

PENERAPAN BIDANG FISIKA MELALUI BIMBINGAN TEKNIS PADA BANGUNAN GEDUNG BAGI SISWA SMAN 81 DAN SMAN 42 JAKARTA TIMUR

Endah Setyaningsih^{1*}, Sigit Wijono²

^{1,2}) Program Studi Teknik Elektro, Fakultas Teknik, Universitas Tarumanegara Jakarta
e-mail: endahs@ft.untar.ac.id

Abstract

Physics subjects are considered difficult for some students, for that the teachers try to find methods to convey physics subjects to be easily understood by students. One method is the practice in the laboratory or applying physical principles in everyday life. The implementation of subjects through practice in the laboratory and in the surrounding environment is one of the characteristics of the 2013 curriculum. Through this service to the community, activities that are applied in physics in daily life are carried out, namely about how to air conditioning (cooling) in a room. Here will be explained about heat transfer through conduction, radiation and convection. Another activity is to introduce various types of electric lamps that are energy-efficient and class-level lighting needs. The two examples of the application of physics are associated with the Indonesian National Standard (SNI), which is a reference value for comfortable conditions for the use of AC and the level of lighting in the classroom. The results of technical guidance activities by providing examples of the application of physics to buildings in the form of the use of lights and air conditioning and the use of measuring instruments make students interested in participating in activities. Thus students are expected to better understand the material presented. Activities related to energy saving are also in harmony with activities related to the environment such as those that have been widely practiced in the school environment.

Keywords: Application of physics, electrical energy, SNI standards, air conditioners and lights

PENDAHULUAN

Mata pelajaran fisika dianggap sulit bagi sebagian siswa, untuk itu para guru biasanya berusaha mencari metoda untuk menyampaikan mata pelajaran fisika agar dengan mudah dipahami oleh para siswa. Salah satu metoda tersebut adalah dilakukan praktek di laboratorium atau menerapkan prinsip-prinsip fisika dalam kehidupan sehari-hari. Dengan demikian siswa tidak hanya mempelajari teori dan rumus, tapi bisa melakukan dan merasakan sendiri dalam lingkungannya. Melalui pengabdian kepada masyarakat ini, dilakukan kegiatan yang bersifat penerapan fisika dalam kehidupan sehari-hari siswa, yaitu tentang bagaimana cara sebuah *Air Conditioning* (AC) dalam mendinginkan suatu ruangan sehingga penghuni ruangan akan merasa nyaman berada di ruangan tersebut dan menunjukkan cara bagaimana melakukan penghematan energi melalui perpindahan panas (prinsip konduksi, konveksi dan radiasi) dari luar kedalam bangunan gedung. Selain itu dijelaskan juga bagaimana mengatur ruangan dan lingkungan sekitarnya agar

pemanfaatan energi listrik untuk AC secara optimal yaitu penghuni ruang merasa nyaman namun penggunaan listrik tidak berlebihan atau dilakukan penghematan energi listrik. Kedua contoh penerapan fisika dikaitkan dengan Standar Nasional Indonesia (SNI) yang digunakan sebagai acuan untuk kondisi nyaman penggunaan AC dan tingkat pencahayaan ruang kelas.

Banyak bangunan gedung sekolah di DKI Jakarta saat ini telah menggunakan AC, seperti halnya di SMAN 81 dan SMAN 42 di Jakarta Timur. Gambar 1.1 dan Gambar 1.2 adalah suasana lingkungan dan salah satu ruang kelas di SMAN 81 dan SMAN 42. Pada awal pembangunannya sekolah-sekolah tersebut tidak menggunakan AC, namun memanfaatkan angin yang masuk melalui jendela sebagai ventilasi alami ruang kelas dan dengan bantuan kipas angin. Sebenarnya pilihan ventilasi alami dan kipas angin inilah yang semestinya terus dirawat dan dimanfaatkan, karena tidak banyak menggunakan energi listrik dibandingkan dengan AC. Melalui ventilasi atau bukaan jendela yang lebar dapat memberikan sebanyak mungkin udara segar masuk

