

Penghematan Biaya Operasional Kegiatan Pembelajaran Dilandasi Langkah Audit Energi Listrik pada Gedung Kelas dan Laboratorium Jurusan Teknik Elektro Polines

Daeng Supriyadi Pasisarha, Ari Santoso, Juwarta

Jurusan Teknik Elektro, Politeknik Negeri Semarang
E-mail : daengsupha58@yahoo.co.id

Abstrak

Penyelenggaraan pembelajaran yang melibatkan pemanfaatan gedung kelas dan gedung laboratorium perlu didukung oleh informasi jelas keragaman fungsional gedung beserta perlengkapan kelistrikkannya. Tindakan dan langkah strategis operasional perlengkapan kelistrikan perlu dilandasi oleh kondisi nyata kecenderungan pemakaian energi listrik untuk mendukung kegiatan pembelajaran. Pola pemakaian energi listrik dalam kegiatan pendidikan pada gedung kelas dan gedung laboratorium dikenali berdasarkan pengukuran besaran listrik. Metode pengukuran langsung di lapangan dan metode deskriptif kasuistik digunakan untuk mengevaluasi profil pemakaian listrik dan intensitas konsumsi energi listrik pada gedung kampus Jurusan Teknik Elektro Politeknik Negeri Semarang.

Kata kunci : audit energi, biaya operasional, gedung laboratorium, kegiatan pembelajaran, penghematan biaya

Abstract

Implementation of the learning activities that involve the use of classroom and laboratory buildings need to be facilitated by clear information about the kind of the functional building and its electrical equipment. Strategically steps and action of the electrical equipment operation need to be based on the actual condition of the electrical energy consumption tendencies to support learning activities. Profiles of electrical energy consumption in educational activities in the classroom and laboratory buildings identified by the measurement of electrical quantities. Direct actual measurement method and casuistic-descriptive methods was used to evaluate the electric power consumption profile and intensity of electrical energy consumption in campus buildings of Electrical Engineering Department of Semarang State Polytechnic.

Keywords : cost saving, energy audits, laboratory building, learning activity, operating cost

I. PENDAHULUAN

Politeknik merupakan lembaga pendidikan tinggi berorientasi nirlaba. Biaya operasional penyelenggaraan pendidikan menjadi perhatian penting. Biaya ini perlu diupayakan efisien dan sepadan dengan kebutuhan. Kebutuhan sarana peralatan pendidikan vokasi dipengaruhi oleh bidang pendidikan keahlian yang diselenggarakan. Selain jenis, bentuk dan kapasitas serta jumlah, sarana peralatan praktik banyak bertalian dengan energi listrik. Dengan demikian efisiensi pemakaian energi listrik penting diupayakan agar mendukung efisiensi biaya operasional penyelenggaraan pendidikan vokasi di Politeknik.

Sementara itu peralatan pendidikan di Jurusan Teknik Elektro Politeknik sangat relevan memperhatikan segi efisiensi pemanfaatan energi

listrik, terutama bertautan dengan upaya untuk mengelola energi listrik pada Politeknik Negeri Semarang. Dalam hal ini faktor historis semacam peta/profil pemakaian energi listrik dapat berperan sehingga mendukung langkah-langkah strategis yang diperlukan bagi perencanaan operasional dan pemanfaatan fasilitas peralatan pendidikan yang mengonsumsi energi listrik.

Audit energi listrik ini diharapkan dapat bermanfaat dan membantu mengenali profil penggunaan energi listrik dalam kegiatan pembelajaran untuk pendidikan vokasi di Jurusan Teknik Elektro. Langkah ini juga membantu mengenali perbedaan/kesamaan profil penggunaan energi listrik pada kegiatan pembelajaran yang berlangsung di gedung kelas dan di gedung Laboratorium. Hal itu juga dapat untuk menunjukkan intensitas konsumsi energi (IKE) listrik sehingga dapat mengetahui tingkat

penggunaan energi listrik di Jurusan Teknik Elektro. Tindakan selanjutnya dapat ditempuh dengan memberikan masukan kepada Politeknik Negeri Semarang khususnya Jurusan Teknik Elektro untuk melakukan strategi penghematan energi listrik sebagai wujud kontribusi tindakan konservasi energi melalui kebijakan perencanaan operasional dan pemanfaatan fasilitas peralatan pendidikan yang mengonsumsi listrik.

Evaluasi pemakaian energi listrik pada konsumen selayaknya dilakukan sebaik mungkin. Kegiatan itu berguna untuk mendorong konsumen melakukan efisiensi dalam pemanfaatan energi listrik. Dengan cara demikian intensitas konsumsi energi (IKE) listrik akan dapat dikurangi serta terjadi pengurangan biaya listrik yang harus dikeluarkan oleh konsumen.

II. METODE PENELITIAN

Metode deskriptif kasuistik [1] disertai bantuan uji statistik-t [2][3] digunakan untuk mengevaluasi profil pemakaian listrik [4] dan intensitas konsumsi energi listrik kampus Jurusan Teknik Elektro Politeknik Negeri Semarang. Sedangkan analisis ditujukan untuk menguji hipotesis guna menginterpretasikan lebih mendalam hubungan-hubungan dalam fenomena yang berdasarkan *ex post facto*.

Audit energi listrik dilakukan dengan mengacu pada standard audit energi listrik SNI 03-6196-2000 [5]. Profil pemakaian energi listrik dalam kegiatan pendidikan di kelas maupun kegiatan pendidikan di laboratorium dikenali berdasarkan histori pemakaian energi dan pengukuran besaran listrik.

Variabel penelitian ini berujud konsumsi energi listrik, yaitu kuantitas atau jumlah energi listrik (kWh) yang digunakan oleh peralatan bertenaga listrik untuk penyelenggaraan pendidikan di Jurusan Teknik Elektro. Variabel tersebut bersifat gayut (*dependent*) oleh adanya pengaruh variabel bebas (*independent*) yaitu tegangan (volt) dan arus (amper) serta waktu (jam) pada beban peralatan bertenaga listrik yang digunakan. Sedangkan gedung kelas dan laboratorium menjadi variabel antara (*intervent*) yang membedakan kebutuhan peralatan bertenaga listrik sesuai sifat fungsional masing-masing gedung [6].

Sampel purposif [7] dipilih yaitu kelompok gedung kampus dengan ciri-ciri spesifik berupa bangunan yang dilengkapi sistem dan pemakaian peralatan kelistrikan untuk

memfasilitasi penyelenggaraan kegiatan pendidikan vokasi. Sampel ini cukup representatif-selektif oleh karena setiap bangunan gedung dilayani oleh unit panel distribusi utama untuk sistem kelistrikan gedung yang bersangkutan. Sampel waktu pemakaian energi listrik pada Senin sampai dengan Minggu ditetapkan untuk merepresentasikan sifat periodisasi satuan terkecil perkuliahan akademik yang berlangsung [7].

