

PENGEMBANGAN TRANSPORTASI PERKOTAAN YANG RENDAH KARBON: PERBANDINGAN KASUS KOTA JAKARTA, YOGYAKARTA DAN SEMARANG

Agus Sugiyono ^a, M.S. Boedoyo ^b, M. Muchlis ^c, Erwin Siregar ^d, dan Suryani ^e

^{a,b,c,d,e} Peneliti Pada Pusat Teknologi Pengembangan Sumberdaya Energi
Deputi Bidang Teknologi Informasi, Energi dan Material - BPPT
Gedung II BPPT, Lt. 20, Jalan MH. Thamrin No 8, Jakarta

E-mail : ^a agussugiyono@yahoo.com

^b boedoyo@yahoo.com

^c mmuchlis@gmail.com

^d erwin_rageris@yahoo.co.id

^e suryanidaulay@ymail.com

Abstrak

Kendaraan bermotor merupakan sarana transportasi yang paling dominan di perkotaan Indonesia. Penggunaan bahan bakar untuk kendaran bermotor yang berbasis fosil akan menghasilkan emisi GRK. Perubahan moda transportasi merupakan salah satu opsi yang digunakan dalam penelitian ini untuk menurunkan emisi GRK. Aktivitas kendaraan bermotor erat kaitannya dengan jumlah kendaran. Jumlah kendaraan Kota Jakarta pada tahun 2009 mencapai 10,5 juta unit, Semarang 167 ribu unit dan Yogyakarta 344 ribu unit. Ketiga kota tersebut pangsa terbesar jumlah kendaraan adalah sepeda motor. Dengan pengalihan moda dari penggunaan kendaraan pribadi atau sepeda motor ke angkutan umum masal bus, maka besar energi yang digunakan bisa dikurangi yang akhirnya akan mengurangi emisi GRK. Kota Jakarta merupakan kota yang besar potensinya untuk melakukan pengalihan moda. Sedangkan Kota Semarang dan Yogyakarta potensinya cukup moderat. Penurunan emisi GRK ini mengindikasikan bahwa dapat direncanakan sistem transportasi perkotaan yang rendah karbon.

Kata kunci : sektor transportasi, masyarakat rendah karbon

Abstract

Motor vehicles are the most dominant urban transport in Indonesia. Utilization of fossil fuel for motor vehicles will emit GHG emissions. Transport mode change is one of the options used in this research to reduce GHG emissions. Activities of motor vehicles are closely related to the number of vehicles. The number of vehicles of Jakarta city in 2009 reached 10.5 million units, Semarang reached 167 thousand units and Yogyakarta reached 344 thousand units. The largest share of the number of vehicles in these three cities are motorcycles. With the transport mode change of use of personal vehicles or motorcycles to the mass transport using public bus, then the energy used can be reduced which will ultimately reduce GHG emissions. Jakarta city is a city of great potential to change the transport mode. While the city of Semarang and Yogyakarta potential is quite moderate. GHG emission reductions indicating that low carbon urban transport system can be planned.

Keywords: transport sector, low carbon society

Diterima (*received*) : 23 Mei 2011, Direvisi (*reviewed*) : 22 Juni 2011,
Disetujui (*accepted*) : 21 Juli 2011

PENDAHULUAN

Masyarakat rendah karbon (*low-carbon society*) adalah masyarakat yang mempunyai komitmen secara berkelanjutan untuk menurunkan emisi gas rumah kaca (GRK) dari aktivitas sehari-hari. Dengan mengubah perilaku yang lebih banyak menggunakan energi terbarukan yang ramah lingkungan serta melakukan efisiensi maka dapat dihindari proses perubahan iklim yang merugikan masyarakat dunia. Salah satu aktivitas masyarakat yang banyak menggunakan energi adalah sektor transportasi, khususnya penggunaan kendaraan bermotor.

