



Deutsche Gesellschaft für
Technische Zusammenarbeit (GTZ) GmbH



TEKNIK MESIN ITS

Proyek Transportasi Kota yang Berkelanjutan

Gedung BAPPEDA Tk. 1, Lantai 2 Ruang B7
Jl. Pahlawan 102, Surabaya 60174
Tel. & fax (031) 3570355; Tel. (031) 9982484
Email: sutp@sutp.org
Internet: <http://www.sutp.org>



Proyek Uji Coba Mikrolet dengan Bahan Bakar Gas di Surabaya

Studi Kelayakan

27 Juli 2000, Surabaya



Proyek Transportasi Kota yang Berkelanjutan (SUTP) GTZ di Surabaya bertujuan bekerjasama dengan instansi-instansi terkait dan masyarakat Surabaya untuk menyusun dan melaksanakan kebijakan-kebijakan yang dapat menciptakan suatu sistem transportasi yang berkelanjutan.

Akibatnya terasa dalam berbagai keuntungan “lokal” secara ekonomi, sosial dan lingkungan, dan juga ikut menstabilisasi emisi-emisi “global” karbon dioksida dari sektor transportasi Surabaya. Proyek ini diharapkan menjadi pola bagaimana menurunkan emisi tersebut di kota-kota besar di negara berkembang.

SUTP GTZ telah memulai dengan program yang beraneka segi, termasuk pengembangan kebijakan-kebijakan transportasi yang berkelanjutan melalui pembahasan intensif dengan instansi dan mitra terkait, perancangan dan pelaksanaan suatu kampanye penyadaran masyarakat mengenai transportasi yang berkelanjutan, langkah-langkah teknis guna mengurangi emisi kendaraan, peningkatan kapasitas pengelolaan kualitas udara, penerapan instrumen-instrumen fiskal yang sesuai, peningkatan kondisi untuk kendaraan tidak bermotor dan pejalan kaki, promosi penggunaan BBG, suatu proyek percontohan perbaikan angkutan umum, dan penyediaan dan penyebaran informasi mengenai pengalaman internasional.

SUTP GTZ dimulai di Surabaya pada tahun 1998.

Proyek Uji Coba Mikrolet dengan Bahan Bakar Gas di Surabaya

Studi Kelayakan

Ir. Atok Setiyawan, 27 Juli 2000

The findings, interpretations and conclusions expressed in this report are based on information gathered by GTZ SUTP and its consultants from reliable sources. GTZ does not, however, guarantee the accuracy or completeness of information in this report, and GTZ cannot be held responsible for any errors, omissions or losses which emerge from the use of this information.

Untuk informasi lebih lanjut dan laporan-laporan lain yang terkait harap hubungi:

Proyek Transportasi Kota yang Berkelanjutan

Gedung BAPPEDA Tk. 1, Lantai 2 Ruang B7

Jl. Pahlawan 102, Surabaya 60174

Tel. & fax (031) 3570355; 9982484

Email: sutp@sutp.org

Internet: <http://www.sutp.org>

DAFTAR ISI

1. LATAR BELAKANG DAN KONTEKS STUDI	1
1.1 Pendahuluan	1
1.1.1 Transportasi dan kualitas udara di Surabaya	1
1.1.2 Peranan mikrolet.....	1
1.2 Tujuan dan Sasaran Studi Kelayakan Mikrolet Dengan BBG.....	2
1.3 Kondisi Sistem Transportasi di Surabaya	2
1.4 Dukungan Infrastruktur Penggunaan BBG Untuk Mikrolet Di Surabaya	4
2. KELAYAKAN PENGGUNAAN BBG UNTUK MIKROLET	5
2.1 Kelayakan Teknis Penggunaan BBG Untuk Mikrolet.....	5
2.1.1 Komposisi dan Karakteristik Bahan Bakar Gas (BBG).....	5
2.1.2 Kit Konversi BBG	6
2.1.3 Persyaratan Teknis Kendaraan BBG	7
2.1.4 Uji Coba Mikrolet Dengan BBG.....	7
2.1.4.1 Pemilihan Mikrolet Untuk Uji Coba BBG	7
2.1.4.2 Pemasangan Sistem Kit Konversi BBG	8
2.1.4.3 Pemasangan Regulator.....	8
2.1.4.4 Pemasangan katup Pengisian BBG (Filling Valve)	9
2.1.4.5 Pemasangan Tabung/Silinder Gas	9
2.1.4.6 Pengisian BBG di Stasiun Pengisian Bahan bakar Gas (SPBG).....	10
2.1.4.7 Konsumsi bahan bakar untuk mikrolet.....	11
2.1.4.8 Hal-hal Teknis yang perlu diperhatikan pada mikrolet BBG.....	13
2.1.4.9 Beberapa pengalaman Penggunaan BBG Selama Uji Coba	14
2.2 Kelayakan Ekonomis Penggunaan BBG Untuk Mikrolet.....	16
2.2.1 Analisa Ekonomi Untuk Skenario A: harga bahan bakar sekarang	17
2.2.2 Analisa Ekonomi Untuk Skenario B: bahan bakar tidak disubsidi Pemerintah	18
2.2.3 Skenario Kredit Kit Konversi BBG	19
2.2.4 Harga BBG di Surabaya.....	20
2.3 Kelayakan Keamanan Penggunaan BBG Untuk Mikrolet	22
2.3.1 Keamanan Tabung BBG	22
2.3.2 Sistem Keamanan Terhadap Kebocoran Gas.....	22
2.4 Kelayakan Sosial Penggunaan BBG Untuk Mikrolet.....	24
2.4.1 Kuisisioner yang dibagikan kepada penumpang	24
2.4.2 Kuisisioner yang dibagikan kepada pemilik mikrolet.....	26
2.4.3 Kuisisioner yang dibagikan kepada pengemudi mikrolet	28
2.5 Kelayakan Lingkungan Penggunaan BBG Untuk Mikrolet	30
2.5.1 Emisi CO ₂	30
2.5.2 Emisi CO.....	30
2.5.3 Emisi HC	31
2.5.4 Emisi Pb, SO _x dan NO _x	31
3. KESIMPULAN DAN REKOMENDASI	32
3.1 Kesimpulan	32
3.2 Rekomendasi	32

1. LATAR BELAKANG DAN KONTEKS STUDI

1.1 Pendahuluan

1.1.1 Transportasi dan kualitas udara di Surabaya

Akses kepada manusia, tempat, barang dan jasa adalah penting bagi kesejahteraan sosial dan ekonomis masyarakat perkotaan. Angkutan merupakan sarana kunci untuk mencapai akses. Masyarakat perkotaan yang modern memerlukan sistem transportasi yang berkelanjutan secara ekonomi, sosial dan lingkungan.

Ramalan bagi sektor angkutan untuk Surabaya, hasil studi Dorsch Consult untuk Bank Dunia pada tahun 1998 memperlihatkan bahwa, kalau tindakan kebijakan tidak diambil, di tahun 2010 lebih dari separuh jaringan jalan utama akan beroperasi dengan volume lalu lintas yang di ambang atau di atas kapasitas, dengan kecepatan kendaraan rata-rata di bawah 10km/jam. Diramalkan Dorsch kenaikan 120% dari perjalanan kendaraan dalam pusat kota, meningkat dari 243.000 kendaraan per hari pada tahun 1995 menjadi 535.000 kendaraan per hari pada tahun 2010.

Dengan asumsi bahwa semua proyek infrastruktur jalan yang telah diprogramkan dilanjutkan, bagian waktu berkendara di bawah 10 km/jam akan meningkat dari 2% sekarang sampai ke 21% pada tahun 2010, dan 17% lagi dalam lingkup 10 km/jam – 20 km/jam. Di jalan-jalan utama, kecepatan berkendara akan pada umumnya di bawah 10 km/jam. Perkembangan ke arah ini akan berdampak parah terhadap kualitas hidup di Surabaya. Kualitas udara, yang sudah buruk, akan merosot (lihat Tabel 1.1), konsumsi bahan bakar akan meningkat (lihat Tabel 1.1), dan oleh karena itu menaikkan pengeluaran pemerintah.

Tabel 1.1: Emisi pencemar dan penggunaan bahan bakar dari mobil penumpang untuk situasi lalu lintas yang berbeda-beda.

Kecepatan (km/jam)	Karbon monoksida	Hidrokarbon	Bahan bakar	Karbon dioksida
58	10.8	1.4	58.4	178
19	22.2	2.5	101	300
5.8	67	4.5	200	637

Sumber: Umweltbundesamt, CITAIR emissions factor modelling, 2000.

Data kualitas udara di Surabaya berdasarkan hasil pengukuran di sembilan titik pengukuran yang dilaksanakan oleh Balai Teknik Kesehatan Lingkungan telah menunjukkan bahwa beberapa polutan kadang-kadang melampaui ambang batas yang ditentukan Keputusan Gubernur Jatim No. 129/1996 tentang Baku Mutu Udara Ambien.

1.1.2 Peranan mikrolet

Salah satu upaya yang penting dalam rangka menciptakan sistem transportasi yang berkelanjutan dan meningkatkan kualitas udara di Surabaya adalah penggunaan bahan bakar yang lebih ramah lingkungan seperti bahan bakar gas (BBG).

Sektor transportasi merupakan sumber utama pencemaran udara di Surabaya, dan di dalam sektor ini penyumbang penting adalah kendaraan komersial dan dalam armada, seperti bus,

mikrolet, taksi, dan truk. Jumlah mikrolet yang beroperasi di Surabaya (sekitar 5000) jauh melebihi jumlah bus (sekitar 200), dan armada mikrolet ditambah sekitar 100 kendaraan per tahun.

Mikrolet-mikrolet pada umumnya cocok untuk dikonversi ke BGG, karena:

- Menggunakan mesin bensin
- Menempuh jumlah kilometer yang tinggi setiap tahun
- Beroperasi di daerah-daerah padat (dengan manusia maupun gedung) dan macet di Surabaya, yang berarti lebih banyak orang terkena emisinya daripada kalau beroperasi di daerah-daerah terbuka, dengan jumlah penduduk yang lebih rendah
- Pola mengemudi mulai-berhenti meningkatkan baik penggunaan bahan bakar maupun potensi pencemaran
- Melewati trayek yang tetap berarti lebih mudah merencanakan pengisian bahan bakar.

1.2 Tujuan dan Sasaran Studi Kelayakan Mikrolet Dengan BGG

Walaupun menguntungkan dari segi kualitas udara, kelayakan penggunaan BGG perlu dikaji, terutama dari segi kelayakan ekonomi dan teknis, karena sebesar apapun keuntungan bagi kualitas udara, BGG tidak akan digunakan secara luas kalau tidak layak dari segi ekonomi dan teknis. Studi kelayakan BGG yang diperlukan ini telah dilakukan pada akhir tahun 1999 / awal tahun 2000, dan menunjukkan bahwa penggunaan BGG di mikrolet-mikrolet tertentu adalah layak dari segi ekonomi, teknis, sosial dan lingkungan.

Agar studi kelayakan ini dapat dilakukan, Deutsche Gesellschaft für Technische Zusammenarbeit (GTZ) GmbH dan Bapedalda Propinsi Jawa Timur bekerjasama dengan Fakultas Teknik Mesin ITS untuk melaksanakan proyek percontohan dan studi kelayakan mengenai penggunaan BGG di mikrolet di Surabaya. Proyek ini merupakan bagian dari Proyek Transportasi Kota yang Berkelanjutan (SUTP) GTZ.

Tujuan dari studi kelayakan dan proyek uji coba dari mikrolet dengan BGG di Surabaya adalah:

1. Menganalisa tingkat kelayakan, ekonomi, keselamatan, lingkungan, sosial dan teknis penggunaan BGG untuk mikrolet di Surabaya.
2. Memberikan rekomendasi berdasarkan hasil studi kelayakan tersebut.

1.3 Kondisi Sistem Transportasi di Surabaya

Surabaya dengan jumlah penduduk mendekati angka tiga juta jiwa dan luas area 326.4 km² membutuhkan mode transportasi yang andal, murah dan ramah lingkungan. Transportasi perkotaan di Surabaya utamanya dilayani oleh kendaraan bus kota dan angkutan kota/mikrolet. Mikrolet merupakan mode transportasi yang paling populer dengan jangkauan yang luas.

Di Surabaya terdapat sekitar 4800 mikrolet yang melayani 57 trayek. Selain itu juga terdapat trayek-trayek yang melayani lintas perbatasan yaitu antara Surabaya dengan Gresik, Krian dan Sidoarjo yang ditangani oleh Pemda Propinsi Jawa Timur.

Dari 57 trayek tersebut diatas dan beberapa trayek yang melintasi perbatasan, terdapat trayek yang potensial menggunakan BBG karena melewati atau dekat dengan Stasiun Pengisian Bahan Bakar Gas (SPBG) seperti yang tertera pada Tabel 1.2.

Tabel 1.2: Jalur mikrolet yang berpotensi menggunakan BBG.

