

18 + 19

**Pertemuan dan Presentasi Ilmiah
Standardisasi 2011**

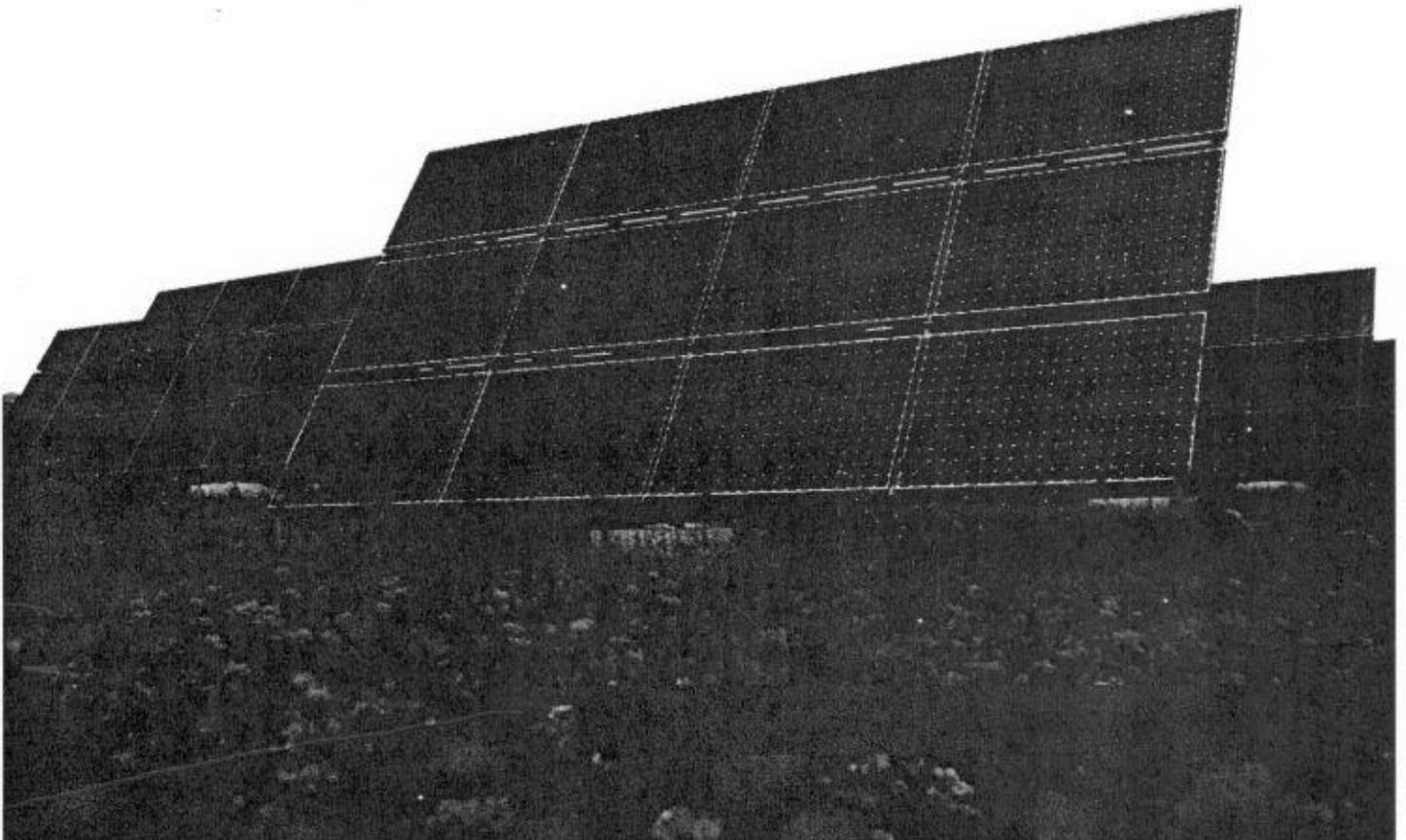
**Perkembangan Hasil Penelitian & Pengembangan
dan Standardisasi Efisiensi Energi**



Universitas Gadjah Mada



Badan Standardisasi Nasional



DAFTAR ISI

	Hal
Kata Pengantar	i
Daftar Isi	ii
1. Studi Penerapan TQM - Radar Chart Untuk Mendiagnosis Penerapan Standardisasi dan Pada Industri UMKM (Studi Kasus Industri Umkm Kota Tasikmalaya Jawa Barat) <i>Mangasa Ritonga dan Muti Sophira Hilman</i>	1 - 10
2. Kajian Standar Nanoteknologi <i>A. Rachman Mustar</i>	11 - 18
3. Pemanfaatan Pasir dan Debu Merapi Sebagai Bahan Konstruksi dalam Mendukung Pembangunan Infrastruktur dan Meningkatkan Nilai Guna Lahar Vulkanik <i>Lasino, Bambang Sugiharto dan Dany Cahyadi</i>	19 - 34
4. Pengembangan Standar Material untuk Selubung Bangunan dalam Rangka Konservasi Energi Bangunan (Studi Kasus pada Bangunan Pendidikan) <i>F. Binarti dan AD. Istiadji</i>	35 - 43
5. Modifikasi Rumah Transmigrasi Tipe RTJK-36 Menuju Standar yang Efisien dan Aplikatif <i>WS Witarso dan Ratna Dewi Andriati</i>	44 - 59
6. Kajian Kesadaran Masyarakat Terhadap SNI Produk Helm (Studi Kasus di Kota Yogyakarta) <i>Ellia Kristiningrum dan Mangasa Ritonga</i>	60 - 70
7. Cemaran Bakteri <i>Salmonella sp</i> Pada Daging Ayam dan Hati Ayam di DKI Jakarta <i>Wardani Endang Setiowati, Egfhan Nur Adoni, Wahyuningsih</i>	71 - 77
8. Evaluasi Rugi Daya Saluran Transmisi 150 kV Pada Penyulang Kebonagung-Sengkaling <i>A.N. Afandi dan Nurhening Yuniarti</i>	78 - 85
9. Pengembangan Metoda Uji Kadar Oleamide Dalam Pellet Polypropylene <i>Hartoto Nursukatmo, Dina Aslya</i>	86 - 94
10. Pengembangan Model Konservasi Energi Pada Sektor Industri Di Kabupaten Bantul Daerah Istimewa Yogyakarta <i>Nurhening Yuniarti, Toto Sukisno dan Giri Wiyono</i>	95 - 106
11. Kajian Toluena Pertamina Cilacap Sebagai Reagen Grade <i>Yusniati dan Nurlatifah</i>	107 - 116

	Hal
12. Monitoring dan Evaluasi Kepatuhan Penerapan Standar Preservasi Jalan Secara Sistemik, Hierarkis dan Komprehensif <i>Agus Taufik Mulyono, Didik Rudjito dan Triono Junoasmono</i>	117 - 133
13. Analisis Kondisi Atmosfer Daerah Trenggalek Dengan Menggunakan Peralatan <i>Mobile Air Quality Laboratory</i> Untuk Identifikasi Potensi Energi Angin <i>Kadarsah dan Eko Heriyanto</i>	134 - 148
14. Kenyamanan Termal Adaptif Pada Bangunan Perkantoran Yang Memiliki Tingkat Infiltrasi Udara Luar Cukup Tinggi Sebagai Basis Data Menuju Standar Kenyamanan Termal Indonesia <i>Wahyu Sujatmiko</i>	149 - 162
15. Pengembangan Produk <i>Pertamax Racing</i> <i>Meutia Ekasari</i>	163 - 169
16. Kinerja Termal Rumah Tradisional Uma Bot Pada Musim Hujan dan Kemarau: Belajar Dari Kearifan Lokal <i>I Ketut Suwantara, Rini Nugrahaeni, Desak Putu Damayanti dan Iwan Suprijanto</i>	170 - 180
17. Analisis Kalium Pada Mineral Hasil Pemisahan Dari Batuan Beku Andesit: Pengembangan Sistem Dekstruksi Mineral Sebagai Upaya Penentuan Kadar Kalium Untuk Pentarikan K-Ar <i>Sam Permanadewi, Irfany Agustian.S dan Aladin Sianipar</i>	181 - 187
18. Kajian Keunggulan Standar Sistem Manajemen Energi <i>Ellia Kristiningrum dan Suminto</i>	188 - 198
19. Standar Kenyamanan Termal Penghuni Gedung Perkantoran Dalam Upaya Konservasi Energi <i>Muhammad Nur Fajri Alfata, Fanny Kusumawati</i>	199 - 209
20. Analisis Pengaruh Kombinasi Lampu Pijar, TL dan Lampu Hemat Energi Terhadap Kualitas Daya Listrik Di Rumah Tangga <i>Toto Sukisno dan Yusuf Nugroho</i>	210 - 222
21. Kajian Standar Uji Unjuk Kerja Kipas Angin Aksial Tumpu Rumah Tangga Menuju Labelisasi Hemat Energi <i>F. Danang Wijaya, Sasongko Pramoho Hadi dan Adi Suryadi</i>	223 - 228
22. Simulation Of Stability Under Blackout System <i>A.N. Afandi</i>	229 - 237
23. Analisis Unjuk Kerja Ballast Elektronik Dalam Implementasi Efisiensi Energi <i>Eka Firmansyah, F Danang Wijaya, Hugo Nandian Pradana, Yusuf Susilo Wijoyo</i>	238 - 246
Hasil Diskusi/Tanya Jawab	247 - 253