Kendaraan bermotor merupakan sarana transportasi yang paling dominan di perkotaan Indonesia. Perkembangan jumlah kendaraan bermotor secara langsung memberikan gambaran mengenai kondisi sektor transportasi. Jumlah kendaraan bermotor yang cenderung meningkat merupakan indikator semakin tingginya kebutuhan masyarakat terhadap sarana transportasi.

Pertumbuhan kendaraan bermotor akan meningkatkan penggunaan bahan bakar yang berupa bensin dan solar (termasuk biosolar). Penggunaan bahan bakar berbasis fosil akan menghasilkan emisi GRK. Ada empat faktor utama yang berperan dalam peningkatan emisi GRK, yaitu:

- jarak tempuh atau aktivitas perjalanan kendaraan bermotor
- intensitas energi kendaraan bermotor
- Moda transportasi yang digunakan, dan
- Kandungan karbon bahan bakar.

Tiga faktor pertama berkaitan dengan efisiensi energi yang dapat dikurangi melalui perbaikan teknologi maupun manajemen sistem transportasi. Sedangkan faktor terakhir dapat dikurangi dengan melakukan substitusi bahan bakar yang lebih ramah lingkungan.

Dalam penelitian ini hanya membahas satu aspek, yaitu perubahan moda transportasi yang akan digunakan sebagai opsi untuk menurunkan emisi GRK. Hasil penelitian ini dalam makalah merupakan sebagian dari hasil penelitian yang didanai oleh Kementerian Negara Riset dan Teknologi melalui Program Insentif Peningkatan Kemampuan Peneliti dan Perekrayasa tahun 2011. Emisi GRK yang dipertimbangan adalah emisi CO₂ dan difokuskan untuk kendaraan bermotor di tiga kota besar di Indonesia, yaitu Kota Jakarta, Semarang dan Yogyakarta.

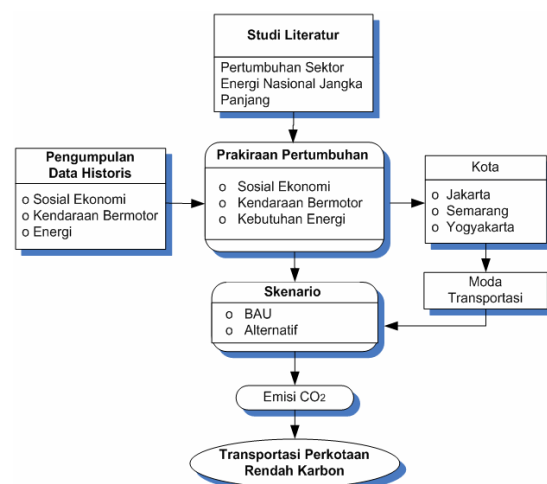
BAHAN DAN METODE

Penelitian ini dilakukan melalui beberapa tahapan. Pertama, berdasarkan studi literatur dipelajari permasalahan dalam pengembangan sektor transportasi, khususnya kendaraan bermotor. Kedua, mengumpulkan data sekunder mengenai kendaraan bermotor, perkembangan sosial ekonomi, teknologi transportasi, serta keterkaitannya dengan lingkungan hidup untuk ketiga kota yang menjadi obyek penelitian. Ketiga, berdasarkan studi literatur dan data sekunder dibuat prakiraan pertumbuhan sosial ekonomi, pertumbuhan kendaraan bermotor, dan dihitung kebutuhan bahan bakar untuk jangka panjang. Data historis yang dikumpulkan mulai tahun 2005-2009 dan tahun prakiraan adalah 2010-2030.

Untuk mengetahui prospek pengurangan emisi CO₂ maka dibuat dua skenario, yaitu:

- skenario dasar (BAU - *business as usual*) yang merepresentasikan pertumbuhan sesuai dengan kondisi saat ini
- skenario alternatif (ALT) yang menyatakan terjadinya perubahan moda transportasi dengan menggunakan angkutan massal bus.

