara kesatuan Jerman) memeriksa materi untuk dimasukkan ke dalam *Sourcebook*, dan yang direkomendasikan mencakup materi asli, tanpa modifikasi, walaupun penerbitan yang asli pada tahun 2000, informasi tetap 'dilaporkan apa adanya' pada tahun 2002.

Beberapa tambahan materi studi kasus telah dicantumkan, dengan fokus pada negara berkembang.

Kata Pengantar Asli

Dokumen asli meliputi kata pengantar berikut:

Laporan ini didanai oleh Komisi Eropa DG TREN yang mulai pada tahun 1999.

Laporan ini dibuat oleh Asosiasi Kendaraan berbahan bakar gas Eropa (ENGVA), MVV InnoTec GmbH, Kantor Eropa di Kota Cologne dan Kota Stockholm,

Sejumlah besar data dan masukan teknis diperlukan dan sejumlah organisasi memberikan masukan penting, termasuk TNO (Belanda), Asosiasi Kendaraan berbahan bakar gas(UK), Stadtwerke Augsburg dan VTT (Finlandia).

Penulis:

- MVV Inno Tec GmbH
- Stichting European Natural Gas Vehicles Association (ENGVA)
- The European Office of the City of Cologne
- The City of Stockholm

Didukung oleh:
The European Commission
Direktorat - Jenderal Energi dan Transportasi

Editor:

Deutsche Gesellschaft
für Technische Zusammenarbeit (GTZ) GmbH
P.O. Box 51 80
65726 Eschborn, Germany
<http://www.gtz.de>

Divisi 44, Lingkungan dan Infrastruktur
Proyek Sektor "Advis Kebijakan Transportasi"

Penanggung Jawab

Bundesministerium für wirtschaftliche
Zusammenarbeit und Entwicklung (BMZ)
Friedrich-Ebert-Allee 40
53113 Bonn, Germany
<http://www.bmz.de>

Manajer:

Manfred Breithaupt

Dewan Editor:

Manfred Breithaupt, Stefan Opitz,
Jan Schwaab

Foto Sampul:

Karl Fjellstrom
Bus CNG Baru di Brisbane Busway, Januari 2003

This module is part of GTZ's Sustainable Urban Transport Sourcebook for Policy-Makers in Developing Cities, June 2003. The sourcebook has 20 modules and can be obtained from GTZ through email to transport@gtz.de. This translation has been carried out by **Miftahuljannah S. from Lingua Diversity (LiD)**. GTZ cannot be responsible for this translation or for any errors, omissions or losses which emerge from its use.

Alih bahasa oleh **Miftahuljannah S. dari Lingua Diversity (LiD)**.

GTZ tidak bertanggung jawab atas pengalihan bahasa atau kesalahan, pengurangan, atau penghilangan apapun dalam penggunaannya

Percetakan:

TZ Verlagsgesellschaft mbH
Braunschweig 19, 64380 Roßdorf, Germany

Eschborn 2002

Prakata kepada dokumen asli

The Decision-Makers' guide to natural Gas Vehicles ini adalah sebuah proyek yang didanai komisi Eropa yang merupakan sebuah dokumen pendukung *Natural Gas Vehicles Equipment Guide*. Digunakan tersendiri, *Decision-Makers' Guide* ini memang menyediakan landasan selain juga informasi penting yang diperlukan oleh aparat umum atau pemilik armada komersil yang mempertimbangkan untuk menggunakan kendaraan berbahan bakar gas (BBG) sebagai bagian dari keberagaman armada kendaraan mereka.

Penulis berusaha untuk menyajikan jawaban atas sebagian dari hal-hal paling mendasar seputar Kendaraan BBG yang dipertanyakan. Namun, setelah dipikirkan matang-matang, berikut ini informasi mendasar, mudah dibaca yang mengarah pada tema-tema tentang:

- Karakteristik kendaraan, termasuk kendaraan BBG konversi dan yang diproduksi pabrik
- Aplikasi terbaik kendaraan yang sesuai dengan Kendaraan BBG
- Segi ekonomi dan ketersediaan kendaraan
- Pendekatan dan teknologi pengisian bensin
- Pertimbangan khusus untuk menerapkan perlengkapan stasiun pengisian bahan bakar
- Keamanan kendaraan, pengisian bahan bakar, dan pengoperasian (seperti situasi parkir di bawah tanah)
- Bantuan yang mungkin ada untuk memberikan panduan dan saran terperinci tentang pilihan-pilihan kendaraan BBG dan
- Sumber-sumber informasi spesifik dan umum yang sudah ada.

Pada saat memilih peralatan spesifik -untuk kendaraan atau stasiun pengisian bahan bakar (SPB)- panduan *Natural Gas Vehicles Equipment Guide* akan berguna untuk mendapatkan suatu pemahaman lebih baik dari yang tersedia dan dari siapa peralatan tersebut dapat dibeli. Kedua dokumen ini bersama-sama seharusnya menyediakan cukup panduan bagi para pemakai untuk mengetahui ya atau tidak untuk melanjutkan opsi-opsi kendaraan BBG.

Ketika keputusan untuk bergerak lebih jauh dibuat, perusahaan-perusahaan yang diidentifikasi sebagai sumber-sumber informasi atau produk sebaiknya dihubungi sehingga profil rinci dari program-program kendaraan BBG dapat diciptakan. Ini akan memungkinkan anda untuk memutuskan tentang kondisi spesifik ekonomi, potensi pengurang emisi, dan banyak aspek tentang membangun stasiun pengisian bahan bakar (SPB), jika diperlukan.

Maret 2000

Alamat untuk informasi dari dokumen asli

Untuk informasi, pertanyaan, atau komentar lebih lanjut hubungi:



MVV InnoTec GmbH
Mrs. Renate Lemke
Kurfurstendamm 199
D-10719 Berlin
Germany
Tel: + 49-30-8823432
Fax: + 49-30-8854433
lemke@euweb.de



Stichting ENGVA
Dr. Jeffrey Seisler
Spaklerweg 28
NL-1096 BA Amsterdam
Netherlands
Tel.: + 31-20-5973100
Fax: + 31-20-5973000
engva@euronet.nl

1. Profil armada kendaraan / aplikasi	1	7. Standar yang tersedia	25
1.1 Pabrik dan konversi suku cadang asli	1	8. Studi kasus	26
1.1.1 Bus-bus Kota	2	8.1 Proyek Entire	26
1.1.2 Minibus	3	8.2 Kendaraan berbahan bakar gas untuk Kota-kota di Eropa dan Integrasinya dengan pengelolaan Lalu lintas Kota	26
1.1.3 Truk-truk sampah	4	8.3 ZEUS - Kendaraan beremisi nol dan rendah pada masyarakat kota	27
1.1.4 Truk	4		
1.1.5 Layanan Antar	5	9. Sumber-sumber informasi	28
1.1.6 <i>Fork lifts</i>	5	Referensi	30
1.1.7 Taksi dan angkutan umum	5		
1.1.8 Mobil	6		
1.2 Opsi <i>Leasing</i>	6		
1.3 Pasar barang bekas	7		
2. Pengisian kendaraan berbahan bakar Gas	7		
2.1 Pendahuluan	7		
2.1.1 Pengisian cepat	8		
2.1.2 Pengisian lambat	10		
2.1.3 Kombinasi opsi pengisian cepat dan lambat	10		
2.2 Ekonomi	10		
2.2.1 Biaya investasi dan modal	11		
2.3 Pendanaan infrastruktur	12		
2.4 Rencana penggunaan lahan untuk SPB	13		
3. Emisi kendaraan berbahan bakar gas	13		
4. Ekonomi Pengoperasian Kendaraan Berbahan Bakar Gas	19		
4.1 Harga diesel, bensin dan bahan bakar gas	19		
4.2 Masa pengembalian modal kendaraan berbahan bakar gas	20		
5. Petunjuk penggunaan	21		
5.1 Parkir dalam ruangan	21		
5.2 Keamanan kendaraan BBG dalam kecelakaan	22		
5.3 Aspek keamanan pengisian	23		
6.1 Dukungan Perusahaan gas	23		
6.1.1 Instalasi SPB	24		
6.1.2 Pelayanan	24		
6.2 Dukungan pemerintah	24		

1. Profil armada kendaraan/aplikasi

Perusahaan yang memiliki banyak kendaraan - armada- yang setiap malam kembali ke sebuah pusat telah menjadi bentuk profil kendaraan tradisional yang secara ekonomi menarik bagi bahan bakar gas. Di sebagian besar negara, pengisian infrastruktur kendaraan berbahan bakar gas (BBG) kurang berkembang dibandingkan dengan bensin/diesel, oleh karena itu, operator armada merupakan target terbaik untuk instalasi awal infrastruktur tempat pengisian bahan bakar. Semakin banyak stasiun pengisian yang dapat diakses oleh publik dibangun, bahan bakar gas akan semakin menarik bagi seluruh jangkauan armada dan kendaraan komuter. Ini telah menjadi semacam pola di negara-negara seperti Italia, yang memiliki 320.000 kendaraan dan 320 SPB, dan di Argentina yang memiliki lebih dari 420.000 kendaraan dan lebih dari 400 SPB.*

Banyak kota juga menjadi tertarik pada biogas yang diproduksi sendiri sebagai bahan bakar kendaraan. Biogas diproduksi dari sisa organik sebagai hasil sampingan pengolahan limbah, dan telah lama digunakan sebagai bahan bakar pemanas domestik. Dalam bentuk murni, dapat digunakan untuk jenis kendaraan apapun yang didesain menggunakan gas metana.

1.1 Pabrik dan konversi suku cadang asli

Pabrik Suku Cadang Asli

Semakin banyak pabrik suku cadang asli (OEMs) yang membuat aneka ragam kendaraan BBG buatan pabrik. Faktanya, saat ini ada lebih dari 40 pabrik di seluruh dunia yang memproduksi Kendaraan BBG. Kendaraan-kendaraan baik yang dibuat khusus (berfungsi hanya dengan bahan bakar gas saja) atau berbahan bakar ganda (berfungsi dengan bahan bakar gas atau bensin). Kendaraan khusus tersebut semaksimal mungkin hanya menggunakan bahan bakar gas untuk memanfaatkan kadar oktan yang tinggi -sekitar 1,30- dibandingkan dengan bensin pada kadar 80-95. Kendaraan ini sepenuhnya rakitan pabrik dan, seperti yang lain, biasanya memiliki kinerja sesuai standar terbaik pabrik, serupa dengan kendaraan diesel atau bensin. Kendaraan BBG bergaransi total sehingga jika muncul gangguan, kendaraan tersebut boleh dikembalikan ke pabrik untuk diservis dan dirawat.

Beberapa OEMs mempunyai program dengan perusahaan yang melakukan konversi kualitas pabrik terhadap bahan bakar gas, tetapi dijual sebagai kendaraan buatan pabrik. Kendaraan-kendaraan ini diperlakukan seolah-olah mereka

merupakan produksi pabrik, dan bergaransi total selama jadwal servis dari pabrik ditaati.

Konversi ke bahan bakar gas

Sebagian besar Kendaraan BBG yang beredar saat ini adalah kendaraan berbahan bakar bensin yang pada saat dikeluarkan dari pabrik dikonversi oleh sebuah perusahaan swasta sehingga dapat menggunakan bahan bakar gas atau bensin. Ada banyak standar nasional dan internasional yang harus dilakukan ketika merubah sebuah kendaraan untuk berfungsi dengan bahan bakar gas (lihat bagian 7). Dijamin bahwa jika peraturan-peraturan tersebut ditaati oleh perusahaan konversi, akan terjadi beberapa masalah. Juga ditawarkan beberapa bentuk perlindungan konsumen jika terjadi kesalahanyang diakibatkan oleh perusahaan konversi.

Konversi bahan bakar ganda dari kendaraan

bensin: Sebuah sistem konversi bahan bakar ganda dan tanki bahan bakar bertekanan tinggi ditambahkan untuk kendaraan berbahan bakar bensin. Kendaraan dapat beroperasi baik dengan bahan bakar gas atau bensin. Jika bahan bakar gas telah habis, pengemudi menekan satu tombol (atau secara otomatis melalui beberapa sistem) lalu kendaraan beralih ke bensin. Ini dapat dilakukan saat kendaraan sedang berjalan atau diam. Jika mau, peralatan bahan bakar gas juga dapat dilepaskan dari kendaraan ketika akan dijual lagi dan dikembalikan ke kondisi normal dengan bensin.

Konversi bahan bakar ganda kendaraan diesel:

Beberapa mesin diesel dikonversi menggunakan bahan bakar *ganda*; yaitu menggunakan kombinasi bahan bakar gas dan diesel. Ketika mesin dalam keadaan diam, mobil beroperasi 100% dengan diesel. Segera setelah kendaraan mulai berjalan, dan menambah kecepatan, semakin banyak bahan bakar gas yang terinjeksi ke dalam mesin, sampai sekitar 80% gas dan 20% diesel. Dalam mesin diesel, bahan bakar dinyalakan melalui panas pembakaran (sebagai ganti *spark plug*). Bahan bakar diesel bertindak sebagai "pilot" untuk menyalakan bahan bakar gas di dalam mesin.

Kinerja dan emisi bahan bakar ganda bervariasi, tergantung pada kondisi operasi dan kecanggihan sistem kendali. Sistem yang dikembangkan tahun 1980- an cenderung untuk "mengasapi" bahan bakar gas ke dalam mesin melalui pipa masuk udara yang berulang-ulang. Pengembangan selanjutnya menggunakan injektor diesel pengganti yang selain menginjeksi bahan bakar gas ke dalam silinder diesel, kinerja dan emisi akan meningkat. Perkembangan baru pada bahan bakar sistem ganda adalah komputer yang dikendalikan, yang disebut

Teknologi terbaik yang tersedia untuk CNG

Demi lingkungan, teknologi terbaik yang tersedia untuk CNG adalah mesin CNG berbahan bakar tunggal (*mono-fuel*) dengan teknologi konverter katalitis. Ini memungkinkan optimalisasi terbaik pada konsumsi bahan bakar dan emisi. Selagi konsep stoikiometri ($\lambda=1$) memungkinkan kinerja terendah emisi dibandingkan dengan mesin-diesel (sekitar - 85% nitrogen - oksida, tanpa partikulat), konsep pembakar yang berdasarkan pada satu bahan bakar selanjutnya dapat mengurangi konsumsi bahan bakar lebih lanjut. Konsep pembakar perlu menjamin bahwa emisi yang dihasilkan berupa emisi NOX yang rendah dan oksidasi yang efisien karena konverter katalitis pada dasarnya mengurangi emisi hidrokarbon.

*[GTZ: Pada tahun 2002 terdapat 500.000 kendaraan dan lebih dari 800 SPB]

Pakistan mengembangkan pemakaian CNG di sektor transportasi

Pakistan adalah pemakai CNG terbesar, yang baru-baru ini telah berkembang dengan pesat

sistem injeksi langsung, sudah mengatasi sebagian masalah yang berhubungan dengan generasi-generasi teknologi sebelumnya. Namun, sistem ini terbatas untuk sejumlah kecil mesin dan pabrik.

Tergantung pada teknologi, dan pabriknya, mesin berbahan bakar ganda diesel / bahan bakar gas dapat menawarkan alternatif yang ekonomis saat membeli kendaraan baru, dan/atau 'mengganti tenaga' (merubah) mesin diesel yang sudah ada.

Tips praktis saat terpikir untuk mengkonversi kendaraan:

- **Kendaraan jenis apa yang dapat dikonversi untuk menggunakan bahan bakar gas?**

Sebagian besar kendaraan berbahan bakar bensin jenis apapun dapat dikonversi, biasanya menjadi berbahan bakar ganda sehingga berjalan dengan bahan bakar gas atau bensin. Sarana ini meliputi: mobil penumpang, taksi, mobil polisi, minibus, van dan layanan antar. Kendaraan untuk *off-road* (balapan), termasuk mobil derek di bandara, *fork lifts*, mesin-mesin pembersih salju, dan bahkan perahu dan kereta adalah calon yang dapat dikonversi ke bahan bakar gas.

Banyak kendaraan diesel yang dapat dikonversi tetapi lebih rumit dibandingkan mesin berbahan bakar bensin. Sebagian besar konversi diesel cenderung menjadi kendaraan besar seperti truk sampah atau bus. (Lihat di atas, konversi bahan bakar ganda)

- **Lebih baik mengkonversi kendaraan yang lebih baru dibanding yang lama.**

Tergantung pada berapa kilometer per tahun yang anda jalani dan berapa banyak anda mengkonsumsi bahan bakar, masa kembalinya mungkin 2- 5 tahun (mengacu pada 4). Ini yang mendukung konversi kendaraan lebih baru. Terkadang sebelum konversi direkomendasikan untuk dilakukan pemeriksaan komplit secara seksama terhadap kendaraan lama, untuk memastikan apakah kendaraan masih berfungsi dengan baik. Perlu diingat, mobil yang berjalan kurang baik dengan bensin akan kurang baik juga dengan bahan bakar gas.

- **Mengkonversi kendaraan yang cenderung untuk menjalani banyak kilometer per tahun.**

Pengembalian modal dari sistem bahan bakar gas akan tergantung pada perbedaan harga antara bahan bakar gas dan bensin/diesel. Kendaraan yang menjalani banyak kilometer per tahun akan mencapai pengembalian lebih cepat dibanding kendaraan yang tidak terlalu banyak berjalan.

- **Mempertimbangkan cara penggunaan kendaraan sebelum mengkonversinya..**

Kendaraan yang berjalan lebih dari sekitar 160-175 km per hari mungkin memerlukan tangki bahan

bakar tambahan untuk meningkatkan jangkauan kendaraan. Kendaraan harus cukup besar untuk menampung tangki bahan bakar ke dua.

Mesin bensin yang dikonversi menjadi bahan bakar gas cenderung untuk kehilangan tenaga sekitar 8-10%. Hal ini disebabkan karena bahan bakar gas dimasukkan ke dalam silinder dalam bentuk uap, yang mengganti sekitar 8-10% oksigen dalam kepala silinder, sehingga mengurangi tenaga. Mesin-mesin yang lebih besar (sedikitnya lebih dari 1 liter) yang dikonversi ke bahan bakar gas cenderung lebih sedikit menampilkan kehilangan tenaga dibanding mesin lebih kecil.



Gambar 1-1

Bus bahan bakar gas MAN sedang beroperasi di Augsburg, Jerman

Dengan tidak adanya infrastruktur pengisian yang lengkap, konversi armada kendaraan yang kembali ke satu pul setiap malam sepertinya, merupakan pendekatan yang lebih ekonomis.

1.1.1 Bus kota

Bus kota adalah calon yang sangat populer untuk menggunakan bahan bakar gas (25% bus baru di Amerika Serikat dan Perancis menggunakan bahan bakar gas).

- Kendaraan banyak menggunakan bahan bakar dan semakin banyak bahan bakar diesel yang dapat diganti dengan bahan bakar gas, pengembalian modal akan lebih cepat tercapai.
- Bus-bus kota yang berjalan dalam kepadatan tinggi, daerah kemacetan (karena orang-orang dan bangunan) di kota.



Gambar 1-2

Bus Renault yang menggunakan bahan bakar gas sedang beroperasi di Poitiers, Perancis

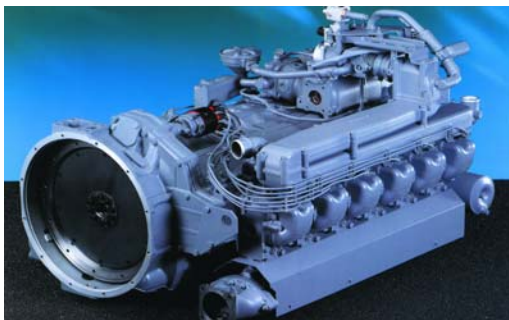
Partikulat dan emisi lain yang lebih banyak terkait dengan orang-orang yang tinggal di dalam kota dari pada tempat dimana bus berjalan dalam daerah dengan kepadatan penduduk rendah dan lebih banyak lahan terbuka.

