

TINGKAT KESIAPAN TEKNOLOGI (TKT) PEMANFAATAN LPG 12 KG SEBAGAI BAHAN BAKAR KENDARAAN

Muji Setiyo, ST,MT

Program Studi Teknik Otomotif Universitas Muhammadiyah Magelang
Jl. Mayjend Bambang Soegeng Km.05 Mertoyudan Magelang, Phone/ Fax: 0293-326945

E-mail : setiyo.muji@gmail.com // muji_setiyo@yahoo.com

ABSTRAK

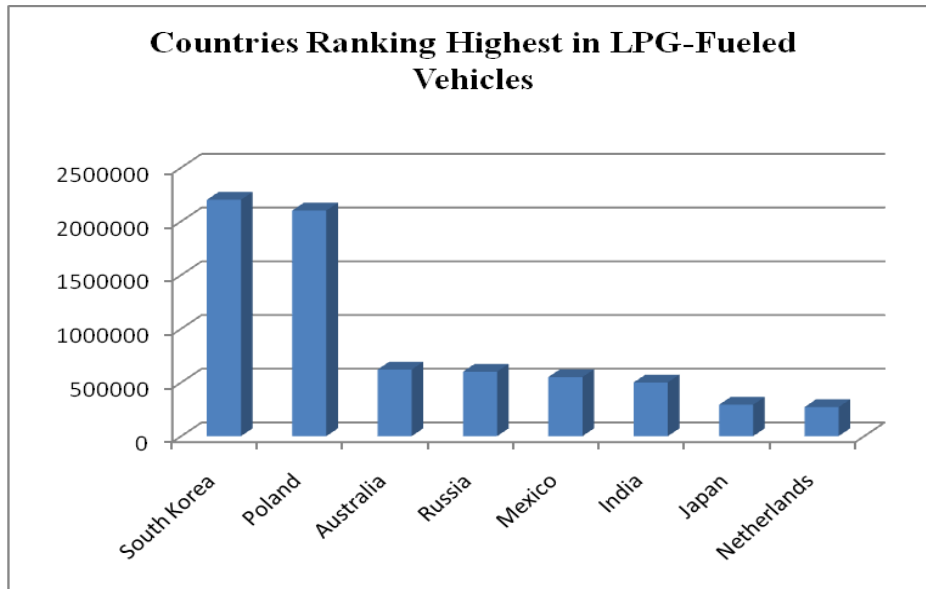
Konversi bahan bakar minyak ke gas untuk mendukung Scenario Energi MIX 2025 membutuhkan inovasi teknologi yang berkelanjutan. Sebagai solusi jangka pendek dan menengah, LPG menjadi alternatif energi yang populer dan rasional. Pemanfaatan LPG sebagai bahan bakar kendaraan mensyaratkan teknologi yang handal dan aman. Makalah ini menyajikan tentang Tingkat Kesiapan Teknologi (TKT) kaitannya dengan pemanfaatan LPG sebagai bahan bakar kendaraan dengan perangkat Tekno-meter. Tekno-meter merupakan alat untuk mengukur level resiko penerapan teknologi dan mitigasi resiko yang mungkin terjadi. Dari hasil pengukuran, dapat diambil kesimpulan bahwa pada prinsipnya pemanfaatan LPG 12 kg untuk kendaraan secara teknis sudah dapat dikembangkan dengan resiko yang rendah dan telah melewati titik kritis. Titik kritis inovasi adalah TRL level 6, sedangkan dari hasil pengukuran telah dicapai TRL level 7. Komponen converter kits siap untuk proses manufacturing dalam negeri. Butuh dukungan pemerintah dan kerjasama intermediasi dalam hal pengembangan dan penerapan secara missal

Kata Kunci : LPG, TRL, Tekno-meter

I. PENDAHULUAN

1.1. Perkembangan kendaraan bahan bakar gas di dunia dan di Indonesia

Liquid Petroleum Gas (LPG) menjadi salah satu alternatif energi yang populer untuk menggantikan bahan bakar minyak (BBM). Dari sisi teknis, LPG memberikan *environment effect* yang lebih rendah daripada penggunaan BBM. Melihat data *Argonne National Laboratory* pada bulan Mei 2010, Kendaraan LPG berkembang dengan pesat di negara seperti Polandia, Turki, Korea Selatan, Belanda dan beberapa negara di Eropa timur dan benua Amerika (gambar 1). Sementara data dari jurnal ETSAP (2011), diperkirakan pada tahun 2012 ini, lebih dari 12 juta kendaraan di dunia yang beralih dari BBM ke Bahan Bakar Gas (LPG dan CNG). Di Indonesia, perkembangan konversi BBM ke LPG sudah mulai terlihat melalui pemanfaatan LGV/VIGAS maupun LPG dalam kemasan 12 kg atau 3 kg. LGV/VIGAS dan infrastrukturnya hingga tahun 2012 baru tersedia di Jakarta. Sementara di daerah, pemanfaatan LPG kemasan 12 kg menjadi solusi yang populer dan rasional.



