

PENGARUH PENGGANTIAN LAMPU PIJAR DENGAN LAMPU LED DI SEKTOR RUMAH TANGGA TERHADAP SUPLAI DAYA POWER PLANT

Ghoni Musyahr

Teknik Elektronika Fakultas Teknik dan Ilmu Komputer
 Universitas Muhammadiyah Pekajangan Pekalongan
 Jl. Raya Pahlawan No. Gejlig – Kajen Kab. Pekalongan
 Telp.: (0285) 385313, www.fastikom.umpp.ac.id

ABSTRAK

Salah satu jenis kegiatan terstruktur yang dapat dilakukan oleh perusahaan penyedia energi listrik untuk tujuan penghematan penggunaan listrik di sisi konsumen rumah tangga adalah Lighting-Demand Side Management. Agar kegiatan ini dapat berlangsung secara efektif, perlu dilakukan perencanaan aspek teknis dan ekonomis yang baik. Di sisi lain, konsumen mempunyai preferensi tentang pola penggunaan lampu di rumah. Penentuan pola pembebanan merupakan salah satu aspek penting dalam perencanaan aktifitas DSM.

Penerapan program demand side management harus dimulai dari tingkat rumahtangga. Misalnya dengan cara mengganti semua lampu pijar dengan lampu LED, karena bisa lebih hemat dan menguntungkan. Penghematan bisa ditekan atau dimaksimalkan sampai 40%.

Jika semua rumah tangga menerapkan sistem demand side management, maka akan berpengaruh juga pada sektor pembangkit yang juga terjadi penghematan pada pensuplaian daya yang juga 40%, pembangkit akan mengurangi gas buang reduksi CO₂ sekitar 400.000 ton / tahun.

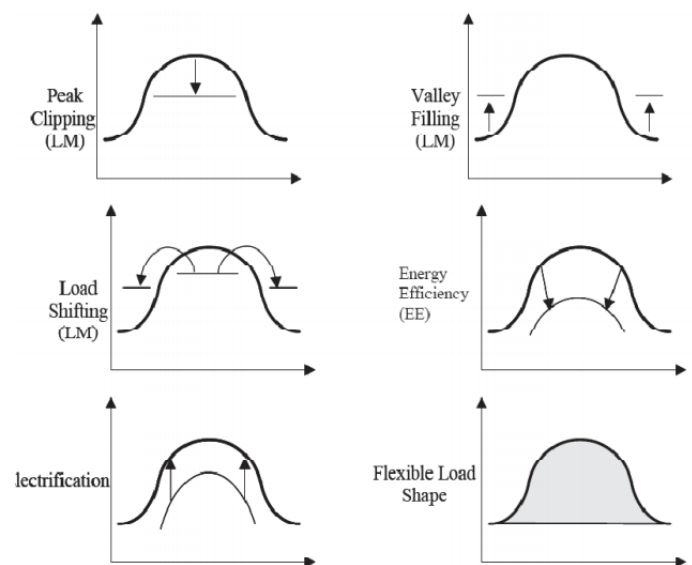
Kata kunci: Lighting-Demand Side Management, pola pembebanan, rumah tangga

A. Pendahuluan

Pengelolaan energi listrik di sisi konsumen telah menjadi bagian penting dalam tahapan pengelolaan energi secara keseluruhan. Di beberapa negara, aktifitas Demand Side Management (DSM) telah menjadi salah satu alternatif utama yang telah berhasil dilaksanakan secara terstruktur dan berkelanjutan karena secara keseluruhan biaya aktifitas ini lebih murah dan ramah lingkungan. Penerapan aktifitas DSM secara efektif memerlukan kajian yang komprehensif yaitu rancangan metode yang memperhatikan aspek teknis, ekonomis, dan dampak lingkungan secara bersama-sama. Besarnya anggaran yang dibutuhkan untuk dapat menjalankan kegiatan DSM secara efektif dan efisien akan sangat dipengaruhi oleh hasil kajian aspek teknis dan ekonomis yang dilakukan secara tepat pula. Perencanaan pola beban dan total daya listrik yang dapat dihemat termasuk dalam aspek kajian ini. Disamping itu, pola beban yang diinginkan juga dapat didapatkan dari preferensi berbagai pemangku kepentingan, diantaranya konsumen pengguna listrik.

