

**POTENSI PENERAPAN EKO-EFISIENSI
DI SMA NEGERI 1 AMBARAWA
KABUPATEN SEMARANG, JAWA TENGAH**



**Tesis
Untuk memenuhi sebagian persyaratan
Mencapai derajat Sarjana S-2 pada
Program Studi Ilmu Lingkungan**

**Ana Yustika
30000214410009**

**PROGRAM MAGISTER ILMU LINGKUNGAN
SEKOLAH PASCASARJANA
UNIVERSITAS DIPONEGORO
SEMARANG
2016**

HALAMAN PERSETUJUAN

TESIS

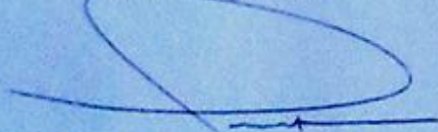
POTENSI PENERAPAN EKO-EFISIENSI
DI SMA NEGERI 1 AMBARAWA
KABUPATEN SEMARANG, JAWA TENGAH

Disusun oleh

Ana Yustika
30000214410009

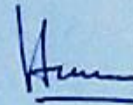
Mengetahui,
Komisi Pembimbing

Pembimbing Utama



Prof. Dr. Ir. Purwanto, DEA
NIP. 196112281986031004

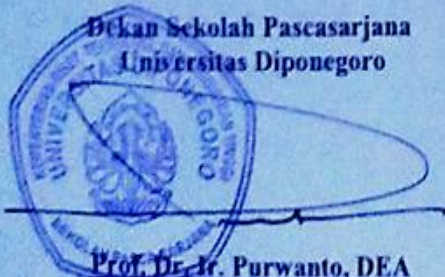
Pembimbing Kedua



Dr. Ir. Hermawan, DEA
NIP. 196002231986021001

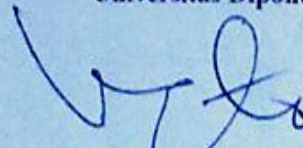
Menyetujui,

Dekan Sekolah Pascasarjana
Universitas Diponegoro



Prof. Dr. Ir. Purwanto, DEA
NIP. 196112281986031004

Ketua Program Studi
Magister Ilmu Lingkungan
Universitas Diponegoro



Dr. Hadiyanto, S.T., M.Sc
NIP. 197510281999031004

LEMBAR PENGESAHAN

**POTENSI PENERAPAN EKO-EFISIENSI
DI SMA NEGERI 1 AMBARAWA
KABUPATEN SEMARANG, JAWA TENGAH**

Disusun oleh

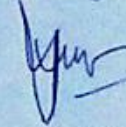
Ana Yustika
30000214410009

Telah dipertahankan di depan Tim Penguji
Pada Tanggal 23 Juni 2016
dan dinyatakan telah memenuhi syarat untuk diterima

Ketua

Dr. Sunarsih, M.Si

Tanda Tangan



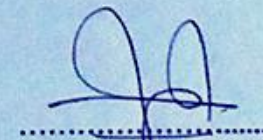
.....

Anggota :

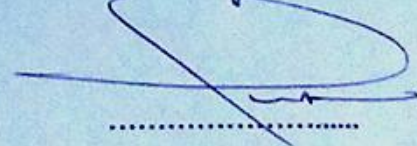
1. Dr. Ing. Sudarno, M.Sc

2. Prof. Dr. Ir. Purwanto, DEA

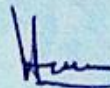
3. Dr. Ir. Hermawan, DEA



.....



.....



.....

PERNYATAAN

Saya menyatakan dengan sesungguhnya bahwa tesis yang saya susun sebagai syarat untuk memperoleh gelar Magister dari Program Magister Ilmu Lingkungan seluruhnya merupakan hasil karya sendiri.

Adapun bagian-bagian tertentu dalam penulisan Tesis yang saya kutip dari hasil karya orang lain telah dituliskan sumbernya secara jelas sesuai dengan norma, kaidah, dan etika penulisan ilmiah.

Apabila di kemudian hari ditemukan seluruh atau sebagian tesis ini bukan hasil karya saya sendiri atau adanya plagiat dalam bagian-bagian tertentu, saya bersedia menerima sanksi pencabutan gelar akademik yang saya sandang dan sanksi-sanksi lainnya sesuai dengan peraturan perundang yang berlaku.