ke ruangan. Selain itu juga dapat memasukkan cahaya yang bisa digunakan sebagai pencahayaan ruangan, yaitu pemanfaatan cahaya alami untuk membantu pencahayaan buatan dalam ruang kelas. Namun dengan pertimbangan tertentu saat ini seluruh ruang kelas telah dilengkapi dengan AC. Sebagai akibatnya adalah ada peningkatan yang sangat besar dalam penggunaan energi listrik dan sekaligus peningkatan pembayaran listrik ke Perusahaan Listrik Negara (PLN), selain biaya yang harus dikeluarkan untuk perawatan secara berkala untuk seluruh AC tersebut. Hal ini tentunya akan membebani anggaran sekolah, dan juga ketersediaan daya listrik di sekolah. Untuk itu sekolah harus berusaha semaksimal mungkin menggunakan AC tersebut namun dengan penggunaan energi listrik seminimal mungkin. Salah satu caranya adalah dengan pengaturan seting suhu AC seoptimal mungkin. Melalui SNI 6390:2011, dengan judul Konservasi Energi Sistem Tata Udara, telah diatur bahwa seting suhu AC untuk ruangan adalah $25,5\text{ oC} \pm 1,5\text{ oC}$ atau $24\text{ oC} - 27\text{ oC}$. Setiap seting suhu AC 1 (satu) oC dibawah nilai 24 oC, maka penggunaan energi listrik akan naik 6 (enam) kali lebih besar (BSN, 2011).

Program pemerintah dalam rangka pemerataan energi listrik untuk seluruh masyarakat Indonesia adalah mendorong pelaksanaan penghematan energi listrik pada seluruh sektor termasuk pada bangunan gedung. Hal ini mengingat masih ada 25 juta penduduk Indonesia yang belum menikmati energi listrik (EECCHI, 2012). Penggunaan ventilasi alam untuk memperoleh kenyamanan udara ruang merupakan salah satu cara penghematan energi. Pemerintah mendorong penggunaan ventilasi alam ini pada bangunan gedung, antara lain pada perkantoran, hotel, rumah tinggal dan sekolah. Hal ini untuk menghindari atau mengurangi pemakaian AC, karena penggunaan listrik yang paling besar untuk bangunan gedung adalah untuk AC, yaitu mencapai 45% - 70% dan selanjutnya untuk pencahayaan mencapai 10% - 20% (EECCHI, 2012).

Penghematan listrik dapat juga dilakukan dengan penggunaan lampu yang hemat energi, namun jenis lampu di banyak sekolah masih belum menggunakan lampu yang hemat energi seperti lampu Compact Fluorescent Lamp (CFL), lampu LED dan lampu T-5 (lampu TL generasi terbaru) dan lampu induksi yang mempunyai efikasi rata-rata di atas 70 lumen/watt (Prasasto, 2008). Contoh lampu-lampu tersebut dapat

dilihat pada Gambar 1.3 sampai dengan Gambar 1.6. Lampu yang digunakan di banyak sekolah seperti halnya di SMA N 81 dan SMA N 42 adalah lampu TL teknologi lama yaitu T-12, seperti terlihat pada Gambar 1 dan 2, bahkan masih ada yang menggunakan lampu pijar.



Gambar 1.

