

Peran Sumber Energi Terbarukan dalam Penyediaan Energi Listrik dan Penurunan Emisi CO₂ di Provinsi Daerah Istimewa Yogyakarta

(The Role of Renewable Energy Sources in Electrical Energy Supply and CO₂ Emission Reduction in Yogyakarta Province)

RAHMAT ADIPRASETYA AL HASIBI

ABSTRACT

Electrical energy modelling involving renewable energy was produce using LEAP software. The model is based on electrical energy demand, renewable energy potential, and development planning in Yogyakarta Province. Renewable energy sources that have been simulated in this model are solar energy, wind energy, and micro hydro energy. The model describes the role of renewable energy in producing electrical energy to supply electrical energy demand in Yogyakarta Province. Furthermore, the role of renewable energy in CO₂ emission reduction has also been simulated by the model. By optimal development, renewable energy gives 11,86 % share of electrcitiy demand and reduce CO₂ emission by 11,62%.

Keywords: energy model, renewable energy, CO₂ emission, LEAP software

PENDAHULUAN

Meningkatnya kebutuhan energi dan semakin tingginya perhatian publik terhadap perlindungan lingkungan mengarahkan pada pembangkitan energi listrik dengan *green technology*. Teknologi *photovoltaic* (PV) merupakan teknologi yang dapat langsung digunakan untuk mengubah energi matahari langsung menjadi energi listrik. Teknologi PV memiliki emisi CO₂ yang rendah dan struktur modular yang fleksibel (Moorthy et al, 2008). Teknologi pembangkitan energi listrik lainnya dengan emisi CO₂ yang rendah adalah teknologi *micro hydro* dan teknologi turbin angin. Emisi CO₂ yang dihasilkan dari kedua teknologi ini adalah 15×10^{-6} tCO₂/kWh dan 21×10^{-6} tCO₂/kWh (Lenzen, 2008).

Provinsi Daerah Istimewa Yogyakarta (DIY) merupakan provinsi tanpa sumber energi listrik dengan sistem pembangkit listrik konvensional. Di Provinsi DIY tidak ada pembangkit listrik skala kecil, menengah dan besar yang digunakan untuk penyediaan kebutuhan energi listrik. Kebutuhan energi listrik di DIY disuplai dari luar provinsi, yaitu dari pembangkit-pembangkit listrik yang berada di Jawa Tengah,

Jawa Barat dan Jawa Timur melalui sistem interkoneksi Jawa-Madura-Bali (JAMALI).

Di lain pihak, Provinsi DIY memiliki potensi sumber-sumber energi terbarukan yang dapat dioptimalkan dalam penyediaan energi listrik. Potensi-potensi sumber energi terbarukan yang ada di Provinsi DIY antara lain adalah radiasi matahari, energi angin, dan *Micro Hydro Power Plant* (MHPP). Potensi radiasi matahari di Provinsi DIY adalah 4,8 kWh/m²/hari. Kecepatan angin yang ada di sepanjang pantai Provinsi DIY adalah 4 s.d. 5 m/detik. Potensi keseluruhan MHPP yang ada di Provinsi DIY adalah 1.188,6 kw (Anonimus, 2008).

Sebuah model skenario pengembangan energi terbarukan sebagai penyediaan energi listrik dikembangkan dalam studi ini dengan menggunakan perangkat lunak *Long-range Energy Alternative Planning* (LEAP). Dengan menggunakan LEAP, potensi energi terbarukan yang ada disimulasikan sebagai energi primer yang digunakan dalam pembangkitan energi listrik di Provinsi DIY. Kontribusi energi terbarukan dalam penyediaan energi listrik dan perannya dalam menekan pertumbuhan emisi CO₂ dijabarkan secara detail dari hasil simulasi LEAP.

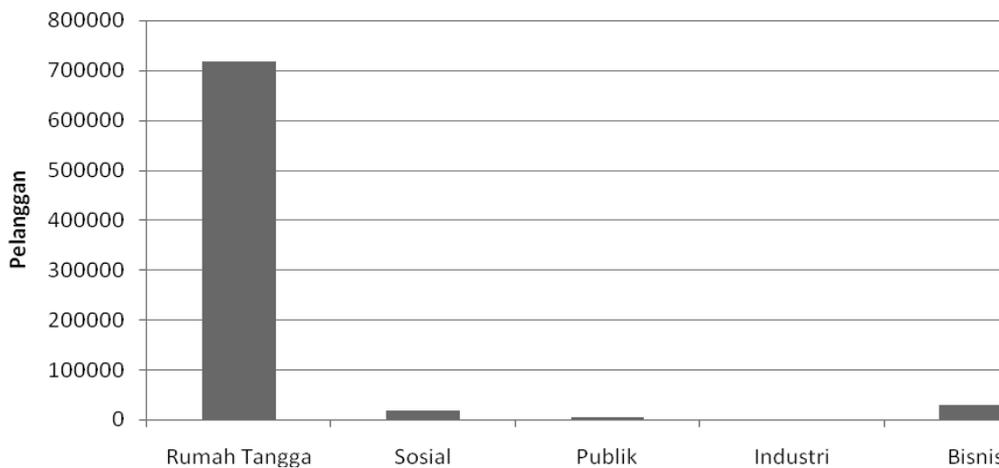
PROFIL PENGGUNAAN ENERGI LISTRIK

Berdasarkan data yang diperoleh dari statistik PLN tahun 2008, jumlah pelanggan listrik berdasarkan kelompok pelanggan dapat dilihat pada Gambar 1. Dari Gambar 1 terlihat bahwa pelanggan listrik di Provinsi DIY sangat didominasi oleh pelanggan dari kelompok rumah tangga, yaitu sebanyak 717.270 pelanggan. Pelanggan dari kelompok bisnis dan sosial berturut-turut adalah sebanyak 28.844 dan 18.941 pelanggan. Sektor publik memiliki jumlah pelanggan sebanyak 4.778. Kelompok pelanggan industri merupakan kelompok pelanggan dengan jumlah pelanggan paling sedikit, yaitu sebanyak 460 pelanggan (Anonimus, 2009).

