

Data Historis Konsumsi Energi dan Proyeksi Permintaan-Penyediaan Energi di Sektor Transportasi

Agus Sugiyono^{*1}

¹Pusat Teknologi Pengembangan Sumberdaya Energi, BPPT, Jakarta

*Email: agus.sugiyono@bppt.go.id

Abstract

The transport sector plays a very important role in the national economy for the long term. During the 2000-2010 period, energy consumption in the transport sector grew by 6.3% per year. The BPPT-MEDI Model and MARKAL Model is used to project long term energy demand-supply. To accommodate a number of uncertainties, two scenarios were created for future economic growth, i.e. base scenario and MP3EI scenario that assumes each GDP will increase at an average rate of 7.6% and 10.4% per year. Energy demand in the transport sector according to the base scenario will increase from 256 million BOE in 2010 to 963 million BOE in 2030, or will increase by an average of 6.9% per year. Energy demand for MP3EI scenario in 2030 will increase to 1430 million BOE, or will have increased by an average rate of 9.0% per year. Based on the energy demand forecast, road transportation will be the major user of energy, followed by air transportation. Air transportation for Indonesia as an archipelago will play an important role in the future to increase the speed of accessibility and mobility of the people. Energy demand will be supplied by several type of fuels. The use of gasoline will become dominant as the energy supply during the period 2010-2030, followed by the use of ADO/IDO and avtur/avgas. The role of biofuel, especially biodiesel, will increase rapidly in the long term.

Keywords: energy demand-supply, transport sector

1. Pendahuluan

Konsumsi energi final nasional (termasuk biomasa) pada tahun 2010 mencapai 1.097 juta SBM. Sektor transportasi menempati pangsa terbesar yang ketiga dalam konsumsi energi setelah sektor industri dan sektor rumah tangga yaitu sebesar 23% dari total konsumsi energi final nasional^[1]. Selama kurun waktu 2000-2010 pertumbuhan konsumsi energi di sektor transportasi mencapai 6,3% per tahun. Dengan melihat pertumbuhan tersebut sektor transportasi sangat penting peranannya untuk jangka panjang.

Berbagai model untuk memproyeksikan permintaan energi sektoral sudah digunakan di

berbagai negara. Model MAED (*Model for Analysis of the Energy Demand*) yang dikembangkan oleh IAEA (*International Atomic Energy Agency*) merupakan contoh model proyeksi permintaan energi sektoral yang menggunakan pendekatan proses *engineering*. Metodologi MAED pertama kali dikembangkan oleh B. Chateau dan B. Lapillonne dari Universitas Grenoble, Perancis dan diberi nama Model MEDEE (*Modele d'Evolution de la Demande d'Energie*). Model kemudian dikembangkan lebih lanjut oleh B. Lapillonne menjadi MEDEE-2 yang digunakan untuk proyeksi energi dunia oleh IIASA (*International Institute for Applied Systems Analysis*), Austria^[2].



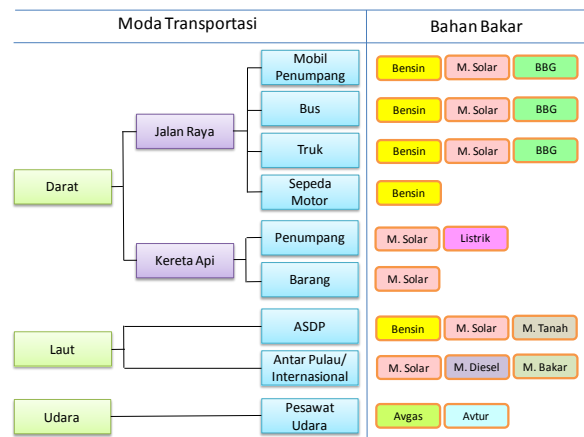
Dalam makalah ini untuk memproyeksikan permintaan energi sektoral, termasuk sektor transportasi digunakan Model MEDI (*Model of Energy Demand for Indonesia*) yang dikembangkan BPPT yang selanjutnya disebut BPPT-MEDI. Model BPPT-MEDI dikembangkan berdasarkan Model MAED dengan berbagai modifikasi yang disesuaikan dengan ketersediaan data. Berdasarkan proyeksi permintaan energi ini kemudian dimasukkan ke dalam Model MARKAL (*Market Allocation*) untuk menentukan alokasi penyediaan energi per jenis yang digunakan di sektor transportasi. Pengembangan model ini dalam kerangka pembuatan buku *Outlook Energi Indonesia*^[3]. Dalam makalah ini selanjutnya akan dibahas secara rinci sektor transportasi. Pembahasan dalam makalah ini meliputi model BPPT-DEMI dan Model MARKAL, data historis, serta hasil proyeksi permintaan-penyediaan energi di sektor transportasi.