EVALUASI RUGI DAYA SALURAN TRANSMISI 150 kV PADA PENYULANG KEBONAGUNG-SENGKALING

Oleh
A.N. Afandi¹, Nurhening Yuniarti²

Abstrak

Paper ini mengkaji rugi daya yang terjadi pada sistem transmisi yang menggunakan tegangan 150 kV antara Kebonagung dan Sengkaling. Dengan menggunakan EDSA, rugi daya dievaluasi pada kondisi beban puncak. Pada proses pengiriman daya listrik ke Sengkaling telah mengalami rugi daya sebesar 96,973 kW dan penurunan tegangan sebesar 2,864%.

Kata kunci: EDSA, tegangan, rugi daya, saluran transmisi

Abstract

This paper is concerned to evaluate losses on transmission line on 150 kV between Kebonagung and Sengkaling. It was done by using EDSA on peak load. The transmission between Kebonagung and Sengkaling had losses and voltage drop during power delivery to the load, it was 96.973 kW for losses and the voltage drop was 2.864%.

Keywords: EDSA, voltage, losses, transmission line

¹ Staf pengajar Fakultas Teknik Elektro, Universitas Negeri Malang

² Staf pengajar Fakultas Teknik Elektro, Universitas Negeri Yogyakarta

I PENDAHULUAN

Proses penyaluran daya pada sistem tenaga listrik diawali dari pembangkitan, kemudian disalurkan melalui sistem jaringan transmisi, lalu disalurkan kepada pelanggan distribusi. Selanjutnya untuk mendukung kebutuhan energi listrik yang semakin meningkat, maka pemenuhan kebutuhan daya listrik di setiap beban harus dilayani dengan tepat. Baik kecukupan pasokan daya pembangkit, kesiapan sistem transmisi maupun keseimbangan daya beban di sistem distribusi.

Pemenuhan kebutuhan energi listrik dapat dilaksanakan dengan baik, apabila didukung oleh infrastruktur yang cukup. Dengan demikian sistem interkoneksi harus diterapkan dengan benar untuk mencukupi pasokan daya listrik yang sesuai kebutuhannya. Selain itu pengoperasian sistem tenaga listrik juga harus mampu mengatasi semua gangguan dan masalah yang ada, agar penyaluran daya listrik berjalan dengan aman dan andal.

Oleh karena itu, untuk melayani seluruh daerah beban perlu dilakukan pemerataan pemakaian listrik secara tepat, agar kondisi seluruh sistem dapat terjaga keseimbangannya. Selain itu, secara operasional juga harus mampu mengimbangi kondisi dinamis perubahan beban setiap saat yang terus meningkat. Kondisi dinamis perubahan beban ini menyebabkan pasokan daya listrik harus benar-benar terjaga dan cukup untuk melayani semua beban yang tersebar di setiap titik pusat beban.

Dengan letak beban yang tersebar diberbagai lokasi menyebabkan daya listrik harus dikirim melalui saluran transmisi yang cukup jauh. Hal ini akan berdampak menimbulkan masalah tersendiri, misalnya rugi daya (losses). Rugi daya yang terjadi pada saluran transmisi sangat penting untuk diperhatikan, karena menyebabkan hilangnya daya yang cukup besar, Sehingga menjadi persoalan yang sangat penting untuk dikaji.

II TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Sistem 150 kV

Daya listrik yang dikirim ke beban harus aman dan andal, dengan kualitas yang baik agar terjamin kelangsungannya, tanpa terjadi pemadaman. Secara operasional, daya listrik dilayani dengan menggunakan sistem interkoneksi, hal ini dilakukan untuk menunjang penyaluran daya listrik hingga ke beban secara optimal.

Selanjutnya pengiriman daya ke beban, biasanya dilayani dengan berbagai level tegangan yang berbeda, tergantung pada interkoneksi yang ada. Secara umum, tegangan dari pembangkit dinaikkan pada saluran transmisi dan diturunkan kembali pada jaringan distribusi ke beban. Pada saluran transmisi dikenal sistem 500 kV (SUTET) yang memegang peranan pada proses pengiriman daya antar area, sedangkan sistem yang lain menggunakan tegangan 150 kV [Afandi, 2010].

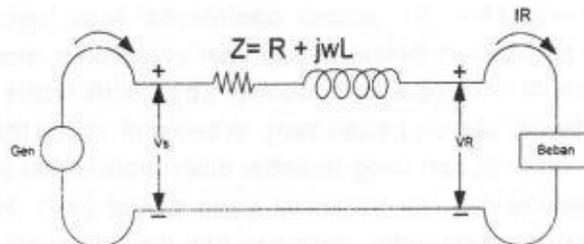
Sistem 150 kV dikenal dengan nama SUTT, yaitu menggunakan interbus transformer atau IBT. IBT digunakan untuk menurunkan tegangan 500 kV menjadi 150 kV agar mampu mensuplai beban di setiap area. Pada sistem 150 kV biasanya pembangkit hanya tersambung untuk menanggung beban yang ada di area masing-

masing. Namun ada kalanya berinterkoneksi dengan area lain melalui sistem 150 kV sesuai dengan kondisi saat operasi dan tingkat kebutuhan daya yang diperlukan.

Sistem 150 kV umumnya melayani beban-beban yang ada di areanya, misalnya pada area 4 sistem tenaga listrik Jawa Bali. Jaringan 150 kV hanya mengurus beban-beban yang ada di area 4 saja, yaitu Jawa Timur, Madura dan Bali. Sedangkan pada area 3 hanya melayani beban-beban di area tersebut, yaitu Jawa Tengah dan Yogyakarta. Namun secara keseluruhan beban terlayani bersama-sama, karena setiap jaringan listrik terhubung melalui sistem interkoneksi.

2.2 Rugi Daya Saluran Transmisi

Saluran transmisi mempunyai empat parameter yang mempengaruhi kemampuannya untuk berfungsi sebagai bagian dari suatu sistem tenaga yaitu resistansi, induktansi, konduktansi dan kapasitansi. Selanjutnya setiap saluran transmisi dapat didekati dengan ukuran panjangnya, yaitu panjang, menengah dan pendek. Sedangkan rangkaian ekuivalen untuk saluran transmisi pendek dapat dilihat seperti pada Gambar 1.



Gambar 1 Rangkaian Ekuivalen Saluran Transmisi Pendek

Pada saluran transmisi selain terjadi drop tegangan, juga terjadi rugi daya. Rugi daya mencerminkan adanya daya yang terbuang sehingga mengakibatkan daya yang diterima di sisi penerima lebih kecil dari daya yang dikirim pada sisi pengirim. Pembuangan daya ini dikonversikan dalam bentuk panas pada sistem transmisi selama selang waktu tertentu. Sehingga energi yang diterima pada sisi penerima lebih kecil dari energi yang dikirim. Secara umum rugi daya ini disebabkan oleh tahanan pada penghantar dan daya korona.

Dengan menggunakan rangkaian ekuivalen pendek, maka rugi daya pada saluran transmisi dapat ditentukan melalui saluran 3 fasa yang dinyatakan dalam persamaan [Arismunandar, 1993]:

$$P = I^2 \cdot R \text{ (W)} \dots \dots \dots (1)$$

Selanjutnya rugi daya pada saluran transmisi dapat dikurangi dengan cara meninggikan tegangan transmisi, memperkecil tahanan konduktor, dan memperbesar faktor daya beban (Tobing, 2003). Tetapi cara yang cenderung dilakukan adalah meninggikan tegangan transmisi dengan beberapa pertimbangan teknis.

