



Kajian Pemanfaatan Gas DME (Dimethyl Ether) atau Uji Terap pada Sektor Rumah Tangga di Wilayah Sumatera Selatan

Emi Yuliarita, Zulkifliani, M. Dwi Atmanto, Djoko Sunarjanto dan Aziz M. Lubad
Pusat Penelitian dan Pengembangan Teknologi Minyak dan Gas Bumi "LEMIGAS"
Jl. Ciledug Raya Kav. 109, Cipulir, Kebayoran Lama, Jakarta Selatan 12230

Artikel Info:

Naskah Diterima:
6 Agustus 2020
Diterima setelah
perbaikan:
19 Oktober 2020
Disetujui terbit:
30 Desember 2020

Kata Kunci:

uji terap
DME
responden
keberterimaan masyarakat

ABSTRAK

Kajian pemanfaatan gas Dimethyl Eter (DME) atau Uji Terapan telah dilakukan di kota Palembang, Muara Enim dan Tanjung Enim, Sumatera Selatan. Tujuan dilakukannya uji terap pemanfaatan gas DME dengan kompor khusus DME pada sektor rumah tangga guna mengetahui keberterimaan gas DME di masyarakat khususnya daerah Sumatera Selatan. Pemilihan wilayah tempat pelaksanaan uji terap terkait adanya program hilirisasi batu bara (*Coal to DME*) oleh PT. Bukit Asam. Metodologi yang dilakukan adalah survey kelayakan responden melalui pengisian kuisener yang sudah disiapkan, pemantauan/*monitoring* pemakaian kompor gas DME selama masa uji terap dan evaluasi data dilakukan secara kuantitatif dan kualitatif dengan pendekatan statistik hasil uji lapangan. Hasil uji terap menunjukkan keberterimaan masyarakat sangat baik berdasarkan respon positif masyarakat. Umumnya responden lebih memilih gas DME dengan alasan DME lebih lama masa pakainya.

© LPMGB - 2020

PENDAHULUAN

Salah satu energi yang dibutuhkan oleh masyarakat Indonesia untuk memenuhi keperluan sehari-hari adalah *Liquefied petroleum gas* (LPG). Penggunaan LPG sebagai sumber energi utama untuk sektor rumah tangga terjadi sejak mega proyek pemerintah konversi minyak tanah ke LPG yang dimulai pada tahun 2008. Keberhasilan pelaksanaan konversi minyak tanah ke LPG telah mengurangi subsidi minyak tanah secara signifikan. (Budya & Arofat, 2011). Akibatnya kebutuhan pasokan LPG menjadi meningkat. Namun peningkatan kebutuhan LPG tidak dibarengi dengan pertumbuhan produksi LPG

Korespondensi:

E-mail: emi.yuliarita@esdm.go.id (Emi Yuliarita)

di dalam negeri, hal ini terlihat dari data kebutuhan LPG saat ini sebesar 7 juta ton per tahun, dimana 70% dari kebutuhan konsumsi LPG dalam negeri merupakan LPG import. Saat ini konsumen terbesar LPG adalah sektor rumah tangga dan subsektor industri kecil (UMKM) dikarenakan semakin berkembangnya industri makanan siap saji dan produk makanan ringan lainnya, sehingga konsumsi LPG tahun 2019 mencapai sebesar 7,9 juta ton, diantaranya konsumsi LPG 3 kg yang mencapai 6,98 juta ton, atau berkisar 88,35%. Adapun konsumen LPG lainnya seperti pada sektor industri, komersil dan transportasi hanya mengkonsumsi sebesar 0,92 juta ton (11,65%). Data di ambil dari *Handbook of Energy & Economic Statistics of Indonesia 2018*. Kecendrungan peningkatan kebutuhan LPG dalam

negeri dari tahun 2015 sampai 2019 di tunjukan pada Gambar 1.