2. Model

Model BPPT-MEDI berdasarkan pendekatan proses *engineering* yang melakukan perhitungan permintaan energi dengan metode akunting (*accounting*). Permintaan energi dihitung dengan menjumlahkan pemakaian energi untuk masing-masing jenis kegiatan. Setiap kegiatan merupakan satu unit perekonomian yang akan tumbuh sesuai dengan aktivitasnya. Permintaan energi dihitung berdasarkan intensitas energi dikalikan dengan aktivitas pemakaiannya. Intensitas energi merupakan tingkat konsumsi energi per produk domestik bruto (PDB) atau jumlah penduduk untuk waktu tertentu. Sedangkan aktivitas pemakaian energi dapat tercermin dari pertumbuhan jumlah kendaraan bermotor yang dikaitkan dengan pertumbuhan ekonomi setiap kegiatan atau dikaitkan dengan pertumbuhan jumlah penduduk.

Dalam model, sektor transportasi dikelompokkan menjadi tiga moda transportasi, yaitu: darat, laut, dan udara (Lihat Gambar 1). Moda transportasi darat mempunyai aktivitas terbesar dari sektor transportasi, sehingga

transportasi darat dibagi lagi menjadi beberapa sub-kelompok. Indikator aktivitas untuk tiap jenis moda transportasi berbeda-beda, untuk angkutan jalan raya aktivitasnya adalah jumlah kendaraan, untuk angkutan kereta api aktivitasnya adalah jumlah lokomotif, sedangkan untuk transportasi udara dan transportasi laut aktivitasnya adalah PDB sub sektor. Bahan bakar yang digunakan dibagi menjadi 9 jenis, yaitu: bensin, minyak solar, minyak diesel, minyak bakar, minyak tanah, avgas, avtur, BBG dan listrik. Jenis bensin termasuk didalamnya premium, pertamax, pertamax plus, biopertamax dan biopremium, sedangkan minyak solar termasuk didalamnya biosolar. Jenis BBG termasuk didalamnya LGV dan CNG.



Gambar 1. Pembagian Moda Transportasi dan Bahan Bakar yang Digunakan

Hasil proyeksi dari Model BPPT-MEDI kemudian menjadi masukan untuk Model MARKAL. Model MARKAL menentukan alokasi penyediaan energi berdasarkan optimasi dengan fungsi obyektif meminimumkan total biaya sistem^[3]. Untuk proses optimasi Model MARKAL menggunakan teknik pemrograman linier (*linear programming*). Model MARKAL dikembangkan pertama kali pada tahun 1980 oleh KFA Jerman dan BNL Amerika Serikat. Saat ini sudah banyak mengalami pengembangan yang dilakukan oleh konsorsium ETSAP (*Energy Technology System*



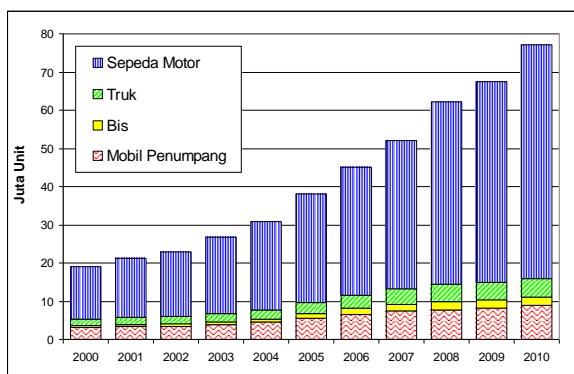
Analysis Programme) yang disponsori oleh IEA (International Energy Agency). Hasil dari Model MARKAL adalah strategi penyediaan energi yang optimal untuk jangka panjang.