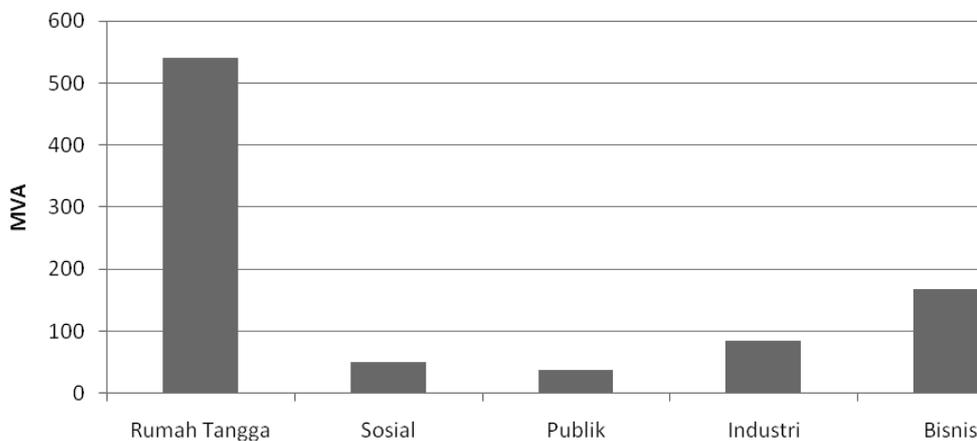
Jumlah kelurahan daya tersambung di Provinsi DIY tahun 2008 adalah sebesar 882,48 MVA. Daya tersambung untuk masing-masing

kelompok pelanggan diperlihatkan pada Gambar 2. Daya tersambung kelompok rumah tangga adalah sebesar 541,10 MVA, diikuti oleh kelompok bisnis, kelompok industri dan sosial berturut-turut adalah sebesar 167,57 MVA, 85,00 MVA dan 50,80 MVA (Anonimus, 2009).

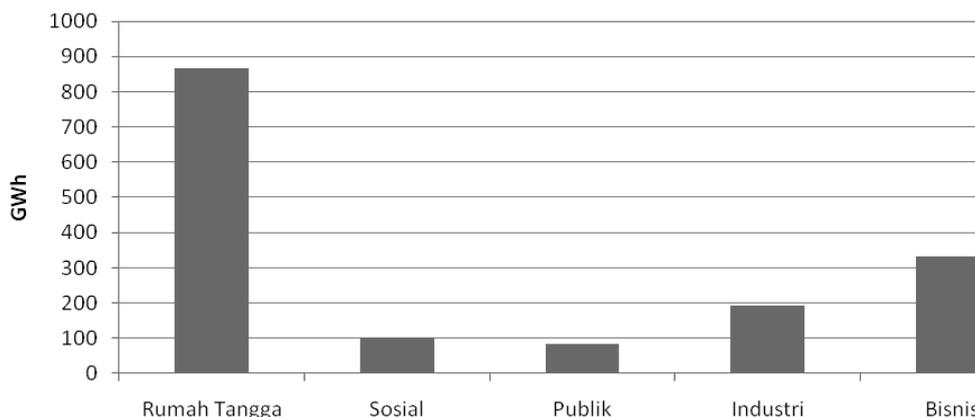
Penggunaan energi listrik untuk setiap kelompok pelanggan diperlihatkan pada Gambar 3. Kelompok rumah tangga merupakan kelompok pelanggan dengan penggunaan energi listrik terbesar di tahun 2008, yaitu sebesar 867,15 GWh. Kelompok bisnis dan industri menggunakan energi listrik pada tahun yang sama berturut-turut sebesar 333,75 GWh dan 193,21 GWh. Kelompok pelanggan sosial hanya menggunakan energi listrik sebesar 100,74 GWh di tahun 2008, sedangkan penggunaan energi listrik sektor publik sebesar 83,61 GWh (Anonimus, 2009).



GAMBAR 1. Jumlah pelanggan listrik berdasarkan kelompok pelanggan di Provinsi DIY tahun 2008



GAMBAR 2. Jumlah daya tersambung berdasarkan kelompok pelanggan di Provinsi DIY tahun 2008



GAMBAR 3. Jumlah energi yang terjual berdasarkan kelompok pelanggan di Provinsi DIY tahun 2008

KEADAAN DEMOGRAFI DAN EKONOMI

Dinamika sektor energi dalam hal *accessibility*, ketersediaan, dan *acceptability* dapat mempengaruhi pertumbuhan ekonomi dan sebaliknya. Sedangkan pertumbuhan ekonomi merupakan penggerak sektor energi yang memiliki tiga komponen penting, yaitu kecenderungan demografi, kapasitas institusional, dan teknologi (Anonimus, 2003).

Dalam studi yang dilakukan, parameter penggerak sektor energi di Provinsi DIY adalah pertumbuhan penduduk. Parameter yang mewakili keadaan demografi adalah jumlah rumah tangga, sedangkan pertumbuhan ekonomi merupakan parameter yang mewakili keadaan perekonomian.