2.3 Aliran Daya

Perhitungan aliran daya dan tegangan pada sistem tenaga listrik merupakan bagian yang sangat penting dalam menentukan rugi daya, hal ini dapat dilakukan pada seluruh jaringan yang direpresentasikan dalam rangkaian satu fasa. Selanjutnya setiap bus dikategorikan berdasarkan empat kondisi yaitu tegangan (V), daya aktif (P), daya reaktif (Q) dan sudut fasa (δ). Sehingga dikenal nama bus referensi (*swing bus*), bus beban (*load bus*) dan bus pembangkit (*generator bus*).

Salah satu metode aliran daya yang banyak digunakan adalah metode *Newton-Raphson*, karena iterasinya lebih singkat dan proses komputasinya lebih cepat. Selanjutnya dalam metode tersebut, persamaan daya aktif (P) dan daya reaktif (Q) pada bus p terlihat pada persamaan 2.

$$P_p - jQ_p = E_p^* \cdot I_p \dots\dots\dots(2)$$

2.4 Transmisi Kebonagung dan Sengkaling

Saluran transmisi Kebonagung ke Sengkaling secara umum strukturnya berbentuk radial, karena pada jaringan ini menggunakan satu saluran yang terhubung langsung ke masing-masing gardu induk dan kemudian disalurkan ke beban melalui jaringan distribusi. Selain itu untuk mendukung proses pengiriman daya listrik antara kedua gardu induk menggunakan konduktor jenis ASCR-HAWK, yaitu *aluminium konduktor steel reinforced* dengan tegangan 150 kV.

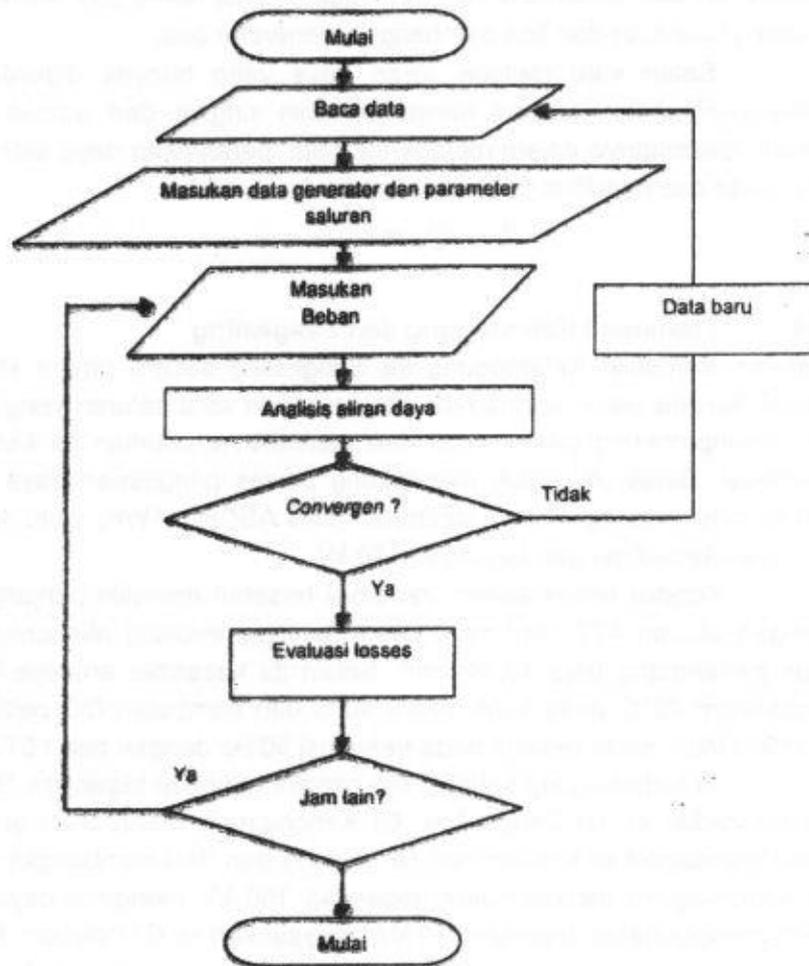
Kondisi teknis sistem transmisi tersebut memiliki panjang sekitar 15,100 km dengan ukuran 477 mm²/mcm pada Luas penampang aluminium 241,50 mm² dan luas penampang baja 39,34 mm². Selain itu kapasitas arusnya 600 A dengan suhu maksimum 75°C pada suhu udara 40°C dan hambatan DC pada suhu 20°C adalah 0,1196 Ω/km, serta bekerja pada frekuensi 50 Hz dengan berat 977 kg/km.

GI Kebonagung sebagai sisi pengirim dengan tegangan 150 kV menggunakan sistem radial ke GI Sengkaling. GI Kebonagung merupakan gardu induk penyalur, yaitu mendapatkan kiriman dari GI Lawang dan dari pembangkit Sutami. Selanjutnya GI Kebonagung menggunakan tegangan 150 kV mengirim daya ke GI Sengkaling, serta menggunakan tegangan 70 kV menyalurkan ke GI Polehan, ke GI Turen.

Sedangkan GI Sengkaling sebagai sisi penerima bertegangan 150 kV, menyalurkan daya listrik dengan tegangan 70 kV ke GI Blimbing, Selorejo dan Mendalan. Kemudian diturunkan tegangannya menjadi 20 kV untuk disalurkan ke distribusi, antara lain Selecta, Batu, dan Bumiaji

III METODE

Untuk mengetahui rugi daya pada saluran Kebonagung ke Sengkaling yang menggunakan tegangan 150 kV, maka dilakukan melalui prosedur seperti pada gambar berikut ini dengan menggunakan software aplikasi EDSA.



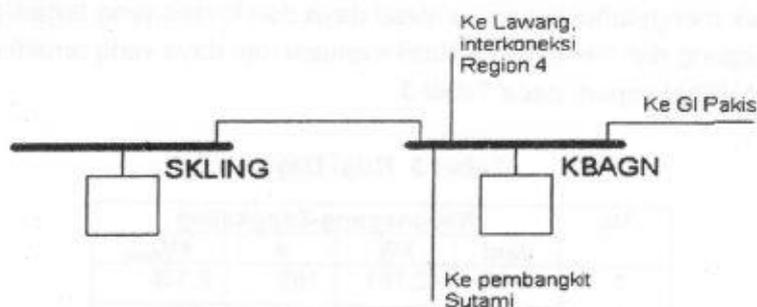
Gambar 2 Tahapan Evaluasi

IV HASIL DAN PEMBAHASAN

4.1 Kondisi Beban

Saluran transmisi antara Kebonagung dan Sengkaling merupakan saluran transmisi yang tergabung dalam sistem tenaga listrik di Malang Raya. Sehingga saluran ini menjadi bagian dari sistem interkoneksi yang secara langsung bergandengan dengan region 4 PLN. Secara umum, sistem di Malang Raya dilayani menggunakan tegangan 150 kV dan memiliki pusat beban yang terintegrasi di Lawang, Kebong Agung, Pakis, Sengkaling dan Wlingi.

Selanjutnya pada kajian ini, pusat beban dipandang pada titik Kebonagung dan Sengkaling, yang terhubung melalui saluran transmisi diantara pusat beban itu. Seperti pada Gambar 2, kedua pusat beban tersebut dinotasikan sebagai SKLING untuk Sengkaling dan KBAGN untuk Kebonagung. Sedangkan interkoneksi ke lainnya yang merupakan sistem interkoneksi Region 4 dinyatakan sebagai infinit ke Bus Lawang dan Pembangkit Sutami.



Gambar 3 Saluran Transmisi Kebonagung-Sengkaling

Kondisi beban pada evaluasi rugi daya di saluran transmisi antara Kebonagung dan Sengkaling dikaji pada layanan beban puncak, hal ini sangat penting sekali karena layanan tersebut menyerap daya listrik yang besar. Sehingga harus mendapat layanan kiriman daya yang cukup untuk semua kebutuhan beban yang ada. Beban puncak yang digunakan dilihat pada kondisi malam dan pagi, yang merupakan beban puncak untuk masing-masing pusat beban, yaitu Kebonagung dan Sengkaling. Selanjutnya nilai beban pucak masing-masing seperti pada Tabel 1 dan Tabel 2. Pada beban Sengkaling menutup semua saluran yang melayani beban dibawah 150 kV, sehingga semua beban yang masuk dalam interkoneksi diintegrasikan dalam pusat beban Sengkaling.