- Pola mengemudi bus yang stop-jalan potensial bagi peningkatan polusi, sehingga bahan bakar gas dapat membantu mengurangi asap, jelaga, dan partikulat yang terlihat.
- Mesin bus yang besar dan bertekanan tinggi mengakibatkan kinerja pengemudian yang baik disebabkan oleh 130 kadar oktan bahan bakar gas.

Banyak bus berjalan dengan 100% bahan bakar gas. Sebagian besar pabrik bus di seluruh dunia membuat suatu versi produk yang beroperasi dengan bahan bakar gas, sehingga relatif mudah untuk memesan suatu bus yang sesuai dengan spesifikasi setiap orang. Bus-bus (dan mesin bertenaga diesel lainnya) juga dapat dikonversi untuk menggunakan bahan bakar gas. Sebagian besar bus ini cenderung terkonversi menjadi berbahan bakar ganda.

Pertimbangan-pertimbangan khusus apa sehingga memutuskan untuk menggunakan bus bahan bakar gas?

- *Bobot silinder bahan bakar bahan bakar gas* - dengan kapasitas penyimpanan bahan bakar terisi penuh akan menggunakan bobot angkutan kendaraan sekitar 17%. Jika kendaraan menjadi terlalu berat, akan mengurangi jumlah penumpang yang berdiri.
- *Efisiensi bahan bakar pada bus bahan bakar gas tidak sebaik mesin diesel.* Laporan mengenai efisiensi pengurangan 10 -15% bahan bakar merupakan hal biasa. Jika kendaraan menunjukkan pemakaian bahan bakar bahan bakar gas yang jauh lebih tinggi (25-40%) maka pengemudi harus dimonitor dan dilatih sehingga mereka tidak berlebihan mengendarai kendaraan dan mengurangi efisiensi bahan bakar.
- *Garasi perawatan* biasanya telah diatur untuk menangani bahan bakar diesel dan kendaraan.



Gambar 1-3

Mesin CNG, MAN, kapasitas tersedia 170 kW dan 228 kW (teknologi pembakaran lemah).



Gambar 1-4
Penyimpanan tanki di atap bus

Karena bahan bakar gas lebih ringan dari udara dan mendesak kedepan, ventilasi yang memadai diperlukan pada bagian atap bengkel kerja. Terkadang setrum uji cahaya mungkin diperlukan.

- *Banyak operator bus menuntut pengisian yang cepat seperti waktu pengisian diesel.* Bus-bus bahan bakar gas dapat diisi bersamaan dengan bus diesel, tetapi butuh kompresor yang sangat besar untuk memastikan arus dan kapasitas yang seimbang. Beberapa perusahaan bus menggunakan kombinasi pengisian lambat (semalaman) dan pengisian cepat. Hal ini dimungkinkan tergantung pada operator bus dan kemampuan untuk fleksibel jika memasukkan bus bahan bakar gas ke dalam armadanya (silahkan mengacu pada bagian 2).

1.1.2 Minibus

Secara khusus, minibus digunakan sebagai angkutan pribadi untuk kelompok kecil yang tidak membutuhkan kendaraan kota yang besar. Perusahaan hotel dan penyewaan mobil secara khusus menggunakan minibus untuk pelayanan jarak pendek (tetapi berkesinambungan). Minibus adalah kendaraan yang sangat baik untuk menggunakan bahan bakar gas karena kecenderungan konsumsi bahan bakarnya dalam jumlah besar jika digunakan secara berkesinambungan. Aneka macam minibus tersedia di pabrik-pabrik, sebagian besar menggunakan standar mesin bahan bakar gas perusahaan lain dan memasangnya dalam kasis dan kerangka minibus mereka sendiri.



Gambar 1-5

Minibus Mercedes Benz sedang beroperasi di Roma, Italia.

Gambar 1-6
Truk sampah ERF tipe EC 12.30 TMU, 6x2, 26 ton kubik, saat beroperasi di Ixelles, dengan mesin bahan bakar gas Perkins tipe Eagle 340TxSi



1.1.3 Truk-truk sampah

Truk sampah adalah kendaraan populer yang menggunakan bahan bakar gas. Truk tersebut menyebabkan polusi tingkat tinggi, mengkonsumsi banyak bahan bakar serta merupakan kendaraan bising yang tempat pengisian bahan bakarnya berada ditengah. Oktan bahan bakar gas menjadikan suara mesin dieselnnya jauh lebih lembut. Karena banyak truk sampah yang sudah mulai bekerja pagi-pagi sekali, polusi suara menjadi faktor penting.

Bobot silinder penyimpanan pada badan kendaraan secara khusus mengurangi bobot angkutan kendaraan sekitar 17% yang menjadi kekhawatiran bagi industri pengelolaan limbah. Pengalaman telah menunjukkan, bahwa pemilihan kendaraan yang sesuai dengan kapasitas beban dan poros adalah hal yang sulit. Oleh karena itu, sebagian besar truk sampah bahan bakar gas merupakan kendaraan yang dirakit khusus untuk perawatan dan perbaikan masalah. Contohnya, *the London Borough of Sutton* memperbaiki masalah kerusakan berulang ditambah dukungan layanan pengecekan yang tak memuaskan. Kendaraan canggih untuk tugas berat saat ini tengah dirakit dan beberapa kota menantikan hasilnya.

Beberapa truk sampah menggunakan biogas yang berasal limbah (manusia, pertanian, dll.). Ini memberikan kesempatan untuk memiliki truk sampah dengan ‘siklus lingkungan tertutup’ di mana ‘bahan bakar’ (limbah) diproses menjadi bahan bakar gas atau biogas yang, pada akhirnya, menjadi bahan bakar truk.

Gambar 1-7
Truk sampah DAF sedang beroperasi di Haarlem, Belanda, dikonversi oleh Scania



Truk sampah biogas yang beroperasi di Stockholm adalah satu contoh untuk energi tertutup tersebut. Stockholm mula-mula mengembangkan fasilitas biogas untuk mengurangi emisi efek gas rumah hijau dari sampah dan limbah pabrik. Saat ini, beberapa biogas dimurnikan untuk digunakan sebagai bahan bakar kendaraan menggantikan sekitar 360.000 liter bensin per tahunnya. Biogas, yang diproduksi dari limbah Stockholm, memberi tenaga dua truk sampah biogas volvo yang per harinya mengumpulkan 12-15 ton sampah.

Truk-truk tersebut tidak hanya menghasilkan lebih sedikit emisi, tetapi juga lebih tidak bising dibandingkan kendaraan yang sebelumnya digunakan, menjadikannya cocok digunakan di daerah kota tua Stockholm yang padat tetapi peka. Nantinya, badan yang berwenang atas limbah Stockholm SKAFAB berencana untuk membangun fasilitas dimana sisa makanan yang dikumpulkan dari restoran-restoran dikonversi ke biogas dan pupuk, dan ditargetkan menjadi 100% bahan bakar yang mencukupi.

1.1.4 Truk

Ada beberapa ukuran dan bentuk truk komersil. Sebagian besar merupakan calon ideal untuk dikonversi ke bahan bakar gas. Truk-truk yang beroperasi di dalam dan di sekitar kota yang sama juga cocok untuk menggunakan bahan bakar gas padat. Kendaraan-kendaraan seperti ini cenderung berfungsi dengan baik, menggunakan banyak sekali bahan bakar yang beroperasi di pusat kota, pusat-pusat kemacetan kota. Truk-truk tersebut tersebut telah dikenal sebagai sumber polusi kota.

Gambar 1-8

Truk pondasi aerial MAN sedang beroperasi di Brussel, Belgia



Truk antar kota mungkin sangat cocok untuk CNG karena perjalanan mereka mencakup antar dua kota, kecuali jika terdapat jaringan SPB yang tertata baik demi tujuan ini. Di Inggris dan Amerika Serikat truk besar antar kota tengah dikonversi untuk yang menggunakan Gas alam cair (LNG). LNG yang disimpan sebagai bahan bakar kriogenik memiliki sekitar lebih 60% kepadatan energi dibanding bahan bakar gas yang dimampatkan dan, oleh karena itu, menghasilkan jarak jangkauan yang lebih luas bagi truk-truk besar yang beroperasi antar pusat kota.



Gambar, 1-9

Angkutan Ford yang dioperasikan sebagai kendaraan layanan antar untuk apotik-apotik dalam wilayah Koblenz yang luas pada Citycargo, Jerman

1.1.5 Layanan Antar

Truk-truk layanan antar yang beroperasi di pusat-pusat kota merupakan target utama untuk dijadikan Kendaraan BBG. Beberapa perusahaan, misalnya jasa parsel terpadu UPS (United Parcel Service) dan jasa pos Amerika Serikat mengoperasikan truk-truk ini untuk mengantarkan surat-surat dan paket-paket. Truk-truk tersebut sangat jelas berada di wilayah pusat kota dan menjadi bagian yang signifikan dari populasi kendaraan penyebab polusi lingkungan di pusat-pusat metropolitan. Selain itu, truk tersebut juga memiliki banyak ruang untuk penempatan tangki-tangki CNG, jika bukan pada badan (biasanya menjulang di belakang pengemudi) atau di dalam kerangka besar biasa. Banyak kota yang juga menggunakan *van* layanan antar dari CNG untuk layanan kota, misalnya *van* transportasi tua di Sutton, Inggris.

1.1.6 Fork lifts

Kendaraan yang beroperasi di dalam ruangan, dimana polusi udara merupakan satu masalah serius, merupakan sebab konstan yang perlu diperhatikan. Disebabkan oleh kekhawatiran tentang polusi udara dalam ruangan, pasaran *fork lifts* telah beralih dengan relatif pesat menuju bahan bakar gas di sejumlah negara.



Gambar 1-10
Fork Lift saat beroperasi di Amstelveen, Belanda

Fork lifts dapat dibeli langsung dari beberapa pabrik tertentu atau dapat dikonversi dengan cara yang mudah dan relatif murah. Kendaraan-kendaraan ini dapat menggunakan seluruh tangki bahan bakar dalam satu hari dan tidak pernah meninggalkan pangkalannya (digolongkan kendaraan *off-road*). Tangki bahan bakar CNG dapat ditempatkan tersembunyi di belakang pengemudi, tergantung pada desain truk pengangkut tersebut, dapat dipasang pada rak yang khusus dibuat di atas kendaraan tersebut.

Pengisian bahan bakar untuk *fork lifts* dapat jauh lebih mudah jika dibandingkan dengan kendaraan untuk di jalan raya, sebab menggunakan lebih sedikit bahan bakar dan, oleh karenanya, memerlukan kompresor lebih kecil untuk mendukung pengoperasinya. Satu opsi pengisian bahan bakar yang populer adalah kompresor untuk armada kecil / kompresor rumah tangga yang mengisi sekitar empat liter per jam. Sebagai alternatif, *fork lifts* dapat diisi dalam beberapa menit dari suatu tangki kecil penyimpanan CNG, baik di dalam maupun di luar rumah. Dibandingkan dengan *fork lifts* listrik, yang pengisian batere besarnya membutuhkan waktu selama beberapa jam, *fork lifts* berbahan bakar bahan bakar gas adalah peningkatan utama.

1.1.7 Taksi dan angkutan umum

Sebagian dari OEMs sudah mendesain kendaraan yang terutama untuk digunakan sebagai taksi. dibandingkan dengan diesel saingannya (yang populer di kota-kota di seluruh dunia) bahan bakar gas menawarkan keunggulan yang bersaing dalam hal harga bahan bakar dan polusi.



Gambar 1-11
Volvo, taksi berbahan bakar biogas, di Oslo, Swedia.

Buenos Aires, contohnya, disini pada tahun 1986 taksi diesel ditinggalkan dan dalam waktu relatif singkat digantikan oleh Kendaraan BBG. Saat ini Argentina memiliki lebih dari 400.000* Kendaraan BBG, yang kebanyakan adalah taksi di Buenos Aires.

Kota Göteborg di Swedia, tempat asal Volvo, telah membuat suatu jalur khusus di depan stasiun pusat kota, yang memberikan posisi antri istimewa khusus untuk taksi berbahan bakar bersih. Aturan ini telah memberikan dampak yang sangat baik pada pengenalan tentang taksi dengan bahan bakar gas di Göteborg.

CNG juga dapat digunakan pada klub mobil angkutan umum, yang memiliki pola penggunaan kekuatan energi yang sama. Bremen menggunakan beberapa mobil CNG baik sebagai taksi maupun kendaraan angkutan umum.

Kota-kota besar lain di Amerika Utara, Eropa, Cina, Jepang, Mesir dan di tempat lainnya mulai beralih kepada taksi bahan bakar gas, sebagai pendukung utama untuk meningkatkan kualitas udara.

Pengemudi taksi mengkhawatirkan soal ruang badan / kaki dan ketersediaan SPB. Mereka mengemudi selama delapan jam per hari dan terkadang lebih lama lagi, maka waktu yang dibutuhkan untuk menemukan bahan bakar dan pada SPB harus diminimalisir. Kendaraan berbahan bakar ganda membantu mengatasi masalah ini dengan cadangan bensin. Pada kendaraan *retrofit*, tangki bahan bakar sering terdapat di bagian pijakan kaki, dan pengemudi biasanya khawatir terhadap kurangnya ruang untuk penumpang yang membawa barang-barang. Kecuali jika taksi secara khusus dirancang untuk beroperasi di bandara, bagaimanapun juga, mayoritas luas tempat untuk penumpang dengan sedikit atau sama sekali tanpa barang, maka ruang untuk badan janganlah menjadi masalah besar.

Untuk taksi-taksi di bandara ada pilihan-pilihan lain: pabrik merakit taksi dengan tangki bahan bakar yang terpasang di dalam kasis, atau menggunakan *van* kecil yang biasanya ada ruang yang cukup untuk isi tangki CNG, biasanya terpasang di sebelah bawah.

1.1.8 Mobil

Banyak dari mayoritas produsen utama mobil di Eropa, Amerika Utara dan Jepang membuat berbagai mobil penumpang dengan bahan bakar gas. (Banyak dari kendaraan serupa ini juga digunakan sebagai mobil polisi dan taksi.) Sebagian dari kendaraan OEM ini sudah lulus standar emisi California jauh sebelum rekannya bensin.



Gambar 1-12

Multiple fiat Blupower, 1.6 liter, 4 silinder, 4 mesin katup

OEM telah jauh beberapa langkah dimuka dalam meningkatkan jangkauan kendaraan-kendaraan ini dan sejumlahnya telah menggunakan tanki penyimpanan bahan bakar gas di dalam kerangka kendaraan, sehingga ruang untuk badan / pijakan tidak diperhitungkan.

Kendaraan-kendaraan OEM baru mulai masuk ke pasaran, seperti misalnya Multiple Fiat Blupower. Sebagian besar mobil penumpang telah dikonversi. Komputer terbaru dikontrol, kendaraan yang diinjeksi bahan bakar dapat dikonversi menggunakan sistem konversi canggih yang terhubung pada komputer kendaraan, menjadikannya sulit untuk dikatakan apakah mobil ini beroperasi dengan bensin atau bahan bakar gas.

Pemerintah setempat, perusahaan energi, departemen polisi dan perusahaan taksi menggunakan mobil penumpang sebagai bagian terbesar dari armada operasional mereka. Konsentrasi mereka di pusat-pusat kota membuatnya ideal untuk dijadikan kendaraan BBG.

Sebagian dari kendaraan bensin terbaru buatan pabrik telah membuat kemajuan-kemajuan mengagumkan dalam memperbaiki emisinya. Oleh karena itu, mereka mulai bersaing dengan Kendaraan BBG berbahan bakar ganda dalam hal emisi. Itu disebabkan karena kendaraan berbahan bakar ganda tidak dapat dioptimalkan pada satu bahan bakar atau yang lainnya. Misalnya, sebagian orang saat ini merupakan penumpang kritis mobil bahan bakar gas karena mereka tidak lagi 50-80% lebih bersih dibandingkan ketika dulu kendaraan berkarburasi digunakan. Jika mobil ditujukan untuk BBG, bagaimanapun juga masih terdapat beberapa, jika *ada* mobil diesel ataupun bensin yang dapat dibandingkan kadar emisinya. Sebagian dari kendaraan berbahan bakar gas ini lebih rendah polusinya dari pada mobil listrik jika listrik tersebut dibangkitkan menggunakan batubara atau minyak!

1.2 Opsi Leasing

Beberapa penyalur OEM Kendaraan BBG akan bersedia menyewakan Kendaraan BBG semudah

*[GTZ: pada tahun 2002 terdapat 500.000 kendaraan]

mungkin seperti pada jenis kendaraan bensin atau diesel.

Selama kendaraan telah bersertifikat layak operasi di sebuah negara, seharusnya tidak ada masalah khusus untuk menyewakan kendaraan BBG baru.

Beberapa perusahaan *leasing* jangka pendek sekarang menawarkan Kendaraan BBG di tempat terbatas. Sebagian besar perusahaan yang menyewakan sejumlah besar kendaraan komersil kepada pelanggan berupa perusahaan belum dicoba untuk menyediakan Kendaraan BBG. Namun karena sistem konversi bahan bakar gas dapat dipindahkan dari satu kendaraan dan dikembalikan ke layanan bensin biasa (dan terkadang sistem gas dipasang kembali pada kendaraan lain), seharusnya bukan masalah penting suatu perusahaan untuk menyewakan Kendaraan BBG jika mereka diminta untuk melakukan hal tersebut oleh pelanggan! Karena infrastruktur pengisian bahan bakar diperluas, perusahaan penyewaan pasti akan meningkatkan penawaran atas opsi kendaraan BBG.

1.3 Pasar barang bekas

Menemukan seorang pembeli bagi kendaraan BBG bekas sementara ini masih merupakan suatu masalah, tanpa jaringan SPB canggih yang telah mapan. Armada kendaraan biasanya mempunyai jangka waktu pemakaian 3-5 tahun lalu di-servis (biasanya karena jarak perjalanan per-mil yang tinggi) dan tergores atau dijual kembali. Kelompok pelanggan kendaraan ini biasanya memiliki standar interval untuk melakukan servis dan perawatan. Jika demikian, dapat dijual kembali sebagai kendaraan bekas yang masih pantas.

Ada beberapa solusi kreatif yang dapat dilakukan.

- Pemerintah setempat dapat menjadi calon pembeli Kendaraan BBG bekas dari, katakanlah, perusahaan energi. Semakin tinggi biaya awal konversi ke bahan bakar gas dapat diserap oleh perusahaan energi, maka pemerintah setempat memiliki akses ke kendaraan yang pantas, menggunakan bahan bakar murah dan biaya awal yang bersaing dengan kendaraan bekas berbahan bakar bensin.
- Perusahaan dengan penumpang kendaraan BBG / armada *van* dapat menjual mobil mereka kepada para karyawan. Jika karyawan datang untuk bekerja mereka dapat menggunakan fasilitas SPB perusahaan, baik pengisian cepat maupun selama jam kerja pada SPB lambat.
- Asosiasi kendaraan BBG dapat menjadi sumber iklan bagi Kendaraan BBG bekas. Situsnya mulai berkembang, dan ada banyak pengunjung yang minta informasi lebih lanjut (mengacu pada bagian 9).

2. Pengisian kendaraan berbahan bakar gas

2.1 Pendahuluan

Kurangnya SPB adalah salah satu unsur penting untuk memasarkan kendaraan berbahan bakar gas dengan lebih luas. Namun, beberapa tahun belakangan ini sejumlah SPB telah tumbuh di seluruh negara Eropa, misalnya di Italia 300, di Jerman 130*. Informasi lokasi SPB dapat diperoleh dari Asosiasi Gas Nasional dan sering dipublikasikan pada *homepage* organisasi ini (mengacu pada bagian 9).

Satu SPB LNG terdiri dari pipa masukan saluran bahan bakar gas yang memberi tekanan 1-30 bar. Bagian utama SPB adalah kompresor, pengering gas, sistem bertekanan tinggi (200-250 bar) dengan sistem penyimpanan (opsi pengisian cepat), instrumen listrik untuk mengukur dan mengontrol, pompa gas dan penutup (bungkus, bangunan). Dua jenis sistem pengisian telah dipasarkan: system pengisian cepat dan lambat

Pengisian lambat atau pengisian cepat?