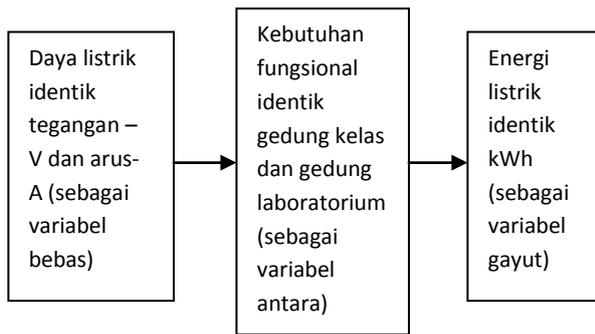
Pemeriksaan tentang intensitas konsumsi energi (IKE) listrik kampus Jurusan Teknik Elektro Politeknik Negeri Semarang diuji dengan bantuan uji statistik uji-t. Uji ini digunakan berkenaan dengan parameter rerata (μ) sampel sedangkan sampel berukuran kecil. Hal ini dilakukan guna menguji seberapa nilai rerata (\bar{X}) intensitas konsumsi energi (IKE) listrik di Jurusan Teknik Elektro menyimpang atau tidak secara signifikan dari rerata (μ) IKE listrik yang diharapkan yaitu menurut ketentuan nilai IKE listrik yang berlaku bagi bangunan fasilitas sarana pendidikan di lingkungan Kementerian Pendidikan Nasional Indonesia [8].

Intensitas konsumsi energi (IKE) listrik adalah besar nilai pemakaian energi listrik untuk setiap satuan luas bangunan dalam waktu setahun. Nilai IKE ini diperoleh dari audit awal energi listrik pada suatu fasilitas instansi yang bersangkutan.

$$IKE = \frac{\text{pemakaian energi listrik (kWh)}}{\text{luas bangunan (m}^2\text{)}} \quad (1)$$

Nilai IKE dapat dihitung dengan memperhatikan data seperti diperoleh pada tahap audit awal. Penghitungan mencakup

- 1) Rincian luas bangunan gedung dan luas total bangunan gedung (m²)
- 2) Konsumsi energi bangunan gedung (kWh/tahun)
- 3) IKE bangunan gedung (kWh/m²/tahun)
- 4) Biaya energi listrik bangunan gedung (Rp/kWh).



Gambar 1 Model Penelitian Audit Energi Listrik

III. HASIL DAN PEMBAHASAN

3.1 Hasil dan Pembahasan untuk Profil Pemakaian Energi Listrik

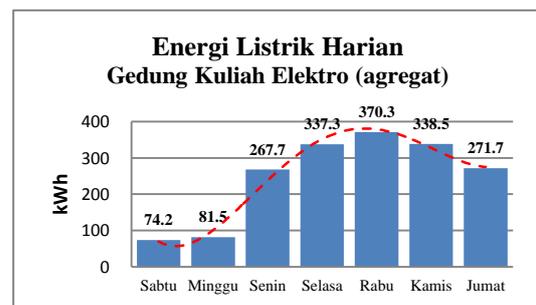
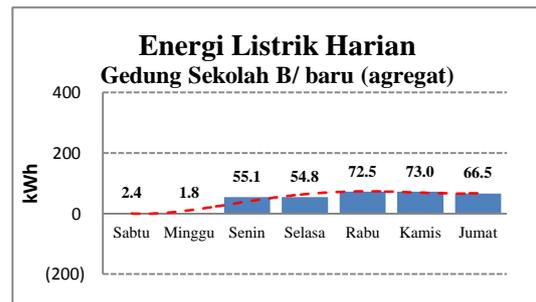
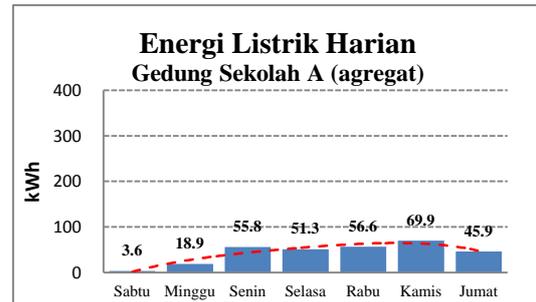
Hasil pengukuran pemakaian energi listrik gedung sekolah setiap hari selama siklus satu minggu disajikan pada Gambar 2. Ada dua gedung sekolah termasuk bangunan tambahan baru [9].

Secara keseluruhan tiga gedung sekolah (kelas) mengonsumsi listrik sebanyak setara dengan 49,3% (1.741,3 kWh setiap minggu) dari konsumsi energi listrik Jurusan Elektro. Gedung sekolah-A mengonsumsi energi listrik setara dengan 20,4% (302 kWh per-minggu) dari konsumsi gedung kuliah Jurusan Elektro. Adapun Gedung Sekolah-B mengonsumsi energi listrik setara dengan 57,5% (850,3 kWh per-minggu). Sementara itu Gedung Sekolah-B tambahan baru mengonsumsi setara dengan 22,1% (sebanyak 326 kWh per-minggu).

Konsumsi energi listrik pada hari-hari kuliah terbanyak terjadi pada hari pertengahan pekan yaitu setara 21,3% (370,3 kWh) dari konsumsi mingguan gedung sekolah/kelas. Konsumsi paling sedikit hari awal pekan yaitu setara 15,4% (267,7 kWh) dari konsumsi mingguan gedung sekolah/kelas. Sedangkan konsumsi energi listrik di luar hari kuliah setara 9% (155,7 kWh per-minggu).