Tabel 1 Kondisi Beban Kebonagung

No	Jam	MW	Mvar	kV
1.	10.00	25,7	9,4	137,7
2.	19.00	39,8	18	133,1

Tabel 2 Kondisi Beban Sengkaling

No	Jam	MW	Mvar	kV
1.	10.00	40,1	8,2	136,0
2.	19.00	57,9	15,9	133,0

Seperti pada Tabel 1 dan Tabel 2, bahwa beban puncak antara siang dan malam sangat berbeda untuk kedua kondisi pusat beban tersebut. Namun kebutuhan

daya di Sengkaling lebih besar, karena harus dikirim ke interkoneksi lainnya yang menggunakan tegangan 70 kV ke bawah. Sehingga secara interkoneksi harus mendapat layanan daya yang memadai untuk digunakan di beban-beban yang tersebar melalui saluran-saluran yang tergendeng ke GI Sengkaling.

4.2 Rugi Daya

Aliran daya dianalisa menggunakan metode Newton Raphson, perhitungan ini dilakukan untuk mengetahui besarnya aliran daya dan *losses* yang terjadi pada saluran antara Kebonagung dan Sengkaling. Hasil evaluasi rugi daya yang terjadi pada saluran tersebut dapat dilihat seperti pada Tabel 3.

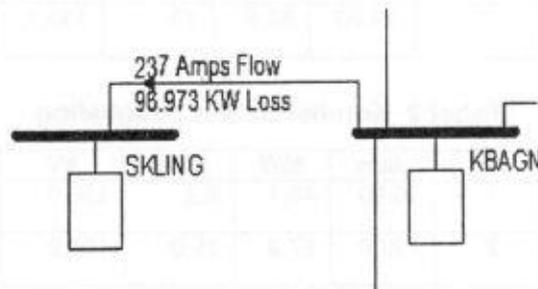
Tabel 3 Rugi Daya

No	Kebonagung-Sengkaling			
	Jam	kW	A	kV _{drop}
1.	10.00	42,781	158	2,136
2.	19.00	96,973	237	2,864

Dengan memperhatikan Tabel 3, maka terlihat bahwa terjadi rugi daya (*losses*) yang cukup besar saat pengiriman daya ke Sengkaling. Hal ini menunjukkan bahwa, terjadi pembuangan energi listrik yang cukup besar saat terjadi beban puncak pada siang hari ataupun malam hari. Rugi daya yang terjadi pada saluran transmisi antara Kebonagung dan Sengkaling pada siang hari (10.00 WIB) sebesar 42,781 kW, sedangkan pada beban puncak malam hari hampir dua kali siang hari, yaitu sebesar 96,973 kW. Terjadinya rugi daya pada saluran ini menunjukkan bahwa, selama proses pengiriman daya listrik ke GI Sengkaling, hampir sejumlah energi listrik telah terbuang.

4.3 Aliran Arus

Pada kajian *losses* atau rugi daya yang terjadi pada saluran sangat penting untuk diketahui arah aliran arusnya, hal ini untuk menunjukkan kearah mana sesungguhnya kiriman daya yang terjadi dan sejauhmana perbedaan tegangan yang terjadi selama proses pengiriman daya. Aliran arus selama proses pengiriman daya ditunjukkan seperti pada Gambar 3.



Gambar 4 Arah Aliran Arus

Dengan memperhatikan Gambar 3, maka dapat diketahui bahwa pengiriman daya tersebut terjadi dari Kebonagung menuju Sengkaling. Hal ini sesuai dengan terjadinya drop tegangan yang ada yaitu pada beban puncak di malam hari sebesar 2,864%. Sehingga secara operasional tegangan layanan saat terjadi beban puncak hanya berkisar 137 kV. Jeleknya kondisi tegangan ini menunjukkan perlu adanya perbaikan pada sisi Sengkaling saat terjadi beban puncak, agar profil tegangan semakin baik ketika melayani beban yang cukup besar

V PENUTUP

Mengacu pada hasil pembahasan rugi daya saluran transmisi antara Kebonagung dan Sengkaling, maka dapat disimpulkan bahwa terjadi rugi daya yang cukup besar pada saat terjadi beban puncak, yaitu 42,781 kW pada siang hari dan 96,973 kW pada malam hari. Sedangkan penurunan tegangan berkisar 2,136% pada siang hari dan 2,864 pada malam hari.

VI DAFTAR PUSTAKA

1. Afandi, AN. 2010. Operasi Sistem Tenaga Listrik. Gava Media. Yogyakarta
2. Arismunandar Artono, DR. Dan DR. S. Kuwahara. 1993. Teknik Tenaga Listrik Jilid II, Pradnya Paramita. Jakarta
3. Gross, Charles A. 1986. "Power System Analysis". John Wiley & Sons. Singapore.
4. Hutahuruk, Prof, Ir., Msc. Transmisi Daya Listrik. Erlangga. Jakarta
5. K.C. Lai, W.J. Lee, M.S. Chen. 1991. *Design of a Microcomputer Based Operator Assistance System for Real Time Voltage and Reactive Power Correction*, IEEE Transactions on Power Systems, Vol. 6, No. 2 , pp. 723-728, May 1991
6. Sadaat, H. 1999. "Power System Analysis". McGraw Hill. Singapore
7. Show-Kang Chang, Farrokh Albuyeh, Michel L. Gilles, George E. Marks, Ken Kato. 1990. *Optimal Real-Time Voltage Control*. IEEE Transactions on Power Systems, Vol. 5, No. 3, pp. 750-758
8. SPLN. 1978. Kriteria Pengaturan Tegangan. Perusahaan Listrik Negara. Jakarta
9. Stevenson, William. 1996. "Power System Analysis". McGraw Hill. Singapore
10. Tobing Bonggas L. 2003. Dasar Teknik Pengujian Tegangan Tinggi. PT. Gramedia Pustaka Utama. Jakarta

PENGEMBANGAN MODEL KONSERVASI ENERGI PADA SEKTOR INDUSTRI DI KABUPATEN BANTUL DAERAH ISTIMEWA YOGYAKARTA

Oleh

Nurhening Yuniarti, Toto Sukisno dan Giri Wiyono¹

Abstrak

Penelitian ini dilatarbelakangi oleh tren kenaikan harga energi yang terus meningkat. Dua metode guna menyikapi persoalan energi yang semakin krusial ini adalah diversifikasi dan konservasi energi. Dalam penelitian ini lebih memfokuskan tentang pengembangan model konservasi energi yang tepat guna mendukung pemberdayaan ekonomi masyarakat. Energi dalam pengembangan model konservasi ini hanya dibatasi pada energi listrik. Tujuan yang ingin diperoleh dalam penelitian ini adalah: 1) Bagaimana model konservasi energi yang sesuai dengan tingkat dan jenis konsumsi energi (beban) masyarakat Kabupaten Bantul Propinsi DIY?; dan 2) Berapa besar potensi peluang penghematan energi yang bisa diperoleh bila model konservasi energi tersebut diimplementasikan industri di Kabupaten Bantul Propinsi DIY?. Penelitian ini dilaksanakan di Kabupaten Bantul dengan menggunakan pendekatan penelitian Research and Development. Ada dua kegiatan utama dalam penelitian ini, yaitu pertama penelitian untuk mengetahui tingkat dan jenis konsumsi energi masyarakat industri di Kabupaten Bantul Propinsi DIY. Kegiatan tahap kedua dalam penelitian adalah mengembangkan model konservasi energi yang sesuai dengan hasil penelitian pada kegiatan pertama. Berdasarkan hasil penelitian yang telah dilaksanakan diperoleh kesimpulan sebagai berikut: 1) Model konservasi energi di industri yang tepat disesuaikan dengan jenis tarif, kapasitas daya, dan jenis beban; 2) Faktor-faktor yang berpengaruh dalam pengembangan model konservasi adalah faktor human dan teknologi; dan 3) Penerapan model konservasi akan memberikan potensi penghematan 12% dari pemakaian energi total setiap tahun.