B. Lighting-Demand Side Management

Konsep Demand Side Management (DSM) dikemukakan pertama kali oleh Clark W. Gellings dan John H. Chamberlin. DSM meliputi kegiatan sistematis yang dilakukan oleh perusahaan listrik atau pemerintah yang dirancang untuk mengubah jumlah dan / atau waktu penggunaan listrik di sisi pelanggan termasuk di dalamnya penggunaan peralatan hemat energi. Ada enam tujuan aktifitas DSM terkait dengan pembebanan listrik seperti diilustrasikan pada Gambar 1.



Gambar 1. Alternatif pembebanan pada aktifitas DSM

Pada Gambar 1, peak clipping, valley filling, dan load shifting diklasifikasikan sebagai tujuan manajemen beban. Sementara itu, energy efficiency meliputi pengurangan atas semua penggunaan energi. Misalnya, tingkat pencahayaan di ruangan yang dipertahankan dengan cara mengganti lampu dengan lumen sama namun lebih rendah konsumsi dayanya. Electrification meliputi pembentukan beban atas semua jam dan sering terkait dengan program retensi pelanggan dari perspektif penyedia energi. Sementara itu, flexible load shape membuat kurva beban responsif terhadap kondisi keandalan beban.

Sektor rumah tangga merupakan salah satu pelanggan listrik yang memiliki pertumbuhan “faster than average” dibandingkan rata-rata permintaan listrik pada sektor lainnya. Sektor ini diidentifikasi sangat bermasalah untuk perusahaan listrik karena memberikan kontribusi langsung pada tingginya beban puncak. Di sebagian besar negara Asia, beban puncak terjadi di malam hari sebagai akibat dari pemakaian lampu dan penggunaan peralatan listrik lainnya. Penggunaan lampu hemat energi di rumah tangga merupakan salah satu pilihan aktifitas DSM yang populer karena dapat berdiri sendiri dan merupakan komponen pemanfaat energi akhir sehingga jenis aktifitas ini cenderung relatif sederhana untuk dirancang dan diterapkan dengan biaya yang relatif murah. Thailand menjadi negara Asia pertama yang secara formal mengadopsi aktifitas DSM sebagai masterplan nasional. Aktifitas DSM melalui pemasangan Compact Fluorescent Lamp (CFL) dilaksanakan mulai September 1993 untuk jangka waktu lima tahun hingga 1997. Selama jangka waktu ini, CFL didistribusikan dengan harga subsidi melalui pembelian massal. Penjualan 220,000 CFL dengan anggaran US\$ 189 juta menghasilkan penghematan beban puncak 295 MW dan penghematan energi sebesar 1,564 GWh per tahun sampai dengan Mei 1997. Hal ini setara dengan lebih dari 1 juta ton reduksi CO₂ dan penghematan investasi pembangkit sebesar US\$ 295 juta.

C. Pendekatan Demand Side Management

Pendekatan DSM merupakan serangkaian kegiatan yang meliputi perencanaan, pelaksanaan, dan pemantauan yang digunakan oleh perusahaan listrik untuk mempengaruhi pelanggan tentang waktu dan intensitas penggunaan energi listrik sedemikian rupa sehingga dapat merubah kurva beban sesuai dengan dari sisi pasokan perusahaan sehingga saling menguntungkan antara pelanggan dan perusahaan listrik (Gellings, 1993). Masih menurut Gellings (1996) dengan pendekatan DSM akan memberikan mutual benefit baik bagi konsumen maupun ke perusahaan listrik. Dampaknya bagi konsumen akan dapat mengurangi anggaran konsumen listrik pada saat WBP yang bertarif mahal, dan bagi perusahaan listrik dapat menunda pembangunan pembangkit tenaga listrik dan juga membuat kurva beban pada WBP dan LWBP lebih merata. Jadi konsep utama manajemen DSM adalah melakukan pengelolaan beban dengan mempengaruhi pola konsumsi listrik pelanggan. Pola konsumsi pelanggan sangat dipengaruhi oleh kategorisasinya seperti pelanggan rumah tangga, umum, komersial, industri, dan lainnya.

D. Sasaran-sasaran Demand Side Management (DSM)

Sasaran DSM meliputi (Gellings, 1993):

a. Sasaran-sasaran Umum

Sasaran-sasaran ini secara garis besar meliputi tiga hal, yaitu:

1. Performansi Keuangan (Financial Performance)

Secara umum biaya untuk proyek listrik dapat dibagi dua bagian yaitu biaya tetap seperti bunga atas investasi,

depresiasi, asuransi, dll. Dan biaya variabel yang tergantung dari keadaan operasional.

