

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

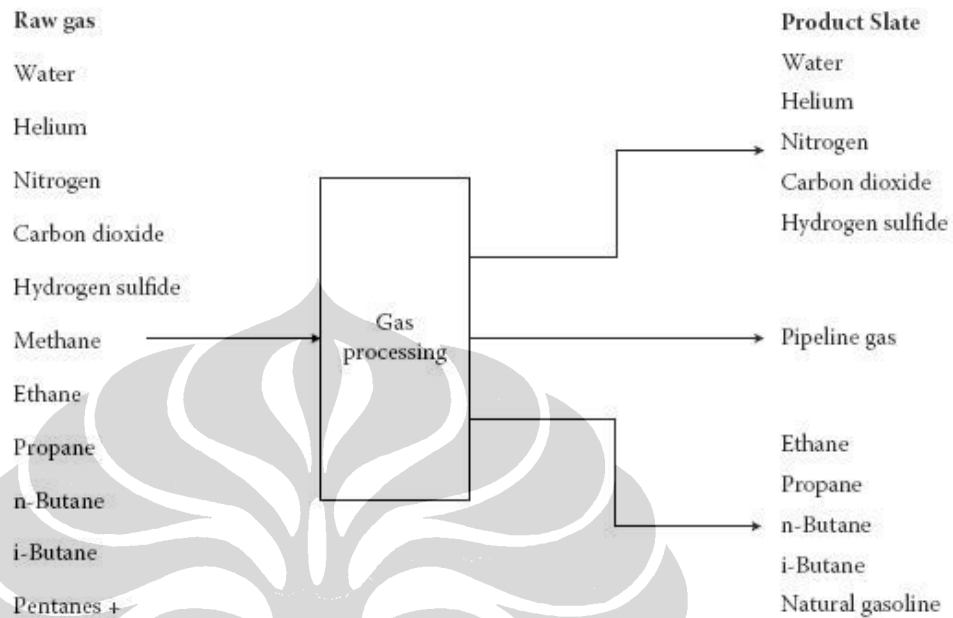
2.1 GAS ALAM

Gas alam atau sering juga disebut gas bumi merupakan bahan bakar yang sangat sederhana. Sekitar 90% dari gas alam adalah metana (CH_4), yang hanya satu atom karbon dengan empat atom hidrogen melekat, dengan sisanya terdiri dari etana (C_2H_6), propana (C_3H_8), butana (C_4H_{10}) dan komponen-komponen lain serta komponen pengotor seperti Air, H_2S , CO_2 dan lain-lain dengan jenis dan jumlahnya yang bervariasi sesuai dengan sumber gas alam (Chandra, 2006).

Gas alam dapat ditemukan di ladang minyak, ladang gas bumi dan juga tambang batu bara. Ketika gas yang kaya dengan metana diproduksi melalui pembusukan oleh bakteri anaerobik dari bahan-bahan organik selain dari fosil, maka ia disebut biogas. Sumber biogas dapat ditemukan di rawa-rawa, tempat pembuangan akhir sampah, serta penampungan kotoran-kotoran manusia dan hewan. Atas dasar itulah terkadang gas alam sering juga disebut sebagai gas rawa (Lyons, 1996).

Komposisi gas alam selalu bervariasi antara lokasi yang satu dengan lokasi yang lain. Di beberapa lokasi tertentu gas alam memerlukan alat operasi khusus untuk melakukan proses gas alam. Lokasi-lokasi seperti ini biasanya adalah lokasi gas alam yang mempunyai kadar komponen pengotor seperti Air, H_2S , CO_2 diluar batas spesifikasi yang telah ditentukan. Spesifikasi produk gas alam biasanya dinyatakan dalam komposisi dan kriteria performansi-nya. Kriteria-kriteria tersebut antara lain : *Heating Value*, *inert total*, kandungan air, oksigen, dan sulfur. *Heating Value* merupakan kriteria dalam pembakaran gas alam, sedangkan kriteria lain terkait dengan perlindungan perpipaan dari korosi dan *plugging* (Chandra, 2006).

Secara keseluruhan material atau komponen-komponen yang terkandung dalam gas alam bisa dilihat pada Gambar 2.1. berikut.



Gambar 2.1. Material-material yang terkandung dalam gas bumi dan produk.

Sumber Chandra, 2006

Dari Gambar 2.1 tersebut terlihat beragam komponen yang terkandung dalam gas alam. Adapun komponen-komponen utama gas alam yang telah melewati tahapan pengolahan adalah Metana, Etana, Propana dan Butana sedangkan komponen-komponen pengotor gas alam diantaranya Air, Helium, Nitrogen, Carbon dioksida dan Hidrogen sulfida. Hidrogen sulfida adalah salah satu kontaminan (pengotor) utama dari gas alam yang harus dipisahkan karena sulfur bersifat korosi yang bisa merusak pipa-pipa dan peralatan-peralatan pengolahan gas alam.

Gas alam dengan kandungan pengotor Hidrogen sulfida dalam jumlah yang signifikan dinamakan *sour gas* dan sering disebut juga sebagai "*acid gas*" yang berarti gas asam. Gas alam yang telah diproses dan siap untuk dipasarkan disebut *sweet gas* yang berarti gas bersih yang bebas dari gas asam, yang bersifat tidak berasa dan tidak berbau. Produk gas alam yang sudah diproses dan bersih dari pengotor seperti Hidrogen sulfida dapat berbahaya karena sifatnya yang sangat

mudah terbakar dan juga mudah menimbulkan ledakan. Gas alam yang mengandung gas pengotor seperti Hidrogen sulfida disebut *sour gas*, gas jenis ini selain menyebabkan ledakan juga dapat menyebabkan tercekiknya pernafasan bahkan bisa menyebabkan kematian, karena dapat mengurangi kandungan oksigen di udara dalam jumlah-jumlah tertentu. Bahaya-bahaya yang ditimbulkan oleh gas Hidrogen sulfida (H_2S) dapat dilihat pada Tabel 2.1 berikut.

Tabel 2.1. Konsentrasi H_2S dan bahaya yang ditimbulkan

Konsentrasi H_2S (ppm)	Bahaya yang ditimbulkan
10	Nilai Ambang Batas (NAB), kita bisa bekerja tanpa Alat Pelindung Diri (APD) selama 8 jam terus menerus.
20	Dapat memedihkan mata dan kerongkongan serasa kering.
50	Iritasi pada mata dan saluran pernafasan.
100	Mematikan daya cium dalam waktu 3 - 15 menit, dapat membakar mata serta saluran pernafasan.
200	Mematikan dengan cepat daya cium.
500	Kehilangan daya pikir dan keseimbangan, perlu segera diberikan pernafasan buatan
700 ~ 1.000	Jatuh pingsan dan pernafasan akan berhenti serta kematian akan menyusul jika tidak segera diselamatkan.

Sumber: SOP Hess Indonesia Pangkah, 2009.

Dari Tabel 2.1. tersebut terlihat begitu berbahanya H_2S bagi kelangsungan hidup manusia. H_2S pada konsentrasi 700 sampai dengan 1.000 ppm bila terhirup dapat mematikan apabila tidak dilakukan pertolongan dengan segera.

Penggunaan utama gas alam adalah sebagai bahan bakar seperti bahan bakar pembangkit listrik dan bahan baku industri petrokimia seperti industri pupuk. Salah satu dasar nilai jual gas alam adalah *Heating Value* yang disyaratkan harus memenuhi spesifikasi standar, yaitu sekitar 950 sampai dengan 1.200 BTU/scf. (*sumber Francis, 1991*). *Gros Heating value* dari beberapa komponen hidrokarbon yang merupakan komponen utama gas alam dapat dilihat pada Tabel 2.2. berikut.

Tabel 2.2 *Gross Heating Values* dari beberapa hidrokarbon

No	Komponen	Heating Value (BTU/scf)
1	Metana	1,010
2	Etana	1,770
3	Propana	2,516
4	n-Butana	3,262

Sumber Francis, 1991

Dari Tabel 2.2 tersebut terlihat bahwa *Gross Heating value* yang berada dalam rentang spesifikasi gas alam adalah Metana dan sebagian Etana. Kandungan Propana dan Butana mempunyai *Gross Heating Value* lebih besar dari rentang spesifikasi gas alam yang sudah ditetapkan.

Kandungan Propana dan Butana dalam gas alam dibatasi oleh total keseluruhan *Gross Heating value* produk gas alam. Maksimum kandungan Propana dan Butana yang terkandung di dalam gas alam atau gas pipa tertuang dalam perjanjian jual beli antara produser dan konsumen gas alam. Salah satu data dari perjanjian jual beli gas alam antar produser dan konsumen yang ada di Indonesia, dengan spesifikasi *Gross Heating value* sebesar 950 sampai dengan 1.250 BTU/scf adalah perjanjian jual beli gas antara Hess Indonesia Pangkah dengan PT. Pembangkit Jawa Bali.