Kata kunci: model konservasi energi, sektor industri

¹ Staf Pengajar Jurusan Pendidikan Teknik Elektro FT UNY Yogyakarta

I PENDAHULUAN

Kebutuhan energi mempunyai hubungan yang sangat erat dengan perkembangan kegiatan ekonomi dan pertambahan jumlah penduduk. Di Indonesia, dengan jumlah penduduk yang mengalami peningkatan dari tahun ke tahun dan pertumbuhan ekonomi yang berlangsung secara terus menerus serta beragam aktivitas ekonomi yang dilakukan oleh masyarakat, maka peningkatan kebutuhan energi adalah suatu hal yang tak bisa dihindari. Menurut Ditjen Listrik dan Pemanfaatan Energi (2004), pada tahun 1970 konsumsi energi primer hanya sebesar 50 juta SBM (Setara Barel Minyak), tiga puluh satu tahun kemudian tepatnya tahun 2001 konsumsi energi primer telah menjadi 715 juta SBM atau mengalami pertumbuhan yang luar biasa yaitu sebesar 1330% atau pertumbuhan rata-rata periode 1970-2001 sebesar 42,9%/tahun. Di tengah cadangan energi yang kian menipis, khususnya Bahan Bakar Minyak (BBM), maka keadaan ini tentu sangat mengkhawatirkan, oleh karena itu memahami pola konsumsi energi yang dilakukan oleh masyarakat merupakan suatu keharusan serta menjadi hal penting bagi pemerintah sebagai regulator dan pengendali kebijakan dalam perekonomian khususnya dalam membuat kebijakan dan aturan-aturan di bidang energi. Selain itu, bagi masyarakat selaku konsumen diharapkan untuk turut serta berpartisipasi aktif dalam upaya melakukan konservasi dan diversifikasi pemakaian energi.

Energi, baik listrik maupun bahan bakar minyak dan gas, merupakan barang konsumsi vital yang senantiasa harus tersedia dalam bentuknya yang memadai di masyarakat. Energi tersebut sebagian besar dipergunakan untuk kebutuhan rumah tangga, industri dan transportasi (komersial). Persentase konsumsi BBM terhadap total pemakaian energi final merupakan yang terbesar dan terus mengalami peningkatan bila dilihat dari konsumsinya. Menurut Hidayat (2005), pada tahun 1990 konsumsi BBM sebesar 169,168 ribu SBM, angka ini menunjukkan 40,2% dari total konsumsi energi final. Sepuluh tahun kemudian, pada tahun 2000, konsumsinya meningkat menjadi 304,142 ribu SBM, dimana proporsi konsumsinya pun turut meningkat menjadi 47,4%. Berdasarkan data pemakai BBM, sektor transportasi merupakan pemakai BBM terbesar dengan proporsi setiap tahun selalu mengalami kenaikan yang disusul oleh sektor industri, sektor rumah tangga dan pembangkit listrik. Tabel 1 menunjukkan pangsa konsumsi BBM persektor tahun 1994-2003 (Sumber: Ditjen Migas).

Tabel 1 Pangsa Konsumsi BBM Persektor Tahun 1994-2003

Tahun	Industri (%)	Rumah Tangga & Komersial (%)	Transportasi (%)	Pembangkit Listrik (%)
1994	23,2	21,6	45,8	9,4
1997	21,1	19,0	47,9	12,0
1998	21,5	20,7	48,8	9,0
2000	21,7	22,2	47,1	9,0
2003	24,0	18,2	47,0	10,7*

*Termasuk sektor lain-lain

Energi listrik, berdasarkan data dari Departemen ESDM dalam hitungan setara dengan barel minyak bernilai 60 ribu SBM, dengan demikian energi listrik ini kurang dari 10% kebutuhan energi total di Indonesia. Energi listrik yang hanya 10% ini akan sangat mungkin berdampak pada perilaku masyarakat karena hampir semua masyarakat akan berinteraksi dengan listrik dalam kehidupan sehari-harinya. Pendidikan masyarakat tentang konservasi energi atau penghematan energi dengan menggunakan media tentang listrik sangat mungkin memberikan dampak yang lebih efektif dibandingkan dengan metode sosialisasi hemat energi dengan BBM yang hanya menyangkut masyarakat pengguna transportasi.

Pemerintah Indonesia menerbitkan Peraturan Pemerintah No. 5 Tahun 2006, pada tanggal 25 Januari 2006 tentang Kebijakan Energi Nasional (KEN). KEN bertujuan untuk mengarahkan upaya-upaya dalam mewujudkan keamanan pasokan energi, khususnya melalui upaya konservasi energi dan diversifikasi energi. Salah satu target dari KEN adalah mewujudkan pergeseran pemakaian minyak bumi dari 52% pada tahun 2005 menjadi 20% dari total energi primer mix pada tahun 2025, dan menggantikannya dengan batubara, gas bumi, panas bumi, bahan bakar nabati, serta berbagai jenis energi terbarukan lainnya. Pencapaian target ini memerlukan perencanaan energi yang baik dan terkoordinasi antara satu daerah dengan daerah lain, antara satu sektor dengan sektor lain, dan antara lembaga satu dengan lembaga yang lain.

Berkaitan dengan hal ini, mengetahui tentang pola pemakaian energi dalam suatu masyarakat khususnya sektor industri menjadi sebuah kebutuhan yang sangat vital sebagai langkah awal dalam mengembangkan sebuah model konservasi energi yang tepat. Tahapan ini juga diharapkan dapat mewujudkan suatu perencanaan energi yang terintegrasi dan terkoordinasi antar daerah dalam satu kabupaten dan antara pemerintah pusat dengan pemerintah daerah. Menurut Kusumastanto (2007), pengelolaan energi dan sumberdaya mineral yang berwawasan kemasyarakatan dan lingkungan hidup yang didasarkan pada empat faktor mendasar, yakni pemerataan dan keadilan, pendekatan integratif, wawasan jangka panjang dan menghargai keanekaragaman perlu segera direalisasikan. Salah satu upaya untuk dapat melaksanakan pembangunan energi dan sumberdaya mineral yang berwawasan kemasyarakatan dan lingkungan hidup diperlukan keikutsertaan segenap pelakunya (stakeholder) dalam suatu kemitraan yang sinergis.

Berdasarkan beberapa pokok permasalahan dan isu-isu penting yang telah diungkapkan dalam uraian di atas, dalam paper ini rumusan masalah yang akan diungkap antara lain: 1) Bagaimana model konservasi energi yang sesuai dengan tingkat dan jenis konsumsi energi (beban) masyarakat Kabupaten Bantul Propinsi DIY?; dan 2) Berapa besar potensi peluang penghematan energi yang bisa diperoleh bila model konservasi energi tersebut diimplementasikan industri di Kabupaten Bantul Propinsi DIY?

II TINJAUAN PUSTAKA

Seiring dengan kebijakan dan strategi Departemen Energi Sumber Daya Mineral yang difokuskan pada lima program utama, yaitu: 1) Pemulihan ekonomi makro; 2) Restrukturisasi sektor; 3) Efisiensi dunia usaha; 4) Efisiensi Birokrasi menuju *good governance* dan *clean government*; dan 5) Menunjang Kebijakan Otonomi Daerah, maka pembangunan di Sektor ESDM disesuaikan dengan kebijakan dan strategi tersebut sebagai upaya untuk mempercepat pemulihan ekonomi. Program pemulihan ekonomi makro di sektor ini diprioritaskan pada peningkatan penerimaan Negara, mempertahankan tingkat pelayanan jasa publik, dan memperkecil pengeluaran anggaran Negara. Hasil Restrukturisasi Kebijakan Tahun 2004, antara lain terbitnya Kepmen ESDM Nomor 002 Tahun 2004 tanggal 1 Januari 2004 tentang Kebijakan Pengembangan Energi terbarukan dan Konservasi Energi (Energi Hijau). Kebijakan tersebut diharapkan sebagai acuan oleh para *stakeholders* dalam pengembangan dan pemanfaatan energi terbarukan dan konservasi energi.

Sebagai negara berkembang yang hampir separuh penduduknya belum memiliki akses terhadap energi komersial, pertumbuhan konsumsi energi rata-rata sangat tinggi. Periode tahun 1970-2003 pertumbuhan konsumsi energi final Indonesia mencapai 7% per tahun, sedangkan pertumbuhan konsumsi energi primer mencapai sekitar 8,5% per tahun dan peran minyak bumi yang masih dominan. Pertumbuhan ini jauh lebih tinggi dari pertumbuhan konsumsi energi dunia yang hanya mencapai sekitar 2,6% per tahun. Tingginya laju konsumsi energi dan dominannya peran minyak bumi ini menimbulkan berbagai masalah antara lain pengurasan sumberdaya fosil, khususnya minyak bumi, yang jauh lebih cepat dibandingkan dengan laju untuk menemukan cadangan baru, sehingga diperkirakan dalam waktu yang tidak lama lagi cadangan minyak bumi akan habis dan Indonesia akan sangat tergantung pada impor energi.