Pengisian lambat adalah suatu kemungkinan jika armada digunakan sepanjang hari dan diparkir di pul pada malam hari (atau sebaliknya). Dalam kondisi diam, kendaraan langsung diisi oleh kompresor. Pengisian cepat dilakukan jika pengisian harus diselesaikan dalam beberapa menit, misalnya untuk suplai ke pelanggan eksternal, dan besarnya permintaan bahan bakar gas menentukan biaya investasi tertinggi.

Bagaimana menemukan sistem yang benar?

Kapasitas stasiun pengisian bahan bakar harus dirancang menurut permintaan CNG per unit waktu. Terutama parameter berikut harus dipertimbangkan dengan seksama:

Parameter armada:

- Jumlah kendaraan
- Jarak tempuh per kendaraan dalam mil
- Konsumsi per kilometer
- Volume simpanan bahan bakar
- Jumlah isi ulang per unit waktu (pengisian cepat)
- Jangka waktu pengisian (pengisian lambat).

Parameter penempatan.

- Lokalitas, jalur mobil
- Sifat kendaraan (bobot, radius berkendara)
- Sambungan gas (lokasi, desain, tekanan berlebih pada pipa masuk)
- Sambungan listrik (lokasi, desain).

*[GTZ: Pada tahun 2002 ini terdapat 200 SPB]



Gambar 2-1
Pengisian cepat di Rubrgas, Dorsten
Ruhrgas AG



Gambar 2-2
Tanki terbuka pada kendaraan
Ruhrgas AG



Gambar 2-3
Selang bertekanan tinggi dengan plug/penyumbat ganda
Ruhrgas AG



Gambar 2-4
Tanki terpasang pada dibagian bawah belakang
Ruhrgas AG

Standar kelayakan awal

- Ukuran modul
- Kapasitas stasiun pengisian
- Volume penyimpanan yang diperlukan
- Jumlah dispenser
- Desain fasilitas lain
- Pengembangan siklus pengisian
- Desain sistem modular yang dapat diperluas
- Penyelidikan terhadap alternatif
- Analisa ekonomi
- Diskusi mengenai keselamatan persediaan

Penilaian volume investasi

- Struktur kuantitas secara kasar
- Penentuan standar harga pembelian untuk semua komponen, kerja dan teknik mesin
- Evaluasi terhadap aneka alternatif

2.1.1 Pengisian cepat

Pengisian cepat dengan CNG tidak memerlukan waktu lebih lama dibandingkan pengisian bahan bakar konvensional seperti diesel atau bensin. Hal ini biasanya diperlukan jika kendaraan harus diisi ulang dalam jangka waktu yang sama dengan bensin, kira-kira 3-7 menit untuk mobil dan truk ringan.

Pada SPB pengisian cepat, bahan bakar gas dimampatkan oleh kompresor dan disimpan dalam sistem penyimpanan bertekanan tinggi, contohnya riam / 'cascades' silinder penyimpan gas. Jika kendaraan diisi ulang dan tekanan suplai bahan bakar di dalam sistem penyimpanan mulai turun, kompresor secara otomatis diaktifkan, sehingga suplai bahan bakar gas di dalam silinder penyimpanan mengisi kembali. Sistem lain bekerja dengan sistem hidrolik piston yang menjaga tekanan di dalam sistem penyimpanan selalu pada tingkat yang sama. Satu dispenser kemudian menghantar dan mengukur bahan bakar gas ke dalam silinder penyimpan bahan bakar pada badan kendaraan. Secara rinci diperlukan peralatan berikut:

Kompresor

Pada penerapan pengisian cepat tekanan pada penyimpan tetap tinggi dan kapasitas menunjukkan kondisi kerja yang baik. Kompresor yang melakukan pengisian cepat mampu menghasilkan sedikitnya 250 bar. Kompresor tersedia dengan kapasitas aliran mulai dari 0.8 liter/detik sampai ratusan liter/detik. Kompresor mengontrol menjamin keselamatan operasi. Tekanan dan temperatur kritis dimonitor oleh alat penyeting.

Indikator visual umumnya disediakan untuk menunjukkan kondisi operasi atau stop.

Kontrol

Kontrol yang diperlukan tergantung pada jenis spesifikasi stasiun. Kontrol dasar menentukan aliran gas ke dan dari kompresor, sistem pemulihan gas dan ke dispenser. Sebagian besar kompresor masing-masing mempunyai sistem kontrol sendiri untuk start/stop, memantau dan keselamatan operasi.

Jika penyimpanan riam bertekanan tinggi dipasang, kendali pada tingkat yang lebih tinggi harus dipasang untuk menentukan ke dan dari tanki atau tabung silinder mana gas akan mengalir.

Suatu sistem pneumatik atau katup yang beroperasi dengan listrik, disebut sistem prioritas, mengarahkan bahan bakar gas yang berasal dari kompresor ke dalam atau tabung penyimpanan bertekanan tinggi, sedang, atau rendah. Alat kontrol pindah dari tabung ke tabung hingga semuanya terisi sampai ke tekanan penyimpanan maksimum.

Lalu kompresor mati secara otomatis.

Sistem gelombang berangkai mengontrol arus dari sistem penyimpan ke kendaraan.



Gambar 2-5

Tampak samping: tanki bertekanan tinggi dibawah kendaraan

Ruhrigas AG



Gambar 2-6

Pengukur tekanan dan kuantitas bahan bakar

Ruhrigas AG



Gambar 2-7

SPB - lambat di Poitiers, Perancis

Hanya satu bagian dari tiap kapasitas tabung yang dapat digunakan akibat penyeimbangan tekanan antara kendaraan dan sistem penyimpanan. Karena perbedaan tekanan antara kendaraan dan sistem penyimpanan selama proses pengisian berkurang, laju aliran melemah. Dengan tujuan untuk mencapai efisiensi pengisian maksimal, sistem katup berangkai pindah ke tabung berikutnya. Bagian yang dapat digunakan pada penyimpanan bervariasi antara sistem satu dan lainnya dalam kisaran 25% sampai 60%. Rata-rata diperkirakan jadi 30%. Jika tekanan penyimpan naik, persentase ini akan berubah. Hal ini penting karena mempengaruhi jumlah total penyimpanan yang dibutuhkan selain juga dapat mempengaruhi ukuran kompresor.

Sistem penyimpanan

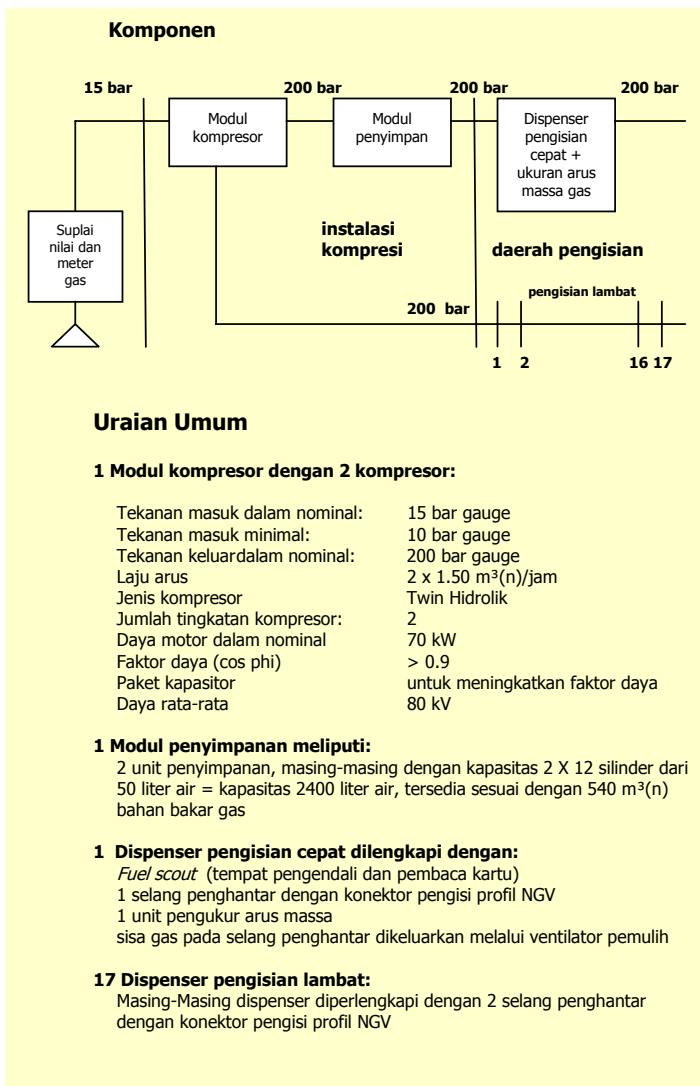
Terdapat variasi spersamaan dalam sistem penyimpanan. Biasanya dikaitkan dengan botol, penampung, tangki, tabung, riam, bejana tekan dan silinder. Sistem cascade yang paling umum membagi penyimpanan dalam tabung atau tangki tinggi, sedang dan rendah. Sementara masing-masing tabung diisi hingga tekanan kerja yang sama, istilah tinggi, sedang, dan rendah mengacu pada tingkat tekanan yang akan dikurangi ketika pengisian bahan bakar dimulai. Beberapa sistem hanya menggunakan dua tingkat tekanan berbeda.

Misalnya, diasumsikan sebuah sistem memiliki semua tabung di dalam sebuah sistem penyimpan tiga tabung yang terisi sampai 300 bar. Ketika pengisian kendaraan dimulai, bahan bakar gas yang tersimpan akan mengalir ke dalam kendaraan sampai tekanan di dalam tangki yang rendah berkurang menjadi 70 bar, kemudian kontrol akan pindah ke tangki yang sedang dimana aliran akan berlanjut sampai tekanan antara kendaraan dan keseimbangan tangki berada pada 140 bar. Akhirnya, tabung yang tinggi akan mencapai penyimpanan kendaraan pada 250 bar. Kontrol akan mulai mengisi kembali penyimpanan segera saat tekanan dalam setiap tabung turun ke bawah *setting* tekanan sela kompresor dan berhenti ketika semua tempat penyimpanan berada kembali pada tekanan maksimal.

Sistem dispenser / pengukuran

Seluruh stasiun harus memiliki dispenser untuk mengisi kendaraan. Ini mungkin sesederhana seperti pengisian tiang dengan selang dan pipa atau mungkin dapat mencakup dispenser pengukur selang ganda yang dapat diprogram dengan tampilan dan sistem pengunci kartu yang serupa dengan pompa bensin. Pemutusan arus biasanya diperlukan untuk menghentikan aliran gas dalam situasi terdorong.

Dua jenis alat ukur yang saat ini digunakan yaitu arus massa dan pipa sonik. Keduanya dibangun



Gambar 2-8
Kombinasi SPB NGV cepat-lambat untuk mengisi 34 kendaraan pengumpul limbah

yang dipasang dalam dispenser untuk menghitung, rekening, atau kalkulasi pemakaian bahan bakar gas. Spesifikasi harus dibaca secara hati-hati untuk mengetahui apakah alat ukur diperlukan.

Pengganti temperatur pada dispenser juga didata secara umum. Mungkin dihitung atau dikontrol secara elektronik melalui penggunaan katup sensor tekanan dan silinder acuan. Ini penting karena menyimpan kendaraan yang terlalu menekan dapat terjadi. Sebaliknya, *underfilling* adalah gangguan yang bisa diminimalisasi melalui penggunaan pengganti temperatur.

Aspek lain dari pengisian cepat adalah adanya kapasitas penyimpanan bahan bakar yang agak berkurang pada kendaraan dibandingkan dengan tanki yang diisi perlahan pada tipe dan tekanan yang sama. Sebabnya adalah, bahwa saat gas terbentuk dengan pesat dan memampatkan gas yang telah ada disana, temperatur dalam tanki akan naik, yang akhirnya akan menurunkan kepadatan gas tersebut.

Pada pendekatan pengisian lambat pengaruh ini tidak terjadi karena suhu lebih rendah secara signifikan akan meningkat selama pengisian ulang.

2.1.2 Pengisian Lambat

Pengisian bahan bakar kendaraan di SPB lambat adalah langsung dari kompresor melalui dispenser pengisian lambat khusus. Ini menghilangkan kebutuhan akan sistem penyimpanan bertekanan tinggi yang mahal dan memperlama proses pengisian pada setiap kendaraan hingga beberapa jam. Kompresor pengisian lambat hanya perlu meningkatkan tekanan agak lebih tinggi dari pada tekanan penyimpanan pada kendaraan. Pengisian lambat biasanya direkomendasikan untuk armada dimana kendaraan kembali ke lokasi pusat selama 6 sampai 8 jam atau untuk mobil pribadi yang dapat diisi ulang semalaman di rumah.

Komponen stasiun pengisian lambat adalah:

- Akses ke sistem pipa bahan bakar gas
- Kompresor
- Dispenser pengisian lambat.

2.1.3 Kombinasi opsi pengisian cepat dan lambat

Jadi, kombinasi kedua pengisian lambat dan cepat juga memungkinkan dan mungkin merupakan solusi yang menarik bagi operasional armada besar, jika hanya sebagian dari armada yang butuh pengisian cepat, sehingga mengurangi kapasitas penyimpanan yang diminta di wilayah itu serta menghemat biaya investasi [Koalisi kendaraan kendaraan BBG, 1995]

Kombinasi opsi pengisian lambat dan cepat juga disarankan jika saat dimulainya proyek kendaraan BBG dimungkinkan untuk memprediksi seberapa cepat permintaan akan tumbuh. Stasiun pengisian dapat diperluas kapan saja. Bangunan stasiun pengisian yang dapat diperluas saat armada kendaraan BBG tumbuh akan meminimalisasi resiko investasi. Kombinasi pengisian cepat dan lambat juga dapat digunakan untuk melayani kelompok pemakai yang berbeda, contohnya, pelanggan eksternal dilayani pada pengisian cepat dan kendaraan perusahaan dapat diisi melalui pengisian lambat sepanjang malam.

2.2 Ekonomi

Tergantung pada desain stasiun layanan, syarat-syarat penyimpanan bahan bakar serta kendaraan-kendaraan yang akan diisi ulang, biaya investasi untuk SPB sistem pengisian lambat antara 3.500 sampai 10.000 Euro yang melayani hanya beberapa kendaraan untuk beberapa ratus ribu Euro pada stasiun-stasiun besar yang mampu melakukan pengisian cepat pada lebih dari seratus kendaraan

Namun, untuk kendaraan-kendaraan armada normal, sebagaimana aturan pada umumnya anda bisa memperkirakan untuk mengeluarkan biaya 1,000- 2,000 Euro per kendaraan untuk membangun stasiun pengisian bahan bakar. [Homepage IANGV]

Hasil dari SPB harus menutupi paling tidak modal investasi dan biaya-biaya operasional serta memberi tingkat bunga pasaran untuk modal yang diusahakan. Pendapatan tergantung pada volume penjualan dan harga bahan bakar. Untuk mencapai balik modal harga pada “pompa bensin” harus:

- Biaya untuk pembelian bahan bakar gas (4.1)
- + Pajak mineral minyak (mengacu pada 4.1)
- + Harga modal capital
- + Biaya energi
- + Biaya-biaya operasi

Harga minimum pada pom bensin

2.2.1 Biaya investasi /modal

Biaya-Biaya untuk stasiun pengisian meliputi biaya untuk kompresor, riam untuk penyimpanan antara, dispenser dan biaya-biaya konstruksi. Untuk perluasan yang terbaik, kompresor harus terpilih untuk menjangkau penggunaan maksimum sampai lima belas jam per hari. Penyimpanan antara perlu memiliki kapasitas untuk mengisi kembali kira-kira 50% dari seluruh kendaraan per hari. Kemudian, seluruh biaya merupakan nilai rata-rata. Biaya investasi dikonversi ke biaya modal tahunan yang menggunakan faktor pemulihan modal yang mempertimbangkan masa berlaku 10 tahun untuk peralatan teknis dan 40 tahun untuk bangunan, dengan tingkat bunga 7%.

Isi ulang per hari (mobil)*	Arus penghisap volume [m ³ /jam]	Tekanan penghisap (bar)	Investasi (Euro)	Waktu operasi menyeluruh
4	3	1,013	5.000	20
10	10	1,013	50.000	15
20	20	1,013	60.000	15
40	45	1,013	80.000	13,3
100	114	1,013	185.000	13,1
150	160	1,013	200.000	14,1
200	240	1,013	210.000	12,5
150	170	16	165.000	13,2
200	350	16	200.000	8,6

Gambar 2-9

*Investasi rata-rata untuk stasiun kompresor * untuk pengisian satu mobil (penyimpanan bahan bakar 80 l)dibutuhkan 15 kubik meter bahan bakar gas. Satu bus dihitung untuk 2 mobil. Satu bus untuk satu truk terhitung untuk 10-15 mobil, ** untuk jumlah maksimum pengisian ulang per hari (jam)*

Volume Penyimpanan	Biaya (Euro)	Kapasitas
640 liter (8 X 80 liter)	8.000	4 mobil
800 liter (10 X 80 liter)	9.000	10 mobil
960 liter (12 X 80 liter)	10.000	20 mobil
2.000 liter (25 X 80 ltr)	15.000	40 mobil
2 X 3.200 L (40 X 80 L)	2 X 70.000	100 mobil
8.400 ltr (4 X 2.100 ltr)	120.000	150 mobil
+ kontrol penyimpan	5.000	
+ kunci darurat	5.000	

Gambar 2-10
Biaya investasi untuk tempat penyimpanan menengah

Investasi untuk kompresor meliputi biaya-biaya untuk pengering bahan bakar gas, pelindung kebisingan dan cuaca, sistem kontrol bahan bakar gas, onderdil, kargo dan peti kemas, montase, dan menjadikannya dapat beroperasi. (mengacu pada Gambar, 2-9).

Perkiraan biaya investasi untuk riam penyimpanan antara dipaparkan dalam gambar 2-10. Untuk pengisian ulang 200 mobil/hari, simpanan sebanyak 960 liter sudah cukup, sebab arus volume penghisap dari kompresor cukup besar untuk mengisi kendaraan secara langsung hanya dalam beberapa menit.

Biaya investasi untuk dispenser dengan satu selang -cukup untuk 40 kendaraan per hari- adalah 25.000 Euro atau dengan dua selang dan 40,000 Euro, termasuk sistem pengumpul data dan protokol pencetak.

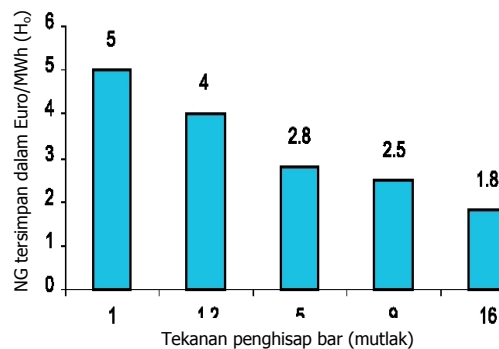
Biaya konstruksi yang meliputi perlindungan terhadap benturan, mengatasi dispenser dan terhubung dengan jaringan listrik, serta memasang jaringan gas dapat diperkirakan sebagai berikut:

- 25,000 Euro (4 mobil per hari)
- 50.000 Euro (10 mobil per hari)
- 100,000 Euro (dari 20 mobil per hari

Biaya operasional adalah biaya perawatan untuk stasiun pengisian yang dapat diperkirakan mencapai 5% dari biaya investasi kompresor.

Biaya energi sebagian besar disebabkan oleh pengoperasian mesin listrik pada kompresor. Biaya-biaya ini dapat diperoleh dari data kinerja yang dikeluarkan pabrik.

Perkiraan biaya disampaikan dalam Gambar 2-11.