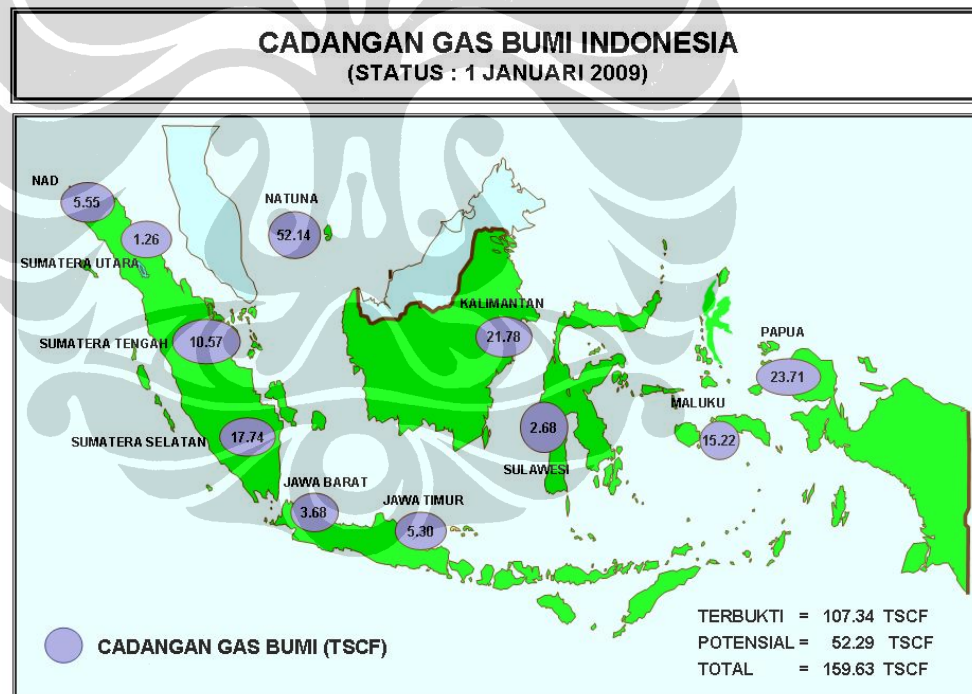
2.1.1 Cadangan gas alam Indonesia

Lokasi cadangan gas yang ada di Indonesia letaknya berpencar-pencar, mulai dari Sabang sampai Marauke. Untuk memudahkan pendataan akan pasokan dan kebutuhan gas di Indonesia, pemerintah Indonesia membagi-membagi lokasi cadangan gas alam dalam beberapa wilayah kerja atau regional (PGN,2009). Wilayah-wilayah kerja tersebut adalah sebagai berikut:

- a. Regional I : Nangro Aceh Darussalam
- b. Regional II : Sumatra Bagian Utara.

- c. Regional III : Sumatra Bagian Tengah, Sumatra Bagian Selatan dan Jawa bagian Barat.
- d. Regional IV : Jawa Bagian Tengah.
- e. Regional V : Jawa Bagian Timur
- f. Regional VI : Kalimantan Bagian Timur
- g. Regional VII : Sulawesi Bagian Tengah
- h. Regional VIII : Sulawesi Bagian Selatan
- i. Regional IX : Papua
- j. Regional X : Nusatenggara Timur
- k. Regional XI : Natuna.

Peta lokasi cadangan gas alam yang ada di wilayah Republik Indonesia dapat dilihat pada Gambar 2.2 berikut.



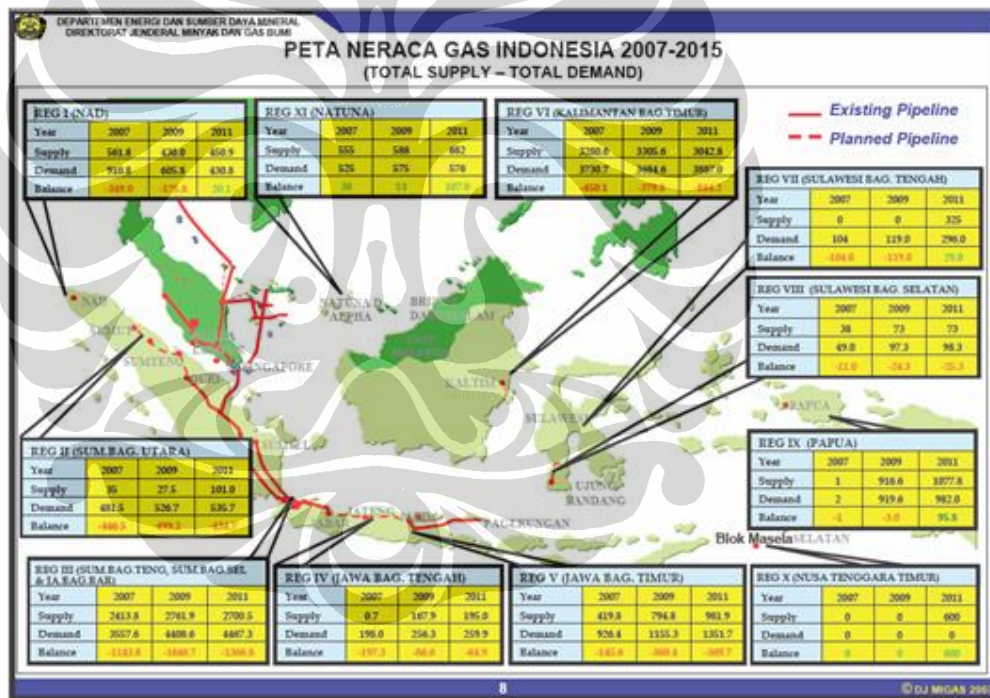
Gambar 2.2 Peta cadangan gas Indonesia tahun 2009

Sumber DESDM, 2009

Dari Gambar 2.2 tersebut, terlihat lokasi cadangan gas alam di Indonesia berasal dari daerah-daerah luar pulau Jawa. Total cadangan gas bumi Indonesia hingga

tahun 2009 yang terdata sebesar 159,63 TCF. Lokasi-lokasi tersebut rata-rata jauh dari konsumen gas dan masih belum memiliki infrastruktur untuk menyalurkan gas kepada konsumen.

Produksi gas alam di Indonesia periode Januari – Juli 2009 rata-rata mencapai 8.274 MMSCFD yang diproduksi dari 43 Wilayah Kerja Kontrak Kerja Sama seluruh Indonesia. Secara kumulatif produksi gas alam rata-rata periode Januari – Juli 2009 mengalami peningkatan sebesar 4,96% dibanding produksi gas alam rata-rata pada tahun 2008 yaitu sebesar 7.883 MMSCFD. (*sumber DESDM*). Secara umum pasokan dan kebutuhan gas di Indonesia dari tahun 2007 sampai dengan tahun 2015 dapat dilihat pada Gambar 2.3 berikut.



Gambar 2.3 Peta Neraca Gas Indonesia 2007-2015

Sumber DESDM

Dari gambar 2.3 tersebut, terlihat jelas akan pasokan gas di Indonesia berasal dari daerah-daerah yang jauh dari konsumen. Kebutuhan tertinggi akan gas alam di

Indonesia adalah Regional III yaitu Sumatra Bagian Tengah, Sumatra Bagian Selatan dan Jawa Bagian Barat.

DKI Jakarta dan Jawa Barat pada pemetaan gas Indonesia berada dalam satu regional yaitu regional III. Berdasarkan data dari DESDM pemasokan gas untuk wilayah DKI Jakarta dan Jawa Barat dapat di lihat pada Tabel 2.3 berikut.

Tabel 2.3 Penyediaan gas DKI Jakarta dan Jawa Barat tahun 2007~2014

Uraian (MMSCFD)	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014
I. Existing Supply								
1 Pertamina	401	393	385	337	266	206	145	86
2 TAC Elips Jatirangon	10	10	10	10	10	10	10	-
3 BP West Java (M. Karang + T. Priok)	255	200	165	100	100	100	100	100
Total (I)	666	603	560	447	376	316	255	186
II. Project Suuply								
1 TAC Banga Dua	5	5	5	5	5	-	-	-
2 BP West Java	86	92	43	26	16	11	8	7
3 CNOOC (Banyuwati & Zelda)	100	100	100	100	100	100	100	100
4 Gas Sumsel Pertamina (PGN)	150	200	250	250	250	250	250	250
5 Gas Sumsel COPHI (PGN)	385	385	405	405	405	405	405	405
6 Receiving Terminal (untuk PLN)	-	183	391	524	646	794	794	800
Total (II)	726	965	1194	1310	1422	1560	1557	1562
III. Discovered Reserves								
1 Pertamina (DOH JBB)								
- Jatinegara	-	4	4	4	4	4	4	-
- Tambun	8	8	8	8	8	8	-	-
2 ConocoPhilips Sum Teng (PGN - add.)	-	-	100	100	100	100	100	100
3 BP West Java (APN)	50	50	50	50	50	50	50	50
Total (III)	58	62	162	162	162	162	154	150
IV. New Discovery								
1 BP West Java	46	146	111	116	112	106	95	87
2 CNOOC	-	-	60	61	61	90	90	90
Total (IV)	46	146	171	177	173	196	185	177
TOTAL PENYEDIAAN	1496	1776	2087	2096	2133	2234	2151	2075

Sumber DESDM

Dari Tabel 2.3 diatas terlihat pasokan gas untuk wilayah DKI Jakarta dan Jawa Barat berasal dari beberapa sumber diantaranya dari sumur yang sudah ada, proyek, sumur marginal dan sumur-sumur gas yang baru. Pemasokan gas untuk tiga tahun terakhir yaitu dari tahun 2007 sampai dengan tahun 2009 terus terjadi peningkatan. Perkiraan pemasokan gas akan terus terjadi peningkatan hingga tahun 2012. Mulai tahun 2013 perkiraan pemasokan gas mulai terjadi penurunan, ini disebabkan oleh karena sebagian sumur gas tutup dan sebagiannya lagi terjadi penurunan produksi.