Untuk mengurangi pengeluaran devisa yang besar dalam memenuhi keperluan pengadaan LPG tersebut, seperti terlihat Pada Gambar 1, DME merupakan pilihan yang tepat sebagai energi alternatif dalam mengurangi ketergantungan pada LPG impor. Untuk itu pemerintah mendorong PT Bukit Asam Tbk sebagai perusahaan tambang batubara untuk memproduksi DME (*Dimethyl Ether*) dari batubara rendah kalori. Program gasifikasi batubara atau *Coal to DME* dalam meningkatkan nilai tambah batubara (khususnya batubara muda) akan terus didorong oleh Kementerian Energi dan Sumber Daya Mineral (KESDM). Bahkan, program DME ini telah dimasukkan sebagai prioritas utama investasi minerba dalam lima tahun ke depan guna menggenjot *multiplier effect* bagi perekonomian nasional (ringkasan siaran pers Nomor: 055.Pers/04/SJI/2020). Salah satunya PT. Bukit Asam Tbk. yang merupakan perusahaan batubara terbesar di Sumatera yang mempunyai kurang lebih 60% cadangan batu bara mudanya, sedang merintis program hilirisasi batubara "*Coal to DME*" Alasan inilah kenapa lokasi pelaksanaan uji terap dilakukan di daerah Sumatera Selatan.

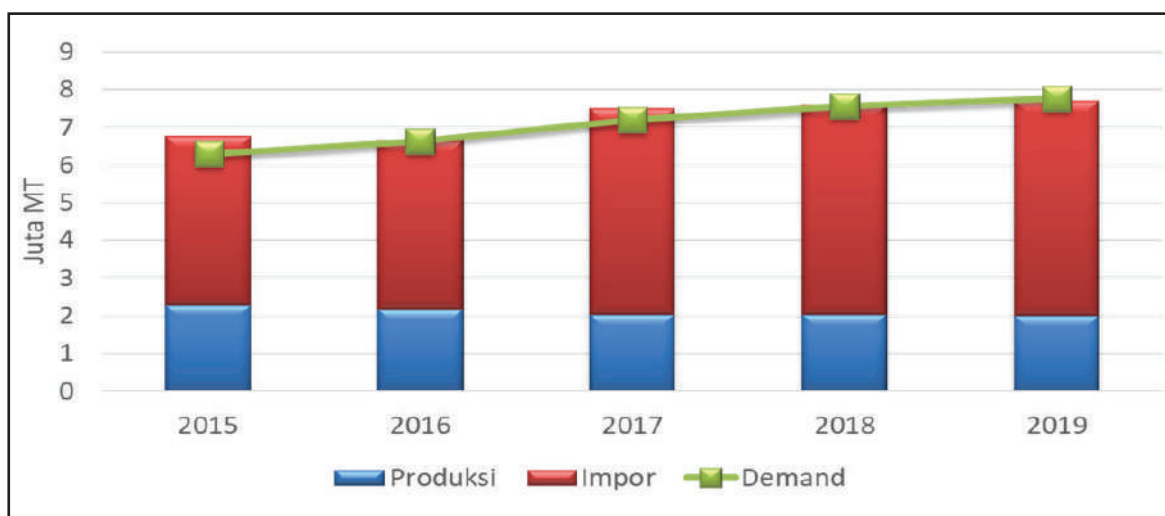
Dimetil eter (DME) dapat menjadi alternatif bahan bakar untuk pengganti LPG, selain ramah lingkungan, DME juga memiliki sifat yang mirip dengan LPG sehingga dalam penanganan dan pendistribusian memungkinkan untuk menggunakan fasilitas LPG yang sudah ada. (Makoś, dkk., 2019). Namun yang perlu diperhatikan dalam pemakaian fasilitas LPG untuk DME adalah penggunaan material-material

yang berasal dari bahan karet (*ruber seal*) karena DME bersifat sebagai pelarut (Saputra, dkk., 2016). Untuk mempelajari hal tersebut telah dilakukan beberapa penelitian terkait sifat kompatibilitas DME dengan bahan berbasis karet, diantaranya adalah memodifikasi karet alam deproteinisasi dengan akrilonitril dan stirena monomer (Sari, dkk., 2020).

Penelitian lain melaporkan bahwa penambahan dosis senyawa sulfur yang tepat pada 2 jenis elastomer yaitu senyawa karet alam *Natural Rubber* (NR) dan *Nitril Butadiene Rubber* (NBR) dalam formulasinya dapat memberikan pengaruh yang baik terhadap sifat kompatibilitas/ketahanan karet terhadap bahan bakar DME dan 3 campuran DME dan LPG dengan komposisi 10/90, 20/80 dan 30/70 (Handayani, dkk., 2020).