Kebutuhan energi yang sangat besar dapat terpenuhi tetapi memerlukan pasokan energi primer yang cukup besar. Sementara itu, minyak bumi yang selama ini menjadi andalan bagi penyediaan energi nasional, ketersediaannya semakin terbatas sehingga tidak dapat diandalkan lagi menjadi sumber energi utama. Untuk itu, upaya diversifikasi energi yaitu menganekaragamkan pemakaian energi harus dipercepat, di antaranya adalah dengan jalan meningkatkan pemanfaatan energi baru terbarukan, seperti tenaga surya, biomassa, angin, energi air skala kecil (mikrohidro) dan panas bumi. Potensi energi baru dan terbarukan cukup besar sehingga dapat menggantikan peran energi tak terbarukan. Selain itu energi baru dan terbarukan apabila dikembangkan secara tepat dapat memberikan kontribusi yang sangat penting untuk memacu perkembangan ekonomi, terutama dalam peningkatan kesejahteraan masyarakat dan penyediaan lapangan kerja. Sebagai contoh, berbagai teknologi energi baru dan terbarukan tepat guna dapat dimanfaatkan untuk kegiatan produktif, seperti pengering tenaga surya untuk mengeringkan produk-produk pertanian, kincir angin untuk industri garam dan irigasi, turbin air untuk proses industri makanan dan lain sebagainya.

Langkah-langkah yang ditempuh di bidang ketenagalistrikan adalah sebagai berikut: 1) Strategi Bidang Energi, guna mencapai sasaran tersebut ditetapkan strategi, antara lain: restrukturisasi sektor energi, menerapkan struktur pasar yang kompetitif dan aturan pasar secara konsisten untuk mewujudkan industri energi yang efisien, menciptakan skema pendanaan, rezim fiskal, perpajakan dan insentif lainnya yang kondusif untuk meningkatkan investasi, menerapkan struktur pasar yang kompetitif dan aturan pasar secara konsisten untuk mewujudkan industri energi yang efisien; 2) Pemberlakuan ekonomi pasar, dengan tetap memperhatikan kelompok masyarakat tidak mampu, seperti: menetapkan harga energi pada sisi produsen dan sisi konsumen berdasarkan mekanisme pasar agar dicapai harga yang paling menguntungkan bagi konsumen dan produsen, membentuk kompetisi pada sisi produsen untuk melayani kepentingan konsumen sehingga konsumen mempunyai banyak pilihan, menciptakan open access pada sistem penyaluran energi khususnya untuk BBM, gas dan listrik, pemberdayaan daerah dalam pengembangan energi, mengembangkan perencanaan energi yang berbasis daerah sebagai bagian dari perencanaan energi nasional dengan memprioritaskan energi terbarukan, memberlakukan harga energi menurut wilayah yang disesuaikan dengan kondisi sosial ekonomi wilayah yang bersangkutan; 3) Pengembangan infrastruktur energi, seperti: mengembangkan infrastruktur energi yang terpadu terutama di daerah yang tingkat konsumsi energinya tinggi. Infrastruktur BBM meliputi kilang minyak, depot BBM, pipa BBM, dan SPBU; infrastruktur penyaluran gas meliputi pipa transmisi, terminal LNG dan fasilitas regasifikasinya, sarana pengangkutan CNG, kilang LPG, pipa distribusi dan Stasiun Pengisian Bahan Bakar Gas (SPBG); infrastruktur batubara meliputi sarana penimbunan dan transportasi batubara; serta infrastruktur tenaga listrik meliputi pembangkit, transmisi dan distribusi, dan meningkatkan kemitraan pemerintah dan swasta dalam pengembangan infrastruktur energi; 4) Peningkatan efisiensi energi yang ditempuh melalui: pelaksanaan Demand Side Management (DSM) melalui peningkatan efisiensi pemanfaat listrik, penerapan standar dan pengendalian pemakaian energi, dan pelaksanaan Supply Side Management (SSM) melalui peningkatan kinerja existing pembangkit, jaringan transmisi dan distribusi listrik; 5) Peningkatan peran industri energi nasional yang ditempuh melalui: penyiapan sumber daya manusia dalam negeri yang andal di bidang energi, peningkatan penguasaan teknologi energi yang mengutamakan industri manufaktur nasional, peningkatan kemampuan perusahaan nasional dalam industri energi, peningkatan usaha (industri dan jasa) penunjang energi nasional, mendorong industri penunjang energi agar lebih efisien dan mandiri sehingga dapat bersaing baik di dalam maupun luar negeri, dan meningkatkan kualitas jasa penunjang energi nasional agar dapat bersaing baik di dalam maupun luar negeri; dan 6) Pemberdayaan masyarakat, yang ditempuh melalui: menciptakan skema kemitraan dalam rangka pengembangan sarana energi, meningkatkan kemitraan pemerintah dan swasta dalam pengembangan industri energi, meningkatkan peranan swadaya masyarakat, usaha kecil menengah dan koperasi dalam industri energi, dan menerapkan struktur pasar yang kompetitif dan aturan pasar secara konsisten untuk mewujudkan industri energi yang efisien. Oleh karena itu dalam rangka menekan laju pemakaian energi dan seiring dengan upaya

peningkatan produktivitas nasional, Pemerintah menetapkan langkah kebijaksanaan konservasi energi sehingga penggunaannya menjadi efisien dan efektif tanpa mengurangi penggunaan yang benar-benar diperlukan.

Sumber energi yang tersedia di bumi terdiri dari energi fosil, energi nuklir dan energi alam. Energi tersebut dapat digunakan oleh pemakai terlebih dulu dengan mengubah atau mengkonversi ke bentuk lain, salah satunya adalah diubah ke bentuk energi listrik (Beng dan Tjing, 1995). Penggunaan energi listrik telah meningkat cepat dari keseluruhan bentuk energi yang ada sejak energi listrik ditemukan. Meningkatnya penggunaan energi listrik ini tidak lepas dari keuntungan-keuntungan yang dimiliki energi ini yaitu : (1) Mudah disalurkan dibandingkan bentuk energi lain. Dengan adanya keuntungan ini banyak bermunculan perusahaan-perusahaan yang menawarkan jasa penjualan energi listrik, di Indonesia sesuai dengan kebijaksanaan pemerintah, penjualan energi listrik diserahkan secara monopoli kepada perusahaan milik negara yaitu PLN (Perusahaan Listrik Negara); (2) Kemudahan pengontrolan pemakaian karena penggunaan peralatan yang memakai suplai energi listrik tidak memerlukan banyak kontrol dan biaya yang banyak dalam operasinya. Hal ini mengakibatkan terjadinya pergeseran pemakaian dari peralatan dengan suplai bahan bakar konvensional ke peralatan dengan suplai energi listrik.; (3) Pemakaian energi listrik tidak menimbulkan pencemaran yang dapat mengganggu lingkungan. Dengan memakai energi listrik para pengguna energi menemukan keinginannya karena pada suplai energi listrik proses pembangkitan energi terletak pada sisi pembangkit sehingga dapat dihindari pencemaran-pencemaran yang tidak diinginkan seperti asap atau kebisingan suara (Craig B. Smith., 1978: 54). Dari kemudahan-kemudahan pada penggunaan energi listrik yang diperoleh oleh produsen listrik, konsumen listrik, pembuat peralatan listrik dan lingkungan sekitar, maka terjadi peningkatan pemakaian energi listrik yang diiringi kemajuan kualitas listrik dan peralatan listrik.

Besarnya pemakaian energi di Indonesia yang lebih besar daripada negara lain mengakibatkan menurunnya daya saing ekonomi produk Indonesia karena biaya produksi yang berlebihan, khususnya dengan negara-negara ASEAN. Dengan alasan di atas maka wajar dan harus diupayakan adanya konservasi energi untuk mengoptimalkan penggunaan energi dalam suatu industri.

Keadaan Indonesia pada masa krisis ekonomi saat ini berakibat menurunnya perekonomian Indonesia. Hal ini mengakibatkan pula menurunnya perekonomian industri yang diindikasikan dengan menurunnya pemasukan. Disisi lain banyak bermunculan kendala yang mengancam kelangsungan perekonomian industri, yaitu: 1) Naiknya harga bahan pendukung (bahan baku) yang dibutuhkan industri, 2) Naiknya harga energi listrik, dan 3) Persaingan antar industri.