3. Data Historis

Dalam menentukan proyeksi permintaan energi sektor transportasi maka intensitas energi dan aktivitas sub-sektor memegang peranan penting. Aktivitas sub-sektor untuk setiap moda transportasi untuk jangka panjang ditentukan oleh beberapa variabel pertumbuhan, diantaranya adalah: PDB sub-sektor transportasi dan jumlah penduduk.

3.1. Aktivitas dan Variabel Pertumbuhan

Data untuk aktivitas dan variabel pertumbuhan yang utama adalah jumlah kendaraan bermotor dan PDB sub-sektor. Perkembangan jumlah kendaraan tahun 2000-2010 ditunjukkan pada Gambar 2. Jumlah kendaraan meningkat dari 18,98 juta unit pada tahun 2000 menjadi 77,13 juta unit pada tahun 2010 atau tumbuh rata-rata 15,1% per tahun. Saat ini pangsa terbesar adalah penggunaan sepeda motor yang mencapai 79% dari total jumlah kendaraan bermotor.

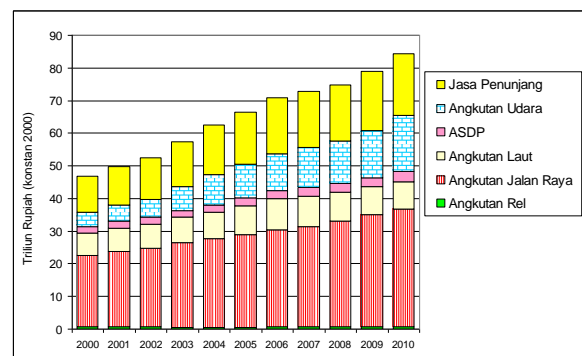


Sumber: Diolah dari BPS dan Kementerian Perhubungan

Gambar 2. Perkembangan Jumlah Kendaraan Bermotor

PDB yang berhubungan langsung dengan sub-sektor transportasi adalah PDB untuk lapangan usaha pengangkutan dengan rincian: angkutan rel, angkutan jalan raya, angkutan

laut, angkutan sungai, danau dan penyeberangan (ASDP), angkutan udara, dan jasa penunjang angkutan. PDB untuk sub-sektor transportasi meningkat dari 46,8 triliun Rupiah (harga konstan 2000) pada tahun 2000 menjadi 84,4 triliun Rupiah pada tahun 2010 atau meningkat rata-rata 6,1% per tahun (lihat Gambar 3). Pertumbuhan terbesar adalah sub-sektor angkutan udara dengan pertumbuhan mencapai 14,6% per tahun, diikuti oleh jasa penunjang angkutan (5,6%), angkutan jalan raya (5,2%), ASDP (4,4%), angkutan laut (2,0%) dan angkutan rel (1,1%). Sedangkan dari pangsa saat ini yang terbesar adalah angkutan jalan raya dengan pangsa 43%, diikuti oleh jasa penunjang (22%), angkutan udara (21%), angkutan laut (10%), ASDP (4%) dan angkutan rel (1%). Dengan melihat pertumbuhan dan pangsa maka angkutan jalan raya dan angkutan udara akan terus berperan dalam perekonomian mendatang.



Sumber: Diolah dari BPS dan BI

Gambar 3. Perkembangan PDB Sub-Sektor Transportasi

3.2. Intensitas Energi

Berdasarkan analisis dan perhitungan dari Model BPPT-MEDI, nilai intensitas energi di sektor transportasi pada tahun 2010 dapat dihitung berdasarkan konsumsi energi di masing-masing aktivitas dibagi dengan parameter aktivitasnya. Intensitas energi setiap moda transportasi untuk setiap aktivitasnya ditunjukkan pada Tabel 1.

Truk merupakan kendaraan bermotor yang paling tinggi intensitas energinya dibandingkan



dengan kendaraan lainnya. Intensitas energi kereta rel listrik (KRL) masih sangat kecil karena hanya terbatas penggunaannya di wilayah Jabotabek. Sedangkan angkutan sungai dan penyeberangan (ASDP) relatif kecil intensitasnya dibandingkan dengan angkutan laut antar pulau/internasional.