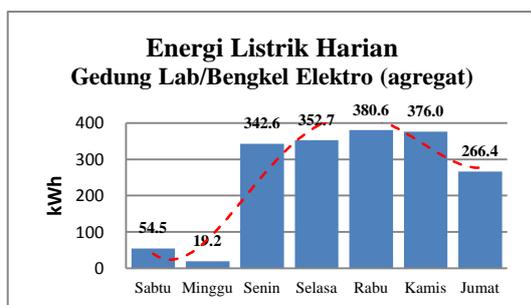
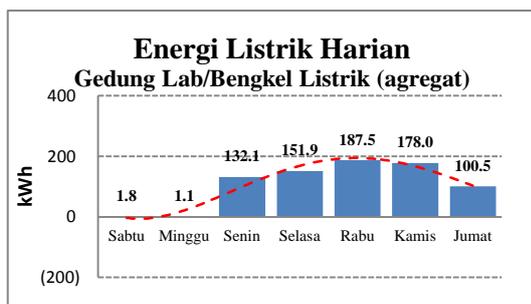
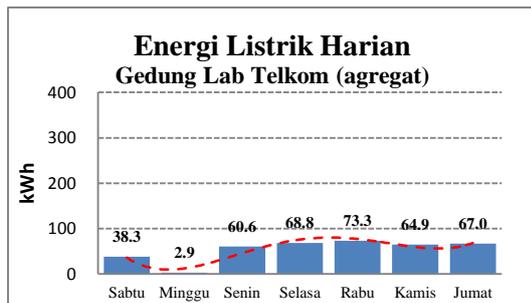
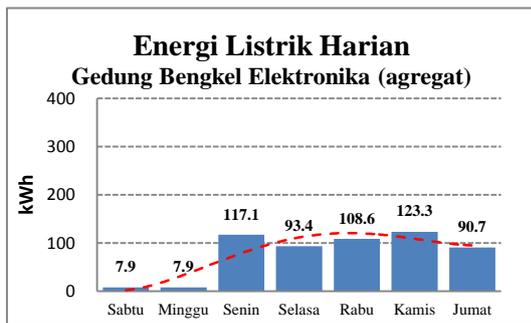
Profil pemakaian energi listrik pada gedung sekolah memperlihatkan pemakaian energi listrik terbanyak berada di hari-hari pertengahan pekan. Pengaturan kegiatan perkuliahan berpengaruh pada pemakaian lebih intensif pada waktu-waktu pertengahan pekan tersebut. Profil tersebut juga memperlihatkan sebagian besar energi listrik digunakan pada gedung Sekolah-B yaitu total 79,6% (termasuk gedung tambahan). Hal ini antara lain berasal sebagian dari ruang kelas telah dimodifikasi dan dimanfaatkan untuk ruang

komputer dan untuk ruang gambar sehingga berfungsi untuk kegiatan praktikum komputer dan juga praktikum menggambar.



Gambar 2 Pemakaian Energi Listrik Harian pada Gedung Kelas Teknik Elektro

Hasil pengukuran pemakaian energi listrik gedung laboratorium dan bengkel setiap hari selama siklus satu minggu disajikan pada Gambar 3. Ada tiga gedung laboratorium dan bengkel [9].



Gambar 3 Pemakaian Energi Listrik Harian pada Gedung Laboratorium Teknik Elektro

Secara keseluruhan tiga gedung laboratorium dan bengkel mengonsumsi listrik setara dengan 50,7% (sebanyak 1.791,9 kWh setiap minggu) dari konsumsi energi listrik Jurusan Elektro. Gedung Laboratorium/ Bengkel Elektronika mengonsumsi energi listrik setara dengan 32,7% (sebanyak 548,9 kWh per-minggu) dari konsumsi Gedung Laboratorium/Bengkel Jurusan Elektro.

Sedangkan Gedung Laboratorium/Bengkel Listrik mengonsumsi energi listrik setara dengan 44,9% (752,9 kWh per-minggu). Sementara itu Gedung Laboratorium Telekomunikasi mengonsumsi energi listrik setara dengan 22,4% (375,9 kWh per-minggu) dari konsumsi Gedung Laboratorium/bengkel Jurusan Elektro.

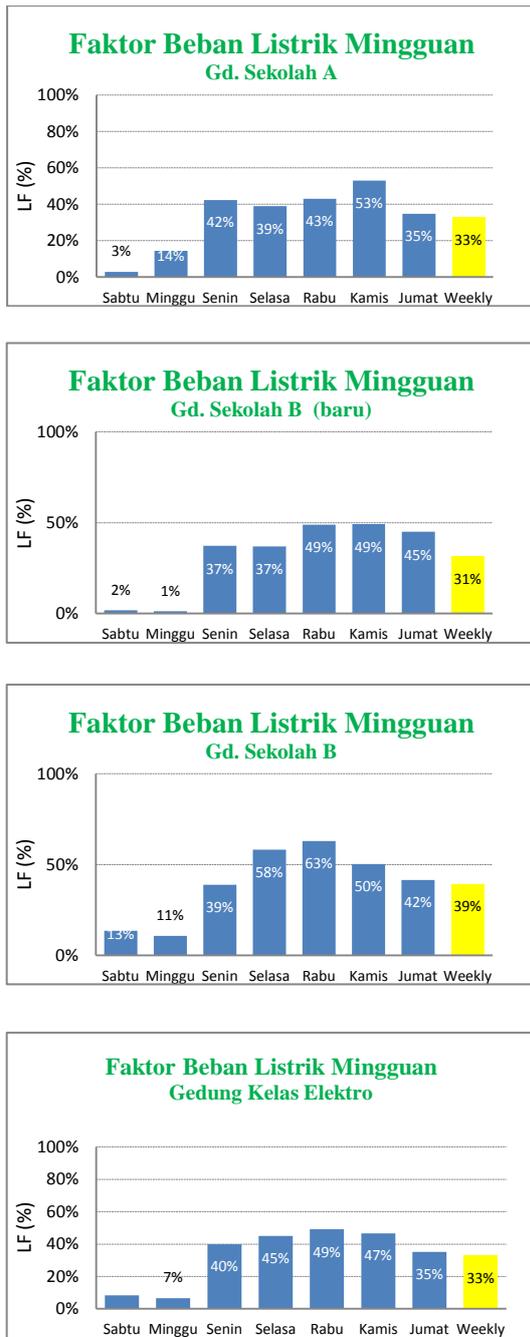
Konsumsi energi listrik pada hari-hari praktikum terbanyak terjadi pada hari pertengahan pekan yaitu setara 21,2% (380,6 kWh) dari konsumsi mingguan Gedung Laboratorium dan Bengkel Jurusan Teknik Elektro. Konsumsi paling sedikit hari akhir perkuliahan yaitu setara 14,9% (266,4 kWh). Sedangkan konsumsi energi listrik di luar hari praktikum setara 4,1% (sebanyak 73,7 kWh).

Profil pemakaian energi listrik pada gedung laboratorium dan bengkel memperlihatkan pemakaian energi listrik terbanyak berada di hari-hari pertengahan pekan. Pengaturan kegiatan praktikum yang lebih intensif pada waktu-waktu pertengahan pekan sangat berpengaruh terhadap hal itu. Profil tersebut juga memperlihatkan sebagian besar energi listrik digunakan pada Gedung Bengkel/ Laboratorium Listrik yaitu 44,9%. Peralatan praktikum laboratorium dan kegiatan bengkel listrik yang memerlukan tenaga lebih besar berada pada gedung tersebut.