Tindakan penghematan penggunaan energi listrik merupakan suatu usaha yang dapat diterima oleh semua pihak, dan hasilnya dapat mengurangi beban di industri. Jadi pengurangan penggunaan energi listrik dengan melakukan konservasi energi merupakan salah satu jalan terbaik untuk mengatasi menurunnya ekonomi. Menurut Departemen Pertambangan dan Energi, yang dimaksud konservasi energi yaitu upaya-upaya yang perlu dilakukan dalam rangka meningkatkan efisiensi penggunaan energi (1996: 1). Ruang lingkup operasional konservasi energi mencakup

penerapan program hemat energi pada berbagai keperluan meliputi penerangan gedung kantor/bangunan, alat pendingin ruangan (AC), peralatan kantor, perlengkapan/peralatan bangunan prasarana lingkungan yang menggunakan tenaga listrik. Dengan melakukan penghematan energi listrik, maka biaya konsumsi energi listrik pada konsumen dapat ditekan serendah mungkin tanpa mengganggu proses produksi dan aktifitas yang ada. Oleh karena itu langkah konservasi energi merupakan kebijakan yang harus diterapkan dalam melakukan penghematan energi listrik pada konsumen.

Konservasi energi akhir-akhir ini banyak dilakukan di industri maupun bangunan komersial sebagai suatu rangkaian kegiatan untuk mengidentifikasi dan mengevaluasi potensi penghematan energi suatu sistem energi. Hasil pelaksanaan konservasi energi adalah informasi yang berkaitan dengan kinerja pemakaian energi disajikan per masing masing peralatan energi, jenis sumber daya yang digunakan, area atau proses dengan basis yang relevan.

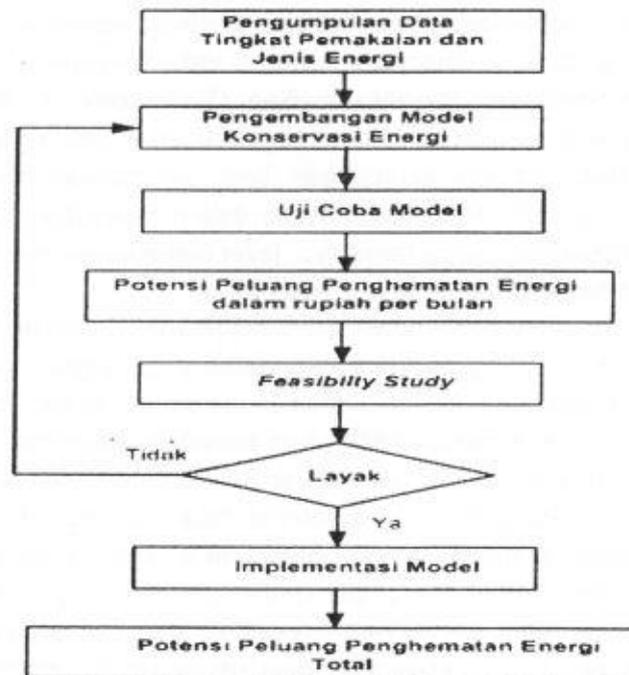
Dukungan dari keputusan top management merupakan hal penting dalam implementasi rekomendasi konservasi energi khususnya yang membutuhkan investasi. Jika dapat dibuktikan bahwa penghematan energi adalah setara dengan penghematan biaya atau peningkatan produktifitas, maka top management biasanya akan memperhatikan rekomendasi yang disampaikan. Oleh karena itu perlu diingat bahwa hasil konservasi energi jangan diartikan hanya sebagai isu energi semata, tetapi sebaiknya dinyatakan sebagai keuntungan bagi perusahaan melalui peningkatan efisiensi energi. Kunci yang perlu diperhatikan dalam menyusun laporan adalah apa yang ingin dikomunikasikan, siapa targetnya, level manajemen yang akan dilapori dan isu yang hendak disampaikan harus jelas dan fokus.

Kenaikan harga riil listrik tidak bisa dihindarkan. Kenaikan harga listrik dunia rata-rata 7% setahun, sedangkan Indonesia sudah dicanangkan akan ada kenaikan 6% tiap 4 bulan. Salah satu alasan kenaikan harga ini adalah untuk membangun pembangkit baru guna mencukupi kebutuhan kenaikan konsumsi listrik. Jika setiap konsumen bisa menghemat antara 5 – 10% saja, maka ada kemungkinan pada tahun ini tidak diperlukan pembangkit baru. Pemerintah bisa ikut berperan untuk mendukung program penghematan energi ini dengan memberikan insentif pada pelaksanaannya. Sesungguhnya program hemat energi ini memberikan keuntungan pada semua pihak, konsumen bisa mengurangi pembayaran rekening, perusahaan listrik tidak dikejar-kejar bikin pembangkit baru, pemerintah bisa mengurangi jumlah rencana hutang. Program penghematan listrik adalah bukan sekedar masalah teknis semata, melainkan merupakan pertimbangan dan keputusan manajemen, terutama ditinjau dari segi keuangan. Uraian di bawah ini terutama ditujukan untuk para pemakai listrik yang besar dengan rekening listrik diatas Rp100 juta per bulan. Menurut Roem (2006), secara garis besar cara penghematan pemakaian energi dapat dibagi dalam 5 kategori yaitu: 1) Peninjauan ulang sistem teknis dan perbaikan arsitektur bangunan; 2) Perbaikan prosedur operasionil secara manual; 3) Perbaikan prosedur operasionil secara otomatis; 4) Pemasangan alat penghemat listrik di seluruh instalasi; dan 5) Perbaikan kualitas daya listrik.

III METODE PENELITIAN

Penelitian ini termasuk jenis penelitian pengembangan (*research and development*). Ada dua kegiatan utama dalam penelitian ini, yaitu pertama penelitian untuk mengetahui tingkat dan jenis konsumsi energi di industri yang terletak di Kabupaten Bantul Propinsi Daerah Istimewa Yogyakarta.

Kegiatan tahap kedua dalam penelitian adalah mengembangkan model konservasi energi yang sesuai dengan hasil penelitian pada kegiatan pertama. Hasil pengembangan model konservasi energi ini selanjutnya dianalisis tingkat kelayakannya berdasarkan hasil analisis potensi peluang penghematan energi. Studi kelayakan ini meliputi: identifikasi proyek dan analisis tekno ekonomi berdasarkan *Life Cycle Costing*. Hasil studi kelayakan ini akan menjadi penentu, apakah model konservasi energi yang dikembangkan layak dan ekonomis bila diimplementasikan atau sebaliknya. Secara garis besar langkah-langkah dalam penelitian ini ditunjukkan pada Gambar 1.



Gambar 1 Skenario Tahapan Penelitian

Instrumen dalam penelitian ini berupa angket, seperangkat alat ukur analyst 3Q untuk pengukuran pelanggan listrik 3 fasa (beserta instrumen pendukung) dan perangkat dokumentasi. Instrumen alat ukur digunakan untuk mengukur data-data yang terkait dengan kualitas daya (digunakan untuk pengukuran energi listrik) maupun pengukuran lain yang dibutuhkan, sedangkan perangkat dokumentasi digunakan untuk mengambil gambar atau kejadian-kejadian yang mendukung dalam mengungkap data tingkat konsumsi energi di masyarakat.

Hasil penelitian tahap pertama ini selanjutnya digunakan sebagai data awal untuk kegiatan tahap kedua yaitu mengembangkan model konservasi energi pada masing-masing kategori konsumen. Analisis potensi peluang penghematan pada masing-masing konsumen juga dilengkapi dengan studi kelayakan yang bertujuan untuk mengkaji secara tekno-ekonomis terkait dengan metode konservasi tersebut. Hasil studi kelayakan ini akan menjadi penentu, apakah model konservasi energi yang dikembangkan layak dan ekonomis bila diimplementasikan atau sebaliknya

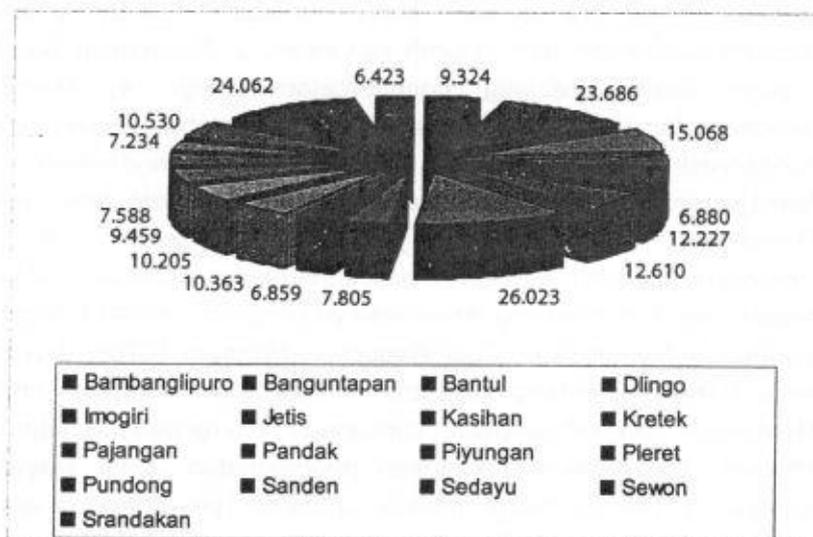
IV PEMBAHASAN

4.1 Profil Konsumsi Energi di Kabupaten Bantul

Tabel 2 Jumlah Pelanggan, Kapasitas Daya Terpasang dan Pemakaian Kwh

Daerah	Tahun	PLG	D aya	KWH
BANTUL	2004	114.760	78.200.746	122.618.134
	2005	118.269	82.843.916	136.075.927
	2006	95.906	70.963.416	114.196.884
	2007	130.166	91.989.666	132.952.152
	2008	134.083	98.130.616	151.427.098

Jumlah pelanggan PLN tahun 2009 setiap kecamatan di Kabupaten Bantul ditunjukkan pada Gambar 2.