Tahap terakhir adalah menghitung emisi CO₂ dan membuat rekomendasi tentang prospek pengembangan transportasi perkotaan yang rendah karbon. Tahapan penelitian ditampilkan pada Gambar 1.



Gambar 1.
Tahapan Penelitian

HASIL DAN PEMBAHASAN

Secara garis besar hasil penelitian akan merangkum mulai kondisi sosial ekonomi perkotaan hingga analisis mengenai

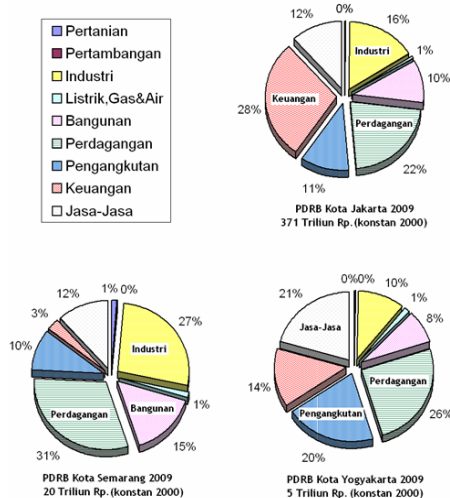
pengembangan transportasi untuk jangka panjang.

Kondisi Sosial Ekonomi Perkotaan

Seperti telah disebutkan sebelumnya, perkotaan yang dianalisis adalah Kota Jakarta, Semarang dan Yogyakarta. Ketiga kota tersebut mempunyai karakteristik sosial ekonomi yang berbeda. Kota Jakarta mempunyai PDRB pada tahun 2009 sebesar 371 triliun Rupiah (konstan 2000) dan tumbuh rata-rata 5,9% per tahun (2005-2009). Sektor keuangan merupakan sektor yang paling dominanumbangannya diikuti oleh sektor perdagangan dan industri. Jumlah penduduk pada tahun 2009 mencapai 9,2 juta jiwa dengan pertumbuhan rata-rata sebesar 1,1% per tahun.

Kota Semarang mempunyai pertumbuhan PDRB yang sedikit lebih rendah dari Kota Jakarta yaitu 5,7% per tahun. Pada tahun 2009 PDRB kota ini mencapai 20 triliun Rupiah (konstan 2000). Penyumbang PDRB terbesar adalah sektor perdagangan diikuti oleh sektor industri dan bangunan. Jumlah penduduk mencapai 1,5 juta jiwa dengan pertumbuhan sekitar 1,5% per tahun.

PDRB Kota Yogyakarta tahun 2009 mencapai 5,2 triliun Rupiah (konstan 2000) dengan pertumbuhan hanya 4,5% per tahun yang lebih rendah dari kota lainnya. Sektor perdagangan, jasa dan perhubungan merupakan sektor yang paling dominan dalam menyumbang PDRB. Jumlah penduduk hanya 388 ribu jiwa dan saat ini sudah mulai terjadi penurunan jumlah penduduk. Perbandingan PDRB untuk ketiga kota tersebut ditunjukkan pada Gambar 2.



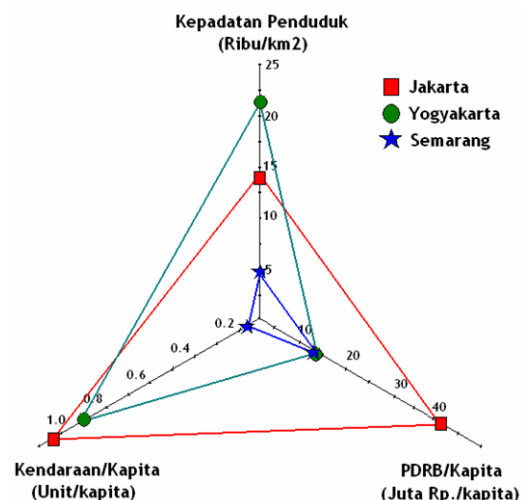
Gambar 2. Perbandingan PDRB Kota Jakarta, Semarang dan Yogyakarta