No	Lyn/Trayek	Jalur	Jumlah mikrolet*
SPBG Kali Rungkut (milik PERTAMINA) – belum beroperasi			
1	U	Joyoboyo - Rungkut	116
2	JTK	Joyoboyo – Tambak Klangru	75
3	GS	Gunung Anyar – Sidorame	63
4	RBK	Rungkut Barat – Kenjeran	57
5	KIP 2	Kutisari – Petojo	51
6	RT	Rungku – Pasar Turi	75
SPBG Mastrip (milik PERTAMINA) – belum beroperasi			
7	G	Joyoboyo – Lakar Santri	308
8	H1	Joyoboyo – Sepanjang	120
9	BK	Bangkingan – Karang Pilang	15
10	RK	Karang Pilang – Krian	80
SPBG Brebek (milik PT Taxi Zebra Nusantara Tbk.)			
11	GT	Gedongan – Pasar Taman	75
12	X	Joyoboyo – Gedongan	80
SPBG Yanjung Sari (milik PT Taxi Zebra Nusantara Tbk.)			
13	BJ	Benowo – Jembatan Merah	75
14	IM	Manukan – Semut Indah	50
15	TV	Joyoboyo – Manukan	102
16	RDK	Romo Kalisari – Dukuh Kupang	50
17	E	Petojo – Balongsari	100
18	I	Dukuh Kupang – Benowo	109
19	ZI	Benowo – Ujung Baru	70
20	BP	Balung Panggang – Pasar Turi	120
Total			1791

* Berdasarkan jumlah ijin trayek yang telah dikeluarkan

Dari sebanyak 1791 buah mikrolet yang melayani 20 lyn tersebut diatas tentu saja tidak semuanya memenuhi persyaratan menggunakan BBG karena alasan kelayakan teknis dan kelayakan ekonomi. Kelayakan teknis akan ditentukan oleh umur kendaraan dan kondisi kendaraan baik bodi maupun mesin, mengingat bahwa sebagian besar mikrolet yang beroperasi di Surabaya mempunyai umur kendaraan lebih dari 5 tahun. Sedangkan kelayakan ekonomi akan dipengaruhi jumlah konsumsi bahan bakar.

1.4 Dukungan Infrastruktur Penggunaan BBG Untuk Mikrolet Di Surabaya

Infrastruktur pendukung merupakan salah satu syarat utama bagi keberhasilan suatu program yang bersifat mengenalkan teknologi baru. Teknologi baru yang dikenalkan pada masyarakat misalnya BBG akan langsung ditanggapi masyarakat dengan membandingkan semua keuntungan/keunggulan dan kerugian antara teknologi baru dengan teknologi yang ada dan sudah dipakai.

Sehingga meskipun BBG sebagai bahan bakar mikrolet layak secara teknis, ekonomis, keselamatan dan lingkungan maka semua kelayakan tersebut harus didukung dengan kelayakan infrastruktur. Infrastruktur akan memainkan peran yang dominan dalam operasionalnya mikrolet sangat mengandalkan dukungan infrastruktur seperti: bengkel otomotif yang melayani pemasangan, penyetulan mesin dan perawatan sistem BBG, SPBG, pelayanan purna jual dan penyediaan suku cadang dari sistem kit konversi.

Infrastruktur yang mendukung program mikrolet berbahan bakar gas masih sangat terbatas. Infrastruktur yang tersedia untuk mendukung tercapainya program mikrolet BBG adalah:

1. 2 SPBG milik PT Taxi Zebra Nusantara Tbk. yang berlokasi di Jl. Tanjungsari, Surabaya Barat dan Berbek Industri, Surabaya Timur. Dua SPBG yang bisa bergerak (mobile filling gas station) milik PT Taxi Zebra yang berada di Jogoloyo dan Pandegiling hanya melayani Taksi Zebra saja. 2 SPBG milik PERTAMINA siap operasi tetapi belum dapat dijalankan sehubungan dengan belum selesainya proses administrasi dengan pemasok gas dari Perusahaan Gas Negara (PGN).
2. Di Surabaya tersedia 4 penyalur dari 4 jenis kit konversi BBG yaitu OMVL, Landi Renzo, Tartarini dan Bedini. Tartarini merupakan kit konversi yang banyak dipakai pada Taksi Zebra sejumlah sekitar 800 unit.
3. Di Surabaya hanya ada sekitar 3 sampai 5 bengkel otomotif yang bisa melayani pemasangan kit konversi, "tune-up" dan perawatan sistem BBG. Kecuali bengkel Taksi Zebra yang berada satu lokasi dengan SPBG, belum tersedia yang bengkel otomotif di sekitar SPBG. Tersedianya bengkel BBG merupakan syarat utama bagi program mikrolet BBG sehingga akan mempermudah pelayanan terhadap mikrolet BBG, mengingat teknologi BBG masih baru bagi pengemudi/pemilik mikrolet.
4. Pelayanan ketersediaan terhadap komponen juga merupakan faktor yang menentukan untuk membuat pemilik/pengemudi beralih bahan bakar gas dari premium.

2. KELAYAKAN PENGGUNAAN BBG UNTUK MIKROLET

2.1 Kelayakan Teknis Penggunaan BBG Untuk Mikrolet

Pemanfaatan dan penerapan teknologi BBG pada mesin Otto (Spark Ignition Engine) telah dimulai sejak Tahun 1934 di Italia dan menyusul negara-negara lainnya seperti; Amerika, Selandia Baru, Canada, Brasilia, Malaysia, Argentina, Mexico, dll.

Teknologi BBG pada sektor transportasi ini telah terbukti cukup aman dan andal karena dilengkapi dengan fasilitas keamanan dan keselamatan yang memadai. Pada dasarnya semua type dan merk kendaraan yang menggunakan bahan bakar “premium” bisa menggunakan BBG dengan hanya memasang peralatan tambahan yang dinamakan kit konversi.

Di Indonesia teknologi BBG ini mulai diperkenalkan sejak tahun 1987 dengan melakukan uji coba oleh suatu Team Evaluasi Teknis Proyek Percontohan Bahan Bakar Gas dengan hasil baik dan laik untuk dipakai pada kendaraan bermotor.

2.1.1 Komposisi dan Karakteristik Bahan Bakar Gas (BBG)

Bahan Bakar Gas (BBG) disini adalah merupakan gas bumi yang telah dimurnikan dan dimampatkan pada tekanan 200 bar sehingga aman, bersih dan murah untuk dipakai sebagai bahan bakar kendaraan bermotor yang bisa menggantikan premium. Secara umum BBG mengandung komponen utama berupa metana (CH_4) dan etana (C_2H_6) dengan fraksi sekitar 90 persen.

Komposisi dan karakteristik dari gas akan sangat bervariasi dari satu sumber dengan sumber lainnya. Hal ini berbeda dengan bahan bakar minyak (BBM) yang relatif sama karena melalui distilasi dan proses pengolahan. BBG yang dijual di Surabaya oleh PERTAMINA diperoleh melalui Perusahaan Gas Negara (PGN) dari sumur gas yang terdapat di Pagerungan yang diproduksi oleh perusahaan minyak ARBNI. Karakteristik utama dan komposisi dari BBG yang dipasarkan di Surabaya ditunjukkan pada Tabel 2.1.

Tabel 2.1: Karakteristik utama dan komposisi BBG yang dipasarkan di Surabaya.

No.	Komponen	Nilai			
1	Komposisi (%)	CH ₄	88.51999		
		C ₂ H ₆	3.79		
		C ₃ H ₈	2.04		
		i-C ₄ H ₁₀	0.36		
		n-C ₄ H ₁₀	0.5		
		i-C ₅ H ₁₂	0.15		
		n-C ₅ H ₁₀	0.12		
		C ₆ H ₁₄	0.05		
		+C ₇ H ₁₆	0.14		
		N ₂	1.67		
2	Nilai Kalor Gross	CO ₂	2.66		
		O ₂	0		
		CO	0		
		H ₂	0		
		223.63	KKal/Gram mole		
		11922.93	KKal/Kg		
		9200.50	Kkal/Nm ³		
		1060.62	BTU/Scf		
		3	Nilai Kalor Netto	202.18	KKal/Gram mole
				10779.04	KKal/Kg
8317.8	Kkal/Nm ³				
958.86	BTU/Scf				
4	Berat molekul	18.76			
5	Berat Jenis	0.772	Kg/Nm ³		
6	SG (udara=1)	0.647			
7	Titik Nyala	650	°C		
8	Angka Metana	84.4			
9	Angka Oktana (RON)	> 110			
10	Wobbe Index	1313.3	BTU/Scf.Sqrt (SG)		

2.1.2 Kit Konversi BGG

Agar kendaraan bermotor dapat menggunakan BGG maka perlu dipasang peralatan tambahan berupa kit konversi. Kit Konversi BGG terdiri dari dua komponen utama yaitu regulator (dilapangan/bengkel sering disebut dengan C-Kit) dan tangki penyimpanan BGG. Setelah pemasangan kit konversi pada kendaraan bermotor maka kendaraan bermotor tersebut bisa menggunakan dua jenis bahan bakar yang dioperasikan secara terpisah yaitu: premium atau gas (Bi-fuel).

Di Indonesia khususnya di Surabaya telah dipasarkan beberapa merk kit konversi yaitu: OMVL, Landi Renzo, Tartarini, Blue Runner dan Bendini. PT Taxi Zebra sebagai pemakai BGG terbesar di Surabaya sebagian besar armadanya menggunakan Kit Konversi merk Tartarini dan sebagian kecil OMVL. Sedangkan mobil pribadi menggunakan Landi Renzo, Bendini dan OMVL.

Prinsip kerja dari semua kit konversi tersebut adalah sama yang membedakan adalah dimensi/ukuran dari regulator. Landi Renzo mempunyai ukuran terbesar dengan diameter regulator sekitar 200 mm, sedangkan Bendini mempunyai diameter terkecil sekitar 140 mm.

Tabung penyimpanan BBG yang ada dipasaran kebanyakan adalah merk "Faber" buatan Italia dengan kapasitas penyimpanan 75 dan 80 liter kapasitas air (*water capacity*) atau dapat menampung gas setara dengan 16 – 17 LSP dan 19 – 20 LSP.

2.1.3 Persyaratan Teknis Kendaraan BBG

Penentuan persyaratan teknis kendaraan berbahan bakar gas didasarkan pada aspek teknis dan aspek hukum. Pertimbangan aspek teknis terhadap kendaraan yang akan dikonversikan untuk menggunakan BBG harus memenuhi norma-norma teknologi yang ada dan sesuai dengan spesifikasi yang ditetapkan oleh manufaktur baik kendaraan maupun kit konversi BBG. Sedangkan aspek hukum berarti bahwa setiap kendaraan yang menggunakan BBG harus memenuhi ketentuan peraturan perundang-undangan.

Dalam peraturan Pemerintah nomor 44 Tahun 1993 tentang Kendaraan dan Pengemudi, pada pasal 127 ayat (1) dijelaskan sebagai berikut: kendaraan bermotor harus memenuhi ambang batas laik jalan yang meliputi:

1. Emisi gas buang kendaraan bermotor
2. Kebisingan suara kendaraan bermotor
3. Efisiensi sistem rem utama
4. Efisiensi sistem rem parkir
5. Kincup roda depan
6. Tingkat suara klakson
7. Kemampuan pancar dan arah sinar lampu utama
8. Radius putar
9. Alat penunjuk kecepatan
10. Kekuatan unjuk kerja dan ketahanan ban luar untuk masing-masing jenis, ukuran dan lapisan
11. Kedalaman alur ban luar.

Sedangkan Persyaratan Teknis Pemakaian bahan Bakar Gas Pada Kendaraan Bermotor tercantum dalam surat Keputusan Menteri Perhubungan No. KM 64 tahun 1993.

2.1.4 Uji Coba Mikrolet Dengan BBG

2.1.4.1 Pemilihan Mikrolet Untuk Uji Coba BBG

Berdasarkan kesepakatan kerjasama antara pihak-pihak yang terkait pada proyek Uji Coba Mikrolet Berbahan Bakar Gas (BBG), maka KOPATAS bertanggung jawab atas penyediaan mikrolet yang akan digunakan untuk uji coba mikrolet BBG dengan memperhatikan beberapa aspek penting seperti: umur kendaraan tidak lebih dari 5 tahun, kondisi bodi dan mesin kendaraan dalam keadaan baik serta trayek mikrolet melewati atau dekat dengan SPBG (Stasiun Pengisian Bahan Bakar Gas).

Pemilihan mikrolet yang memenuhi persyaratan seperti tersebut diatas tidak dengan mudah dapat dipenuhi mengingat sebagian besar mikrolet yang beroperasi di Surabaya mempunyai umur di atas 5 tahun di satu pihak dan di lain pihak pemilik mikrolet yang relatif baru tidak berani mengkonversikan kendaraannya dengan BBG karena ada perasaan takut meledak serta tak mengizinkan mikrolet di modifikasi untuk penempatan tabung BBG yang cukup besar. Tabel 2.2. memberikan data-data mikrolet yang dipakai dalam uji coba proyek mikrolet BBG di Surabaya.

Tabel 2.2: Data mikrolet yang digunakan untuk uji coba mikrolet BBG.

Jenis Mikrolet	Tahun Pembuatan	No. Pol	Trayek	Kondisi Mikrolet
Daihatsu Espass	1997	L-1986-DB	BJ (Benowo-Jembatan Merah)	Bodi dan mesin masih sangat baik
Toyota Kijang	1996	L-1979-BB	TV (Joyoboyo-Balongsari) (Joyoboyo-Darmo Permai) (Joyoboyo-Manukan) (Joyoboyo-Ngesong)	Bodi dan mesin masih sangat baik
Suzuki Carry	1995	L- 1798-DB	GT (Gedongan-Pasar Taman)	Bodi cukup dan mesin kurang baik

2.1.4.2 Pemasangan Sistem Kit Konversi BBG

Pemasangan kit konversi BBG yang terdiri dari dua komponen utama yaitu regulator dan tabung BBG dilakukan di bengkel kendaraan yang berpengalaman dan telah mendapatkan otorisasi dari pihak yang berwenang yaitu bengkel mobil WIDHIA serta mendapatkan bantuan satu orang teknisi dari agen kit konversi merk OMVL yaitu PT Dwi Tunggal Putra serta dibawah pengawasan dan bantuan teknis dari Tim Teknik Mesin FTI - ITS. Kit konversi BBG yang dipasang pada kendaraan akan disesuaikan menurut jenis kendaraan tetapi tetap mengacu pada peraturan pemerintah tentang kendaraan BBG dan cara pemasangan yang direkomendasikan oleh pabrik kit konversi BBG.

