

Lighting Retrofitting Web Application: Modul Interaktif Pembentukan Profil Pembebanan Lampu

Yusak Tanoto
Program Studi Teknik Elektro
Universitas Kristen Petra
Surabaya, Indonesia
tanyusak@petra.ac.id

Emmy Hosea
Program Studi Teknik Elektro
Universitas Kristen Petra
Surabaya, Indonesia
emmyho@petra.ac.id

Abstrak—Makalah ini memaparkan pengenalan dan penggunaan perangkat lunak Lighting Retrofitting Web Application sebagai salah satu media berbasis web untuk membentuk kurva profil pembebanan lampu berbasis pola pembebanan Demand Side Management dimana Profil pembebanan lampu yang dapat dibentuk meliputi lima jenis pola pembebanan. Aplikasi multimedia yang difungsikan sebagai tool pengambilan keputusan pada analisa finansial perencanaan aktifitas Lighting-Demand Side Management ini dikembangkan menggunakan Hypertext Markup Language 5, Cascading Style Sheets, dan pemrograman Javascript. Aplikasi ini juga telah digunakan untuk menunjang proses belajar mengajar berbasis multimedia pada mata kuliah Manajemen Sistem Energi.

Kata Kunci—profil pembebanan lampu; multimedia; Demand Side Management; manajemen sistem energi

I. Pendahuluan

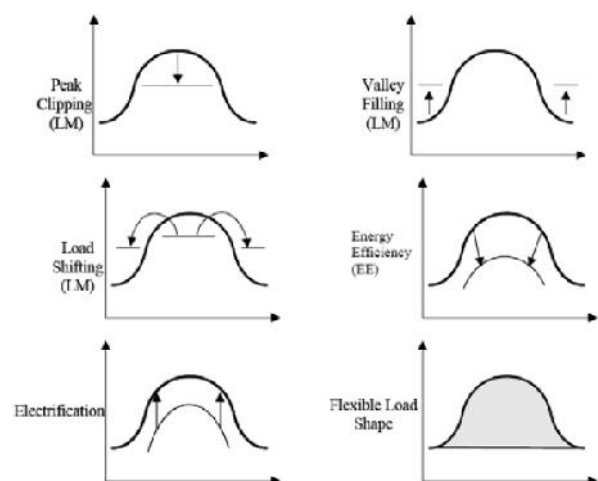
Lampu sebagai sumber pencahayaan di rumah tangga telah digunakan secara luas dalam berbagai tipe dan ukuran, pun tingkat penggunaan energinya merupakan salah satu yang dominan untuk rumah tangga menengah ke bawah. Untuk dapat mengetahui seberapa besar kontribusi pengeluaran energi dari penggunaan lampu, perlu diketahui dulu profil pembebanannya dari tipikal kurva beban harian. Pembentukan kurva beban harian lampu (*lamp's load profiling*) berawal dari survey penggunaan energi dasar (*baseline energy use*) lampu [1]. Data hasil survey selanjutnya dapat digunakan untuk mengevaluasi alternatif mekanisme aktifitas yang efektif dan efisien [2]. Sejauh pemahaman penulis, belum tersedia aplikasi multimedia yang dapat digunakan secara interaktif untuk dapat membentuk kurva beban lampu dalam berbagai skenario pembebanan sekaligus dapat difungsikan untuk mendukung proses pembelajaran yang terkait dengan topik-topik manajemen energi listrik.

Untuk itu, makalah ini berfokus pada pemaparan pengenalan dan penggunaan perangkat lunak "Lighting Retrofitting Web Application (RLWA) Versi 1.0 Beta" untuk membuat profil pembebanan lampu berbasis pola pembebanan Demand Side Management. Definisi Demand Side Management dan pola pembebanannya dijelaskan pada bagian selanjutnya dari makalah ini, diikuti oleh pengenalan perangkat lunak "Lighting Retrofitting Web Application" dan studi kasus penggunaan perangkat lunak ini dari data survey

penggunaan lampu di sektor rumah tangga di kota Surabaya. Bagian akhir dari makalah ini ditutup dengan kesimpulan.