3.2 Hasil dan Pembahasan untuk Profil Faktor Beban

Hasil perhitungan faktor beban berdasarkan data hasil pengukuran listrik gedung sekolah setiap hari selama siklus satu minggu disajikan pada Gambar 4. Ada dua gedung sekolah termasuk bangunan tambahan baru [9].

Secara keseluruhan tiga bangunan gedung kelas dibebani dengan faktor sebesar 33% setiap minggu. Profil faktor beban pada Gedung Sekolah-A mempunyai pembebanan mingguan dengan faktor sebesar 33%. Sedangkan Gedung Sekolah-B mempunyai pembebanan mingguan dengan faktor sebesar 39%. Sementara itu Gedung Sekolah-B tambahan baru mempunyai pembebanan mingguan dengan faktor sebesar 31%.



Gambar 4 Faktor Beban Listrik Mingguan pada Gedung Kelas Teknik Elektro

Pembebanan listrik pada hari-hari kuliah keadaan tertinggi terjadi pada pertengahan pekan dengan faktor pembebanan harian 49% dan terendah pada pekan perkuliahan dengan faktor pembebanan harian 35%.

Profil pembebanan listrik pada gedung sekolah memperlihatkan faktor beban listrik tinggi berada di hari-hari pertengahan pekan.

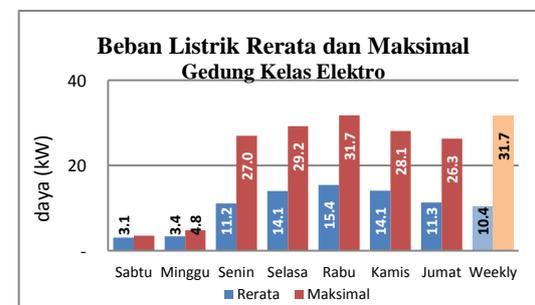
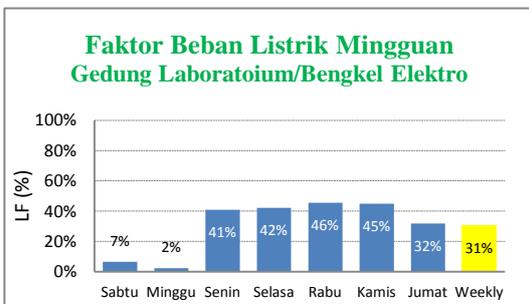
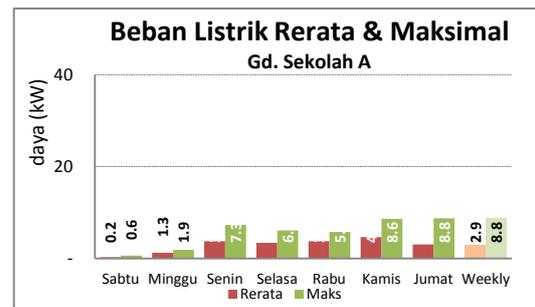
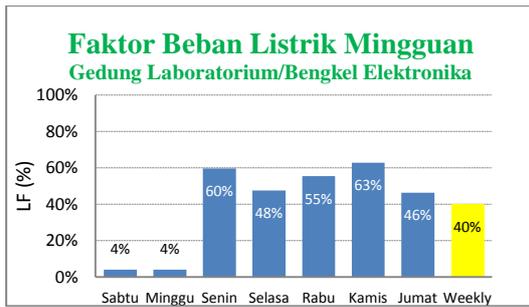
Kegiatan perkuliahan yang lebih intensif pada waktu-waktu pertengahan pekan berpengaruh pada keadaan tersebut. Profil tersebut juga memperlihatkan porsi pembebanan listrik lebih tinggi terjadi pada Gedung Sekolah-B yaitu 39% dan 31% (gedung tambahan). Sesungguhnya sebagian dari ruang kelas telah dimodifikasi dan dimanfaatkan untuk ruang komputer dan untuk ruang gambar sehingga berfungsi untuk kegiatan praktikum komputer dan juga praktikum menggambar. Peralatan yang ada pada gedung tersebut cukup memerlukan pasokan energi listrik. Profil faktor beban memperlihatkan dengan jelas efektifitas pemakaian yang masih rendah karena tingkat pembebanan kurang dari setengahnya (<50%).

Hasil perhitungan faktor beban berdasarkan data hasil pengukuran listrik gedung laboratorium dan bengkel setiap hari selama siklus satu minggu disajikan pada gambar-3.4. Ada tiga gedung laboratorium dan bengkel [9].

Secara keseluruhan tiga gedung laboratorium dan bengkel dibebani dengan faktor sebesar 31% setiap minggu. Gedung Laboratorium/Bengkel Elektronika mempunyai pembebanan mingguan dengan faktor sebesar 40%. Sedangkan Gedung Laboratorium/Bengkel Listrik dengan faktor sebesar 40%. Sementara itu Gedung Laboratorium Telekomunikasi dengan faktor sebesar 43%.

Pembebanan listrik pada hari-hari kuliah keadaan tertinggi terjadi pada pertengahan pekan dengan faktor pembebanan harian 46% dan terendah pada akhir pekan dengan faktor pembebanan harian 32%.

Profil pembebanan listrik pada gedung laboratorium dan bengkel memperlihatkan faktor beban listrik tinggi berada di hari-hari pertengahan pekan. Kegiatan praktek yang lebih intensif pada waktu-waktu pertengahan pekan mempunyai peran terhadap keadaan itu. Profil tersebut juga memperlihatkan porsi pembebanan listrik lebih tinggi terjadi pada Gedung Laboratorium/Bengkel Listrik yaitu 69%. Peralatan yang ada pada gedung tersebut cukup memerlukan pasokan energi listrik. Profil faktor beban memperlihatkan dengan jelas efektifitas pemakaian yang masih rendah karena tingkat pembebanan kurang dari setengahnya (<50%).



Gambar 5 Faktor Beban Listrik Mingguan pada Gedung Laboratorium Teknik Elektro

Gambar 6 Beban Puncak Listrik Mingguan pada Gedung Kelas Teknik Elektro

3.3 Hasil dan Pembahasan untuk Profil Beban Puncak

Hasil pengukuran beban puncak listrik gedung kelas setiap hari selama siklus satu minggu disajikan pada Gambar 6. Ada dua gedung sekolah termasuk bangunan tambahan baru [9].