Keadaan Demografi

Berdasarkan data yang dipublikasikan oleh Biro Pusat Statistik (BPS) Provinsi DIY, jumlah penduduk di tahun 2008 adalah sebesar 3.468.502 orang dengan pertumbuhan penduduk sebesar 1,00 %. Pertumbuhan penduduk di tahun 2008 relatif lebih rendah jika dibanding dengan pertumbuhan penduduk di tahun 2007, yaitu sebesar 1,37 %. Jumlah penduduk untuk masing-masing kabupaten dan kota di Provinsi DIY dapat dilihat pada Tabel 1 (Anonimus, 2009).

Untuk menghasilkan model energi listrik yang lebih rinci, penduduk di Provinsi DIY dibagi menjadi 4 kelompok pendapatan untuk daerah pedesaan dan pekotaan. Pembagian kelompok berdasarkan pendapatan ini ditentukan berdasarkan Sensus Ekonomi Nasional (SUSENAS) tahun 2008. Jumlah penduduk di

setiap kelompok pendapatan dapat dilihat pada Tabel 2.

TABEL 1. Jumlah penduduk Provinsi DIY tahun 2008

No.	Kabupaten/Kota	Populasi
1.	Kulonprogo	374.783
2.	Bantul	909.812
3.	Gunungkidul	686.772
4.	Sleman	1.040.220
5.	Yogyakarta	456.915
Total Provinsi DIY		3.468.502

TABEL 2. Jumlah penduduk berdasarkan kelompok pendapatan di Provinsi DIY tahun 2008

Desa		
No.	Kelompok Pendapatan	Jumlah Penduduk
1.	Di bawah garis kemiskinan	183.776
2.	Di bawah 1,5 kali garis kemiskinan	341.064
3.	Menengah	471.061
4.	20% teratas	242.991
Total		1.238.893
Kota		
No.	Kelompok Pendapatan	Jumlah Penduduk
1.	Di bawah garis kemiskinan	211.204
2.	Di bawah 1,5 kali garis kemiskinan	283.954
3.	Menengah	1.290.877
4.	20% teratas	443.575
Total		2.229.609

Dari Tabel 2 terlihat bahwa kelompok pendapatan menengah merupakan kelompok pendapatan dengan jumlah penduduk tertinggi, baik di pedesaan maupun di perkotaan.

Keadaan Ekonomi

Pada tahun 2008, pertumbuhan ekonomi di Provinsi DIY yang diwakili oleh indikator Pertumbuhan Domestik Regional Bruto (PDRB) adalah sebesar 5,02 %. Pertumbuhan di tahun 2008 ini lebih tinggi jika dibanding pertumbuhan di tahun 2007 yang mencapai 4,31 %. Sedangkan berdasarkan harga konstan, nilai PDRB di tahun 2008 mencapai Rp. 19.208.936 juta dengan PDRB perkapita mencapai Rp. 5,54 miliar. Nilai PDRB berdasarkan harga konstan untuk masing-masing sektor pengguna energi listrik dapat dilihat pada Tabel 3 dan Tabel 4.

TABEL 3. Nilai PDRB sektor bisnis Provinsi DIY tahun 2008

No.	Sub-Sektor	PDRB (juta rupiah)
1.	Hotel dan Penginapan	342.329
2.	Perdagangan Besar dan Eceran	1.693.640
3.	Rumah Makan	1.929.414
4.	Jasa Keuangan	1.790.556
5.	Jasa Hiburan	79.678
6.	Jasa Sosial	443.028
Total		6.278.645

TABEL 4. Nilai PDRB sektor industri Provinsi DIY tahun 2008

No.	Sub-Sektor	PDRB (juta rupiah)
1.	Makanan	982.181
2.	Tekstil	525.873
3.	Kayu	342.350
4.	Kertas	141.035
5.	Kimia	121.038
6.	Non-logam	122.219
7.	Permesinan	211.422
8.	Lainnya	195.864
Total		2.641.984

Tabel 3 berisi tentang nilai PDRB untuk sektor bisnis. Di dalam sektor komersial ini terdiri dari 6 sub-sektor. Di dalam struktur PDRB, jasa sosial merupakan bagian dari sektor

bisnis. Total nilai PDRB sektor bisnis di tahun 2008 adalah sebesar Rp. 6.278.645 juta.

Pada Tabel 4 tampak bahwa sektor industri terdiri dari 8 sub-sektor. Total nilai PDRB sektor industri di tahun 2008 adalah sebesar Rp. 2.641.984 juta. Sub-sektor makanan sangat mendominasi struktur sektor industri. Subsektor ini berkontribusi sebesar 37,18% dari total nilai PDRB di sektor industri.

INTENSITAS PENGGUNAAN ENERGI LISTRIK

Penyusunan model energi dengan LEAP menggunakan metode intensitas energi. Intensitas energi merupakan ukuran penggunaan energi terhadap sektor aktivitas. Nilai intensitas energi dihitung berdasarkan konsumsi energi listrik di setiap sektor (sub-sektor) dibagi dengan level aktivitas (Heaps, 2009).

Untuk sektor rumah tangga, level aktivitas diwakili oleh jumlah penduduk. Dengan demikian intensitas energi listrik di sektor rumah tangga merupakan penggunaan energi listrik per kapita per tahun. Untuk sektor bisnis dan sektor industri, level aktivitas diwakili oleh nilai PDRB. Dengan demikian intensitas energi listrik di sektor bisnis dan sektor industri merupakan penggunaan energi listrik per juta rupiah per tahun.

Perhitungan intensitas energi listrik di sektor rumah tangga didasarkan pada hasil SUSENAS tahun 2008. Intensitas energi listrik di sektor industri dihitung berdasarkan hasil Sensus Industri Tahunan tahun 2008, sedangkan intensitas di sektor bisnis dihitung berdasarkan hasil Survey Komersial Nasional yang disesuaikan dengan tingkat penyediaan energi listrik di sektor komersial. Hal ini disebabkan tidak adanya survey di sektor komersial yang dilakukan pada tingkat provinsi. Hasil perhitungan intensitas energi listrik untuk masing-masing sektor dapat dilihat di Tabel 5, Tabel 6, dan Tabel 7.