II. Demand Side Management

Konsep Demand Side Management (DSM) pertama kali dikemukakan oleh Gellings dan Chamberlin pada tahun 1987. DSM terdiri dari aktifitas-aktifitas yang dijalankan secara sistematis oleh perusahaan listrik dan atau pemerintah yang didesain untuk mengubah konsumsi dan atau waktu penggunaan listrik di sisi pelanggan listrik, termasuk penggunaan peralatan listrik secara efisien [3]. DSM mempunyai dua tujuan utama yaitu mengurangi kebutuhan beban puncak yang terkait dengan penambahan kapasitas pembangkit dan mengurangi pemakaian energi listrik melalui perubahan jumlah dan pola konsumsi energi [4]. Aktifitas DSM yang terkait dengan kedua tujuannya tersebut termanifestasi dalam enam pola pembebanan listrik seperti yang ditunjukkan pada Gambar 1 [5].



Gambar 1. Alternatif pola pembebanan dalam DSM.

Seperti terlihat pada Gambar 1, terdapat enam pola pembebanan yang dapat diklasifikasikan menjadi dua kelompok besar, yaitu kelompok manajemen beban yang terdiri dari *Peak Clipping*, *Valley Filling*, dan *Load Shifting*, dan kelompok efisiensi dan kehandalan energi yang mencakup

Energy Efficiency, Electrification, dan Flexible Load Shape. Dalam pengertian DSM, *Energy Efficiency* berbeda dengan *Conservation* karena dalam *Energy Efficiency* level pelayanan dari penggunaan energi tetap dipertahankan sedangkan pada *Conservation* level pelayanannya dikurangi. *Flexible Load Shape* mencakup pembentukan kurva beban untuk merespon kebutuhan jaringan akan kondisi penyaluran listrik yang handal.

III. Pengenalan Perangkat Lunak Lighting Retrofitting Web Application

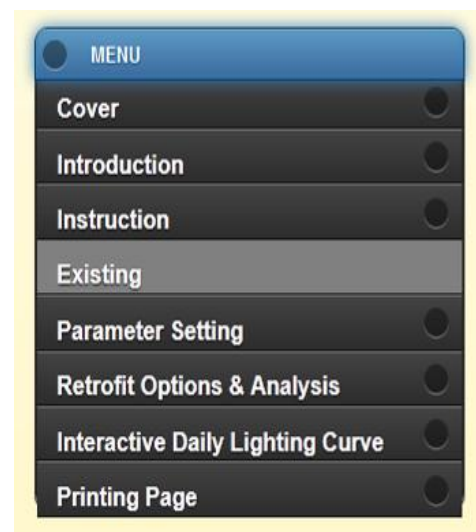
Konsep DSM yang telah dijelaskan pada bagian sebelumnya kemudian digunakan untuk membentuk *Lighting Retrofitting Web Application* (RLWA), yang merupakan perangkat lunak berbasis web yang dikembangkan menggunakan platform Hypertext Markup Language 5, Cascading Style Sheets, dan pemrograman Javascript untuk tujuan pembentukan kurva profil pembebanan lampu secara interaktif. Selain itu, fungsi utama dari aplikasi ini adalah sebagai *tool* pengambilan keputusan pada analisa finansial perencanaan aktifitas *Lighting-DSM*. Melalui analisa finansial [6], mekanisme pemilihan atau penggantian lampu salah satunya didasarkan pada peringkat yang dihasilkan dari analisa finansial berbasis *Life Cycle Cost* dan *Cost-Benefit Analysis*. Pada saat ini, perangkat lunak RLWA yang telah terbentuk merupakan versi 1.0 Beta, yang merupakan prototipe untuk tujuan penggunaan awal dan penyempurnaan lebih lanjut. Pada makalah ini, pengenalan aplikasi yang dimaksud lebih difokuskan pada menu pembentukan kurva profil beban. Tampilan cover perangkat lunak RLWA dapat dilihat pada Gambar 2 berikut ini.



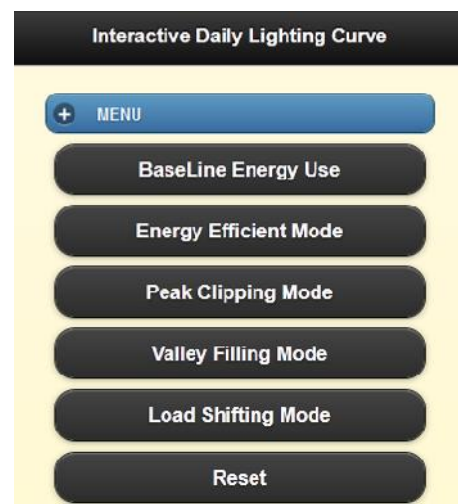
Gambar 2. Screenshot tampilan cover perangkat lunak RLWA.