Indonesia merupakan salah satu negara penghasil gas alam yang besar di dunia (DESDM, 2009). Dalam kelangkaan sumber-sumber energi dunia saat ini, harga minyak dunia, gas alam, batu bara, panas bumi dan sumber-sumber energi lainnya secara umum mengalami kenaikan. Dengan kenaikan harga sumber-sumber energi ini dunia, maka sangat berpengaruh terhadap keseimbangan pertumbuhan perekonomian Indonesia. Dalam menangani kebutuhan energi dalam negeri, pemerintah Indonesia telah membuat kebijakan dengan mengeluarkan Peraturan Presiden Nomor 5 Tahun 2006 yang berisikan tentang Pengelolaan Energi Nasional, dengan misi:

- a. Menjamin ketersediaan energi domestik.
- b. Meningkatkan nilai tambah sumber energi.
- c. Mengelola energi secara etis dan berkelanjutan termasuk memperhatikan pelestarian fungsi lingkungan.
- d. Menyediakan energi yang terjangkau untuk kaum dhuafa dan untuk daerah yang belum berkembang.
- e. Mengembangkan kemampuan dalam negeri yang meliputi kemampuan pendanaan, teknologi dan sumber daya manusia dalam rangka menuju kemandirian.
- f. Meningkatkan peran warga negara dalam mengusahakan sumber energi.
- g. Meningkatkan peran energi alternatif.

Salah satu persoalan yang terjadi di Indonesia dalam pemerataan pertumbuhan ekonomi adalah lokasi cadangan gas alam yang tersebar di daerah-daerah yang jauh dari konsumen gas dan masih belum memiliki infrastruktur untuk menyalurkan gas alam kepada konsumen antar pulau. Jaringan pipa gas di Indonesia yang ada sekarang ini masih terlokalisir atau terpisah-pisah pada daerah-daerah tertentu, misalnya di Sumatera Utara, Sumatera Tengah, Sumatera Selatan, Jawa Barat, Jawa Timur dan Kalimantan Timur.

Pemerintah Indonesia, dalam hal ini Badan Pengatur Hilir Migas (BPH Hilir Migas) telah menyusun Master Plan "Sistem Jaringan Induk Transmisi Gas Nasional Terpadu". Pembangunan sistim jaringan pipa gas Indonesia terpadu saat

ini sedang berlangsung. Harapan pemerintah nantinya sistem jaringan pipa gas alam akan membentang sambung menyambung dari Nangroe Aceh Darussalam - Sumatera Utara - Sumatera Tengah - Sumatera Selatan - Jawa - Sulawesi dan Kalimantan (DESDM, 2009).

Langkah lain yang pemerintah lakukan saat ini untuk mendukung terwujudnya pemerataan pertumbuhan ekonomi di seluruh wilayah Indonesia dengan mengutamakan konsumen gas dalam negeri. Dalam memenuhi kebutuhan gas untuk konsumen dalam negeri, pemerintah telah mengalokasikan gas alam untuk memenuhi kebutuhan pabrik pupuk melalui program revitalisasi pabrik pupuk lama di Indonesia. Pabrik-pabrik pupuk yang menjadi program revitalisasi adalah pabrik Pupuk Sriwidjaja (PUSRI), pabrik Pupuk Kalimantan Timur (PKT), pabrik Pupuk Kujang Cikampek (PKC) dan pabrik Petrokimia Gresik (PKG). Pemasukan gas alam untuk PKT dan PKG telah dapat dipenuhi dari produsen gas alam yang ada di Kalimantan Timur dan Jawa Timur, sedangkan untuk pabrik yang lain (PUSRI dan PKC) pemerintah melakukan pengkajian untuk merelokasi pabrik pupuk tersebut mendekati sumber gas di wilayah Papua dan Sulawesi Tengah (DESDM, 2009).

2.1.2 Pengolahan gas alam

Gas alam di Indonesia berasal dari berbagai lokasi dengan komponen yang berbeda dari satu lokasi dengan lokasi yang lain. Sebagian gas yang dihasilkan dari sumur-sumur dengan lokasi tertentu sudah berupa gas yang masuk dalam spesifikasi gas alam yang siap untuk di pasarkan. Gas alam jenis ini tidak diperlukan lagi pengolahan lebih lanjut. Sementara ada sebagian lagi gas alam yang dihasilkan dari sumur-sumur dan lokasi-lokasi tertentu masih banyak mengandung pengotor seperti H_2S , CO_2 , Air dan lain-lain. Gas alam jenis ini belum bisa diterima oleh konsumen untuk digunakan sebagai bahan bakar karena dapat merusak peralatan-peralatan konsumen dan juga sangat beracun. Gas alam yang masih mengandung komponen-komponen pengotor masih diperlukan proses lebih lanjut untuk mendapatkan gas yang sesuai dengan spesifikasi yang sudah

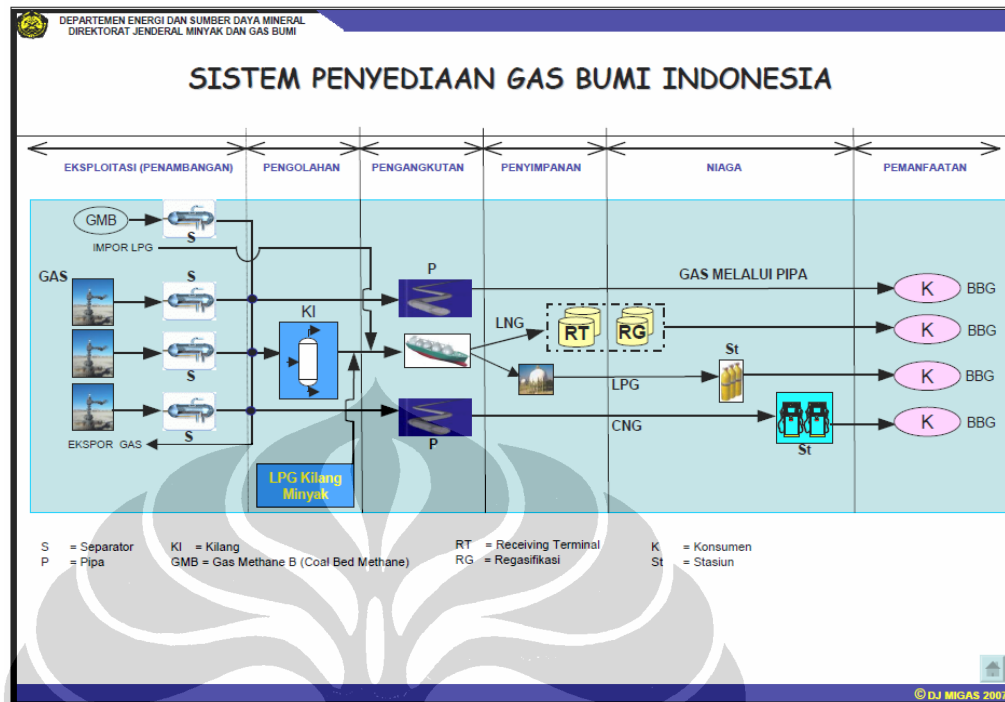
ditetapkan. Proses pemurnian gas alam jenis ini biasanya dilakukan dalam beberapa tahapan proses diantaranya proses *Sweetening* dan proses *Dehidration* (Manning, 1991).

Sistim penyediaan gas alam dapat di bagi dalam beberapa tahapan, diantaranya:

- a. Tahap penambangan.
- b. Tahap pengolahan.
- c. Tahap pengangkutan.
- d. Tahap penyimpanan.
- e. Tahap pemasaran dan
- f. Tahap pemamfaatan

Dari tahapan diatas, tahapan transportasi merupakan tahapan yang masih mempunyai kendala di Indonesia. Kendala tersebut di sebabkan oleh karena lokasi wilayah Indonesia yang terdiri dari pulau-pulau. Pemerintah membutuhkan biaya khusus untuk memenuhi pasukan gas ke semua wilayah Indonesia.

Secara garis besar tahapan pengolahan gas bumi mulai dari tahapan explorasi sampai dengan tahapan pemamfaatan di konsumen dapat dilihat pada Gambar 2.4 berikut.



Gambar 2.4 Sistem Penyediaan Gas Bumi Indonesia

Sumber : DESDM, 2007

Dari Gambar 2.4 tersebut secara garis besar terlihat sistem penyediaan gas bumi di Indonesia atau gas alam dari tahap awal sampai dengan tahap penjualan kekonsumen. Sistem-sistem tersebut dibagi dalam beberapa tahap, diantaranya: Eksplorasi (penambangan), pengolahan, pengangkutan, penyimpanan, niaga (perdagangan) dan yang terakhir tahap pemanfaatan di konsumen. Tahapan-tahapan tersebut tergantung dari lokasi dan kondisi gas bumi, bila kondisi gas bumi dari sebuah lokasi penambangan hasilnya sudah memenuhi dari spesifikasi yang ditentukan maka bisa jadi tahapan pengolahan tidak diperlukan tetapi langsung ke tahapan pengangkutan.

Sistem transportasi gas alam dapat dibedakan dalam beberapa jenis tergantung dari lokasi penambangan. Jenis-jenis dari sistem transportasi gas alam adalah sebagai berikut:

- a. Transportasi melalui pipa salur.

- b. Transportasi dalam bentuk Liquefied Natural Gas (LNG) dengan kapal tanker LNG untuk pengangkutan jarak jauh.
- c. Transportasi dalam bentuk *Compressed Natural Gas* (CNG), baik didaratan dengan *road tanker* maupun dengan kapal tanker CNG di laut, untuk jarak dekat dan menengah (antar pulau).

2.1.3 Pemanfaatan gas alam

Dari sisi pemanfaatan gas alam berdasarkan sumber dari *Departemen Energi dan Sumber Daya Mineral*, periode Januari – Juli 2009 sebesar 3.943 MMSCFD (47,7%) digunakan untuk memenuhi kebutuhan gas alam dalam negeri dan sebesar 4.331 MMSCFD (52,2%) digunakan untuk memenuhi komitmen ekspor. Berdasarkan kondisi tersebut telah terjadi peningkatan pemanfaatan gas alam dalam negeri sebesar 174 MMSCFD (4,6%) dibandingkan dengan pemanfaatan gas alam dalam negeri pada tahun 2008 yaitu sebesar 3.769 MMSCFD. Pemanfaatan gas alam dalam negeri tersebut digunakan untuk peningkatan produksi minyak bumi, pembangkit listrik (PLN), pabrik pupuk, petrokimia, bahan bakar gas (LPG), transportasi maupun industri lain. Sedangkan pemenuhan komitmen ekspor dilakukan melalui ekspor LNG dan gas pipa.