Secara keseluruhan tiga gedung sekolah mencapai beban puncak listrik setinggi 31,7 kW setiap minggu. Gedung Sekolah-A mencapai beban puncak listrik setinggi 8,8 kW per-minggu. Beban puncak tertinggi tersebut terjadi pada hari akhir pekan siang (Jam 11:00 WIB). Sedangkan Gedung Sekolah-B mencapai beban puncak listrik setinggi 20,5 kW per-minggu. Beban ini terjadi pada pertengahan pekan siang (jam 13:00 WIB). Sementara itu Gedung Sekolah-B tambahan baru mencapai beban puncak listrik

sebanyak 9,9 kW per-minggu. Beban puncak tersebut terjadi pada pertengahan pekan siang (jam 13:00 WIB).

Beban puncak harian gedung sekolah paling tinggi terjadi pada hari pertengahan pekan sore (jam 15:00 WIB). Beban puncak harian gedung sekolah paling rendah pada hari akhir pekan perkuliahan pagi yaitu 26,3 kW.

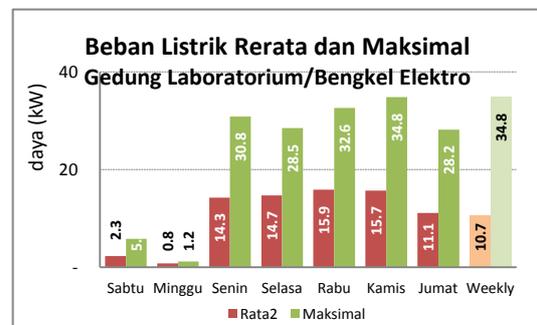
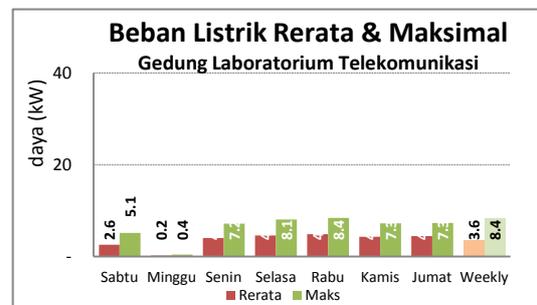
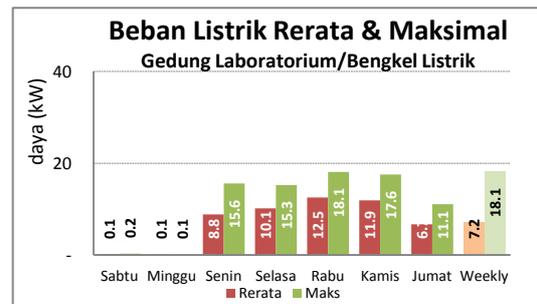
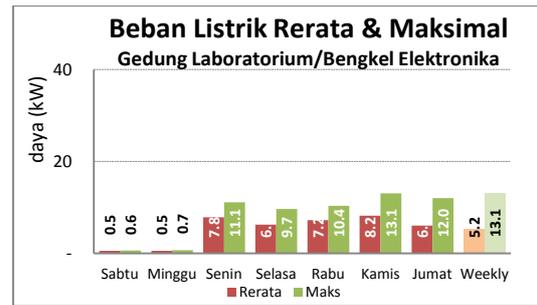
Profil beban puncak memperlihatkan dengan nyata bahwa beban tinggi terjadi pada Gedung Sekolah-B (20,5 kW dan 9,9 kW) pada hari yang sama. Gedung sekolah ini mendominasi beban di area tersebut. Keberadaan fasilitas ruang praktikum komputer pada gedung sekolah tersebut berpengaruh pada keadaan itu. Ada fungsi kegiatan praktikal di dalam bangunan tersebut.

Hasil pengukuran beban puncak listrik gedung laboratorium dan bengkel setiap hari selama siklus satu minggu disajikan pada Gambar 7. Ada tiga gedung laboratorium dan bengkel [9].

Secara keseluruhan tiga gedung mencapai beban puncak listrik setinggi 34,8 kW setiap minggu. Gedung Laboratorium/Bengkel Elektronika mencapai beban puncak listrik setinggi 13,1 kW per-minggu. Beban puncak tertinggi tersebut terjadi pada hari pertengahan pekan siang (Jam 13:00 WIB). Sedangkan Gedung Laboratorium/Bengkel Listrik setinggi 18,1 kW. Beban puncak tertinggi tersebut terjadi pada hari pertengahan pekan siang (Jam 13:00 WIB). Sementara itu Gedung Laboratorium Telekomunikasi sebanyak 8,4 kW. Beban puncak tertinggi tersebut terjadi pada hari pertengahan pekan siang (Jam 13:00 WIB).

Beban puncak tertinggi pada gedung laboratorium/bengkel terjadi pada hari pertengahan pekan siang (Jam 12:00 WIB). Beban puncak harian paling rendah pada hari akhir pekan yaitu 28,2 kW.

Profil beban puncak memperlihatkan dengan nyata bahwa beban tinggi terjadi pada Gedung Laboratorium/Bengkel Listrik (18,1 kW) pada hari pertengahan pekan siang. Beban listrik gedung laboratorium/bengkel ini cukup signifikan sebagai beban di area tersebut. Fasilitas peralatan praktikum dan kerja bengkel pada gedung laboratorium/bengkel tersebut sangat berpengaruh pada keadan itu. Jadi ada fungsi kegiatan praktikal dominan di dalam bangunan tersebut.



Gambar 7 Beban Puncak Listrik Mingguan pada Gedung Laboratorium Teknik Elektro

3.4 Hasil dan Pembahasan Nilai Intensitas Konsumsi Energi (IKE) Listrik

Hasil perhitungan intensitas konsumsi energi (IKE) listrik bulanan pada gedung sekolah (kelas) disajikan pada Tabel 1. Ada dua gedung sekolah termasuk bangunan tambahan baru [9].

TABEL 1
KONSUMSI ENERGI LISTRIK (kWh) RERATA
BULANAN DAN IKE BULANAN GEDUNG SEKOLAH

Gedung Kelas	Konsumsi Rerata Bulanan (kWh)	Luas Bangunan (m ²)	IKE (kWh/m ² /bln)
Sekolah A	1,308.80	1,504.00	0.87
Sekolah B	5,097.55	1,543.68	3.30

Perhitungan IKE listrik bulanan untuk Gedung Sekolah-A dan Gedung Sekolah-B menghasilkan nilai t_{hitung} dari sampel jauh di bawah nilai t_{tabel} . Jadi hipotesis nol berlaku sehingga nilai rerata IKE bulanan untuk gedung kelas di Jurusan Teknik Elektro Politeknik Negeri Semarang tidak berbeda atau tidak melebihi kriteria nilai rerata IKE yang ditetapkan dan berlaku bagi bangunan gedung fasilitas sarana pendidikan di lingkungan Kementerian Pendidikan Nasional Indonesia. Gedung-gedung tersebut banyak dipasang alat pengondisi udara baik di ruang dosen, ruang Kaprodi, ruang tutorial maupun ruang praktikum, sehingga gedung ini dapat dikategorikan bangunan dengan alat pengondisi udara (ber-AC). Berdasarkan paparan tersebut di atas dapat dinyatakan nilai intensitas konsumsi energi (IKE) listrik pada bangunan gedung perkuliahan Jurusan Teknik Elektro Kampus Politenik Negeri Semarang sudah tergolong efisien untuk Gedung Sekolah-A (0,84 kWh/m²/bulan s.d. 1,67 kWh/m²/bulan) dan bahkan sangat efisien untuk Gedung Sekolah-B (kurang dari 4,17 kWh/m²/bulan) karena masih dalam rentang memenuhi kriteria IKE Listrik bagi bangunan gedung fasilitas sarana pendidikan di lingkungan Kementerian Pendidikan Nasional.

Hasil perhitungan intensitas konsumsi energi (IKE) listrik bulanan pada gedung laboratorium dan bengkel disajikan pada Tabel 2. Ada tiga gedung laboratorium/ bengkel [9].

Perhitungan IKE listrik bulanan untuk Gedung Laboratorium/Bengkel Elektronika dan Gedung Laboratorium/Bengkel Listrik serta Gedung Laboratorium Telekomunikasi menghasilkan nilai t_{hitung} dari sampel jauh di bawah nilai t_{tabel} .

Jadi hipotesis nol berlaku yaitu bahwa nilai rerata IKE bulanan untuk gedung laboratorium dan bengkel di Jurusan Teknik Elektro Politeknik Negeri Semarang tidak berbeda atau tidak melebihi kriteria nilai rerata IKE yang ditetapkan dan berlaku bagi bangunan gedung fasilitas sarana pendidikan di lingkungan Kementerian Pendidikan Nasional Indonesia.

TABEL 2
KONSUMSI ENERGI LISTRIK (kWh) RERATA BULANAN
DAN IKE BULANAN GEDUNG LAB/ BENGKEL

Gedung Lab/ Bengkel	Konsumsi Rerata Bulanan (kWh)	Luas Bangunan (m ²)	IKE (kWh/m ² /bln)
Elektronika	2,378.35	864.00	2.75
Listrik	3,262.61	1,108.75	2.94
Telkom	1,628.92	450.00	3.62

Berdasarkan paparan tersebut di atas dapat dinyatakan nilai intensitas konsumsi energi (IKE) listrik pada bangunan gedung praktikum (laboratorium dan bengkel) Jurusan Teknik Elektro Kampus Politenik Negeri Semarang sudah efisien karena masih dalam rentang memenuhi kriteria IKE Listrik bagi bangunan gedung fasilitas sarana pendidikan di lingkungan Kementerian Pendidikan Nasional. Nilai tersebut ada dalam rentang kelompok kriteria sangat efisien (kurang dari 4,17 kWh/m²/bulan).

3.5 Hasil dan Pembahasan Keseluruhan

Rekapitulasi hasil dan pembahasan disajikan seperti Tabel 3 [9]. Profil penggunaan energi listrik dikenali dari empat parameter penting seperti tercantum pada Tabel 3. Satu parameter yaitu konsumsi energi listrik tidak memberikan perbedaan signifikan karena prosentase distribusi konsumsi hampir seimbang. Konsumsi mingguan sebanyak sekitar 3.533 kWh/minggu digunakan sebagian oleh gedung kelas sebesar 49,3% dan sebagian oleh gedung laboratorium/ bengkel yaitu 50,7%. Jadi menurut jumlah konsumsi listrik kedua kelompok gedung yang ada di Jurusan Teknik Elektro hampir sama kebutuhannya, untuk gedung perkuliahan maupun untuk gedung laboratorium/bengkel praktikum.

TABEL 3
REKAPITULASI HASIL EVALUASI PARAMETER PEMAKAIAN LISTRIK

Parameter	Jurusan Elektro	Gedung Kelas	Gedung Lab.	Gd. SA	Gd. SB	Lab EC	Lab LT	Lab TK
Energi (kWh)	3.533	49,3%	50,7%	20,4%	79,6%	32,7%	44,9%	22,4%
Faktor Beban (%)	33%	33%	31%	33%	39%	40%	40%	43%
Beban Puncak (kW)	63,7	31,7	34,8	8,8	20,5	13,1	18,1	8,4
Rerata Beban (kW)	21	10,4	10,7	2,9	8,1	5,2	7,2	3,6
IKE (kWh/m ² /bln)	2,5	2,1	3,0	0,87	3,30	2,75	2,94	3,62

Sementara itu tiga parameter lain yaitu factor beban dan beban puncak serta intensitas konsumsi energy (IKE) dapat menjadi indikator mutu penggunaan listrik pada Jurusan Teknik Elektro. Gedung kelas mempunyai parameter dengan nilai-nilai lebih baik daripada nilai yang dimiliki gedung laboratorium/bengkel.

Pembebanan gedung kelas (33%) mempunyai faktor yang setara dengan pembebanan listrik Jurusan Elektro dan lebih besar daripada pembebanan pada gedung laboratorium/ bengkel (31%). Semakin besar nilai faktor pembebanan maka semakin efektif penggunaan listriknya.

Sedangkan puncak beban listrik yang terjadi pada gedung kelas (31,7 kW) lebih rendah daripada puncak beban listrik yang timbul pada gedung laboratorium/ bengkel (34,8 kW). Semakin rendah nilai puncak beban listrik semakin efektif pembebanannya.

Adapun intensitas pemakaian listrik (IKE) gedung kelas (2,1 kWh/m²/bln) berada di bawah nilai intensitas pemakaian listrik (IKE) di Jurusan Elektro (2,5 kWh/m²/bln) dan juga di bawah nilai intensitas pemakaian listrik (IKE) pada gedung laboratorium/ bengkel (3,0 kWh/m²/bln). Semakin rendah nilai IKE maka semakin efisien penggunaan listriknya. Nilai tiga hasil tersebut (yakni faktor beban, beban puncak, IKE) menunjukkan kondisi penggunaan listrik lebih efektif terjadi pada gedung kelas ketimbang gedung laboratorium/ bengkel yang ada di Jurusan Teknik Elektro.

3.6 Hasil dan Pembahasan Strategi Penghematan Energi dan Biaya Listrik

Cara pengaturan kerja operasional diterapkan dengan hampir tanpa memerlukan biaya. Beban listrik dioperasikan tidak sepenuh waktu kerja yang lazim namun ada pengurangan lama waktu kerja.

Pengurangan dilakukan secara selektif sejauh tidak berpengaruh pada peran dan kenyamanan fungsional kegiatan produktif yang memerlukan operasi beban tersebut.

Pilihan alat pengondisi udara sebagai strategi penghematan dimudahkan oleh kesederhanaan identifikasi dan ketersediaan data. Selain itu alat ini hampir setiap hari diperlukan oleh adanya aktivitas pemakai sebagai bagian dari kenyamanan lingkungan kerja. Karena itu operasi alat hampir sepanjang hari kerja.

Langkah penghematan yang disarankan (Permen ESDM No. 031 Tahun 2005) antara lain melalui cara pengurangan jam operasi mesin pengondisi udara ruangan selama 1 (satu) jam di awal dan juga di akhir waktu kerja harian. Selain itu dengan cara suhu ruang dijaga pada setelan pengatur 24 °C [10].

Konsumsi energi listrik dapat dihitung. Jumlah konsumsi seluruh beban dalam sehari mengacu pada lama waktu kerja dan perjumlahan dari keseluruhan unit beban yang ada. Sedangkan penghematan konsumsi listrik dapat dihitung dan mengacu pada lama jeda beban listrik (AC) dipadamkan (tidak diaktifkan) dan perjumlahan dari seluruh beban listrik yang tidak diaktifkan. Sebagai gambaran untuk kondisi operasional keseharian kegiatan akademik di Jurusan Teknik Elektro Politeknik Negeri Semarang, waktu kerja harian total 14 jam (pukul 07:00 sampai dengan 21:00). Jika pengurangan jam operasional dilakukan secara minimal 2 (dua) jam setiap hari, maka penghematan yang diperoleh setiap alat pengondisi udara sebanyak 14,3%.

TABEL 4
SKENARIO KONSUMSI LISTRIK DAN POTENSI PENGHEMATANNYA

Hari ke	Konsumsi (kWh)	Konsumsi Bulanan (kWh/bulan)			
		Faktual 100%	Alternatif 14.3%	Alternatif 15.5%	Alternatif 16.7%
Sabtu	128.72	129	110	109	107
Minggu	100.75	101	86	85	84
Senin	610.21	610	523	516	508
Selasa	689.99	690	591	583	575
Rabu	750.93	751	644	635	626
Kamis	714.49	714	612	604	595
Jumat	538.09	538	461	455	448
Total (kWh)	3,533.19	15,310.49	13,121.09	12,937.37	12,753.64
Biaya (Rp)	2,137,581	9,262,849	7,938,262	7,827,108	7,715,953
Hemat (Rp)			1,324,587	1,435,742	1,546,896

Setiap ruang diberikan pencahayaan oleh satu lampu atau lebih. Lampu dirangkaikan menjadi dua atau tiga kelompok. Setiap kelompok dilayani pemutus aliran listrik (saklar). Lampu-lampu yang berdekatan dengan dinding tembus cahaya luar kurang diperlukan. Pilihan ini didasari kemudahan operasional dan hampir tanpa biaya serta tak mengganggu kenyamanan operasional kegiatan.

Langkah strategis yang dilakukan antara lain dengan memadamkan sekelompok lampu yang berdekatan dengan dinding berjendela kaca tembus cahaya. Pada umumnya seperempat bagian atau sepertiga bagian sudah cukup berguna karena menyesuaikan dengan pola pengelompokan armatur (lampu) yang bersangkutan. Penghematan konsumsi energi listrik dapat dihitung.

Perhitungan penghematan energi listrik untuk waktu kerja 14 jam dengan kondisi sebanyak sepertiga (1/3) bagian dari lampu dipadamkan memperlihatkan ada sebanyak 16,75% penghematan energi listrik dapat dilakukan. Nilai tersebut berdasarkan pilihan pengurangan waktu padam dilakukan selama setengah dari waktu operasional yaitu 7 (tujuh) jam.

Perhitungan penghematan konsumsi harian untuk gedung sekolah kampus Jurusan Teknik Elektro yang mengonsumsi (maksimal dalam operasional) sebanyak 1.371,19 kWh dapat dihemat sebagiannya dengan kombinasi kedua cara tersebut sebanyak 214,59 kWh/hari. Penghematan tersebut setara 15,6% dari keseluruhan beban listrik terpasang. Sedangkan perhitungan konsumsi harian gedung laboratorium dan bengkel kampus Jurusan

Teknik Elektro yang mengonsumsi (maksimal dalam operasional) sebanyak 1.356,91 kWh dapat dihemat sebanyak 208,39 kWh/hari. Penghematan tersebut setara 15,4% dari keseluruhan beban listrik terpasang. Penghematan energi listrik harian tersebut jika diakumulasikan selama sebulan dapat memberikan peran cukup signifikan bagi upaya pengendalian konsumsi energi listrik operasional Jurusan Teknik Elektro.

Beberapa hal yang sebaiknya diperhatikan dalam pengaturan operasional lampu dapat disebutkan berikut.

- 1) Area dengan pencahayaan alami tersedia cukup sebaiknya dilengkapi saklar pengendali otomatis yang dapat mengatur penyalaan lampu sesuai dengan tingkat pencahayaan yang dirancang.
- 2) Pencahayaan luar bangunan dengan waktu operasi kurang dari 24 jam terus-menerus harus dapat dikendalikan secara otomatis dengan pengaturan waktu, fotosel atau kombinasi.
- 3) Susunan kelompok lampu sebaiknya mengikuti alur baris sejajar dengan celah terowongan cahaya alami masuk ruang. Penyalaan dapat dilakukan bertahap mulai dari bagian paling jauh dari celah terowongan cahaya masuk ruang.
- 4) Armatur yang terletak sejajar dengan dinding luar pada arah cahaya alami datang sebaiknya menggunakan saklar tersendiri/manual untuk menghidupkan dan mematikan.
- 5) Ruang dengan jenis pekerjaan lebih dari satu jenis atau kelompok sebaiknya dilengkapi

saklar lebih dari sebuah untuk menyesuaikan kebutuhan tingkat pencahayaan.

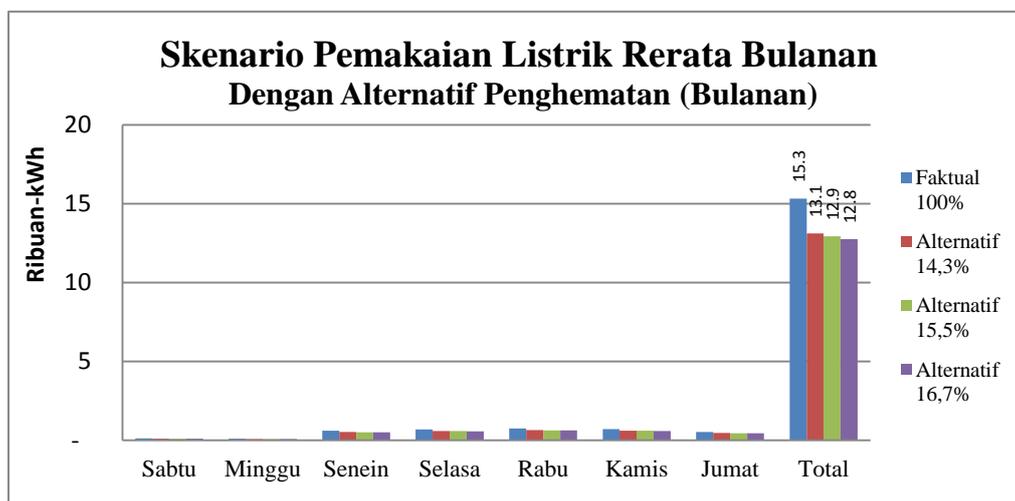
3.7 Skenario Penghematan Pemakaian Listrik Bulanan

Berdasarkan paparan tersebut di atas dapat dibuat contoh skenario penghematan terhadap pemakaian energi listrik di Jurusan Teknik Elektro Politeknik Negeri Semarang. Gambar 8 menyajikan hasil contoh skenario pemakaian yang dimaksud di sini. Skenario pemakaian energi listrik mengasumsikan penghematan rendah sebesar 14,3% dan penghematan tinggi 16,7% serta penghematan rata-rata yang dapat diperoleh dengan cara tindakan strategis seperti tersebut di atas. Penggambaran tersebut didasarkan perhitungan penghematan untuk gedung sekolah kampus Jurusan Teknik Elektro (dua bangunan terdiri dua buah gedung berlantai dua) dan gedung praktikum laboratorium/ bengkel kampus Jurusan Teknik Elektro (tiga buah bangunan berlantai satu) [9].

Perhitungan konsumsi bulanan untuk gedung sekolah kampus Jurusan Teknik Elektro dapat dihemat sebagiannya dengan kombinasi kedua

cara tersebut sebanyak setara 15,6% dari keseluruhan beban listrik terpasang. Sedangkan perhitungan konsumsi bulanan gedung laboratorium dan bengkel Kampus Jurusan Teknik Elektro dapat dihemat sebanyak setara 15,4% dari keseluruhan beban listrik terpasang. Penghematan energi listrik bulanan tersebut jika diakumulasikan selama satu semester (atau pun setahun) dapat memberikan peran cukup signifikan bagi upaya pengendalian konsumsi energi listrik operasional Jurusan Teknik Elektro.

Potensi biaya energi listrik dapat dihitung dengan memerhatikan skenario konsumsi listrik dan tarif listrik yang berlaku untuk pelanggan PT.PLN. Politeknik terdaftar sebagai pelanggan PT.PLN dengan klasifikasi golongan S3 dan bertarif sebesar Rp.605,- per-kWh (LWBP) serta Rp.908,- per-kWh (WBP). Jurusan Teknik Elektro mengonsumsi listrik sebanyak rerata 15.310 kWh setiap bulan. Jika tiga alternatif diperhitungkan ini berarti ada potensi penghematan antara Rp.1,325 juta sampai dengan Rp.1,547 juta setiap bulan. Skenario konsumsi listrik dan potensi penghematannya diperlihatkan pada Tabel 4 [9].



Gambar 8 Skenario Profil Penghematan Energi Listrik Rerata Bulanan

IV. KESIMPULAN

Upaya perencanaan operasional alat pengondisi udara dan pencahayaan ruangan dapat cukup bermakna untuk menghasilkan penghematan energi listrik dan dapat menjadi sebagian dari tindakan dan strategi penghematan energi listrik di Jurusan Teknik Elektro Politeknik Negeri Semarang. Upaya lain yaitu perencanaan pengadaan fasilitas sarana dan peralatan pendidikan yang menggunakan tenaga listrik dapat dilakukan dan diusahakan pilihan peralatan yang memberikan penghematan daya minimal 14% atau lebih besar. Upaya penghematan melalui tindakan operasional peralatan sebaiknya didahulukan. Langkah ini memerlukan komitmen para penanggungjawab dan pengambil keputusan beserta keluarga besar Politeknik Negeri Semarang supaya dapat terwujud secara konsisten. Upaya membangun kesadaran hemat energi listrik sampai mewujudkan dalam tindakan konsisten perlu dilakukan dengan sungguh-sungguh.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] Moh. Nazir, *Metode Penelitian*, Ghalia Indonesia, Jakarta, 1988, hlm 105, 470-475.
- [2] Chr. H. Sumargo, *Pendahuluan Teori Kemungkinan dan Statistika: Soal dan Jawab Seri Matematika*, Penerbit ITB, Bandung, 1984, hlm 148-152.
- [3] Ronald E. Walpole, Raymond H. Myers, Sharon L. Myers, Keying Ye, *Probability and Statistic for Engineers and Scientists*, Seventh Edition, Upper Saddle River, New Jersey: Prentice-Hall, Inc., 2002, page 219-224, 304-306.
- [4] William J Coad, "Fundamental to Frontier: Energy Profile – The Electrical Variable", *Heating, Piping, Air Conditioning*, November 1981, page 162-165.
- [5] _____. SNI 03-6196-2000, *Prosedur Audit Energi pada Bangunan Gedung*, Biro Umum Sekretariat Jenderal Departemen Pendidikan Nasional, Jakarta, Oktober 2005.
- [6] Sugiyono, *Statistika untuk Penelitian*, Penerbit Alfabeta. Bandung, 2011, hlm 4-7.
- [7] Moh. Pabundu Tika, *Metode Penelitian Geografi*, Penerbit PT Gramedia Pustaka Utama, Jakarta, 1997, hlm 53-55.
- [8] Wayne C. Turner, Steve Doty, *Energy Management Handbook*, Sixth Edition, Lilburn, GA: The Fairmont Press, Inc., 2007, page 23.
- [9] Daeng S Pasisarha, Ari Santoso, Juwarta, dkk, "Audit Energi Listrik pada Gedung Kelas dan Laboratorium untuk Mendukung Penghematan Biaya Operasional Kegiatan PBM di Jurusan Teknik Elektro Polines", *Laporan Penelitian Dibiayai Dana DIPA Tahun Anggaran 2012 Polines*, Politeknik Negeri Semarang, Semarang, 2013.
- [10] _____. Peraturan Menteri ESDM no. 031 Tahun 2005, *Tatacara Pelaksanaan Penghematan Energi*, Jakarta, Juli 2005.