Tampak suasana ruang kelas di SMAN 81 Jakarta Timur (Ruang kelas menggunakan AC Split dan Lampu TL, sebagian koridor masih menggunakan lampu pijar)

Pengambilan gambar di masing-masing sekolah dilakukan pada siang hari, terlihat di SMAN 81 lampu dinyalakan dan jendela ditutup oleh tirai dan, demikian juga di SMAN 42, namun sebagian tidak dijumpai lampu pijar, yang ada adalah lampu TL. Pemasangan lampu belum mempertimbangkan bahwa lampu tersebut tidak perlu dinyalakan pada area dekat jendela yang sebaiknya saklar harus bisa dimatikan, karena cahaya dari sisi jendela dapat membantu pencahayaan siang hari, sehingga bisa dilakukan penghematan energi, namun dengan tidak boleh mengabaikan kualitas pencahayaan. Kualitas pencahayaan yang baik adalah bila tingkat pencahayaan rata-rata untuk ruang kelas adalah 350 lux, ruang perpustakaan 300 lux dan laboratorium adalah 500 lux (SNI 6197, 2011).

Pada kegiatan Pengabdian Kepada Masyarakat ini, siswa juga akan dikenalkan berbagai alat ukur dan praktek mengukur tingkat pencahayaan dan

pengudaraan serta diberikan pengetahuan penghematan energi untuk AC dan lampu. Selain itu siswa akan diberikan wawasan mengenai cara-cara untuk penggunaan AC dan lampu yang benar, pemilihan AC dan lampu yang hemat energi, perawatan AC dan lampu. Kegiatan yang berhubungan dengan penghematan energi seharusnya merupakan kegiatan yang harus sering dan terus menerus untuk dilakukan. Diharapkan dengan kegiatan tersebut akan mengajak banyak orang untuk berperilaku hemat energi. Hal ini mengingat kebutuhan akan energi tidak sebanding dengan ketersediaan energi. Untuk itu pemerintah telah mengeluarkan undang-undang, peraturan menteri, dan juga instruksi presiden tentang penghematan energi. Salah satunya adalah Peraturan Menteri Energi dan Sumber Daya Mineral no 13 tahun 2012 tentang penghematan energi. Kriteria efisiensi energi pada gedung pemerintah yang menggunakan AC, dikatakan sangat efisien bila Indeks Komsumsi Energi (IKE) kurang dari 8,5 kwh/m²/bulan dan yang tidak menggunakan AC kurang dari 3,4 kwh/m²/bulan (EECCHI, 2012). Sementara itu Instruksi Presiden no13 tahun 2011 tentang penghematan energi dan air, berisi antara lain penghematan energi dilakukan pada sistem penerangan, alat pendingin ruangan, dan peralatan kantor dan target penghematan listrik adalah sebesar 20% (Uplift, 2013).



Gambar 2.

Suasana Sekolah dan Ruang Kelas SMAN 42
(Ruang kelas menggunakan AC Split dan
Lampu TLD)

Perawatan peralatan elektronik seperti AC dan lampu juga merupakan cara untuk melakukan penghematan energi. Bila AC dan lampu terawat, maka kinerjanya akan optimal. Sementara itu adanya lampu yang mati atau rusak di beberapa ruang kelas, akan mengurangi intensitas cahaya di ruang kelas, sehingga pencahayaan dalam ruangan tampak tidak merata. Lampu T-12 yang terpasang di kelas juga ada yang tanpa lumener, sehingga sebagian cahaya tersebar ke atas, sehingga kurang optimal dalam penggunaan energi listrik untuk lampu tersebut. Fungsi lumener antara lain dapat mengarahkan cahaya ke bidang kerja atau juga bila reflektornya bagus dapat memantulkan cahaya kebawah.