Gambar 1. Kendaraan LPG di beberapa Negara
(Source : Argonne National Laboratory; May 2010)

Teknik Otomotif Universitas Muhammadiyah Magelang mulai tahun 2010 mengembangkan kendaraan bahan bakar LPG melalui pemanfaatan LPG kemasan 12 kg dan 3 kg. Pada dasarnya pemanfaatan bahan bakar gas menggunakan perangkat konversi khusus yang disebut dengan converter kits dengan tabung khusus. Namun demikian, karena ketersediaan LPG didaerah dalam bentuk kemasan tabung 12 kg dan 3 kg, perlu modifikasi converter kits agar dapat digunakan secara optimal. Gambar 2 berikut menyajikan beberapa unit kendaraan yang telah diujicoba.

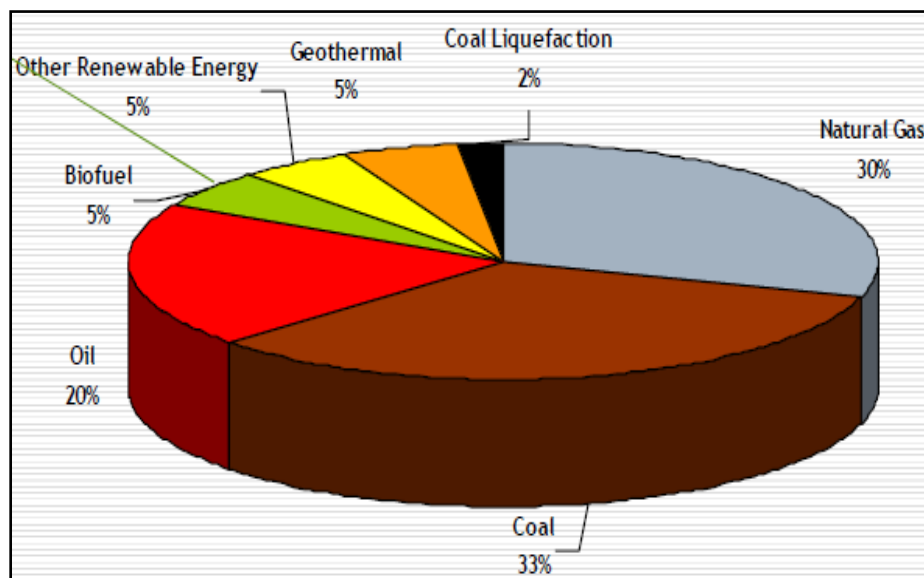


Gambar 2. Pengujian Performance Mobil LPG

1.2. Skenario Energi Mix Nasional 2025

Kebijakan Energi Nasional yang tertuang dalam “Skenario Energi Bauran tahun 2025” menempatkan s bahan bakar gas (*Natural Gas*) sebagai prioritas utama setelah batu bara, sedangkan bahan bakar minyak (BBM) ditempatkan pada urutan ketiga (Gambar 3). Tahun 2025 tinggal 13 tahun lagi, Indonesia perlu melakukan lompatan yang jauh, terukur, dan rasional. Untuk itu, perlunya kerjasama dalam hal pengembangan antar beberapa institusi dan pemangku kebijakan, khususnya hubungan *triangle relation* antara Akademisi (peneliti), Pemerintah (Governance) dan Pengusaha (bussiness man).

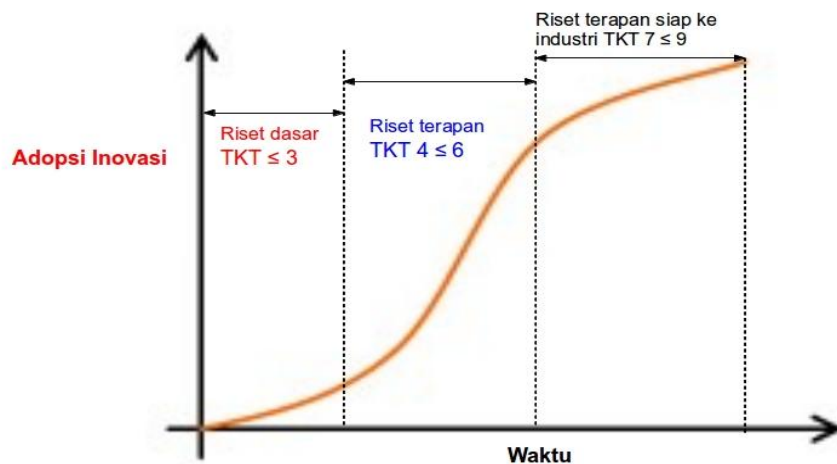
Pemanfaatan natural gas (CNG) untuk sector transportasi jangka panjang memerlukan infrastruktur yang handal dan butuh investasi yang mahal, meliputi jaringan pipa gas tekanan tinggi bawah tanah, Stasiun Pengisian Bahan Bakar Gas (SPBG) dan perangkat converter kits. sebagai solusi jangka pendek dan menengah, LPG menjadi pilihan yang paling memungkinkan untuk dikembangkan. Pertama, ketersediaan dalam kemasan tabung sudah merata didaerah. Kedua, harga keekonomian LPG lebih rendah dari bensin. Ketiga, sebagai pembelajaran menuju skenario CNG.