Tabel 1. Intensitas Energi di Sektor Transportasi per Tahun

Moda	Jenis Transportasi	Intensitas Energi	
		Satuan	Nilai
Darat	Mobil Penumpang	SBM/Unit	6.72
	Bus	SBM/Unit	5.82
	Truk	SBM/Unit	15.65
	Sepeda Motor	SBM/Unit	1.02
	Kereta Api Penumpang	Ribu SBM/Lokomotif	6.91
	Kereta Api Barang	Ribu SBM/Lokomotif	0.92
	Kereta Rel Listrik	SBM/Ribu Penumpang Gerak	0.38
Laut	ASDP	SBM/Miliar Rupiah	3.38
	Antar Pulau/Internasional	SBM/Juta Rupiah	0.91
Udara	Pesawat Udara	SBM/Juta Rupiah	1.19

Catatan: - SBM = setara barel minyak
 - ASDP = angkutan sungai dan penyeberangan

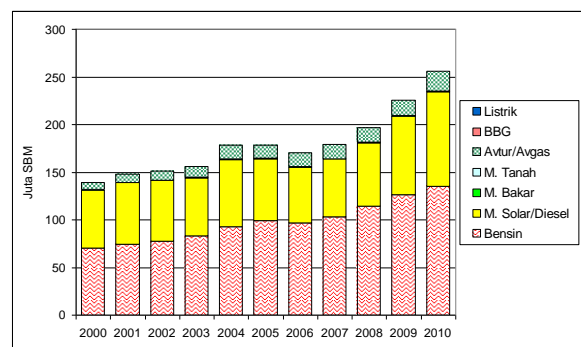
3.2. Konsumsi Energi di Sektor Transportasi

Konsumsi energi di sektor transportasi untuk kurun waktu 2000-2010 ditunjukkan pada Gambar 4. Konsumsi energi meningkat dari 139 juta SBM pada tahun 2000 menjadi 256 juta SBM pada tahun 2010 atau meningkat dengan laju pertumbuhan rata-rata 6,2% per tahun. Pertumbuhan terbesar adalah penggunaan avtur/avgas dengan laju pertumbuhan 11,3% per tahun, diikuti oleh listrik (7,2%), bensin (6,8%), minyak solar/diesel (5,0%). Penggunaan menggunakan BBG, minyak bakar dan minyak tanah mengalami penurunan. Meskipun penggunaan BBG terus dikembangkan namun karena infrastruktur pasokannya belum memadai sehingga sampai saat ini pengembangan BBG untuk transportasi masih banyak mengalami kendala. Sedangkan penggunaan minyak bakar dan minyak tanah untuk transportasi secara teknologi mulai ditinggalkan karena kurang efisien.

4. Proyeksi Permintaan dan Penyediaan Energi

Model yang dikembangkan menggunakan tahun dasar 2010 dan dilakukan proyeksi untuk kurun waktu 2011-2030. Untuk mengakomodasi

sejumlah ketidakpastian pengembangan di masa depan, dibuat dua buah skenario. Skenario ini berdasarkan asumsi pertumbuhan ekonomi dimasa depan yang mengarah pada pertumbuhan yang rendah dan pertumbuhan yang optimis. Kedua skenario tersebut adalah skenario dasar yang mengasumsikan pertumbuhan PDB sebesar 7,6% per tahun dan skenario MP3EI (Masterplan Percepatan dan Perluasan Pembangunan Ekonomi Indonesia) yang mengasumsikan pertumbuhan PDB sebesar 10,4% per tahun.