Program aplikasi ini dapat diakses secara online maupun offline dengan semua fungsi atau menu dapat diakses dengan baik. Penjelasan aplikasi yang meliputi tujuan, metode yang digunakan, fitur atau menu yang tersedia, dan keunggulan lainnya terdapat pada menu "Introduction". Keunggulan dari program aplikasi ini adalah *user* dapat langsung menggunakan metode *Life Cycle Cost* dan analisa *Cost-Benefit* secara bersama-sama untuk mencari alternatif jenis lampu yang terbaik untuk menggantikan jenis lampu existing berdasarkan penilaian *Net Present Value, Life Cycle Cost, dan Profitability*

Index, serta membandingkan ketiga nilai tersebut dengan karakteristik dari masing-masing alternatif yang tersedia. Petunjuk penggunaan program aplikasi ini terdapat pada menu "Instruction". Keseluruhan menu yang tersedia yaitu: *Introduction, Instruction, Existing, Parameter Setting, Retrofit options and Analysis, Interactive Daily Lighting Curve*, dan *Printing Page*. Screenshot tampilan semua menu yang tersedia dapat dilihat pada Gambar 3. Selanjutnya, dengan mengarahkan kursor atau mengklik menu "Interactive Daily Lighting Curve", akan muncul pilihan skenario pola pembebanan yang tersedia. Seperti terlihat pada Gambar 4, terdapat 5 pola pembebanan, empat diantaranya sesuai konsep pembebanan DSM, dan pola pertama yaitu *Baseline Energy Use* yang merupakan acuan awal pembebanan berdasarkan kondisi existing.



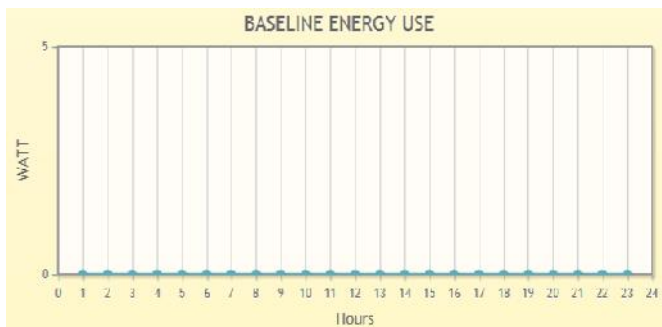
Gambar 3. Screenshot tampilan semua menu yang tersedia.



Gambar 4. Screenshot tampilan pola pembebanan yang tersedia.

Jika *user* mengklik salah satu pola pembebanan yang tersedia, misalnya pola *Baseline Energy Use*, maka akan muncul tampilan awal grafik Daya vs Jam sebagai media

plotting pola penggunaan lampu sepanjang hari selama 24 jam, seperti terlihat pada Gambar 5.



Gambar 5. Screenshot tampilan *template* grafik pola pembebanan *Baseline Energy Use*.

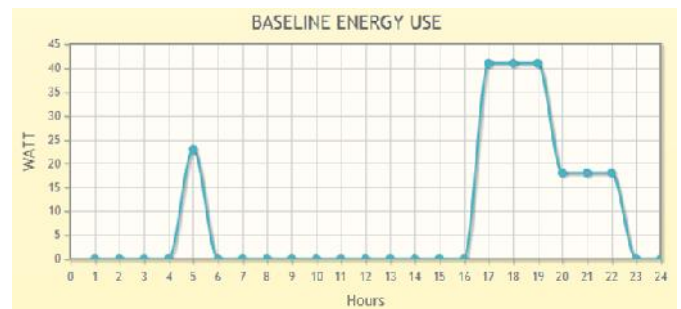
Selanjutnya, sebelum *user* bekerja dengan alternatif pola pembebanan yang lain, mula-mula *user* harus memasukkan data penggunaan lampu pada pola *Baseline Energy Use* sehingga data yang dimasukkan selanjutnya dapat disimpan dan dapat digunakan sebagai dasar pembebanan untuk skenario pola pembebanan yang lain (dapat diedit). Untuk itu, *user* dapat mengklik menu *Baseline Energy Use* kemudian memasukkan nilai Watt dari lampu dan lokasi lampu tersebut berada (*Room Name*). Selanjutnya *user* mengklik *Add* dan otomatis data yang telah diinputkan akan ditambahkan pada sebuah *Row*. *User* dapat menambahkan lampu lain dengan mengklik *Add* sehingga secara otomatis terdapat tambahan *Row* dibawah *Row* data pertama. Sebagai contoh, terdapat beban lampu sebesar 23 Watt yang terdapat pada *Kitchen* dan lampu 18 Watt pada kamar tidur 1. Selanjutnya *user* dapat memasukkan jam nyala lampu-lampu tersebut pada pilihan angka 1-24 yang merepresentasikan jam berapa lampu tersebut menyala, dalam hal ini setiap angka yang ditandai (dicentang) menunjukkan durasi nyala lampu selama 1 jam pada jam tersebut.