Gambar 3. Skenario Energi Mix Nasional 2025
(Source : Kementerian Energi dan Sumberdaya Mineral)

1.3. Pentingnya Inovasi Teknologi

Proses konversi bahan bakar minyak ke bahan bakar gas (LPG) memerlukan sebuah inovasi teknologi yang dimulai dari riset dasar, riset terapan, sampai dengan tahapan siap produksi sesuai dengan daur hidup teknologi (Gambar 4).



Gambar 4. Daur Hidup Teknologi

Arahan presiden Susilo Bambang Yudhoyono dalam kuliah umum di Institut Teknologi Sepuluh November (ITS) “*Inovasi teknologi mampu menjadi nakhoda dan mesin penggerak kesuksesan pembangunan ekonomi Indonesia. Inovasi teknologi, antara lain, diperlukan untuk meningkatkan daya saing produk Indonesia, termasuk industri kreatif, infrastruktur, serta industri strategis dan pertahanan.*”.

Demikian juga disampaikan oleh Menteri Negara ESDM Gusti Muhammad Hatta “*Untuk mendukung program utama Kementerian Riset dan Teknologi (KRT) seperti tertuang dalam RPJMN 2010-2014 yaitu penguatan Sistem Inovasi Nasional (SINas). Sistem Inovasi nasional diharapkan dapat menjawab permasalahan dan tantangan pembangunan nasional ke depan yaitu peningkatan daya saing barang dan jasa yang diproduksi di dalam negeri, baik untuk pasar domestik maupun global, serta pertumbuhan ekonomi yang tinggi, inklusif dan berkelanjutan. SINas mendorong interaksi, aliran teknologi dan informasi di antara aktor dan institusi yang terlibat (pengembang, pengguna dan intermediasi teknologi) sehingga dapat menghasilkan barang dan jasa yang dibutuhkan secara lebih baik dan efisien*”.

1.4. Tingkat Kesiapan Teknologi (TKT)

Tingkat kesiapan Teknologi (TKT) atau *Technology Readness Level* (TRL) adalah suatu ukuran (*metric*) sistematis yang memberikan ukuran objektif kematangan (*maturity*) dari suatu teknologi. Pada hakekatnya TRL merupakan sebuah “indikator” yang menunjukkan seberapa siap / matang suatu teknologi untuk diterapkan (dalam perspektif obyektif). Pada awalnya TRL dikembangkan oleh NASA sebagai *tools* untuk mengukur kesiapan teknologi yang dikembangkannya. Pada saat ini TRL digunakan oleh BPPT dan Kementerian Riset dan Teknologi untuk mengukur tingkat kesiapan teknologi dalam sistem inovasi.

II. TUJUAN DAN MANFAAT

2.1. Tujuan Pengukuran Teknologi

Tujuan pengukuran TRL:

1. Untuk menghitung investasi adopsi teknologi dan resikonya (bagi calon pengguna teknologi) .
2. Untuk menentukan fokus pengembangan program/ kegiatan litbang, pendanaan dan transisi teknologi melalui seleksi kegiatan, alokasi sumber daya dan sasaran program/ kegiatan (bagi lembaga litbang).
3. Untuk komunikasi dan kerja sama antara lembaga litbang/ perguruan tinggi dengan sektor produksi/industri (untuk lembaga intermediasi).

2.2. Manfaat Pengukuran Teknologi

Manfaat yang diperoleh dari pengukuran tingkat kesiapan teknologi ini antara lain :

1. Penghasil Teknologi

Menyediakan informasi status teknologi (hasil litbang) yg dihasilkan dan memungkinkan peningkatan pemanfaatannya dan untuk fokus pengembangan program dan teknologi dalam peningkatan kapasitas litbang.

2. Pengguna Teknologi

Tersedianya informasi status teknologi yg dapat digunakan untuk keputusan investasi dan pemanfaatan teknologi.

3. Penentu Kebijakan

Dalam menentukan besarnya upaya (program insentif dan pendanaan) untuk memperkecil kesenjangan dan keterkaitan antara penyedia dan pengguna teknologi.