Sektor Transportasi Perkotaan

Kota Jakarta, Semarang dan Yogyakarta masing-masing mempunyai permasalahan sektor transportasi yang hampir sama. Jumlah kendaraan di Kota Jakarta pada tahun 2009 mencapai 10,5 juta unit dan yang terbanyak adalah sepeda motor (72%) diikuti oleh mobil penumpang (20%). Untuk angkutan masal masih sangat sedikit dan hanya mempunyai pangsa 3%. Sejak tahun 2004, Kota Jakarta telah mempunyai transportasi umum masal *busway* yang dikenal dengan Trans Jakarta. Layanan ini menggunakan bus AC dengan halte berada di jalur khusus.

Kota Semarang mempunyai jumlah kendaraan bermotor mencapai 167 ribu unit dengan pangsa terbesar adalah sepeda motor (59%) dan mobil penumpang (23%). Sama halnya dengan Kota Jakarta, angkutan masal masih sangat sedikit. Pada tahun 2009 mulai beroperasi *Bus Rapid Transit* (BRT) sebagai moda angkutan masal meskipun tidak menggunakan jalur khusus seperti *busway* di Jakarta.

Kota Yogyakarta hampir sama kondisinya dengan kedua kota sebelumnya. Pada tahun 2009 jumlah kendaraan mencapai 344 ribu dengan pangsa terbesar adalah sepeda motor (84%) diikuti oleh mobil penumpang (10%). Dibanding kota lain, Kota Yogyakarta relatif lebih baik dari sisi angkutan umum karena semua angkutan umum sudah menggunakan bus dan tidak dikenal angkot dengan mikrobus. Sejak Maret 2008, sudah beropersi sistem transportasi masal *busway* yang diberi nama Trans Jogja. Trans Jogja merupakan bus sedang yang melayani berbagai kawasan di dalam kota.

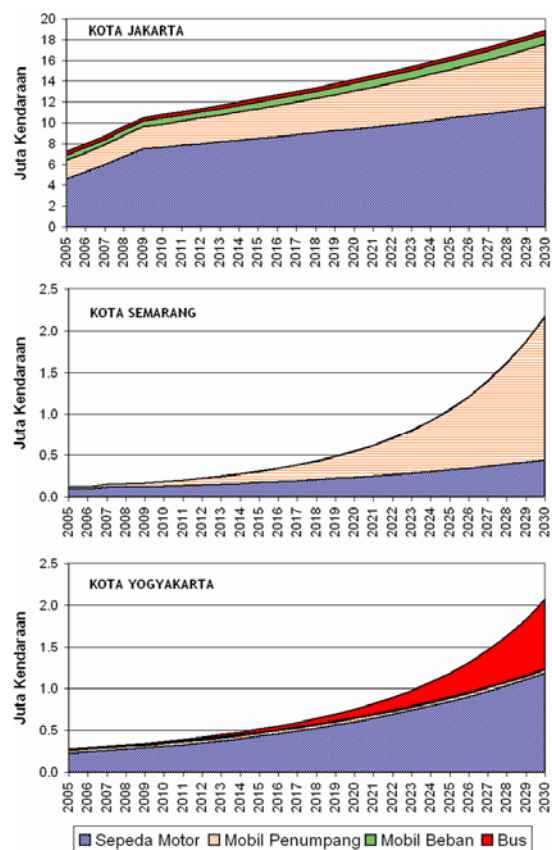


Gambar 3. Perbandingan Indikator Perkotaan

Dari data sosial ekonomi dan transportasi dapat dibuat indikator untuk membandingkan kondisi ketiga kota tersebut. Indikator ini ditunjukkan pada Gambar 3. Kota Jakarta dan Yogyakarta mempunyai kepadatan penduduk dan jumlah kendaraan per kapita yang selevel sehingga dapat dikatakan permasalahan yang terjadi akan serupa. Sedangkan Kota Semarang levelnya masih rendah sehingga dapat dikatakan belum banyak persoalan sistem transportasi di kota Semarang.