Penerapan penggunaan DME di luar negeri pertama kali sebagai bahan bakar pada kompor rumah tangga adalah di negara Cina. Pada tahun 1995 Cina sudah membangun pabrik DME di propinsi Shaanxi dengan kapasitas 500 ton/tahun menggunakan Metanol sebagai bahan baku untuk menggantikan LPG (Yizhuo, dkk., 2004). Sedangkan di Indonesia saat ini hanya ada satu pabrik DME dengan kapasitas 100 ton/tahun. Dimana salah satu pemanfaatannya untuk industri *aerosol* bukan sebagai bahan bakar.

DME juga dapat digunakan sebagai bahan bakar di sektor transportasi sebagai bahan bakar otomotif. Wang, dkk. (2011) telah mempelajari karakteristik pembakaran dan emisi dari campuran DME dan Biodiesel yang digunakan sebagai bahan bakar pada mesin diesel. Penelitian lainnya melaporkan



Gambar 1
Produksi dan permintaan LPG domestik.

pemakaian campuran 20% DME dengan LPG pada mesin dengan sistim pengapian busi mampu menghasilkan penghematan bahan bakar dan menurunkan kadar emisi secara signifikan (Seokhwan L., dkk., (2011). Berbagai aplikasi pemanfaatan DME terbukti potensinya untuk digunakan sebagai bahan bakar *alternative* dimasa mendatang.

DME akan menjadi energi alternatif yang penting dalam strategi ketahanan energi nasional di Indonesia karena dapat diproduksi dari berbagai sumber (*multi resources*) seperti batubara, gas alam, dan biomassa yang keberadaannya melimpah. Sebagai bahan bakar alternatif, DME dapat berperan dalam mengatasi keamanan energi nasional, konservasi energi, dan kebutuhan lingkungan yang rendah emisi karbon (Thomas, dkk., 2014)

Terkait penggunaan DME sebagai bahan bakar, diperlukan standard dan mutu (spesifikasi) bahan bakar gas jenis DME yang dipasarkan di Indonesia. Mutu dan spesifikasi untuk bahan bakar dikeluarkan oleh Dirjen Migas. Untuk mendukung kesiapan DME sebagai bahan bakar alternatif khususnya untuk bahan bakar rumah tangga dan industri telah disiapkan standard dan mutu (spesifikasi) bahan bakar gas jenis *Dimethyl Ether* untuk rumah tangga dan industri yang di pasarkan dalam negeri (SK Dirjen Migas Nomor 990.K/10/DJM.S/2013) dan (BSN, 2017).

Tujuan utama dilakukannya kajian pemanfaatan atau uji terap gas DME (*Dimethyl Ether*) di kota Palembang, Muara Enim, dan Tanjung Enim Sumatera Selatan adalah untuk mengetahui sejauh mana keberterimaan masyarakat Sumatera Selatan terhadap bahan bakar gas DME apabila bersanding dengan gas LPG untuk energi sektor rumah tangga masa depan. Dalam uji terap ini menggunakan kompor DME yang sudah dipersiapkan khusus untuk bahan bakar DME bukan kompor gas LPG.

BAHAN DAN METODE

Bahan dan Alat

Bahan bakar gas DME dalam pelaksanaan uji terap ini adalah gas DME 100% (murni) yang merupakan produksi PT Bumi Tangerang Gas Industry yang berlokasi di Tangerang, Banten. DME yang digunakan mempunyai kemurnian 99,96 %. Dikemas dalam tabung gas ukuran 5,5 kg bewarna kuning.

Kompor khusus DME jenis/type satu tungku sebanyak 155 unit yang sudah dimodifikasi di beberapa bagiannya seperti konstruksi burner set dan jarak *burner* ke beban, berikut slang dan regulator yang di produksi oleh salah satu pabrik kompor.

Formulir-formulir yang diperlukan untuk survey calon responden terdiri atas formulir yang berisikan syarat dan ketentuan untuk responden pelaku uji terap dan formulir isian data responden, formulir monitoring yang di isi responden setiap hari selama pelaksanaan uji terap dan form pemantauan yang digunakan oleh petugas pada saat monitoring uji terap dan formulir yang berisikan daftar pertanyaan saat observasi berlangsung.