Gambar 6. Screenshot tampilan pengisian penggunaan beban lampu pada pola pembebanan *Baseline Energy Use*.

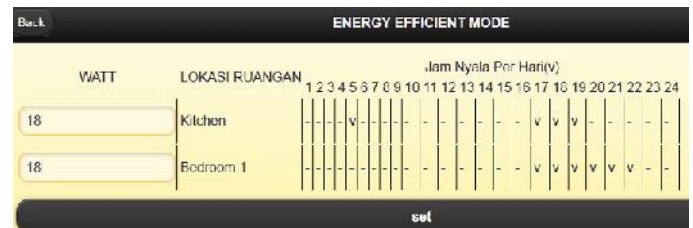
Seperti terlihat pada Gambar 6, jam nyala untuk lampu *Kitchen* adalah jam 5, 17, 18, dan 19, sedangkan untuk *Bedroom 1* adalah jam 17-22. *User* juga dapat menambah ataupun membatalkan input dengan mengklik *Add* ataupun *Reduce* button. Setelah seluruh besarnya daya lampu dan ruangan penempatan lampu diinputkan, *user* dapat mengklik

Set untuk menampilkan grafik pola pembebanan *Baseline Energy Use* seperti yang terlihat pada Gambar 7 berikut ini.



Gambar 7. Screenshot tampilan grafik pola pembebanan *Baseline Energy Use* untuk contoh pengisian ruang *Kitchen* dan *Bedroom 1* (Gambar 6).

Seperti terlihat pada Gambar 7, dari dua buah lampu kita mendapatkan sebuah kurva profil beban yang dapat diidentifikasi mempunyai beban puncak sebesar 41 Watt selama tiga jam yang naik tajam dari jam 16 ke jam 17, selanjutnya turun secara bertahap. Jika *user* berkeinginan untuk melakukan perubahan atas pola konsumsi energi pada penggunaan lampunya dari pola pembebanan *existing (Baseline Energy Use)* menjadi pola konsumsi yang lebih hemat energi, *user* dapat mengklik menu *Energy Efficient Mode* seperti yang ditunjukkan pada Gambar 4, sehingga akan muncul tampilan seperti pada Gambar 8.

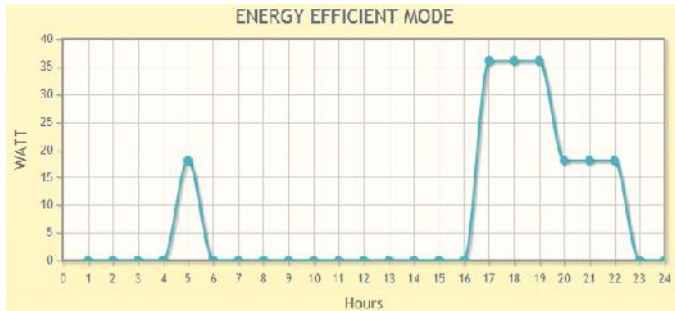


Gambar 8. Screenshot tampilan *editing page* untuk pola pembebanan *Energy Efficient Mode* (contoh pengisian ruang *Kitchen* dan *Bedroom 1*, Gambar 6).