4. Lembaga Intermediasi

Informasi kemampuan teknologi, promosi dan peningkatan/perluasan pemanfaatan teknologi.

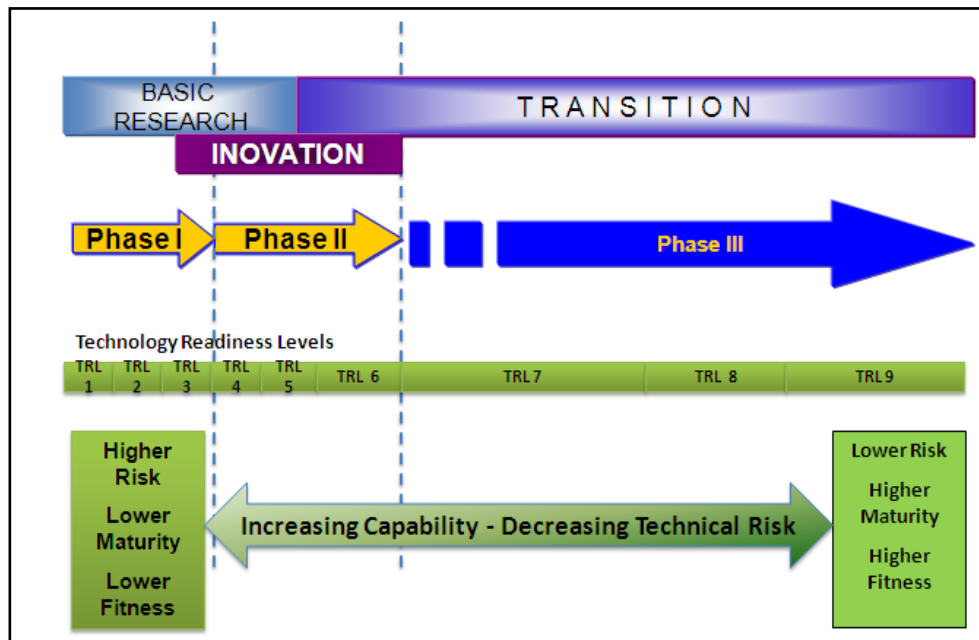
Dari paparan diatas, manfaat secara global yang diharapkan dari pengukuran teknologi ini antara lain mampu :

1. Mendorong pengembangan dan peningkatan kesiapan teknologi terobosan, terdepan, atau yang dapat memelopori perkembangan lebih lanjut (*peningkatan ukuran TKT, inovasi*)
2. Memberikan suatu mekanisme untuk membantu pelaku litbang dan *stakeholders* kunci untuk menentukan dan menggali alternatif kemungkinan pengembangan dan peningkatan kapasitas teknologi dalam bidang tertentu yang menjadi sasaran yang hendak dituju

3. Memberikan suatu kerangka perencanaan dan koordinasi program dan prioritas pengembangan kapasitas, kapabilitas dan kesiapan (*readiness*) teknologi suatu lembaga litbang dalam pemanfaatan hasil litbang, sehingga efisien dalam penggunaan sumber daya untuk investasi litbang. (*seleksi program, alokasi anggaran*)

III. METODE PENGUKURAN TEKNOLOGI

Kesiapan teknologi diukur dengan perangkat “TEKNO-METER” yang bisa memberikan gambaran secara objectif terhadap suatu hasil inovasi. Teknometer terdiri dari Sembilan tahapan atau level (TRL 1 sampai TRL 9). Tujuan dari pengukuran ini adalah untuk mitigasi resiko.



Gambar 5. Metode Pengukuran Teknologi

Keterangan gambar 5:

TRL 1-3 : Riset dasar, jika teknologi diterapkan beresiko tinggi (belum siap).

TRL 4-6 : Tahap Inovasi, kapabilitas meningkat dan resiko semakin kecil.

TRL 6 : Titik Kritis Inovasi, Jika TRL 6 tercapai, resiko sudah sangat kecil dan aman.