Gambar 4. Perkembangan Konsumsi Energi Sektor Transportasi^[1]

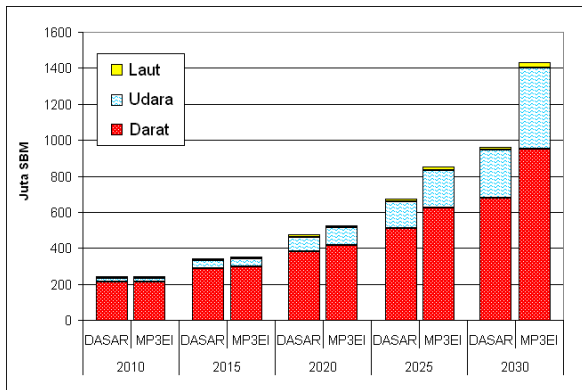
4.1. Proyeksi Permintaan Energi

Hasil perhitungan Model BPPT-MEDI memperlihatkan bahwa untuk skenario dasar permintaan energi di sektor transportasi meningkat dari 256 juta SBM pada tahun 2010 menjadi 963 juta SBM pada tahun 2030, atau meningkat rata-rata 6,9% per tahun. Sedangkan untuk skenario MP3EI pada tahun 2030 menjadi 1430 juta SBM atau meningkat rata-rata 9,0% per tahun. Perbandingan proyeksi permintaan energi untuk kedua skenario tersebut ditunjukkan pada Gambar 5.

Diantara tiga moda transportasi maka diperkirakan moda transportasi udara paling cepat pertumbuhannya dalam kurun waktu 2010-2030. Transportasi udara meningkat rata-rata sebesar 13,3% per tahun untuk skenario dasar dan 16,2% per tahun untuk skenario MP3EI. Transportasi darat meningkat 5,7% per tahun (skenario dasar) dan 7,4% per tahun (skenario MP3EI), sedangkan transportasi laut



meningkat 3,6% per tahun (skenario dasar) dan 6,4% per tahun (skenario MP3EI). Transportasi laut pertumbuhannya paling lambat dibandingkan lainnya.



Gambar 5. Perbandingan Proyeksi Permintaan Energi

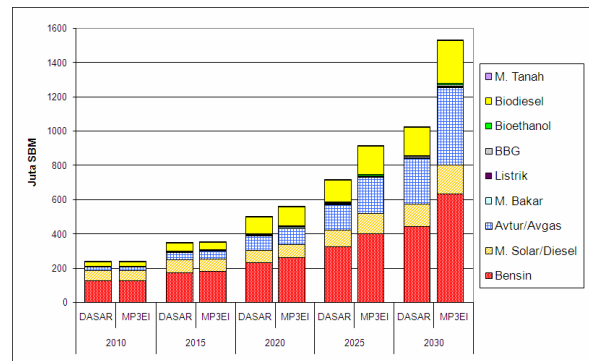
Pada tahun 2010 pangsa terbesar penggunaan energi adalah moda transportasi darat dengan pangsa 88% diikuti oleh transportasi udara 9% dan laut 3%. Pangsa ini diperkirakan akan sedikit bergeser pada tahun 2030. Pada tahun 2030 untuk skenario dasar, pangsa transportasi darat turun menjadi 71% sedangkan transportasi udara meningkat menjadi 28%. Untuk transportasi laut relatif sama. Untuk jangka panjang penggunaan energi diperkirakan terjadi peningkatan yang cukup pesat untuk moda transportasi udara. Transportasi udara akan menjadi sangat penting peranannya mengingat negara Indonesia merupakan negara kepulauan yang perlu untuk mengembangkan bandara udara di setiap pulau yang berpenghuni guna meningkatkan kecepatan aksesibilitas dan mobilitas masyarakat.

4.2. Proyeksi Penyediaan Energi

Dari hasil proyeksi permintaan energi kemudian dialokasikan jenis bahan bakar yang optimal untuk masing-masing mode transportasi dengan Model MARKAL. Hasil proyeksi penyediaan energi untuk skenario dasar dan skenario MP3EI komposisi pangsa per jenis energi akhirnya serupa hanya total

penyediaannya berbeda. Perbandingan proyeksi penyediaan energi untuk sektor transportasi ditunjukkan pada Gambar 6.

Penyediaan energi diperkirakan akan tumbuh dari 259 juta SBM pada tahun 2010 menjadi 1027 juta SBM (skenario dasar) dan 1532 juta SBM (skenario MP3EI) pada tahun 2030. Penyediaan energi yang paling dominan adalah penggunaan bensin selama kurun waktu 2010-2030. Penggunaan minyak solar/diesel pada tahun 2010 masih menempati pangsa terbesar kedua, namun pangsa terbesar kedua akan digantikan oleh penggunaan avtur/avgas dan biodiesel. Bahan bakar nabati (BBN), terutama biodiesel, diperkirakan akan meningkat peranannya untuk jangka panjang.