Jerman mempromosikan Proyek-CNG

Kementerian Lingkungan Negara Kesatuan Jerman, bekerjasama dengan Lembaga Lingkungan Negara Kesatuan Jerman sejak 1993 telah mendanai 4 proyek CNG di Jerman. Penambahan biaya sekitar 3700 kendaraan BBG, dan biaya pengisian stasiun bahan bakar BBG sudah tercakup seluruhnya atau sebagian. Tahun 2002, pemerintah Jerman memutuskan untuk mengurangi pajak bahan bakar khusus bahan bakar gas hingga tahun 2020, kira-kira sesuai dengan pajak minimum bahan bakar seperti yang disyaratkan oleh negara-negara anggota European Union.

Gambar 2-11
Biaya energi Spesifik untuk SP bahan bakar gas

Isi ulang per hari (mobil)	Arus penghisap volume [m ³ /jam]	Volume penyimpanan [l]	Konsumsi bahan bakar gas, 100% penggunaan [MWh(Ho)/a]	Total biaya untuk penggunaan 100/50%	Biaya energi [Euro/MWh (Ho)]	Harga bahan bakar perlu untuk penggunaan 100/50%
4	3	640	153	6,1/12,2	5	8,1/14,2
10	10	800	382	5,3/10,5	5	7,3/12,6
20	20	960	764	3,7/7,4	5	5,7/9,4
40	45	2.000	1.530	2,1/4,3	5	4,2/6,3
100	114	6.400	3.820	1,6/3,2	5	3,6/5,2
150	160	8.400	5.730	1,2/2,5	5	3,3/4,5
200	240	960	7.640	0,8/1,5	5	2,8/3,6
150	170	8.400	5.730	1,1/2,2	2,5	2,9/4,0
200	350	960	7.640	0,7/1,3	2,5	2,5/3,1

Gambar 2-12
Biaya total operator SPB (*termasuk biaya suplai bahan bakar gas kira-kira 15 Euro/MWh(HV))

Secara kasar, untuk analisa ekonomi biaya energi 5 dari diharapkan 2.5 Euro/Mw11(Ho) untuk tekanan penghisap 1 atau 16 bar dapat digunakan.

Dengan penambahan ukuran kompresor dan asumsi penggunaan optimum SPB, pembagian layanan hutang dan biaya operasional berkurang lebih dari proporsional. Biaya-biaya berkisar antara 6 - 3 Euro/MWh(Ho), dan dengan naiknya ukuran stasiun pengisian pembagian biaya ini dapat dikurangi hingga 0.7 Euro/Mwh(Ho). Ditambah suplai bahan bakar gas dan biaya energi, besar biaya bahan bakar di SPB antara 8.1 dan 2.5 Euro/Mwh(Ho).

Pada stasiun pengisian yang lebih kecil biaya investasi berpengaruh penting terhadap harga bahan bakar, artinya, pengurangan biaya investasi mengakibatkan turunnya harga bahan bakar. Pada stasiun pengisian yang besar situasinya benar-benar kebalikannya. Suplai gas dan biaya energi memiliki pengaruh yang menentukan atas harga bahan bakar. Biaya energi bisa dikurangi dengan menghubungkan stasiun pengisian dengan jaringan bertekanan tinggi. Contohnya, naiknya tekanan penghisap sampai 16 bar mengurangi harga bahan bakar sebesar 3,3 sampai 2,9 Euro/Mwh(Ho) untuk satu stasiun pengisian dengan kapasitas 50 mobil/hari.

2.3 Pendanaan infrastruktur

Investasi dalam infrastruktur paling sering dipikul oleh industri bahan bakar gas. Pengintegrasian dalam jaringan stasiun pengisian di industri minyak tradisional adalah penting untuk menjangkau armada yang lebih kecil dan pelanggan pribadi.

Operator armada yang tertarik dengan kendaraan berbahan bakar gas perlu menghubungi penyalur gas lokal mereka untuk mendapatkan informasi mengenai lokasi stasiun pengisian. Ketertarikan penyuplai untuk berinvestasi dalam stasiun pengisian tergantung dari permintaan gas dari armada. Stasiun pengisian bahan bakar gas memiliki keuntungan

jika mereka mendapat permintaan untuk bahan bakar gas yang tidak tergantung musim, misalnya pasar bahan bakar gas panas.

Biasanya perusahaan gas dan operator armada menyetujui sejumlah minimum suplai bahan bakar gas dan harga tertentu untuk bahan bakar gas yang mungkin diberi skala berdasarkan jumlah penjualan bahan bakar gas.

Di dalam proyek ZEUS (lihat Bagian 8.3), hampir di seluruh kasus kotamadya yang menggunakan CNG sudah mencakup sedikitnya sebagian biaya keperluan infrastruktur, layanan, dan perawatan. Ini terutama benar jika penyedia energi atau bahan bakar setempat adalah perusahaan yang dimiliki oleh PEMDA. Bagaimanapun, dalam banyak kasus penyedia bahan bakar telah lama berkeinginan menutupi biaya pembangunan infrastruktur jika kotamadya memastikan sejumlah pembelian.

- **Pengisian ulang CNG di Athena:** Kotamadya membeli kompresor, tetapi pemasok gas DEPA menyediakan standar kabinet, regulator, dan meteran. DEPA juga mengawasi semua pekerjaan konstruksi untuk menghubungkan kompresor ke jaringan pipa.
- **CNG di Bremen:** Dua fasilitas pengisian umum telah diterapkan oleh Shell dan Esso, fasilitas pribadi ketiga dibiayai oleh penyedia gas Enordia dan digunakan untuk armadanya sendiri.
- **CNG pengisian cepat di Merton dan Sutton:** Stasiun-stasiun dibangun oleh Britttish gas berdasarkan perjanjian pengisian bahan bakar selama sepuluh tahun.
- **Pengisian biogas di Stockholm:** Bekerjasama dengan penyedia bahan bakar OK, Q8 Statoil, dan Shell, Stockholm memproduksi biogas di empat lokasi pengisian bahan bakar. Bahan bakar tersebut diproduksi di fasilitas limbah setempat.

2.4. Rencana penggunaan lahan untuk Stasiun Pengisian Bahan Bakar

Sebelum satupun infrastruktur dipesan, tinjauan tentang peraturan guna lahan untuk kemungkinan pembatasan apapun yang dapat mempengaruhi kedudukan infrastruktur. Pada sebagian besar kasus, tata aturan ini telah tertulis dalam rencana infrastruktur diesel atau bensin, dan memperoleh varian-varian atau ijin bisa memakan waktu dan usaha yang harus dipertimbangkan. Keselamatan menjadi perhatian khusus dalam merencanakan infrastruktur, terutama ketika tangki atau peralatan lain disimpan dibawah tanah dan membutuhkan ventilasi khusus.

Rencana penggunaan lahan juga dapat berupa alat untuk penempatan infrastruktur secara optimal. Contohnya, analisa Sistem Informasi Geografis (GIS) dapat membantu dalam menentukan dimana lokasi terbaik yang dapat melayani armada tertentu, atau untuk mengkalkulasi "tingkat pemenuhan" kotamadya terhadap beberapa kendaraan.

Ketertarikan terhadap CNG di negara - negara berkembang

Banyak negara berkembang tengah menunjukkan minat untuk mengembangkan penggunaan CNG, baik dengan alasan 'udara bersih' maupun 'bahan bakar yang aman', terutama negara-negara yang memiliki cadangan gas. Dengan sulfur ultra rendah yang menawarkan kinerja emisi serupa dengan CNG, minat akan CNG di masa depan mungkin adalah yang terbesar jika suplai domestik dapat mengurangi mahalnya impor minyak.

- Pada bulan Desember 2002 Delhi mempunyai 7.400 bus CNG: 7.400, 45.000 CNG roda tiga, 10.350 mobil pribadi, 4.000 minibus dan 15.000 taksi.
- Beijing, yang akan menjadi tuan rumah Olimpiade 2008, di awal 2002 memiliki 1.630 bus CNG. Tselain itu, kota besar telah mengkonversi 36.000 kendaraan, mayoritas adalah taksi, menjadi kendaraan CNG (Reuters Business Briefings, 13 April '02).
- Dhaka pada bulan Januari 2002 menerapkan peraturan atas "dua-dayung roda-tiga". Di awal tahun 2003 pemerintah telah memberi ijin kepada 5.000 becak otomatis CNG untuk beroperasi, dan tengah bersemangat untuk memperluas penggunaan CNG.
- Kerjasama finansial publik Pemerintah Jerman dan swasta "Proyek Peningkatan Bus Berkualitas" diluncurkan pada bulan Nopember 2002 di Jakarta, mengikutsertakan kerjasama antara kota Jakarta, DaimlerChrysler dan operator Damri (publik) serta Bianglala (swasta). Bus Euro O saat ini akan dibandingkan dengan bus diesel Euro 2 dan bus CNG selama satu tahun masa proyek percobaan.

3. Emisi kendaraan berbahan bakar gas

Kendaraan BBG dikenal atas keseluruhan kontribusinya menuju udara yang lebih bersih dan emisi yang lebih rendah dibandingkan kendaraan bensin maupun diesel.

Emisi dibandingkan kendaraan bensin

Bahan bakar gas memiliki emisi karbon monoksida (CO) yang lebih rendah, hampir-hampir tidak memancarkan partikulat dan telah mengurangi senyawa organik yang mudah menguap (VOC).

Per unit energi, bahan bakar gas mengandung lebih sedikit karbon dibanding bahan bakar fosil lain, mendorong ke arah emisi gas karbon dioksida yang lebih rendah (CO₂) per kilometer jalannya kendaraan. Emisi *cold-start* dari Kendaraan BBG juga rendah, karena pengayaan *cold-start* tidaklah diperlukan, dan ini mengurangi baik hidro- karbon non metana (NMHC) dan emisi CO. Pengurangan emisi yang spesifik untuk Kendaraan BBG dibandingkan dengan bensin adalah:

- CO, 60-80%
- gas organik non metana (NMOG), 87%
- NO_x, 50-80%
- CO₂, sekitar 20%
- Reaktifitas produksi ozon, 80-90%

(Angka-Angka ini bervariasi tergantung pada kendaraan pembandingan yang digunakan.)

Emisi yang menguap & pengisian

Manfaat lain emisi tercapai jika menggunakan kendaraan BBG. Kendaraan bensin memiliki emisi yang menguap selama pengisian bahan bakar dan penggunaan. Emisi ini berjumlah kira-kira 50% dari suatu emisi total hidrokarbon kendaraan. Bahan bakar gas, karena sistem kendaraan merupakan sistem yang tertutup dan bertekanan, maka tidak memiliki emisi yang menguap.

Emisi dibandingkan kendaraan diesel

Ada banyak sekali ragam mesin diesel, mulai dari ukuran yang berbeda-beda, digunakan untuk berbagai aplikasi. Jika menggunakan bahan bakar diesel, fungsi mesin-mesin ini adalah pada 'panas kompresi'. Bahan bakar diesel ditekan dalam kepala silinder kemudian memancar secara otomatis. Hanya jika busi terpasang, seratus persen bahan bakar gas digunakan pada satu fungsi mesin diesel, karena bahan bakar gas berpendar lebih dari dua kali lipat temperatur diesel. Jadi, mesin diesel mempertahankan karakteristik tahan lama dari desain aslinya tetapi dirubah ke dalam sebuah mesin daur ulang Otto (seperti bensin). Hasil emisi terbaik biasanya berasal dari mesin bahan bakar gas alam walaupun telah ada beberapa terobosan di dalam teknologi bahan bakar ganda.

Pakistan memperluas penggunaan CNG di sektor transportasi

Pakistan adalah pengguna utama CNG, yang akhir-akhir ini telah dikembangkan dengan pesat di sektor transportasi. Seperti di negara berkembang lain, faktor motivator utama yaitu emisi CNG yang lebih rendah dan tema keselamatan bahan bakar.

Mulai Agustus 2002, lebih dari 280.000 kendaraan telah dikonversi ke CNG dan 333 stasiun CNG beroperasi, sedang 300 yang lain tengah dibangun di berbagai pelosok negeri. (Hydrocarbon Devt. Institute of Pakistan, www.hdip.com.pk/hydrocarFSUB.htm). Gambaran pada tahun 1991 menunjukkan bahwa sebanyak 200.000 kendaraan yang dikonversi ke CNG mengkonsumsi kira-kira 30 juta kaki-kubik gas per hari, menggantikan 292.000 ton bensin per tahun dan menambah cadangan mata uang asing \$ 60 juta (*The News*, 30 Juli '01; www.jang.co.pk).

Struktur kebijakan yang mendukung

Penggunaan CNG di Pakistan sebagian besar merupakan hasil dari komitmen kuat pemerintah untuk mempromosikan CNG, termasuk kebijakan yang mengaitkan harga CNG dengan harga bensin.

** Dua laporan para ahli yaitu:

- Frank Dursbeck, Christopher weaver, Lenart Erlandsson, 2001, *Status of Implementation of CNG as a Fuel for Urban Buses in Delhi*, Centre for Science and Environment, New Delhi, 23 Mei
- Lenart erlandsson dan Christopher Weaver, 2002. *Safety of CNG Buses in Delhi*, Centre for Science and Environment, New Delhi, 9 Agustus

Kota CNG: Delhi*

* Anumita Rychowdhary, Koordinator kampanye Hak Atas Udara Bersih, Centre for Science and Environment, New Delhi, India

Mandat CNG di Delhi

Pada tanggal 28 Juli 1998 Mahkamah Agung India memutuskan, dalam lanjutan gugatan kepentingan publik terhadap polusi udara di Delhi, bahwa armada transportasi bus umum di Delhi harus ditingkatkan sampai 10.000 menjelang 1 April 2001, dan bahwa seluruh armada bus beserta kendaraan roda tiga dan taksi harus dikonversi ke CNG.

Tujuannya adalah untuk menjadikan Delhi memiliki kadar emisi yang lebih baik dari standard EORO O dengan cara yaitu kemungkinan beredarnya standar emisi EURO II menjelang tahun 2005. Bahan bakar gas telah tersedia di Delhi untuk keperluan industri dan rumah tangga. Mandatnya adalah menjadikan bahan bakar gas dapat digunakan untuk transportasi untuk mengurangi tingkat emisi partikulat paling mengkhawatirkan di kota yang paling terpolusi di seluruh dunia.

Pesan CNG tidak mudah untuk diterapkan di Delhi. Tantangan dari perusahaan diesel, tiadanya kebijakan pendukung dari pemerintah, dan keraguan tentang keberlangsungan, ini semua menghambat kemajuan program. Selain hambatan tersebut, Mahkamah Agung akhirnya memutuskan pada 5 April 2002 bahwa perintah dan keputusan pengadilan terhadap CNG tidak bisa diubah oleh keputusan administratif apapun dari pemerintah, dan pengadilan mengabaikan semua keberatan pada program tersebut. Sebagai akibat keputusan pengadilan tersebut, seisi kota menyaksikan suatu peningkatan pesat kendaraan CNG.

Di samping berbagai kesulitan, perluasan program CNG selama ini mengesankan. Ada lebih dari 75.000 kendaraan CNG di kota besar: 7.400 bus, 4.000 minibus, 45.000 kendaraan beroda tiga, 15.000 taksi dan 10.350 mobil. Pada tanggal 1 Desember 2002, Keseluruhan armada bus Delhi menjadi *diesel-free*, barangkali merupakan kota dengan armada bus CNG terbesar di dunia. Sebuah jaringan luas stasiun pengisian bahan bakar CNG sudah dibangun. Dari seluruh 103 stasiun pengisian bahan bakar CNG, 60 (termasuk 46 buah stasiun induk) merupakan stasiun *online*, 30 stasiun pendukung, dan 13 stasiun cabang *online*. Penjualan CNG telah meningkat secara dramatis dari 0,99 lakh per hari pada bulan Maret 2001 menjadi 6,5 lakh kg per hari pada bulan Januari 2003.

Gambar 3-1
Barisan bus CNG di Delhi
Centre for Science and Environment



Tantangan kunci

Program CNG yang diterapkan sebagai suatu strategi mendesak untuk memutuskan emisi partikulat terbuka merupakan tantangan penyebaran teknologi baru pada skala besar. Pengalaman Delhi dengan CNG telah membeberkan banyak pelajaran bagi negara-negara Asia dan berkembang lainnya untuk merenungkan teknologi semacam itu.

- **Kesiagaan untuk mendesain peraturan sesuai untuk program baru:** Tak heran, akibat minimnya pengalaman, lemahnya aturan mengenai emisi dan keselamatan, kurangnya sistem pemeriksa keselamatan dan emisi, penambahan infrastruktur pengisian bahan bakar yang kurang terencana, serta prosedur-prosedur *ad hoc*, untuk mengkonversi bus-bus tua ke CNG, menyusahkan program baru tersebut.
- **Kapasitas kelembagaan untuk menghadapi masalah operasional baru:** Berbagai kesulitan operasional di nantikan dalam program yang menyertakan teknologi baru dan diperkenalkan dalam skala besar. Tetapi ini memerlukan tindakan korektif segera melalui pengawasan konstan dan evaluasi terhadap teknologi, infrastruktur pengisian bahan bakar, pelaksanaan peraturan keselamatan dan emisi. Ke 12 insiden kebakaran CNG di bus yang dilaporkan selama kurun 2001-2002 menunjukkan kelemahan dalam kapasitas tata aturan.
- **Evaluasi Teknis mandiri dan pengawasan untuk tindakan korektif:** Di hadapan lemahnya tanggapan kelembagaan, tanggung jawab digeser ke kelompok masyarakat sipil dan pengadilan. Centre for Science and Environment (CSE) yang berkedudukan di New Delhi mengorganisasi dua evaluasi teknis mandiri terhadap program CNG pada bulan Mei 2001 dan Juni 2002 untuk menyediakan arahan kebijakan. **Rekomendasi kunci dari evaluasi ini menjadi landasan bagi laporan mengenai standar keselamatan dan emisi untuk bus-bus CNG yang ditulis oleh The Environment Policy (Prevention and Control) Authority (EPCA), komite undang-undang yang menyarankan Mahkamah Agung India dalam masalah kontrol polusi di Delhi. Laporan-laporan ini mengarah ke revisi dan notifikasi dari peraturan bagi emisi dan keselamatan untuk kendaraan CNG pada bulan Nopember 2001. Sistem pemeriksaan keselamatan baru dibentuk pada bulan Agustus 2002.

Evaluasi teknis mengkonfirmasi bahwa diperlukan beberapa perbaikan, termasuk struktur kelembagaan yang lebih baik bagi tindakan yang terkoordinasi, pemeriksaan teratur untuk menjamin dipenuhinya tata aturan keselamatan serta pelatihan bagi peningkatan potensi.



Gambar 3-2

Pipa CNG dalam bus yang dikonversi, tanpa simpul pelepas tekanan.

Centre for Science and Environment (Erlandsson & Weaver, 2002)



Gambar 3-3

Pipa CNG dalam bus yang dikonversi, tanpa simpul pelepas tekanan dan penjepit pipa-pipa gas yang seimbang.

Centre for Science and Environment (Erlandsson & Weaver, 2002)

Dengan tujuan untuk menjamin keselamatan sekarang dan di masa mendatang, permasalahan diteliti, dipecahkan dan diterapkan. Pada tanggal 29 Juli 2002 Mahkamah Agung di Delhi membuat keputusan dengan revisi peraturan keselamatan dan sistem pemeriksaan khusus untuk bus-bus utama CNG dalam waktu segera.

Struktur Kelembagaan

- Dewan terpisah untuk menangani masalah keselamatan telah dilembagakan oleh pemerintah New Delhi untuk menangani permasalahan CNG yang terkait dengan keselamatan dan melakukan evaluasi "penyebab utama" terhadap masalah-masalah keselamatan terkait CNG, mengidentifikasi solusi, dan menjamin pelaksanaannya. Juga diharapkan untuk memperbaiki jalur pemisah antara badan penyetuju dan pusat pemeriksa di kota untuk masukan dan pengawasan konstan.