Waktu yang dibutuhkan untuk pemasangan tabung, regulator, perbaikan/modifikasi kursi dan bekled dari ruang penumpang sekitar 3 hari. Lamanya waktu untuk pemasangan ini karena belum didapatkannya cara pengerjaan yang paling tepat, cepat dan efisien. Berdasarkan pengalaman pemasangan kit konversi BBG pada mikrolet dan setelah mendapatkan pola penempatan tabung gas yang sesuai maka seharusnya pemasangan kit konversi BBG tersebut bisa diselesaikan oleh bengkel ataupun agen kit konversi BBG dalam waktu 1 – 1,5 hari saja.

Lamanya waktu pemasangan kit konversi BBG akan sangat menentukan ketertarikan para pemilik mikrolet untuk menggunakan BBG mengingat selama mikrolet berada di bengkel praktis pemilik dan pengemudi tidak mendapatkan penghasilan. Selain itu kesan yang ditimbulkan bahwa sistem kit konversi BBG cukup sulit pemasangannya demikian pula dengan perawatannya.

2.1.4.3 Pemasangan Regulator

Pemasangan dan penempatan regulator dari kit konversi BBG disesuaikan dengan letak mesin dan karburator pada masing-masing kendaraan/mikrolet. Untuk kendaraan Kijang karena

mesin dan karburator berada di moncong kendaraan seperti halnya sedan, maka regulator dipasang pada ruang mesin di depan ruang kemudi.

Sedangkan pada mikrolet Espass dan Carry jenis dipasang pada ruang mesin yang terletak di bagian bawah dari tempat duduk sopir. Meskipun ruang mesin dari mikrolet ini sangat sempit sehingga tidak banyak alternatif untuk memilih penempatan yang ideal tetapi beberapa persyaratan keamanan tetap dipenuhi yaitu seperti regulator dan pipa transmisi gas harus terpasang cukup jauh dan aman dari bagian-bagian mesin yang bisa menghasilkan percikan api yang dapat membakar gas bila terjadi kebocoran.

Pemasangan regulator praktis tidak terlalu memakan banyak waktu meskipun ruang mesin sempit. Problem utama dari penyambungan pipa gas dari regulator ke karburator adalah pemasangan mixer. Mixer merupakan bagian terpenting dari sistem kit konversi BBG karena desain dan penempatan mixer akan menentukan distribusi dan jumlah gas yang akan masuk kedalam mesin. Pengalaman menunjukkan bahwa ukuran mixer yang diperoleh dari agen kit konversi seringkali tidak sesuai dengan ukuran dari mulut karburator sehingga harus dilakukan penyesuaian ukuran dengan cara membubut. Ukuran mixer yang ada dipasaran cenderung cocok untuk ukuran sedan seperti yang dipakai oleh PT Taxi Zebra Nusantara yaitu sedan Ford. Sedangkan untuk ukuran kendaraan niaga seperti Kijang, Espass dan Suzuki harus dilakukan penyesuaian sesuai dengan ukuran mulut dari karburator. Bahkan untuk komponen mixer ini tidak terlalu sulit untuk membuat mixer sendiri supaya cocok dengan karburator yang ada. Uji coba BBG mikrolet menggunakan dua jenis merk regulator yaitu 2 OMVL dan 1 Landi Renzo dimana keduanya buatan Italia.

2.1.4.4 Pemasangan katup Pengisian BBG (Filling Valve)

Pemasangan dari katup pengisian BBG disesuaikan dengan model dan bentuk kendaraan. Untuk jenis Kijang karena ruang mesin berada di depan ruang kemudi sama halnya dengan sedan, maka katup pengisian diletakkan di ruang mesin pada bagian depan dari kendaraan mengingat adanya banyak tempat kosong.

Sebaliknya untuk jenis Espass dan Carry, katup pengisian BBG diletakkan sejajar dengan lubang pengisian premium (berada dibagian samping dari bodi kendaraan). Penempatan pada mikrolet ini lebih dapat diterima karena tidak merubah kebiasaan bagi pengemudi untuk mengisi bahan bakar kendaraan, seperti halnya menggunakan premium.

2.1.4.5 Pemasangan Tabung/Silinder Gas

Pemasangan tabung BBG pada kendaraan umum/mikrolet merupakan tahapan yang paling kritis mengingat beberapa hal yang harus dipertimbangkan. Hal-hal yang harus dipertimbangkan adalah sebagai berikut:

1. Penempatan tabung harus mengikuti aturan yang telah dibuat oleh keputusan menteri perhubungan No. KM 64 tahun 1993 yang antara lain berbunyi:
 - a. Tangki-tangki harus dipasang pada lokasi yang terlindung untuk meminimumkan kerusakan akibat tabrakan/benturan.
 - b. Tangki-tangki harus dipasang pada lokasi yang terlindung didalam lingkup batas kendaraan dan harus ditempatkan sedemikian rupa sehingga tidak mengganggu stabilitas dalam mengemudikan kendaraan.
 - c. Dilarang memasang tangki atau tangki-tangki diatas atap kendaraan.

- d. Lokasi yang cocok untuk pemasangan tangki pada kendaraan bermotor jenis sedan adalah didalam bagasi secara melintang dan sejauh mungkin dari tepi kendaraan.
 - e. Untuk kendaraan-kendaraan lainnya lokasi pemasangan yang cocok untuk pemasangan tangki adalah secara melintang, dibelakang tempat duduk bagian belakang atau dibawah kendaraan dan untuk tangki-tangki yang dipasang dibawah kendaraan tidak boleh mengurangi jarak minimum efektif dari tanah.
2. Ukuran tangki/tabung yang ada dipasaran hanya ada dua pilihan yaitu berkapasitas 80 liter (kapasitas air) dan 75 liter (kapasitas air), dimana ukuran ini lebih cocok untuk jenis kendaraan sedan.
 3. Penambahan tabung pada mikrolet harus tidak boleh mengganggu kestabilan kendaraan dalam bermanuver sehingga sebaiknya dipasang melintang .
 4. Pemasangan tabung di ruang penumpang harus tidak boleh mengurangi jumlah penumpang yang bisa diangkut oleh mikrolet. Bila pemasangan tabung gas mengorbankan jumlah penumpang yang bisa diangkut maka penghematan dari pembelian gas tidak ada artinya karena di sisi lain pengemudi akan kehilangan pendapatan dari penumpang yang sebelumnya masih bisa terangkut.

Dengan pertimbangan-pertimbangan diatas maka salah satu lokasi mikrolet yang bisa dan mungkin untuk dipasang tabung BBG adalah bagian dalam dan belakang dari ruang penumpang dimana sebagian tinggi tabung muncul di atas deck ruang penumpang dan sebagian lagi tenggelam dibawah deck ruang penumpang. Meskipun sebagian tabung BBG menonjol ke bawah deck kendaraan, tetapi jarak pelat dudukan tabung BBG masih diatas dari bagian kendaraan yang paling rendah dari tanah (ground clearance).

Uji coba mikrolet BBG menggunakan tabung penyimpanan BBG merk "FABER" dengan 1 unit berkapasitas 80 liter (kapasitas air) yang dipasang di Espass dan 2 unit berkapasitas 75 liter (kapasitas air) dipasang pada Kijang dan Carry.

2.1.4.6 Pengisian BBG di Stasiun Pengisian Bahan bakar Gas (SPBG)

Selama uji coba mikrolet BBG, pengisian gas dilakukan di SPBG milik PT Taxi Zebra Nusantara Tbk. Lyn BJ dan TV memanfaatkan SPBG yang berada di jalan Tanjung Sari, Tandes, Surabaya Barat sedangkan lyn GT memanfaatkan SPBG yang berada di Berbek Industri – Rungkut - Surabaya Timur.

SPBG di Tanjung sari mempunyai 3 pompa pengisian dengan 6 dispenser dimana 4 dispenser melayani armada Taxi Zebra sedangkan 2 lainnya melayani untuk umum. SPBG di Berbek mempunyai 5 pompa pengisian dengan 10 dispenser dimana 2 buah dispenser untuk kendaraan non Taxi Zebra sedangkan sisanya untuk melayani armada Taxi Zebra sendiri. Dispenser yang digunakan untuk melayani kendaraan non Taxi dilengkapi dengan meter BBG dan display harga yang harus dibayar oleh konsumen.

Selain dari 2 SPBG tersebut PT Taxi Zebra juga masih memiliki 2 SPBG yang bergerak (mobile filling gas station) yang ditempatkan di Gunung Sari – sekitar 1,5 km selatan dari Terminal Joyoboyo dan lainnya berada di Pandegiling sebelah selatan Hotel Santika – jalan Darmo. Kedua "mobile SPBG" tersebut khusus untuk Taxi Zebra karena dispenser tidak dilengkapi dengan meter gas dan harga.

Berdasarkan pencatatan PT Taxi Zebra Nusantara Tbk menunjukkan bahwa di Surabaya, kendaraan non Taxi Zebra yang menggunakan BBG dan memanfaatkan 2 SPBG tersebut baru ada sekitar 25 kendaraan.

Waktu yang diperlukan untuk mengisi tabung BBG dengan kapasitas 75 liter (kapasitas air) dengan tekanan 200 bar sekitar 4 menit karena jumlah kendaraan non Taxi Zebra yang menggunakan BBG masih sedikit maka tidak diperlukan antri selama pengisian di SPBG milik Taxi Zebra Nusantara Tbk.

2.1.4.7 Konsumsi bahan bakar untuk mikrolet

Uji coba mikrolet BBG selama lebih dari 4 bulan telah dimonitor oleh Tim Teknik Mesin FTI ITS dalam rangka mendapatkan data konsumsi bahan bakar baik dengan menggunakan BBG maupun premium. Monitoring mikrolet menggunakan BBG dilakukan selama 3 bulan sedangkan untuk premium dilakukan hanya selama 3 minggu dengan tujuan untuk mengetahui perbedaan konsumsi diantara kedua jenis bahan bakar tersebut. Perbedaan konsumsi bahan bakar ini akan ikut juga menentukan perhitungan ekonomis penggunaan BBG pada mikrolet.

Penentuan waktu 3 bulan untuk BBG tidak hanya bertujuan untuk mengukur konsumsi pemakaian BBG pada mikrolet tetapi juga sebagai sarana untuk sosialisasi mikrolet BBG di Surabaya, studi kelayakan dari segi keandalan, keamanan, dan kepraktisan. Sedangkan premium merupakan bahan bakar utama pada mikrolet dimana tingkat keandalan, keamanan dan kepraktisan sudah teruji maka pengambilan data untuk premium cukup selama 3 minggu.

Untuk menguji konsumsi bahan bakar mikrolet dan melakukan monitoring terhadap penggunaan BBG maupun premium selalu dilakukan uji emisi gas buang dalam rangka mendapatkan campuran bahan bakar dan udara yang sesuai dan benar sekaligus untuk mengetahui perbedaan emisi gas buang yang dihasilkan oleh kedua jenis bahan bakar tersebut. Pengujian terhadap emisi gas buang dilakukan untuk mendapatkan data-data seperti CO, HC, CO₂ dan λ (menunjukkan tepatnya campuran udara-bahan bakar). Untuk menghindari perubahan dari pengaturan λ (yang biasanya dilakukan dengan merubah/menstel pasokan udara, sudut pengapian dan celah platina) maka setelah didapatkan campuran udara-bahan bakar yang tepat berdasarkan penunjukkan peralatan analisa gas buang maka peralatan seperti karburator dan distributor “di-segel” sehingga tidak memungkinkan adanya perubahan parameter mesin kendaraan selama monitoring berlangsung.

Pengujian konsumsi bahan bakar pada mikrolet dilakukan pada kondisi λ sekitar 0,95 – 1 dimana pada kondisi ini akan didapatkan torsi yang paling besar meskipun bukan pada kondisi efisiensi yang maksimum. Bila pengaturan λ dilakukan pada daerah 1 – 1,1 akan didapatkan efisiensi yang maksimum tetapi torsi yang dihasilkan akan berkurang. Untuk kendaraan bermotor biasanya lebih disukai pada pengaturan yang pertama karena sangat terkait dengan akselerasi kendaraan. Sedangkan secara umum kondisi emisi gas buang kendaraan akan menunjukkan hasil rendah juga pada kisaran 0,95 – 1,1.

Referensi ataupun rekomendasi uji emisi yang didapatkan dari pabrikan kendaraan Espass, Kijang dan Carry hanya diperoleh hasil uji gas buang CO saja dimana hasil uji emisi tersebut tidak dilengkapi dengan kondisi/parameter uji. Sebaliknya pengujian unjuk kerja dan emisi gas buang dari masing-masing kit konversi BBG baik merk Landi Renzo dan OMVL juga tidak diperoleh informasi, data dan pengaturan (setting) dari regulator untuk mendapatkan

kondisi optimum antara unjuk kerja yang tinggi dan emisi gas buang yang rendah. Sehingga pengujian dari pemakaian bahan bakar pada mikrolet dilakukan dengan referensi uji untuk mendapatkan kondisi yang terbaik bagi mikrolet dimana kondisi torsi yang maksimum lebih dipentingkan dari pada efisiensi yang maksimum karena berhubungan dengan akselerasi kendaraan yang berarti kenyamanan bagi pengemudi. Penyetelan dari kendaraan pada kondisi torsi atau akselerasi yang terbaik merupakan pilihan yang beralasan mengingat untuk kendaraan mikrolet harus sering berhenti dan berjalan pada frekwensi yang sering. Bila tarikan dari mikrolet lambat maka akan mengurangi kegesitan dari mikrolet dalam melayani penumpang dan pengemudi menjadi kurang nyaman. Tabel 2.3.a – c. memberikan hasil monitoring konsumsi bahan bakar dan pengujian emisi gas buang.