Permasalahan mitra dan solusi yang ditawarkan

Penggunaan AC diruang kelas sebetulnya sangat dibutuhkan untuk siswa, bila tidak dilakukan perawatan, maka AC tidak akan berfungsi dengan baik. Suatu AC yang tidak dilakukan perawatan secara berkala menyebabkan adanya debu pada bagian evaporator dan kompresor. Hal ini dapat menyebabkan kerja AC kurang optimal, yaitu tidak dihasilkan udara dingin sesuai dengan pengaturan suhu yang diinginkan. Kemungkinan lain adalah refrigerant AC berkurang atau habis, tidak ada udara dingin yang keluar dari AC. Hal yang sering dilakukan oleh siswa adalah ada jendela dan pintu terbuka pada saat AC dalam kondisi hidup. Semua yang disebutkan diatas, akan memboroskan penggunaan energi. Demikian juga dalam pemilihan jenis lampu. Berdasarkan uraian di atas, maka permasalahan yang dihadapi sekolah ini adalah: masih diperlukannya pemahaman mata pelajaran fisika melalui penerapan dilapangan antara lain seperti pada bangunan gedung dan ada hubungannya dengan AC, yaitu tentang perpindahan panas melalui konduksi, radiasi dan konveksi, banyak siswa dan/atau guru belum mengetahui bagaimana mengoptimalkan penggunaan energi listrik bila menggunakan AC pada ruang kelas dan bagaimana memilih lampu hemat energi, dan bagaimana memanfaatkan cahaya matahari untuk membantu pencahayaan ruang pada siang hari, sehingga pada area sekitar jendela, lampu dapat dimatikan.

Solusi untuk permasalahan pertama adalah melakukan pembekalan tentang pengetahuan menggunakan AC, antara lain: tentang bagaimana perpindahan panas melalui radiasi dan konduksi pada bangunan gedung diterapkan pada AC, sehingga AC dapat digunakan secara optimal, tentang kondisi luar dan dalam ruang untuk mengoptimalkan penggunaan AC, tentang ventilasi alam dan hubungannya dengan

penghematan energi, praktek pengukuran pencahayaan, suhu, kelembaban dan kecepatan angin, tentang bagaimana memilih jenis lampu yang hemat energi dan penempatan lampu dan penggunaan saklar lampu, dan tentang suhu ruang dan tingkat pencahayaan yang sesuai rekomendasi SNI

Pelaksanaan dari solusi yang ditawarkan adalah:

1. Pemberian workshop tentang penerapan fisika pada bangunan gedung melalui perpindahan panas radiasi, konduksi dan konveksi dalam perancangan kapasitas AC akan memberikan pengetahuan siswa tentang hal tersebut dan hubungannya dengan hemat energi. Melalui praktek ini diharapkan siswa dan guru SMA Negeri 81 dan 42 Jakarta Timur mengetahui cara-cara melakukan penghematan energi melalui penggunaan AC. Dengan demikian mereka diajak untuk ikut berpartisipasi terhadap program pemerintah, dalam hal ini tentang penggunaan AC. Alat ukur yang digunakan dalam praktek ini adalah termometer untuk mengukur suhu ruang, hygrometer untuk mengukur kelembaban dan anemometer untuk mengukur kecepatan angin.
2. Pembekalan tentang pemilihan lampu yang hemat energi kepada para siswa dan guru SMA Negeri 81 dan 42 Jakarta Timur. Diharapkan mereka mengetahui tentang pemilihan lampu yang hemat energi, selanjutnya mereka membawa pengetahuan ini dalam pemilihan lampu untuk rumah tempat tinggalnya.
3. Praktek pengukuran tingkat intensitas cahaya. Diharapkan siswa mengetahui berapa tingkat intensitas cahaya ruang kelas untuk kegiatan belajar mengajar. Hasil pengukuran ini nantinya dicocokkan dengan standar SNI. Dengan demikian siswa dan guru juga mempunyai pengetahuan tentang Standar Nasional Indonesia. Alat ukur untuk praktek ini adalah luxmeter untuk mengukur tingkat intensitas cahaya. Selain itu siswa juga ditunjukkan pedoman SNI yang dikeluarkan oleh Badan Standardisasi Nasional (BSN).