- Periksa dari pihak ketiga yang mandiri terhadap bus-bus CNG berbeda dari sistem pengecekan tahunan yang telah ada untuk seluruh kendaraan telah dilaksanakan. Bus-bus yang diidentifikasi dengan kekurangan-kekurangan, dikirim kembali untuk tindakan remedial. Hanya inspeksi mesin pra pendaftaran yang keras dan sistem penyimpanan bertekanan tinggi yang dapat mendeteksi adanya kekeliruan. Beberapa diantaranya adalah: simpal-simpal penekan pada pipa gas hilang dari silinder gas; ukuran diameter pipa yang terhubung ke silinder gas tidak sesuai dengan spesifikasi; pemampatan pipa gas yang tak cukup di beberapa lokasi; tak ada jarak yang cukup antara silinder gas dan pipa buangan dan tidak adanya pelindung panas; tutup pelindung debu pada kaca tempat masuk filter hilang; dan fleksibilitas yang tak cocok dalam pipa gas bertekanan tinggi.
- Ini membuat peraturan pemerintah tentang bengkel konversi CNG menjadi penting. Tetapi persyaratan teknis dan legal untuk otorisasi belum diberi batasan. Sertifikasi penyetujuan tanpa memperhatikan jenisnya, inkonsistensi dengan spesifikasi yang disetujui adalah hal yang umum. Oleh karena itu para ahli menyarankan, yaitu untuk mencegah dampak dalam segi keamanan, seandainya tidak terpenuhi sertifikat penyetujuan harus diulang kembali.
- Pelatihan berkala bagi para inspektur mengenai instrumen dan prosedur tes baru-baru ini telah diusulkan. Peningkatan kinerja instrumentasi dan fasilitas uji merupakan masalah lain yang dikemukakan selama evaluasi dari para ahli.

Permasalahan dalam isi program

Evaluasi teknis pada bulan Mei 2001 menunjukkan bahwa norma-norma emisi lemah, terutama pada bus-bus yang dikonversi. Berkaitan dengan peraturan aslinya, setelah dikonversi bus-bus hanya diharuskan menjalani standar emisi yang sesuai dengan diesel selama tahun pembuatan. Ini artinya, bahwa bus-bus diesel sebelum era Euro I, setelah dikonversi ke CNG hanya akan perlu disesuaikan dengan norma Euro 0. Norma-norma yang lemah tersebut hanya dapat mendukung secara mendasar saja, kesesuaian balik dan sistem konversi yang sangat tidak berkembang dan menyebabkan emisi di jalan yang sangat tidak stabil. Secara mirip, nilai batas CO 3% untuk kondisi uji dalam diam dianggap terlalu lemah, sementara bus CNG dengan sistem kontrol rasio bahan bakar udara yang tepat dan alat konversi katalis diharapkan tidak memancarkan lebih dari 1% CO. Namun penelitian menemukan bahwa 18% bus CNG yang diuji pada pusat pemeriksaan untuk me-nol-kan CO bahkan melebihi nilai batas 3%.

Beberapa amandemen berkekuatan hukum dihasilkan dari temuan-temuan ini:

- Standar emisi Euro II menjadi wajib bagi bus-bus CNG baru dan standar Euro I penting untuk bus-bus yang dikonversi.

Gambar 3-4
Pengisian CNG
pada kendaraan
roda tiga dan taksi
di SPB dispensi di
New Delhi

Centre for Science
 and Environment



- Norma-Norma keselamatan dimodifikasi untuk mengadopsi praktek kode keselamatan dalam penggunaan CNG pada mesin pembakaran internal, AIS-028, sebagai tambahan terhadap prosedur keselamatan AIS 024 untuk jenis penyetujuan kendaraan CNG
- Pemeriksaan pra-registrasi bagi seluruh bus-bus CNG menjadi wajib
- Penyetujuan jenis baru untuk masing-masing mesin diesel yang terpisah dan model yang akan disesuaikan kembali juga dijadikan wajib.

Pengenalan tentang sejumlah besar kendaraan CNG di kota yang dipercepat juga diminta, yaitu bahwa fasilitas-fasilitas dan kemampuan uji untuk tipe-tipe persetujuan dikembangkan untuk mengurangi durasi prosedur penyetujuan seluruh jenis menjadi struktur waktu yang beralasan dan diterima dalam taraf internasional.

Pengalaman menunjukkan bahwa terdapat resiko tambahan dari peraturan-peraturan dan menjadi terlalu rumit untuk dimengerti pelanggan. Ini terjadi misalnya setelah ditetapkan bahwa persetujuan jenis baru untuk pembuatan dan model mesin-mesin diesel yang terpisah-pisah sebaiknya diperoleh untuk konversi bus-bus berbahan bakar disel ke CNG.

Hal ini menyebabkan kebingungan apakah semua varian dari setiap jenis akan perlu melalui seluruh proses pengujian. Badan-badan sertifikasi untuk itu menyarankan untuk mengangkat panduan-panduan tentang bagaimana menafsirkan peraturan penyetujuan jenis dan dokumen-dokumen terkait pada prosedur uji, terutama saat konversi.

Peran industri dalam perbaikan suka rela

Pengalaman-pengalaman Delhi merupakan paduan biasa dari peraturan yang berkembang dan tindakan suka rela oleh industri yang membidik ke permasalahan teknik yang etrkait dengan keselamatan untuk membuat modifikasi yang berkembang. Insiden kebakaran bus membeberkan cacat-cacat mesin yang terkait dengan keselamatan yang dikemukakan hanya selama pengoperasian di jalanan. Beberapa diantaranya mencakup kurangnya fleksibilitas dalam pipa gas bertekanan tinggi sehingga menyebabkan dalam beberapa pipa gas bertekanan tinggi ditarik keluar tempatnya sedangkan bus sedang dalam keadaan bergerak; Tingkat kesalahan tinggi dari "resiko ledakan" (alat pelepas tekanan atau PRDs) biasanya saat kendaraan sedang diisi bahan bakarnya: kerusakan terjadi pada pipa gas bertekanan tinggi sebagai hasil kecelakaan; diantara masalah keselamatan mesin-mesin lain.

Pabrik bus telah mulai membidik banyak hal dari masalah-masalah ini dan tengah mencari pemecahannya (mengganti pipa, melepaskan disket yang meledak dengan alat pelepas tekanan panas yang dapat menguap dan membuat perubahan-perubahan desain lain untuk ventilasi gas yang tepat jika terjadi kekurangan, dll). Namun pengawasan konstan masih diperlukan karena studi-studi ini menunjukkan antara lain materi pipa bertekanan tinggi, memasang pipa ke kasis, menguatkan kopeling, katup ventilasi pelepas tekanan, dan perbaikan sistem penyalan.

Permasalahan dalam penyaluran CNG

CNG merupakan pasar yang dimandatkan pengadilan di Delhi dan seluruh program harus dilaksanakan dalam jangka waktu singkat. Namun fasilitas pengisian bahan bakar untuk mengatasi permintaan yang diharapkan meningkat belum direncanakan. Ini mengakibatkan masalah transisional berupa pengisian yang tertunda dan antrian panjang. Intervensi pada waktunya dari Mahkamah Agung dimatangkan dengan evaluasi teknis menghasilkan banyak perubahan korektif, meliputi:

- Perluasan saluran pipa untuk meningkatkan jumlah stasiun online dan anak stasiun dalam jumlah yang lebih sedikit;
- Odourisasi gas demi alasan keselamatan;
- Aplikasi pipa modern untuk mempersingkat waktu pengisian gas;
- Aturan-aturan lain.

Kesimpulan

Beberapa permasalahan tetap harus diselesaikan kembali, namun pengalihan bahan bakar di Delhi telah menjadi strategi sangat mendesak dan setengah mereda, dimana teknologi bensin dan diesel yang sudah mengakar memakan waktu sangat panjang untuk maju. Delhi mendemonstrasikan bagaimana kota-kota lain dapat menghadapi tantangan atas pengenalan bahan bakar dan teknologi alternatif untuk mendapatkan sasaran kualitas udara yang lebih bersih.



Gambar 3-5
SPB bus CNG, Delhi
 Centre for Science and Environment

CNG di Surabaya, Indonesia

Latar belakang

Studi kelayakan GTZ yang diselenggarakan tahun 1999 meluncurkan tiga mikrobus bensin dengan CNG.

Surabaya memiliki sekitar 5.000 mikrobus, dan merupakan salah satu dari beberapa kota besar di Indonesia dengan infrastruktur distribusi CNG yang sudah ada. Indonesia memiliki cadangan bahan bakar gas yang sangat murni. Operator taksi terbesar di kota telah menggunakan taksi berbahan bakar CNG sejak tahun 1996, dan saat ini mengoperasikan sekitar 800 taksi CNG. Hampir 3.000 mikrobus bensin beroperasi melalui rute-rute yang dalam jarak 200 meter terdapat saluran pipa gas yang sudah ada, dan diantaranya sekitar 275 kendaraan yang berusia kurang dari 5 tahun (batas yang dianggap layak untuk diluncurkan)

Temuan-temuan

Studi tersebut, dapat diperoleh di Indonesia dalam www.sutp.org, menemukan bahwa penggunaan mikrobus CNG di Surabaya secara teknis, ekonomis, lingkungan dan sosial berfaedah untuk mikrobus yang rutenya lewat dekat dengan SPB. Satu mikrobus mengkonsumsi rata-rata 23 liter CNG setara bensin per hari -bedasarkan pada harga bahan bakar tahun 1999- akan mencapai *break even point* (BEP) untuk mengembalikan biaya peluncuran CNG dalam kurang dari 2 tahun. Satu mikrobus mengkonsumsi hanya 13 liter setara bensin per hari dan mencapai BEP sekitar 3 tahun. Sejak studi ini diselesaikan, feasibilitas CNG secara ekonomis langsung meningkat, karena harga bensin naik sekitar 75% sejak bulan Oktober 2000, sementara dalam periode yang sama harga CNG hanya naik sedikit.

Kelompok kerja dan perbaikan kesiapan

Satu sisi keberhasilan pendekatan di Surabaya adalah mekanisme "kelompok kerja" yang melibatkan pihak-pihak terkait setempat dalam mengembangkan rencana kegiatan. Topik-topik kunci kebijakan CNG, infrastruktur dan keuangan semuanya memiliki "kelompok kerja" yang terpisah. Pihak-pihak terkait mencakup *workshop* mikrobus, perusahaan gas negara, bankir, perusahaan pertambangan dan energi, pejabat-pejabat dari badan-badan terkait, asosiasi pemilik/pengendara, dan lain-lain. Peningkatan kesiapan feasibilitas yang ditargetkan terhadap CNG juga dilaksanakan sebagai bagian dari kampanye .

Arah masa depan

Selain dukungan lokal yang kuat, sejauh ini tidak ada pengembangan dalam penggunaan CNG. Hambatan utama investasi dalam peralatan konversi dan infrastruktur pengisian bahan bakar nampaknya adalah kurang kuatnya dukungan kebijakan pemerintah pusat (termasuk kebijakan harga) untuk CNG. Namun Pemerintah Kota Surabaya akan tetap membiayai peluncuran dari kendaraan-kendaraan resmi yang terpilih pada tahun 2003, dengan tujuan untuk memberikan contoh kepada masyarakat kota dan mendemonstrasikan kekhawatiran terhadap ketersediaan udara bersih.



tangki CNG



Uji coba 3 mikrobus di Surabaya menunjukkan kelayakan CNG, walaupun tetap ada hambatan, termasuk hanya sedikit stasiun pengisian, dan kurangnya komitmen pemerintah pusat atas sedikitnya ketersediaan CNG

* Pengukuran kebisingan dilaksanakan disesuaikan dengan 70/157 EWG dari standar European Union.

** Gambar pengurangan emisi adalah berdasarkan pada data yang diambil dari program European Auto/Oil II dan dari laporan US Federal Government mengenai Bahan Bakar Alternatif

Pengurangan emisi dari penggunaan bahan bakar gas pada mesin-mesin berat khususnya meliputi:

- CO, 70-90%
- gas organik tanpa metana, 40-60%
- NOx, 80-90%
- Bahan partikulat (PM 10), 90-95% (Catatan: Sebagian besar partikulat dipancarkan dari mesin berminyak pelumas yang menembus di dalam kepala piston dan bukan merupakan hasil langsung bahan bakar gas (Homepage Energy Information Administration))

Kontribusi pemanasan global kendaraan BBG

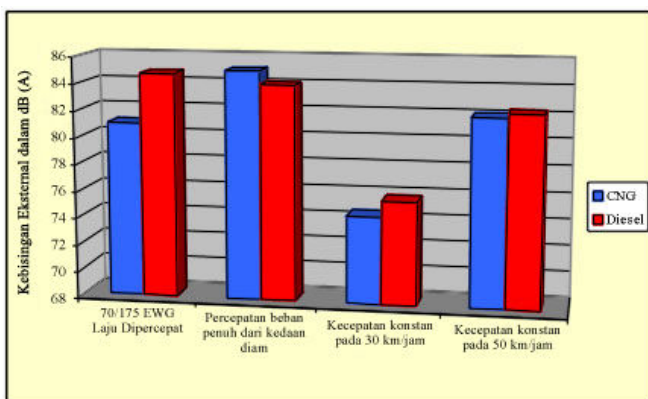
Banyak orang merasa khawatir mengenai kemungkinan pemanasan global (GWP) kendaraan BBG karena kendaraan-kendaraan ini memancarkan sejumlah gas metana yang tidak terbakar (hidrokarbon pembentuk non-ozon) yang biasanya lebih dari standar total hidrokarbon (THG) untuk kendaraan bensin. Namun, kenyataannya, gas metana, suatu gas pemanas global, jika dibandingkan dengan kendaraan bensin, dengan mempertimbangkan CO₂ dan metana, GWP dari kendaraan BBG adalah sekitar 20% lebih kecil daripada kendaraan bensin dan hampir sama atau sedikit lebih kecil dari mesin diesel. Sumber alami dari emisi metana - ternak, sawah, anai-anai, dan lain lain - menghasilkan lebih banyak metana dibandingkan dengan yang akan ditimbulkan oleh ratusan ribu kendaraan BBG di jalan.

Sebagai contoh, kementerian lingkungan hidup Jerman memperkirakan bahwa jika 10% bahan bakar diesel digantikan dengan bahan bakar gas, kontribusi emisi total metana di Jerman adalah berkisar antara 0,0004% dan 0,0017%, tergantung pada jenis mesin yang sedang digunakan.

Emisi kebisingan

Emisi kebisingan dari kendaraan menimbulkan masalah polusi yang serius bagi manusia. Kendaraan bertenaga bahan bakar gas beroperasi dengan suara yang lebih halus dibandingkan dengan kendaraan diesel.

Gambar 3-6
Perbandingan kebisingan eksternal; CNG dan bus diesel



Hal ini penting terutama ketika kendaraan dioperasikan sebagai transportasi umum. Proyek bus berbahan bakar gas Berlin merekam kebisingan dari berbagai jenis bus yang berbeda yang digerakkan baik dengan bahan bakar gas ataupun diesel*.

Gambar 3-6 menunjukkan hasil perekaman suara bising eksternal. Nilai-Nilai tersebut diukur pada kecepatan tetap sebesar 30 km/jam dan 50 km/jam dan juga dari percepatan yang disimulasikan jauh dari sebuah halte bus, yang dibandingkan antara diesel dan CNG kira-kira 1 dB(A). Percepatan yang berlebihan menunjukkan suatu perbedaan yang jelas dimana kendaraan dengan bahan bakar gas didapat 3,3 dB(A). Peningkatan sebesar 3 dB sama dengan penggandaan efek kebisingan. [Proyek Bus Berbahan bakar gas Berlin, 1998]

Keputusan berdasarkan pengurangan emisi

Banyak pembuat kebijakan melihat NVG sebagai salah satu solusi bagi polusi kota, berdasarkan pada berapa besar pengurangan emisi suara yang dapat dicapai. Hal ini dapat dianggap sebagai analisis biaya/laba dan dibandingkan dengan hasil yang menggunakan pendekatan alternatif untuk mengurangi polusi. Namun, kebanyakan pengguna kendaraan BBG di antara rata-rata armada, cenderung melihat manfaat dari sisi ekonomis dan kurang memperhatikan aspek emisi, walaupun hal itu tetaplah menjadi faktor dalam pembuatan keputusan.

Para pendukung kendaraan diesel dan bensin menyatakan bahwa teknologi baru itu, bersama-sama dengan penggunaan diesel dan bensin “murni”, mengabaikan kebutuhan akan bahan bakar alternatif seperti bahan bakar gas.

Pertimbangkan bahwa:

- Generasi baru kendaraan bensin lebih murni dari yang pernah ada sebelumnya. Teknologi-teknologi pengontrol komputer, katalisator baru dan bensin belerang rendah dapat bersaing dengan beberapa, tetapi tidak semua, bahan bakar ganda kendaraan BBG yang ringan, sebab sistem kendaraan BBG harus seimbang agar bersesuaian dengan karakteristik yang berbeda dari dua bahan bakar. Namun, emisi dari suatu kendaraan BBG yang ringan akan sangat sulit untuk menghentak, bahkan untuk beberapa kendaraan listrik jika mempertimbangkan siklus emisi bahan bakar yang penuh.
- Generasi baru kendaraan diesel - terutama jenis yang berat - juga lebih murni dibandingkan dengan generasi sebelumnya. Banyak dari katalisator diesel baru ini dan *continuously regenerating trap* (CRT) memerlukan bahan bakar sulfur rendah dan, lagi pula, banyak dari sistem ini belum secara penuh diuji seperti keawetannya dan keefektifannya dari waktu ke waktu.**

4. Ekonomi Pengoperasian Kendaraan Berbahan Bakar Gas

4.1 Harga diesel, bahan bakar gas dan bensin

Perbedaan harga bahan bakar gas terhadap harga bensin dan diesel menjadi faktor kunci dalam menentukan keseluruhan sisi ekonomis dari semua konversi ke kendaraan BBG. Faktor lainnya adalah jumlah bahan bakar yang dikonsumsi oleh berbagai kendaraan yang akan digerakkan oleh bahan bakar gas. Karena bahan bakar gas umumnya lebih murah daripada bahan bakar yang lain, maka semakin banyak bahan bakar yang dikonsumsi oleh kendaraan, akan semakin baik pengembalian sisi ekonomis saat faktorisasi proyek ekonomi kendaraan BBG. Seperti halnya dengan cara praktis, jika selisih harga antara bahan bakar gas dan diesel/bensin adalah sekitar 30% (bahan bakar gas lebih murah), maka proyek armada khusus bisa mendapatkan pengembalian modal dalam waktu 3-5 tahun, tetapi mungkin pula lebih lama. Bila harga diesel/bensin 50% lebih tinggi daripada bahan bakar gas, maka masa pengembalian modal menjadi lebih lama seperti halnya masa waktu yang dapat diterima untuk investasi, yaitu sekitar 2-3 tahun. Tetapi ini hanyalah generalisasi yang sangat luas, karena ada banyak faktor yang harus dicakupkan di dalam penghitungan dari tiap-tiap biaya dan laba proyek. Di beberapa negara, bahan bakar gas mempunyai keunggulan harga yang jelas terhadap bensin dan bahkan juga diesel, disebabkan oleh pengurangan pajak untuk bahan bakar gas. Keunggulan ini akan mengarah pada singkatnya masa pengembalian modal untuk investasi kendaraan BBG.

Harga bahan bakar Eropa

Harga bahan bakar sangat bervariasi, sebagian besar disebabkan oleh pajak. Tingkat pajak bensin Eropa berkisar sekitar 61-81%; dan diesel sekitar 54-85%; dan bahan bakar gas antara 0-65% (ENGVA, 1996).

- Harga penjualan tiga bahan bakar biasanya menunjukkan bahwa bensin merupakan bahan bakar berharga paling tinggi, bervariasi tergantung pada kandungannya; selanjutnya harga diesel, dan yang paling murah adalah harga bahan bakar gas.
- Pihak swasta, armada berbahan bakar terpusat, yang membeli sendiri bahan bakarnya dalam jumlah besar secara langsung dari perusahaan *wholesale*, akan mengetahui bahwa harga bahan bakarnya lebih rendah daripada harga normal di stasiun pengisian bahan bakar umum.
- Perusahaan-perusahaan transportasi umum sering kali mengambil keuntungan dari pajak khusus untuk diesel.
- Namun, harga bahan bakar diesel mungkin berubah relatif terhadap bensin, karena beberapa negara mulai mengubah kebijakan

perpajakan bahan bakarnya, yang disebabkan oleh adanya hubungan antara kesehatan publik dan partikulat diesel.