2. Hubungan ke Pelanggan

Misi utama dari perusahaan listrik adalah untuk memberikan pelayanan listrik yang dibutuhkan pelanggan dengan biaya yang serendah mungkin dengan menjadikan konsumen sebagai faktor yang utama.

Program-program perusahaan listrik untuk mengurangi biaya, mengurangi beban puncak dan meningkatkan penjualan di luar beban puncak, yang pada intinya adalah penghematan di sisi perusahaan listrik harus sesuai dengan apa yang dibutuhkan oleh konsumen. Dengan kata lain untuk kesuksesan program ini, perusahaan harus melihat dari sudut pandang konsumen. Sedangkan pelanggan memandang listrik bukan dari sisi listriknya, melainkan dari sisi manfaatnya. Seperti membutuhkan cahaya, udara sejuk (AC), dan berjalannya peralatan listrik mereka tanpa ada gangguan, pelayanan yang memuaskan, dan sebagainya. Masalah tarif merupakan sesuatu yang sangat penting di mata konsumen, tarif yang rendah adalah salah satu segi pelayanan yang dianggap baik, di samping itu hal-hal seperti keandalan dan kenyamanan merupakan hal yang tidak boleh diabaikan karena memegang peranan penting sebagai wujud kualitas pelayanan. Sehingga antara tarif yang murah dan keandalan merupakan faktor pendukung yang harus diperhatikan.

3. Hubungan ke Pegawai

Adanya penekanan rasa tanggung jawab serta profesionalisme petugas akan berhasilnya proyek DSM, penekanan terhadap adanya kesadaran bahwa kepentingan perusahaan listrik adalah kepentingan petugas di samping itu juga sebagai kepentingan nasional.

b. Sasaran-sasaran Khusus

Sasaran-sasaran ini terdiri dari:

1. Peningkatan Utilisasi Sistem

Peningkatan dan pengembangan pembangunan dari peralatan-peralatan listrik dan proses yang membarikan kinerja yang lebih baik dalam pengoperasian dan utilisasi yang lebih efisien. Pada awalnya pelaksanaan kegiatan ini membutuhkan tambahan biaya yang tinggi, tetapi dari hasil penghematan yang diperoleh, waktu pengembalian untuk tambahan biaya dari peralatan hemat energi lebih baik dibanding perencanaan yang konvensional.

2. Menunda pembangunan unit pembangkit listrik yang baru.

Dengan dilaksanakannya program DSM maka akan mengurangi kebutuhan beban puncak dengan berbagai cara sistematis. Hal ini berarti kapasitas cadangan dengan sendirinya semakin besar, sehingga kebutuhan akan sebuah unit pembangkit dapat ditunda yang berarti bahwa terjadi perlambatan pengembangan modal.

3. Memperbaiki unjuk kerja (performance) sistem, yang meliputi:

- Perbaiki Faktor Beban

Efektifitas pemakaian energi listrik biasanya dinyatakan dalam suatu perbandingan yang disebut faktor beban. Faktor beban merupakan perbandingan antara energi listrik yang benar-benar digunakan dengan jumlah energi yang akan digunakan jika daya listrik digunakan terus menerus pada kebutuhan maksimum.

- Perbaikan efisiensi sistem

Dengan pengaturan pemakaian energi listrik sesuai dengan jenis pembangkit yang ada atau dengan penggunaan peralatan hemat energi akan dicapai tingkat efisiensi sistem yang lebih tinggi.

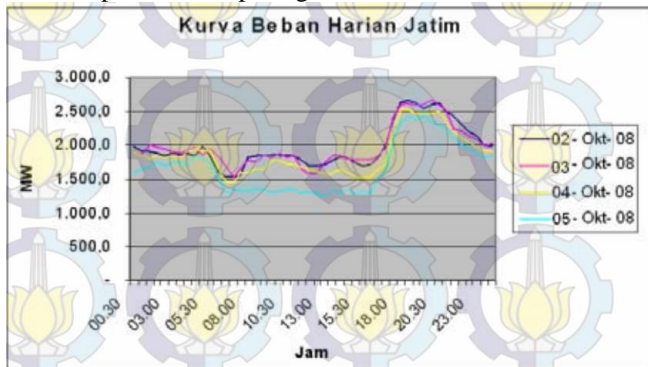
- Perbaikan keandalan sistem

Dengan mengurangi pemakaian daya listrik pada periode beban puncak dengan tujuan mencegah daya listrik yang melampaui kapasitas yang tersedia, berarti menghindari kemungkinan terjadinya pemadaman atau memperbaiki keandalan suatu sistem.