METODE

Kegiatan PkM di SMAN 42 diikuti oleh siswa kelas X Mia I sampai dengan X Mia V, total peserta adalah 171 siswa. Kegiatan diadakan di ruang auditorium untuk siswa yang mengikuti bimbingan teknis hemat energi berupa penerapan fisika pada bangunan gedung dan praktek menggunakan alat ukur suhu, temperatur dan alat ukur cahaya luxmeter serta alat

ukur meteran digital. Kegiatan PkM SMA Negeri 81 diikuti oleh 85 siswa yang terdiri dari siswa kelas XI Mipa 1 sampai dengan XI Mipa 4, siswa kelas XII Mipa 1 sampai dengan kelas XII Mipa 5 dan siswa kelas XI IPS 1 dan kelas XI IPS 2. Kegiatan dilaksanakan di ruang auditorium yaitu untuk siswa yang mengikuti bimbingan teknis hemat energi berupa penerapan fisika pada bangunan gedung dan praktek menggunakan alat ukur suhu, temperatur dan alat ukur cahaya luxmeter serta alat ukur meteran digital.

Pada saat mengikuti kegiatan tentang bimbingan teknis hemat energi, siswa dibagikan tabel tentang tingkat pencahayaan rata-rata yang direkomendasi untuk ruangan yang diambil dari buku SNI No. 6197, 2011, Konservasi Energi Pada Sistem Pencahayaan, Badan Standardisasi Nasional, tabel dapat dilihat pada Lampiran. Setelah siswa mengikuti semua rangkaian kegiatan, siswa diminta mengisi kuisisioner dengan 7 pertanyaan tentang manfaat dan keberlanjutan kegiatan PKM ini. Materi Pelatihan Penerapan Fisika pada Bangunan Gedung Melalui AC yaitu penjelasan materi tentang perpindahan panas konduksi, radiasi dan konveksi pada bangunan gedung untuk perancangan AC, penjelasan materi tentang ventilasi alam, praktek pengukuran suhu, kecepatan angin dan kelembaban ruang kelas, dan pengenalan standar SNI yang berhubungan dengan tata udara. Sementara itu materi praktek fisika tentang pencahayaan berupa contoh-contoh jenis lampu listrik dan lampu hemat energi, praktek pengukuran tingkat intensitas cahaya dalam ruang kelas, dan pengenalan standar SNI yang berhubungan dengan pencahayaan ruang kelas.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Bimbingan teknis yang disampaikan pada siswa, diawali dengan pembekalan materi tentang cara-cara penghematan energi AC dan lampu, ventilasi alam dan jenis-jenis lampu hemat energi. Untuk penghematan AC maka setting AC di ruangan sebaiknya adalah antara 24–26°C, hal ini sesuai dengan SNI No. 6390, 2011, Konservasi Energi Sistem Tata Udara Bangunan Gedung, Badan Standardisasi Nasional. Gambar 5.1 adalah contoh setting AC yang kurang tepat yaitu pada 16 oC dan contoh yang kurang baik, yaitu posisi AC di atas pintu, sementara pintunya terbuka sedangkan AC dalam kondisi dinyalakan, hal ini akan menyebabkan udara dingin keluar ruangan. Beban AC akan naik akibatnya beban listrik akan naik. Siswa diberikan

contoh dari berbagai jenis lampu yang hemat energi, yaitu lampu fluorescent tipe TL seperti lampu T5, lampu induksi dan lampu LED. Semua lampu ini adalah lampu dengan efikasi yang tinggi yaitu diatas 90 lumen/watt, menggunakan daya yang rendah namun memberikan intensitas cahaya yang tinggi. Selain itu lampu-lampu ini memiliki umur yang panjang, yaitu lebih dari 30.000 jam.

Praktek selanjutnya adalah pengukuran tingkat intensitas cahaya dalam ruang kelas, praktek pengukuran suhu dalam ruang kelas dan praktek pengukuran kecepatan angin di luar ruang kelas. Berdasarkan berbagai pertanyaan yang diajukan para siswa dan guru terlihat bahwa mereka sangat tertarik dengan kegiatan ini. Hal ini mengindikasikan bahwa siswa dan guru paham terhadap materi yang disampaikan, sehingga dapat dikatakan tujuan pelaksanaan kegiatan PkM ini berhasil. Setelah memperoleh bimbingan teknis tentang hemat energi, diharapkan bahwa siswa akan menerapkan pengetahuan tersebut serta selalu berperilaku hemat energi dalam kesehariannya, baik di di sekolah maupun rumah. Sementara para guru memberi contoh sehari-hari tentang perilaku hemat energi ini, sehingga siswa akan mencontoh.