Metodologi

Metodologi pelaksanaan uji terap pemanfaatan Gas DME adalah survey lapangan melalui wawancara responden/masyarakat di kota Palembang, Tanjung Enim, dan Muara Enim bekerjasama dengan Pemda setempat. Terhadap responden terpilih yang telah memenuhi syarat dan ketentuan yang ditetapkan, yaitu responden uji terap minimal terdiri dari 4 orang dalam satu keluarga dan setiap hari harus memasak, dilakukan sosialisasi/penyuluhan penggunaan kompor DME dan keamanannya. Kemudian dilakukan pembagian unit kompor DME kepada responden terpilih. Sebagai bukti masing-masing responden menanda tangani berita acara penyerahan unit kompor DME beserta tabung gas DME dan siap mengikuti prosedur uji terap. Selanjutnya pemasangan unit kompor dilakukan oleh petugas di kediaman responden. Observasi langsung dilakukan pada responden/masyarakat yang meliputi kemudahan dalam menyalakan kompor, kemudahan dalam mengendalikan nyala api, warna nyala api, tinggi nyala api dan lama pemakaian kompor (waktu memasak) setiap hari. Monitoring pemakaian kompor DME di 3 lokasi ini dilakukan dalam kurun waktu satu bulan. Analisis data secara kualitatif dan komparatif dengan pendekatan statistik. Sedangkan uji kualitas bahan bakar DME yang digunakan menggunakan metode ASTM sesuai standar dan mutu yang sudah di tetapkan pemerintah.

HASIL DAN DISKUSI

Hasil Uji Karakteristik Fisika/Kimia Gas DME

Sebelum dilakukan pengiriman bahan bakar gas DME ke lokasi uji terap terlebih dahulu di lakukan pengujian karakteristik fisika/kimia gas DME di

laboratorium untuk mengetahui apakah DME yang digunakan memenuhi mutu dan spesifikasi yang sudah ditetapkan pemerintah. Hasil pengujian karakteristik fisika-kimia bahan bakar gas DME ini telah memenuhi standar mutu spesifikasi yang sudah ditetapkan pemerintah seperti yang disajikan pada Tabel 1. Dari tabel tersebut menunjukkan bahwa bahan bakar gas DME yang digunakan dalam kajian ini mempunyai tingkat kemurnian sebesar 99,98% vol.

Hasil Uji Terap Gas DME

Pelaksanaan Uji terap penggunaan bahan bakar gas DME pada kompor DME yang dilakukan di kota Palembang sebanyak 70 responden, kota Muara Enim dan Tanjung Enim sebanyak 85 responden.

Hasil pengujian terhadap 155 unit kompor DME yang di ujikan, semuanya (100%) memenuhi SNI 7368:2011, dengan nilai perhitungan efisiensi kompor DME yang didapat berkisar antara 72%-74% lebih tinggi dari kompor LPG. Nilai efisiensi kompor DME yang digunakan untuk uji terap cukup tinggi dikarenakan sudah dilakukan beberapa modifikasi pada konstruksi *set burner* dan jarak *burner* ke beban. Sedangkan untuk meningkatkan nilai efisiensi kompor gas LPG dapat dilakukan dengan penambahan reflektor radiasi panas bersirip pada kompor LPG (Sudarno & Fadelan, 2015). Selain itu juga dapat dengan merubah bentuk *head burner* menjadi *flat face* (Khan, dkk., 2013).

Penggunaan kompor khusus DME ini karena kompor gas LPG yang ada saat ini tidak dapat digunakan langsung dengan DME murni (Anggarani, dkk., 2014). Oleh karena itu diperlukan kompor khusus untuk bahan bakar DME yang mempunyai efisiensi kompor lebih tinggi dari kompor LPG.

Hasil observasi terhadap uji terap di 3 kota tersebut memperlihatkan bahwa kemudahan responden dalam menyalakan kompor adalah 100% dengan kondisinya hampir sama. Demikian pula untuk kemudahan mengendalikan api dan stabilitas api (tidak mati selama kompor digunakan) juga 100%. Sedangkan observasi untuk warna api menunjukkan responden yang menyatakan api berwarna biru sekitar 87,34% berwarna biru kemerahan sebesar 12,66% dan warna merah 0%. Selanjutnya hasil observasi dari ketinggian nyala api adalah 100% menyatakan nyala api DME lebih pendek dari nyala api yang dihasilkan LPG. Hasil ini sejalan dengan studi yang dilakukan Anggarani, dkk. (2020) yang membandingkan tinggi nyala api DME dan LPG menggunakan pembakaran silinder dan bekerja dalam tekanan atmosfer dengan cara pembakaran difusi. Dimana ketinggian nyala api DME lebih rendah 31,4% dibanding LPG.