E. Contoh Kasus

- Problematika Sistem Kelistrikan di Jawa Timur

Karakteristik beban sistem di Jawa Timur dipengaruhi oleh pemakaian listrik untuk perumahan, industri, sosial, perkantoran, hotel, dan sebagainya. Pembebanan harian yang ada untuk Sistem Jawa Timur yang menjadi bagian dari Region 4 (Jawa Timur dan Bali), dapat digambarkan bentuk kurva pembebanan yang ada di seluruh Jawa Timur seperti terlihat pada gambar berikut :



Gambar 2. Kurva Beban Harian Jawa Timur
(Sumber : PLN Distribusi Jawa Timur)

Pada kurva beban terlihat adanya perbedaan yang sangat berarti antara WBP dan LWBP, hal ini mengharuskan penambahan kapasitas pembangkitan untuk memikul WBP, yang menyebabkan penambahan biaya operasi. Pada gambar kurva beban harian di atas, juga terlihat terdapat karakteristik pemakaian tenaga listrik oleh pelanggan sebagai penggambaran kegiatan seluruh masyarakat konsumen listrik di semua sektor yang ada di Sistem Jawa Timur. Karakter kurva beban tersebut dipengaruhi oleh adanya aktivitas konsumen baik di sektor rumah tangga maupun industri yang relatif berubah-ubah di setiap waktu yang berbeda.

- Kelompok Pelanggan yang Paling Berpengaruh dalam Beban Harian

Karakteristik beban harian Sistem Jawa Timur dipengaruhi oleh pelanggan rumah tangga, sosial, publik, serta industri. Namun melihat lonjakan yang tajam saat memasuki WBP menunjukkan bahwa kelompok yang paling berpengaruh pada kurva beban pada saat WBP adalah pelanggan rumah tangga. Bila jumlah komposisi pengguna dimasukkan ke dalam tabel, hasilnya adalah sebagai berikut :

Golongan Tarif	Jumlah Pelanggan	Persentase (%)
Sosial (S)	156,190	2.28
Rumah Tangga (R)		
R-1/TR <= 450 VA	3,678,104	
R-1/TR <= 900 VA	2,055,582	
R-1/TR <= 1.300 VA	397,679	
R-1/TR <= 2.200 VA	142,907	
R-2/TR 2.200VA sd 6.600 VA	59,276	
R-3/TR diatas 6.600 VA	9,999	
Total Rumah Tangga	6,343,547	92.48
Bisnis	314,577	4.59
Industri	11,044	0.16
Publik	33,645	0.49
Total Pelanggan	6,859,003	100

Tabell. Komposisi Pelanggan PLN Distribusi

Direncanakan 3 juta pelanggan Rumah Tangga R1/450 VA yang akan mendapatkan program hemat energi dengan pemberian gratis untuk lampu hemat energi 18W yang tingkat penerangannya setara dengan lampu pijar 100 W. Untuk 3 juta pelanggan akan mendapatkan penghematan sebesar 246 MW.

Dengan analisis Ekonomi Teknik menunjukkan bahwa dengan analisis program penggantian lampu pijar dengan lampu hemat energi manfaatnya untuk pelanggan listrik sebesar **Rp. 44.185** atau **32,70%**. Sedangkan bagi PLN, keuntungan yang diperoleh adalah sebesar **Rp. 259.293.960.000**. Dan dapat menurunkan daya pada saat WBP sebesar **246 MW**.