TRL 7-9: Tahapan produksi dan komersialisasi

IV. HASIL PENGUKURAN TRL

4.1. Identitas Teknologi

- a. Nama Teknologi (*Technology Name*) **LPG UNTUK BAHAN BAKAR KENDARAAN**
- b. Jenis Teknologi (Type of Technology) **ENERGI**
- c. Bidang Teknologi (*Field of Technology*) **Teknologi Bahan Bakar Alternatif**
- d. Manfaat (*Advantage*)
 Substitusi BBM ke LPG sebagai bahan bakar kendaraan dapat mengurangi biaya operasional kendaraan dan menurunkan emisi gas buang (mereduksi CO dan HC)
- e. Abstrak (*Abstract*)
 LPG merupakan bahan bakar alternatif yang populer sebagai pengganti Bahan Bakar Minyak (BBM). Kendala pengembangan Mobil LPG di Indonesia adalah belum dibangun infrastruktur yang merata dan harga converter kits masih mahal. Sebagai solusi, digunakan LPG kemasan 12 kg dan 3 kg. Dengan bahan bakar LPG mampu mereduksi emisi CO hingga 80 % dan emisi HC sampai 30 %. Pemanfaatan LPG sebagai bahan bakar kendaraan juga dapat menurunkan biaya operasional kendaraan. Dengan sistem *bi-fuel*, kendaraan dapat dioperasikan dengan mode bensin atau mode LPG melalui saklar pemindah (*switching*).
- f. Aplikasi (*Application*)
 Untuk pengganti BBM (Mobil Bensin) baik tipe karburator maupun tipe injeksi.
- g. Status Pengembangan (*Status of Development*) **Tahun :2010 sampai Sekarang**
- h. Riwayat Teknologi
- | No | Uraian | Tahun |
|----|---|-------|
| 1 | Pengembangan prinsip dasar/ide teknologi | 2010 |
| 2 | Aplikasi konsep | 2011 |
| 3 | Pembuatan prototipe | 2011 |
| 4 | Hasil uji prototype berfungsi baik | 2011 |
| 5 | Percobaan fungsi utama prototype dalam lingkungan relevan | 2011 |
| 6 | Validasi prototype pada lingkungan yang relevan | 2011 |
| 7 | Validasi prototype pada lingkungan sebenarnya | 2012 |
| 8 | Ujicoba/ demonstrasi prototype pada lingkungan yang relevan | 2012 |
| 9 | Ujicoba prototype pada lingkungan yang sebenarnya | 2012 |
| 10 | Telah dimanfaatkan sesuai fungsi yang dirancang/teruji | 2012 |
- i. Mekanisme Transaksi Teknologi (*Technology Transaction Mechanism*) **1. Lisensi 2. Jual-putus √ 3. Kerjasama 4. Ventura**
- j. HKI (*Intellectual Property Right*) **Nomor: Tahun :**
- k. Informasi Lain (*Other Information*)
Hubungi Muji Setiyo,MT
- l. Penanggungjawab/ Pusat/ Alamat Kontak
Laboratorium Mesin Otomotif FT-UMM

4.2. Display Teknometer

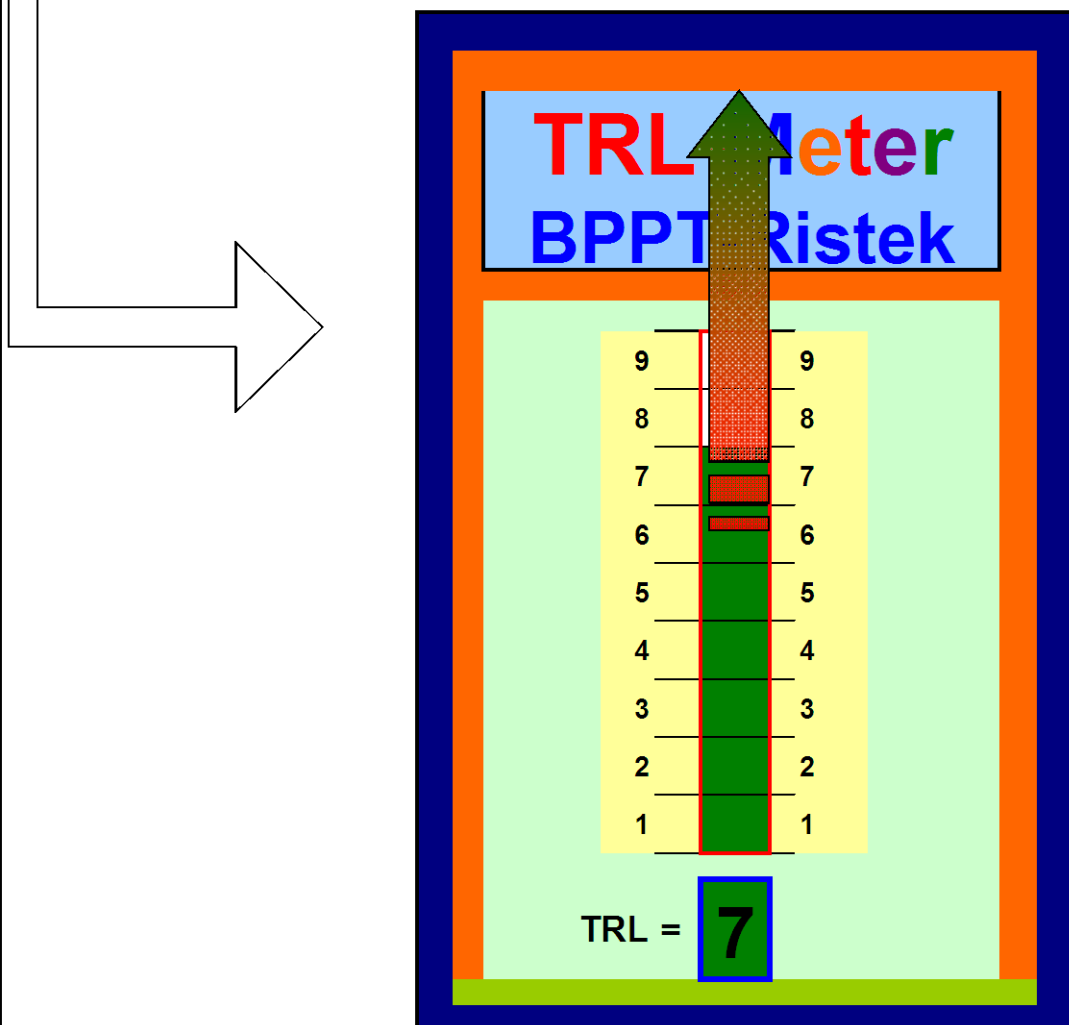
RINGKASAN HASIL PENGUKURAN TINGKAT KESIAPAN TEKNOLOGI