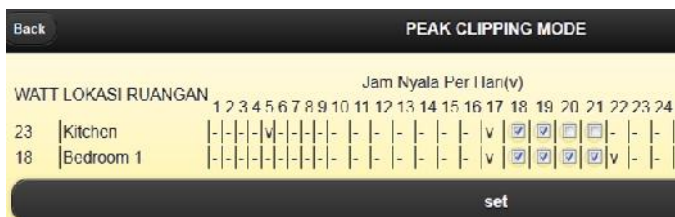
Berdasarkan konsepnya, *Energy Efficient mode* dapat dicapai dengan manurunkan penggunaan daya lampu *existing* dengan nilai daya yang lebih kecil, namun tidak mengubah nilai level layanan lampu, dalam hal ini nilai Lumen dipertahankan tetap. Untuk itu, *user* dapat melakukan editing nilai Watt dengan mengganti nilai Watt semula dengan nilai yang diinginkan, misalnya dalam hal ini lampu 23 Watt untuk *Kitchen* diganti dengan lampu 18 Watt, dengan mengacu pada nilai Lumen yang sama.

Pada konsep *Energy Efficiency*, jam nyala lampu tidak berubah dari kondisi *existing* sehingga bentuk kurva profil pembebanan seperti tidak berubah. Namun demikian, jika diamati lebih teliti, yang berubah adalah output daya lampu yang semakin berkurang sehingga puncak beban pada kondisi ini akan turun menjadi 36 Watt. Disamping itu, *user* juga dapat bekerja dengan pola pembebanan lainnya, yaitu *Peak Clipping Mode*, *Valley Filling Mode*, dan *Load Shifting Mode*, masing-masing seperti yang ditunjukkan pada Gambar 10 hingga Gambar 12.

Pada menu *Peak Clipping Mode*, user dapat mengedit (mengurangi) jam nyala tanpa mengubah besarnya daya lampu terpasang. Adapun *range* jam yang dapat diedit ditentukan dari jam nyala 18 hingga jam nyala 21 (lampu menyala dari jam 18 hingga jam 22), yaitu dikenal dengan istilah Waktu Beban Puncak, seperti ditunjukkan pada Gambar 10.



Gambar 9. Screenshot tampilan grafik hasil editing beban menjadi pola pembebanan *Energy Efficient Mode* (hasil editing pada Gambar 8).

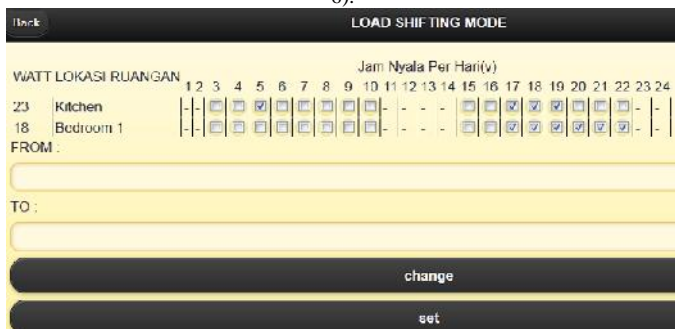


Gambar 10. Screenshot tampilan *editing page* untuk pola pembebanan *Peak Clipping Mode* (contoh pengisian ruang *Kitchen* dan *Bedroom 1*, Gambar 6).

Pada pola pembebanan *Valley Filling*, tampilan lembah pada kurva profil pembebanan diupayakan untuk diisi dengan beban listrik. Dalam hal ini, user dapat menambahkan jam nyala lampu yang ada dengan mengklik tambahan kotak yang tersedia untuk masing-masing *row* seperti terlihat pada Gambar 11.



Gambar 11. Screenshot tampilan *editing page* untuk pola pembebanan *Valley Filling Mode* (contoh pengisian ruang *Kitchen* dan *Bedroom 1*, Gambar 6).



Gambar 12. Screenshot tampilan *editing page* pembebanan *Load Shifting Mode*

Publikasi dan penelitian dari amkalah ini dibiayai dari dana hibah penelitian desentralisasi DIKTI tahun anggaran 2013.

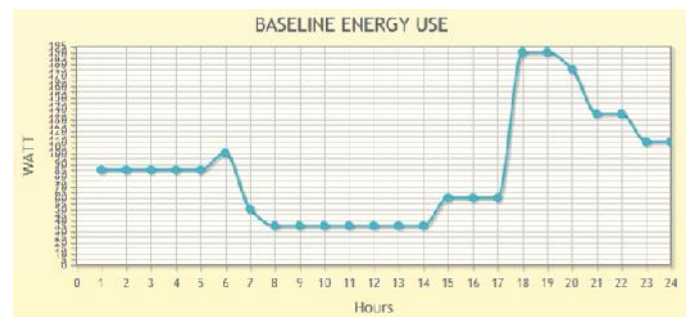
Untuk pola pembebanan *Load Shifting Mode*, user dapat menggeser kotak jam nyala mana yang dapat diaktifkan untuk diedit dengan mengisi *field From* dan *To*. Perubahan jam nyala dapat dilakukan dengan cara mencentang atau mengklik kotak kosong dan kotak yang telah terisi tanda centang sehingga tanda centang akan hilang. Tampilan *editing page* untuk *Load Shifting Mode* dapat dilihat pada Gambar 12.