Prakiraan Pertumbuhan Kendaraan Bermotor

Pertumbuhan jumlah kendaraan untuk masing-masing kota ditunjukkan pada Gambar 5. Pertumbuhan untuk masing-masing jenis kendaraan diasumsikan mengikuti *trend* sesuai data historis. Pertumbuhan sepeda motor di Kota Jakarta akan mengalami stagnasi karena mulai tahun 2020 setiap orang sudah mempunyai satu sepeda motor. Dengan kondisi ini maka yang terlihat masih terus mengalami pertumbuhan adalah mobil penumpang sebesar 5,1% per tahun.



Catatan: Tahun 2005-2009 data historis

Gambar 4.
Prakiraan Pertumbuhan Kendaraan Bermotor

Di Kota Semarang pertumbuhan mobil penumpang dan sepeda motor diperkirakan akan meningkat sebesar 18,7% dan 6,5% per tahun. Lain dengan Kota Yogyakarta, sepeda motor dan bus merupakan moda transportasi yang paling besar pertumbuhannya, yaitu masing-masing 7% dan 23% per tahun. Bus paling besar pertumbuhannya di Yogyakarta karena sesuai dengan data historis yang sudah banyak menggunakan bus sebagai sistem transportasi masal.

Transportasi Rendah Karbon

Pengembangan transportasi rendah karbon dapat dilakukan melalui pengembangan angkutan umum masal, karena dengan menggunakan angkutan masal maka tingkat konsumsi energi per penumpang akan semakin kecil. Angkutan masal ini diharapkan dapat menciptakan adanya perpindahan penggunaan dari mobil pribadi dan sepeda motor ke angkutan masal. Kondisi tersebut dapat dicapai jika operasi angkutan umum masal berjalan sesuai dengan standar pelayanan yang baik, yaitu aman, nyaman dan dapat diandalkan. Keandalan dapat diindikasikan dari adanya jadwal yang konsisten dan tepat waktu. Pelayanan diharapkan dapat menjangkau pusat perekonomian dan dapat terpadu dengan angkutan umum lainnya melalui sistem pengumpan.

Sebelum menghitung emisi, perlu diketahui penggunaan bahan bakar untuk setiap jenis kendaraan. Bahan bakar yang dipertimbangkan adalah bensin dan solar. Bensin meliputi premium, pertamax, dan pertamax plus yang diagregatkan. Sedangkan bahan bakar nabati (BBN) seperti biopremium dan biosolar serta bahan bakar gas (BBG) tidak dipertimbangkan karena pangsaanya masih sangat kecil. Penggunaan bahan bakar dihitung berdasarkan intensitas penggunaan energi untuk setiap jenis kendaraan dan jarak tempuhnya. Hasil perhitungan perlu dikalibrasi dengan data penggunaan bahan bakar di sektor transportasi untuk setiap kota yang dikeluarkan oleh Direktorat Jenderal Minyak dan Gas Bumi. Prosedur perhitungan secara lengkap dijelaskan di ITB (2001).

Pada Tabel 1 ditunjukkan proyeksi penggunaan energi di setiap kota. Kota Jakarta untuk jangka panjang tidak terlalu pesat pertumbuhan penggunaan bahan bakarnya (4% per tahun) karena saat ini sudah relatif jenuh pertumbuhan kendaraan bermotornya. Sedangkan Kota Semarang dan Yogyakarta masih cukup pesat pertumbuhan

bahan bakarnya yang mencapai masing-masing 17% dan 12% per tahun.

Perhitungan emisi CO₂ dihitung menggunakan koefisien emisi seperti

ditunjukkan pada Tabel 2. Emisi dihitung untuk skenario BAU dan skenario ALT.