No: 17/07/2012 -001

Nama/Judul Teknologi	LPG UNTUK BAHAN BAKAR KENDARAAN
Jenis Teknologi	Teknologi Bahan Bakar Alternatif
Bidang Teknologi	ENERGI
Pimpinan Program / Kegiatan	Muji Setiyo
Lembaga / Unit Pelaksana	Lab Mesin otomotif FT Univ Muhammadiyah Magelang
Alamat / Kontak	Jl mayjend Bambang Soegeng km.05 Mertoyudan MGL Telp / Fax / email: (0293) 326945 setiyo.muji@gmail.com

Tanggal Pengukuran TRL : 17/07/2012

Level TRL yang dicapai :	7	(dari 9 level)	% Komplit Indikator = 80%
---------------------------------	----------	------------------	---------------------------



4.3. TRL Quick (Metode Pengukuran Cepat)

TRL-Meter BPPT-Ristek

PENGUKURAN TINGKAT KESIAPAN TEKNOLOGI

(TRL, *technology readiness level*)

Atur % komplit indikator terpenuhi	80.0%
(Nilai default dalam % =)	100.0%

Ukur TRL secara CEPAT (TRL Quick)

[beri tanda (⊙) pada pilihan dibawah ini yang sesuai]

UKUR CEPAT	(TRL QUICK)	<input type="radio"/>	Sistem teknologi / hasil litbang berhasil (teruji dan terbukti) dalam penggunaan yang dituju (aplikasi sebenarnya).
		<input checked="" type="radio"/>	Sistem telah lengkap dan memenuhi syarat (<i>qualified</i>) melalui pengujian dalam lingkungan (aplikasi) sebenarnya.
		<input checked="" type="radio"/>	Model atau prototipe sistem/ subsistem telah didemonstrasikan/ diuji dalam lingkungan (aplikasi) sebenarnya.
		<input type="radio"/>	Model atau prototipe sistem/ subsistem telah didemonstrasikan/ diuji dalam suatu lingkungan yang relevan.
		<input type="radio"/>	Validasi kode, komponen (<i>breadboard validation</i>) teknologi / hasil litbang dalam lingkungan simulasi.
		<input type="radio"/>	Validasi kode, komponen (<i>breadboard validation</i>) teknologi / hasil litbang dalam lingkungan laboratorium (terkontrol).
		<input type="radio"/>	Telah dilakukan pengujian analitis dan eksperimen untuk membuktikan konsep (<i>proof-of-concept</i>) teknologi / hasil litbang.
		<input type="radio"/>	Formulasi Konsep atau aplikasi teknologi / hasil litbang telah dilakukan.
		<input type="radio"/>	Prinsip dasar teknologi / hasil litbang telah dipelajari (diteliti dan dilaporkan).
		<input type="radio"/>	Tidak ada pilihan yang diatas.