IV. Studi Kasus dan Diskusi

Program aplikasi ini kemudian diuji coba pada aktifitas penelitian *Lighting-DSM* selama 2 tahun, dari tahun 2012-2013, dimana untuk menu "*Interactive Daily Lighting Curve*" diisi dari data survey. Adapun survey pada tahun 2013 ini dilakukan terhadap 280 responden rumah tangga pelanggan listrik PLN dari total 384 responden yang mewakili sekitar 762.000 rumah tangga di kota Surabaya yang menjadi pelanggan PLN. Untuk tahun 2012, telah dilakukan survey terhadap 384 rumah tangga dan didapatkan hasil preferensi pola pembebanan lampu *Energy Efficiency* dan *Peak Clipping* sebesar 280 rumah tangga. Pada tahun 2013 survey ditujukan untuk 280 rumah tangga tersebut dengan tujuan mengetahui potensi reduksi daya yang dapat dihasilkan dari kedua preferensi pola pembebanan tersebut.

A. Kurva beban dengan strategi *Energy Efficiency*

Sampel survey untuk rumah tangga dengan preferensi strategi *Energy Efficiency* mempunyai luas bangunan 96 m² dengan jumlah ruangan sebanyak 10, penghuni 4 orang dan rata-rata jumlah tagihan listrik per bulan sebesar Rp. 350,000. Bentuk kurva pembebanan *Baseline Energy Use* ditunjukkan pada Gambar 13.



Gambar 13. Screenshot tampilan grafik pola pembebanan *Baseline Energy Use* untuk kasus preferensi pembebanan *Energy Efficiency*.

Gambar 13 terbentuk dari agregat penggunaan lampu pada area kamar mandi (lampu pijar 15 Watt), dapur (lampu pijar 10 Watt), gudang (lampu pijar 10 Watt), kamar bawah 1 (lampu pijar 25 Watt), kamar bawah 2 (lampu TL 25 Watt), kamar bawah 3 (lampu TL 25 Watt), kamar atas 1 (lampu hemat energi 25 Watt), kamar atas 2 (lampu hemat energi 15 Watt), kamar mandi atas (lampu hemat energi 15 Watt), lampu jalan (lampu pijar 25 Watt). Dari grafik didapatkan bahwa puncak beban adalah sebesar 190 Watt dan terjadi pada jam 18-19, kemudian berangsur-angsur turun.

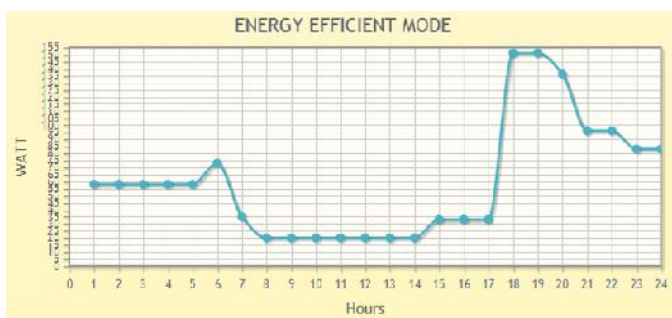
Berdasarkan hasil survey, ada 4 lokasi dimana pemakaian lampu existing akan diganti dengan lampu dengan daya lebih

kecil, yaitu area kamar mandi (semula menggunakan lampu pijar 15 Watt diganti menjadi lampu hemat energi 5 Watt), dapur (lampu pijar 10 Watt diganti menjadi lampu hemat energi 5 Watt), kamar bawah 2 dan kamar bawah 3 (lampu TL 25 Watt menjadi lampu hemat energi 13 Watt). Sebagian tampilan *editing page* yang menunjukkan perubahan daya lampu untuk kasus ini ditunjukkan pada Gambar 14, sementara itu grafik kurva profil pembebanan *Energy Efficiency Mode* yang dihasilkan ditunjukkan pada Gambar 15, dimana beban puncak yang dihasilkan adalah menjadi 151 Watt dan perubahan daya pada area-area tersebut menyebabkan penurunan kurva beban pada jam-jam nyala di area tersebut, dengan penurunan signifikan terjadi pada jam nyala 18-22 karena semua area ruangan yang lampunya diganti berperan mereduksi penggunaan daya output pada jam nyala tersebut.