Gambar 3.

Contoh Setting dan Posisi AC yang Kurang Mendukung Hemat Energi

Pelaksanaan bimbingan di SMAN 42 diawali dengan sambutan yang diberikan oleh Kepala Sekolah SMAN 42 Jakarta Timur yaitu Bapak Sonny. Kepala Sekolah sangat mendukung kegiatan hemat energi (Gambar 4), karena sejalan dengan kegiatan yang selama ini ada di sekolah SMAN 42 tersebut yaitu di bidang lingkungan. Sekolah SMAN 42 sudah sangat sering memperoleh penghargaan di bidang lingkungan yaitu menjadi juara pertama dalam lomba Adiwiyata, yaitu lomba tentang lingkungan yang diselenggarakan oleh Badan Lingkungan Hidup yang bekerja sama dengan Diknas Pendidikan. Hasil Adiwiyata sangat terlihat di lingkungan SMA N 42, yaitu lingkungan yang asri, banyak pepohonan dan tanaman obat, tingkat kebersihan yang tinggi dan

kesadaran para siswa dalam hal kebersihan dan lingkungan (Gambar 5 dan 6). Berdasarkan hal ini, maka bimbingan teknis hemat energi diharapkan dapat memberikan hasil yang nyata seperti halnya dalam hal kesadaran lingkungan dan kebersihan. Hasil bimbingan teknis hemat energi adalah siswa dan guru dapat mengimplementasikan pengetahuan tentang hemat energi dalam kehidupan sehari-hari. Selanjutnya mereka juga dapat berperilaku hemat energi. Kepala sekolah dan Bapak/Ibu guru dapat memberi contoh kepada siswa-siswanya. Kegiatan bimbingan teknis di SMAN 42 diikuti oleh seluruh kelas 10 yang terdiri dari 4 kelas.



Gambar 4.

Kegiatan Tim PkM di Sekolah SMAN 42



Gambar 5.

Suasana Bimteks Lampu dan AC serta Praktek Pengukuran



Gambar 6.

Suasana Bimteks di SMAN 42

Kegiatan PkM di SMAN 81 disambut dengan baik oleh pihak sekolah, sambutan selamat datang disampaikan oleh Wakil Kepala Sekolah Bapak Karya Rama yang dilaksanakan di halaman gedung

sekolah. Kegiatan ini diikuti oleh siswa kelas XI Mipa 1 sampai dengan XI Mipa 4, siswa kelas XII Mipa 1 sampai dengan XI Mipa 5 dan XI IPS 1 sampai dengan XI IPS 2. Selanjutnya para siswa mengikuti kegiatan bimteks, materi bimbingan teknis yang dilaksanakan di SMAN 81 sama dengan yang dilaksanakan di SMAN 42 (Gambar 7).

Setelah diberikan bimbingan teknis penghematan pemakaian listrik pada AC dan lampu, siswa dan guru merasakan adanya tambahan pengetahuan yang sangat bermanfaat. Pada saat pelaksanaan kegiatan, siswa sangat antusias, hal ini terlihat dari berbagai pertanyaan yang diajukan dan keseriusan dalam mengikuti kegiatan. Hal ini juga membuat para instruktur yang terdiri dari dosen dan para mahasiswa terpacu semangatnya. Berdasarkan kegiatan ini, dapat disimpulkan sosialisasi penghematan energi harus terus menerus dilaksanakan antara lain melalui sekolah. Cara penyampaian materi dengan melalui contoh sehari-hari dan langsung dipraktikkan seperti melakukan pengukuran dan sekaligus dibandingkan dengan standar SNI, membuat siswa lebih memahami materi yang diberikan. Kegiatan seperti ini juga merupakan implementasi dari kurikulum 2013, yaitu siswa diajak belajar melalui praktek di lapangan (Gambar 8).