Selanjutnya perhitungan statistic dari hasil observasi pemakaian DME di sajikan pada Tabel 1 dan Tabel 2. Tabel 1 memperlihatkan hasil perhitungan statistik dari data hasil observasi konsumsi gas DME pada uji terap yang telah dilakukan terhadap



Gambar 2
Kegiatan sosialisasi dan penyerahan kompor DME
kepada perwakilan warga Kelurahan Tegal Rejo, Tanjung Enim.

Kajian Pemanfaatan Gas DME (Dimethyl Ether) atau Uji Terap
pada Sektor Rumah Tangga di Wilayah Sumatra Selatan (Yuliarita, dkk.)

70 responden untuk mendapatkan konsumsi rata-rata pemakaian DME di kota Palembang. Dari tabel ini terlihat bahwa responden yang terbanyak menghabiskan DME di Kota Palembang adalah pada rentang konsumsi 0.1056 - 0.1158 kg/jam yaitu sebanyak 34 responden. Sedangkan rata-rata konsumsi /pemakaian DME di Kota Palembang adalah 0.1123 kg/jam.

Sedangkan waktu rata-rata lama memasak setiap responden selama uji terap berlangsung menggunakan tabung gas volume 5,5 kg adalah 3.20 jam/hari. (lama memasak setiap responden dibagi jumlah total hari pemakaian gas sampai habis).

Jika waktu memasak rata-rata per hari adalah 3.20 jam dan konsumsi rata-rata DME per jam adalah 0.1123 kg, maka untuk satu tabung DME 5.5 kg dapat digunakan responden selama 15.3 hari atau 2 minggu.

Selanjutnya Tabel 2 memperlihatkan hasil perhitungan statistik data hasil observasi pemakaian gas DME pada uji terap yang telah dilakukan di kota Muara Enim dan Tanjung Enim (85 responden) untuk mendapatkan konsumsi rata-rata pemakaian DME di Tanjung Enim dan Muara Enim. Dari tabel ini terlihat bahwa responden yang menghabiskan DME di Kota Tanjung Enim & Muara Enim pada rentang konsumsi 0.0993 - 0.1055 kg/jam adalah yang terbanyak yaitu 41 responden. Sedangkan rata-rata konsumsi pemakaian DME di Kota Muara Enim dan Tanjung Enim adalah 0.1064 kg/jam.

Jika waktu memasak rata-rata responden per hari adalah 2,52 jam (lama memasak setiap responden dibagi jumlah total hari pemakaian gas sampai habis) dengan konsumsi rata-rata DME per jam adalah 0,1064 kg, maka untuk satu tabung DME 5.5 kg dapat digunakan responden selama 20,59 hari atau hampir 3 minggu.

Tabel 1
Hasil uji fisika kimia DME dibanding spesifikasi DME
yang di tetapkan Pemerintah (SK. Dirjen Migas No.990.K/10/DJM.S/2013)

No.	Karakteristik	Satuan	Hasil Uji	Batasan		Metode Uji	
				Min	Maks	ASTM	Lainnya
1	Spesific Gravity 60/600F		0,74	To be reported		D-1657	—
2	Vapour Pressure@ 100°F	Psig	70	—	145	D-1267	—
3	Weathering Test @ 36°F	% vol	99,96	95	—	D-1837	—
4	Copper Corrosion 1 hour		1a	ASTM no. 1		D-1838	—
5	Total Sulfur	Grain/100 cuft	nil	—	15	D-2784	—
6	Kandungan Air		Tidakada air bebas	Tidak ada air bebas			Visual
7	Komposisi DME	% vol	99,98	99,95	—	D-2163	—

Tabel 2
Sebaran distribusi konsumsi DME di kota Palembang

Konsumsi DME (kg/jam)	Frekuensi (fi)	fkumulatif	fi (%)	Xi	fi x Xi	Mean (X)
0.0850 - 0.0952	4	4	5.71	0.0901	0.3604	
0.0953 - 0.1055	13	17	18.57	0.1004	1.3052	
0.1056 - 0.1158	34	51	48.57	0.1107	3.7638	
0.1159 - 0.1261	12	63	17.14	0.121	1.452	
0.1262 - 0.1364	4	67	5.71	0.1313	0.5252	
0.1365 - 0.1467	1	68	1.43	0.1416	0.1416	
0.1468 - 0.1570	1	69	1.43	0.1519	0.1519	
0.1571 - 0.1673	1	70	1.43	0.1622	0.1622	
	70		100		7.86	0.1123