Tabel 2.3a: Hasil monitoring konsumsi bahan bakar dan pengujian emisi gas buang untuk mikrolet Toyota Kijang.

Parameter	BBG		Premium	
	Putaran (rpm)	Idle (760)	2510	Idle (820)
CO ₂ (%)	10.4	11.1	13.9	14.4
CO (%)	0.10	0.28	0.38	0.85
HC (ppm)	373	277	533	101
O ₂	0	0	0	0
Konsumsi bahan bakar (km/lsp atau km/liter)	9.01 (11 lsp BBG/ 100 km)		8.92 (11.2 l/ 100 km)	
Jarak tempuh rata perhari (km)	207			
Rata-rata kebutuhan bahan bakar perhari	23 lsp BBG		23.2 liter premium	

Tabel 2.3b: Hasil Monitoring konsumsi bahan bakar dan pengujian emisi gas buang untuk mikrolet Daihatsu Espass.

Parameter	BBG		Premium	
	Putaran (rpm)	Idle (± 750)	2500	Idle (900)
CO ₂ (%)	11.4	10.9	13.7	14.1
CO (%)	0.04	0.08	0.16	1.22
HC (ppm)	226	130	409	108
O ₂	0	0	0	0
Konsumsi bahan bakar (lsp atau liter)	9.4 (10.6 lsp BBG / 100 km)		9.2 (10.9 l / 100 km)	
Jarak tempuh rata perhari (km)	196			
Rata-rata kebutuhan bahan bakar perhari	21 lsp BBG		21.3 liter premium	

Tabel 2.3c: Hasil Monitoring konsumsi bahan bakar dan pengujian emisi gas buang untuk mikrolet Suzuki Carry.

Parameter	BBG		Premium	
	Putaran (rpm)	920	2570	780

CO ₂ (%)	7.6	10.5	7.7	11.7
CO (%)	0.66	0.96	1.66	2.42
HC (ppm)	801	101	311	182
O ₂	0	0	0	0
Konsumsi bahan bakar (lsp atau liter)	8.33 (12 lsp BBG/100 km)		—	
Jarak tempuh rata perhari (km)	111			
Rata-rata kebutuhan bahan bakar perhari	13.3 lsp BBG		—	

Berdasarkan pengujian emisi gas buang dan hasil monitoring terlihat bahwa kondisi mikrolet dengan tipe Suzuki Carry menunjukkan kondisi mesin yang kurang bagus hal ini bisa dilihat dari konsentrasi gas buang CO dan HC yang tinggi, sebaliknya harga CO₂ yang rendah. Hal ini akan langsung mempengaruhi konsumsi bahan bakar yang boros. Harga CO₂ yang kurang dari 12% untuk bahan bakar premium menunjukkan proses pembakaran yang terjadi di ruang bakar tidak sempurna hal ini bisa disebabkan beberapa faktor antara lain terjadi kebocoran pada piston ring dan sistem pengapian yang kurang bagus.

Sedangkan kedua mikrolet lainnya mesin kendaraan masih bagus hal ini ditunjukkan dengan emisi gas buang yang cukup rendah dan konsumsi bahan bakar yang tidak boros.

Dari tabel-tabel tersebut diatas dapat diambil kesimpulan bahwa konsumsi bahan bakar gas (BBG) menunjukkan sedikit penghematan bahan bakar dibandingkan dengan premium dengan perbedaan kurang dari 1,5 %. Perbedaan ini karena proses pembakaran gas yang lebih sempurna di dalam ruang bakar dibandingkan dengan premium dan atau perbedaan beban mikrolet dalam hal jumlah penumpang selama operasional.

2.1.4.8 Hal-hal Teknis yang perlu diperhatikan pada mikrolet BBG

Meskipun pemasangan kit konversi BBG tidak merubah mesin dan bodi mikrolet secara drastis tetapi dengan pemasangan tabung BBG yang berbobot sekitar 70 kg akan mempengaruhi kondisi mikrolet. Beberapa hal yang perlu dipertimbangkan dalam penggunaan BBG pada mikrolet adalah sebagai berikut:

- Dengan pemasangan tabung BBG di bagian belakang kendaraan yang beratnya sampai 70 kg maka akan merubah letak titik berat kendaraan dimana titik berat kendaraan akan bergeser mundur dari kondisi semula. Konsekuensi dari kondisi ini maka bagian belakang dari kendaraan akan kelihatan lebih rendah dari bagian depan karena tambahan beban dari tabung BBG. Kondisi penurunan pada bagian belakang ini akan lebih kelihatan kalau mikrolet diisi penuh penumpang. Untuk mengatasi kondisi ini perlu dilakukan perubahan pada sistem suspensi belakang pada kendaraan yaitu dengan meninggikan dudukan peer dan penahan kejut (shock-breaker) sehingga tinggi bagian belakang dari mikrolet kembali seperti semula.
- Dengan bertambahnya beban pada bagian belakang kendaraan dengan adanya tabung gas tersebut maka umur pakai dari penahan kejut (shock-breaker) kendaraan akan berkurang dari kondisi normal (menggunakan premium). Berdasarkan pengalaman PT Taxi Zebra Nusantara Tbk., penambahan bobot tabung gas pada kendaraan sedan akan berkurang setengahnya. Setiap enam sampai delapan bulan sekali penahan kejut (shock-breaker) kendaraan Taxi Zebra harus diperbaiki ataupun diganti dengan yang

baru. Sedangkan pada kendaraan taksi non-BBG maka umur pakai dari penahan kejut (shock-breaker) bisa mencapai 12 – 14 bulan atau hampir dua kalinya.

- Berdasarkan pengalaman dari berbagai pihak yang pernah menggunakan BBG, kendaraan yang menggunakan BBG membutuhkan pembersihan saringan udara yang lebih sering dari pada menggunakan premium karena BBG sangat sensitif terhadap kekurangan pasokan udara ataupun udara yang kotor. Sehingga direkomendasikan paling tidak setiap 2 minggu sekali dilakukan pembersihan terhadap saringan udara. Pembersihan saringan udara akan lebih bagus kalau dilakukan lebih sering mengingat mikrolet beroperasi pada kondisi jalan yang berdebu. Tanda-tanda saringan udara yang sudah kotor adalah mikrolet akan tersendat-sendat sewaktu di injak pedal gasnya. Di setiap SPBG milik PT Taxi Zebra Nusantara Tbk selalu disediakan alat pembersih saringan udara (kompresor).
- Selain pembersihan saringan udara yang lebih sering dibandingkan dengan menggunakan premium, umur teknis dari pada saringan udara juga mengalami penurunan. Kalau pada taksi/kendaraan penggantian saringan udara setiap 40.000 km maka bila menggunakan BBG penggantian saringan udara dilakukan setiap kurang dari 30.000 km.
- Penggunaan BBG pada kendaraan berbahan bakar premium akan membuat mesin lebih awet dan penggantian busi bisa lebih lama. Pada kendaraan jenis angkutan umum seperti taksi penggantian busi secara normal dilakukan setiap 3 bulan sekali sedangkan bila menggunakan BBG penggantian busi bisa setiap 6 bulan sekali. Dengan tidak terdapatnya Pb di dalam BBG dibandingkan dengan premium selain busi lebih awet, knalpot akan lebih tahan lama karena Pb bersifat merusak terhadap busi dan knalpot.
- Penggunaan BBG juga akan memperpanjang umur teknis dari minyak pelumas, sehingga dengan BBG maka penggantian minyak pelumas bisa dilakukan lebih jarang yaitu 2 kali lebih jauh masa tempuh kendaraan. Kebanyakan angkutan umum menggunakan Mesran Super yang bisa digunakan sampai 3000 km bila menggunakan premium. Bila menggunakan BBG maka penggantian bisa dilaksanakan setelah mikrolet menempuh jarak 6000 km.
- Dengan menggunakan BBG terjadi kenaikan temperatur dari mesin tetapi kenaikan ini masih dalam batas yang diijinkan dan tidak merusak komponen mesin.

2.1.4.9 Beberapa pengalaman Penggunaan BBG Selama Uji Coba

Selama pelaksanaan uji coba mikrolet BBG selama sekitar 4 bulan, Teknik Mesin FTI-ITS telah mencatat beberapa permasalahan teknis yang dialami oleh pemilik dan sopir mikrolet.

- Pada minggu kedua dari uji coba mikrolet BBG, mikrolet Espass mengalami kecelakaan yaitu menabrak mikrolet lainnya di jalur Benowo. Karena mikrolet mengalami kerusakan yang cukup berat, maka mikrolet diperbaiki di Karoseri Bumi Palapa yang sekaligus dilakukan pemasangan jenis tabung yang besar dengan kapasitas 80 liter atau setara dengan 10-21 liter setara premium (LSP). Pada kecelakaan ini sistem BBG tidak mengalami kerusakan. Kasus/kejadian ini memberikan pengalaman yang berharga bagi kalangan mikrolet bahwa BBG aman dipasang pada mikrolet.
- Pada saat uji coba, mikrolet Kijang mengalami kebocoran pipa BBG pada saat beroperasi karena salah satu sambungan lepas. Perbaikan dan pengujian kebocoran gas dapat diperbaiki dengan baik. Hal ini juga menunjukkan bahwa resiko kebocoran gas terhadap peledakan ataupun kebakaran kecil.

- Berdasarkan pengalaman dan penuturan sopir-sopir mikrolet bahwa mikrolet BBG lebih tahan terhadap banjir dan mesin tidak mudah mati bila dibandingkan dengan premium. Bahkan unjuk kerja operasional mikrolet terasa lebih baik bila pada kondisi hujan. Hal ini tidak terlepas dari sifat BBG itu sendiri dimana pada saat hujan maka temperatur lingkungan akan turun sehingga rapat massa gas akan lebih tinggi.
- Perubahan dari kebiasaan pembersihan filter udara yang lebih sering antara penggunaan BBG dan premium bukan merupakan kendala bagi sopir/pemilik mikrolet. Bahkan kenyataannya para sopir melakukan pembersihan filter udara lebih sering dari yang direkomendasikan yaitu setiap minggu. Fasilitas udara bertekanan tersedia di setiap SPBG PT Taxi Zebra sehingga proses pembersihan filter udara bisa dilakukan pada saat pengisian BBG.

Beberapa pengalaman tersebut diatas selalu disampaikan pada setiap sosialisasi BBG untuk para sopir, pemilik dan pengurus lyn mikrolet di Surabaya sehingga kekhawatiran yang tidak beralasan terutama masalah keamanan dapat dihilangkan.

2.2 Kelayakan Ekonomis Penggunaan BBG Untuk Mikrolet

Keberlanjutan dari proyek BBG untuk mikrolet akan sangat ditentukan dari kelayakan ekonomis. Keuntungan dari penggunaan BBG adalah murahnya harga BBG dibandingkan dengan premium dengan perbedaan sebesar Rp 550,- per liter setara premium (LSP).

Di lain pihak hambatan dalam sosialisasi dari penggunaan BBG adalah harga kit konversi BBG yang mahal yaitu sekitar Rp 6.250.000,- per-unit (harga sangat dipengaruhi fluktuasi nilai dollar). Harga tersebut diatas berlaku biasanya untuk kendaraan yang tidak perlu melakukan modifikasi yang cukup banyak pada kendaraan, misalnya pemasangan pada sedan ataupun Kijang pribadi. Untuk pemasangan di mikrolet ada biaya tambahan untuk membuat tempat tabung dengan melubangi deck ruang penumpang dan tambahan/modifikasi kursi penumpang. Perkiraan total biaya untuk pemasangan sistem kit konverter pada mikrolet seperti ditunjukkan Tabel 2.4.

Tabel 2.4: Investasi awal Perubahan dari mikrolet premium ke mikrolet BBG

Jenis biaya	Jumlah
Pembelian kit konversi BBG ^{*)}	Rp 6.250.000
Modifikasi kendaraan untuk penempatan tabung	Rp 200.000
Penambahan/Modifikasi kursi penumpang	Rp 150.000
Modifikasi dudukan penahan kejut (shock breaker)	Rp 150.000
Penggantian beberapa peralatan penting untuk mesin (busi, filter udara)	Rp 75.000
Total	Rp 6.825.000

^{*)} Harga kit konversi BBG didasarkan pada 1 US \$ = Rp 7.000,- dan harga retail.

Selain biaya untuk pemasangan kit konverter BBG pada saat awal penggunaan BBG yang sifatnya tetap (investasi), maka dengan perubahan bahan bakar premium ke gas akan mempengaruhi juga biaya operasional dari mikrolet. Adapun perbedaan biaya operasional antara mikrolet BBG dengan mikrolet premium dapat dilihat pada Tabel 2.5. Pada evaluasi ekonomi, biaya operasional mikrolet disajikan dalam dua skenario dimana yang berbeda yaitu:

- **skenario A:** dengan menggunakan harga bahan bakar yang berlaku sekarang, harga BBG Rp 450,-/lsp dan premium Rp 1000,-/liter, sedangkan
- **skenario B:** dengan anggapan bahwa harga bahan bakar tidak lagi disubsidi oleh pemerintah (setelah 2003) seperti yang tertuang dalam "Letter of Intent" yang ditandatangani oleh pemerintah RI dan IMF, dimana harga BBG Rp 700,-/lsp dan premium Rp 1800,-/liter.

Pada semua skenario diasumsikan bahwa nilai ekonomis dari CNG kit dihitung selama 5 tahun dengan nilai sisa converter kit pada akhir tahun kelima yaitu sebesar 35% dari harga awal (Rp 2388750,-).

2.2.1 Analisa Ekonomi Untuk Skenario A: harga bahan bakar sekarang

Menggunakan patokan harga bahan bakar yang berlaku sekarang, dimana harga BBG Rp 450.-/lsp dan premium Rp 1000,-/liter.