Tabel 1.
Proyeksi Penggunaan Energi Kendaraan Bermotor (Juta kl)

Kota	Bahan Bakar	2010	2015	2020	2025	2030
Jakarta	Bensin	1.80	2.17	2.63	3.20	3.91
	Solar	0.79	0.92	1.07	1.26	1.48
	Total	2.59	3.09	3.70	4.46	5.39
Semarang	Bensin	0.33	0.70	1.54	3.49	8.05
	Solar	0.19	0.40	0.88	2.01	4.66
	Total	0.52	1.10	2.42	5.50	12.71
Yogyakarta	Bensin	0.42	0.60	0.93	1.70	3.62
	Solar	0.11	0.15	0.28	0.62	1.62
	Total	0.53	0.75	1.21	2.32	5.24

Tabel 2.
Koefisien Emisi Bahan Bakar

Bahan Bakar	t CO ₂ /kl
Bensin	2.18
Solar	2.70

Pada Tabel 3 ditunjukkan emisi CO₂ serta pengurangannya bila melakukan perpindahan moda. Untuk setiap kota perpindahan moda yang dapat dilakukan bisa bervariasi. Kota Jakarta diasumsikan berpindah moda dari penggunaan mobil penumpang ke bus. Mobil penumpang diasumsikan mengangkut 4 orang sedangkan

bus dapat mengangkut 32 orang. Sehingga dapat dikatakan setiap penambahan satu bus akan mengurangi jumlah mobil sebanyak 4 unit. Pada skenario BAU pertumbuhan bus sebesar 0,4% per tahun dan meningkat menjadi 5% per tahun pada skenario ALT. Perubahan moda ini dapat mengurangi emisi CO₂ sampai 33% pada tahun 2030.

Kota Semarang disimulasikan berpindah moda seperti di Kota Jakarta. Jumlah bus di Semarang saat masih sedikit sehingga perubahan pertumbuhan bus dari sebesar 2,5% (skenario BAU) menjadi 20% (skenario ALT) tidak cukup besar mengurangi emisi. Pada tahun 2030 dengan perpindahan moda hanya dapat mengurangi emisi sebesar 5%.

Tabel 3.
Emisi CO₂ dari Kendaraan Bermotor (Juta ton CO₂)

Kota	Skenario	2010	2015	2020	2025	2030
Jakarta	BAU	6.07	7.21	8.62	10.37	12.54
	ALT	6.07	6.54	7.07	7.68	8.39
	%	0.00	9.37	18.00	25.89	33.07
Semarang	BAU	1.22	2.59	5.75	13.06	30.15
	ALT	1.22	2.53	5.52	12.42	28.47
	%	0.00	2.38	3.89	4.87	5.54
Yogyakarta	BAU	1.23	1.72	2.78	5.38	12.26
	ALT	1.23	1.71	2.75	5.24	11.73
	%	0.00	0.45	1.29	2.66	4.31

Sedangkan kota Yogyakarta perpindahan moda dapat dilakukan dari

penggunaan sepeda motor ke bus. Hanya dengan mengubah pertumbuhan bus sedikit

saja sudah cukup besar untuk mengurangi jumlah sepeda motor. Di sini diasumsikan satu unit bus dapat mengganti 32 unit sepeda motor. Emisi yang dapat dikurangi pada tahun 2030 mencapai 4%.

SIMPULAN DAN SARANAN

- Pengalihan moda transportasi dapat digunakan untuk lebih mengefisienkan penggunaan energi yang pada akhirnya dapat mengurangi emisi CO₂. Kota Jakarta merupakan kota yang besar potensinya untuk melakukan pengalihan moda. Sedangkan Kota Semarang dan Yogyakarta potensinya cukup moderat.
- Pengalihan moda ke transportasi umum masal banyak menghadapi kendala. Kondisi ini disebabkan adanya dampak lanjutan dengan dikembangkannya transportasi masal, terutama pada angkutan umum eksisting yang trayeknya bersinggungan baik sebagian maupun seluruhnya dengan koridor angkutan umum masal tersebut. Oleh karena itu perlu dipertimbangkan secara menyeluruh dampak sosial ekonominya lebih lanjut.
- Untuk mewujudkan sistem transportasi yang rendah karbon selain perubahan moda masih banyak alternatif yang bisa dijalankan. Substitusi bahan bahan dari penggunaan BBM ke BBG juga menjadi alternatif yang saat ini sudah mulai disosialisasikan. Dengan kombinasi berbagai alternatif efisiensi maka akan dapat diperoleh pengurangan emisi CO₂ yang optimal.