SPESIFIKASI DAN ASUMSI-ASUMSI MODEL ENERGI

Spesifikasi Model Energi

Model energi yang dianalisis menggunakan tahun dasar 2008 dan tahun akhir simulasi di tahun 2025.

TABEL 5. Intensitas energi listrik sektor rumah tangga tahun 2008

Desa		
No.	Kelompok Pendapatan	Intensitas energi listrik (MWh/kapita/tahun)
1.	Di bawah garis kemiskinan	0,0764
2.	Di bawah 1,5 kali garis kemiskinan	0,1140
3.	Menengah	0,2070
4.	20% teratas	0,2737
Kota		
No.	Kelompok Pendapatan	Intensitas energi listrik (MWh/kapita/tahun)
1.	Di bawah garis kemiskinan	0,1880
2.	Di bawah 1,5 kali garis kemiskinan	0,2133
3.	Menengah	0,2584
4.	20% teratas	0,4877

TABEL 6. Intensitas energi listrik sektor bisnis tahun 2008

No.	Sub-Sektor	Intensitas energi listrik (MWh/juta rupiah/tahun)
1.	Hotel & Penginapan	0,2462
2.	Perdagangan Besar dan Eceran	0,0554
3.	Rumah Makan	0,1268
4.	Jasa Keuangan	0,0135
5.	Jasa Hiburan	0,6219
6.	Jasa Sosial	0,0488

TABEL 7. Intensitas energi listrik sektor industri tahun 2008

No.	Sub-Sektor	Intensitas energi listrik (MWh/juta rupiah/tahun)
1.	Makanan	0,0277
2.	Tekstil	0,2066
3.	Kayu	0,0179
4.	Kertas	0,0219
5.	Kimia	0,0816
6.	Non-logam	0,0734
7.	Permesinan	0,1002
8.	Lainnya	0,0413

Penentuan dasar didasarkan pada ketersediaan data penggerak sektor energi, yaitu data tentang demografi dan ekonomi di Provinsi DIY, sedangkan tahun akhir simulasi ditentukan berdasarkan Kebijakan Energi Nasional (KEN) yang menetapkan akhir tahun simulasi adalah tahun 2025.

Proyeksi penggunaan energi listrik dibagi berdasarkan sektor-sektor pengguna energi listrik yang terdiri dari 3 sektor, yaitu rumah tangga, bisnis, dan industri. Sektor sosial dan sektor publik dimasukkan sebagai sub-sektor di dalam sektor bisnis. Hal ini merupakan penyesuaian struktur PDRB terhadap struktur penyediaan energi listrik dari Perusahaan Listrik Negara (PLN).

Asumsi-Asumsi Model Energi

Model energi yang disusun terdiri dari dua buah skenario, yaitu skenario *Business as Usual* (BAU) dan skenario Diversifikasi (DIV). Skenario BAU merupakan skenario yang didasarkan pada keadaan yang berlaku di tahun dasar simulasi dari segi pola konsumsi serta kebijakan-kebijakan pemerintah yang berkaitan dengan sektor energi. Di dalam skenario DIV, peran energi terbarukan dalam penyediaan energi listrik diikutsertakan dalam model energi.

1. Variabel penggerak

Pertumbuhan penduduk diasumsikan berdasarkan perhitungan yang telah dilakukan oleh Badan Koordinasi Keluarga Berencana Nasional (BKKBN). Pertumbuhan penduduk di Provinsi DIY hasil perhitungan BKKBN dapat dilihat di Tabel 8.

TABEL 8. Asumsi pertumbuhan penduduk di Provinsi DIY

No.	Interval tahun	Pertumbuhan penduduk
1.	2010-2015	0,81%
2.	2015-2020	0,63%
3.	2020-2025	0,44%

Pertumbuhan PDRB di akhir tahun simulasi sebesar 6 %. Pertumbuhan PDRB ini didasarkan pada skenario optimis di dalam Rencana Umum Ketenagalistrikan Daerah (RUKD) tahun 2003.

Selain paramater penggerak yang berupa pertumbuhan penduduk dan PDRB, rasio elektrifikasi juga merupakan parameter penggerak yang sangat menentukan konsumsi energi listrik. Rasio elektrifikasi diasumsikan mencapai 100 % di tahun 2020 sesuai dengan target PLN.

2. Kontribusi energi terbarukan

Skenario pengembangan energi terbarukan diutamakan pada potensi MHPP, energi angin, dan energi radiasi matahari. Berdasarkan *roadmap* di dalam Rencana Umum Energi Daerah (RUED) Provinsi DIY, pengembangan MHPP akan dimulai pada tahun 2010 secara bertahap dengan target maksimal seluruh potensi yang ada dapat digunakan sebagai MHPP.

Potensi energi angin yang potensial untuk dikembangkan adalah potensi energi angin yang terdapat di sepanjang pantai selatan. Potensi energi angin di sepanjang pantai selatan adalah sampai dengan 10 MW dan khusus di pantai Sundak, Srandakan, Baron, dan Samas potensi energi angin dapat mencapai 10 MW – 100 MW (Anonimus, 2009).

Pengembangan energi radiasi matahari sebagai penyedia energi listrik diarahkan sebagai *solar home system* (SHS). Penggunaan SHS ditujukan untuk keluarga dengan kelompok pendapatan menengah dan 20 % teratas. Target penggunaan SHS yang ada di dalam RUED di tahun 2010 adalah sebesar 30 % dari pelanggan R2 dan R3 atau sebesar 11,50 MW. Pertumbuhan kapasitas SHS ditargetkan setara dengan pertumbuhan penduduk untuk kedua kelompok pendapatan tersebut, yaitu sebesar 0,69 % di antara tahun 2010 - 2025 (Anonimus, 2009).