Pemanfaatan gas alam untuk pembangkit listrik (PLN) mengalami peningkatan dari 502 MMSCFD pada tahun 2007 menjadi 932 MMSCFD pada tahun 2008 dan pada tahun 2009 menjadi 1.261 MMSCFD atau mengalami peningkatan sebesar 150% dalam kurun waktu 2 tahun. (*sumber DESDM 2009*). Selain itu Pemerintah telah merencanakan untuk mengalokasikan gas alam dalam bentuk LNG guna membantu pemenuhan kebutuhan gas alam di daerah Jawa dan Sumatera Utara melalui rencana pembangunan LNG Receiving Terminal di lepas pantai Jawa Barat dan Sumatera Utara. Pasokan LNG untuk kebutuhan dalam negeri tersebut direncanakan akan terealisasi pada tahun 2012.

Untuk mendukung program diversifikasi energi, pemanfaatan gas alam pemerintah telah melakukan berbagai upaya, diantaranya dengan melakukan

konversi minyak tanah ke LPG dan pengembangan infrastruktur gas alam. Pembangunan infrastruktur jaringan gas kota, telah dimulai di Surabaya dan Palembang pada tahun 2009. Selanjutnya pada tahun 2010 akan dilanjutkan dengan pembangunan jaringan infrastruktur gas kota di Bekasi, Depok, Sengkang propinsi Sulawesi selatan, dan Tarakan serta Bontang propinsi Kalimantan Timur (*sumber DESDM, 2009*).

Permintaan gas untuk wilayah DKI Jakarta dan Jawa Barat berasal dari berbagai sektor. Berdasarkan data yang berasal dari DESDM permintaan gas secara lengkap tersebut dapat dilihat pada Tabel 2.4 berikut.

Tabel 2.4 Kebutuhan gas DKI Jakarta dan Jawa Barat tahun 2007~2014

Uraian (MMSCFD)	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014
I. Committed Demand								
1 Pertamina	252	256	202	201	200	175	150	56
2 PGN	168	168	168	168	168	168	168	168
3 PLN M. Karang	153	190	190	190	190	190	190	190
4 PLN T. Priok	145	185	225	225	225	225	225	225
5 PLN M. Tawar	150	177	235	283	283	283	283	283
6 PLN Cilegon	80	80	80	80	80	80	80	80
7 Adjacent LNG	25	74	74	148	296	296	296	296
8 PT. Asahimas	40	40	40	40	40	40	40	40
Total (I)	1013	1170	1214	1335	1482	1457	1432	1338
II. Uncommitted Demand								
1 Pertamina	1093	1345	1271	1272	1348	1377	1434	1444
2 PGN	791	822	855	890	925	962	1001	1041
3 Pupuk Kujang Ext 1 (BP)	60	60	60	60	60	60	60	60
4 Pupuk Kujang 1B (BP)	-	-	48	48	48	48	48	48
Total (II)	1944	2227	2234	2270	2381	2447	2543	2593
III. Potential Demand								
1 Potensi Pasar Gas Industri	179	188	197	206	216	226	237	248
2 Potensi Pasar Gas Transportasi	2	3	4	4	5	6	8	9
3 Potensi Pasar Gas Rumah Tangga	39	41	43	45	47	49	51	53
Total (III)	220	232	244	255	268	281	296	310
TOTAL KEBUTUHAN	1233	1402	1458	1590	1750	1738	1728	1648

Sumber : DESDM, 2007

2.1.4 Harga gas alam

Pada tahun 2008 harga gas alam meningkat sangat pesat. Harga gas alam naik mencapai US\$ 3,227 per galon. Harga gas dipicu oleh kenaikan harga minyak mentah di pasar bursa berjangka. Harga gas rata-rata di New York naik 0,7 persen menjadi US\$ 3,22 per galon atau US\$ 69 sen lebih tinggi dibandingkan

tahun 2007. Kenaikan harga gas alam ini disebabkan oleh permintaan yang tinggi (*sumber: DESDM, 2008*).

Peningkatan harga gas alam dipengaruhi oleh beberapa faktor diantaranya:

- a. Kebutuhan gas lebih besar dari pada produksi gas, hal ini di karenakan oleh pertambahan penduduk dunia, kemajuan tehnologi di dunia.
- b. Stabilitas keamanan negara-negara penghasil gas di dunia menurun, seperti berperangan.
- c. Bencana alam.
- d. Perubahan kondisi iklim dunia seperti musim dingin yang berkepanjangan.
- e. Produksi gas dunia menurun, dan lain-lain.

Kenaikan harga gas yang tinggi ini tertutupi oleh kenaikan harga minyak dunia. Kenaikan harga gas dunia yang melonjak tersebut tidak terasa pada perekonomian Indonesia. Hal ini disebabkan oleh tata kelola bahan mineral Indonesia masih belum rapi.

Harga gas alam dunia sangat berpengaruh terhadap harga bahan bakar gas. Harga ini akan sangat memicu penggunaan bahan bakar gas di sektor transportasi di Indonesia apabila pemerintah menghapuskan subsidi terhadap bahan bakar minyak.

2.2 BAHAN BAKAR GAS (BBG).

Bahan bakar gas yang sering digunakan adalah LPG, gas pipa, LNG dan CNG. *Compressed Natural Gas* (CNG) adalah salah satu bahan bakar alternatif selain bahan bakar minyak seperti bensin atau solar. Di Indonesia, bahan bakar gas untuk sektor transportasi menggunakan CNG sebagai bahan bakar (PGN, 2009). Bahan bakar gas jenis ini dianggap lebih bersih bila dibandingkan dengan dua bahan bakar minyak (bensin dan solar) karena emisi gas buangnya yang ramah lingkungan. Tingkat pencemaran udara yang dihasilkan oleh kendaraan bermotor tergantung dari bahan bakar yang digunakan. Tingkatan emisi yang dihasilkan

oleh mesin-mesin yang menggunakan bahan bakar sesuai dengan jenis bahan bakar yang digunakan dapat dilihat pada Tabel 2.5 berikut.

Tabel 2.5 Tingkat Emisi bahan bakar fosil

Polutan (Pound/Miliar BTU)	Gas Alam	Minyak	Batubara
Karbon dioksida (CO ₂)	117	164	208
Karbonmonoksida (CO)	40	33	208
Nitrogen Oksida (Nox)	92	448	457
Sulfur Dioksida (Sox)	1	1,122	2,591
Partikel	7	84	2,744
Merkuri	0	0,007	0,016

Sumber : DESDM

Dari tabel 2.5 tersebut terlihat bahwa tingkatan emisi yang dihasilkan oleh semua jenis bahan bakar terhadap lingkungan. Tingkat pencemaran yang dihasilkan oleh mesin yang menggunakan bahan bakar gas lebih kecil bila di bandingkan dengan tingkat pencemaran yang dihasilkan oleh mesin yang berbahan bakar minyak atau batu bara.

Kendaraan-kendaraan yang menggunakan bahan bakar gas memberikan banyak manfaat bagi masyarakat dan lingkungan (Arifin, 2009). Mamfaat-mamfaat yang dihasilkan dari jenis kendaraan ini diantaranya adalah:

- a. Peningkatan keamanan dan kelangsungan energi.
- b. Mengurangi biaya energi.
- c. Mengurangi polusi udara.
- d. Mengurangi emisi gas rumah kaca.
- e. Pengurangan polusi suara hingga 50%.
- f. Peningkatan keselamatan di jalan raya.
- g. dan lain-lain.

Mamfaat dari kendaraan yang menggunakan bahan bakar gas bisa dirasakan oleh masyarakat disemua tingkatan, baik itu mamfaat ditingkat lokal, nasional bahkan ditingkat internasional.

CNG adalah *Compressed Natural Gas* dengan proses pembuatannya dilakukan dengan cara mengkompresikan metana (CH_4) yang diekstrak dari gas alam (Purwanto, 2007). *Compressed Natural Gas* disimpan dan didistribusikan dalam bejana tekan, yang biasanya berbentuk silinder (Arlov, 2006).

Berdasarkan sumber data dari *International Association of Natural Gas Vehicles* tahun 2008, Pakistan adalah negara pengguna bahan bakar gas untuk sektor transportasi terbesar di dunia dengan jumlah kendaraan sebanyak 2.000.000 unit kendaraan. Pengguna bahan bakar gas terbesar untuk sektor transportasi di dunia setelah Pakistan adalah Argentina dan Brazi, data pengguna bahan bakar gas di dunia secara lengkap dapat dilihat di lampiran 1 (IANGV, 2008).

Pemerintah Indonesia terus menggalakkan penggunaan bahan bakar gas terutama untuk sektor transportasi dalam kota. Sektor transportasi dalam kota memegang peranan penting dalam mengurangi pencemaran lingkungan yang disebabkan oleh gas buang kendaraan bermotor yang menggunakan bahan bakar minyak. Kebijakan yang sudah dilakukan oleh pemerintah DKI Jakarta dalam penggunaan bahan bakar gas untuk sektor transportasi adalah dengan mengharuskan bus TransJakarta menggunakan bahan bakar gas.