Tabel 2
Sebaran distribusi konsumsi LPG di Tanjung Enim & Muara Enim

Konsumsi DME (kg/jam)	Frekuensi (fi)	fkumulatif	fi (%)	Xi	fi x Xi	Mean (X)
0.0930 - 0.0992	12	12	14.12	0.0961	1.1532	
0.0993 - 0.1055	41	53	48.24	0.1024	4.1984	
0.1056 - 0.1118	20	73	23.53	0.1087	2.174	
0.1119 - 0.1181	4	77	4.71	0.115	0.46	
0.1182 - 0.1244	1	78	1.18	0.1213	0.1213	
0.1245 - 0.1307	2	80	2.35	0.1276	0.2552	
0.1308 - 0.1370	3	83	3.53	0.1339	0.4017	
0.1371 - 0.1433	2	85	2.35	0.1402	0.2804	
	85		100		9.0442	0.1064

Perbedaan konsumsi DME dan rata-rata lama memasak setiap harinya antara kota Palembang dan kota Tanjung Enim & Muara Enim disebabkan penggunaan kompor gas yang di kota Palembang lebih banyak untuk pembuatan makanan untuk jualan seperti; gorengan (pempek), kue-kue, lauk pauk dan lain-lain karena merupakan kawasan padat penduduk dengan jarak rumah yang berdekatan. Berbeda dengan kondisi di kota Tanjung Enim & Muara Enim lebih kepada penggunaan kompor gas yang secara umum hanya untuk keperluan memasak rumah tangga sendiri (tidak membuat makanan dan berjualan).

KESIMPULAN DAN SARAN

Bahan bakar gas DME yang digunakan dalam uji terap ini memenuhi standar mutu dan spesifikasi yang sudah di tetapkan pemerintah sesuai SK Dirjen Migas Nomor 990.K/10/DJM.T/2009.

Hasil Uji terap secara keseluruhan menunjukkan bahwa masyarakat dapat menerima penggunaan Bahan Bakar DME dengan baik di tunjukan dengan Respon yang sangat antusias dalam penggunaan gas DME untuk memasak, karena beberapa perbedaan signifikan yang mereka rasakan dibandingkan pemakaian bahan bakar LPG pada kompor gas LPG, antara lain: memasak dengan menggunakan gas DME pada kompor DME dapat berlangsung sampai gas habis (tidak ada sisa ditabung yang ditunjukan

oleh jarum barometer pada regulator pada posisi nol) dengan nyala apinya tetap biru dan stabil sampai api padam walaupun waktu yang dibutuhkan untuk memasak sedikit lebih lama dibandingkan gas LPG.

Harapan masyarakat setelah dilakukannya uji terap DME adalah sebagai berikut:

- Agar DME segera tersedia di pasaran karena seringkali terjadi kelangkaan LPG di pasaran.
- Harga DME bersaing dengan LPG.
- Perlunya ditambahkan pembau (*odor*) sehingga apabila terjadi kebocoran gas DME dapat segera diketahui.
- Mayoritas masyarakat merasa nyaman dengan tabung DME berkapasitas 5,5 kg dari pada 12 kg.
- Tersedianya kompor DME dua tungku di pasaran

UCAPAN TERIMA KASIH

Penulis mengucapkan terima kasih kepada PT. Batubara Bukit Asam yang telah memberikan kepercayaan untuk melakukan uji terap pemanfaatan gas DME pada kompor rumah tangga di Sumatera Selatan. Selanjutnya terima kasih kepada Kepala Badan Litbang ESDM dan Kepala PPPTMGB LEMIGAS yang mendukung rangkaian kegiatan tersebut serta teman-teman Tim PUI DME dalam pelaksanaan monitoring.