3. Emisi CO₂

Emisi CO₂ yang dihasilkan dari implementasi energi terbarukan sebagai penyedia energi listrik dapat dilihat pada Tabel 9 (Lenzen, 2008). Emisi CO₂ ini merupakan emisi *life cycle* dari setiap teknologi energi terbarukan sebagai pembangkit listrik.

Faktor emisi CO₂ dari proses pembangkitan energi listrik oleh PLN adalah sebesar 0,719 x 10⁻³ tCO₂/kWh. Faktor emisi ini dihitung berdasarkan jumlah emisi CO₂ yang dihasilkan untuk menghasilkan keseluruhan energi listrik.

TABEL 9. Faktor emisi CO₂ berdasarkan sumber energi terbarukan

Sumber Energi	tCO ₂ /kWh
Energi angin	21,0 × 10 ⁻⁶
Hydro	15,0 × 10 ⁻⁶
Radiasi matahari	6,00 × 10 ⁻⁶

HASIL SIMULASI DAN ANALISIS

Hasil simulasi model energi dengan menggunakan LEAP terdiri dari kebutuhan energi listrik, kapasitas pembangkitan dari sumber energi terbarukan, dan dampak lingkungan. Hasil simulasi penggunaan energi listrik dikelompokkan berdasarkan sektor pengguna energi listrik. Peranan sumber energi terbarukan dalam penyediaan listrik dianalisis berdasarkan energi listrik yang dapat dibangkitkan berdasarkan skenario pengembangan kapasitas pembangkitan dengan sumber energi terbarukan. Untuk analisis dampak lingkungan, emisi CO₂ tanpa dan dengan sumber energi terbarukan dibandingkan sehingga dapat diamati perbedaan emisi CO₂ untuk setiap skenario. Seluruh hasil simulasi dengan LEAP didasarkan pada asumsi-asumsi yang telah dilakukan.

Hasil Simulasi Kebutuhan Energi Listrik Setiap Sektor

Hasil simulasi kebutuhan energi listrik di Provinsi DIY untuk setiap sektor diperlihatkan pada Gambar 4. Pertumbuhan kebutuhan energi listrik rata-rata per tahun selama periode simulasi adalah sebesar 3,7 %. Dengan pertumbuhan ini, kebutuhan energi listrik di akhir tahun simulasi (2025) adalah sebesar 2.792,56 GWh.

Pertumbuhan kebutuhan energi listrik rata-rata per tahun selama periode simulasi untuk setiap sektor adalah 1,48 % untuk sektor rumah tangga, 5,54 % untuk sektor bisnis dan industri. Sedangkan kebutuhan energi listrik untuk setiap sektor di tahun 2025 adalah sebesar 1.011,42 GWh untuk sektor rumah tangga, 1.298,17 GWh untuk sektor bisnis, dan 482,96 GWh untuk sektor industri. Dari hasil simulasi pada Gambar 4 terlihat bahwa kebutuhan energi listrik di akhir tahun simulasi lebih didominasi oleh sektor bisnis.

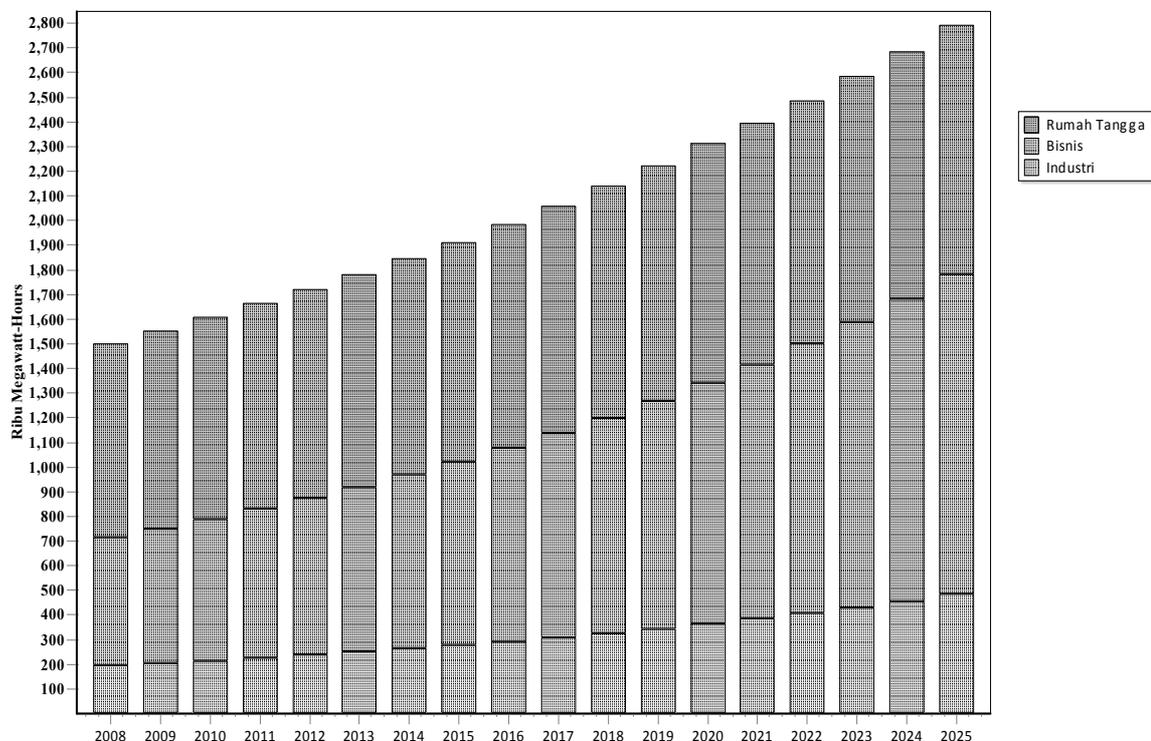
Hasil Simulasi Pengembangan Energi Terbarukan