Untuk meningkatkan penggunaan bahan bakar gas di sektor transportasi, pemerintah dapat melakukan dengan beberapa cara, diantaranya:

- a. Menerapkan kebijakan yang sudah dibuat seperti peraturan daerah provinsi DKI Jakarta nomor 92 tahun 2007, Uji Emisi dan Perawatan Kendaraan Bermotor.
- b. Menyediakan dalam jumlah yang cukup Stasiun Pengisi Bahan Bakar Gas.

- c. Memfasilitasi kepada pengguna bahan bakar gas dengan pemberian harga yang lebih murah dibandingkan dengan Bahan Bakar Minyak (bensin dan solar).
- d. Menghapuskan atau mengurangi subsidi pemerintah terhadap bahan bakar minyak.
- e. Tersedia suku cadang untuk transportasi berbahan bakar gas yang murah dan mudah untuk didapatkan.

2.2.1 Spesifikasi bahan bakar gas

Kendaraan berbahan bakar gas sudah seharusnya dijadikan sebagai salah satu kendaraan yang bersih dan ramah lingkungan dan juga sebagai kendaraan yang memikirkan akan kelangsungan sumber energi untuk masa depan. Studi-studi yang dilakukan di seluruh dunia secara konsisten menunjukkan bahwa mesin yang menggunakan bahan bakar gas menghasilkan emisi berbahaya lebih sedikit dibanding mesin yang menggunakan bahan bakar minyak seperti bensin, solar atau bahkan elpiji.

Selain memproduksi lebih sedikit emisi, bahan bakar yang bersumber dari gas alam juga lebih sedikit menimbulkan bahaya terhadap lingkungan bila dibandingkan dengan bahan bakar yang lain karena gas alam lebih ringan yang bersifat mudah menguap. Emisi-emisi utama yang dihasilkan dari sisa pembakaran atau gas buang dari mesin-mesin serta bahaya yang bisa ditimbulkan adalah sebagai berikut:

- a. Karbon monoksida (CO), karbon monoksida adalah gas yang dalam konsentrasi tinggi dapat menyebabkan sesak napas.
- b. Partikel-partikel kecil dari hasil pembakaran seperti jelaga, partikel-partikel ini apabila masuk ke dalam paru-paru sering dapat menyebabkan kerusakan paru-paru secara permanen.
- c. Nitrogen oksida (NO_x), ini adalah salah satu unsur pokok fotokimia asap / kabut. Semakin banyak NO_x yang terbuang ke udara maka semakin

berkurangnya kualitas udara, karena di udara sudah ada sejumlah besar HC yang siap untuk bereaksi dengan NO_x membentuk asap atau kabut.

Sebagian besar polusi udara (sekitar 70%) disebabkan oleh kegiatan transportasi. Gas buang yang dikeluarkan oleh kendaraan bermotor yang menggunakan bahan bakar minyak (BBM) rata-rata terdiri dari: 72% N₂, 18,1% CO₂, 8,2% H₂O, 1,2% gas Argon, 1,1% O₂ dan 1,1% gas beracun yang terdiri dari 0,13% No_x, 0,09% Hidrocarbon, dan 0,9% CO (Arifin, 2009).

Kualitas bahan bakar gas selalu berpacu pada spesifikasi yang sudah ditetapkan (Hess Indonesia, 2007). Parameter kualitas dari produk bahan bakar gas diantaranya:

- a. Komponen hidrokarbon (C₁ sampai dengan C₆)
- b. Gas pengotor (CO₂, O₂, N₂).
- c. Kandungan Gas Asam (*Acid Gas*).
- d. Mercury
- e. Kandungan air.
- f. Nilai kalori
- g. Berat jenis.

Secara lengkap salah satu spesifikasi bahan bakar gas (gas pipa) yang ada di Indonesia dapat dilihat pada Tabel 2.6 berikut.

Tabel 2.6 Spesifikasi bahan bakar gas (gas pipa)

Parameter	Satuan	Batas		Cara Analisa	
		Minimum	Maksimum	GC	Lain-Lain
C ₁ + C ₂	% Vol	80	-	GPA2261-89	
C ₃	% Vol	-	8,0	GPA2261-89	
C ₄	% Vol	-	4,0	GPA2261-89	
C ₅	% Vol	-	1,0	GPA2261-89	
N ₂	% Vol	-	2,0	GPA2261-89	
H ₂ S	ppm Vol	-	16,0	ASTM D 6228	
O ₂	% Vol	-	0,2	GPA2261-89	
Uap air	lbs/mmscf	-	10	ASTM D 1142	
CO ₂	% Vol	-	5	GPA2261-89	
Berat Jenis		0,6	0,8	GPA2172-86	
Nilai Kalori	BTU/ft ³	950	1.250	GPA2172-86	

Sumber: Hess Indonesia Pangkah, 2007

Dari tabel 2.6 tersebut terlihat spesifikasi gas yang digunakan sebagai bahan bakar gas merupakan gas yang ramah lingkungan. Maksimum kandungan H₂S yang berada dalam produk adalah 16 ppm. Komposisi utama bahan bakar gas adalah C₁ dan C₂ dengan spesifikasi minimum 80% vol.

CNG adalah merupakan salah satu bahan bakar gas yang sering digunakan di sektor transportasi. Tekanan silinder penampungan CNG berkisar antara 120 sampai dengan 275 Bar (Purwanto, 2007). Salah satu spesifikasi produk CNG yang ada di pasaran dapat dilihat pada Tabel 2.7 berikut.

Tabel 2.7 Spesifikasi CNG

Parameter	Satuan	Batas	
		Minimum	Maksimum
C ₁	% Vol	88	
C ₂	% Vol		6
C ₃₊	% Vol		3
O ₂	% Vol		1
CO ₂	% Vol	1,5	4,5
N ₂	% Vol		3
Sulphur	ppm		16
H ₂ S	ppm		4
Uap air	lb/mmscf		7
<i>Wobbe Index</i>	Mj/Sm ³	46	52

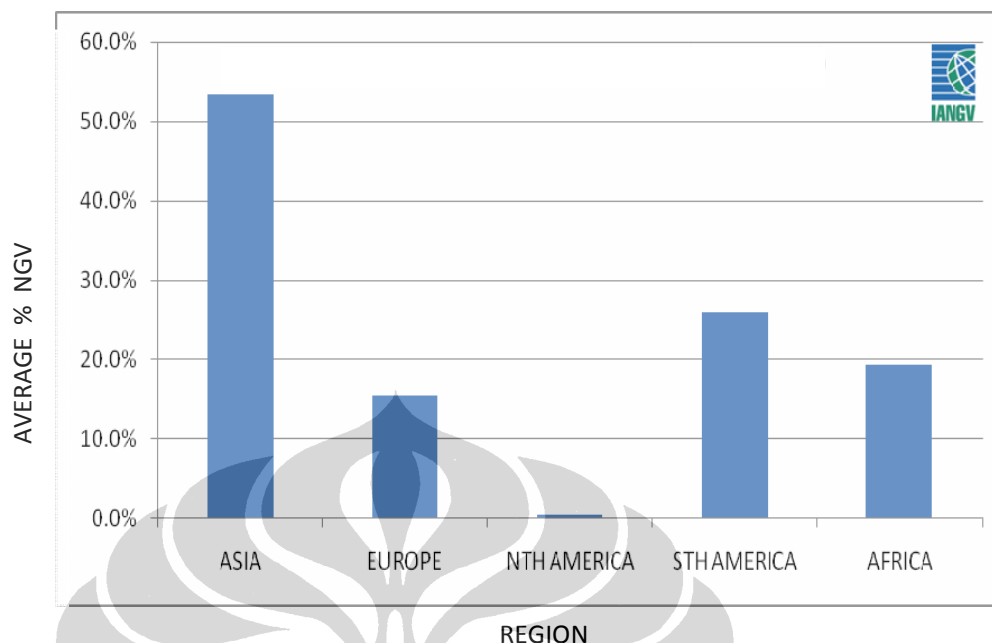
Sumber: Purwanto, 2007

Dari Tabel 2.7 tersebut terlihat kandungan gas beracun seperti H₂S di dalam CNG hanya 4 ppm. Ini menunjukkan bahwa gas yang digunakan sebagai bahan bakar sektor transportasi merupakan gas yang ramah lingkungan.

2.2.2 Kebutuhan bahan bakar gas disektor transportasi

Kendaraan yang menggunakan bahan bakar gas ikut berkontribusi keamanan energi untuk masa yang akan datang dan juga keanekaragaman penggunaan energi. Dari data yang terdaftar hingga akhir tahun 2008 perkiraan kendaraan yang menggunakan bahan bakar gas di seluruh dunia adalah sebanyak 9,6 juta kendaraan dengan jumlah stasiun pengisi bahan bakar gas sebanyak 14,6 ribu stasiun (IANGV, 2008).

Pertumbuhan penggunaan bahan bakar gas dunia untuk sektor transportasi dari tahun ketahun terus meningkat. Data pengguna bahan bakar gas dunia untuk sektor transportasi mulai dari tahun 2000 hingga tahun 2008 dapat dilihat di Gambar 2.5 berikut.



Gambar 2.5 Grafik penggunaan BBG dunia dari tahun 2000 - 2008

Sumber : IANGV, 2008

Dari Gambar 2.5 tersebut terlihat penggunaan bahan bakar gas terbesar di dunia semenjak tahun 2000 adalah negara-negara di wilayah Asia dengan rata-rata penggunaannya adalah sebesar 53,5 %. Pengguna bahan bakar gas terbesar kedua setelah negara-negara Asia adalah negara-negara di Amerika Bagian Selatan, sebesar 25,9%, kemudian diikuti oleh Afrika 19,3%, Eropa 15,5%, sedangkan pengguna bahan bakar gas terkecil adalah negara-negara di Amerika Bagian Utara sebesar 0,4%. Dari hasil pertumbuhan penggunaan bahan bakar gas menunjukkan bahwa penduduk di dunia semakin peduli akan kelangsungan energi dan cadangan energi untuk masa depan serta peduli akan keselamatan lingkungan.