Gambar 6. Perbandingan Proyeksi Penyediaan Energi Sektor Transportasi

Pertumbuhan terbesar adalah penggunaan BBG dengan laju pertumbuhan 26,2% per tahun (skenario dasar) dan 29,4% per tahun (skenario MP3EI). Pertumbuhan terbesar kedua adalah penggunaan bioethanol dengan pertumbuhan 19,5% per tahun (skenario dasar) dan 20,4% per tahun (skenario MP3EI) yang mulai berperan tahun 2015. Avtur/avgas berada di posisi berikutnya dengan pertumbuhan 13,2% per tahun (skenario dasar) dan 16,3% per tahun (skenario MP3EI). Sedangkan minyak bakar diperkirakan akan mengikuti perkembangan historis yang terus mengalami penurunan.

5. Kesimpulan dan Saran

Berdasarkan data historis, hasil model dan pembahas pada bab-bab sebelumnya maka



dapat diambil beberapa kesimpulan dan saran sebagai berikut.

5.1. Kesimpulan

Konsumsi energi di sektor transportasi untuk kurun waktu 2000-2010 meningkat dari 139 juta SBM pada tahun 2000 menjadi 256 juta SBM pada tahun 2010 atau meningkat dengan laju pertumbuhan rata-rata 6,2% per tahun. Dengan menggunakan Model BPPT-MEDI maka permintaan energi di sektor transportasi untuk skenario dasar diperkirakan akan meningkat dari 256 juta SBM pada tahun 2010 menjadi 963 juta SBM pada tahun 2030, atau meningkat rata-rata 6,9% per tahun. Sedangkan untuk skenario MP3EI pada tahun 2030 menjadi 1430 juta SBM atau rata-rata meningkat rata-rata 9,0% per tahun.

Berdasarkan prakiraan permintaan energi maka transportasi darat merupakan moda transportasi yang paling besar menggunakan energi, diikuti oleh transportasi udara. Transportasi udara bagi negara kepulauan, seperti Indonesia, akan menjadi sangat penting peranannya di masa depan guna meningkatkan kecepatan aksesibilitas dan mobilitas masyarakat.

Penyediaan energi diperkirakan akan tumbuh dari 259 juta SBM pada tahun 2010 menjadi 1027 juta SBM (skenario dasar) dan 1532 juta SBM (skenario MP3EI) pada tahun 2030. Penyediaan energi yang paling dominan adalah penggunaan bensin selama kurun waktu 2010-2030. Penggunaan minyak solar/diesel dan avtur/avgas juga masih mendominasi. Untuk jangka panjang peranan BBN, terutama biodiesel, akan meningkat secara pesat.

5.2. Saran

Transportasi darat masih terus mendominasi kebutuhan energi di sektor transportasi untuk jangka panjang. Oleh karena itu transportasi darat perlu mendapat perhatian serius dalam program efisiensi penggunaan energi untuk jangka panjang. Berbagai model dapat dikembangkan untuk menganalisis

dampak program efisiensi terhadap perbaikan lingkungan hidup. Program efisiensi dapat dicapai melalui penggunaan teknologi yang lebih efisien dan substitusi penggunaan bahan bakar. Hal-hal tersebut perlu dibahas lebih lanjut dalam studi yang komprehensif.

Daftar Pustaka

- [1] CDIEMR, 2011, *Handbook of Energy and Economic Statistics of Indonesia 2011*, Center for Data and Information on Energy and Mineral Resources, Ministry of Energy and Mineral Resources, Jakarta.
- [2] IAEA, 2006, *Model for Analysis of Energy Demand (MAED-2)*, Computer Manual Series No. 18, International Atomic Energy Agency, Vienna.
- [3] Permana, A.D., Sugiyono, A., Boedoyo, M.S., dan Oktaufik, M.A.M. (Editor), 2011, *Outlook Energi Indonesia 2011*, Badan Pengkajian dan Penerapan Teknologi, Jakarta.
- [4] BPS, 2011, *Statistik Indonesia 2011*, Badan Pusat Statistik, Jakarta.