Kapasitas pembangkit listrik dengan sumber energi terbarukan dan besar energi listrik yang dibangkitkan diilustrasikan pada Gambar 5 dan Gambar 6. Kapasitas dan energi yang dibangkitkan tersebut diperoleh berdasarkan asumsi-asumsi pengembangan energi terbarukan yang telah ditentukan. Dalam skenario diversifikasi, energi terbarukan dengan sumber energi radiasi matahari, energi angin, dan MHPP mulai dikembangkan pada tahun 2010. Di tahun 2010, PLTS yang dikembangkan adalah sebesar 11,50 MW. PLTAngin dan PLTMH dikembangkan berturut-turut sebesar 10 MW dan 0,70 MW. Sebagai hasil asumsi pengembangan PLTS, 12,70 MW PLTS akan dikembangkan di tahun 2025 di sektor rumah tangga di kelompok pendapatan menengah dan 20 % teratas. Pengembangan PLTAngin di tahun 2025 mencapai kapasitas sebesar 30 MW.

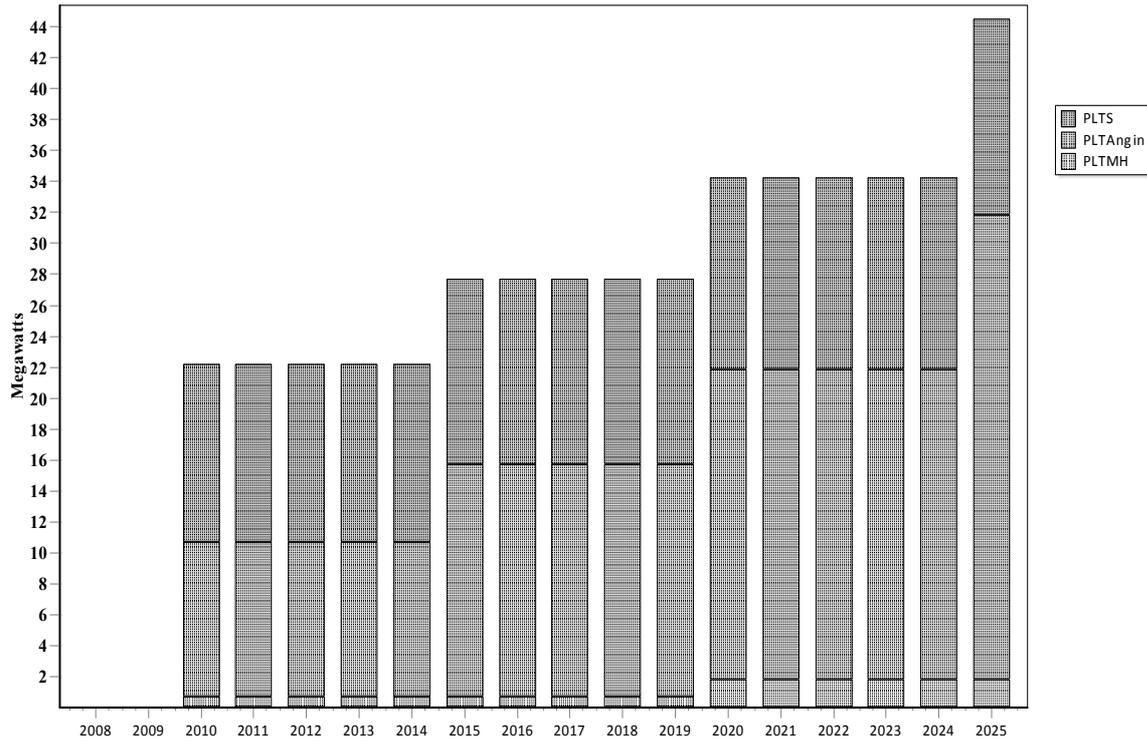
Pengembangan PLMH di tahun 2025 mencapai 1.8 MW dengan asumsi seluruh potensi kapasitas MHPP di Provinsi DIY dapat dikembangkan.

Pada Gambar 6 tampak bahwa pada tahun 2010, total energi listrik yang dihasilkan dari pembangkit dengan sumber energi terbarukan adalah sebesar 194,47 GWh. Sedangkan di tahun 2025, energi listrik yang dihasilkan dari ketiga pembangkit listrik dengan sumber energi terbarukan sebesar 389,82 GWh.