Tabel 2.5a: Perbedaan biaya operasional per tahun antara mikrolet BBG dengan mikrolet premium dengan asumsi jarak tempuh perhari 200 km (Espass dan Kijang).

Jenis biaya Operasional	Biaya operasional dengan BBG (Rp)	Biaya operasional dgn Premium (Rp)	Penghematan Netto (Rp)
Depresiasi CNG kit	887250	-	-887250
Bahan bakar (67000 km/th)	3350000	7444445	4094445
Penggantian Pelumas Mesin	357335	714670	357335
Penggantian Busi	80400	160800	80400
Penggantian knalpot	100000	166670	66670
Penggantian filter udara	201000	150750	-50250
Tambahan biaya perawatan akibat teknologi baru	-150000	-	-150000
Total penghematan per tahun			3.511.350

Tabel 2.5b: Perbedaan biaya operasional per tahun antara mikrolet BBG dengan mikrolet premium dengan asumsi jarak tempuh perhari 110 km (Carry GT).

Jenis biaya Operasional	Biaya operasional dengan BBG (Rp)	Biaya operasional dgn Premium (Rp)	Penghematan Netto (Rp)
Depresiasi CNG kit	887250	-	-887250
Bahan bakar (36960 km/th)	1848000	4106670	2258670
Penggantian Pelumas Mesin	197120	394240	197120
Penggantian Busi	48000	88705	40705
Penggantian knalpot	100000	166670	66670
Penggantian filter udara	110880	83160	-27720
Tambahan biaya perawatan akibat teknologi baru	150000	-	-150000
Total penghematan per tahun			1.498.195

2.2.2 Analisa Ekonomi Untuk Skenario B: bahan bakar tidak disubsidi Pemerintah

Menggunakan patokan harga bahan bakar yang tidak disubsidi oleh pemerintah, dimana harga BBG Rp 700.-/ lsp dan premium Rp 1800,-/liter.

Tabel 2.6a. Perbedaan biaya operasional per tahun antara mikrolet BBG dengan mikrolet premium dengan asumsi jarak tempuh perhari 200 km (Espass & Kijang).

Jenis biaya Operasional	Biaya operasional dengan BBG (Rp)	Biaya operasional dgn Premium (Rp)	Penghematan Netto (Rp)
Depresiasi CNG kit	887250	-	-887250
Bahan bakar (67000 km/th)	5211115	13400000	8188885
Penggantian Pelumas Mesin	357335	714670	357335
Penggantian Busi	80400	160800	80400
Penggantian knalpot	100000	166670	66670
Penggantian filter udara	201000	150750	-50250
Tambahan biaya perawatan akibat teknologi baru	-150000	-	-150000
Total penghematan per tahun			7.605.790

Tabel 2.6b: Perbedaan biaya operasional per tahun antara mikrolet BBG dan mikrolet premium dengan asumsi jarak tempuh perhari 110 km (Carry GT).

Jenis biaya Operasional	Biaya operasional dengan BBG (Rp)	Biaya operasional dgn Premium (Rp)	Penghematan Netto (Rp)
Depresiasi CNG kit	887250	-	-887250
Bahan bakar (36960 km/th)	2874670	7392000	4517340
Penggantian Pelumas Mesin	197120	394240	197120
Penggantian Busi	48000	88705	40705
Penggantian knalpot	100000	166670	66670
Penggantian filter udara	110880	83160	-27720
Tambahan biaya perawatan akibat teknologi baru	150000	-	-150000
Total penghematan per tahun			3.756.865

2.2.3 Skenario Kredit Kit Konversi BBG

Berdasarkan survey yang dilakukan oleh Tim Teknik Mesin FTI ITS terhadap pengemudi dan pemilik mikrolet maka hampir seluruh responden mengatakan bahwa mereka menginginkan kredit dengan tenggang waktu pembayaran selama 2 sampai 3 tahun dengan besar angsuran setiap bulan antara Rp 250.000- 275.000,-. Tabel 2.7. di bawah ini memberikan evaluasi dari sistem perkreditan konverter kit BBG.

Tabel 2.7a. Penghematan rata-rata per bulan, Pembayaran kredit untuk 2 Tahun Angsuran dan BEP dari Mikrolet BBG dibandingkan dengan menggunakan premium.

Skenario (jarak tempuh mikrolet /hari)	Penghematan/bln (Rp)	Angsuran **) kredit/bln (Rp) l = 6%	Angsuran **) kredit/bln (Rp) l = 12%	BEP (bulan) i = 6%	BEP (bulan) i = 12%
Skenario A^{*)}					
200 km/hari	367570	320695	358030	18	22
110 km/hari	198790			38	41
Skenario B^{*)}					
200 km/hari	709790	320695	358030	8	10
110 km/hari	387010			13	15

Catatan: *) Skenario A: dengan dasar bahwa harga premium Rp 1000/liter dan BBG Rp 450/lsp

Skenario B dengan dasar bahwa harga premium dan BBG tanpa subsidi masing-masing sebesar Rp 1800 dan Rp 700

**) Harga kit konversi Rp 6825000,- dengan masa angsuran selama 2 tahun

Tabel 2.7b: Penghematan rata-rata per bulan, Pembayaran Kredit Untuk 3 Tahun Angsuran dan BEP dari Mikrolet BBG dibandingkan dengan menggunakan premium.

Skenario (jarak tempuh mikrolet /hari)	Penghematan/bln (Rp)	Angsuran **) kredit/bln (Rp) l = 6%	Angsuran **) kredit/bln (Rp) l = 12%	BEP (bulan) i = 6%	BEP (bulan) i = 12%
Skenario A^{*)}					
200 km/hari	367570	225800	266350	18	22
110 km/hari	198790			38	41
Skenario B^{*)}					
200 km/hari	709790	225800	266350	8	10
110 km/hari	387010			13	15

Catatan: *) Skenario A: dengan dasar bahwa harga premium Rp 1000/liter dan BBG Rp 450/lsp

Skenario B dengan dasar bahwa harga premium dan BBG tanpa subsidi masing-masing sebesar Rp 1800 dan Rp 700

**) Harga kit konversi Rp 6825000,- dengan masa angsuran selama 3 tahun

Berdasarkan Tabel 2.4 sampai Tabel 2.7 maka dapat diambil suatu kesimpulan bahwa semakin banyak mikrolet mengkonsumsi bahan bakar per hari, maka akan semakin banyak penghematan yang didapat per harinya dibandingkan dengan mikrolet premium. Dari ketiga mikrolet BBG uji coba dapat dilihat bahwa dengan jarak tempuh perhari lebih dari 200 km atau setara dengan konsumsi bahan bakar sekitar 22 liter maka dengan dasar harga bahan bakar yang berlaku sekarang, akan diperoleh penghematan per tahun sebesar Rp 3.511.350

atau waktu kembali modal sekitar 18 bulan (untuk bunga kredit 6%) dan 22 bulan (untuk bunga kredit 12%).

Sedangkan untuk mikrolet Suzuki Carry – GT dengan jarak tempuh per hari hanya sekitar 110 km atau konsumsi bahan bakar sebesar 12 liter per hari maka dengan dasar harga bahan bakar yang berlaku sekarang, akan diperoleh penghematan per tahun sebesar Rp 1.498.195 atau waktu kembali modal sekitar 38 bulan (untuk bunga kredit 6%) dan 41 bulan (untuk bunga kredit 12%).

Dengan umur mikrolet/kendaraan dan konverter kit yang bisa mencapai sepuluh tahun (bila dipasang pada kendaraan/mikrolet baru) maka waktu pengembalian modal yang sekitar 3 tahun tersebut layak secara ekonomi. Sedangkan untuk mikrolet yang dimodifikasi maka pembatasan usia mikrolet kurang dari 5 tahun bisa dijadikan patokan secara umum untuk bisa mendapatkan keuntungan secara ekonomi.

2.2.4 Harga BBG di Surabaya

Masalah yang penting dalam sosialisasi dan pelaksanaan program mikrolet BBG di Surabaya adalah kepastian dari harga BBG di Surabaya. Berdasarkan informasi yang diperoleh dari PERTAMINA dan PGN (Perusahaan Gas Negara) harga yang berlaku di Surabaya bukanlah harga yang sebenarnya artinya masih jauh dibawah harga yang ditetapkan oleh produsen gas alam yaitu ARBNI (lihat Tabel 2.8). Harga BBG yang berlaku di Jakarta dan Medan yang hanya Rp 450,-/lsp bisa dilaksanakan karena sumber gas untuk BBG berasal dari PERTAMINA sendiri (bagian Eksplorasi dan Produksi) sedangkan BBG yang dijual di Surabaya berasal dari ARBNI yang menetapkan harga gas alam sebesar US \$ 2,16 MMBTU.

Tabel 2.8: Harga jual gas dari PGN di Surabaya/Jawa Timur berdasarkan jenis konsumen.

Kategori	Formulasi harga	Harga jual *)
Industri I	US \$ 2.16 + Rp 200/m ³	Rp 715,-
Industri II	US \$ 2.16 + Rp 190/m ³	Rp 705,-
Industri III	US \$ 2.16 + Rp 160/m ³	Rp 675,-
Bangunan Komersial		Rp 800,-
Perumahan		Rp 600,-
Perumahan RSS		Rp 400,-

Catatan:

- Formulasi harga terdiri dari harga pembelian gas dari ARBNI dan jasa transmisi yang dipungut oleh PGN
- Besarnya jasa transmisi tergantung jumlah konsumsi gas oleh industri – semakin besar konsumsi gas semakin kecil jasa transmisi yang dikenakan

*) 1 US \$ = Rp 7000,-

Berdasarkan daftar harga tersebut diatas maka harga jual BBG di Surabaya masih dibawah harga pembelian. Berdasarkan Nota Dinas dari Direktorat Jendral Minyak dan Gas Bumi No. 403/DMO/1999 menyebutkan bahwa:

1. Departemen Keuangan/Pemerintah tidak melakukan subsidi terhadap bahan bakar gas sehingga permintaan Direktur Pertamina tertanggal 21 April 1999 No. 455/C0000/99-S4 mengenai permintaan subsidi BBG di Surabaya ditolak oleh Departemen Keuangan.

2. Departemen Keuangan meyarankan untuk dilakukan perundingan penetapan harga BBG antara PERTAMINA dan PGN atau dinaikkan sesuai dengan harga gasnya yaitu US \$ 2.16 MMBTU.

Meskipun Gubernur Jawa Timur telah mengirim surat ke Menteri Keuangan tertanggal 31 Desember 1999 dengan No. 545/14551/022/1999 perihal permohonan subsidi BBG di Jatim tetapi sampai sekarang belum ada kepastian harga BBG di Surabaya.

Harga bahan bakar/energi sangat sulit untuk dipredeksi secara tepat mengingat harga energi ditentukan oleh pemerintah terutama untuk BBM (kondisi sekarang masih disubsidi) sedangkan dipihak lain untuk gas harga jualnya tidak mendapatkan subsidi dari pemerintah tetapi pembelian dari produsen gas (operator asing) didasarkan pada nilai mata uang dollar.

Dalam kurun waktu yang tidak terlalu lama, pemerintah akan secara konsisten mengurangi subsidi harga BBM yang membawa konsekuensi kenaikan harga BBM sampai pemerintah tidak melakukan subsidi terhadap harga BBM. Berdasarkan kesepakatan dengan IMF, sekitar tahun 2003 harga BBM di dalam negeri harus tidak ada subsidi lagi.

Berdasarkan sumber PERTAMINA, biaya pengadaan untuk premium di dalam negeri adalah sebesar Rp 1800/liter sedangkan untuk BBG hanya sebesar Rp 700/lsp. Bila perhitungan ekonomis berdasarkan harga BBM dan BBG tanpa subsidi tersebut diatas maka selisih harga per liter setara premium sebesar Rp 1100,-. Sehingga prospek dari BBG di masa datang akan sangat baik tidak hanya menguntungkan secara ekonomis tetapi juga ramah lingkungan.

2.3 Kelayakan Keamanan Penggunaan BBG Untuk Mikrolet

Pertimbangan keamanan menjadi bagian terpenting dari pemasangan kit konversi BBG di mikrolet. Hal ini mengingat bahwa:

1. Persyaratan Teknis Pemakaian bahan Bakar Gas Pada Kendaraan Bermotor tercantum dalam surat Keputusan Menteri Perhubungan No. KM 64 1993 harus dipenuhi demi keamanan semua pihak.
2. Teknologi BBG masih baru di lingkungan mikrolet meskipun kandungan teknologi pada kit konversi tidak terlalu canggih.
3. Penanganan bahan bakar gas harus lebih hati-hati mengingat sifat gas sendiri mudah bocor dibandingkan dengan bahan bakar cair
4. Citra bahan bakar gas di masyarakat kurang baik mengingat seringnya kejadian peledakan gas LPG di dapur akibat kelalaian pemakai dan jeleknya ventilasi ruangan. Sedangkan pengetahuan masyarakat tentang gas sangat minim sehingga BBG yang fraksi utamanya metana dianggap sama dengan LPG yang fraksi utamanya propana dan butana.

2.3.1 Keamanan Tabung BBG

Dengan memperhatikan pertimbangan-pertimbangan diatas secara teknis dan faktor non teknis seperti dengan persyaratan/permintaan dari pemilik/pengemudi mikrolet bahwa penambahan tabung di kendaraan maka jumlah penumpang yang masih bisa diangkut minimal sama dengan sebelumnya maka tempat yang dimungkinkan penempatan tabung BBG adalah pada di dalam ruang penumpang/ kabin bagian belakang. Meskipun secara teknis bahwa mikrolet seperti Kijang dan Espass hanya bisa membawa penumpang sejumlah 12 orang, tetapi pada kondisi jam padat mikrolet tersebut mampu memuat penumpang sampai 18-21 orang termasuk pengemudi dan kernet.

Penempatan tabung BBG ini boleh jadi tidak terlalu aman terhadap tabrakan pada bagian belakang mikrolet mengingat peletakan tabung BBG tidak mendapatkan perlindungan yang cukup baik – hanya dumper yang terbuat dari fiber/plat dan plat bodi kendaraan/mikrolet. Untuk memperbaiki dan meningkatkan sisi pengamanan tabung BBG dari tabrakan dari belakang di bagian belakang bodi mikrolet bisa ditambahi dengan dumper tambahan yang terbuat dari besi.

Meskipun dari pihak pembuat tabung BBG - merk faber dari Italia telah mempertimbangkan aspek keamanan terhadap tabrakan sehingga di Italia tabung BBG sendiri telah menjalani tes tabrak (crash test) dengan menjatuhkan dari ketinggian lebih dari 90 feet dimana kondisi ini setara dengan tabrakan mobil dengan kecepatan 70 Km/jam. Dalam operasionalnya mikrolet jarang sekali bisa berjalan dengan kecepatan melebihi 60 km/jam mengingat kondisi jalan tidak baik dan sering berhenti untuk menurunkan/menaikkan penumpang.

2.3.2 Sistem Keamanan Terhadap Kebocoran Gas

Peralatan pengaman yang ada pada berbagai merk kit konversi pada prinsipnya adalah sama yang membedakan adalah desain dari sistem pengaman. Beberapa sistem pengaman yang terpasang pada instalasi BBG adalah sebagai berikut:

1. Katup pengisian yang mempunyai “bursting disc” (plat pengaman) dengan kemampuan kerja sampai dengan 220 bar, sehingga apabila tekanan gas yang lewat di katup pengisian tersebut lebih dari 220 bar maka bursting disc akan pecah dan gas tidak dapat masuk ke tangki BBG. Dengan adanya bursting disc maka tekanan tangki tidak pernah terjadi tekanan lebih (over-pressure).
2. Tangki BBG terbuat dari baja tekanan tinggi (chrome molybdenum steel) yang telah lulus uji dan ditutup dengan sebuah katup (emer valve) yang dilengkapi dengan bursting disc. Bursting disc akan pecah jika terjadi tekanan yang berlebihan di dalam tangki BBG. Dengan demikian bila terjadi benturan yang ekstrim ataupun terjadi kenaikan tekanan karena over-heating, tangki tidak meledak tetapi bursting disc akan pecah dan gas akan keluar/ menguap ke udara bebas karena berat jenisnya lebih rendah dari udara.
3. Di dalam ruang pertama (1st stage diaphragm) pada regulator terdapat pegas katup pengaman (safety valve spring) yang akan membuka (bocor) bila terjadi tekanan gas berlebih pada tingkat pertama, sehingga gas yang berlebih tersebut tidak sampai masuk ke ruang bakar.
4. Kemungkinan adanya kebocoran gas dari tabung yang berada di kabin penumpang bisa dicegah dengan pemasangan kantong gas (vapour bag) yang akan membuang gas bocor dari sambungan katup dan tabung serta pipa yang berada di kabin penumpang ke luar kabin. Tanpa kantong gas-pun, bila terjadi kebocoran di sambungan katup dan tabung di kabin penumpang tidaklah terlalu berbahaya sebab gas yang bocor akan langsung menguap ke udara mengingat berat jenis gas sekitar setengahnya udara. Akumulasi gas di dalam mikrolet kecil kemungkinan terjadi karena ruang di dalam mikrolet tidaklah kedap dan sering kali dalam operasionalnya selalu banyak kaca jendela yang terbuka sehingga memungkinkan adanya sirkulasi udara dengan cepat.
5. Saklar pemilih bahan bakar yang bekerja secara elektronik, mempunyai saklar waktu (timer swith) dan sensor pengapian yang dihubungkan antara coil dan solenoid gas, yang akan memutuskan aliran listrik ke solenoid pada saat tidak ada pengapian. Sehingga bila mesin mati secara mendadak maka aliran gas akan dengan seketika terhenti.
6. Sekring (fuse) terpasang untuk mengamankan pemilih bahan bakar yang bekerja secara elektronik (electronic fuel selector switch) terhadap hubungan singkat yang mungkin terjadi karena adanya aliran listrik dari batteray.

2.4 Kelayakan Sosial Penggunaan BBG Untuk Mikrolet

Penggunaan BBG untuk mikrolet akan membawa dampak sosial baik bagi masyarakat pengguna (penumpang), pengemudi dan pemilik mikrolet mengingat pemasyarakatan gas sebagai bahan bakar kendaraan bermotor dilingkungan mikrolet masih sangat sedikit dan terbatas. Sebagai rangkaian dari proyek uji coba mikrolet BBG, Teknik Mesin ITS juga membagikan kuisisioner kepada tiga pihak yang terkait yaitu: penumpang, sopir dan pemilik.

Metodologi dari penyebaran dan pengisian kuisisioner adalah sebagai berikut:

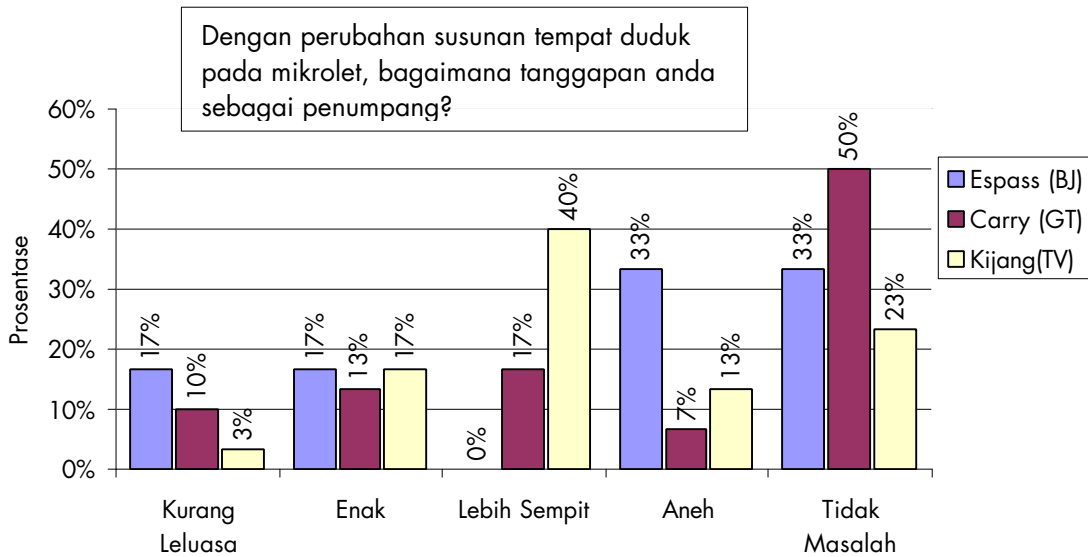
2.4.1 Kuisisioner yang dibagikan kepada penumpang

Kuisisioner yang dibagikan kepada penumpang berisi 10 pertanyaan singkat yang dibagikan oleh mahasiswa Teknik Mesin ITS di dalam kendaraan sewaktu mikrolet beroperasi. Mengingat terbatasnya waktu penumpang saat berada di dalam kendaraan, maka penumpang hanya menjawab pertanyaan kuisisioner dengan cara "multiple choice" pilihan ganda dari beberapa jawaban yang tersedia. Kuisisioner dibagikan secara random pada penumpang yang berada di dalam kendaraan dimana setiap perjalanan/route hanya disebarkan 3 sampai 4 penumpang. Waktu dari pembagian kuisisioner juga dibagi dalam 3 bagian yaitu pagi, siang dan sore hari diharapkan mewakili dari seluruh responden pengguna mikrolet di Surabaya. Jumlah total dari kuisisioner yang dibagikan kepada penumpang mikrolet adalah sekitar 30 untuk setiap lyn.

Beberapa hasil/temuan penting yang dapat disimpulkan dari penumpang tentang mikrolet BBG adalah sebagai berikut:

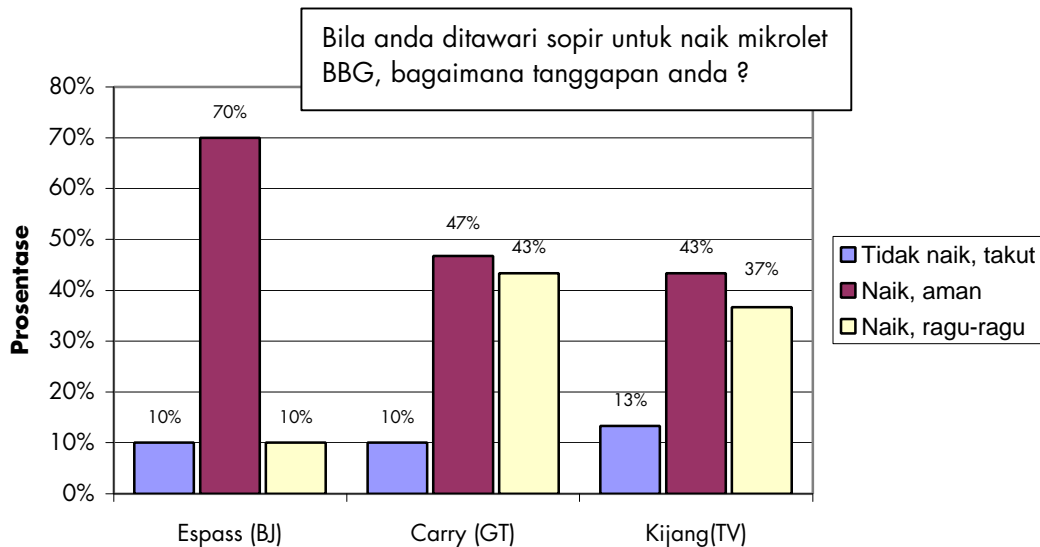
1. Tanggapan masyarakat terhadap perubahan susunan tempat duduk pada mikrolet: sebagian besar (40%) dari penumpang lyn TV yang mengisi kuisisioner menyatakan bahwa susunan tempat duduk yang baru terasa lebih sempit dan sulit untuk keluar dan masuk mikrolet. Keluhan ini terjadi karena trayek yang dilayani oleh lyn TV masyarakatnya mempunyai tingkat ekonomi dan pendidikan yang relatif lebih tinggi sehingga sadar akan kenyamanan. Sebaliknya tanggapan penumpang dari lyn BJ dan GT sebagian besar (> 33%) merasa tidak ada masalah dengan susunan tempat duduk yang baru. Hal ini bisa dimengerti mengingat trayek yang dilayani oleh lyn GT dan BJ masyarakatnya mempunyai tingkat ekonomi dan pendidikan yang lebih rendah seperti buruh pabrik, penjual di pasar sehingga belum sadar akan kenyamanan yang penting bisa terbawa dan cepat sampai di tempat tujuan.

Grafik 2.1: Tanggapan Penumpang Mikrolet BBG terhadap perubahan susunan tempat duduk pada mikrolet.



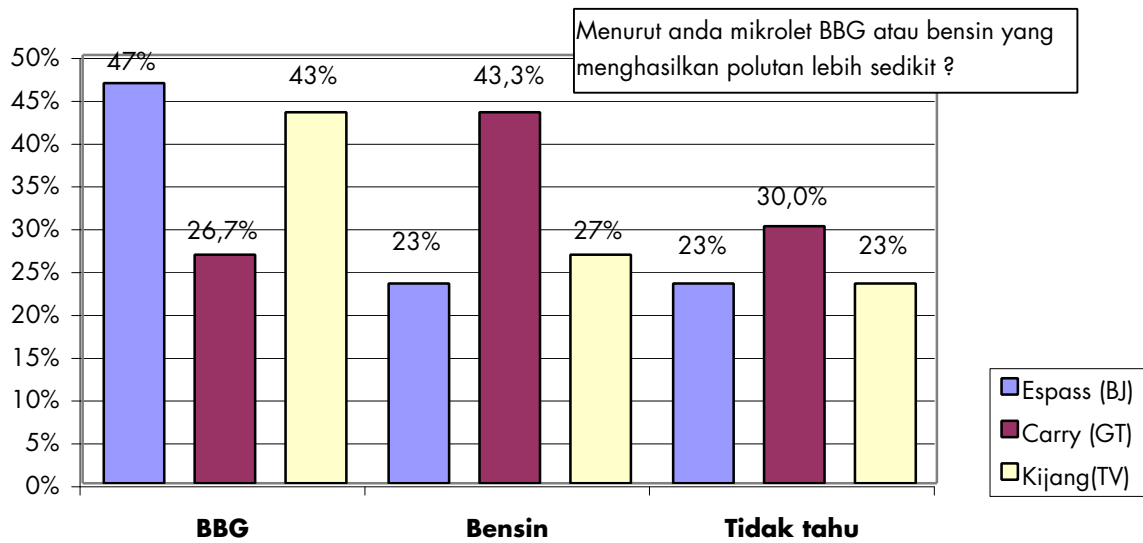
2. Tanggapan terhadap mikrolet yang menggunakan BBG adalah sebagian besar (> 43%) penumpang akan tetap naik mikrolet karena yakin bahwa BBG aman untuk mikrolet sedangkan kurang dari 13% dari responden menolak naik mikrolet BBG karena takut. Tetapi berdasarkan pengalaman pengemudi selama uji coba tidak pernah ada penumpang yang menolak naik mikrolet BBG. Hal ini barangkali hampir semua penumpang tidak mengetahui mikrolet menggunakan BBG.

Grafik 2.2: Tanggapan calon penumpang mikrolet jika menjumpai/ditawari naik Mikrolet BBG.



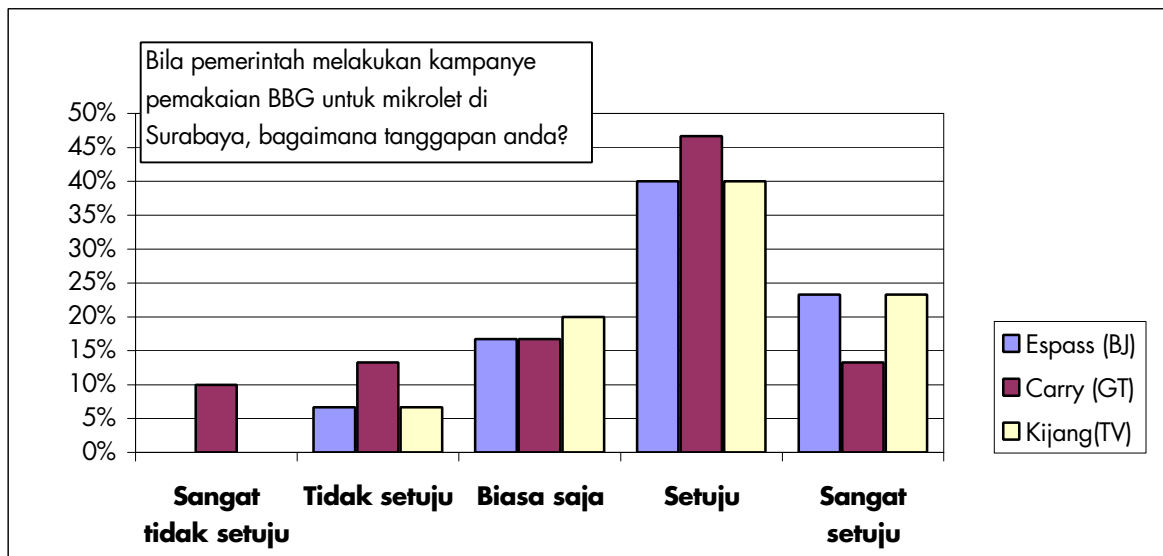
3. Hampir separoh dari penumpang mikrolet (lyn BJ dan TV) mengetahui bahwa BBG menghasilkan sedikit polutan dibandingkan premium sebaliknya hampir separuh dari responden penumpang lyn GT mengatakan sebaliknya bahwa premium lebih bersih dari BBG.

Grafik 2.3: Tanggapan Penumpang mikrolet terhadap polusi yang dihasilkan oleh kendaraan yang menggunakan bahan bakar Bensin dan BBG



4. Lebih dari separuh (> 60 %) dari responden penumpang mengatakan setuju dan sangat setuju terhadap program mikrolet BGG di Surabaya.

Grafik 2.4: Tanggapan Penumpang Mikrolet terhadap program BGG untuk mikrolet.



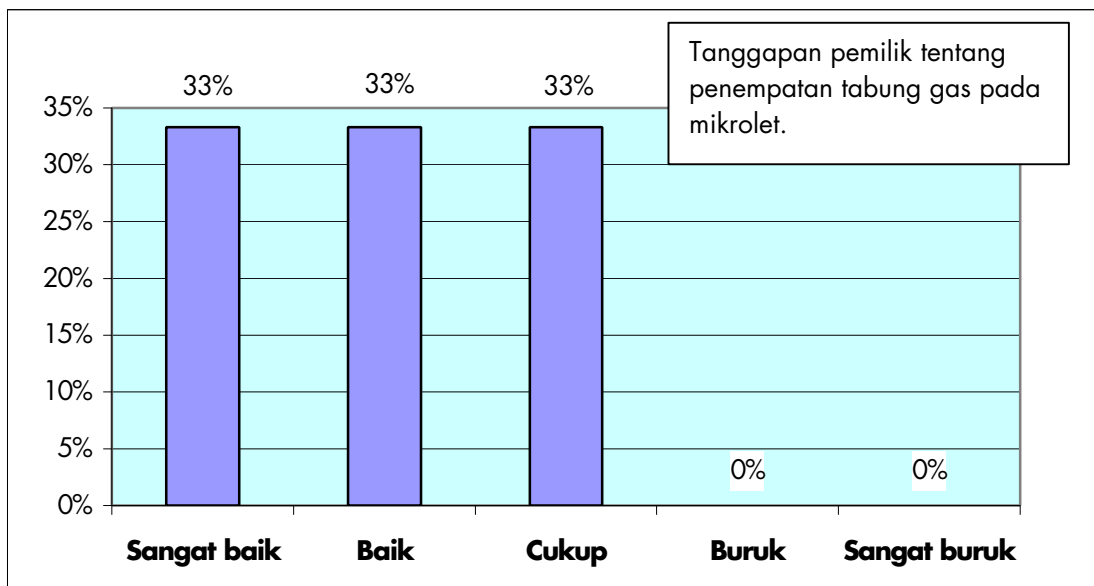
2.4.2 Kuisisioner yang dibagikan kepada pemilik mikrolet

Kuisisioner yang dibagikan kepada pemilik mikrolet berisi 25 pertanyaan yang terdiri dari 17 pertanyaan pilihan ganda (multiple choice) dan sisanya pertanyaan essay. Kuisisioner dibagikan oleh mahasiswa Teknik Mesin kepada semua pemilik mikrolet dengan dibantu oleh mahasiswa Teknik Mesin ITS bila terjadi kesulitan untuk menjawab pertanyaan.

Beberapa hasil penting yang dapat disimpulkan dari pemilik tentang mikrolet BBG adalah sebagai berikut:

1. Tanggapan pemilik terhadap penempatan tabung BBG pada kendaraan tersebar dalam 3 kategori dimana 33,3% mengatakan sangat baik, 33,3% baik dan sisanya cukup baik.
2. Tanggapan pemilik terhadap susunan bangku penumpang yang baru/dimodifikasi: 67% mengatakan cukup baik sedangkan sisanya sangat baik.
3. Semua responden dari pemilik mikrolet BBG mengatakan bahwa unjuk kerja mikrolet BBG dibandingkan premium adalah sangat baik dan memuaskan
4. 66,6% dari pemilik mikrolet menerima uang sewa mikrolet sebesar antara Rp 50.000 – Rp 60.000 perhari sedangkan sisanya hanya menerima kurang dari Rp 40.000
5. Perkiraan besarnya pendapatan tambahan yang didapat dari penghematan pembelian BBG sangat ditentukan dari konsumsi bahan bakar kendaraan dimana penghematan sebesar antara Rp 14.000 - Rp 16.000 terjadi pada lyn TV dan BJ sedangkan lyn GT hanya bisa menghemat antara Rp 8.000 - 10.000.
6. Seluruh responden pemilik mikrolet mengatakan bahwa mereka telah mendapatkan tambahan pendapatan dari penghematan pembelian bahan bakar. Misalnya untuk lyn BJ, pemilik telah menerima tambahan setoran sebesar Rp 10.000,- dibandingkan dengan menggunakan premium.

Grafik 2.5: Tanggapan Pemilik mikrolet terhadap penempatan tabung pada mikroletnya.



7. Semua pemilik mikrolet memilih KOPATAS sebagai lembaga yang membiayai kredit dengan masa kredit 3 tahun dan besarnya angsuran setiap bulan sebesar Rp 250.000 – Rp 275.000.
8. Semua responden pengemudi mikrolet akan menganjurkan pada rekan-rekan pemilik mikrolet untuk menggunakan BBG.

9. Dari 8 pertanyaan essay yang diajukan kepada pemilik mikrolet bisa disarikan sebagai berikut:
 - a. Mikrolet berangkat beroperasi mulai antara jam 05.00-0.600 wib dan kembali ke pemilik sekitar jam 19.00 wib.
 - b. Dalam satu bulan mikrolet beroperasi lebih dari 28 hari kerja.
 - c. Pemilik mikrolet telah mengalokasikan dana untuk perawatan kendaraan per bulan sekitar Rp 200.000 – Rp 250.000
 - d. Selama uji coba mikrolet menggunakan BBG komponen mesin yang sering dicek adalah saringan udara yang rata-rata 2 kali seminggu selain air radiator dan minyak pelumas.

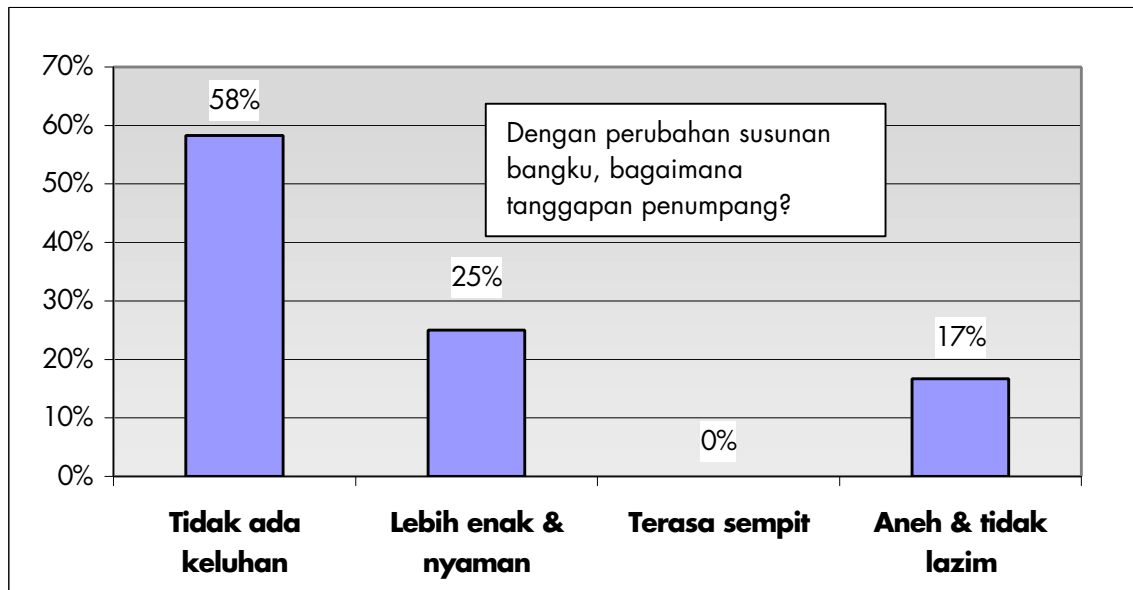
2.4.3 Kuisisioner yang dibagikan kepada pengemudi mikrolet

Kuisisioner yang dibagikan kepada pengemudi mikrolet berisi 21 pertanyaan yang terdiri dari 13 pertanyaan pilihan ganda (multiple choice) dan sisanya pertanyaan essay. Kuisisioner dibagikan oleh mahasiswa Teknik Mesin kepada semua pengemudi yang pernah mengemudikan mikrolet BBG. Pengisian kuisisioner dilakukan pada saat pengemudi antri penumpang di terminal dengan didampingi oleh mahasiswa Teknik Mesin ITS.

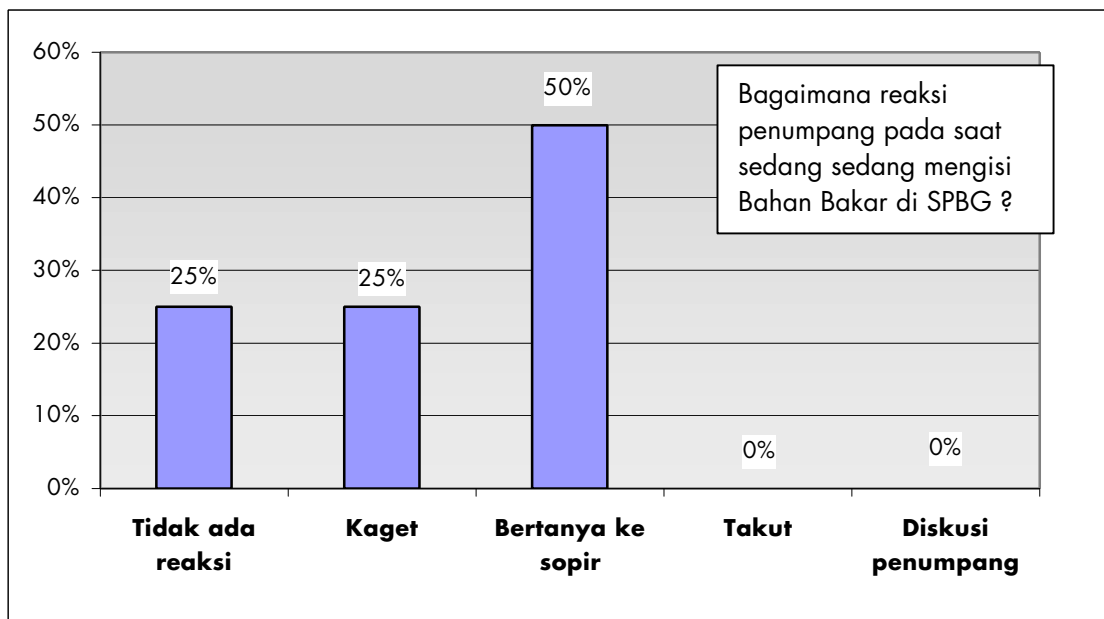
Beberapa hasil penting yang dapat disimpulkan dari penumpang tentang mikrolet BBG adalah sebagai berikut:

1. Tanggapan pengemudi terhadap reaksi penumpang dengan adanya perubahan susunan bangku pada kendaraan 58.3% menyatakan tidak ada keluhan, 35.0% merasa lebih nyaman dan sedikit (<16.7) yang merasa aneh dengan perubahan tersebut.
2. Semua responden dari pengemudi mikrolet BBG mengatakan bahwa unjuk kerja mikrolet BBG dibandingkan premium adalah sangat baik
3. Pendapatan tambahan yang didapat dari penghematan pembelian BBG sangat ditentukan dari konsumsi bahan bakar kendaraan dimana penghematan sebesar antara Rp 14.000-16.000 terjadi pada lyn TV dan BJ sedangkan lyn GT hanya bisa menghemat antara Rp 8.000 – Rp 10.000.
4. Seluruh responden pengemudi mikrolet mengatakan bahwa tambahan pendapatan dari penghematan pembelian bahan bakar telah dibagikan kepada pemilik mikrolet.
5. Satu dari 8 pengemudi menyatakan bahwa sering penumpang mikrolet tidak jadi gara-gara tahu bahwa mikrolet menggunakan BBG.
6. Reaksi penumpang saat mengetahui bahwa mikrolet mengisi BBG di SPBG adalah: 25 % cuek dan tidak bereaksi terhadap bahan bakar yang digunakan pada mikrolet, 50% bertanya kepada sopir tentang BBG mengingat bahwa pengisian bahan bakar mikrolet tidak pada tempat yang umum/premium sedangkan sisanya kaget kalau mikrolet bisa menggunakan BBG.

Grafik 2.6: Tanggapan Pengemudi Mirolet BBG terhadap bentuk dan susunan bangku yang baru.



Grafik 2.7: Tanggapan Penumpang Mikrolet BBG saat pengisian BBG di SPBG.



7. Dari pertanyaan essay yang dijawab oleh pengemudi dapat disarikan sebagai berikut:
 - a. Hanya 1 orang dari 8 yang mengeluh dan merasakan bahwa tarikan dengan BBG lebih lamban dibandingkan dengan premium.
 - b. Sebagian kecil dari pengemudi mengeluh terlalu seringnya pembersihan saringan udara yang hampir 2 kali seminggu.
 - c. SPBG yang tersedia sangat sedikit sehingga kadang menyulitkan pengisian gas.

2.5 Kelayakan Lingkungan Penggunaan BBG Untuk Mikrolet

Pada proyek uji coba mikrolet BBG ini selain menguntungkan secara ekonomis bagi pemilik dan pengemudi maka keuntungan lain dari penggunaan BBG adalah diterima oleh masyarakat. Dengan menggunakan BBG maka masyarakat akan memperoleh manfaat berupa udara yang lebih bersih bila dibandingkan dengan kendaraan yang menggunakan premium. Seperti yang terlihat pada tabel 2.3.a-c. maka konsentrasi dari gas buang yang dihasilkan oleh mikrolet yang menggunakan BBG adalah lebih kecil dibandingkan dengan premium.

2.5.1 Emisi CO₂

Besarnya emisi CO₂ yang dihasilkan oleh suatu pembakaran sempurna hanya tergantung pada komposisi dari bahan bakar terutama kandungan C dan H pada bahan bakar. Pada BBG yang mempunyai komponen utamanya metana (CH₄) akan menghasilkan emisi gas buang CO₂ yang lebih kecil dibandingkan premium dimana biasanya merupakan campuran hidrokarbon yang rumit ditambah dengan zat aditive (bila didekati/diasumsikan dengan iso-oktan maka premium mempunyai rumus kimia C₈H₁₇). Bila bahan bakar hanya mengandung C saja maka bila dibakar secara sempurna dengan udara maka akan menghasilkan sekitar 21% CO₂ (dry basis) didalam gas buang sedangkan BBG yang dijual di Surabaya akan menghasilkan sekitar 12%, sedangkan premium sekitar 18%. Sehingga penggantian bahan bakar dari premium menjadi BBG akan terjadi pengurangan emisi CO₂ sebanyak sekitar 30%, mengingat premium mempunyai kandungan carbon yang lebih tinggi dibandingkan dengan BBG.

Dalam praktek harga ideal tersebut tidak akan pernah terjadi. Pembakaran pada campuran yang kaya maupun yang miskin akan mengurangi konsentrasi CO₂ di dalam gas buang. Seperti pada tabel 4.3.a-c. bahwa pada mikrolet dengan menggunakan BBG maka CO₂ yang dihasilkan harus lebih besar dari 9-10% sedangkan dengan premium diatas 12%. Harga CO₂ yang mendekati harga CO₂ yang dibakar secara sempurna menunjukkan kesempurnaan pembakaran di dalam ruang bakar mesin.

Dari penggantian premium menjadi BBG didapatkan suatu pengurangan kandungan CO₂ di dalam asap kendaraan mikrolet sekitar 20-25%. Pengukuran ini dilakukan untuk memberikan indikator bahwa sistem gas buang kendaraan tersebut bocor atau tidak. Emisi gas buang CO₂ dipercaya sebagai salah satu gas yang menyebabkan terjadinya pemanasan global (global warming).

2.5.2 Emisi CO

Munculnya emisi CO di dalam gas buang kendaraan akibat tidak sempurnanya pembakaran yang terjadi di dalam ruang bakar. Pembakaran tidak sempurna yang menghasilkan CO diakibatkan oleh karena kurangnya udara/oksigen didalam campuran bahan bakar dan udara. Untuk memperkecil kadar CO di dalam gas buang maka "tune-up" mesin kendaraan harus diupayakan untuk mendapatkan campuran yang mendekati ideal ($\lambda=1$). Pengaruh jenis bahan bakar juga sedikit mempengaruhi emisi gas CO pada asap knalpot.

Dari tabel 2.3. terlihat bahwa emisi CO yang dihasilkan pada BBG juga sedikit lebih kecil bila dibandingkan dengan menggunakan premium dimana pada kondisi campuran bahan bakar dan udara yang sama. CO yang dihasilkan kendaraan BBG sekitar 1/3 lebih kecil dibandingkan dengan kendaraan yang menggunakan premium.

2.5.3 Emisi HC

Hampir sama dengan terbentuknya emisi CO, pembentukan dari emisi hidrokarbon (HC) juga sangat dipengaruhi oleh kondisi campuran bahan bakar dan udara serta kondisi operasional mesin. Pada campuran yang terlalu kaya dan juga terlalu miskin maka kadar HC di dalam gas buang kendaraan akan naik tajam demikian juga dengan kondisi operasional kendaraan. Pada saat kendaraan idle (putaran stasioner) karena kondisi ruang bakar tidak terlalu panas maka akan dihasilkan banyak HC pada gas buang sebaliknya bila mesin pada putaran tinggi maka banyak energi yang dilepaskan di dalam ruang bakar sehingga ruang bakar lebih tinggi temperaturnya yang mana akan mengurangi terbentuknya emisi HC.

Besarnya emisi HC yang dihasilkan kendaraan BBG juga menunjukkan hasil yang lebih rendah dibandingkan dengan mikrolet yang menggunakan premium. Dari pengujian gas buang mikrobus, didapatkan hasil bahwa emisi HC dari mikrobus BBG lebih kecil sekitar 50% dibandingkan dengan premium.

2.5.4 Emisi Pb, SO_x dan NO_x

Emisi gas buang Pb, SO_x dan NO_x dari mikrolet tidak dilakukan pengukuran mengingat keterbatasan peralatan gas analyser yang dimiliki oleh PT Astra Internasional – Daihatsu. Bagaimanapun juga BBG tidak akan menghasilkan polutan Pb dan SO_x mengingat BBG tidak ada kandungan Pb seperti yang terdapat pada premium. Pada premium sengaja ditambahkan Pb untuk menaikkan angka oktan yang merupakan parameter penting bagi pemilihan bahan bakar pada mesin pembakaran cetus (spark ignition engine). Sedangkan BBG yang tersusun sebagian besar dari metana mempunyai angka oktana sekitar 120, bandingkan dengan premium yang hanya berangka oktan 88.

Pb yang ditambahkan pada premium maksimum sebesar 0,3 gr/liter selain berdampak buruk terhadap perkembangan otak manusia terutama anak-anak juga berpengaruh terhadap kerusakan knalpot dan busi kendaraan.

Kandungan sulfur pada BBG hampir tidak ada, sedangkan premium masih mengandung sulfur maksimum sebesar 0.2 % (berat) – berdasarkan spesifikasi yang dikeluarkan oleh PERTAMINA. Bila bahan bakar mengandung sulfur maka akan terbentuk SO_x dalam gas buangnya. Meskipun NO_x tidak dilakukan pengukuran tetapi berdasarkan studi yang ada, pembentukan NO_x pada BBG tetap lebih kecil dibandingkan dengan premium.

3. KESIMPULAN DAN REKOMENDASI

3.1 Kesimpulan

1. Evaluasi secara teknis, ekonomis, sosial maupun lingkungan, Bahan Bakar Gas (BBG) sangat layak untuk digunakan sebagai bahan bakar alternatif pada mikrolet-mikrolet di Surabaya terutama yang trayeknya melewati atau dekat dengan SPBG.
2. Mikrolet/kendaraan dengan jarak tempuh perhari lebih dari 200 km atau setara dengan konsumsi bahan bakar sekitar 23 liter (Kijang – TV dan Espass – BJ) maka dengan dasar harga bahan bakar yang berlaku sekarang, akan diperoleh penghematan per tahun sebesar Rp 3.511.350 atau waktu kembali modal sekitar 18 bulan (untuk bunga kredit 6%) dan 22 bulan (untuk bunga kredit 12%).
3. Sedangkan mikrolet/kendaraan dengan jarak tempuh per hari sekitar 110 km atau konsumsi bahan bakar sebesar 12 liter per hari (Carry – GT) maka dengan dasar harga bahan bakar yang berlaku sekarang, akan diperoleh penghematan per tahun sebesar Rp 1.498.195 atau waktu kembali modal sekitar 38 bulan (untuk bunga kredit 6%) dan 41 bulan (untuk bunga kredit 12%).
4. Dengan umur mikrolet/kendaraan dan converter kit yang bisa mencapai sepuluh tahun (bila dipasang pada kendaraan/mikrolet baru) maka waktu pengembalian modal yang sekitar 3 tahun tersebut sangat layak secara ekonomi. Sedangkan untuk mikrolet yang dimodifikasi maka pembatasan usia mikrolet kurang dari 5 tahun bisa dijadikan sebagai patokan secara umum untuk bisa mendapatkan keuntungan secara ekonomi.
5. Penggantian premium dengan BBG akan mengurangi emisi gas buang CO₂, CO and HC masing-masing sebesar 30%, 63% and 52%.

3.2 Rekomendasi

Berdasarkan hasil studi mikrolet BBG, direkomendasikan sebagai berikut:

1. Mengingat pemakaian BBG pada mikrolet di Surabaya sangat layak dari segi teknis, ekonomis, sosial dan lingkungan, maka pihak pemerintah perlu mendukung implementasi dan pengembangan program mikrolet BBG di Surabaya. Program mikrolet BBG di Surabaya akan lebih sukses bila tersedia kredit dengan bunga yang rendah (kurang dari 12%) dan pemberian insentif bagi pemilik mikrolet BBG misalnya dengan keringanan Pajak Bea Balik Nama Kendaraan Bermotor (BBNKB), Pajak Kendaraan Bermotor (PKB) ataupun biaya KIR kendaraan.
2. Mikrolet BBG diberikan prioritas utama apapun nilai lebih bila dibandingkan dengan mikrolet premium dalam hal memperoleh ijin trayek, terutama yang melewati atau dekat dengan SPBG.
3. Desain instalasi/pemasangan peralatan BBG yang telah diuji cobakan pada mikrolet yang merupakan hasil kerja Tim Teknik Mesin FTI ITS harus dimintakan persetujuan dari pihak yang berwenang (DLLAJ) untuk disyahkan.
4. Meskipun terdapat sekitar 1700 mikrolet di Surabaya yang potensial menggunakan BBG sebagai bahan bakar alternatif berdasarkan kemudahan akses ke SPBG tetapi

penelitian/ evaluasi yang lebih detail berkenaan dengan umur, kondisi bodi dan mesin perlu dilakukan secepatnya dalam rangka persiapan program mikrolet BBG.

5. Untuk mikrolet BBG hasil “retrofit” maka mikrolet yang berumur kurang dari 5 tahun dan melewati jarak yang cukup jauh layak secara ekonomis untuk bisa menggunakan BBG.
6. Perlu dilakukan penambahan jumlah SPBG di Surabaya sehingga nantinya tidak hanya mikrolet yang menggunakan BBG tetapi juga kendaraan dinas pemerintah, bus kota, dan kendaraan lainnya.
7. Perlu dilakukan negosiasi/perundingan kembali antara pemilik dan pengemudi mikrolet berkenaan dengan pembagian keuntungan dari penggunaan BBG pada mikrolet.
8. Perlu dilakukan pertemuan antara PERTAMINA, PGN (Perusahaan Gas Negara) dan instansi yang terkait untuk menyelesaikan harga BBG yang berlaku di Surabaya dalam rangka meningkatkan penggunaan BBG.
9. Hasil studi kelayakan dari proyek uji coba mikrolet BBG perlu disebarkan ke berbagai pihak yang terkait dengan program mikrolet BBG.
10. Perlu diadakan pertemuan-pertemuan kecil untuk membahas hasil studi kelayakan, menyusun dan merumuskan langkah-langkah berikutnya dalam rangka implementasi program mikrolet BBG di Surabaya.
11. Perlu dilaksanakan lokakarya mikrolet BBG dengan mengundang koperasi angkutan kota, karoseri mikrolet/kendaraan dan instansi yang terkait untuk sosialisasi hasil studi kelayakan dari proyek uji coba mikrolet BBG.
12. Perlu dilakukan diskusi dengan karoseri mikrolet/kendaraan yang ada di Surabaya untuk membuat dan menyediakan model mikrolet BBG. Pemasangan instalasi kit konversi BBG bersamaan dengan pembentukan bodi mikrolet pada umumnya akan lebih murah dan baik dari pada retrofit (pemasangan kembali).