DAFTAR ISTILAH / SINGKATAN

Simbol	Definisi	Satuan
DME	Dimethyl Ether	
LPG	Liquefied petroleum gas	
UMKM	Usaha Mikro Kecil dan Menengah	
NR	Natural Rubber	
NBR	Nitril Butadiene Rubber	
KESDM	Kementerian Energi dan Sumber Daya Mineral	

KEPUSTAKAAN

- Anggarani, R., Aisyah, L., Wibowo, C.S., Yulianto S. Nugroho, & Dhiputra, M.K.**, 2020. Experimental Comparison of Working Region, Flame Stability, and Flame Height of LPG, DME, and DME-mixed LPG in an Atmospheric Diffusion Cylindrical Burner. *International Journal of Technology (IJTech)*, 11(2), pp. 400-410.
- Anggarani, R., Wibowo, C. S. & Rulianto, D.**, 2014. Application of Dimethyl Ether as LPG Substitution for Household Stove. *Energy Procedia*, Volume 47, pp. 227-234.
- Badan Standarisasi Nasional**, 2011. *Kompur Gas Bahan Bakar LPG Satu Tungku dengan Pemantik*, Jakarta: BSN.
- Budya, H. & Arofat, M.**, 2011. Providing Cleaner Energy Access in Indonesia through the Megaproject of Kerosene Conversion to LPG. *Energy Policy*, 39(12), pp. 7575-7586.
- Direktorat Jendral Minyak dan Gas Bumi (Dirjen Migas)**, 2013. *SK Dirjen Migas Nomor 990.K/10/DJM.S/2013 tentang Standar dan Mutu (Spesifikasi) Bahan Bakar Gas Jenis Dimetil Eter untuk Rumah Tangga dan Industri yang Dipasarkan di Dalam Negeri*. Jakarta: ESDM.
- Handayani, H., Cifriadi, A., Ramadhan, A., Falaah, A F., & Yuliarita, E.**, 2019. *Dimethyl Ether (DME) and DME/LPG mixtures resistance characteristics of modified natural rubber compounds*. Bogor, IOP Publishing Ltd.
- Han, Y., Tan, Y., Yuqin, N. & Zhenghua, C.**, 2004. Pilot-scale commercial DME production and utilization as a household fuel in China. *Energy for Sustainable Development*, 8(3), pp. 129-130.
- Ji, C., Liang, C. & Wang, S.**, 2011. Investigation on combustion and emissions of DME/gasoline mixtures in a spark-ignition engine. *Fuel*, 90(3), pp. 1133-1138.
- Kementerian Energi dan Sumber Daya Mineral (KESDM)**, 2018. *Handbook of Energy & Economic Statistics of Indonesia 2018*. Jakarta: ESDM.
- Kementerian Energi dan Sumber Daya Mineral (KESDM)**, 2013. *Peraturan Menteri ESDM No. 29. 2013 tentang Penyediaan, Pemanfaatan dan Tata Niaga Dimetil Eter sebagai Bahan Bakar*, Jakarta: Kementerian Energi dan Sumber Daya Mineral.
- Khan, M. Y. & Saxena, A.**, 2013. Performance Of LPG Cooking Stove Using Different Design Of Burner Heads.. *International Journal of Engineering Research & Technology (IJERT)*, 2(7), pp. 656-659.
- Lee, S., Oh, S. & Choi, Y.**, 2009. Effect of n-butane and propane on performance and emission characteristics of an SI engine operated with DME-blended LPG fuel. *Fuel*, 88(6), pp. 1009-1015.
- Makoś, P., Słupek, E., Sobczak, J., Zabrocki, D., Hupka, J., & Rogala, A.**, 2019. *Dimethyl Ether (DME) as Potential Environmental Friendly Fuel. In: International Conference on Advances in Energy Systems and Environmental Engineering*. Gdansk, Poland, EDP Sciences.
- Saputra, A. H., Johan, Sari, T.I., Cifriadi, A., Maspanger, D.R., & Bismo, S.**, 2016. Degradation Characteristics of Vulcanized Natural Rubber by Dimethyl Ether through Filler and Plasticizer Composition Variations. *International Journal of Technology*, 7(4), pp. 616-624.
- Sari, T. I., Saputra, A. H., Bismo, S. & Maspanger, D. R.**, 2020. Deproteinized Natural Rubber Grafted With Polyacrylonitrile (PAN)/Polystyrene (PS) and Degradation of its Mechanical Properties by Dimethyl Ether. *International Journal of Technology*, 11(1), pp. 15-25.
- Sudarno & Fadelan**, 2015. Peningkatan Efisiensi Kompur LPG Dengan Menggunakan Reflektor. *Jurnal Ilmiah Semesta Teknik*, 18(1), pp. 94-105.
- Thomas, G., Feng B, Veeraragavan A, Cleary M J, & Drinnan N.**, 2014. Emissions from DME combustion in diesel engines and their implications on meeting future emission norms: A review. *Fuel Processing Technology*, Volume 119, p. 286–304.