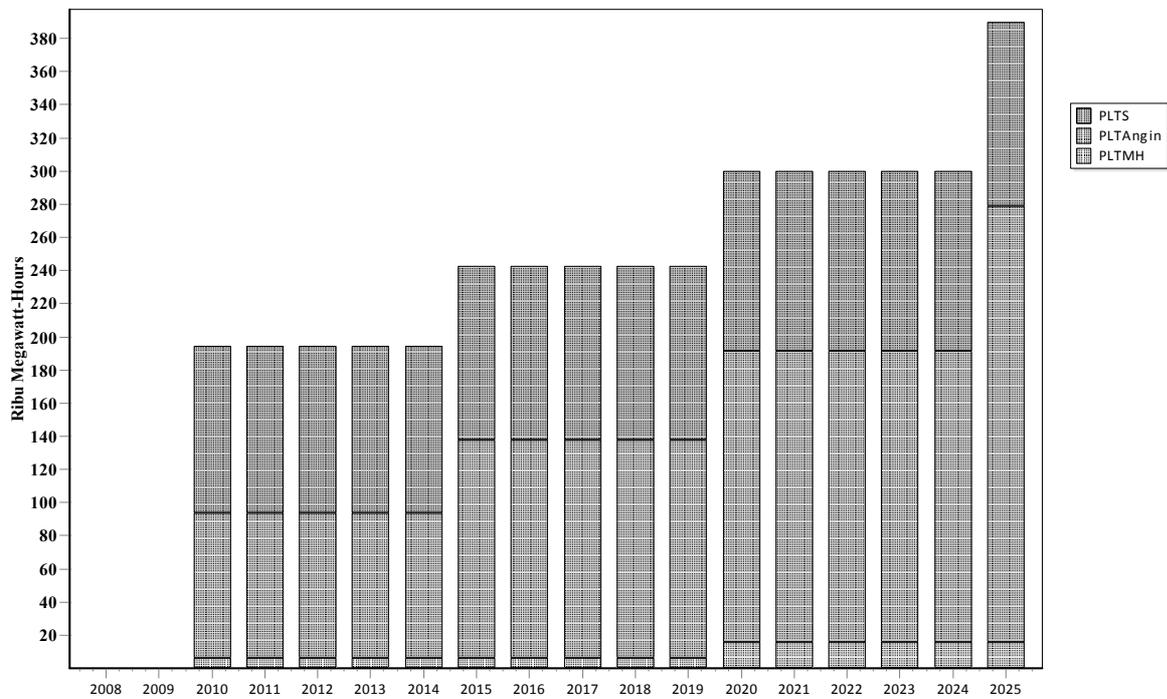
Peran sumber energi terbarukan dalam penyediaan energi listrik di Provinsi DIY diperlihatkan pada Gambar 7. Di dalam Gambar 7 terlihat bahwa sebagian kebutuhan energi listrik dari tahun 2010 sampai tahun 2025 diperoleh dari *output* pembangkit listrik PLTS, PLTAngin, dan PLTMH. Kontribusi rata-rata dari tahun 2010 – 2025 dari ketiga jenis pembangkit ini adalah sebesar 11,86 % dari keseluruhan kebutuhan energi listrik pada interval tahun yang sama.



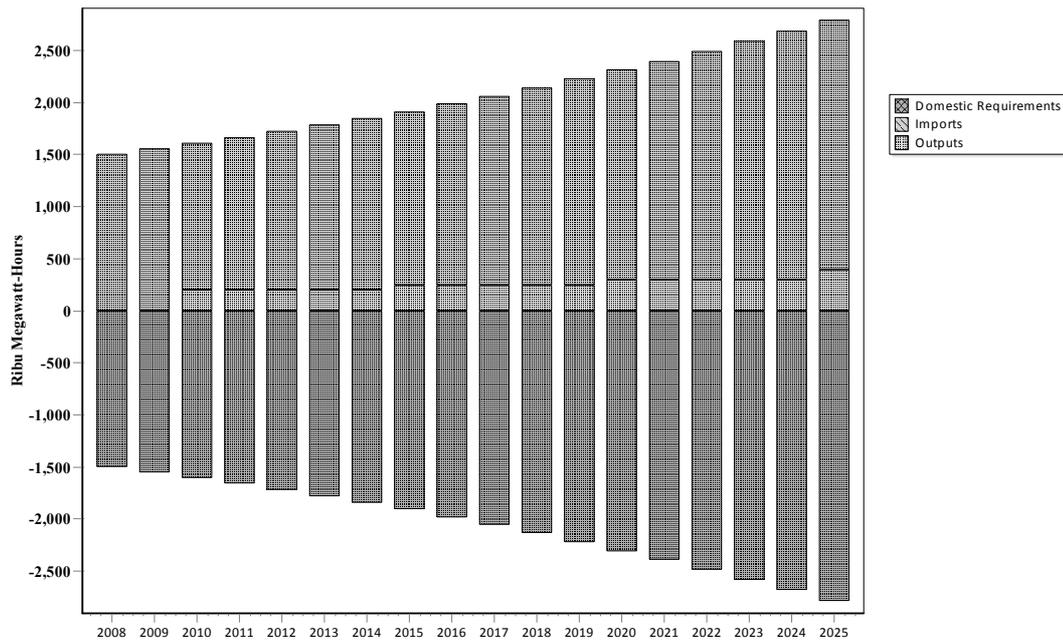
GAMBAR 4. Hasil simulasi kebutuhan energi listrik tahun 2008 – 2025 untuk setiap sektor



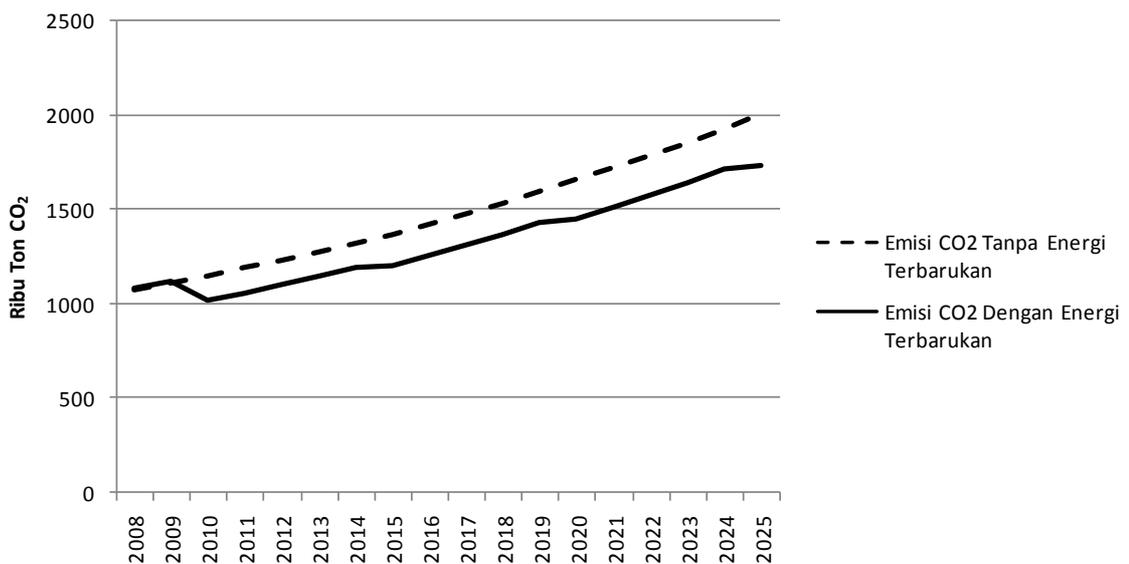
GAMBAR 5. Hasil simulasi kapasitas pembangkit listrik dengan sumber energi terbarukan