Gambar 7.

Suasana Bimbingan Teknis Hemat Energi



Gambar 8.

Keseriusan Siswa SMAN 81 Dalam Mengikuti Kegiatan PkM

Diharapkan dengan cara ini siswa lebih memahami materi pembelajaran terutama bidang fisika. Selanjutnya setelah dipahami adalah siswa akan melaksanakan penghematan energi dalam penggunaan AC dan lampu baik di sekolah dan di rumah. Bagi para guru diharapkan menjadi contoh bagi siswa-siswanya dalam hal penghematan energi. Berdasarkan hasil pengolahan kuisioner sebagian besar siswa menyatakan kegiatan PkM ini bermanfaat dan mendukung pelajaran fisika. Siswa juga menginginkan kegiatan sejenis ini diadakan lagi terutama dalam praktek pengukuran dan hubungannya dengan SNI.

SIMPULAN

Kegiatan belajar dengan model bimbingan teknis yaitu dengan memberikan contoh-contoh penerapan fisika pada bangunan gedung dalam penggunaan lampu dan AC disertai juga dengan penggunaan alat ukur suhu, intensitas cahaya dan kecepatan angin membuat siswa tertarik dalam mengikuti kegiatan. Dengan demikian diharapkan siswa lebih memahami materi yang disampaikan.

Kegiatan yang berhubungan dengan hemat energi selaras dengan kegiatan yang berhubungan dengan lingkungan hidup seperti yang telah dilakukan di SMAN 42 Jakarta Timur.

Berdasarkan hasil pengolahan kuisioner sebagian besar siswa menyatakan kegiatan PKM ini bermanfaat dan mendukung pelajaran fisika. Siswa juga menginginkan kegiatan sejenis ini diadakan lagi terutama dalam praktek pengukuran dan hubungannya dengan SNI.

Kegiatan bimbingan teknis hemat energi pada bidang tata cahaya dan tata udara, sebaiknya pelaksanaannya diperluas ke banyak sekolah SMA dan juga SMP baik di Jakarta maupun luar Jakarta. Hal ini penting untuk mendorong siswa memahami tentang hemat energi dan selanjutnya bisa berperilaku hemat energi. Kegiatan ini selaras dengan program pemerintah yang saat ini sedang menggalakkan tentang hemat energi.

DAFTAR PUSTAKA

- J.R. Cameron dan J.G Skofronick. 1978, *Medical Physics*, John, Wiley & Sons, Singapore.
 Satwiko, Prasasto, 2008, *Fisika Bangunan*, Penerbit Andi, Yogyakarta
 SNI No. 6197, 2011, *Konservasi Energi Pada Sistem*

-
- Pencahayaan, Badan Standarisasi Nasional.
SNI No. 6390, 2011, Konservasi Energi Sistem Tata Udara Bangunan Gedung, Badan Standarisasi Nasional.
- UPLIFT (Upgrading and Leveraging Indonesia to Fortify Energy Efficiency through Academic and Technical Trainings for Energy Management Professionals, 2013, TUV Nord dan ASSIST
- Peraturan Menteri Energi dan Sumber Daya Mineral No 13 tahun 2012 tentang penghematan energi.
- Instruksi Presiden no13 tahun 2011 tentang penghematan energi dan air
- Buku Panduan Hemat energi, 2013, EECCHI (Energy Efficiency and Conservation Cleaning House Indonesia), Jakarta.
- Marpaung, Parlindungan, 2013, Konservasi Energi pada Sistem Tata Udara dan Selubung Bangunan Gedung, Bimbingan Teknis, Yogyakarta.