DAFTAR PUSTAKA

1., *Jakarta Dalam Angka 2010*, BPS, Jakarta, 2010
2., *Kota Semarang dalam Angka 2009*, Semarang, 2009.
3., *Kota Yogyakarta dalam Angka 2009*, BPS Kota Yogyakarta, 2009.
4., *Study on the Assessment of Fuel Consumption in Indonesia on 2002*, Final Report, Institut Teknologi Bandung, 2001.

RIWAYAT PENULIS

Agus Sugiyono, lulusan S1 Teknik Elektro dari ITB pada tahun 1988 dan S2 *Industrial Administration* dari Science University of

Tokyo, Jepang pada tahun 1995. Sejak tahun 1989 sampai sekarang bekerja di Bidang Perencanaan Energi, BPPT dengan jabatan fungsional saat ini adalah Peneliti Madya Bidang Teknik Interdisiplin. Pada tahun 2010 menjadi editor dari buku *Outlook Energi Indonesia 2010* yang diterbitkan oleh Pusat Teknolgi Pengembangan Sumberdaya Energi, BPPT.

M.S. Boedoyo, lulusan S1 pada Fakultas Teknik Mesin, Institut Teknologi 10 Nopember Surabaya pada tahun 1979, dan S2 pada Bidang Enjinereng Ekonomik, Fakultas Teknik, Waseda University, Jepang. Sejak tahun 1980 bekerja di BPPT dan aktif melaksanakan penelitian dalam bidang perencanaan energi. Jabatan fungsional saat ini adalah Peneliti Utama dan memperoleh gelar Profesor Riset pada tahun 2007. Pada tahun 2010 menjadi editor dari buku *Outlook Energi Indonesia 2010* yang diterbitkan oleh Pusat Teknolgi Pengembangan Sumberdaya Energi, BPPT.

M. Muchlis, lulusan Fakultas Teknik Elektro Universitas Indonesia pada tahun 1982. Sejak tahun 1983 sampai sekarang aktif melakukan penelitian bidang perencanaan energi dengan menggunakan model MARKAL. Jabatan fungsional saat ini adalah Perekayasa Madya. Pada Tahun 2007-2008 aktif dalam kerjasama penelitian BPPT-PLN untuk membuat *Long Term Electricity Generation Strategies for Jawa-Bali Electricity System*. Pada tahun 2011 menjadi anggota tim audit pembangkit tenaga listrik kerjasama antara BPPT dan PLN.

Erwin Siregar, lulusan Fakultas Teknik Industri Institut Teknologi Bandung pada tahun 1985. Sejak 1987 sampai sekarang aktif melakukan penelitian di Bidang Perencanaan Energi BPPT. Jabatan fungsional saat ini adalah Perekayasa Madya. Pada tahun 2009 dan 2010 turut serta dalam penyusunan buku *Outlook Energi Indonesia 2009* dan *Outlook Energi Indonesia 2010*.

Suryani, lulusan Fakultas Biologi Universitas Nasional pada tahun 2008. Sejak tahun 2010 sampai sekarang sebagai staf bidang Perencanaan Energi, BPPT. Pada tahun 2011 mengikuti kegiatan Insentif Riset dari Kementerian Riset dan Teknologi dalam bidang optimasi penggunaan energi di sektor transportasi serta aktif juga dalam kegiatan sistem integrasi pangan dan energi.