Back ENERGY EFFICIENT MODE

WATT	LOKASI RUANGAN	Jam Nyala Per Hari(v)																							
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24
5	K. Mandi	v	v	v	v	v	v	v	v	v	v	v	v	v	v	v	v	v	v	v	v	v	v	v	v
5	Dapur	v	v	v	v	v	v	v	v	v	v	v	v	v	v	v	v	v	v	v	v	v	v	v	v
10	Gudang	v	v	v	v	v	v	v	v	v	v	v	v	v	v	v	v	v	v	v	v	v	v	v	v
25	Kamar Bwh 1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	v	v	v	-	-	-	-
13	Kamar Bwh 2	v	v	v	v	v	v	v	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	v	v	v	v	v	v	v
13	Kamar Bwh 3	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	v	v	v	v	v	v

Gambar 14. Screenshot sebagian tampilan *editing page* untuk pola pembebanan *Energy Efficient Mode*.

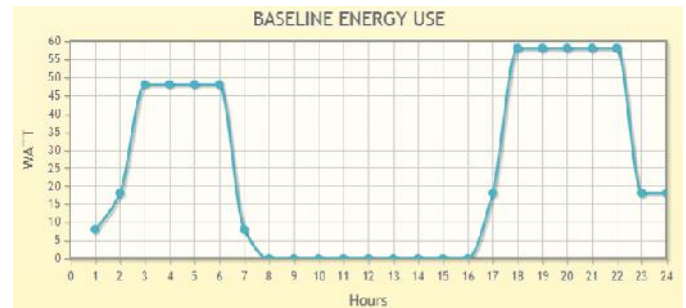


Gambar 15. Screenshot tampilan grafik pola pembebanan untuk preferensi *Energy Efficient Mode*.

B. Kurva beban dengan strategi Peak Clipping

Contoh rumah tangga dengan preferensi strategi *Peak Clipping* mempunyai luas bangunan 58 m², jumlah ruangan 6, penghuni 4 orang, dan rata-rata jumlah tagihan listrik per bulan Rp. 110,000. Lampu yang digunakan yaitu: ruang tamu (lampu hemat energi 10 Watt), kamar 1 (lampu hemat energi 10 Watt), kamar 2 (lampu hemat energi 10 Watt), kamar 3 (lampu hemat energi 10 Watt), kamar mandi (lampu hemat energi 8 Watt), dapur (lampu hemat energi 10 Watt). Bentuk kurva pembebanan *Baseline Energy Use* yang terjadi seperti pada Gambar 16.

Sementara itu, Gambar 17 menunjukkan tampilan *editing page* untuk pola pembebanan *Peak Clipping Mode* dimana terdapat 4 ruangan yang lampunya bersedia untuk dimatikan pada waktu beban puncak yaitu di kamar 1 (1 jam), kamar 2 (1 jam), kamar 3 (1 jam), dan ruang tamu (2 jam).



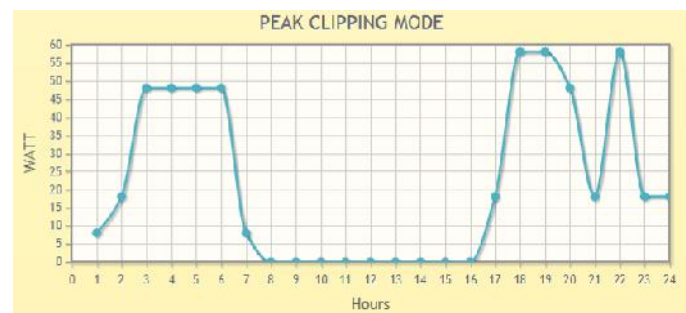
Gambar 16. Screenshot tampilan grafik pola pembebanan *Baseline Energy Use* untuk kasus preferensi pembebanan *Peak Clipping*.