- Penghematan dengan lampu LED

Jika lampu hemat energi (Compact Fluorescent), maka akan lebih menghemat daya lagi. Hal itu dikarenakan lampu LED mempunyai keunggulan, yaitu :

1. **DAYA TAHAN** : Lampu LED bertahan hingga 50.000 jam, 30 kali lebih lama dari lampu pijar atau 10 kali lebih lama daripada lampu hemat energi (LHE).
2. **EFISIENSI TINGGI** : Menghemat hingga 90% pada penggunaan daya, dibandingkan dengan halogen dan lampu pijar. Sebuah lampu LED dengan daya sebesar 3,5W akan mampu menghasilkan cahaya sebesar 50W lampu halogen. Jadi secara signifikan akan mengurangi tagihan listrik.
3. **RAMAH LINGKUNGAN** : Lampu LED sangat ramah terhadap lingkungan dan juga aman bagi manusia karena tidak mengandung mercury dan tidak menghasilkan radiasi IR dan UV, yang sangat berbahaya bagi mata manusia.
4. **TIDAK PANAS** : Panas yang dihasilkan lampu LED jauh lebih rendah daripada panas yang dihasilkan lampu lain sehingga dapat mengurangi temperatur dalam rumah dan mengurangi beban dari AC untuk mendinginkan suhu dalam rumah sehingga akan mengurangi tagihan listrik Anda.
5. **WARNA YANG INDAH** : Sinar yang jernih dan Colour Rendering Index (CRI) dari lampu LED

yang tinggi menghasilkan warna yang alami seperti aslinya.

6. **UKURAN KECIL** : Lampu LED menyediakan fleksibilitas desain, diatur dalam baris, cincin, kelompok atau individu poin.
7. **FUNGSI DIMMER** : Tidak seperti lampu neon, LED dapat diredupkan dengan menggunakan pulse width modulation (PWM) dengan cara memutar lampu on dan off sangat cepat dalam berbagai interval. Hal ini juga memungkinkan pencampuran warna penuh pada lampu dengan LED warna yang berbeda.
8. Waktu hidup Lampu LED berkisar antara 25.000-50.000 jam, dibandingkan dengan CFL yang hanya mampu hidup antara 4.000-8.000 jam.



Gambar 3. Lampu LED

Simulasi

Contoh perbandingan harga antara penggunaan lampu Compact Fluorescent 13W Mini Twist dengan CC Vivid Plus 36 LED 2,5W. Lampu Osram berusia hingga 8 ribu jam, sedangkan lampu Vivid dapat bertahan hingga 60 ribu jam.

	COMPACT FLOUR. 13 W MINI TWIST	CC VIVID PLUS 36 LED 2,5 W
Usia Maksimal	8.000 Jam	60.000 Jam
Jumlah Bohlam dalam 60.000 Jam	7,5	1
Biaya Bohlam (Perkiraan dalam Rupiah)	7,5 x Rp. 50.000 = Rp. 375.000	Rp. 450.000
Energi (Selama 60.000 Jam)	780 kWh	150 kWh
Biaya Listrik (Rp. 700/kWh)	780 kWh x Rp. 700 = Rp. 546.000	Rp. 105.000
TOTAL BIAYA	Rp. 921.000	Rp. 555.000

Melihat perhitungan pada tabel diatas, dengan menggunakan 1 lampu LED kita bisa berhemat sampai Rp. 366.000,-.

Ilustrasi

Dengan pemakaian rata-rata 12 jam perhari, berarti penggunaan lampu pertahun adalah : 12 jam x 365 hari = 4.380 jam. Dengan menggunakan CFL sebelum 2 tahun sudah ganti lampu (umumnya merk yang beredar hanya mampu 1 tahun). Bandingkan dengan

Lampu LED yang minimal 5 tahun baru mulai ganti. Lampu LED adalah teknologi lampu terkini, yang historynya kurang lebih begini : Lampu Pijar (Incandescents Bulb) >-- CFL (Compact Fluorescent Lamp) >-- LED (Light Emiting Diode)

Dengan perbandingan daya masing-masing :

PIJAR	CFL	LED
40 W	8 W	4 W
60 W	12 W	6 W
80 W	16 W	8 W
100 W	20 W	10 W
150 W	30 W	15 W
200 W	40 W	20 W

Bandingkan jika menggunakan Lampu LED yang hanya cukup dengan setengahnya saja, karena 20W CFL = 10W LED, sehingga biaya yang dikeluarkan dengan menggunakan LED cukup Rp 85.320,-. Tinggal kalikan 12 dan kita bisa melihat besarnya penghematan kita dalam 1 tahun. Investasi akan semakin terasa dalam tahun-tahun berikutnya lagi.

Dari data diatas sudah bisa dilihat bagaimana kecilnya daya Lampu LED jika dibandingkan dengan dua teknologi lampu yang sebelumnya.

Lampu LED juga memiliki Lumens yang lebih tinggi. Lumens adalah ukuran cahaya oleh mata manusia. Standar lampu CFL yang efisien memiliki 14 - 17 Lumens / Watt.