Pertumbuhan penggunaan bahan bakar gas di setiap wilayah bisa terjadi fluktuasi, hal ini dipengaruhi oleh banyak faktor diantaranya: Faktor keamanan, faktor cuaca dan lain-lain. Pertumbuhan pengguna bahan bakar gas untuk sektor transportasi di negara-negara wilayah Asia dari tahun 2000 sampai dengan tahun 2008 secara terperinci dapat dilihat di Tabel 2.8 berikut.

Tabel 2.8 Pertumbuhan penggunaan Bahan Bakar Gas sektor Transportasi di Asia dari tahun 2000 hingga 2008.

Tahun	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008
Jumlah NGV	152,966	290,66	462,665	707,528	899,075	1.167.761	1.823.993	2.795.476	4.444.412
% kenaikan pemakaian dari tahun sebelumnya		90,0%	59,2%	52,9%	27,1%	23,01%	35,98%	34,75%	37,10%
Kenaikan rata-rata dalam 8 tahun	53,5%								

Sumber: IANGF, 2008

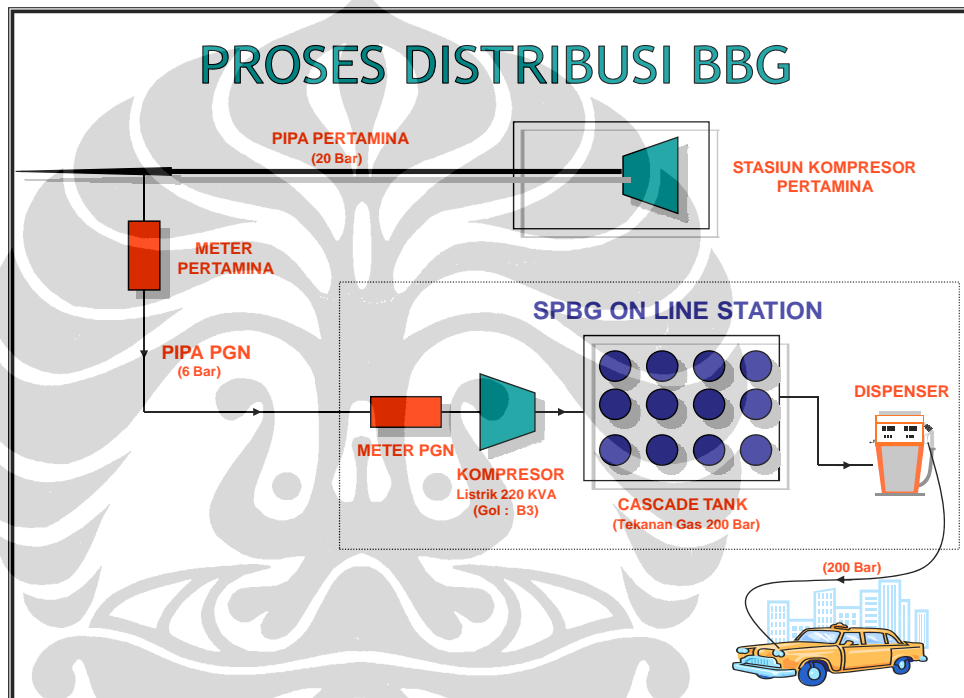
Dari tabel 2.8 diatas menunjukkan pengguna bahan bakar gas sektor transportasi untuk penduduk negara-negara di Asia dari tahun 2000 hingga 2008 berfluktuasi, hal ini kemungkinan disebabkan oleh pasokan gas yang tidak stabil dan keterbatasan tempat-tempat pengisi bahan bakar gas. Rata-rata pengguna bahan bakar gas di sektor transportasi untuk negara-negara di Asia dari tahun 2000 sampai dengan tahun 2008 adalah sebesar 53,5%.

Bila dilihat dari sisi mamfaat gas alam sebagai bahan bakar gas, menunjukkan bahwa gas alam merupakan salah satu sumber bahan bakar alternatif yang paling populer dan serbaguna. Hal ini dapat dilihat dari penggunaan bahan bakar gas yang bisa digunakan untuk mesin-mesin dari yang terkecil seperti sepeda motor hingga yang terbesar seperti lokomotif kereta api. Berdasarkan data yang terkumpul oleh *International Association for Natural Gas Vehicle*, perkiraan jumlah penggunaan bahan bakar gas di dunia hingga tahun 2020 mencapai 65 juta kendaraan. Berdasarkan data tersebut *IANGV* berkomitmen untuk mendukung industri bahan bakar gas dalam setiap aspek untuk mencapai sasaran target tahun 2020.

Pengguna bahan bakar gas untuk DKI Jakarta baik itu untuk Industri maupun untuk sektor transportasi dari tahun ketahun makin terus digalakkan. Upaya pemerintah DKI Jakarta ini bertujuan untuk mencegah pengrusakan lingkungan melalui pencemaran udara dari gas buang yang dihasilkan oleh mesin-mesin yang menggunakan bahan bakar bukan gas seperti premium, solar. Kesungguhan pemerintah dalam menciptakan kota DKI Jakarta yang bebas polusi terbukti

dengan mengeluarkan Peraturan Daerah Provisi DKI Jakarta Nomor 2 tahun 2005 tentang Pengendalian Pencemaran Lingkungan.

Proses distribusi Bahan Bakar Gas di DKI Jakarta saat ini dilakukan oleh Perusahaan Gas Negara yang berasal dari Pertamina. Distribusi gas yang berasal dari Pertamina ke konsumen dilakukan melalui pipa transmisi. Proses distribusi BBG dapat dilihat pada gambar 2.6 berikut.



Gambar 2.6 Proses distribusi BBG di Indonesia

Sumber PGN, 2006

Dari gambar 2.6 diatas distribusi gas yang dilakukan PGN melalui pipa transmisi berasal dari Pertamina. Gas yang disalurkan oleh PGN tekanannya dinaikkan di SPBG hingga 200 Bar sebelum digunakan oleh sektor transportasi.

Penggunaan bahan bakar gas di DKI Jakarta untuk sektor transportasi saat ini telah dijalankan oleh Tranjakarta (Busway), Taksi, Mikrolet dan Bajaj. Data dari Badan Pengelolaan Lingkungan Hidup Daerah (BPLHD) DKI Jakarta

menyebutkan, tahun 2000 kendaraan bermotor yang menggunakan bahan bakar gas mencapai 6.633 unit kendaraan. Dua tahun kemudian yaitu tahun 2002, jumlah kendaraan yang menggunakan bahan bakar gas menyusut jadi 2.500 unit kendaraan. Hingga tahun 2007, jumlah kendaraan di wilayah DKI Jakarta yang masih menggunakan bahan bakar gas tinggal 1.704 unit kendaraan saja. Masing-masing jenis kendaraan yang menggunakan bahan bakar gas diantaranya yaitu : Bus Transjakarta 183, mikrolet 36, taksi 605, dan bajaj 250 unit kendaraan. Sementara kendaraan dinas Pemprov DKI Jakarta yang menggunakan bahan bakar gas tercatat sebanyak 8.697 unit kendaraan (sumber BPLHD, 2007). Data ini merupakan data terakhir yang pernah dilakukan oleh Badan Pengelola Lingkungan Hidup (BPLH) dan hingga saat ini belum dilakukan pendataan kembali berapa jumlah kendaraan yang masih bertahan menggunakan bahan bakar gas. Perkiraan jumlah kendaraan yang menggunakan bahan bakar gas saat ini terus terjadi penurunan bila dibandingkan dengan data yang terakhir tahun 2007 dari BPLH, hal ini disebabkan oleh kesulitan bagi sektor transportasi untuk mendapat bahan bakar gas di DKI Jakarta.

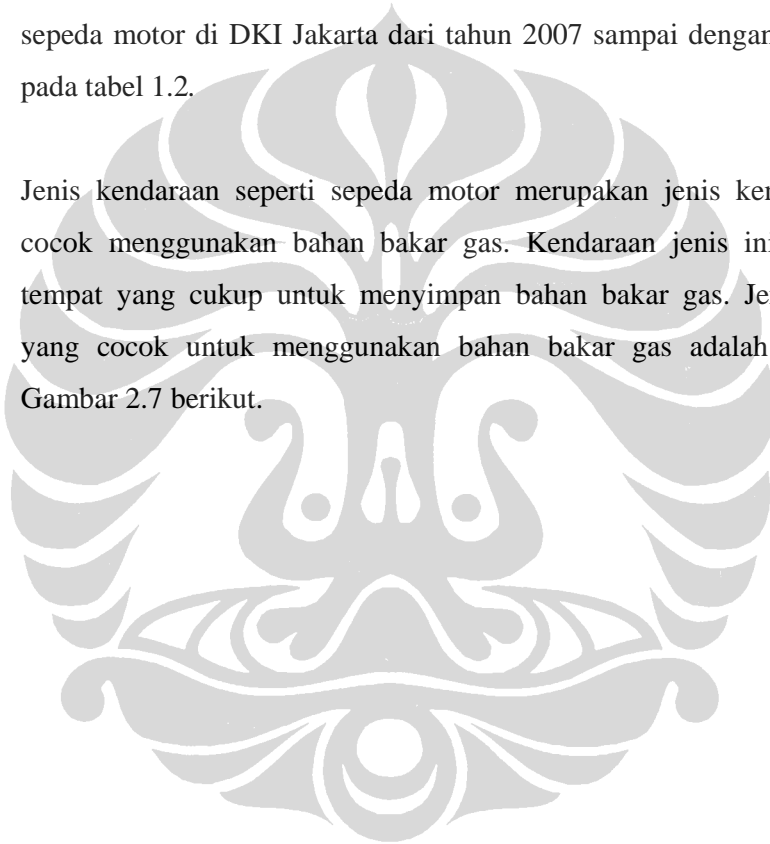
2.3 JENIS KENDARAAN PENGGUNA BAHAN BAKAR GAS

Hampir semua jenis kendaraan bisa menggunakan gas alam sebagai bahan bakar, akan tetapi ada beberapa hal yang perlu diperhatikan diantaranya tersedia tempat penyimpanan yang cukup dan tidak mengganggu keselamatan penumpang. Jenis-jenis kendaraan yang bisa menggunakan Bahan Bakar Gas diantaranya adalah: sepeda motor roda tiga, mobil, van & pickup, truk, bis, kereta api, kapal dan bahkan pesawat terbang.