Gambar 2 Data Jumlah Pelanggan PLN Tahun 2009 per Kecamatan di Kabupaten Bantul

4.2 Model Konservasi Energi di Industri

Jenis tarif yang digunakan industri di Kabupaten Bantul antara lain tariff I1, I2 dan I3. Sebagian industri memiliki kecenderungan beban yang sama, oleh karena itu model yang dikembangkan secara umum memiliki kesamaan. Di industri, ada dua bagian beban utama yaitu beban untuk perkantoran dan beban untuk proses produksi.

Untuk beban penerangan karena persentasenya jauh lebih kecil dibandingkan beban proses produksi maka untuk beban penerangan tidak dikembangkan model konservasinya, yang dikembangkan model konservasinya hanya beban diproses produksi. Model konservasi untuk proses produksi antara lain:

- Gunakan kapasitor bank untuk memperbaiki faktor daya karena beban yang mendominasi pada proses produksi adalah beban motor
- Pilihlah rating motor yang tepat serta memilih motor yang memiliki efisiensi tinggi
- Menggunakan piranti kendali (*variable speed drive*) untuk mengendalikan kecepatan putar motor serta mengurangi arus starting.

Model yang dikembangkan dalam penelitian ini merujuk ke jenis tarif dan langganan daya pada masing-masing pelanggan. Guna mereduksi terjadinya inefisiensi penggunaan energi, maka direkomendasikan beberapa langkah konservasi yang merupakan model yang telah dikembangkan dalam penelitian ini, antara lain:

1. Menurunkan kontrak daya listrik bagi perusahaan yang memiliki kapasitas langganan daya yang melebihi kebutuhan
2. Memasang atau membenahi setting kapasitor bank yang sudah terpasang
3. Melakukan pengasutan pada mesin untuk menekan arus starting
4. Perusahaan perlu segera membentuk Komite Energi yang bertugas:
 - 1) Mengelola pemakaian energi, mengatur dan mengkoordinasikan pekerjaan/ tugas antar departemen/bagian sehingga dapat menekan biaya produksi;
 - 2) Menyusun rencana program konservasi energi dan mengkomunikasikan dengan pihak Manajemen, serta mensosialisasikannya kepada seluruh departemen/bagian dan seluruh karyawan;
 - 3) Melakukan Audit Energi untuk mengidentifikasi peluang penghematan energi;
 - 4) Menentukan target penghematan yang akan dicapai;
 - 5) Mengimplementasikan rencana program konservasi energi yang sudah direkomendasikan oleh pihak Manajemen/Pimpinan Perusahaan;
 - 6) Mengevaluasi hasil implementasi;
 - 7) Menghitung penghematan yang telah dicapai;
 - 8) Mengusulkan "reward/renumerasi" kepada pihak-pihak (Departemen/person/ karyawan) yang secara nyata mendukung terealisasinya program "Hemat Energi" di lingkungan Pabrik;
 - 9) Menerapkan *Cost Reduction Program* (CRP) dan Gugus Kendali Mutu (GKM) di bidang konsumsi energi listrik;
 - 10) Melakukan langkah-langkah konservasi energi/penghematan energi yang sifatnya "*housekeeping*" (langkah penghematan tanpa biaya), antara lain: Kampanye "Hemat Energi" melalui himbauan, pengumuman atau aturan yang harus dijalankan oleh segenap komponen perusahaan, Melakukan "rescheduling" (penjadwalan produksi) dengan mengalihkan penggunaan listrik pada saat WBP ke LWBP, sehingga menurunkan biaya listrik dan terhindar dari "disinsentif" yang dikenakan oleh PLN, Pemasangan pengendali kecepatan motor pada mesin produksi untuk menghemat pemakaian listrik melalui menekan arus *starting*, Mengganti lampu-lampu TL dengan CFL, Pemasangan alat ukur dan instrumen pembantu untuk memonitor fungsi alat dan pemakaian energinya bagi pelanggan instansi dan perusahaan

Dengan menerapkan model konservasi energi, diperoleh kurang lebih 12 persen dari total energi yang dikonsumsi per tahun. Perhitungan ini juga dilengkapi dengan analisis kelayakan (*Feasibility Study*), LCC dan *Cash Flow* seperti ditunjukkan pada tabel 3 dan 4.

Tabel 3 Contoh Tampilan LCC di Industri

bulan	pemasukan penghematan	Biaya operasi, pemeliharaan, dan perbaikan	Penghematan	faktor pemotongan per tahun	Penghematan PV	Penghematan Kumulatif	Investasi	Net Saving
(1)	(2)	(3)	(4 = 2 - 3)	(5)	(6 = 4 x 5)	(7 = Σ 6)	(8)	(9 = 7 - 8)
1	2.429.942,00	(100.000,00)	2.329.942,00	0,88E-01	2.301.177,28	2.301.177,28	120.000.000,00	(117.698.822,72)
2	2.429.942,00	(100.000,00)	2.329.942,00	0,75E-01	2.272.767,80	4.573.944,97	120.000.000,00	(115.426.055,03)
3	2.429.942,00	(100.000,00)	2.329.942,00	0,83E-01	2.244.708,83	6.818.653,80	120.000.000,00	(113.181.346,20)
4	2.429.942,00	(100.000,00)	2.329.942,00	0,52E-01	2.216.896,37	9.035.550,17	120.000.000,00	(110.964.349,83)
5	2.429.942,00	(100.000,00)	2.329.942,00	0,40E-01	2.189.826,05	11.225.276,22	120.000.000,00	(108.774.723,78)
6	2.429.942,00	(100.000,00)	2.329.942,00	0,28E-01	2.162.593,83	13.387.869,85	120.000.000,00	(106.612.130,15)
7	2.429.942,00	(100.000,00)	2.329.942,00	0,17E-01	2.135.894,94	15.523.764,79	120.000.000,00	(104.476.235,21)
8	2.429.942,00	(100.000,00)	2.329.942,00	0,05E-01	2.109.825,87	17.633.290,65	120.000.000,00	(102.366.709,35)
9	2.429.942,00	(100.000,00)	2.329.942,00	0,04E-01	2.083.482,34	19.716.772,99	120.000.000,00	(100.283.227,01)
10	2.429.942,00	(100.000,00)	2.329.942,00	0,03E-01	2.057.780,33	21.774.533,32	120.000.000,00	(98.225.466,68)
11	2.429.942,00	(100.000,00)	2.329.942,00	0,72E-01	2.032.355,88	23.806.889,21	120.000.000,00	(96.193.110,79)
12	2.429.942,00	(100.000,00)	2.329.942,00	0,52E-01	2.007.285,07	25.814.154,28	120.000.000,00	(94.185.845,72)

Tabel 4 Contoh Tampilan Cash Flow di Industri

Penyettingan Ulang Kapasitor Bank				
Keterangan	Bulan			
	1	2	3	4
	-	(1.000.000)	7.086.473	15.172.945
INFLOW				
1 Penghematan Energi		8.099.806	8.099.806	8.099.806
Total Inflow		8.099.806	15.186.279	23.272.751
OUTFLOW				
1 Inventasi	1.000.000			
2 Maintenance	-	-	-	-
3 Pembayaran Bunga 16 % per tahun	-	13.333	13.333	13.333
Total Outflow	1.000.000	13.333	13.333	13.333
Inflow - Outflow	(1.000.000)	7.086.473	15.172.945	23.259.418

V PENUTUP

Berdasarkan hasil penelitian yang telah dilakukan, dapat diambil kesimpulan sebagai berikut: