

**ANALISIS KONSUMSI DAN PENGHEMATAN ENERGI
DI SMK MA'ARIF BATU**

**SKRIPSI
JURUSAN TEKNIK ELEKTRO**

Diajukan Untuk Memenuhi Persyaratan
Memperoleh Gelar Sarjana Teknik



Disusun Oleh :

**LAVELIA PERMATA CHINTASANI
NIM. 0910630073-63**

**KEMENTERIAN RISET, TEKNOLOGI DAN PENDIDIKAN
TINGGI**

**UNIVERSITAS BRAWIJAYA
FAKULTAS TEKNIK
JURUSAN TEKNIK ELEKTRO
MALANG**

2016

LEMBAR PERSETUJUAN

**ANALISIS KONSUMSI DAN PENGHEMATAN ENERGI
DI SMK MA'ARIF BATU**

SKRIPSI

JURUSAN TEKNIK ELEKTRO

Diajukan untuk memenuhi persyaratan
memperoleh gelar Sarjana Teknik



Disusun oleh:

LAVELIA PERMATA CHINTASANI
NIM. 0910630073-63

Telah diperiksa dan disetujui oleh :

Dosen Pembimbing I

Dosen Pembimbing II

Ir. Unggul Wibawa, M.Sc
NIP. 19630106 198802 1 001

Ir. Teguh Utomo M.T.
NIP. 19650913 199103 1 003

LEMBAR PENGESAHAN

ANALISIS KONSUMSI DAN PENGHEMATAN ENERGI

DI SMK MA'ARIF BATU

SKRIPSI

JURUSAN TEKNIK ELEKRO

Diajukan untuk memenuhi persyaratan
memperoleh gelar Sarjana Teknik

Disusun oleh:

LAVELIA PERMATA CHINTASANI

NIM. 0910630073-63

Skripsi ini telah diuji dan dinyatakan lulus pada
tanggal

Majelis Penguji :

Hadi Suyono, ST., MT., Ph.D
NIP. 19580609 198703 1 003

Mahfudz Shidiq, Ir., MT.
NIP. 19580609 198703 1 003

Hery Purnomo, Ir., MT.
NIP. 19550708 198212 1 001

Mengetahui :

Ketua Jurusan Teknik Elektro

M. Aziz Muslim, ST., MT., Ph.D
NIP. 19741203200012 1 001

UNIVERSITAS BRAWIJAYA

*Teriring Ucapan terima kasih kepada:
Almarhum Papa
Atas Perjuangan dan kepercayaan tanpa henti demi
sang penulis.*



KATA PENGANTAR

Puji syukur dipanjatkan kehadirat Tuhan Yang Maha Esa yang telah memberikan rahmat dan berkat-Nya, sehingga dapat menyelesaikan skripsi ini yang berjudul “Analisis Konsumsi dan Penghematan Energi di SMK Ma’arif Kota Batu”. Skripsi ini disusun sebagai salah satu syarat untuk mencapai gelar Sarjana Teknik dari Jurusan Teknik Elektro Fakultas Teknik Universitas Brawijaya.

Skripsi ini membahas tentang konsumsi energi listrik dan penghematan energilistrik yang dapat dilakukan di SMK Ma’arif Kota Batu. Dari proses pengambilan data dan analisis akan diketahui konsumsi energi listrik. Setelahnya, hasil penghitungankonsumsi energi listrik tersebut dibandingkan dengan standar yang ada, serta menentukan langkah-langkah yang dapat dilakukan untuk menghemat penggunaan energi listrik.

Penulis menyadari bahwa tanpa bantuan, bimbingan serta dorongan dari semua pihak, penyelesaian skripsi ini tidak mungkin bisa terwujud. Pada kesempatan ini penulis menyampaikan rasa terima kasih yang sebesar-besarnya kepada:

1. M. Azis Muslim, ST., MT., Ph.D selaku Ketua Jurusan Teknik Elektro Universitas Brawijaya.
2. Bapak Hadi Suyono, ST., MT., Ph.D selaku Sekretaris Jurusan Teknik Elektro Universitas Brawijaya.
3. Bapak Ali Mustofa, S.T., M.T. selaku Ketua Program Studi Teknik Elektro.
4. Ibu Dr. Rini Nur Hasanah, S.T., M.Sc selaku KKDK Konsentrasi Teknik Energi Elektrik.
5. Bapak Unggul Wibawa, Ir., M.Sc. selaku dosen pembimbing skripsi yang telah banyak memberikan pengarahan dan bimbingan dalam penyelesaian skripsi ini serta atas segala bentuk bantuan dan saran yang membangun.
6. Bapak Teguh Utomo, Ir., M.T. selaku dosen pembimbing skripsi yang telah banyak memberikan masukan dan pengarahan dalam penyusunan skripsi ini.
7. Pihak SMK Ma’arif Kota Batu yang telah bersedia menjadi obyek penelitian dari skripsi saya ini dan semoga menjadi hal yang berguna bagi semuanya.
8. Almarhum Bapak Syaiful Anwar, Ibu Heni Kusuma W, Ibu Soepilah, Lovina Lauditta K. Serta seluruh saudara-saudara atas dukungan doa, finansial, dan dorongan semangat.
9. Saikhul Arif yang telah memberikan semangat dan dukungan penuh selama menjalani pengerjaan skripsi.

10. Husni Thamrin atas dukungan dan kepercayaan penuh selama ini.
11. Gus Hazim Sirajuddin atas doa dan dorongan spiritual selama pengerjaan skripsi
12. Rivaldi Indra teman seperjuangan dalam mengerjakan skripsi.
13. Teman–teman mahasiswa Teknik 2009, Teknik Elektro angkatan 2009 (*Ampere*) dan konsentrasi Teknik Energi Elektrik, yang telah menemani dan berbagi semangat selama menjalani perkuliahan.
14. Pihak lain yang telah memberikan bantuan serta dukungan yang tidak dapat disebutkan satu persatu atas penyusunan skripsi ini.

Disadari bahwa skripsi ini belumlah sempurna, karena keterbatasan ilmu dan kendala-kendala lain yang terjadi selama pengerjaan skripsi ini. Oleh karena itu, saran dan kritik mengenai penelitian ini diharapkan oleh penulis agar penelitian ini dapat menjadi karya tulis yang lebih baik dan lebih berguna. Semoga tulisan ini dapat bermanfaat dan dapat digunakan untuk pengembangan lebih lanjut.

Malang, Agustus 2016

Lavelia Permata Chintasani



DAFTAR ISI

KATA PENGANTAR	i
DAFTAR ISI	iii
DAFTAR TABEL	v
DAFTAR GAMBAR	vi
DAFTAR LAMPIRAN	vii
RINGKASAN	viii
SUMMARY	x
BAB IPENDAHULUAN	1
1.1. Latar Belakang	1
1.2. Rumusan Masalah	2
1.3. Batasan Masalah	2
1.4. Tujuan	2
1.5. Manfaat	3
1.6. Sistematika Pembahasan	3
BAB II TINJAUAN PUSTAKA	4
2.1. Konservasi Energi	4
2.2. Audit Energi	4
2.3. Tingkatan Audit	5
2.3.1. Audit Tingkat 1	5
2.3.2. Audit Tingkat 2	5
2.3.3. Audit Tingkat 3	6
2.4. Intensitas Konsumsi Energi (IKE)	6
2.5. Macam – Macam Daya Listrik	7
2.6. Macam – Macam Beban	8
2.7. Beban Penerangan	8
2.7.1. Tingkat pencahayaan	9
2.7.2. Efisiensi penerangan	10



2.8. Tarif Dasar Listrik	12
BAB III METODE PENELITIAN	13
3.1. Studi Literatur	14
3.2. Pengambilan Data	14
3.3. Analisis dan Pembahasan	15
3.4. Penutup	16
BAB IV ANALISIS DAN PEMBAHASAN DATA	17
4.1. Gambaran Umum SMK Ma'arif Kota Batu	17
4.2. Kondisi Kelistrikan pada SMK Ma'arif Kota Batu	17
4.3. Pembebanan Terhadap SMK Ma'arif Kota Batu	19
4.4. Analisis pada Beban Penerangan	24
4.4.1. Perhitungan Konsumsi Energi Beban Penerangan	24
4.4.2. Perhitungan Intensitas Cahaya dan Kebutuhan Lampu	27
4.4.3. Perhitungan Penghematan pada Beban Penerangan	29
BAB V PENUTUP	33
5.1. Kesimpulan	33
5.2. Saran	33
DAFTAR PUSTAKA	34
LAMPIRAN	35



DAFTAR TABEL

No.	Judul	Halaman
Tabel 2.1	Standar Intensitas Konsumsi Energi	7
Tabel 2.2	Tingkat Pencahayaan Rata-Rata yang Direkomendasikan.....	10
Tabel 2.3	Faktor Refleksi pada Beberapa Tempat	11
Tabel 2.4	Efisiensi Penerangan pada Lampu.....	11
Tabel 4.1	Penggunaan Beban Listrik untuk penerangan di SMK Ma'arif Batu.....	18
Tabel 4.2	Salah Satu Hasil Pengukuran pada SMK Ma'arif Batu	19
Tabel 4.3	Hasil Perhitungan Daya dan Energi yang dibutuhkan	23
Tabel 4.4	Pengukuran Tegangan dan Arus pada Lampu	25
Tabel 4.5	Hasil Pengukuran Intensitas Cahaya pada Ruang Kelas.....	28
Tabel 4.6	Perbandingan lampu TL 15 W dengan Philips Tornado Bohlam Spiral 5 W ..	30
Tabel 4.7	Perbandingan lampu TL 18 W dengan Philips Tornado Bohlam Spiral 8 W.	30
Tabel 4.8	Perbandingan lampu TL 36 W dengan Philips Tornado Spiral Energy Saving12 W.....	31
Tabel 4.9	Perbandingan Konsumsi Energi Sebelum dan Sesudah diadakan Penghematan	31

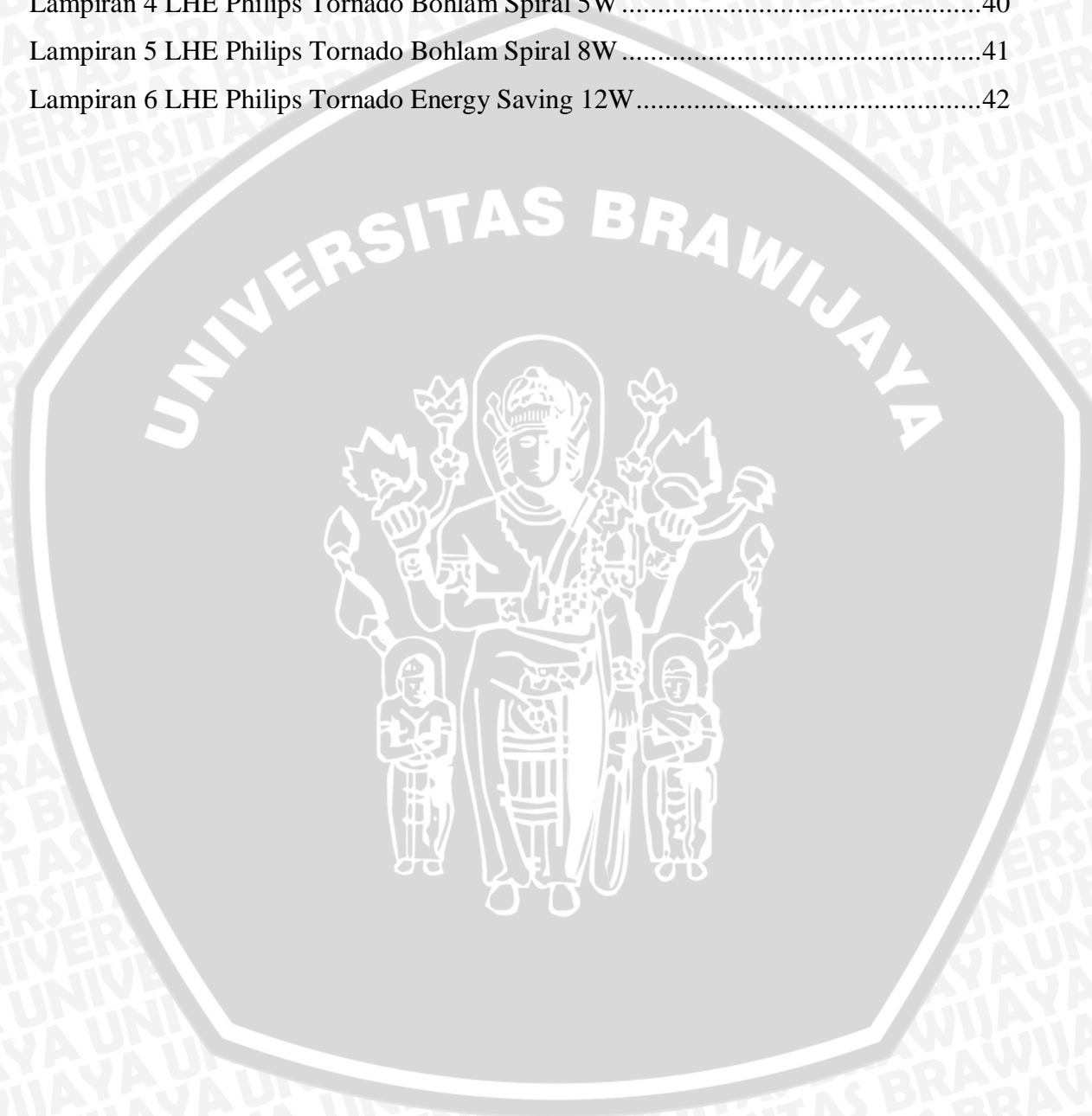
DAFTAR GAMBAR

No.	Judul	Halaman
Gambar 3.1	Diagram Alir Metode Pengerjaan Penelitian Skripsi	13
Gambar 4.1	Ilustrasi Denah Instalasi Lampu TL 18W pada kelas 1 G seluas 32 m ²	27



DAFTAR LAMPIRAN

No.	Judul	Halaman
Lampiran 1	Foto – foto SMK Ma’arif Kota Batu	35
Lampiran 2	Data Pengukuran Penggunaan Daya Listrik	38
Lampiran 3	Data Pengujian Intensitas Cahaya SMK Ma’arif Kota Batu	39
Lampiran 4	LHE Philips Tornado Bohlam Spiral 5W	40
Lampiran 5	LHE Philips Tornado Bohlam Spiral 8W	41
Lampiran 6	LHE Philips Tornado Energy Saving 12W	42



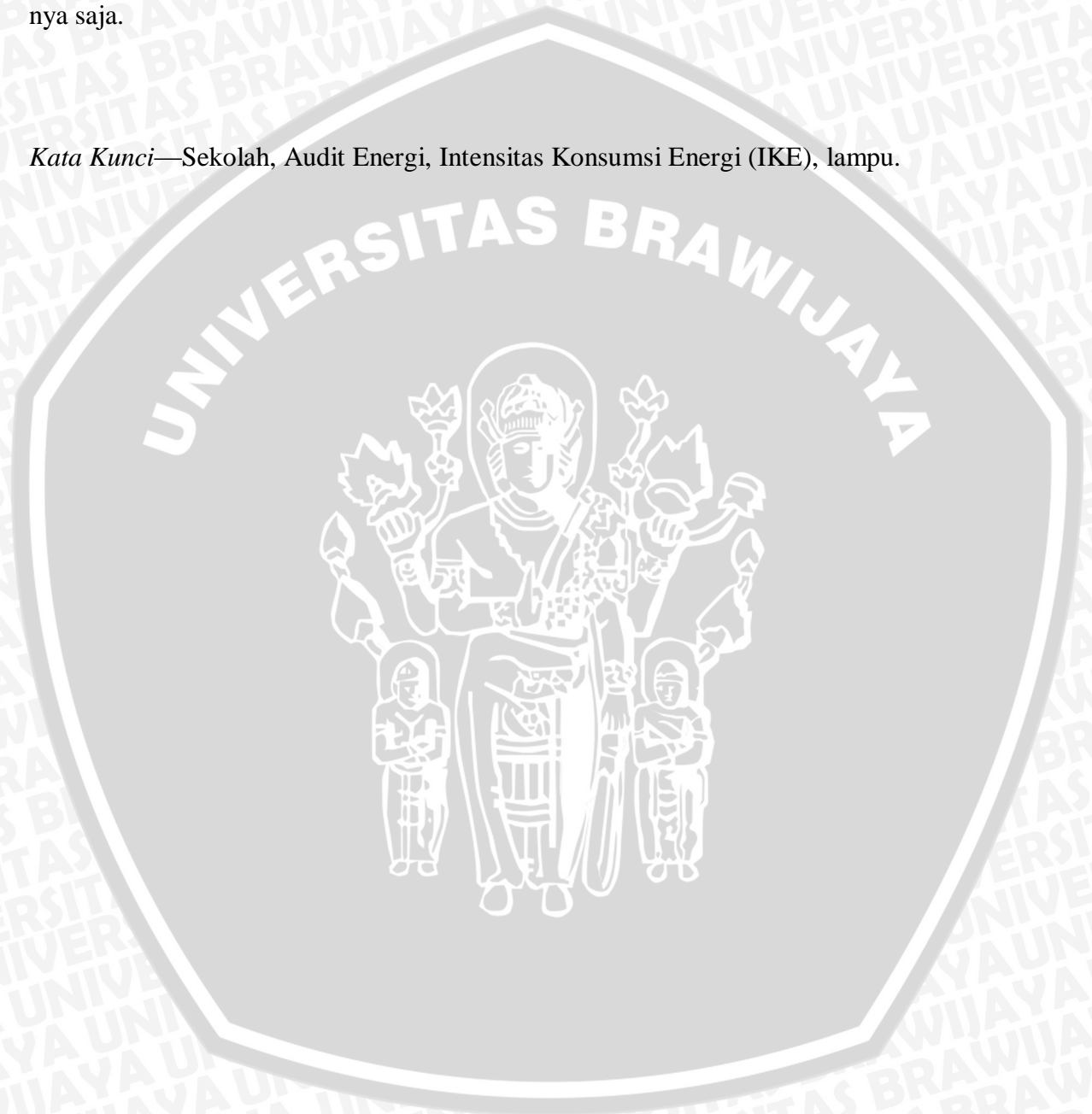
RINGKASAN

Lavelia Permata Chintasani, Jurusan Teknik Elektro, Fakultas Teknik Universitas Brawijaya, Agustus 2016, *Analisis Konsumsi dan Penghematan Energi di SMK Ma'arif Kota Batu*, Dosen Pembimbing : Unggul Wibawa, Ir.,M.Sc. dan Teguh Utomo, Ir., M.T.

Seiring dengan kemajuan jaman, kebutuhan akan energi listrik semakin meningkat. Oleh karena itu konservasi energi sangat dibutuhkan. Penghematan energi merupakan salah satu upaya konservasi energi yang dapat dilakukan. Salah satu dampak positif dari penghematan energi adalah pengurangan biaya dari penggunaan energi. Audit energi bertujuan untuk mengetahui konsumsi energi pada sekolah tersebut lalu menentukan penghematan – penghematan yang dapat dilakukan di sektor penerangan. Hasil audit tersebut digunakan untuk mengetahui potensi–potensi penghematan yang dapat dilakukan yang pada akhirnya dapat menghemat biaya yang dikeluarkan. Penelitian ini dilakukan di SMK Ma'arif Kota Batu pada bulan April 2016. Penelitian dilakukan dengan cara mengamati beban lampu, intensitas cahaya lampu yang terdapat pada sekolah, kemudian melakukan pengukuran pada panel utama dan beban, serta menganalisis hasil pengamatan dan pengukuran. Pengamatan dilakukan untuk mengetahui karakteristik beban seperti *name plate*, jumlah beban dan jam operasi. Pengukuran dilakukan dengan mengambil data berupa tegangan, arus dan $\cos \Phi$. Waktu pengukuran dilakukan setiap jam mulai pukul 06.00 – 18.00 dengan pengelempokan hari yang secara beban hampir sama, untuk mengetahui konsumsi energi pada panel utama dan pada beban diambil satu kali untuk setiap beban. Dari hasil pengamatan dan pengukuran dapat dihitung konsumsi energi untuk mengetahui banyaknya penggunaan daya dan Intensitas Konsumsi Energi (IKE). Jika konsumsi energinya tidak memenuhi standar maka dapat dicari potensi penghematan energi dengan menganalisis pada setiap beban. Pada lampu dilakukan dengan mencari Intensitas Konsumsi Energinya (IKE) dan intensitas cahayanya. Dari hasil analisis tersebut dapat diketahui konsumsi energi dan dapat dicari solusi penghematan energinya. Dari hasil analisis didapatkan penggunaan daya sebesar 900 kWh/bulan atau sekitar Rp.611.100/bulan untuk tagihan listriknya. Sedangkan untuk IKE penerangan nya ditemukan sebanyak $2,7 \text{ kWh/m}^2$ yang terhitung boros sesuai standard yang ada. Setelah perhitungan dan analisis pada beban didapatkan potensi penghematan energi pada beban penerangan. Penghematan dilakukan karena

masih terdapat penggunaan Lampu TL yang memiliki rugi-rugi besar sehingga membutuhkan energi yang lebih besar. Lampu TL yang ada disarankan untuk diganti dengan lampu hemat energi. Dari hasil penghematan dihasilkan penghematan sebesar 65.4% atau sebesar 1.108,08 kWh/Tahun atau sebesar Rp. Rp.752.386/ tahun dengan investasi penggantian lampu yang menghabiskan dana Rp. 653.500 untuk harga lampunya saja.

Kata Kunci—Sekolah, Audit Energi, Intensitas Konsumsi Energi (IKE), lampu.



SUMMARY

Lavelia Permata Chintasani, Electrical Engineering Department, Engineering Faculty Brawijaya University, Agustus 2016, *Consumption and Energy Saving Analysis in Ma'arif Vocational High School*, Supervisor: Unggul Wibawa, Ir.,M.Sc. and Teguh Utomo, Ir., MT.

School is one of very vital instrument in educational system. As a place that very vital than audit is very needed. Energy audit have a purpose to have a knowledge about potentials energy saving that in the end can reduce cost in electrical bills. This research conducted in Ma'arif vocational high school in Batu city in April 2016. The research conducted by observe lighting system, lighting intensity on the school, then did a measurement in the main panel and loads, also analyzed the result of observation and measurement. An observation has done to know about load characteristic such as name plate, the amount of load, and operation hour. The measurement has done with picking data of voltage, current and $\cos \Phi$. Measurement time has done every hours from 06.00 – 18.00 with grouping days which have similar load type. To know about energy consumption in main panel and in the load, it measure once for each load. To find out light intensity in the lighting system then it measure triple in every single point of measurement. From the result of measurement and observation can be found energy consumption to know about how much power consumption and Intensity Energy Consumption (IEC). If energy consumption didn't make to a standard than can be found energy saving potential with analyze on each loads. For a lighting, it can be done with find out the Intensity Energy Consumption (IEC), and the light intensity. From the analysis result can be found the energy consumption and can be searched the solution for the energy saving. From analysis result are found that power usage is 900 kWh/month or around Rp.611.100/month for electrical bills. Otherwise for lighting system's IEC is 2,7 kWh/m² that can be categorized as prodigal due to the standard that exist. After the calculation and analysis to the loads can be found energy saving potential for a lightning loads. Energy saving can be done because there are still founded a TL lamp usage which have big losses so need a bigger energy. From saving result are found saving as big as 65.4% or 1.108,08 kWh/year or equal with Rp. 752.386 /Year with bulb change investment is Rp. 653.500 for light bulb prices.

Keywords—School, Energy Audit, Intensity Energy Consumption(IEC), Lighting.



BAB I PENDAHULUAN

1.1. Latar Belakang

Seiring dengan kemajuan jaman, kebutuhan akan energi listrik semakin meningkat. Oleh karena itu konservasi energi sangat dibutuhkan. Penghematan energi merupakan salah satu upaya konservasi energi yang dapat dilakukan. Salah satu dampak positif dari penghematan energi adalah pengurangan biaya dari penggunaan energi.

Pemerintah menginstruksikan penghematan energi di lingkungan Badan Usaha Milik Negara (BUMN) dan Badan Usaha Milik Daerah (BUMD) (Inpres RI Nomor 13 Tahun 2011 Tentang Penghematan Energi dan Air). Oleh karena itu konservasi energi sangat dibutuhkan dan sudah mulai banyak dilakukan. Kendala dalam melakukan konservasi energi adalah biaya investasi yang tinggi, kesadaran akan budaya hemat energi yang masih kurang, dan kemampuan sumber daya manusia yang masih rendah sehingga pengetahuan mengenai penggunaan energi yang efisien masih kurang.

Konservasi energi dapat dilakukan secara menyeluruh atau hanya pada beban listrik tertentu. Beban listrik yang paling banyak digunakan dan paling banyak membutuhkan konsumsi energi pada bidang pendidikan adalah laboratorium dan ruang kelas, karena sebagian besar konsumsi energi pada bidang pendidikan digunakan untuk menyuplai penunjang pendidikan tersebut.

SMK Ma'arif Kota Batu adalah sekolah milik yayasan Ma'arif yang berada dibawah naungan Pengurus Cabang Nahdatul Ulama (PC NU) Kota Batu yang memiliki jurusan keperawatan, multimedia dan tehnik sepeda motor. Pastiya di SMK Ma'arif Kota Batu memiliki laboratorium–laboratorium dan ruang kelas untuk menunjang proses belajar mengajar disana. Sehingga penggunaan energi yang efisien pada ruang kelas dan laboratorium tersebut membantu penghematan pengeluaran bagi pihak sekolah dikarenakan sebagai sekolah swasta maka pembiayaan sekolah berasal dari pembiayaan swadaya yang berupa iuran sekolah dan dana hibah yayasan. Penggunaan energi yang efisien sangat diperlukan baik dari sisi perencanaannya maupun operasionalnya. Kegiatan audit dalam rangka konservasi energi dilakukan untuk mengetahui pola penggunaan energi yang digunakan sehingga dapat dianalisis upaya yang dapat dilakukan untuk penghematan energi.

Dalam skripsi ini akan dilakukan konservasi dan audit energi pada ruang kelas, areal kantor serta laboratorium yang digunakan di SMK Ma'arif Kota Batu. Pada

penelitian ini akan diidentifikasi pola penggunaan energi pada SMK tersebut dan dianalisis keefisienannya untuk kemudian disimpulkan alternatif-alternatif dalam konservasi energi yang dapat dilakukan di sekolah tersebut pada khususnya dan sekolah-sekolah lain pada umumnya.

1.2. Rumusan Masalah

Sesuai dengan latar belakang di atas, maka rumusan masalah yang disusun adalah sebagai berikut :

1. Seberapa besar penggunaan energi listrik di SMK Ma'arif Kota Batu.
2. Bagaimana pola penggunaan energi ruang kelas, kantor serta laboratorium di SMK Ma'arif Kota Batu.
3. Seberapa besar penghematan yang dapat dilakukan di sektor penerangan di SMK Ma'arif Kota Batu.

1.3. Batasan Masalah

Agar permasalahan yang dibahas dalam penelitian ini mencapai sasaran yang diharapkan, maka batasan masalah yang perlu diberikan dalam penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Penelitian dilaksanakan di SMK Ma'arif Kota Batu.
2. Objek penelitian adalah sektor Penerangan SMK Ma'arif Kota Batu.
3. Data yang digunakan berupa data primer yang diperoleh dari hasil pengukuran serta perhitungan dan data sekunder yang tersedia di catatan administrasi, data teknis peralatan listrik, serta dari pustaka yang relevan.

1.4. Tujuan

Tujuan dari penulisan skripsi ini adalah:

Menentukan besarnya penggunaan energi listrik di SMK Ma'arif Kota Batu, kemudian menentukan langkah – langkah yang harus ditempuh untuk meningkatkan efisiensi penghematan. Setelah itu memberikan perbandingan konsumsi listrik sebelum dan sesudah dilakukan penghematan.

1.5. Manfaat

Hasil studi ini dapat digunakan sebagai dasar pertimbangan dalam melakukan tindakan konservasi energi pada sekolah dan khususnya SMK Ma'arif Kota Batu.

1.6. Sistematika Pembahasan

Sistematika penulisan penelitian tersusun dengan urutan sebagai berikut:

BAB I : PENDAHULUAN

Berisi latar belakang, rumusan masalah, ruang lingkup, tujuan, dan sistematika penulisan.

BAB II : TINJAUAN PUSTAKA

Berisi tinjauan pustaka atau dasar teori yang digunakan untuk dasar penelitian yang dilakukan dan untuk mendukung permasalahan yang akan dibahas.

BAB III : METODE PENELITIAN

Berisi tahapan penyelesaian skripsi ini yang meliputi metode pengambilan data, pengolahan data dan analisis data.

BAB IV : PEMBAHASAN

Berisi pembahasan, analisis dari hasil pengukuran dan analisis mengenai penggunaan energi listrik dengan memperhatikan hasil perhitungan yang telah diselesaikan.

BAB V : PENUTUP

Berisi kesimpulan dari penelitian yang akan dilaksanakan beserta saran dari penulis.

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

2.1. Konservasi Energi

Menurut SNI (Standar Nasional Indonesia), konservasi energi adalah upaya untuk mengefisienkan pemakaian energi untuk suatu kebutuhan agar pemborosan energi dapat dihindarkan. Penghematan energi bisa dilakukan dengan menggunakan energi secara efisien atau mengurangi penggunaan energi yang kurang diperlukan. Penghematan energi dapat mengurangi biaya dalam penggunaan energi sehingga meningkatkan keuntungan.

Penghematan energi merupakan unsur yang penting dari sebuah kebijakan energi. Penghematan energi menurunkan konsumsi energi dan permintaan energi per kapita sehingga dapat menutupi peningkatan kebutuhan energi akibat pertumbuhan populasi. Hal ini mengurangi naiknya biaya energi, dan dapat mengurangi kebutuhan pembangkit energi atau impor energi. Berkurangnya permintaan energi dapat memberikan fleksibilitas dalam memilih metode produksi energi.

Selain itu, dengan mengurangi emisi, penghematan energi merupakan bagian penting dari mencegah atau mengurangi perubahan iklim. Penghematan energi juga memudahkan digantinya sumber-sumber tak dapat diperbaharui dengan sumber-sumber yang dapat diperbaharui. Penghematan energi merupakan cara paling ekonomis dalam menghadapi kekurangan energi dan merupakan cara yang lebih ramah lingkungan dibandingkan dengan meningkatkan produksi energi. Oleh karena itu, disamping harus secepatnya mengembangkan sumber-sumber energi dari bahan bakar non fosil seperti biomassa, biogas, dan sebagainya, harus juga berusaha untuk dapat mengoptimalkan penggunaan energi secara lebih tepat, cermat, hemat dan efisien dalam rangka pelaksanaan program konservasi energi.

2.2. Audit Energi

Audit energi memiliki beberapa definisi. Menurut SNI (Standar Nasional Indonesia) audit energi adalah teknik yang dipakai untuk menghitung besarnya konsumsi energi pada bangunan gedung dan mengenali cara-cara untuk penghematannya. Menurut Thuman (2003) audit energi secara sederhana dapat diartikan sebagai proses evaluasi sebuah gedung atau *plant* yang menggunakan energi dan mengidentifikasi peluang untuk mengurangi konsumsi energi. Ada hubungan antara biaya audit, seberapa banyak data yang dikumpulkan dan dianalisis serta peluang-

peluang konservasi energi diidentifikasi, maka hal pertama yang dapat diketahui yaitu biaya audit menentukan tipe audit yang akan dilakukan. Ruang lingkup audit energi, kompleksitas perhitungan, dan tingkat evaluasi ekonomi adalah semua masalah yang dapat ditangani secara berbeda oleh setiap auditor individu dan harus ditentukan sebelum memulai kegiatan audit apapun.

Proses audit dimulai dengan mengumpulkan informasi tentang fasilitas pengoperasian dan catatan penggunaan. Data tersebut dianalisis untuk menggambarkan pola penggunaan energi yang dapat membantu auditor untuk memeriksa area-area yang membutuhkan penurunan biaya energi. Perubahan spesifik, yang biasa disebut dengan *Energy Conservation Opportunities* (ECOs), diidentifikasi dan dievaluasi untuk menentukan keuntungan dan efektifitas biayanya. Akhirnya, rencana dibuat dimana ECO tertentu dipilih untuk diimplementasikan dalam rangka penghematan energi dan biaya produksi.

2.3. Tingkatan Audit

2.3.1. Audit Tingkat 1

Audit tingkat 1, seringkali disebut sebagai garis besar, membolehkan seluruh pemakaian energi pada suatu area untuk dievaluasi, untuk melihat apakah penggunaan energi masih rasional atau berlebihan sehingga pengaruh dari pengukuran energi dapat dilacak dan dievaluasi. Catatan: Audit tingkat 1 diharapkan memberikan garis besar singkat, yang memberikan perintah umum penghematan dan pembiayaan. Penyimpangannya secara umum sekitar 40%.

2.3.2. Audit Tingkat 2

Audit tingkat 2, mengidentifikasikan sumber dari energi pada suatu area, besarnya pasokan energi, dan penggunaan dari energi tersebut. Pada tingkat ini juga mengidentifikasikan lokasi mana saja yang memungkinkan adanya penghematan, merekomendasikan tindakan yang harus dilakukan, dan memberikan pernyataan biaya dan kemungkinan penghematan. Catatan: Audit tingkat 2 adalah survey penggunaan energi, dimana diharapkan memberikan pengkajian awal dari pembiayaan dan penghematan. Penyimpangannya secara umum sekitar 20%.

2.3.3. Audit Tingkat 3

Audit tingkat 3, memberikan analisis yang detail tentang penggunaan energi, penghematan yang bisa dilaksanakan, dan biaya yang dicapai dari penghematan

tersebut. Penghematan ini mungkin meliputi seluruh area atau mungkin dikhususkan pada suatu bagian, seperti pada satu proses industri atau salah satu pelayanan saja.

Laporan dari audit tingkat 3 sering dipakai menjadi acuan untuk pengambilan keputusan untuk investasi tertentu oleh pemilik atau kontraktor kinerja energi. Dibutuhkan analisis ekonomi yang detail dengan tingkat keakuratan yang sesuai. Catatan: Audit tingkat 3 diharapkan menyediakan gambaran perkiraan penghematan dan pembiayaan. Penyimpangannya lebih dari 10% untuk pembiayaan dan kurang dari 10% untuk penghematan (Standars New Zealand, 2000:8).

2.4. Intensitas Konsumsi Energi (IKE)

Intensitas Konsumsi Energi (IKE) adalah istilah yang digunakan untuk menyatakan besarnya jumlah penggunaan energi tiap meter persegi luas kotor (*gross*) bangunan dalam suatu kurun waktu tertentu (SNI 03-6196, 2000:5).

Penggunaan energi dapat dihitung jika diketahui :

1. Rincian luas bangunan gedung dan luas total bangunan gedung (m^2).
2. Konsumsi energi bangunan gedung per tahun (kWh/tahun).
3. Intensitas Konsumsi Energi (IKE) bangunan gedung per tahun ($kWh/m^2/tahun$).
4. Biaya energi bangunan gedung (Rp/kWh).

$$IKE(kWh/m^2) = \frac{\text{total konsumsi energi (kWh)}}{\text{Luas lantai total (m}^2\text{)}} \quad (2-2)$$

Hasil pengumpulan data, selanjutnya ditindak lanjuti dengan penghitungan besarnya IKE, dan penyusunan profil penggunaan energi bangunan gedung. Apabila besarnya IKE hasil penghitungan ternyata sama atau kurang dari IKE target, maka kegiatan audit energi rinci dapat dihentikan atau diteruskan untuk memperoleh IKE yang lebih rendah lagi. Bila hasilnya lebih dari IKE target, berarti ada peluang untuk melanjutkan proses audit energi rinci berikutnya untuk memperoleh penghematan energi.

Tabel 2.1 Standar Intensitas Konsumsi Energi

STANDAR INTENSITAS KONSUMSI ENERGI			
NO	Kriteria	Ruang Ber AC (kWh/m ² /bulan)	Ruang Tanpa AC (kWh/m ² /bulan)
1	Sangat efisien	4,17 – 7,92	0,84 – 1,67
2	Efisien	7,93 – 12,08	1,67 – 2,5
3	Cukup efisien	12,08 – 14,58	-
4	Sedikit boros	14,58 – 19,17	-
5	Boros	19,17 – 23,75	2,5 – 3,34
6	Sangat boros	23,75 – 37,5	3,34 – 4,17

Sumber : Elyza(2005:28)

2.5. Macam – Macam Daya Listrik

Daya listrik dalam bentuk kompleks dapat dinyatakan oleh persamaan (Mismail, 1995:192)

$$S = P + jQ \tag{2-3}$$

dimana : P = daya aktif/nyata (Watt)

Q= daya reaktif (VAR)

S = daya semu (VA)

Besar kecilnya daya reaktif yang diserap oleh beban mengakibatkan faktor daya sistem berbeda. Faktor daya minimal yang harus dipenuhi oleh beban yang tersambung ke jaringan PLN di Indonesia adalah minimal 0.85 *lagging*. Bagi beban memiliki faktor daya kurang dari 0.85 *lagging* perlu dipasang kompensasi daya reaktif di sisi beban. Keuntungan lain dari pemasangan kompensasi daya reaktif adalah menurunkan jatuh tegangan (menaikkan tegangan), mengurangi rugi-rugi saluran, manambah penyediaan kapasitas daya (VA). Sedangkan untuk mencari nilai energi (W), digunakan persamaan (Mismail,1995:184) berikut:

$$W = P \times t \quad \text{untuk kondisi P konstan} \tag{2-4}$$

dimana: W = energi listrik (kWh)

P = daya yang digunakan (kW)

t = waktu (jam)



2.6. Macam – Macam Beban

Dalam distribusi tenaga listrik secara umum beban diklasifikasikan menjadi empat macam yaitu beban perumahan, beban industri, beban komersil dan beban publik masing masing jenis beban ini mempunyai karakteristik atau pola pembebanan yang berbeda. Hal ini karena pemakaian listrik yang berbeda dari masing-masing jenis beban tersebut (Pabla, 1994:7).

Untuk lebih memahami masing-masing jenis beban perumahan, industri, komersil dan publik dapat dijelaskan sebagai berikut:

1. Beban Perumahan

Beban perumahan atau beban residential adalah beban listrik di daerah perumahan. Peralatan pada beban ini umumnya terdiri dari lampu penerangan, televisi, lemari es, mesin cuci, kompor listrik, motor-motor listrik kecil dan sebagainya. Faktor beban berkisar antara 10% sampai 15%.

2. Beban Industri

Beban industri adalah beban listrik yang berasal dari peralatan listrik di daerah industri. Beban listrik pada daerah ini berupa penerangan, pemanas, motor-motor listrik, dan lainnya. Pada beban industri faktor beban berkisar antara 70% sampai 80%.

3. Beban Komersil

Beban komersil atau beban usaha adalah beban listrik pada daerah pertokoan, hotel dan sebagainya. Beban yang terpasang umumnya terdiri dari lampu penerangan, kipas angin, *air conditioning* (AC), *lift*, lampu reklame dan sebagainya. Pada beban komersil faktor beban umumnya berkisar antara 25% sampai 30%.

d. Beban Publik

Beban publik adalah beban listrik pada kantor-kantor pemerintah dan fasilitas lainnya seperti sekolah, rumah sakit, panti asuhan, penerangan jalan dan sebagainya. Pada beban publik faktor beban umumnya berkisar antara 10% sampai 25%.

2.7. Beban Penerangan

Untuk menerangi suatu tempat diperlukan adanya cahaya. Dalam sumber cahaya buatan untuk memperoleh cahaya buatan tersebut perlu disediakan energi. Untuk sumber cahaya alami penyediaan energi itu tidak diperlukan karena alam yang

menyediakannya. Oleh karena itu, cahaya yang berasal dari sumber cahaya alami perlu dimanfaatkan dengan sebaik-baiknya meskipun waktunya sangat terbatas, yaitu hanya pada siang hari saja. Namun sayang masih banyak terjadi cahaya alami siang hari tersebut belum dimanfaatkan dengan sebaik-baiknya. Hal ini dijumpai dengan masih seringnya penggunaan sumber cahaya buatan yaitu listrik pada siang hari.

Cahaya yang berasal dari lampu listrik adalah cahaya buatan, dan seperti yang telah disinggung diatas untuk memperolehnya diperlukan penyediaan energi. Dengan demikian bahwa cahaya alami tersebut dapat dimanfaatkan dengan sebaik-baiknya (meskipun terbatas pada siang hari saja) langkah itu termasuk dalam usaha penghematan energi. Intensitas penerangan harus ditentukan di tempat pekerjaan yang akan dilakukan, bidang pekerjaan umumnya berada 80 cm di atas lantai. Intensitas penerangan ditentukan oleh sifat dan jenis dari pekerjaan yang akan dilakukan dalam ruang tersebut, serta oleh lamanya waktu kerja. Pekerjaan dengan waktu kerja yang panjang dan membutuhkan ketelitian tinggi yang dilakukan dengan bantuan penerangan buatan, memerlukan intensitas penerangan yang besar dengan tingkat kesilauan rendah.

2.7.1. Tingkat Pencahayaan

Hukum Kuadrat Terbalik

Hukum kuadrat terbalik mendefinisikan hubungan antara pencahayaan dari sumber titik dan jarak. Rumus ini menyatakan bahwa intensitas cahaya per satuan luas berbanding terbalik dengan kuadrat jarak dari sumbernya (pada dasarnya jari-jari).

$$E = \frac{I}{d^2} \quad (2-5)$$

Dimana:

E = Emisi Cahaya(lux)

I = Fluks cahaya(lumen)

d = luas bidang(m^2)

(Devki Energi Consultancy Pvt, 2006:)

Tingkat pencahayaan memiliki standar minimum yang direkomendasikan, salah satunya standar yang ditetapkan oleh Badan Standardisasi Nasional Indonesia yaitu SNI 03-6575-2001 pada Tabel 2.2.

Tabel 2.2Tingkat Pencahayaan Rata-Rata yang Direkomendasikan

Fungsi Ruangan	Tingkat pencahayaan(luks)	Keterangan
Ruang kerja	350	
Ruang komputer	350	
Ruang rapat	350	
Ruang gambar	750	Gunakan pencahayaan setempat pada meja gambar
Ruang arsip	150	
Fungsi Ruangan	Tingkat pencahayaan(luks)	Keterangan
Ruang arsip aktif	300	
Gudang	100	
Pekerjaan Kasar	100-200	
Pekerjaan Sedang	200-500	
Pekerjaan Halus	500-1000	
Pekerjaan Amat Halus	1000-2000	

Sumber: SNI 03-6197(2000:4)

2.7.2. Efisiensi Penerangan

Efisiensi penerangan atau yang disebut juga efisiensi lumen menunjukkan efisiensi penerangan dari pengalihan energi listrik ke cahaya dan dinyatakan dalam lumen per watt (lux/W/m^2). Banyaknya cahaya yang dihasilkan oleh suatu lampu disebut fluks lumen dengan satuan lumen. Efisiensi penerangan lampu bertambah dengan bertambahnya daya lampu.. Untuk menghitung jumlah lampu yang diperlukan (n) dapat menggunakan persamaan (United Nation Environment Programme *Lighting*, 2006:20):

$$n = \frac{ExA}{L_u \times LLFx C_u} \quad (2-11)$$

Dimana:

n = jumlah lampu

E = Iluminasi (lux)

A = Luas permukaan (m^2)

L_u = efisiensi per lampu (lumen)

C_u/UF = (*coefficient of utility*) faktor penggunaan peralatan yang digunakan.

LLF = (*light loss factor*) Faktor kehilangan cahaya. Kehilangan ini disebabkan lampu yang sudah lama dan penumpukan kotoran pada peralatan dan dinding. Nilai LLF untuk kantor ber AC 0,8 ; Industri bersih 0,7 dan Industri kotor 0,6.

UF (*utilization factor*) atau (*coefficient of utility*) biasanya telah ditentukan sendiri oleh pihak pabrik dengan mengacu pada suatu indeks ruang yang dinyatakan sebagai: (United Nation Environment Programme *Lighting*, 2006:19)

$$\text{indeks ruang (k)} = \frac{\text{panjang} \times \text{lebar}}{\text{tinggi} \times (\text{panjang} + \text{lebar})} \quad (2-12)$$

Nilai pantulan juga bervariasi yang dapat dilihat pada tabel di bawah ini:

Tabel 2.3 Faktor Refleksi pada Beberapa Tempat

	R_p	R_w	R_m
Kantor Ber-AC	0,7	0,5	0,2
Industri ringan	0,5	0,3	0,1
Industri berat	0,3	0,2	0,1

Sumber : United Nation Environment Programme *Lighting* (2006:19)

Sedangkan efisiensi untuk masing–masing lampu ditentukan dalam Tabel 2.4.

Tabel 2.4 Efisiensi Penerangan pada Lampu

Efisiensi Penerangan untuk Keadaan Baru										Faktor Depresiasi			
k	r_w	r_p									1thn	2thn	3thn
		0,7			0,5			0,3					
		0,5	0,3	0,1	0,5	0,3	0,1	0,5	0,3	0,1			
		r_m	0,1		0,1		0,1						
0,5		0,32	0,26	0,22	0,29	0,24	0,21	0,27	0,23	0,20			
0,6		0,37	0,31	0,27	0,35	0,30	0,26	0,32	0,28	0,25	Pengotoran ringan		
0,8		0,46	0,41	0,36	0,43	0,38	0,35	0,40	0,36	0,33	0,90	0,80	0,75
1		0,53	0,48	0,44	0,49	0,45	0,42	0,46	0,42	0,39			
1,2		0,58	0,52	0,48	0,54	0,49	0,46	0,50	0,46	0,43	Pengotoran sedang		
1,5		0,62	0,58	0,54	0,58	0,54	0,51	0,54	0,51	0,48	0,80	0,75	0,65
2		0,68	0,64	0,60	0,63	0,59	0,57	0,58	0,55	0,53			
2,5		0,71	0,67	0,64	0,66	0,63	0,60	0,61	0,59	0,57	Pengotoran berat		
3		0,73	0,70	0,67	0,68	0,65	0,63	0,63	0,61	0,59	x	X	X
4		0,76	0,74	0,71	0,71	0,69	0,67	0,65	0,64	0,62			
5		0,78	0,76	0,74	0,72	0,71	0,69	0,67	0,65	0,64			

Sumber : Harten (1995:44)

2.8. Tarif Dasar Listrik

Tarif dasar Listrik adalah tarif dasar listrik yang disediakan untuk konsumen yang disediakan oleh Perusahaan Perseroan (persero) PT perusahaan Listrik Negara. Tarif dasar listrik dibagi menjadi dua yaitu tarif tenaga listrik reguler dan tarif tenaga listrik Prabayar.

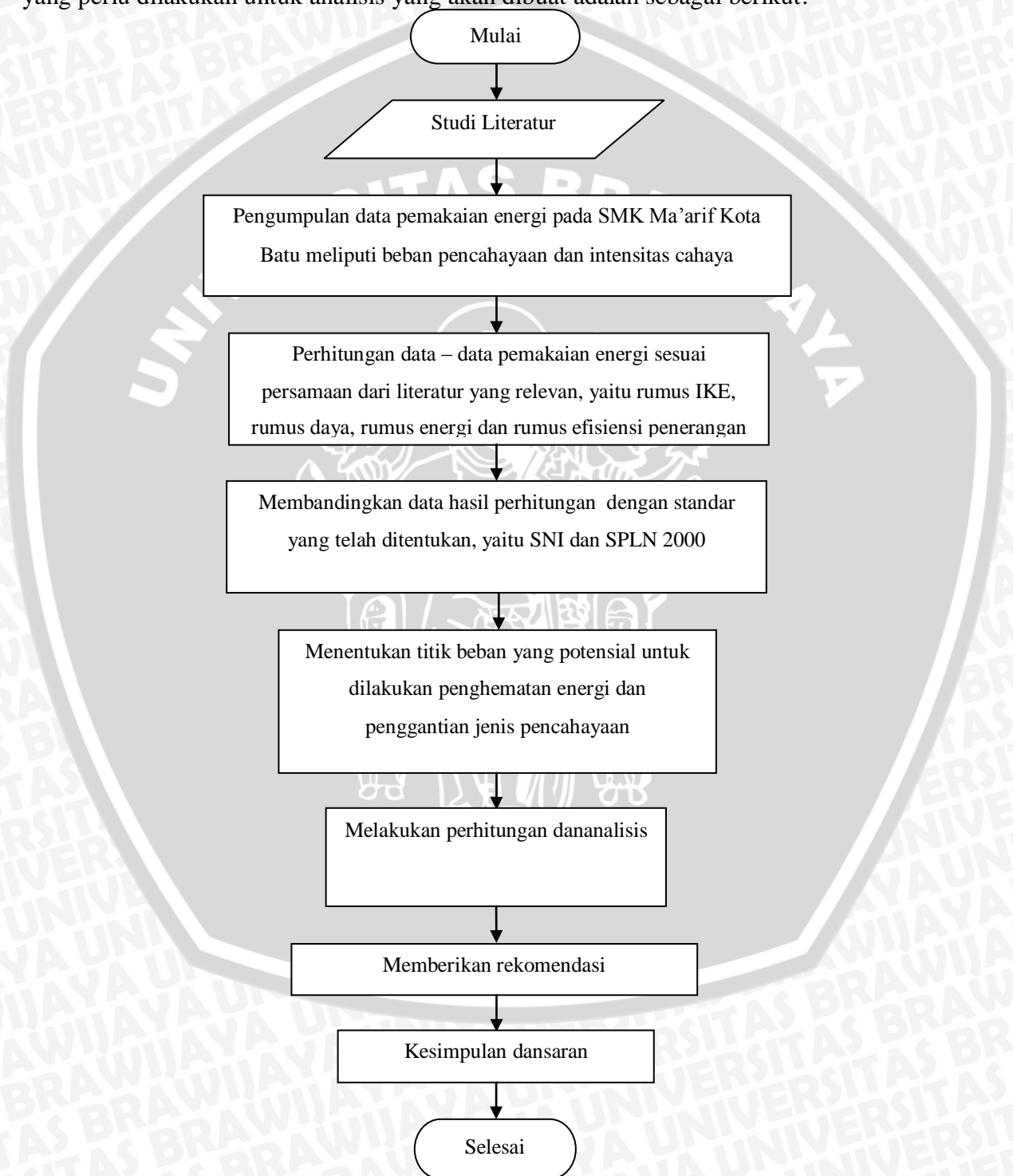
Tarif dasar listrik yang digunakan pada instansi sekolah adalah golongan S (Sosial). Golongan S dibagi menjadi:

- a. Golongan S1: Yang termasuk golongan ini adalah badan sosial yang memiliki daya 220 VA dengan tarif abonemen Rp. 14.800
- b. Golongan S2: Golongan ini memiliki beberapa pembagian tarif, yaitu:
 - I. Daya 450 VA
 - II. Daya 900 VA
 - III. Daya 1300 VA memiliki TDL Rp. 629/kWh
 - IV. Daya 2200 VA dengan TDL Rp. 679/kWh
 - V. Daya 3500 VA sampai 200 KVA tarif Rp 789/kWh
- c. Golongan S3: Golongan ini memiliki daya > 200 KVA dengan Tarif dasar Rp 799/kWh

BAB III

METODE PENELITIAN

Penyusunan skripsi ini didasarkan pada masalah yang bersifat analisis, yaitu analisis dan pembahasan dengan mengacu pada rumusan masalah. Langkah-langkah yang perlu dilakukan untuk analisis yang akan dibuat adalah sebagai berikut:



Gambar 3.1 Diagram Alir Metode Pengerjaan Penelitian Skripsi

3.1. Studi Literatur

Studi literatur bertujuan untuk memahami konsep-konsep yang berkaitan dengan permasalahan yang dikaji dalam skripsi ini. Studi literatur yang dilakukan dengan cara mempelajari buku referensi, jurnal, skripsi, *web browsing*, *data sheet*, dan forum-forum resmi yang menunjang dalam penyusunan skripsi. Studi literatur yang diperlukan sebagai bahan acuan dalam proses analisis seperti mempelajari tingkatan dari audit, proses audit, beban motor, beban penerangan, beban AC, pengukuran, dan perekomendasi penghematan energi.

3.2. Pengambilan Data

Pengambilan data dilakukan dengan mengambil data primer dan sekunder.

Data-data yang digunakan dalam kajian ini terdiri dari data primer dan data sekunder.

1. Data Primer

Data primer adalah data yang diperoleh dari hasil pengukuran, perhitungan, dan pengamatan langsung di lapangan, yaitu:

a. Main Distribution Panel

Main Distribution Panel adalah tempat dimana pengontrolan seluruh sistem untuk mengetahui tegangan, arus, dan $\cos \Phi$ pada sumber maupun pada beban yang terpakai. Pengambilan data dilakukan pada tanggal 4 – 10 April 2016 dan dilakukan tiap jam dari pukul 06.00 – 18.00 dikarenakan pada jam tersebutlah terjadi kegiatan di SMK Ma'arif Kota Batu.

b. Sistem Pencahayaan

Pencahayaan dalam hal ini adalah penggunaan lampu pada area sekolah. Beberapa tahapannya adalah mengetahui sistem pencahayaan, melakukan pengukuran terhadap lux, tegangan kerja, dan arus sehingga memunculkan energi yang dihasilkan serta membandingkan nilai lux terukur dengan nilai standar sehingga dapat diambil suatu keputusan dalam proses evaluasi. Pengambilan data pada pencahayaan dilakukan sebanyak tiga kali pada setiap titik pengukuran yang berjumlah sembilan dalam suatu ruangan.

2. Data Sekunder

Data sekunder adalah data yang bersumber dari buku referensi, jurnal, dan skripsi yang relevan dengan pembahasan skripsi ataupun yang terdapat pada lapangan (SMK Ma'arif Kota Batu). Adapun data sekunder yang digunakan dalam skripsi ini adalah sebagai berikut:

- a. Data Penggunaan Energi Listrik
- b. Data Operasional Harian
- c. Single Line Diagram
- d. Data Spesifikasi Peralatan

3.3. Analisis dan Pembahasan

Setelah data primer dan data sekunder yang diperlukan terkumpul, maka selanjutnya akan dilakukan analisis sesuai dengan teori dan persamaan yang terdapat pada literatur yang relevan. Kemudian data-data yang telah diperoleh dianalisis mengacu pada rumusan masalah yang telah ditentukan di awal, yaitu meliputi:

1. Menganalisis penggunaan energi pada SMK Ma'arif Kota Batu dengan mengolah data – data yang ada dalam bentuk tabel. Kemudian dihitung beban listrik setiap bulannya dalam satu tahun. Selanjutnya data hasil perhitungan diimplementasikan dalam bentuk grafik. Dianalisis pula pola pembebanan yang dilakukan di SMK Ma'arif Kota Batu.
2. Menganalisis penggunaan energi listrik dengan membandingkan antara SMK Ma'arif Kota Batu dengan kondisi standar yang telah ditentukan sehingga setelah mendapatkan data yang diperlukan selanjutnya data dibandingkan dengan standar relevan yang telah dipilih untuk diketahui mana yang paling mendekati standard dan alasannya.
3. Menganalisis langkah-langkah yang dapat dilakukan untuk meningkatkan efisiensi penggunaan energi di SMK Ma'arif Kota Batu. Setelah mengetahui pola penggunaan energi dan telah dibandingkan dengan standar relevan yang telah ditentukan, maka dapat diketahui titik beban yang dapat dilakukan konservasi energi agar didapatkan penggunaan energi yang lebih efisien.

3.4 Penutup

Pada bagian penutup ini akan dilakukan pengambilan kesimpulan dari hasil analisis sehingga dapat diketahui pemakaian energi listrik yang digunakan dalam proses belajar mengajar di SMK Ma'arif Kota Batu, serta memberikan rekomendasi upaya penghematan energi yang dapat dilakukan.



BAB IV

ANALISIS DAN DATA PEMBAHASAN

4.1. Gambaran umum SMK Ma'arif Kota Batu

SMK Ma'arif Kota Batu adalah sekolah yang dimiliki oleh lembaga pendidikan Ma'arif kelurahan sisir yang berada dibawah naungan Pengurus Cabang Nahdatul Ulama (PCNU) Kota Batu. SMK Ma'arif memiliki 3 jurusan yaitu Keperawatan, Teknik Informatika, Teknik kendaraan ringan. Sekolah ini memakai sistem 6 hari aktif dengan dua shift yaitu masuk pagi dan siang. SMK Ma'arif memiliki sekitar 400 murid dan 47 guru dan staff.

4.2. Kondisi kelistrikan pada SMK Ma'arif Kota Batu

Kelistrikan SMK Ma'arif Kota Batu disuplai oleh sumber PLN dengan daya total 2 X 2200 VA

Bangunan sekolah ini terbagi menjadi 1 ruang kepala sekolah yang tersambung dengan ruang guru, 9 ruang kelas, 1 Perpustakaan, 1 laboratorium komputer, 1 laboratorium keperawatan dan ruangan lain yang dipergunakan untuk menunjang kegiatan belajar mengajar di sekolah tersebut. Jumlah penggunaan beban listrik untuk penerangan pada setiap ruangan ditunjukkan pada tabel 4.1

Tabel 4.1 Penggunaan beban listrik untuk penerangan di SMK Ma'arif

NO	Nama Ruang	Jumlah titik Pengukuran
1	Ruang Guru	5 SL Tornado 12 W
		1 LED bulb 18 W
		1 Lampu TL 18 W
2	Lorong Lantai 1	2 SL stick 18 W warm white
		3 SL stick 18 W cool daylight
		1 SL Tornado 12 W
		1 Lampu TL 36 W
3	Teras Depan	1 SL Tornado 12 W
		2 SL stick 18 W warm white
4	Toilet putri lantai bawah	1 Lampu TL 15 W
		2 Lampu TL 15 W
5	Dapur	1 bulb 10 W
6	Musholla	1 lampu TL 15 W
7	Toilet putra lantai bawah	2 Lampu TL 15 W
8	Kelas 1 G	4 Lampu TL 18 W
9	Kelas 2 A	1 SL Tornado 12 W
10	Kelas 2 B	1 SL Tornado 12 W
11	Lorong Lantai 2	1 SL stick 18 W warm white
		1 SL Tornado 12 W
		1 Lampu TL 36 W
12	Kelas 2 C	2 SL Tornado 12 W
13	Kelas 2 D	2 SL Tornado 12 W
14	kelas 2 H	2 SL Tornado 12 W
15	Lab kesehatan	2 Lampu TL 18 W
16	Balkon	1 Lampu TL 36 W
		1 SL stick 18 W warm white
17	Lorong lantai 3	1 SL Tornado 12 W
		1 SL stick 18 W warm white
18	Kelas 3 E	2 SL Tornado 12 W
19	Kelas 3 F	4 SL Tornado 12 W
20	Kelas 3 B	1 SL Tornado 12 W
21	Perpustakaan	2 SL Tornado 12 W
22	Lab komputer	2 Lampu TL 15 W

4.3 Pembebanan pada SMK Ma'arif Kota Batu

Dalam SMK Ma'arif Kota Batu, daya listrik digunakan untuk penerangan, motor dan komputer. Penggunaan listrik tertinggi antara pukul 07.00-11.00 dan 13.00-16.00 yang diakibatkan oleh aktivitas belajar mengajar.

Tabel 4.2 adalah salah satu hasil pengukuran penggunaan daya listrik di SMK Ma'arif Kota Batu yang diambil pada tanggal 4 April 2016

Tabel 4.2 Salah satu hasil pengukuran pada SMK Ma'arif Batu

Waktu	V (v)	I (a)	Cos Φ
06.00	219,4	5,28	0,84
07.00	220,4	6,12	0,85
08.00	219,6	5,41	0,83
09.00	222,8	6,97	0,84
10.00	221,5	8,37	0,85
11.00	221,7	8,45	0,84
12.00	221,5	8,37	0,83
13.00	221,2	7,26	0,85
14.00	222,5	6,32	0,85
15.00	222,6	6,56	0,83
16.00	222,8	6,97	0,83
17.00	222,3	6,67	0,84
18.00	222,5	6,32	0,83

Sumber: penulis

Dari data diatas maka dapat dilakukan perhitungan total daya pada beban. Diambil salah satu hasil pengukuran dan digunakan persamaan dibawah ini:

$$P = V \times I \times \text{Cos } \Phi$$

a. Perhitungan daya pada pukul 06.00

$$\begin{aligned} P &= V \times I \times \text{Cos } \Phi \\ &= 219,4 \times 5,28 \times 0,84 \\ &= 973,08 \text{ W} = 0,97 \text{ kW} \end{aligned}$$

b. Perhitungan daya pada pukul 07.00

$$\begin{aligned} P &= V \times I \times \text{Cos } \Phi \\ &= 220,4 \times 6,12 \times 0,85 \end{aligned}$$

$$= 1146,5 \text{ W} = 1,15 \text{ kW}$$

c. Perhitungan daya pada pukul 08.00

$$\begin{aligned} P &= V \times I \times \cos \Phi \\ &= 219,6 \times 5,41 \times 0,83 \\ &= 986,07 \text{ W} = 0,99 \text{ kW} \end{aligned}$$

d. Perhitungan daya pada pukul 09.00

$$\begin{aligned} P &= V \times I \times \cos \Phi \\ &= 222,8 \times 6,97 \times 0,84 \\ &= 1304,45 \text{ W} = 1,30 \text{ kW} \end{aligned}$$

e. Perhitungan daya pada pukul 10.00

$$\begin{aligned} P &= V \times I \times \cos \Phi \\ &= 221,5 \times 8,37 \times 0,85 \\ &= 1575,86 \text{ W} = 1,57 \text{ kW} \end{aligned}$$

f. Perhitungan daya pada pukul 11.00

$$\begin{aligned} P &= V \times I \times \cos \Phi \\ &= 221,7 \times 8,45 \times 0,84 \\ &= 1573,63 \text{ W} = 1,57 \text{ kW} \end{aligned}$$

g. Perhitungan daya pada pukul 12.00

$$\begin{aligned} P &= V \times I \times \cos \Phi \\ &= 221,5 \times 8,37 \times 0,83 \\ &= 1538,78 \text{ W} = 1,54 \text{ kW} \end{aligned}$$

h. Perhitungan daya pada pukul 13.00

$$\begin{aligned} P &= V \times I \times \cos \Phi \\ &= 221,2 \times 7,26 \times 0,85 \\ &= 1365,02 \text{ W} = 1,36 \text{ kW} \end{aligned}$$

i. Perhitungan daya pada pukul 14.00

$$\begin{aligned} P &= V \times I \times \cos \Phi \\ &= 222,5 \times 6,32 \times 0,85 \\ &= 1195,27 \text{ W} = 1,20 \text{ kW} \end{aligned}$$

j. Perhitungan daya pada pukul 15.00

$$\begin{aligned} P &= V \times I \times \cos \Phi \\ &= 222,6 \times 6,56 \times 0,83 \\ &= 1212,01 \text{ W} = 1,21 \text{ kW} \end{aligned}$$

k. Perhitungan daya pada pukul 16.00

$$\begin{aligned}P &= V \times I \times \cos \Phi \\&= 222,8 \times 6,97 \times 0,83 \\&= 1288,92 \text{ W} = 1,29 \text{ kW}\end{aligned}$$

l. Perhitungan daya pada pukul 17.00

$$\begin{aligned}P &= V \times I \times \cos \Phi \\&= 222,3 \times 6,67 \times 0,84 \\&= 1245,50 \text{ W} = 1,24 \text{ kW}\end{aligned}$$

m. Perhitungan daya pada pukul 18.00

$$\begin{aligned}P &= V \times I \times \cos \Phi \\&= 222,5 \times 6,32 \times 0,83 \\&= 1167,14 \text{ W} = 1,17 \text{ kW}\end{aligned}$$

Setelah mengetahui daya pada saat perhitungan maka energi yang dibutuhkan pada saat perhitungan adalah:

$$W = P \times t$$

a. Energi pada pukul 06.00

$$\begin{aligned}W &= P \times t \\&= 0,97 \text{ kWh}\end{aligned}$$

b. Energi pada pukul 07.00

$$\begin{aligned}W &= P \times t \\&= 1,15 \text{ kWh}\end{aligned}$$

c. Energi pada pukul 08.00

$$\begin{aligned}W &= P \times t \\&= 0,99 \text{ kWh}\end{aligned}$$

d. Energi pada pukul 09.00

$$\begin{aligned}W &= P \times t \\&= 1,30 \text{ kWh}\end{aligned}$$

e. Energi pada pukul 10.00

$$\begin{aligned}W &= P \times t \\&= 1,57 \text{ kWh}\end{aligned}$$

f. Energi pada pukul 11.00

$$\begin{aligned}W &= P \times t \\&= 1,57 \text{ kWh}\end{aligned}$$

g. Energi pada pukul 12.00

$$W = P \times t$$

$$= 1,54 \text{ kWh}$$

h. Energi pada pukul 13.00

$$W = P \times t$$

$$= 1,36 \text{ kWh}$$

i. Energi pada pukul 14.00

$$W = P \times t$$

$$= 1,20 \text{ kWh}$$

j. Energi pada pukul 15.00

$$W = P \times t$$

$$= 1,21 \text{ kWh}$$

k. Energi pada pukul 16.00

$$W = P \times t$$

$$= 1,29 \text{ kWh}$$

l. Energi pada pukul 17.00

$$W = P \times t$$

$$= 1,24 \text{ kWh}$$

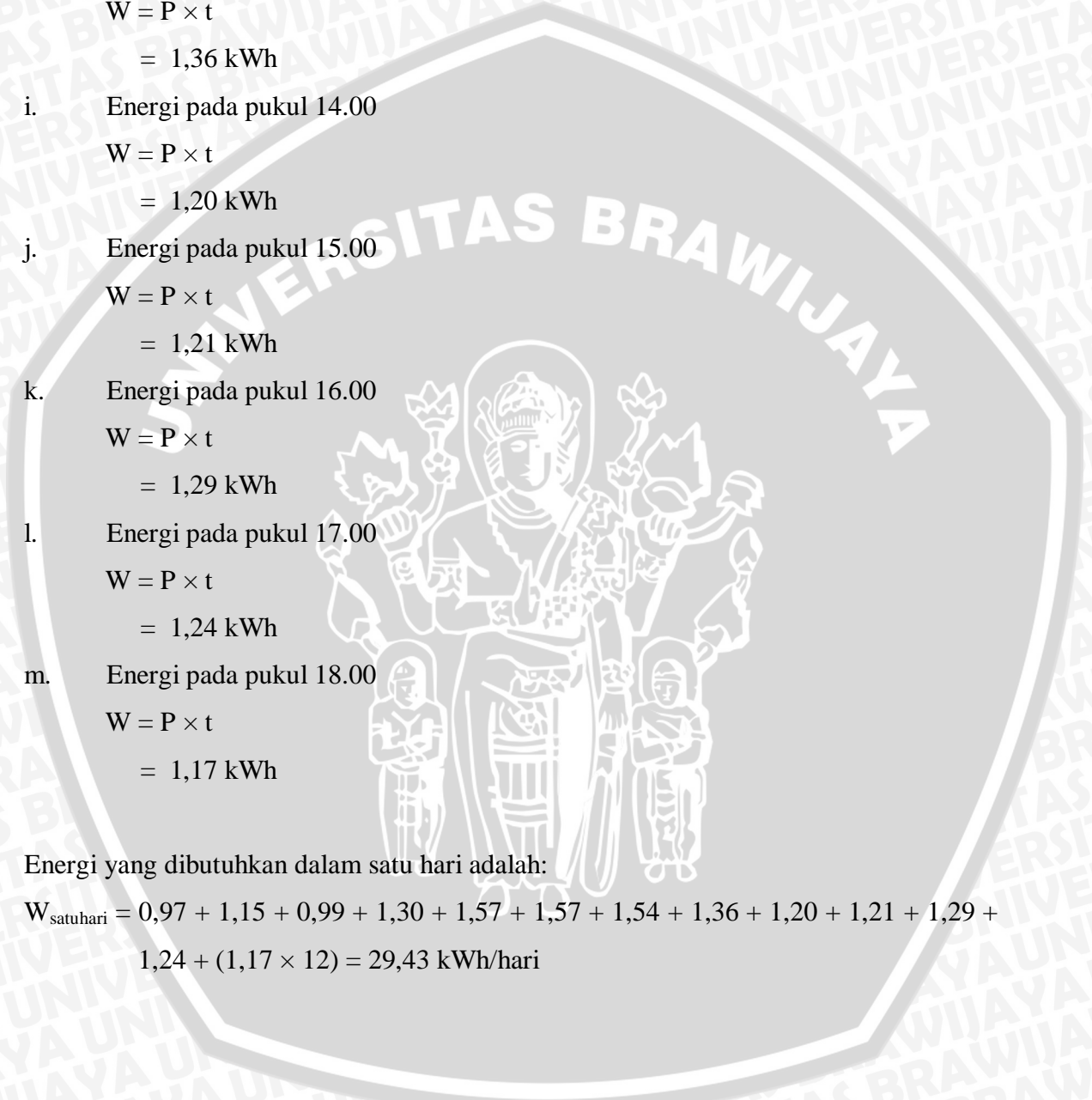
m. Energi pada pukul 18.00

$$W = P \times t$$

$$= 1,17 \text{ kWh}$$

Energi yang dibutuhkan dalam satu hari adalah:

$$W_{\text{satu hari}} = 0,97 + 1,15 + 0,99 + 1,30 + 1,57 + 1,57 + 1,54 + 1,36 + 1,20 + 1,21 + 1,29 + 1,24 + (1,17 \times 12) = 29,43 \text{ kWh/hari}$$



Tabel 4.3 Hasil perhitungan daya dan energi yang dibutuhkan

Hari	Pukul	P (kWatt)	W (kWh)	W (kWh/hari)
Senin-Kamis	06.00	0,97	0,97	29,43
	07.00	1,15	1,15	
	08.00	0,99	0,99	
	09.00	1,30	1,30	
	10.00	1,57	1,57	
	11.00	1,57	1,57	
	12.00	1,54	1,54	
	13.00	1,36	1,36	
	14.00	1,20	1,20	
	15.00	1,21	1,21	
	16.00	1,29	1,29	
	17.00	1,24	1,24	
	18.00	1,17	14,04	
Jum'at-Sabtu	06.00	0,97	0,97	30,66
	07.00	1,02	1,02	
	08.00	1,19	1,19	
	09.00	1,38	1,38	
	10.00	1,58	1,58	
	11.00	1,58	1,58	
	12.00	1,53	1,53	
	13.00	1,36	1,36	
	14.00	1,60	1,60	
	15.00	1,56	1,56	
	16.00	1,29	1,29	
	17.00	1,56	1,56	
	18.00	1,17	14,04	
Minggu	06.00	0,97	0,97	27,61
	07.00	1,03	1,03	
	08.00	1,06	1,06	
	09.00	1,18	1,18	

10.00	1,40	1,40
11.00	1,23	1,23
12.00	1,07	1,07
13.00	1,10	1,10
14.00	1,39	1,39
15.00	1,23	1,23
16.00	0,79	0,79
17.00	1,24	1,24
18.00	1,16	13,92

Dari tabel 4.3 diatas, maka dapat diketahui berapa banyak penggunaan energi listrik di SMK Ma'arif Batu per bulannya dengan mengalikan hasil diatas dengan jumlah hari dalam 1 bulan (asumsi 1 bulan rata-rata 30 hari).

$$\begin{aligned}
 W \text{ (kWh/bulan)} &= W \times t \\
 &= (W_{\text{senin-kamis}} \times 16) + (W_{\text{jum'at-sabtu}} \times 10) + (W_{\text{minggu}} \times 4) \\
 &= (29,43 \times 16) + (30,66 \times 10) + (27,61 \times 4) \\
 &= 470,88 + 306,6 + 110,44 \\
 &= 887,92 \text{ kWh/bulan}
 \end{aligned}$$

4.4. Analisis pada Beban Penerangan

Penggunaan penerangan pada SMK Ma'arif yang bersumber dari PLN didistribusikan ke seluruh lantai dalam bangunan sekolah tersebut. Terdapat total 3 lantai, 12 ruangan, balkon, lorong dan teras yang mendapat penerangan lampu. Terdapat bermacam-macam jenis lampu yaitu SL stick 18 W, SL Tornado 12 W, LED Bulb 18 W dan Lampu TL. Lampu balkon, lorong, dan teras menyala rata-rata selama 8 jam pada sore-malam hari, sedangkan lampu ruangan menyesuaikan dengan penggunaan ruangan. Penempatan titik lampu, jumlah lampu, daya lampu, dan lama penggunaan lampu dijelaskan pada lampiran.

4.4.1. Perhitungan Konsumsi Energi Beban Penerangan

Untuk mengetahui intensitas konsumsi energi terhadap beban penerangan, maka diperlukan pengetahuan terhadap data jumlah energi yang digunakan dalam jangka

waktu tertentu dan luas ruangan atau bangunan. Untuk mengetahui energi yang digunakan pada beban penerangan dapat diketahui dari tegangan terukur dan arus terukur pada lampu atau daya yang terukur pada lampu. Tabel 4.4 adalah hasil pengukuran tegangan dan arus pada lampu.

Tabel 4.4 Pengukuran Tegangan dan Arus pada Lampu

NO	Jenis Lampu	Tegangan (V)	Arus (A)	Daya (W)
1	SL stick 18 W	210,2	0,50	15
2	SL Tornado 12 W	208,5	0,40	10
3	LED Bulb 18 W	212,8	0,30	18
4	Lampu TL 15 W	210,1	0,45	18
5	Lampu TL 18 W	208,2	0,67	22
6	Lampu TL 36 W	209,5	0,80	40

Dari hasil pengukuran diatas dapat dilihat bahwa pada lampu SL stick dan SL Tornado dayanya turun tapi kecil sekali yang diakibatkan usia lampu. Pada lampu TL terdapat rugi-rugi yang cukup besar yang merupakan ciri dari lampu ini. Untuk perhitungan energi yang digunakan perharinya, data dihitung menggunakan persamaan sebagai berikut:

- a. Lampu SL sick 18 W 10 buah

$$\begin{aligned}
 W &= P \times t \\
 &= ((10 \times 15) \times 13 \text{ jam}) \\
 &= 1.950 \text{ Wh} \\
 &= 1,95 \text{ kWh}
 \end{aligned}$$

- b. Lampu SL Tornado 12 W 25 buah

$$\begin{aligned}
 W &= P \times t \\
 &= ((3 \times 10) \times 24 \text{ jam}) + ((2 \times 10) \times 10) + ((3 \times 10) \times 13) + ((15 \times 10) \times 4) \\
 &\quad + ((2 \times 10) \times 8)) \\
 &= 720 + 200 + 390 + 600 + 160 \text{ Wh} \\
 &= 2.070 \text{ Wh} \\
 &= 2,07 \text{ kWh}
 \end{aligned}$$

c. Lampu LED Bulb 18 W 1 buah

$$\begin{aligned} W &= P \times t \\ &= (1 \times 18) \times 24 \text{ jam} \\ &= 432 \text{ Wh} \\ &= 0,432 \text{ kWh} \end{aligned}$$

d. Lampu TL 15 W 9 buah

$$\begin{aligned} W &= P \times t \\ &= ((1 \times 18) \times 13 \text{ jam}) + ((1 \times 18) \times 24) + ((4 \times 18) \times 4) + (1 \times 18) \times 3) \\ &\quad + ((2 \times 18) \times 8) \\ &= 234 + 432 + 2889 + 54 + 288 \text{ Wh} \\ &= 1.296 \text{ Wh} \\ &= 1,296 \text{ kWh} \end{aligned}$$

e. Lampu TL 18 W 7 buah

$$\begin{aligned} W &= P \times t \\ &= ((7 \times 22) \times 8 \text{ jam}) \\ &= 1.232 \text{ Wh} \\ &= 1,23 \text{ kWh} \end{aligned}$$

f. Lampu TL 36 W 2 buah

$$\begin{aligned} W &= ((2 \times 40) \times 24 \text{ jam}) \\ &= 1.920 \text{ Wh} \\ &= 1,92 \text{ kWh} \end{aligned}$$

Energi total yang dibutuhkan per hari adalah:

$$\begin{aligned} W_{\text{lampu}} &= 1,95 + 2,07 + 0,432 + 1,296 + 1,232 + 1,92 \text{ kWh} \\ &= 8,90 \text{ kWh} \end{aligned}$$

Energi yang dibutuhkan untuk penerangan per bulan adalah:

$$\begin{aligned} W_{\text{lampu}} &= 8,90 \times 30 \\ &= 267,0 \text{ kWh} \end{aligned}$$

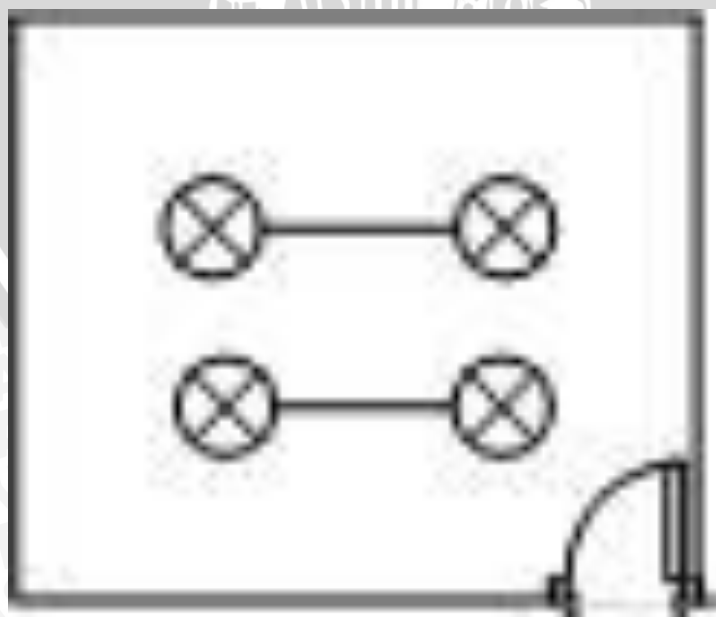
Dari hasil perhitungan energi dapat dicari Intensitas Konsumsi Energi (IKE) beban penerangan pada bangunan tersebut dengan persamaan yaitu:

$$\begin{aligned} \text{IKE(kWh/m}^2) &= \frac{\text{total konsumsi energi (kWh)}}{\text{Luas lantai total (m}^2)} \\ &= \frac{8,90 \times 30}{600(\text{m}^2)} \\ &= 0.445 \text{ kWh/m}^2/\text{bulan} \end{aligned}$$

Dari perhitungan diatas dan tabel standard IKE dapat dilihat bahwa SMK Ma'arif berada dalam kondisi efisien. Tetapi masih dapat dilakukan beberapa penghematan yang diharapkan mampu semakin memperbaiki keefisienan SMK Ma'arif dalam penggunaan energi yang dibutuhkan untuk penerangan.

4.4.2. Perhitungan Intensitas Cahaya dan kebutuhanLampu

Pengukuran intensitas cahaya pada lampu dilakukan langsung pada SMK Ma'arif Batu. Pengukuran intensitas cahaya dilakukan pada penerangan dengan menggunakan Luxmeter. Pengukuran dilakukan di beberapa tempat, yaitu ruang guru, ruang kepala sekolah dan ruang kelas. Pengukuran tidak bisa dilakukan di Laboratorium karena kondisi laboratorium yang selalu terkunci ketika tidak digunakan dan tidak diperbolehkan dari pihak sekolah. Diambil salah satu ruang kelas sebagai sample untuk melakukan pengukuran dan perhitungan. Luas pada ruang kelas tersebut 32 m². Gambar 4.1 menunjukkan ilustrasi denah instalasi lampu pada ruang kelas 1G.



Gambar 4.1 Ilustrasi Denah Instalasi Lampu TL 18 W pada kelas 1G seluas 32 m²

Untuk hasil pengukuran intensitas cahaya dapat dilihat ada tabel berikut:

Tabel 4.5 hasil pengukuran intensitas cahaya pada ruang kelas

Titik pengukuran	Data I	Data II	Data III	Rata – rata (Lux)
1	50	48	52	50
2	40	40	40	40
3	55	50	55	53,33
4	40	40	40	40
5	50	50	50	50
6	55	55	50	53,33
7	50	50	55	51,66
8	40	50	50	46,66
9	45	45	45	45

Dari hasil pengukuran di atas dapat dihitung intensitas penerangan rata-rata, yaitu sebesar:

$$E_{\text{rata-rata}} = 429,98 / 9 \\ = 47,80 \text{ lux}$$

Menurut standar SNI untuk kuat penerangan pada ruang kelas dan sekolah, bahwa kuat penerangan yang direkomendasikan adalah sebesar 100 lux. Hasil pengukuran untuk kuat penerangan rata-rata adalah sebesar 47,80 Lux sehingga belum memenuhi standar.

Setelah itu, diperlukan perhitungan untuk menentukan jumlah lampu yang dibutuhkan dalam suatu ruangan. Ruangan SMK Ma'arif Kota Batu memerlukan pencahayaan langsung sehingga membutuhkan faktor indeks ruangan. Dalam penentuan faktor indeks ruangan dibutuhkan faktor-faktor refleksinya berdasarkan warna dinding (r_w), langit-langit (r_p), dan lantai (r_m). Untuk sekolah dan perkantoran, nilai yang ditentukan adalah:

$$\text{Faktor refleksi langit-langit } (r_p) : 0,3$$

$$\text{Faktor refleksi dinding } (r_w) : 0,2$$

$$\text{Faktor refleksi lantai } (r_m) : 0,1$$

Perhitungan indeks ruangan menggunakan persamaan (2-12). Karena lampu dipasang di langit-langit dan bidang kerjanya 0,6 m di atas permukaan lantai, maka:

$$h = 5 - 0,6 \text{ m} = 4,4 \text{ m}$$

$$k = \frac{p \times l}{h (p + l)} = \frac{8 \times 4}{5,2 (8 + 4)} = 0,51$$

Dari nilai k , r_p , r_w , r_m , dapat dihitung efisiensi penerangannya berdasarkan tabel (2-4).

Dalam tabel tampak bahwa:

$$k = 0.5 \quad \eta = 0,23$$

$$k = 0.6 \quad \eta = 0,28$$

Dengan menggunakan metode interpolasi, maka untuk nilai $k = 0,55$ efisiensi penerangannya adalah sebesar:

$$\eta = 0,51 + \frac{0,51 - 0,23}{0,51 - 0,28} (0,55 - 0,51) = 0,53$$

Selanjutnya dilakukan perhitungan untuk menentukan banyak lumen dalam satu lampu yang diperlukan sesuai persamaan (2-11), dimana $L_1 \times L_2 = LLF$ (*Light Loss Factor*) yang untuk perkantoran dan ruang kelas telah ditetapkan sebesar 0,4.

$$n = \frac{E \times A}{L_u \times LLF \times C_u}$$

$$n = \frac{100 \times 32}{3200 \times 0,4 \times 0,53}$$

$$= 4,76 \approx 5 \text{ lampu}$$

Dari data perhitungan diatas dapat disimpulkan untuk ruang kelas 1G lampu yang diperlukan adalah sebanyak 5 lampu. Pada kenyataannya di ruang kelas tersebut terdapat 4 lampu dan hanya 2 yang menyala. Hal ini lah yang menyebabkan intensitas cahayanya menjadi kurang. Namun, di sekolah tersebut tetap mempertahankan karena menurut sumber yang diterima, bahwa tidak terlalu dibutuhkan banyak lampu dikarenakan terdapat cahaya langsung dari jendela-jendela.

4.4.3. Perhitungan Penghematan pada beban penerangan

Penggunaan lampu TL 15 W, 18 W dan 36 W merupakan salah satu pemborosan listrik dikarenakan lampu TL memiliki ciri membutuhkan daya yang besar dan mengeluarkan panas yang berlebihan di permukaan lampu. Hal ini yang mendorong diperlukannya penggantian lampu dengan lampu hemat energi. Dengan penggantian lampu tersebut diharapkan tetap memenuhi kebutuhan penerangan di tiap-tiap ruangan dan membutuhkan daya yang lebih kecil sehingga mengurangi konsumsi energi listrik. Tabel dibawah adalah tabel perbandingan lampu TL 15 W, 18 W dan 36 W dengan jenis lampu hemat energi.

Tabel 4.6 perbandingan lampu TL 15 W dengan Tornado Bohlam spiral 5W

Sistem Lampu	Satuan	Lampu TL 15 W	Tornado Bohlam Spiral 5W
Konfigurasi	W	1x L 15W	1x 5W
Lumen lampu	Lm		285 Lumen
Konsumsi daya per lampu	W	18	5
Usia teknis lampu	Jam		8000
Harga Lampu	Rp		Rp. 35.500
Penggunaan lampu di sekolah sesuai kebutuhan	kWh		129,6
Selisih penggunaan energi tahunan	kWh	-	336,96
penghematan energi	%	-	72.2%

Dari tabel diatas dapat dilihat bahwa dengan mengganti lampu TL dengan lampu merk Philips Tornado Bohlam Spiral 5 W yang memiliki tingkat penerangan setara bohlam 25 W maka akan terjadi penghematan penerangan sebesar 72.2 % setiap tahunnya.

Tabel 4.7 perbandingan lampu TL 18 W dengan Tornado Bohlam spiral 8W

Sistem Lampu	Satuan	Lampu TL 18 W	Tornado Bohlam spiral 8W
Konfigurasi	W	1x L 18W	1 x 8W
Lumen lampu	Lm		500
Konsumsi daya per lampu	W	22	8
Usia teknis lampu	Jam		8000
Harga Lampu	Rp		Rp. 37.000
Penggunaan lampu di sekolah sesuai kebutuhan	kWh		161,28
Selisih penggunaan energi tahunan	kWh	-	282,24
penghematan energi	%	-	63.63%

Dengan melihat tabel diatas, maka dapat dilihat bahwa dengan mengganti lampu TL 18 W dengan lampu Philips Tornado Bohlam spiral 8 W, maka akan terjadi penghematan sebesar 63.63% untuk daya yang dibutuhkan untuk titik lampu tersebut tiap tahunnya.

Tabel 4.8 perbandingan lampu TL 36 W dengan Tornado spiral energy saving 12W

Sistem Lampu	Satuan	Lampu TL 36 W	Tornado spiral energy saving 12W
Konfigurasi	W	1x L 36W	1 x 12W
Lumen lampu	Lm		740
Konsumsi daya per lampu	W	40	12
Usia teknis lampu	Jam		8000
Harga Lampu	Rp		Rp 37.500
Penggunaan lampu di sekolah sesuai kebutuhan	kWh		207,36
Selisih penggunaan energi tahunan	kWh	-	483,84
penghematan energi	%	-	70%

Tabel diatas menunjukkan bahwa dengan mengganti lampu TL 36 W dengan Philips Tornado spiral energy saving 12 W maka penghematan energi yang dapat terjadi adalah sebesar 70% tiap tahunnya.

Dari tabel–tabel diatas dapat diketahui konsumsi energi untuk beban penerangan per bulan dan intensitas konsumsi energi baru.

Tabel 4.9 menunjukkan perbandingan konsumsi energi sebelum dan sesudah diadakan penghematan.

Tabel 4.9 perbandingan konsumsi energi sebelum dan sesudah diadakan penghematan

Uraian	Satuan	Sebelum	Sesudah
Penggunaan energi untuk penerangan	kWh	8,90	5,82
Energi yang dibutuhkan per bulan	kWh	267,0	174,66
Energi yang dibutuhkan per tahun	kWh	3.204	2.095,92
Tagihan listrik yang harus dibayar per tahun	Rp	2.175.516	1.423.184
Dana yang dibutuhkan untuk investasi pembelian lampu	Rp		653.500
Penghematan energi yang dihasilkan	%	0	34.5%
Intensitas Konsumsi Energi (IKE)	kWh/m ² /bulan	0.445	0.291

Dari tabel diatas dapat dilihat bahwa penghematan energi yang dapat diupayakan dengan penggantian lampu TL dengan lampu hemat energi adalah sebesar 34.5% atau sekitar 1.108,08 kWh. Jika di rupiahkan maka penghematan mencapai Rp. 752.332 dengan dana yang dibutuhkan untuk investasi pembelian lampu sebesar Rp. 653.500. Hal ini mengindikasikan bahwa penghematan sangat mungkin dilakukan dan menghasilkan keuntungan dari sisi ekonomis.

BAB V PENUTUP

5.1 Kesimpulan

Berdasarkan perhitungan dan analisis dari usaha penghematan energi pada SMK Ma'arif Kota Batu dihasilkan kesimpulan sebagai berikut:

1. Besar penggunaan energi listrik per bulan dari SMK Ma'arif Kota Batu sebelum dilakukan penghematan adalah sebesar 887,92 kWh.
2. Pola penggunaan energi pada ruang kelas, kantor dan laboratorium di SMK Ma'arif tergolong efisien dengan IKE penerangan sebesar 0.445 kWh/m²/bulan.
3. Penghematan yang dapat dilakukan di sektor penerangan sebesar 34.5% atau sebesar 1.108,08 kWh/Tahun dengan biaya investasi penggantian lampu sebesar Rp. 653.500.

5.2 Saran

Dari kesimpulan di atas usaha penghematan energi listrik didapatkan beberapa saran untuk melakukan upaya penghematan energi ke depannya, yaitu:

1. Melakukan pengecekan dan pemeliharaan secara teratur terhadap beban-beban listrik.
2. Melakukan penggantian terhadap berbagai jenis lampu yang diharapkan bisa mengurangi konsumsi beban penerangan
3. Diperlukan edukasi yang lebih baik dalam hal penghematan energi listrik seperti mematikan peralatan listrik yang dianggap tidak perlu.
4. Menggunakan lampu hemat energi yang telah banyak ditemukan di pasaran untuk mendapatkan penghematan dalam konsumsi energi listrik.



DAFTAR PUSTAKA

-,2016. Wilayah SMK Ma'arif Kota Batu, diambil 4 April 2016.
- Badan Standardisasi Nasional. 2000. *SNI 03-6196-2000, Prosedur Audit Energi Pada Bangunan Gedung*. Jakarta: BSN.
- Badan Standardisasi Nasional. 2001. *SNI 03-6575-2001, Tata Cara Perancangan Sistem Pencahayaan Alami pada Bangunan Gedung*. Jakarta: BSN.
- Devki Energi Consultancy Pvt. Ltd.2006.*Best Practice Manual Lighting*. Vadodara
- Elyza, R., Hulaiyah, Y., Salim, N. & Iswarayoga N. 2005. *Efisiensi Energi Di Hotel*. Jakarta: Yayasan Pelangi..
- Harten, P. Van. 2002. *Instalasi Listrik Arus Kuat 2*. Trimitra Mandiri.
- Mismail, Budiono. 1995. *Rangkaian listrik jilid 1*. Bandung: ITB.
- Pabla, S.,1994, *Sistem Distribusi Daya Listrik*, Erlangga, Jakarta, 1994.
- Peraturan Menteri Energi dan Sumber Daya Mineral . 2012. *Tarif Tenaga Listrik*. Jakarta: Menteri Energi dan Sumber Daya Mineral.
- Peraturan Pemerintah Republik Indonesia Nomor 70 . 2009. *Tentang Konservasi Energi* Jakarta: Presiden Republik Indonesia.
- Peraturan Umum Instalasi Listrik. 2000. *Instalasi Listrik Gedung*. Jakarta: Perusahaan Listrik Negara.
- Standards New Zealand. 2000. *AS/NZS 3598:2000, Energi Audits*. SIDNEY: SNZ
- Thumann, Albert,P.E.,C.E.M. & William J. Younger, C.E.M. 2003. *Handbook Of Energi Audits Sixth Edition*, Georgia: The Fairmont Press, inc.
- Turner, Dr. Wayne C. 2004.*Energi Management Handbook Fifth Edition*. School of industrial engineering and management Oklahoma state university
- United Nation Environment Programme. 2006. *Energy Efficiency Guide For Industry in Asia,Chapter Lighting*. India: UNEP.

LAMPIRAN

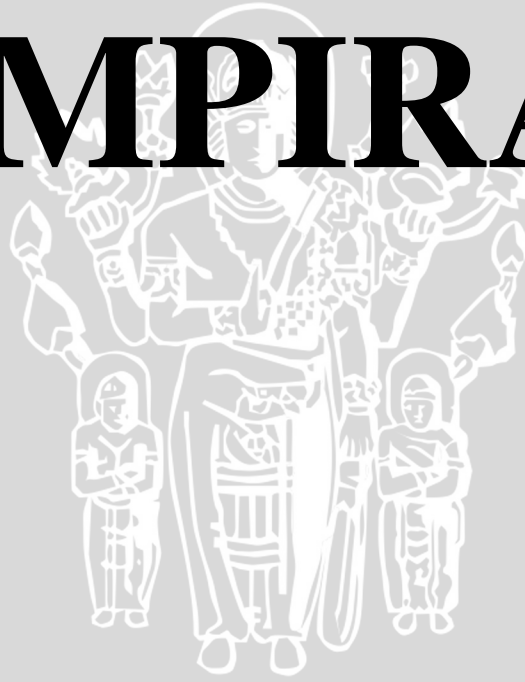


FOTO – FOTO SMK MA'ARIF KOTA BATU



Ruang Kelas



Ruang Guru



Lorong sekolah



Laboratorium Keperawatan





Data Pengujian Intensitas Cahaya SMK Ma'arif Kota Batu

NO	NAMA RUANG	RATA – RATA INTENSITAS CAHAYA
1.	Ruang Guru	83,4 Lux
2.	Toilet putri lantai bawah	45,5 Lux
3.	Dapur	21,5 Lux
4.	Musholla	21,2 Lux
5.	Toilet putra lantai bawah	21,7 Lux
6.	Kelas 1 G	47,8 Lux
7.	Kelas 2 A	55,4 Lux
8.	Kelas 2 B	48,3 Lux
9.	Kelas 2 C	49,4 Lux
10.	Kelas 2 D	50,6 Lux
11.	kelas 2 H	51,4 Lux
12.	Lab kesehatan	75,4 Lux
13.	Kelas 3 E	47,8 Lux
14.	Kelas 3 F	47,8 Lux
15.	Kelas 3 B	48,3 Lux
16.	Perpustakaan	88,4 Lux
17.	Lab komputer	89,5 Lux

Lampu Philips Tornado Bohlam spiral 5 W

Tornado Bohlam spiral hemat energi
5 W (25 W), Kap E27, Cool daylight | 8718291218401 | Philips.htm

[Belanja dari Ponsel](#)

[Temukan produk serupa](#)

Konsumsi daya

Watt	5 W
Daya yang setara	25 W

Daya tahan

Rata-rata masa pakai (pemakaian 2,7 jam/hari)	8 tahun
Masa pakai lampu	8000 jam

Karakteristik bohlam

Bentuk	Spiral
Tutup/fitting	E27
Voltase	220-240 volt

Karakteristik cahaya

Efek cahaya/finish	Cool Daylight
Output cahaya	285 lumen
Suhu warna	6500 K
Indeks Sesuaian Warna (CRI)	80

Dimensi bohlam

Tinggi	78 millimeter
Lebar	44 millimeter

Sumber: www.philips.co.id



Lampu Tornado Bohlam spiral 8 W

Tornado Bohlam spiral hemat energi
8 W (40 W), Kap E27, Cool daylight | 8718291218449 | [Temukan produk serupa](#) Belanja dari Ponsel

Spesifikasi Teknis

Konsumsi daya

Watt	8 W
Daya yang setara	40 W

Daya tahan

Rata-rata masa pakai (pemakaian 2,7 jam/hari)	8 tahun
Masa pakai lampu	8000 jam

Karakteristik bohlam

Bentuk	Spiral
Tutup/fitting	E27

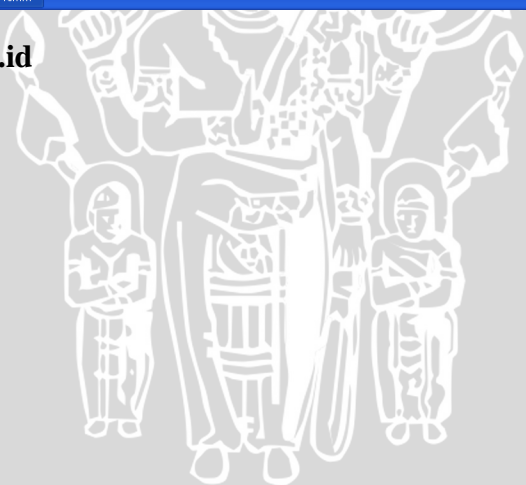
Karakteristik cahaya

Efek cahaya/finish	Cool Daylight
Output cahaya	475 lumen
Suhu warna	6500 K
Indeks Kesesuaian Warna (CRI)	80

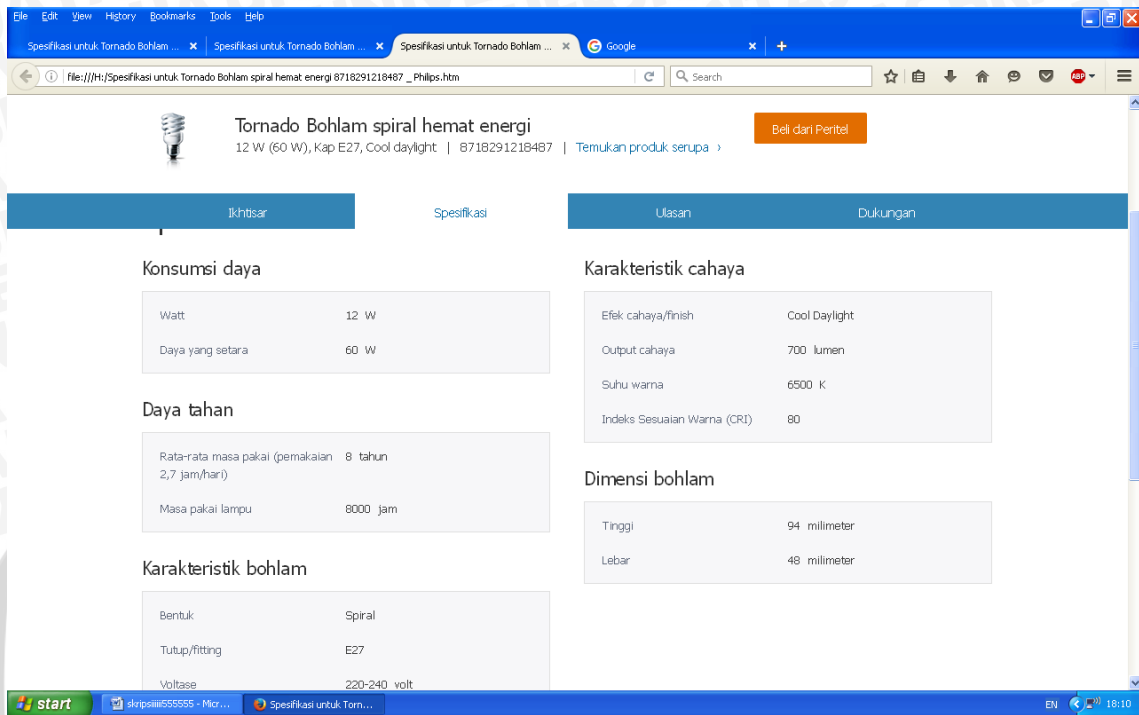
Dimensi bohlam

Tinggi	87 milimeter
Lebar	48 milimeter

Sumber: www.philips.co.id



Lampu Philips Tornado Bohlam spiral Hemat Energi 12W



The screenshot shows a web browser displaying the Philips product page for a 12W energy-saving spiral lamp. The page is titled "Tornado Bohlam spiral hemat energi" and includes a "Beli dari Ponsel" button. The page is divided into sections for "Ikhtisar", "Spesifikasi", "Ulasan", and "Dukungan". The "Spesifikasi" section is active and contains the following information:

Konsumsi daya	
Watt	12 W
Daya yang setara	60 W

Karakteristik cahaya	
Efek cahaya/finish	Cool Daylight
Output cahaya	700 lumen
Suhu warna	6500 K
Indeks Sesuaian Warna (CRI)	80

Dimensi bohlam	
Tinggi	94 millimeter
Lebar	48 millimeter

Karakteristik bohlam	
Bentuk	Spiral
Tutup/fitting	E27
Voltase	220-240 volt

Sumber: www.philips.co.id