Setiap negara mempunyai kebijakan pemerintah masing-masing dalam menentukan kendaraan atau sektor transportasi yang diharuskan untuk menggunakan bahan bakar gas. Hal-hal yang mempengaruhi kebijakan pemerintah terhadap penggunaan bahan bakar gas disuatu negara tergantung dari fasilitas pendukung seperti stasiun pengisian bahan bakar, jaringan transportasi bahan bakar dan ketersediaannya peralatan konversi bahan bakar.

Di DKI Jakarta untuk sekarang ini sektor transportasi yang sedang digalakkan penggunaan bahan bakar gas oleh pemerintah adalah sektor transportasi umum dalam kota seperti Bis, Taksi dan Bajaj. Sektor transportasi ini memberikan pengaruh yang sangat besar terhadap kebersihan udara di DKI Jakarta. Bila dilihat dari jumlah jenis-jenis kendaraan di DKI Jakarta sebenarnya sepeda motor merupakan kendaraan yang mempunyai pengaruh paling besar terhadap pencemaran udara dalam kota. Jumlah sepeda motor yang ada di DKI Jakarta dari tahun ke tahun terus terjadi peningkatan. Data lengkap peningkatan jumlah sepeda motor di DKI Jakarta dari tahun 2007 sampai dengan 2009 dapat dilihat pada tabel 1.2.

Jenis kendaraan seperti sepeda motor merupakan jenis kendaraan yang tidak cocok menggunakan bahan bakar gas. Kendaraan jenis ini tidak mempunyai tempat yang cukup untuk menyimpan bahan bakar gas. Jenis-jenis kendaraan yang cocok untuk menggunakan bahan bakar gas adalah seperti terlihat di Gambar 2.7 berikut.





Gambar 2.7 Jenis-jenis kendaraan sektor transportasi yang menggunakan Bahan Bakar Gas

Sumber: IANG, 2008

Dari Gambar 2.7 tersebut terlihat bahwa bahan bakar gas bisa digunakan hampir semua alat transportasi. Tempat penyimpanan bahan bakar gas menggunakan silinder, silinder ini dapat terbuat dari baja, aluminium, atau plastik. Komposit ringan (serat terbungkus logam tipis) merupakan produk silinder dari “ISO11439” (IANGV, 2008). Silinder jenis ini adalah silinder yang ringan menggantikan generasi sebelumnya yang terbuat dari baja dan alumina. Penyimpanan bahan bakar gas silinder biasanya ditempatkan di dalam bagasi mobil.

Bahan bakar gas telah banyak membantu dalam menjaga kebersihan udara di banyak kota besar di Asia. Salah satu kendaraan roda tiga yang ada di kota-kota besar Asia yang paling cocok menggunakan bahan bakar gas adalah bajaj di Indonesia, India dan Banglades serta tuk-tuk di Thailand. Kendaraan jenis ini

selain merupakan alat transportasi dalam kota juga mempunyai ruang yang cukup untuk menempatkan silinder bahan bakar gas.

Bahan bakar gas meskipun secara teknis dapat digunakan dalam mesin mobil pribadi atau sedan, aplikasi yang sangat cocok menggunakan bahan bakar gas adalah taksi-taksi atau kendaraan-kendaraan yang jarak tempuh rata-rata tidak terlalu tinggi. Kendaraan yang paling cocok menggunakan bahan bakar gas adalah kendaraan yang hanya perjalanan dengan jarak tempuh rendah seperti angkutan-angkutan dalam kota, hal ini dikarenakan bisa dengan mudah dalam pengisian bahan bakar.

Bahan bakar gas cocok juga digunakan untuk *forklift*, karena kemampuan untuk mengisi bahan bakar bisa dilakukan di lokasi kerja. Selain dari alasan tersebut *forklift* sering bekerja didalam ruang. Emisi yang dihasilkan oleh kendaraan didalam ruangan tertutup bisa mengganggu kesehatan dan keselamatan pekerja. Dengan menggunakan bahan bakar gas yang beremisi lebih rendah dari pada bahan bakar minyak atau bahkan LPG (propan) maka membantu meningkatkan kesehatan pekerja yang bekerja didalam ruangan yang menggunakan *forklift*.

Bus dalam kota juga merupakan salah satu pengguna bahan bakar gas yang paling cocok dan sangat populer untuk mengurangi polusi. Jalur Bus yang selalu beroperasi didalam kota dengan jarak tempuh yang pendek, maka kebutuhan akan bahan bakar gas dapat dengan mudah terpenuhi. Penyimpanan silinder bahan bakar gas untuk jenis bus biasanya ditempatkan dibagian atap atau dibagian belakang dari bus itu sendiri.

Pemilihan bahan bakar yang terbaik untuk truk tergantung pada siklus kendaraan itu sendiri. Truk yang melakukan perjalanan jarak tempuh lebih rendah atau yang kembali ke pangkalan lebih sering, lebih cocok menggunakan bahan bakar gas. Truk yang melakukan perjalanan jarak tempuh tinggi lebih cocok untuk menggunakan bahan bakar minyak. Pada beberapa aplikasi, operator armada dapat memilih dual-mesin bahan bakar yaitu bahan bakar gas dan bahan bakar

minyak. Sistem ini dapat memudahkan operator armada untuk menggunakan bahan bakar minyak jika pasokan bahan bakar gas terbatas.

Kereta adalah aplikasi penggunaan bahan bakar gas yang relative baru. Penggunaan bahan bakar gas untuk kereta secara komersial dalam skala yang besar baru dimulai beberapa tahun terakhir. Peru, Swedia dan India memiliki program yang paling maju dalam menggunakan bahan bakar gas untuk alat transportasi kereta (IANGV, 2008).

Sektor transportasi air yang paling populer menggunakan bahan bakar gas adalah feri atau kapal yang beroperasi dengan jarak tempuh dan rute yang tetap. Pengisian bahan bakar untuk sektor transportasi air seperti ini dapat dengan mudah dilakukan tanpa harus khawatir akan pasokan bahan bakar gas.

Penggunaan bahan bakar gas untuk pesawat terbang baru dilakukan pada tahap percobaan. Dari hasil percobaan yang dilakukan menunjukkan bahwa pesawat terbang memiliki fleksibilitas dalam penggunaan bahan bakar gas. Pesawat bermesin tunggal dari Brazil adalah pesawat yang digunakan untuk percobaan penggunaan bahan bakar gas (IANGV, 2008).

Kendaraan yang menggunakan bahan bakar gas memerlukan sedikit waktu untuk mendapatkan pengembalian biaya pemasangan alat konverter kit. Pengembalian biaya dari pemasangan konverter kit dapat diperoleh dari penghematan biaya bahan bakar, penurunan biaya operasi dan penurunan biaya perawatan mesin.

2.4 SISTEM PEMBAKARAN KENDARAAN BBG

Sistim pembakaran di ruang bakar kendaraan tergantung dari jenis bahan bakar kendaraan. Jenis mesin yang berbahan bakar gas dan berbahan bakar minyak dapat dilihat pada Tabel 2.9 berikut.

Tabel 2.9 Jenis mesin BBG dan BBM

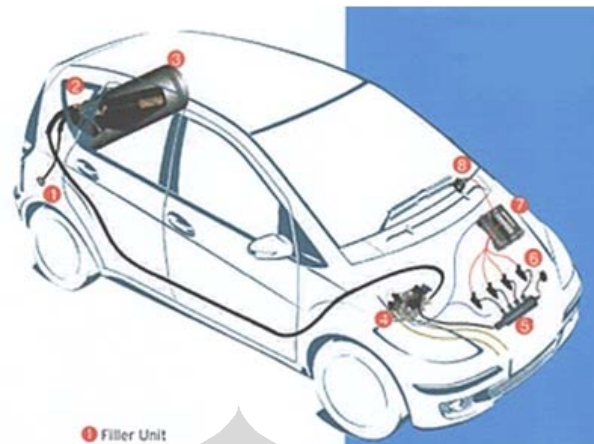
Jenis bahan bakar	BBG	BBM
Mesin injeksi	×	√
Mesin karburator	×	√
Konverter kit	√	×

Dari tabel 2.9 tersebut terlihat perbedaan ruang bakar dari kendaraan berdasarkan bahan bakar. Kendaraan yang berbahan bakar gas, proses pembakaran terjadi pada komponen konverter kit. Kendaraan yang menggunakan bahan bakar minyak (premium dan solar), proses pembakaran terjadi pada komponen Injeksi bahan bakar dan karburator.

Gas alam yang digunakan sebagai bahan bakar telah terlebih dahulu melalui proses di kilang gas yang bertekanan 4 sampai dengan 60 Barg, kemudian dipadatkan kedalam silinder dengan menggunakan kompresor hingga tekanan sekitar 200 Barg. Gas yang sudah bertekanan sekitar 200 Barg didistribusikan di stasiun pengisi bahan bakar melalui dispenser ke dalam tabung gas di kendaraan-kenderan pengguna bahan bakar gas pada tekanan 200 Barg.