Harga bahan bakar relatif - khususnya tingkat pajak - juga berubah di beberapa negara, karena kebijakan lingkungan pemerintah yang cenderung memilih apa yang disebut sebagai bahan bakar "murni" atau "bersifat lingkungan". Contohnya, (pada saat publikasi) di Swiss, biaya bahan bakar gas lebih besar daripada diesel dan bensin, kecuali dari sumber-sumber biogas yang dapat diperbaharui, dimana jika tidak ada pajak bahan bakar, yang membuatnya menjadi lebih murah daripada diesel/bensin. Di Jerman, pajak bahan bakar gas telah dibatasi hingga 15% dari pajak bensin sampai dengan tahun 2009.

Harga Bahan bakar gas

Harga bahan bakar gas sebagai bahan bakar kendaraan sangat bervariasi, walau di dalam satu negara sekalipun. Hal ini disebabkan oleh faktor :

- Perusahaan-perusahaan bahan bakar gas yang berbeda menaruh harga yang berbeda untuk gasnya,
- Umumnya hanya sedikit perusahaan bahan bakar gas yang telah membangun "tingkat kendaraan berbahan bakar gas" untuk menjual bahan bakar tersebut ke sektor transportasi.
- Secara tradisional, perusahaan-perusahaan bahan bakar gas menjual gas berdasarkan "laju blok penurunan". Yaitu, semakin banyak gas yang digunakan oleh konsumen (dihitung dalam "blok" tingkat pemakaian), maka semakin sedikit *harga unit* untuk gas. Sehingga, konsumen perumahan akan cenderung membayar tingkat unit tertinggi, dan pelanggan industri-industri besar yang mengonsumsi kuantitas sangat besar akan lebih kecil membayar harga per unit gas yang disuplai.

Namun, banyak perusahaan-perusahaan bahan bakar gas menawarkan tingkat pelanggan yang lebih besar untuk bahan bakar gas yang dijual sebagai bahan bakar kendaraan agar dapat bersaing dengan bensin dan diesel, dan dengan demikian memberikan sisi ekonomis yang baik untuk konsumen kendaraan BBG. Lagi pula, tidak seperti penyuplai diesel dan bensin, perusahaan-perusahaan bahan bakar gas sering kali membuat kontrak jangka panjang (2-5) tahun untuk bahan bakar tersebut. Hal ini mengarah pada harga gas yang meningkat lebih stabil bagi konsumen. Untuk armada yang lebih besar, seperti bus kota, hal ini akan memberikan dorongan ekonomis yang kuat terhadap harga diesel yang cenderung fluktuatif dalam kondisi ekonomi yang berbeda.

Oleh karena itu, untuk konsumen kendaraan, hubungan yang lebih dekat dan negosiasi dengan pemasok gas lokal sangat penting dilakukan untuk mencapai tingkat bahan bakar gas relatif terhadap diesel dan bensin yang paling disukai

4.2. Masa pengembalian modal kendaraan berbahan bakar gas

Selanjutnya setelah harga bahan bakar, biaya investasi adalah faktor yang penting untuk menentukan masa pengembalian modal kendaraan BBG. Saat ini, karena rendahnya jumlah kendaraan BBG yang diproduksi, kendaraan BBG memiliki harga penjualan yang

lebih tinggi daripada kendaraan-kendaraan diesel atau bensin yang dibandingkan. Gambar 4-1 menunjukkan contoh biaya tambahan untuk pembelian kendaraan BBG.

Masa pengembalian modal investasi kendaraan BBG dihitung dengan menggunakan investasi, pemeliharaan dan biaya bahan bakar tambahan.

Pabrik	Jenis Kendaraan b = bahan bakar ganda m = bahan bakar tunggal	Biaya bersih tambahan (Euro)
<i>Pabrik Peralatan Asli</i>		
BMW	316 g Compact (b)	3000
Daimler Chrysler	Sprinter (m), edisi-edisi yang berbeda	5000 - 7500
FIAT	Marea (b), Multipla (b), Multipla (b)	1500
Honda	Civic GX (m)	1750
Iveco	Daily 35.11 CNG (m) Daily 49.11 (m) Truk berat MH 260 E CNG (m)	5000
MAN	Bus gandeng berlantai rendah NG 232 CNG (m) Bus gandeng berlantai rendah NG 313 CNG (m) Bus standar berlantai rendah NG 232 CNG (m) Truk berat LT 38 K 06 CNG (m)	40000 57500 37500 37500
Ford, GFI Mainz	Ford Ka Ford Fiesta Limousine, 60 1 tanki Ford Fiesta Limousine, 80 1 tanki Ford Mondeo Turnier Ford Galaxy Ford Fiesta Courier Ford Transit Van, 80 1 tanki Ford Transit Van, 2 x 80 1 tanki Angkutan Pick-up Ford	3300 3350 3400 3350 3450 3050 2950 3850 4500
Volkswagen, IAV Berlin	VW polo 1.4 VW Polo Varian 1.6 VW Caddy 1.4/1.6 VW Golf IV 1.4/1.6 VW Golf III Varian 1.6 VW Passat, VW Passant Varian 1.6 VW T4/2.0 VW LT II 2.3	4400 4450 4250 4500 4300 4850 4650 5700

Gambar 4-1
Biaya tambahan untuk kendaraan BBG (daftar tidak lengkap)
Stadtwerke
Augsburg, 2000

	Multipla bahan bakar gas	Multipla bensin super	Multipla diesel
Biaya kendaraan tambahan, termasuk VAT	1750 Euro	-	1750 Euro
Harga bahan bakar	0.58 Euro	0.97 Euro / l	0.76 Euro / l
Konsumsi	5.6 kg / 100 km	8.60 l / 100 km	7.90 l / 100 km
Biaya bahan bakar	3.25 Euro / 100 km	8.34 Euro / 100 km	6.00 Euro / 100 km
Penghematan biaya bahan bakar			
• Terhadap diesel	2.75 Euro / 100 km		
• Terhadap bensin	5.09 Euro / 100 km		
Pengembalian modal			
• Terhadap diesel	0 km		
• Terhadap bensin	34381 km		

Gambar 4-2
Determinasi masa pengembalian modal untuk kendaraan berbahan bakar gas, contoh di Jerman

Biaya bahan bakar tergantung pada dua faktor, harga bahan bakar dan konsumsi bahan bakar, yang dihasilkan dari efisiensi mesin. Sebagai perbandingan pemakaian energi dari kendaraan yang digerakkan oleh diesel, bensin dan bahan bakar gas, diperlukan suatu basis yang sama, dimana untuk contoh di bawah ini yaitu nilai pemanasan bahan bakar H_u , yang dinyatakan dengan kWh. Gambar 4-2 memperlihatkan penghitungan masa pengembalian modal untuk Fiat multipla. Sebagai contoh lain, penghitungan yang sama untuk bus-bus bertenaga bahan bakar gas menggunakan parameter-parameter berikut:

- Bus standar MAN; konsumsi diesel; 40 l/100 km, konsumsi bahan bakar gas (H_u 10 kWh/Nm³): 55 Nm³/100 km.
- Bus gandeng MAN; konsumsi diesel : 52 l/100 km, konsumsi bahan bakar gas (H_u 10 kWh/Nm³): 72 Nm³/100 km.

Hasilnya, penggandaan kendaraan BBG mencapai masa pengembalian modal setelah sekurang-kurangnya 25.000 km. Untuk mobil lain, nilai yang sama dapat dicapai bergantung pada jumlah biaya investasi tambahan, misalnya Honda Civic 53.000 km.

Biaya pemeliharaan awal kendaraan berbahan bakar gas bisa diharapkan agak lebih tinggi daripada kendaraan konvensional karena efek "learning curve" (kurva pembelajaran) yang disebabkan oleh upaya teknis yang lebih tinggi bagi mesin bahan bakar gas dan tangki bahan bakar. Setelah periode awal, biaya pemeliharaan dapat lebih rendah dari kendaraan konvensional karena penggunaan bahan bakar gas menghasilkan sedikitnya pengausan dan pemrusakan silinder, cincin, dan besi penyalu. Namun, interval antara perubahan minyak dapat bertambah oleh dua atau lebih faktor, dan karena bobot kendaraan berbahan bakar gas yang besar, maka diharapkan roda ban yang lebih tinggi, khususnya untuk bus.

Untuk mobil dan kendaraan ringan, biaya pemeliharaan dapat diperkirakan 5% dari biaya konversi (di luar biaya botol penyimpanan). Untuk pemeriksaan tahunan tangki-tangki bertekanan tinggi, dapat dihitung jumlah sebesar 50 Euro (BGW, 1997).

Pajak kendaraan juga akan mempengaruhi masa pengembalian modal. Beberapa negara mengurangi pajak untuk kendaraan-kendaraan "murni," misalnya di Jerman, kendaraan-kendaraan yang sesuai dengan standar 3 Euro akan dibebaskan dari pajak. Di lain pihak, jika pajak didasarkan pada bobot kendaraan, kendaraan BBG akan rugi secara finansial.

Selain itu, sehubungan dengan ekonomi nasional, harus dipertimbangkan pengurangan biaya eksternal yang diakibatkan oleh emisi yang lebih rendah.

5. Petunjuk Penggunaan

5.1 Parkir dalam ruangan

Dapatkan kendaraan berbahan bakar gas diparkir dengan aman di garasi parkir dalam ruangan? Apa yang terjadi jika terjadi kebocoran gas? Apakah akan timbul ledakan?

Karena bahan bakar gas lebih ringan dari udara, jika terjadi kebocoran gas, maka gas akan terdispersi ke atas. Kisaran nyala api bahan bakar gas yang relatif rendah - 5-15% bahan bakar gas terhadap udara -membuatnya sulit untuk menyala bila ada ventilasi yang cukup. Sistem ventilasi haruslah terpadu ke atap garasi untuk memungkinkan pelepasan gas agar hilang dengan aman.

Dua jenis garasi

Sementara ada berbagai desain garasi parkir dan kode-kode bangunan yang berbeda mengaturnya, semuanya cenderung memiliki dua ciri umum: ruangan terbuka untuk parkir dan ventilasi yang dibutuhkan untuk mengurangi karbonmonoksida (CO) yang dilepaskan oleh pembuangan kendaraan. Dua jenis sistem ventilasi yang biasanya digunakan: sirkulasi alami dengan sisi-sisi bangunan yang terbuka dan sirkulasi terbatas untuk struktur tertutup. Ciri-ciri ini mengurangi efek kebocoran bahan bakar gas.

Studi definitif memperlihatkan bahwa CNG tidak menjadi masalah

Petunjuk dan studi definitif pada topik ini dilakukan di kota New York, dan digunakan di sejumlah besar kawasan metropolitan utama untuk membantu mendorong para pembuat regulasi kota untuk memperlakukan kendaraan BBG seperti mereka memperlakukan kendaraan-kendaraan bensin dan diesel. Studi yang menggunakan pemodelan dan pengujian empirik yang canggih menemukan:

"Jika terjadi kebocoran kecil, maka kebocoran tersebut tidak akan mendatangkan kerusakan hingga sekitar beberapa sentimeter dari kebocoran, dan tidak ada gas yang menumpuk di garasi. Pada kasus yang parah, pengosongan hingga hampa (dari silinder bahan bakar gas), menghasilkan campuran gas yang dapat menyala di dalam garasi, tapi kondisi ini akan cepat berkurang oleh dispersi gas ke tempat terbuka dan penyingkirannya oleh sistem ventilasi. Hanya sebagian kecil bahan bakar gas yang dilepaskan dalam bagian yang dapat menyala setiap saat, dan tidak ada penumpukan gas permanen di dalam garasi. Konsentrasi maksimum dicapai dalam beberapa detik hingga beberapa menit, dan setelah itu menurun secara cepat."

Sebuah kendaraan CNG tidak menyebabkan resiko yang luar biasa di dalam garasi parkir biasa; yaitu, resiko kendaraan CNG adalah sama atau kurang daripada resiko yang diakibatkan oleh kendaraan berbahan bakar bensin. Kesimpulan ini berlaku untuk kedua desain garasi jenis sirkulasi alami dan terbatas, dan harus mencakup setiap jenis garasi parkir umum yang sudah biasa ditemui. Situasi tertentu yang tidak biasa mungkin tidak tercakup, dan ini termasuk garasi tanpa ventilasi, garasi tanpa lubang atap, atau garasi dengan sensor aliran karbon monoksida yang rendah. Secara keseluruhan, parkir di tempat umum bukanlah masalah keamanan CNG yang utama.” [Ebasco Services Incorporated, 1991]

5.2 Keamanan kendaraan CNG dalam Kecelakaan

Kendaraan yang beroperasi dengan bahan bakar gas, membawa silinder bertekanan tinggi, sering kali dirasakan sangat mengkhawatirkan keamanannya jika terjadi kecelakaan. Berdasarkan berbagai statistik kecelakaan, jelaslah bahwa kendaraan yang beroperasi dengan bahan bakar gas yang dimampatkan adalah sama amannya atau lebih aman dibandingkan dengan kendaraan yang beroperasi dengan bahan bakar tradisional seperti bensin dan diesel. (Laporan teknis DNV, annex 9, 1992)

Regulasi keamanan untuk semua bahan bakar - cair maupun gas - umumnya menjamin bahwa resiko timbulnya api dalam kondisi operasi normal adalah sangat kecil. Maka, keadaan bahaya umumnya terjadi jika terjadi tabrakan atau kerusakan peralatan.

Survey di Amerika Serikat pada lebih dari 8000 kendaraan yang secara kumulatif kira-kira menempuh perjalanan sejauh 278 juta mil dari tahun 1987-1990, ditemukan bahwa tingkat kecelakaan untuk kendaraan BBG per mil jarak tempuh perjalanan (VMT) adalah 37% lebih kecil daripada tingkat kendaraan armada bertenaga bensin, dan 34% lebih kecil dari seluruh populasi kendaraan bensin yang terdaftar. Selain tingkat kecelakaan yang lebih kecil tersebut, tidak tercatat terdapat kematian untuk kendaraan BBG di dalam survey tersebut. Sebaliknya, kematian terkait dengan kendaraan armada bensin yang disurvei, tercatat angka 1,28 kematian per juta VMT. Rata-rata nasional di Amerika Serikat terjadi 2,2 kematian per 100 juta VMT untuk semua kendaraan bensin di Amerika Serikat (Homepage IANGV)

Ada dua alasan mendasar bagi catatan keamanan kendaraan BBG yang luar biasa ini: integritas struktur sistem bahan bakar kendaraan BBG dan kualitas fisik bahan bakar gas sebagai bahan bakar. Silinder penyimpanan bahan bakar yang digunakan

dalam kendaraan BBG lebih kuat daripada tangki bahan bakar bensin. Contohnya, di Amerika Serikat, desain silinder kendaraan BBG diberikan sejumlah pengujian ”pengrusakan hebat” yang dibutuhkan, seperti panas dan tekanan tinggi, tembakan senjata api, tubrukan dan api.

Silinder aluminium yang diperkuat dengan dinding tebal, silinder baja atau 100% bahan komposit digunakan untuk menyimpan bahan bakar gas yang dimampatkan sebagai bahan bakar kendaraan. Silinder ini dibuat dan diuji dengan regulasi yang ketat, dan selama pengujian mendapat perlakuan pengrusakan dalam kondisi yang jauh lebih keras daripada tangki bahan bakar bensin. Kendaraan BBG diajukan untuk pengujian tubrukan hingga mencapai 52 mil per jam, dimana seluruhnya telah dihancurkan, memperlihatkan sedikit atau tidak ada kerusakan pada silinder gas yang dimampatkan. Uji tembakan api dan dinamis mendorong silinder menuju temperatur dan tekanan yang melebihi batasannya, yang memperlihatkan bahwa silinder bahan bakar gas tersebut tahan dan aman. Selanjutnya komponen sistem bahan bakar dapat secara fisik dilindungi atau ditempatkan sehingga keadaan sekitar kerusakan pada tempat tubrukan menjadi diperkecil. Tentu saja, seperti semua sistem bahan bakar, silinder ini bukannya tidak dapat rusak dan harus diawasi secara berkala untuk memastikan bahwa tidak terjadi kerusakan permukaan.

Silinder gas dilengkapi dengan peralatan pengurang tekanan dan katup penghenti yang secara otomatis mematikan suplai gas jika tabung pecah atau jika motor dimatikan (misalnya saat kecelakaan). Untuk menghindari bahaya ledakan api, ledakan susulan, dan sumbu leleh menjamin pelepasan terkontrol dan membakar gas yang bertekanan sebelum pecah melalui pemanasan berlebih yang mungkin terjadi. (Teknikal DNV, annex 10, 1992).

Sementara silinder penyimpanan bahan bakar lebih kuat daripada tangki bahan bakar bensin, bahan komposit yang digunakan untuk menyimpan tangki pada dasarnya lebih rentan terhadap kerusakan fisik dibandingkan dengan logam dalam kondisi rusak. Karena alasan inilah bahan komposit pada silinder kendaraan BBG harus ditangani dengan tepat. Setelah beberapa kejadian meliputi pecahnya silinder bahan bakar gas yang disebabkan oleh beberapa bentuk pengaruh zat kimia atau kerusakan fisik selubung komposit di atas silinder, telah dikembangkan bahan baru yang mengurangi resiko kerusakan dan dengan demikian meningkatkan keamanan.

Selain itu, sistem bahan bakar kendaraan BBG “disegel”, yang mencegah percikan atau penguapan. Walaupun jika terjadi kebocoran dalam sistem bahan bakar kendaraan BBG, bahan bakar gas menghilang ke atmosfer karena lebih ringan daripada udara, dan tidak jatuh ke tanah seperti pada bahan bakar cair.

Bahan bakar gas juga mempunyai suatu oderan yang ditambahkan agar kebocoran dapat terdeteksi.

Bahan bakar gas tidak beracun atau korosif dan tidak akan mencemari air tanah. Pembakaran bahan bakar gas tidak secara signifikan menghasilkan aldehida atau zat beracun lain dan senyawa organik yang mudah menguap, yang mengenai beberapa bahan bakar.

5.3 Aspek keamanan pengisian

Bahan bakar gas dikeluarkan ke dalam kendaraan melalui sistem berskala yang dirancang untuk memungkinkan bahan bakar gas ke dalam kendaraan tanpa ada kebocoran ke atmosfer. Pada alat pelepas yang menggunakan nosel NSI- NGVI, kecuali nosel dihubungkan ke “kontainer” pada kendaraan, bahan bakar gas tidak akan mengalir.

Jika mobil bergerak dengan nosel yang masih terhubung, alat pemutus dalam saluran yang ditempatkan di dalam selang pengisi akan terputus. Aliran dari kompresor seketika dihentikan dengan oleh katup pemeriksa dan mencegah kerusakan pada stasiun pengisian. Katup pemeriksa pada kendaraan juga akan menutup secara otomatis dan selanjutnya menghentikan aliran dari tangki. (Staubli, 1998).

6.1 Dukungan Perusahaan gas

Tiap perusahaan gas mendekati pasaran kendaraan BBG dan konsumennya dengan sedikit berbeda. Beberapa perusahaan akan sangat antusias dan

sangat menolong. Perusahaan lain mungkin tidak mempunyai program pemasaran kendaraan BBG dan akan kurang membantu. Jika perusahaan tersebut tidak antusias dengan pemasaran anda, penerima tamu pada perusahaan gas yang anda pikir mungkin perlu bantuan mungkin akan mengecewakan anda. Tanyakan, jika salah satu dari perusahaan transmisi bahan bakar gas mungkin memerlukan bantuan. Sebagai alternatif, mintalah bantuan dari asosiasi kendaraan BBG atau bahan bakar gas nasional.

Apa yang anda cari ?

Jika anda mendekati perusahaan, anda akan mencari informasi tentang:

- kendaraan
- stasiun pengisian bahan bakar
- harga bahan bakar gas
- program-program kendaraan BBG dan subsidi yang tersedia dari pemerintah lokal atau nasional.