GAMBAR 6. Hasil simulasi energi yang dibangkitkan dengan menggunakan sumber energi terbarukan



GAMBAR 7. Peran sumber energi terbarukan dalam penyediaan energi listrik di Provinsi DIY



GAMBAR 8. Peran sumber energi terbarukan dalam penurunan emisi CO₂

Peran Energi Terbarukan dalam Penurunan Emisi CO₂

Gambar 8 memperlihatkan grafik emisi CO₂ dari aktivitas pembangkitan energi listrik. Dari gambar tersebut terlihat bahwa emisi CO₂ yang dihasilkan oleh PLN untuk membangkitkan energi listrik yang digunakan di Provinsi DIY tanpa peran sumber energi terbarukan lebih tinggi jika dibandingkan dengan pembangkitan energi listrik dengan melibatkan sumber energi

terbarukan. Di tahun 2010, emisi CO₂ yang dihasilkan tanpa keterlibatan energi terbarukan adalah sebesar 1,155.43 ribu Ton CO₂ dan menjadi 2,007.88 ribu Ton CO₂ di tahun 2025. Dengan dikembangkannya PLTS, PLTAnign, dan PLTMH di tahun 2010, emisi CO₂ yang dihasilkan adalah sebesar 1,018.15 Ribu Ton CO₂ dan menjadi 1,734.02 Ribu Ton CO₂ di tahun 2025. Dalam interval 2010 – 2025, rata-rata penurunan emisi CO₂ dengan keterlibatan sumber energi terbarukan adalah sebesar 11,62 %. Tanpa keterlibatan energi

terbarukan, pertumbuhan emisi CO₂ di tahun 2025 mencapai 4,04% per tahun. Dengan keterlibatan energi terbarukan, pertumbuhan emisi CO₂ di tahun 2025 dapat ditekan menjadi 0,85 % per tahun.

KESIMPULAN

Berdasarkan skenario pengembangan energi terbarukan, peran energi terbarukan dalam penyediaan energi listrik di Provinsi DIY sangat signifikan. Hal ini diperlihatkan dengan kontribusi energi terbarukan dalam penyediaan energi listrik dapat mencapai 11,86 % dari keseluruhan kebutuhan energi listrik di Provinsi DIY. Kontribusi energi terbarukan dapat ditingkatkan dengan melibatkan jenis energi terbarukan lainnya seperti energi yang berasal dari biomasa dalam bentuk sampah kota maupun limbah pertanian. Selain berkontribusi dalam penyediaan energi listrik, pengembangan energi terbarukan dapat menurunkan jumlah emisi CO₂ yang dihasilkan sebagai akibat aktivitas pembangkitan energi listrik. Dalam skenario pengembangan yang disimulasikan, peran energi terbarukan dalam penurunan emisi CO₂ mencapai 11,62 % dari emisi CO₂ tanpa energi terbarukan.

DAFTAR PUSTAKA

- Anonimus. (2003). *A Report of the World Energy Council: Drivers of the Energy Scene*, World Energy Council, London, UK.
- Anonimus. (2008). *Regional Energy Outlook of Yogyakarta Province*, CAREPI Project, Universitas Muhammadiyah Yogyakarta & Energy research Center of the Netherlands.
- Anonimus. (2009). *Statistik Ketenagalistrikan dan Energi Tahun 2008*, Direktorat Jenderal Listrik dan Pemanfaatan Energi Kementerian Energi dan Sumber Daya Mineral.
- Anonimus. (2009). *Provinsi Daerah Istimewa Yogyakarta dalam angka 2009*, Biro Pusat Statistik Provinsi DIY.
- Anonimus. (2009). *Rencana Umum Energi Daerah Provinsi Daerah Istimewa Yogyakarta*, Bagian energi dan sumber

daya mineral Dinas Pekerjaan Umum Provinsi DIY.

Heaps, C. (2009). *A Deep Carbon Reduction Scenario for China*, Stockholm Environmental Institute, Stockholm, Sweden.

Lenzen, M. (2008). *Life cycle energy and greenhouse gas emissions of nuclearenergy: A review*, Energy Conversion and Management.

Moorhty, M. K., Kumar, D.V.A., & Reddy, J.N. (2008). Control of Grid Connected PV Cell Distributed Generation Systems, *IEEE Region 10 Conferences*, 18 - 21 November 2008, Hyderabad, India.

PENULIS:

Rahmat Adiprasetya Al Hasibi[✉]

Program Studi Teknik Elektro, Fakultas Teknik, Universitas Muhammadiyah Yogyakarta, Jalan Lingkar Selatan, Bantul 55183, Yogyakarta.

✉ Email: rahmat.alhasibi@gmail.com