Bahan bakar gas yang bertekanan sekitar 200 Barg mengalir dari tanki silinder penyimpanan melalui pipa saluran bahan bakar yang ada di kendaraan. Sebelum masuk ke mesin, bahan bakar gas terlebih dahulu melewati konverter kit untuk menurunkan tekanan hingga 0.4 Barg. Bahan bakar yang tekanannya sudah diturunkan selanjutnya dialirkan ke ruang bakar kendaraan. Sensor pembakaran akan mengatur sistim pencampuran antara udara dengan bahan bakar gas, dengan bantuan percikan dari busi maka gas akan terbakar yang kemudian siap untuk menggerakkan kendaraan (NGVA, 2008).

Ilustrasi gambar komponen-komponen konverter kit mobil yang menggunakan bahan bakar gas dapat dilihat pada Gambar 2.8 berikut.



Gambar 2.8 Peralatan konverter kit mobil berbahan bakar gas
Sumber: NGVA, 2008

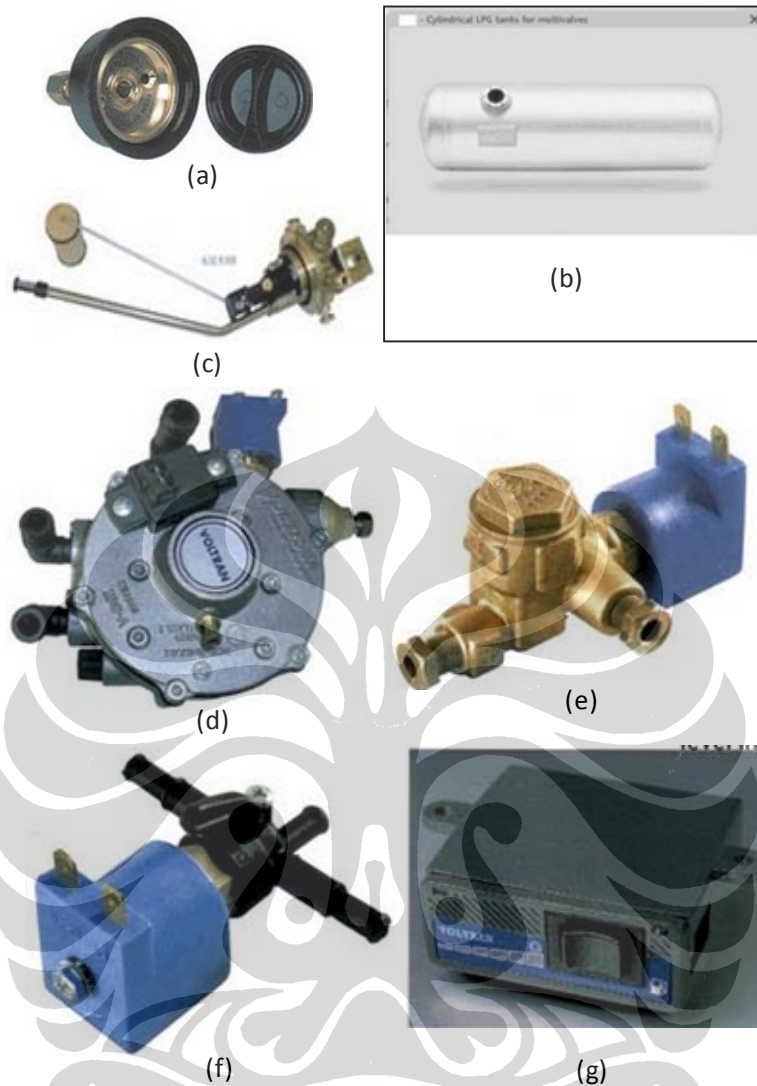
Dari Gambar 2.8 tersebut terlihat rangkaian komponen-komponen yang digunakan oleh kendaraan yang menggunakan bahan bakar gas. Komponen-komponen yang digunakan tergantung dari teknologi mesin dari sebuah kendaraan. Perkembangan teknologi konverter kit sejalan dengan perkembangan teknologi mesin-mesin di sektor transportasi.

Komponen-komponen utama konverter kit pada suatu kendaraan yang menggunakan bahan bakar gas beserta fungsinya adalah sebagai berikut:

- a. Lobang pengisian, merupakan lobang untuk melakukan pengisian kembali bahan bakar gas.
- b. Tabung Silinder, merupakan tempat untuk menyimpan bahan bakar gas di kendaraan. Fungsinya sebagai tanki bahan bakar. Tabung silinder ini ada berbagai macam ukuran yang sesuai dengan kebutuhan penggunaannya.
- c. Multi valve, Alat ini berfungsi untuk mendorong gas ke bagian depan kendaraan, juga berfungsi untuk menutup jalur gas apabila terjadi kecelakaan, selain itu alat ini juga berfungsi sebagai penjaga tekanan di dalam silinder dengan cara melepaskan tekanan yang berlebih apabila terjadi kenaikan.

- d. Konverter kit / *Reducer*, Alat ini sering disebut dengan converter kit. Atau semacam regulator yang menurunkan tekanan bahan bakar gas dari tabung ke ruang bakar.
- e. Bahan bakar gas solenoid valve, Ini Adalah sebuah alat yang bertugas untuk memutus pasokan bahan bakar gas ketika mobil berjalan dengan menggunakan bahan bakar bensin.
- f. Petrol Solenoid valve, Ini Adalah sebuah alat yang bertugas untuk memutus pasokan bahan bakar bensin ketika mobil berjalan dengan menggunakan bahan bakar gas.
- g. Multi valve, Alat ini dipasang di dekat *dash board* mobil di ruang kemudi yang mudah dijangkau oleh pengemudi. Alat ini berfungsi memilih secara manual (Gas atau bensin) yang akan dipilih sebagai bahan bakar oleh pengemudi bagi kendaraan yang menggunakan *dual* bahan bakar. Selain itu juga sebagai monitor jumlah bahan bakar gas yang tersisa di dalam tanki bahan bakar.
- h. Bracket, Pipa penyalur, bracket-bracket yang digunakan pada komponen kendaraan berbahan bakar gas berfungsi untuk mengikat semua peralatan ke rangka badan mobil serta pipa penyalur yang digunakan berfungsi untuk meyalurkan bahan bakar gas dari silinder hingga *reducer*. Pipa penyalur yang digunakan merupakan pipa penyalur yang mampu bekerja pada tekanan tinggi.

Komponen-komponen utama kendaraan berbahan bakar gas tersebut diatas dapat dilihat pada gambar 2.9 berikut.



Gambar 2.9 Komponen-komponen utama konverter kit pada kendaraan BGG
 Suber : NGVA, 2008

2.5 KEBIJAKAN PEMERINTAH TERHADAP PENGGUNA BGG

Kesuksesan program penggunaan gas sebagai bahan bakar bagi kendaraan bermotor akan terlaksana bila kebijakan-kebijakan yang sudah dikeluarkan di jalankan atau diterapkan didalam masyarakat. Kebijakan-kebijakan tersebut baik berupa kebijakan yang dikelurkan secara nasional ataupun kebijakan yang dikelurkan pemerintah daerah.

Kebijakan yang pernah di buat oleh pemerintah DKI Jakarta adalah:

- a) Keputusan gubernur propinsi DKI Jakarta nomor 92 tahun 2007 tentang uji emisi dan perawatan kendaraan bermotor.
- b) Peraturan daerah propinsi DKI Jakarta nomor 2 tahun 2005 tentang pengendalian pencemaran udara.

Kebijakan-kebijakan yang tersebut diatas hingga saat ini belum dilaksanakan dengan serius dalam kehidupan masyarakat yang ada di DKI Jakarta.

Kebijakan- kebijakan atau mandat yang sudah sukses diterapkan di beberapa Negara tentang penggunaan gas sebagai bahan bakar, diantaranya:

- a) Kebijakan atau Mandat Sistem bis umum Delhi India. Kebijakan atau Mandat ini mengharuskan kepada pengguna bis umum di India untuk menggunakan bahan bakar gas. Kebijakan atau Mandat ini telah berhasil dijalankan dengan baik, terbukti lebih dari 10.000 bis-bis di jalanan kota Delhi menggunakan bahan bakar gas yang membuat perbaikan kualitas udara di kota Delhi terjadi secara signifikan. Kebijakan atau Mandat yang berlaku di India ditetapkan oleh Mahkamah Agung India, bukan sebuah kebijakan dari Pemerintah. Keputusan Mahkamah Agung muncul dari tuntutan rakyat dalam kaitannya dengan hak warga negara untuk menghirup udara bersih.
- b) Kebijakan atau mandat sukses lain adalah operasional di California Selatan, Amerika Serikat, *South Coast Air Quality Management District (SCAQMD)* aturan Armada yang bersih terhadap pencemaran lingkungan, mengharuskan operator armada tertentu untuk menggunakan kendaraan berbahan bakar gas.

Meskipun kebijakan/mandat-mandat yang telah ditetapkan tidak diberlakukan secara luas, terbatas untuk industri-industri dan transportasi umum, asalkan kebijakan-kebijakan/mandat yang ditetapkan tersebut dijalankan dan dimonitor dengan benar oleh pihak berwenang maka mandat tersebut akan bisa berjalan sebagaimana yang diharapkan. Peran masyarakat dalam hal kedisiplinan dan

saling memonitor kebijakan atau mandat-mandat yang telah dibuat juga menentukan dalam pencapaian target kebijakan tersebut.