Perusahaan gas harus dapat menolong anda “mengukur” armada; yaitu menentukan ukuran kompresor yang akan anda butuhkan untuk mengisi bahan bakar kendaraan anda. Hal ini akan ditentukan oleh sejumlah faktor, termasuk: total penyimpanan bahan bakar; jarak tempuh kendaraan per hari; pemakaian bahan bakar; dan pola pengisian bahan bakar, apakah dilakukan sekali sehari atau beberapa kali. Lagi pula, perusahaan gas mungkin juga dapat menentukan kendaraan yang baik untuk konversi, jika itu pilihan anda.

Jika pelepas bahan bakar gagal

Pengalaman di Helsinki, Finlandia

Pada suatu Sabtu pagi bulan January 2000, kompresor untuk stasiun CNG Ruskeasuo HKL rusak. Biasanya, stasiun itu melayani sekitar 30 bus CNG, 22 di antaranya adalah milik perusahaan angkutan umum Helsinki, HKL. Setelah upaya-upaya perbaikan secara lokal, semakin jelas bahwa stasiun akan rusak selama dua minggu, karena bagian yang rusak harus dibawa ke Italia untuk diperbaiki.

Bus-bus CNG telah dispesifikasikan untuk penggunaan dalam penawaran kompetitif bagi rute-rute tertentu. Jika operator tidak dapat menggunakan bus jenis yang telah dispesifikasikan untuk rute tersebut, maka operator itu harus membayar denda. Lagi pula, tidak mudah menemukan bus-bus pengganti sementara bagi 22 bus tersebut dalam jangka waktu yang sangat singkat. Sehingga, tujuannya adalah agar bus-bus CNG dapat beroperasi secepatnya.

Agar dapat menghindari penghentian operasi jika terjadi kerusakan stasiun CNG di Ruskeasuo, rencananya adalah untuk menggunakan stasiun dengan kapasitas yang lebih kecil di Pirkola (15 bus per hari) agar dapat tetap beroperasi. Namun, beberapa endapan minyak telah terdeteksi di dalam tangki bus CNG dari 11 HKL pertama yang diisi di stasiun Pirkola, sehingga HKL yang sebelumnya telah memutuskan agar 11 bus baru tersebut tidak diisi di Pirkola.

Dengan demikian, 11 bus CNG tidak memiliki alternatif kecuali dihilangkan dari pelayanan hingga stasiun Ruskeasuo dapat diperbaiki.

Untuk membuat masalah semakin buruk, usaha pertama untuk mengisi bahan bakar bus yang tersisa di Pirkola gagal. Tiba-tiba, semua 22 bus rusak karena kekurangan bahan bakar. Setelah beberapa jam pemeliharaan dan kekurangan CNG selama dua hari, pada hari Minggu malam akhirnya dapat diisi di stasiun Pirkola. Untuk menjaga sedikitnya 11 bus CNG tetap beroperasi, diputuskan untuk mengisinya semalaman satu-satu, karena pengisian di sekitar perjalanan dari pul memerlukan waktu 45 menit. Ini berarti seseorang harus bekerja pada malam hari untuk mengisi 11 bus selama 2 minggu.

Babak ini akhirnya berakhir baik ketika stasiun Ruskeasuo mulai berfungsi lagi setelah bagian alat yang baru datang dari Italia. Begitu terjadi kerusakan selama masa garansi, maka biaya perbaikan akan dicakup oleh pabrik stasiun. Biaya perbaikan lain terjadi karena waktu dan pengeluaran karena bus rusak ditutupi dengan kontraktor stasiun CNG seperti tercantum dalam kontrak stasiun dengan HKL. Walaupun cerita berakhir baik, cerita itu menegaskan betapa pentingnya measa siap untuk segala sesuatunya, adanya sistem cadangan yang siap dan juga dipelihara dengan baik, dan memiliki pula kontrak suplai bahan bakar yang tidak membawa masalah bagi operator bus masalah pasokan bahan bakar sementara harus dihentikan.

Atau, banyak dari mereka yang berhubungan dengan pabrikan peralatan asli (OEM) yang siap menyediakan informasi tentang ketersediaan kendaraan BBG atau perusahaan yang mengubah kendaraan menjadi kendaraan BBG

6.1.1 Instalasi Stasiun Pengisian Bahan Bakar

Setiap perusahaan gas melakukan pendekatan terhadap hal ini dengan cara yang berbeda, dan terdapat berbagai opsi finansial (dan pembiayaan) yang tersedia. Ini terdapat beberapa contoh yang mungkin anda temukan saat membahas instalasi stasiun pengisian bahan bakar:

- **Instalasi milik anda sendiri.** Jika bahan bakar armada diisi secara terpusat dan anda biasanya memungut biaya dari operasi pengisian bahan bakar anda sendiri (seperti armada bus besar), maka lebih disukai instalasi stasiun kompresor milik anda sendiri.
- **Pilihan kreatif** juga memungkinkan jika perusahaan gas sangat termotivasi dalam sektor kendaraan BBG. Sebenarnya beberapa armada memungkinkan kendaraan perusahaan lain pergi ke tempat pengisian bahan bakar milik mereka. (Anda harus mempertanyakan apakah hal ini juga mungkin untuk armada anda). Terkadang bukanlah sesuatu yang tidak mungkin untuk menginstall pelepas bahan bakar di luar batas perusahaan anda, sehingga armada lain pun dapat mengisi bahan bakar di sana. Dalam hal ini, kalau perlu, pengaturan dengan perusahaan gas untuk menginstall sistem kartu komputer akan memungkinkan perusahaan gas untuk menagih konsumen setiap bulan.
- **Pengisian bahan bakar umum.** Beberapa negara terkadang agresif dalam membangun stasiun pengisian bahan bakar. Sehingga ide menggunakan stasiun umum, seperti yang dilakukan pada bensin dan diesel, secara khusus menarik dan tidak ada biaya ekstra untuk konsumen kendaraan BBG.

Jika anda ingin menginstall sistem pengisian bahan bakar di perusahaan anda, perusahaan gas harus dapat membantu dengan kode-kode, standar keamanan dan semua aspek persiapan dan pembangunan stasiun. Sebagai alternatif, mereka mungkin memberikan petunjuk pada anda mengenai sejumlah kontraktor swasta yang mungkin dapat membantu anda. Dalam hal ini, perusahaan gas harus dapat membantu dalam membuat spesifikasi tawaran tender agar kontraktor-kontraktor yang berbeda menyediakan perkiraan kompetitif untuk kerja yang akan dilakukan.

Kerumitan proses instalasi stasiun pengisian bahan bakar sangatlah bervariasi tergantung pada

ukuran, karakteristik tempat anda dan apakah berupa pengisian lambat atau cepat atau keduanya. Akses ke saluran bahan bakar gas yang diperlukan dan listrik juga harus disediakan di tempat tersebut. Sekali lagi, kontraktor dan/atau perusahaan gas lokal akan dapat membantu.

Jenis garasi dapat juga mempengaruhi implementasi proyek dan biaya-biaya staf. Di Helsinki, contohnya, bus-bus diesel mempunyai pengisian bahan bakar otomatis di dalam ruangan, sedangkan pengisian CNG di luar ruangan dan memerlukan kehadiran personil untuk pemeliharaan. Ini berarti bahwa staf tidak bisa menggunakan waktu pengisian bahan bakar secara produktif dengan cara membersihkan kendaraan atau memeriksa oli, mengisi kembali cairan lain dll, seperti yang dapat dilakukan dengan diesel. Bus-bus gas pertama-tama harus diisi di luar, kemudian dimasukkan untuk mendapatkan manuver lainnya, dan hal ini memakan waktu ekstra. Saat musim gugur dan musim dingin, hal ini juga akan mempengaruhi penerimaan terhadap kendaraan ini oleh staf pemeliharaan.

6.1.2 Pelayanan

Baik perusahaan gas maupun salah satu kontraktor lokalnya haruslah tersedia untuk melayani stasiun milik anda. Keandalan operasi stasiun merupakan hal yang sangat penting agar tetap membuat kendaraan anda beroperasi. Terminologi dan kondisi-kondisi pelayanan penting ditetapkan sebelumnya dengan perusahaan gas dan/atau perusahaan pelayanan. Setiap orang harus menyadari bahwa semua peralatan mekanik, baik yang rusak atau tidak, tetaplah memerlukan perawatan. Dengan fasilitas penting seperti stasiun pengisian bahan bakar, adalah penting, apapun kerusakannya, pelayanan bisa dilakukan tepat waktu. Karena armada sangat besar, sistem kelebihan (cadangan) merupakan hal yang penting. Mintalah perusahaan gas untuk memberikan dukungan teknis seperti itu.

6.2 Dukungan pemerintah

Ada jumlah program yang tumbuh di negara-negara berbeda, yang menyediakan dukungan finansial dan lainnya bagi pengguna kendaraan BBG. Hal ini mencakup dukungan pajak (kredit, pengurangan, dll) hingga dukungan finansial lain seperti subsidi untuk membeli kendaraan atau instalasi stasiun pengisian bahan bakar. Pada beberapa kasus, kendaraan berbahan bakar murni mungkin diijinkan untuk parkir secara cuma-cuma di tempat tertentu, atau untuk berjalan di tengah jalur yang biasanya hanya dapat diakses oleh taksi dan bus-bus. Perwakilan perusahaan gas lokal atau asosiasi gas nasional (atau kendaraan BBG) haruslah mengetahui tentang program-program dukungan di daerah anda, dan memberikan saran kemana harus mencari informasi (Silahkan lihat pada bagian 9 untuk alamat-alamat tempat penyedia informasi).

7. Standar yang tersedia

Standar merupakan instrumen yang paling penting untuk pengembangan sistematis sebuah teknologi baru. Standar memberikan harmonisasi teknologi kendaraan BBG pada tahap awal, memfasilitasi pertukaran barang, meningkatkan keamanan dan/atau perlindungan terhadap manusia, barang dan lingkungan dan juga layanan di Eropa dan kepentingan pengamanan konsumen (harga lebih rendah, pilihan lebih banyak).

Sebuah standar yang baik memberikan perlindungan perencanaan, menentukan pembaharuan dan dokumen tingkat keamanan dan keandalan.

Untuk menerapkan hal ini pada teknologi kendaraan berbahan bakar gas, dikembangkan standar di tingkat Eropa dengan kerjasama antara institusi standar Eropa CEN (*Comité Européen De Normalisation*) dan ISO, organisasi standar internasional.

Komite Teknis CEN 326 adalah perkumpulan yang bertanggung jawab untuk mengembangkan standar peralatan kendaraan BBG di European Union. Komite tersebut mencakup kelompok kerja (WG) pengembang standar Eropa mengenai persyaratan keamanan gas bagi sistem stasiun pengisian bahan bakar dan sistem bahan bakar kendaraan, termasuk

Standard Internasional yang disetujui:

- ISO ISO/DIS 11439: Silinder Tekanan tinggi Penyimpan Bahan bakar gas *on-board* sebagai Bahan bakar untuk Kendaraan

Standard internasional yang sedang dipersiapkan:

- ISO TC22/SC25/WG1: *Refuelling Connector*
- (Panitia Teknis TC, Sub panitia SC, WG Kelompok kerja)**
- ISO TC22/SC25/WG2: Prinsip-prinsip desain dan instalasi sistem bahan bakar kendaraan
- ISO TC22/SC25/WG3: Komponen-komponen sistem bahan bakar NGV
- ISO TC58/SC3/WG11: Bahan komposit silinder gas
- ISO TC22/SC3/WG17: Silinder Tekanan tinggi untuk penyimpanan NG *on-Boards*
- ISO TC 193: Penentuan komposisi bahan bakar gas untuk digunakan sebagai bahan bakar terkompresi bagi kendaraan
- CEN TC 23/SC1: Silinder Tekanan tinggi untuk penyimpanan NG *on-Boards*
- CEN TC 326/WG1: Persyaratan Keamanan untuk stasiun pengisian bahan bakar
- CEN TC326/WG2: Sistem Bahan bakar NGV
- CEN TC326/WG3: Keselamatan dalam Operasi pengisian Bahan bakar gas

sistem konversi kendaraan BBG. WG I menutupi masalah keamanan yang penting, desain dan persyaratan konstruksi dan juga instalasi dari kode praktis untuk pengisian bahan bakar di luar ruangan dan di dalam ruangan.

WG2 menangani masalah keamanan, desain dan persyaratan konstruksi untuk sistem bahan bakar kendaraan BBG dari nosel pengisi sampai sistem konversi motor. Hal ini mencakup sistem penyimpanan bahan bakar *on-board* seperti silinder penyimpanan, alat penurun tekanan, katup silinder dan kode instalasi untuk pemasangan silinder.

WG3 berkonsentrasi pada kondisi operasi:

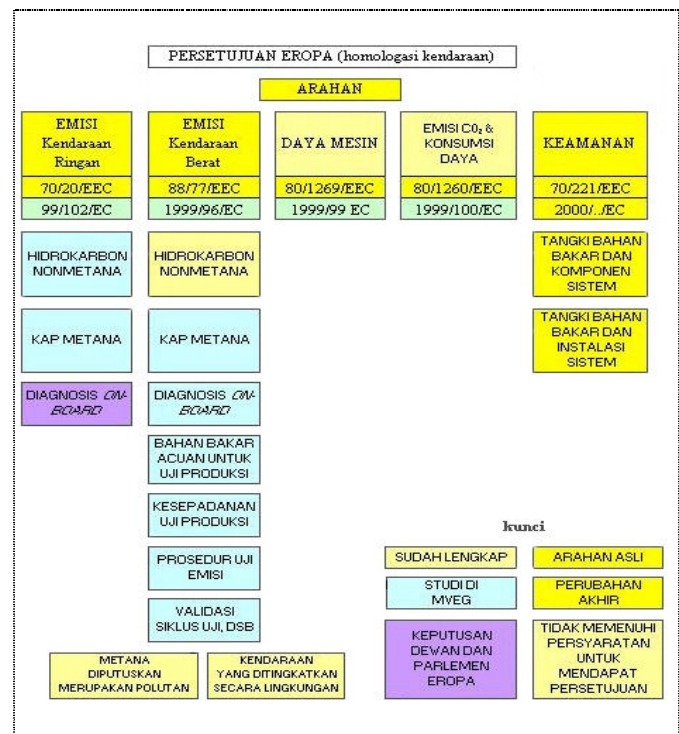
- Jaminan kualitas konsumen dalam operasi pengisian, khususnya kondisi pengisian bahan bakar yang aman dan biaya pengisian yang optimal
- Sertifikasi teknisi kendaraan BBG untuk konversi, diagnosis dan perbaikan kendaraan BBG
- Persyaratan yang direkomendasikan untuk gudang dan bengkel kendaraan BBG.

Untuk informasi lebih lanjut dan teraktual mengenai standar kendaraan BBG, silahkan kunjungi *homepage* IANGV:

www.iangv.org/sources/standards.html

Selain itu, komisi Eropa telah mengembangkan beberapa arahan untuk mengatur persetujuan jenis Eropa mengenai homologasi kendaraan (Gambar 7-1).

Gambar 7-1
Persetujuan Eropa mengenai homologasi kendaraan



8. Studi kasus

8.1 Proyek Entire

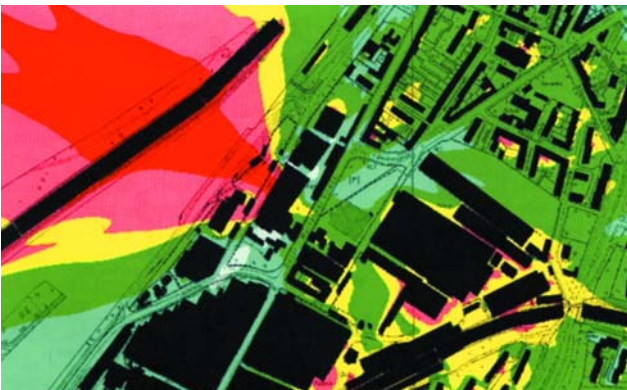
Proyek ENTIRE EU – didanai oleh program THERMIE dari DG-TREN – menunjukkan bagaimana transportasi komersial dan publik di kawasan kota akan menjadi lebih hemat energi, sedangkan emisinya berkurang. ENTIRE meliputi 7 kota dan daerah mitra Eropa dan sejumlah 12 permintaan dan mengintegrasikan teknologi kunci untuk sistem transportasi kota yang berkelanjutan. Oleh karena itu, pertukaran cara dan teknologi antara daerah dan kota besar memiliki efek katalis.

Salah satu proyek mitra di kota Cologne. Di Cologne, beberapa alternatif sekarang diperiksa potensinya sebagai pengganti bahan bakar fosil tradisional. Oleh karena itu, bahan bakar gas terkompresi (CNG) berada di antara sebagian besar teknologi baru saat ini. Namun, pengenalan massal dari teknologi yang menjanjikan dalam pasaran bahan bakar yang kompetitif, terhambat oleh kerugian komersial disebabkan oleh sedikitnya jumlah kendaraan yang digunakan saat ini. Demonstrasi kendaraan BBG merupakan sarana untuk membangun pasar lokal untuk memfasilitasi penerapan lebih lanjut dari teknologi ini.

Demonstrasi Cologne dilaksanakan dalam kerja sama yang erat dengan kota-kota sekitarnya yaitu Brühl dan Hürt dan operator komersial United Parcel Service. Hürth yang telah menyediakan satu truk sampah dan Brühl dua truk sampah berbahan bakar tunggal CNG pada pengumpul limbah milik kedua kota. Kereta pengangkut diisi pada dua stasiun pengisian bahan bakar gas cepat yang dimiliki oleh perusahaan pengguna lokal.

Gambar 8-1

Gambar simulasi emisi berskala mikro



UPS mengonversi empat Citroën berbasis P-36 miliknya dari diesel menjadi bahan bakar gas bahan bakar tunggal. Kendaraan yang dikonversi beroperasi untuk pengiriman ekspres dan memanfaatkan stasiun pengisian bahan bakar publik yang baru untuk kendaraan BBG. Semua kendaraan dioperasikan dalam kondisi biasa untuk memungkinkan pembandingan dengan bagian pelengkap diesel.

Tujuan penggunaan ini adalah untuk membangun infrastruktur informasi yang komprehensif bagi konsumen energi lokal dan memberikan detail sumber-sumber emisi yang akan diperhitungkan dalam skema perencanaan kota yang bertujuan pada peningkatan efisiensi energi dan berkurangnya polusi udara. Komunitas pengguna terdiri dari pejabat daerah dan lokal dan juga perusahaan-perusahaan utilitas. Selain pengawasan lingkungan yang jelas, konsep ini meliputi pengembangan dan pelaksanaan platform yang sesuai untuk membangun keseimbangan energi dan simulasi perubahan lingkungan yang terpercaya, dan juga pengadaan alat-alat pembuatan keputusan untuk mencegah tindakan terhadap konsumen energi dan sumber-sumber emisi yang dapat mengancam lingkungan kota dan kesehatan masyarakat.

Untuk tujuan ini berbagai aplikasi yang khusus bagi pengguna diintegrasikan dalam suatu jaringan data yang heterogen, sistem manajemen dan informasi lingkungan yang terintegrasi, yang menyediakan platform virtual yang umum untuk berbagai layanan dan prosedur yang dibutuhkan masing-masing pengguna. Kunci masalah ini adalah mengenai hubungan yang interaktif dari sumber data yang sebelumnya terisolasi, dan modul-modul simulasi untuk penggunaan energi dan dispersi polutan dalam daerah lingkungan yang berbeda. Informasi lebih lanjut dapat diperoleh dari homepage proyek www.entire.org.

8.2 Kendaraan berbahan bakar gas untuk Kota-kota di Eropa dan integrasinya dengan manajemen lalu lintas kota

Proyek kendaraan BBG Eropa menunjukkan lebih dari 300 jenis kendaraan berbahan bakar gas yang berbeda seperti bus-bus konvensional dan gandeng, taksi, kendaraan pengumpul sampah, mobil dan truk layanan di empat belas kota dari tujuh negara anggota Uni Eropa. Proyek ini didanai secara bersama dengan Komisi Eropa, DG XVII.