Lampu LED memiliki 60 - 100 Lumens / Watt.

Dengan lampu CFL 8 Watt x 17 Lumens = 136 Lumens, sedangkan LED 4 Watt x 60 Lumens = 240 Lumens.

Daya lebih rendah tetapi menghasilkan Lumens yang jauh lebih tinggi.

Karena penggunaan daya yang lebih kecil, hal ini tentu saja berimbas pada besarnya biaya listrik yang dikeluarkan perbulannya. Ilustrasi Jika dalam satu rumah menggunakan lampu 30 buah, masing-masing lampu dayanya 20 watt, dan lama pemakaian 12 jam perhari. Dengan asumsi tarif listrik Rp 790/kWh, maka biaya yang dikeluarkan perhari : $30/1000 \times 20 \text{ W} \times 12 \text{ jam} \times \text{Rp } 790/\text{kWh} = \text{Rp } 5.688,-$ Untuk biaya perbulan maka menjadi :

$\text{Rp } 5.688,- \times 30 = \text{Rp } 170.640,-$

Dari hasil penerapan simulasi penulis, maka jika semua lampu rumah tangga diganti dengan jenis LED, maka akan menambah penghematan sebesar : $366.000 / 921000 \times 100\% = 39,73\%$

Jika perhitungan itu dihubungkan dengan sistem pembangkit, maka akan menghemat $39,73/100 \times 1,564 \text{ GWh} = 621377,2 \text{ Wh}$

Yang terjadi pembangkit hanya mensuplai daya $1.564.000 - 621377,2 = \mathbf{942.622,8 \text{ Wh}}$

F. Hubungan Dengan Lingkungan

Dari perhitungan di atas bisa ditarik kesimpulan bahwa pembangkit akan mengurangi gas buang reduksi CO₂ sekitar 400.000 ton / tahun. Dengan demikian maka dengan adanya penerapan demand side management dari lingkungan rumahtangga saja tingkat pencemaran udara dapat ditekan sampai 40%.

G. Kesimpulan

Penerapan program demand side management harus dimulai dari tingkat rumahtangga. Misalnya dengan cara mengganti semua lampu pijar dengan lampu LED, karena bisa lebih hemat dan menguntungkan. Penghematan bisa ditekan atau dimaksimalkan sampai 40%. Jika semua rumah tangga menerapkan sistem demand side management, maka akan berpengaruh juga pada sektor pembangkit yang juga terjadi penghematan pada penuplaian daya yang juga 40%, pembangkit akan mengurangi gas buang reduksi CO₂ sekitar 400.000 ton / tahun.

REFERENSI

- [1] FORTEI 2012_Yusak Tanoto
- [2] [M. Yang. (2006). "Demand Side Management in Nepal". *Energy* vol. 31, pp. 2677–2698, November 2006.
- [3] [C. W. Gellings, J. H. Chamberlin. (1987). *Demand Side Management: Concepts and Methods*. 2nd ed. Lilburn, GA, USA: The Fairmont Press Inc.
- [4] [4] Charles River Associates. (2005). *Primer on Demand Side Management*. Available: <http://siteresources.worldbank.org/INTENERGY/Resources/PrimeronDemand-sideManagement.pdf>
- [5] L. Schipper, S. Meyers. (1991). "Improving Appliance Efficiency in Indonesia", *Energy Policy*, July/August 1991, pp. 578-587.
- [6] Electricity Generation Authority Thailand (1997). *Compact Fluorescent Lamp Program — Program Plan Evaluation Plan*, Demand-Side Management Office, Planning and Evaluation Department. Bangkok, Thailand.
- [7] T. L. Saaty. (1980). *The Analytic Hierarchy Process*, 1st ed. NY, USA: McGraw-Hill.
- [8] D. K. Lee, S. Y. Park, S. U. Park. (2007). "Development of assessment model for demand-side management investment programs in Korea". *Energy Policy* vol. 35, pp. 5585–5590, July 2007.
- [9] S. Vashishtha, M. Ramachandran. (2005). "Multicriteria evaluation of Demand Side Management (DSM) implementation strategies in the Indian power sector". *Energy* vol. 31, pp. 2210–2225, July 2003.
- [10] P. Newbold. (2007). *Statistics for Business and Economics*, 6th ed, New Jersey, USA: Pearson Education, Inc.