TRL QUICK = 7

4.4. Hasil pengukuran TRL

Σ atau % terpenuhinya ▶							Indikator TRL 1 [beri tanda cross (X) pada kolom yang sesuai]	
<input checked="" type="checkbox"/> Indikator TRL 1 dianggap sudah terpenuhi.							T R L 1	
No	0	1	2	3	4	5		(0=tidak terpenuhi; 1=20%; 2=40%; 3=60%; 4=80%; 5=100% atau terpenuhi)
1						x		Ada asumsi dan hukum dasar yang digunakan
2						x		Telah dilakukan studi literature (teori/empiris) tentang prinsip dasar teknologi yang akan dikembangkan
3						x		Telah dirumuskan hipotesis penelitian (bila ada)
Σ	0	0	0	0	0	3		
Σ	100.0%							
Indikator TRL 1 =							TERPENUHI	

Σ atau % terpenuhinya ▶							Indikator TRL 2 [beri tanda cross (X) pada kolom yang sesuai]	
<input type="checkbox"/> Indikator TRL 2 dianggap sudah terpenuhi.							T R L 2	
No	0	1	2	3	4	5		(0=tidak terpenuhi; 1=20%; 2=40%; 3=60%; 4=80%; 5=100% atau terpenuhi)
1						x		Dari hasil studi literature (teoritis/empiris) menunjukkan adanya kemungkinan teknologi yang akan dikembangkan dapat diterapkan
2						x		Telah diidentifikasi peralatan (valid & reliable), sistem dan desain (teoritis dan empiris), serta diketahui tahapan eksperimen yang akan dilakukan
3						x		Telah diketahui elemen dasar dari teknologi yang akan dikembangkan, karakterisasi komponen teknologi, dan prediksi kinerja masing-masing elemen penyusun teknologi tersebut, serta telah dilakukan analisis awal yang
4						x		Telah dilakukan pengujian kebenaran prinsip dasar dari teknologi yang akan dikembangkan (misal: pemodelan, simulasi, penelitian analitik)
5						x		Komponen-komponen teknologi yang akan dikembangkan, secara terpisah dapat bekerja dengan baik
Σ	0	0	0	0	0	5		
Σ	100.0%							
Indikator TRL 2 =							TERPENUHI	

Σ atau % terpenuhinya ► Indikator TRL 3 [beri tanda cross (X) pada kolom yang sesuai]							T R L 3	
<input checked="" type="checkbox"/> Indikator TRL 3 dianggap sudah terpenuhi.								
No	0	1	2	3	4	5		(0=tidak terpenuhi; 1=20%; 2=40%; 3=60%; 4=80%; 5=100% atau terpenuhi)
1						x		Pengujian kebenaran prinsip dasar dari teknologi yang akan dikembangkan (misal: pemodelan, simulasi, penelitian analitik) mendukung prediksi kinerja elemen teknologi
2						x		Telah dilakukan percobaan skala laboratorium (berdasar data hasil pengujian kebenaran prinsip dasar dari teknologi yang akan dikembangkan) untuk menguji kelayakan teknis penerapan teknologi tersebut
3						x		Diperoleh hasil bahwa teknologi yang dikembangkan layak secara ilmiah
Σ	0	0	0	0	0	3		
Σ	100.0%							
Indikator TRL 3 = TERPENUHI								

Σ atau % terpenuhinya ► Indikator TRL 4 [beri tanda cross (X) pada kolom yang sesuai]							T R L 4	
No	0	1	2	3	4	5		(0=tidak terpenuhi; 1=20%; 2=40%; 3=60%; 4=80%; 5=100% atau terpenuhi)
1						x		Telah dilakukan uji laboratorium secara terpisah terhadap komponen-komponen dari teknologi yang dikembangkan, dan menunjukkan bahwa komponen-komponen teknologi tersebut dapat beroperasi dengan baik
2						x		Telah dilakukan uji komponen dan interface-nya (melalui pemodelan dan simulasi) untuk tujuan integrasi komponen-komponen
3						x		Telah dilakukan integrasi terhadap komponen-komponen teknologi, dan diperoleh prototype skala laboratorium
4			x					Proses 'kunci' untuk manufakturnya telah diidentifikasi dan dikaji di laboratorium
Σ	0	0	1	0	0	3		
Σ	85.0%							
Indikator TRL 4 = TERPENUHI								

Σ atau % terpenuhinya ▶ Indikator TRL 5		T R L 5					
[beri tanda <i>cross</i> (X) pada kolom yang sesuai]							
No	0	1	2	3	4	5	(0=tidak terpenuhi; 1=20%; 2=40%; 3=60%; 4=80%; 5=100% atau terpenuhi)
1						x	Integrasi sistem selesai dengan akurasi tinggi (high fidelity), dan siap diuji pada lingkungan nyata/simulasi
2						x	Kondisi laboratorium dimodifikasi sehingga mirip dengan lingkungan yang sesungguhnya
3				x			Proses produksi telah direview secara mendalam
4					x		Penelitian pasar (marketing research) dan penelitian laboratorium untuk memilih proses fabrikasi
Σ	0	0	0	1	1	2	
Σ	85.0%						
Indikator TRL 5 =		TERPENUHI					

Σ atau % terpenuhinya ▶ Indikator TRL 6		T R L 6					
[beri tanda <i>cross</i> (X) pada kolom yang sesuai]							
No	0	1	2	3	4	5	(0=tidak terpenuhi; 1=20%; 2=40%; 3=60%; 4=80%; 5=100% atau terpenuhi)
1						x	Kondisi lingkungan operasi sesungguhnya telah diketahui
2						x	Kebutuhan investasi untuk peralatan dan proses pabrikasi teridentifikasi.
3						x	Dilakukan pengujian kinerja sistem teknologi pada lingkungan operasi, dan hasil pengujian telah diterima dan disetujui
4					x		Prototipe telah teruji dengan akurasi/ <i>fidelitas</i> yang tinggi pada lingkungan operasional (yang sebenarnya di luar lab)
5					x		Hasil Uji membuktikan layak secara teknis (engineering feasibility)
Σ	0	0	0	0	3	2	
Σ	88.0%						
Indikator TRL 6 =		TERPENUHI					

Σ atau % terpenuhinya ▶ Indikator TRL 7		T R L 7					
[beri tanda <i>cross</i> (X) pada kolom yang sesuai]							
No	0	1	2	3	4	5	(0=tidak terpenuhi; 1=20%; 2=40%; 3=60%; 4=80%; 5=100% atau terpenuhi)
1					x		Pembesaran skala (scale-up) dari prototype telah selesai dilakukan dan telah didemonstrasikan pada simulasi lingkungan operasional
2					x		Perhitungan perkiraan biaya telah divalidasi (design to cost)
3					x		Proses fabrikasi secara umum telah dipahami dengan baik
4					x		Perencanaan produksi telah dibuat dan persiapan untuk produksi awal
5					x		Siap untuk produksi awal (Low Rate Initial Production- LRIP)
Σ	0	0	0	0	5	0	
Σ	80.0%						
Indikator TRL 7 =		TERPENUHI					

Σ atau % terpenuhinya ► Indikator TRL 8							
[beri tanda cross (X) pada kolom yang sesuai]							
No	0	1	2	3	4	5	(0=tidak terpenuhi; 1=20%; 2=40%; 3=60%; 4=80%; 5=100% atau terpenuhi)
1							Bentuk, kesesuaian dan fungsi komponen kompatibel dengan sistem operasi
2							Proses fabrikasi diujicobakan pada skala percontohan (pilot-line atau LRIP)
3							Uji proses fabrikasi menunjukkan hasil dan tingkat kinerja yang dapat diterima
4							Sistem memenuhi kualifikasi melalui test dan evaluasi
5							Siap untuk tahap manufaktur
Σ	0	0	0	0	0	0	
Σ	0.0%						
Indikator TRL 8 = TIDAK TERPENUHI							

TRL
8

Σ atau % terpenuhinya ► Indikator TRL 9							
[beri tanda cross (X) pada kolom yang sesuai]							
No	0	1	2	3	4	5	(0=tidak terpenuhi; 1=20%; 2=40%; 3=60%; 4=80%; 5=100% atau terpenuhi)
1							Konsep operasional telah benar-benar dapat diterapkan
2							Perkiraan investasi teknologi sudah dibuat
3							Tidak ada perubahan desain yg signifikan.
4							Teknologi telah teruji pada kondisi sebenarnya
5							Produktivitas telah stabil
6							Semua dokumentasi telah lengkap
7							Estimasi harga produksi dibandingkan kompetitor
8							Teknologi kompetitor diketahui
Σ	0	0	0	0	0	0	
Σ	0.0%						
Indikator TRL 9 = TIDAK TERPENUHI							

TRL
9

TRL yang tercapai adalah = 7

TRL yang dicapai adalah = TRL tertinggi yang indikatornya terpenuhi

V. KESIMPULAN

Dari pengukuran kesiapan teknologi yang dilakukan dengan perangkat Teknometer, dapat diambil beberapa kesimpulan sebagai berikut :

1. Pada prinsipnya pemanfaatan LPG 12 kg untuk kendaraan secara teknis sudah dapat dikembangkan dengan resiko yang rendah dan telah melewati titik kritis. Titik kritis inovasi adalah TRL level 6, sedangkan dari hasil pengukuran telah dicapai TRL level 7.
2. Komponen converter kits siap untuk proses *manufacturing* dalam negeri.
3. Butuh dukungan pemerintah dan kerjasama intermediasi dalam hal pengembangan dan penerapan secara massal.

VI. REFERENSI

- ETSAP, 2010, *Automotive LPG and Natural Gas Engines*, Technology Brief T03 – April 2010 - www.etsap.org
- Arwanto, dkk, 2012, *Panduan Penyusunan Tingkat Kesiapan Teknologi Tekno-meter*, Badan Pengkajian dan Penerapan Teknologi, ISBN 978-602-9119-05-3