Back PEAK CLIPPING MODE

WATT	LOKASI RUANGAN	Jam Nyala Per Hari(v)																							
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24
10	R. Tamu	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
10	Kamar 1	-	-	v	v	v	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
10	Kamar 2	-	-	v	v	v	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
10	Kamar 3	-	-	v	v	v	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
8	K. Mandi	v	v	v	v	v	v	v	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
10	Dapur	-	-	v	v	v	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-

set

Gambar 17. Screenshot sebagian tampilan *editing page* untuk pola pembebanan *Peak Clipping Mode*.



Gambar 18. Screenshot tampilan grafik pola pembebanan untuk preferensi *Peak Clipping Mode*.

Grafik pola pembebanan yang terbentuk terdapat pada Gambar 18. Dari Gambar 18, tampak bahwa terjadi penurunan beban puncak mulai jam 19-21 yang disebabkan adanya pengurangan 1-2 jam nyala.

Dari kedua contoh kasus diatas, terlihat bahwa program aplikasi yang telah dikembangkan dapat digunakan untuk tujuan *lighting load management*, yaitu dengan memasukkan keseluruhan hasil survey dan melakukan analisa untuk mengetahui seberapa besar kontribusi preferensi strategi *Peak Clipping* dan *Energy Efficiency* terhadap potensi penurunan kebutuhan daya. Dari kurva pembebanan mula-mula yang terbentuk, kita dapat melakukan analisa potensi pengaturan

pembebanan lampu sehingga lebih jauh dapat digunakan untuk analisa *load factor* dan *diversity factor*. Di samping itu, aplikasi multimedia yang dibuat oleh penulis dan tim pendukung ini juga difungsikan sebagai *tool* pengambilan keputusan pada analisa finansial perencanaan aktifitas *Lighting-DSM*, dan telah digunakan untuk menunjang proses belajar mengajar berbasis multimedia pada mata kuliah Manajemen Sistem Energi dan juga dapat dikembangkan lebih lanjut untuk menganalisa profil pembebanan tidak hanya lampu tetapi juga peralatan listrik lainnya yang ada disektor rumah tangga.

V. Kesimpulan

Penggunaan peralatan bantu berbasis multimedia untuk analisa utilisasi lampu termasuk kajian penggantian dan pengaturan pola pembebanannya dipaparkan pada makalah ini. Tujuan dari pembentukan aplikasi berbasis multimedia ini adalah untuk membantu stakeholder yang terlibat dalam perencanaan program DSM, dalam kapasitas aplikasi sebagai alat bantu analisa finansial dan pola pembebanan. Karena aplikasi ini baru dikembangkan, tentu saja masih butuh penyempurnaan dan pengembangan lebih lanjut.

Ucapan Terima Kasih

Makalah ini dan perangkat lunak "Lighting Retrofitting Web Application" dibuat dan dikembangkan dengan bantuan dana hibah penelitian desentralisasi DIKTI tahun 2013 berdasarkan Kontrak Penelitian No. 07/SP2H/PDS TR/LPPM-UKP/III/2013. Untuk itu penulis mengucapkan terima kasih atas bantuan dana hibah yang disediakan oleh Ditlitabmas DIKTI, Kemdikbud RI.

Daftar Pustaka

- [1] Y. Tanoto, M. Santoso, and E. Hosea, "Baseline Energy Use Based Residential Lighting Load Curve Estimation: A Case of Surabaya," Prosiding Seminar Nasional Teknik Elektro 2012, Politeknik Negeri Jakarta, 6 Desember 2012.
- [2] L.S. Tribwell, D.I. Lerman, "Baseline Residential Lighting Energy Use Study," <http://eec.ucdavis.edu/ACEEE/1994-96/1996/VOL03/153.PDF>, 1996.
- [3] C.W. Gellings and J.G. Chamberlin, Demand-Side Management: Concepts and Methods. Fairmont Press Inc, 1987.
- [4] S. Chirattananon, Lecture Notes of Demand Side Management. Asian Institute of Technology, Bangkok, Thailand, 2000.
- [5] Charles River Associates, Primer on Demand Side Management with Emphasis on Price-Responsive Programs. Oakland, California, United States, 2005.
- [6] Y. Tanoto, M. Santoso, and E. Hosea, "Multi-dimensional assessment for residential lighting demand side management: A proposed Framework," Applied Mechanics and Materials Vols. 284-287, pp: 3612-3616, January 2013.