Seluruh 300 kendaraan, terutama dari pabrikan peralatan asli Eropa (OEM), adalah teknologi kendaraan berbahan bakar gas modern modern yang sekarang hampir memasuki pasar atau dalam fase awal pemakaian. Kendaraan BBG menggunakan teknologi mesin berat pembakar lemah (lean burn) dan juga pemakaian sistem kerja berat dan kerja ringan mandiri yang didesain untuk melengkapi komposisi bahan bakar gas Eropa.

Kendaraan BBGeropa mencakup demonstrasi 'utama' pertama Eropa dari biogas pada kendaraan OEM berat dan ringan di Göteborg dan Eslöv, Swedia. Adalah penting untuk menunjukkan bahwa baik limbah pertanian dan kota dapat digunakan untuk menciptakan bahan bakar gas dalam aplikasi sebagai bahan bakar kendaraan perbakaran murni. "Siklus lingkungan *loop* tertutup" ini menggunakan produk limbah yang dikonversi menjadi bahan bakar kendaraan pengumpul limbah berpolusi rendah, yang merupakan solusi di masa mendatang bagi manajemen limbah.

Mitra lainnya menunjukkan banyaknya penggunaan kendaraan BBG, yang dititikberatkan pada:

- Penggunaan kendaraan transportasi publik yang murni dan tidak bising di Augsburg, Jerman; Colmar dan Poitiers, Perancis; Dublin, Irlandia dan Roma, Italia;
- Demonstrasi biaya-laba kendaraan BBG pada armada swasta di Koblenz, Jerman; Göteborg, Swedia; Mechelen, Belgia; Haarlem, Amstelveen dan Velsen, Belanda.
- Evaluasi solusi transportasi terbaik untuk kendaraan pengumpul limbah di Ixelles, Gent dan Mecllelen, Belgia; dan Velsen, Belanda.

Kendaraan BBGeropa memberikan pengalaman praktek jangka panjang tentang teknologi bahan bakar gas untuk menunjukkan penerimaan pelanggan dan pengguna dan juga pengetahuan operasi dan pengalaman pemeliharaan. Sisi ekonomis kendaraan BBG yang terpercaya dievaluasi secara hati-hati.

PROGRAM PENGUJIAN EMISI KENDARAAN BBG EROPA didesain untuk memperoleh data yang dapat diandalkan mengenai potensi pengurangan emisi. Tujuannya adalah untuk memberikan wewenang mengenai data emisi yang dapat digunakan untuk menunjukkan biaya/laba berbagai bahan bakar dan secara khusus kendaraan BBG dan bahan bakar gas. Data emisi yang sesuai untuk berbagai kendaraan mencakup mobil, taksi, van, bus-bus transportasi publik dan kendaraan pembuangan limbah akan dikumpulkan. Hasil proyek menentukan dan menjumlahkan keunggulan lingkungan kendaraan BBG jika dibandingkan dengan kendaraan diesel dan bensin konvensional.

Data emisi dari pabrikan kendaraan juga dipertimbangkan untuk evaluasi. Proyek memungkinkan suatu perbandingan teknologi mesin bahan bakar gas pembakaran lemah dengan teknologi mesin bahan bakar gas yang bekerja dengan $\lambda = 1$. Selain itu, penggunaan analisis siklus masa hidup akan menjamin pengukuran dampak lingkungan *up-stream* dan biaya-biaya sistem transportasi yang dikeluarkan (pendekatan "cradle to grave").

Akhirnya, proyek ini menghasilkan rekomendasi tentang kendaraan berbahan bakar gas dan teknologi pengujian dan macam sistem operasi mana yang paling sesuai pada keadaan yang berbeda-beda, tergantung pada struktur transportasi dan persyaratan mobilitas.

8.3 ZEUS - Kendaraan beremisi nol dan rendah dalam masyarakat kota

Inspirasi bagi ZEUS adalah keinginan untuk memanfaatkan energi untuk transportasi yang lebih efisien dan pengurangan emisi polutan yang terkait dengan transportasi. Hal ini memerlukan pendekatan yang luas - implementasi berbagai kendaraan berbahan bakar alternatif, perencanaan mobilitas kota, dan meningkatnya kesadaran umum, semuanya bekerja secara sinergis.

Mitra ZEUS adalah Stockholm (koordinator). Athena, Amaraoussion, Bremen, Coventry, Copenhagen, Helsinki. Luxembourg, Palermo, dan London Sektor/Wilayah Camden, Merton, Southwark dan Sutton, Proyek dimulai pada akhir tahun 1996 dan dilanjutkan bulan Juni 2000.

ZEUS berkonsentrasi pada penghilangan hambatan pasar menjadi nol dan kendaraan dengan emisi rendah. Ini meliputi kendaraan yang mahal, dan kurangnya infrastruktur untuk bahan bakar dan pemeliharaan, pengembangan teknologi yang tidak memadai, dan kurangnya dorongan pasar. Kota-kota yang mengimplementasikan kendaraan ini bersama-sama dengan ukuran-ukuran mobilitas kota progresif dapat memberikan mobilitas yang lebih baik yang mempunyai potensi untuk menjadi lebih murni, lebih efektif, dan akhirnya, mungkin lebih murah.

CNG dan biogas pada ZEUS

ZEUS mencakup lebih dari 350 CNG dan kendaraan biogas*: mobil penumpang, van, bus-bus, dan truk sampah, digunakan sebagai armada kota besar, angkutan publik, dan kendaraan kendaraan umum. Bersama-Sama, mereka menghemat sedikitnya 600000 liter bensin dan diesel dan mengurangi emisi CO₂ di atas 400 ton.

* Biogas digunakan di Stockholm dan diproduksi di tempat itu dari limbah. Suatu truk distribusi yang diisi biogas membawa gas ke beberapa fasilitas pengisian lokal untuk truk sampah dan mobil. Pengalaman positif dengan biogas di ZEUS telah menghasilkan perencanaan beberapa fasilitas biogas baru.

Petunjuk acuar ZEUS

ZEUS telah Membuat panduan bagi kota yang tertarik untuk mengimplementasikan kendaraan berbahan bakar alternatif, dan juga serangkaian laporan masalah khusus yang mencakup banyak dari topik ini secara lebih mendalam. Hubungi pimpinan proyek THERMIE atau ZEUS melalui [homepage](http://www.zeus-europe.org): www.zeus-europe.org Untuk informasi lebih lanjut, silahkan lihat bagian 9

Volume pembelian membantu kota-kota meyakinkan beberapa penyedia CNG untuk memberikan kontribusi berupa pengadaan infrastruktur, yang mengurangi biaya yang dikeluarkan olah koat. Di Palermo, pembangunan stasiun CNG meyakinkan pejabat transportasi lokal untuk membeli 27 bus-bus lainnya.

ZEUS juga bertanggung jawab untuk penambahan beberapa fasilitas pengisian bahan bakar yang baru. Selama penggunaan ZEUS, konsumsi CNG mencapai hampir dua kali lipat di Bremen. Di Stockholm, jumlah biogas yang dijual lebih dari tiga kali lipatnya, hingga di atas 180.000 Nm³ per tahun. Pengalaman ZEUS telah menghasilkan sejumlah rekomendasi untuk kota besar yang tertarik menggunakan CNG dan bahan bakar alternatif lain:

1. **Kurangi dan atur biaya marginal yang tinggi** dari kendaraan emisi nol dan rendah dengan cara pembelian volume. Ambil keuntungan subsidi pembelian apapun yang ada, dan samakan ubaik biaya-biaya jangka pendek dan panjang
2. **Berperan aktif dalam peluang menyediakan pengisian bahan bakar dan recharging bahan bakar** dengan cara mmebiayai infrastruktur secara langsung atau parsial, lokasi perencanaan, dan penggunaan pemantauan.
3. **Ketika mengawasi kendaraan** ujilah kendaraan saat keadaan "dunia nyata" dan sistem otomatis yang lengkap dengan sistem *log-book* manual.
4. **Gunakan secara wajar teknologi bahan bakar alternatif yang baru** ketika mengimplementasikan kendaraan di layanan kota atau kendaraan umum. Kendaraan berbahan bakar ganda harus dipertimbangkan sebagai kendaraan transisi; kendaraan tersebut sering kali tidak efisien tetapi dapat membangun suatu pasar untuk kendaraan gas.
5. **Implementasikan satu jenis bahan bakar pada satu waktu** untuk menghindari kebingungan dalam transisi menuju kendaraan yang lebih murni. Pertimbangkan kontrak penyuplai tunggal untuk menyederhanakan perencanaan layanan dan pemeliharaan.
6. **Rencanakan layanan dan pemeliharaan** dari kendaraan berbahan bakar alternatif. Pada tahap pengadaan pastikan bahwa pemeliharaan, dukungan pelatihan, dan masalah aksesibilitas onderdil bisa ditangani. Ambil waktu ekstra selama masa transisi, dan latih semua teknisi, pengemudi, dan personel keamanan.
7. **Tingkatkan penerimaan pemakai** dengan melaksanakan survei pemasaran, menandai kendaraan demonstrasi dan infrastruktur dengan penandaan yang jelas, dan memberikan pengalaman langsung dengan pemberi pinjaman kendaraan atau kendaraan demonstrasi.

9. Sumber Informasi

Clean Fuels Foundation

Badan bahan bakar murni menjadi badan internasional yang pertama dan hanya bersifat amal, organisasi yang berdasarkan keanggotaan ditujukan hanya untuk peningkatan bahan bakar transportasi alternatif dengan pembakaran yang lebih murni yang dihasilkan di Amerika.: Jalan 1730 K, suite 304. Nw Washington D.C., Tel: + 1202-508-3887; Fax: +.- 202-337-3759, E,-Mail: all@cleanfuels.org



Gambar 8-2

Proyek ZEUS dilakukan dan mulai menghasilkan lebih dari emisi kendaraan bermotor rendah dan dan 1.000 nol dan 600 siklus. ZEUS menggunakan mobil, van, bus-bus dan truk dan suatu cakupan luas bahan bakar alternatif.

Clean Fuels Network

Bahan bakar yang murni Netwotk mengkombinasikan informasi mengenai berita industri energi. Cuaca, bursa/stok mengutip data dan menetapkan harga pada situsnya. Hubungan untuk suatu mengembangkan sejumlah penerbitan industri langsung, seperti halnya pada situs yang besar dan pertumbuhan sejumlah peserta industri energi tersedia. Isi masa depan dan ciri-cirinya akan menargetkan pelanggan *Use-end*, dan memungkinkan peserta industri untuk melakukan perdagangan elektronik dengan pelanggannya yang diajak menjadi komunitas energi pada situs www.naturalgas.com

European Committee for Standarization (CEN)

Misi CEN's adalah mempromosikan harmonisasi teknis sukarela di Eropa bersama dengan badan dunia dan mitra nya di Eropa. Harmonisasi mengurangi hambatan perdagangan, mmpromosikan keamanan, mengijinkan interoperabilas produk. Sistem dan jasa mempromosikan pemahaman teknis umum.

Dimana mungkin CEN bekerjasama dengan badan Eropa lain dan organisasi internasional untuk Standardisasi, (ISO). situs: www.cenorm.be

Erdgas Mobil:

Home page yang diorganisir oleh BGW, Bundesverband der deutschen Gas- Und Wasserwirtschaft e.V., dari Jerman. BGW menjadi wakil Jerman yang menangani pertanyaan-pertanyaan politis, ekonomi, *economic-technical* dan masalah hukum mengenai perlengkapan gas, ledeng, dan pabrik penanganan limbah. Alamat-alamat stasiun pengisian bahan bakar di Jerman tersedia di situs berikut : www.erdgasmobil.de,

E-Mail: Info@erdgasfahrzeuge.de

Asosiasi Pembuatan Mobil Eropa (ACEA)

Dirikan di 1991, ACEA adalah lembaga profesional yang mempertahankan dan mewakili kepentingan 13 anggota Industri Mobil Eropa di hadapan EU dan institusi internasional lain.

Rue du Noyer 211, B-1000 Brussels, Tel.: + 32-2-7325550, Fax: + 32-2-7387310,

Situs: www.acea.be

European Natural Gas Vehicle Association (ENGVA)

Asosiasi Kendaraan Berbahan Bakar Gas Eropa (ENGVA) adalah suatu organisasi nirlaba yang mempunyai misi untuk mengembangkan pasar yang menguntungkan dan dapat mendukung kendaraan berbahan bakar gas (NGVs) di seluruh Eropa dengan menciptakan lingkungan yang secara ekonomi dan politis mendorong pengembangan teknologi kendaraan BBG seperti halnya infrastruktur pengisian bahan bakar gas di Eropa.

Spaklerweg 28, NL-1096 BAAMSTERDAM, Tel.: + 31-20-5973100, Fax: + 31-20-5973000, E-Mail: info@engva.org, website: www.engva.org

FordonsGas

Home page Fordonsgas menyediakan informasi penempatan stasiun pengisian bahan bakar gas di Swedia: www.fordonsgas.se

The Gas Riset Institut

GRI mengatur suatu program riset menyeluruh, komersialisasi dan pengembangan (RD&C) untuk industri bahan bakar gas. Misi GRI's untuk mengantar teknologi bernilai tinggi, informasi, dan jasa teknis untuk gas dan pasar energi yang terkait. Situs: www.gri.org

International Association for Natural Gas Vehicles (IANGV)

Asosiasi didirikan tahun 1986 untuk menyediakan in dustri kendaraan BBG dengan suatu forum internasional dan suatu perlindungan hukum untuk kendaraan BBG. Badan tersebut sekarang mempunyai 200 perusahaan dan anggota individu di 35 negara. IANGV menyediakan informasi ke anggota dan bukan anggota. Situs: www.iangv.org.nz

International Gas Union (IGU)

IGU mendukung pengembangan dan mempromosikan penyebaran teknologi gas lebih lanjut yang akan meningkatkan efisiensi dan pengembangan bahan bakar lain di lingkungan. TNE IGU mendorong kebijakan pendukung kendaraan berbahan bakar gas, yang menawarkan peluang solusi untuk melawan polusi udara oleh lalu lintas kota: Kantor Sekretaris Jenderal , c/o N V Nederlandse Gasunie, P.O.Box 19.NL-9700 BU Groningen, Netherlands, Tel.: + 31-50-5212999, Fax: . 31-50-5255951, E-Mail: Secr.Igu@Gasunie.NL, Situs: www.igu.org

International Organization for Standarization (ISO)

Organsasi Internasional untuk Standardisasi (ISO) adalah suatu federasi yang meliputi deferasi internasional dari badan standar nasional dari sekitar 130 negara. Misi ISO akan mempromosikan pengembangan standarisasi dan berhubungan dengan aktivitas di dunia dengan maksud untuk memudahkan pertukaran jasa internasional dan barang-barang, dan untuk mengembangkan kerjasama di kalangan intelektual, ilmiah, teknologi dan kegiatan ekonomi. kerja ISO's menghasilkan persetujuan internasional yang diterbitkan sebagai Standar Internasional. 1, Rue de Varembe, Case Postale 56, Ch-1211 Geneve 20, Switzerland. Tel.:+ 41-22-7490111, Fax:+ 41-22-7333430, E-Mail: central@iso.ch, Situs: www.iso.ch

International Union of Public Transport (UITP)

Didirikan tahun 1885, UITP adalah suatu asosiasi global dari operator transportasi penumpang regional dan kota, para penyalur dan otoritas mereka dengan (di) atas 2,000 anggota dari hampir 80 negara UITP mencari untuk mempromosikan suatu pemahaman yang lebih baik menyangkut potensi pengangkutan umum. E-Mail: administration@uitp.com, Situs: www.uitp.com

Natural Gas Vehicle Coalition (NGVC)

NGVC adalah suatu organisasi nasional ditujukan untuk kerjasama pengembangan dan pertumbuhan, kendaraan berbahan bakar gas menguntungkan dan busa menopang penjualan. NGVC menghadirkan lebih dari 200 perusahaan bahan bakar gas, mesin, kendaraan dan peralatan pembuat, dan melayani penyedia. Seperti halnya organisasi pemerintah dan kelompok lingkungan tertarik akan penggunaan dan promosi bahan bakar gas sebagai bahan bakar transportasi.

1515 Wilson Boulevard. Arlington, VA 22209, AS.
Tel: + 1-703-5273022; Fax: + 1-703-;273025.
Situs: www.ngvc.org

SNAM

SNAM termasuk dalam Eni Group Company yang memfokuskan diri pada suplai, transportasi dan distribusi jarak jauh untuk bahan bakar gas di Italia. Alamat stasiun-stasiun pengisian di Italia tersedia dalam situs berikut : www.eni.it/snam/italiano/target/automobilesta/automobilesta.html

Zeus Eropa:

Hubungi Gustaf Landahl, Tel; + 46-8-;0828916, Mats Svemsson, Tel: + 46-8-5082891S, Administrasi Perlindungan Lingkungan dan Kesehatan Stockholm. Kotak Pos: 38024, S-10064 Stockholm, Swedia. Fax: + 46-8-50828993, Situs: www.zeus-europe.org

Informasi lebih lanjut untuk Zeus Eropa, mengacu pada Bagian 8.3

1998 OEM Alternative Fuel Vehicles

Informasi mengenai Kendaraan Berbahan Bakar Alternatif dari Original Equipment Manufacturers 1998 di Amerika Serikat , Situs: www.afdc.doe.gov

Referensi

- BGW: *Wirtschaftlichkeit von Erdgas-Tankstellen aus Sicht der Betreiber*, 1996
- BGW: *Wirtschaftlichkeit erdgasbetriebener PKW und Kleintransporter aus Sicht der Flottenbetreiber*, 1997
- Laporan teknis DNV No. 92-3537: *Safety Assessment of Methane-operated Vehicles*, for the nordic natural gas project, Annex 9: NGVs and Safety, 1992
- Laporan teknis DNV No. 92-3537: *Safety Assessment of Methane-operated Vehicles*, for the nordic natural gas project, Annex 10: Fire in the bus garage of the central Netherlands transport company, 1992
- Ebasco Service Incorporated: *Hazard Assessment of Natural Gas Vehicles in Public Parking Garage*, July 1991, New York. Studi ini tersedia melalui the European Natural Gas Vehicle Association
- Energy Information Administration, home page: www.fleets.doe.gov
- ENGVA: *Fuel Price & Tax Survey*, 1996. Studi ini tersedia melalui the European Natural Gas Vehicle Association
- GTZ, Sustainable Urban Transport Project in Surabaya (SUTP), CNG Feasibility Study, April 2001, www.sutp.org (ditambahkan oleh GTZ)
- IANGV home page: www.iangv.org/sources/qa.html
- InnoTec Systemanalyse GmbH et al.: *The Natural Gas Bus Project Berlin*, a project co-financed by the European Commission within the framework of the THERMIE Programme (DGXVII), Berlin, 1998
- MAN, G. Lexen: *Erdgasantrieb für Stadtbusse und Kommunalfahrzeuge*, München, Germany, January 2000, Natural Gas Vehicle Coalition: NGVs: the decision starts here. Las Vegas, Nevada, 1995
- Naturalgas home page: www.naturalgas.org NGVBASIC.HTM
- NGVEurope, Laporan Teknis ke-4: *The Belgian Project*, Electrabel, 1999
- Ruhrgas Aktiengesellschaft: *Ruhrgas macht Erdgas zu Kraftstoff*, Essen, Germany
- Stadtwerke Augsburg, Roland Bartosch: *Erdgas für Kraftfahrzeuge, Augsburg, Germany, 2000*
- Stäubli: *NGV: Refuelling connections - NGV I design*, 1998



Deutsche Gesellschaft für
Technische Zusammenarbeit (GTZ) GmbH

Dag-Hammarskjold-Weg 1-5
Postfach 51 80
65726 Eschborn
Telefon (0 61 96) 79-1357
Telefax (0 61 96) 79-7194
Internet: www.gtz.de

Penanggung jawab:



Bundesministerium für
wirtschaftliche Zusammenarbeit
und Entwicklung