Semarang, 23 Juni 2016

A green revenue stamp with the text "METERAI TEMPEL" at the top, a serial number "83C09ADF661832139" in the middle, and "6000 ENAM RIBU RUPIAH" at the bottom. A signature is written over the stamp, and the name "Ana Yustika" is printed to its right.

Ana Yustika

RIWAYAT HIDUP



Ana Yustika. Lahir di Kabupaten Semarang pada tanggal 28 Januari 1993 sebagai anak tunggal dari pasangan Ibu Anik Aryanti dan Bapak Murdjo. Latar belakang keluarga yang sederhana, dengan pekerjaan ayah sebagai buruh sopir dan ibu sebagai ibu rumah tangga tak lantas membuatnya putus asa tuk menggapai cita-cita. Pada tahun 2004, penulis berhasil menyelesaikan pendidikan sekolah dasar di SD Virgo Maria I dan lulus dengan meraih penghargaan sebagai Juara III Siswa Berprestasi tahun ajaran 2003/2004. Sebelumnya, pada tahun 2003, penulis berhasil menjadi Juara I Lomba Matematika tingkat SD se-Kecamatan Ambarawa yang diselenggarakan oleh Lembaga Primagama. Penulis melanjutkan pendidikan ke sekolah menengah terfavorit di Kecamatan Ambarawa, yaitu SMP Negeri 2 Ambarawa dan berhasil lulus pada tahun 2007 dengan hasil yang cukup memuaskan. Selanjutnya, penulis melanjutkan pendidikan di SMA N 1 Ambarawa. Selama menempuh pendidikan, penulis selalu mendapat ranking 1 atau rangking 2 di kelasnya. Selain itu, penulis juga berhasil meraih penghargaan sebagai Juara II Geo-Sains/Kebumian dalam Olimpiade Sains Nasional tingkat Kabupaten Semarang secara berturut-turut pada tahun 2008 dan 2009. Lulus SMA pada tahun 2010, penulis kemudian melanjutkan pendidikan tinggi S-1 di jurusan kimia Universitas Negeri Semarang dengan beasiswa Bidikmisi dari Dirjen Dikti. Di sela-sela perkuliahannya, penulis cukup aktif dalam beberapa organisasi. Salah satunya, penulis pernah bergabung dalam tim penyusun soal Olimpiade Kimia Universitas Negeri Semarang (OKINES) pada tahun 2012. Penulis berhasil menyelesaikan studi S-1 dalam waktu 3,5 tahun dan meraih penghargaan Cumlaude. Selain itu, penulis juga meraih penghargaan sebagai Lulusan Terbaik program studi pendidikan kimia dalam Wisuda Sarjana FMIPA Universitas Negeri Semarang Periode I Tahun 2014. Saat ini, penulis tengah menyelesaikan pendidikan tinggi S-2 nya di Program Studi Ilmu Lingkungan Universitas Diponegoro dengan beasiswa LPDP dari Kementrian Keuangan.

KATA PENGANTAR

Puji syukur kehadirat Allah SWT atas segala limpahan rahmat dan karunia-Nya sehingga tesis yang berjudul “Potensi Penerapan Eko-efisiensi di SMA N 1 Ambarawa, Kabupaten Semarang, Jawa Tengah” ini dapat terselesaikan dengan baik. Tesis ini dapat selesai dengan baik tidak terlepas dari bantuan berbagai pihak. Untuk itu penulis mengucapkan terima kasih kepada :

1. Dekan Sekolah Pascasarjana Universitas Diponegoro.
2. Ketua Program Studi Magister Ilmu Lingkungan Universitas Diponegoro.
3. Prof. Dr. Ir. Purwanto, DEA, dosen pembimbing I yang telah memberikan bimbingan, arahan dan saran kepada penulis selama penyusunan tesis.
4. Dr. Ir. Hermawan, DEA, dosen pembimbing II yang telah memberikan bimbingan, arahan dan saran kepada penulis selama penyusunan tesis.
5. Dr. Sunarsih, M.Si dan Dr. Ing. Sudarno, M.Sc selaku dosen penguji I & penguji II yang telah memberikan koreksi dan arahan kepada penulis dalam penyusunan tesis.
6. Kepala SMA N 1 Ambarawa yang telah memberikan izin penelitian tesis di sekolah yang bersangkutan.
7. Seluruh warga SMA N 1 Ambarawa yang telah membantu jalannya proses penelitian tesis di sekolah yang bersangkutan
8. Ibu & Bapakku tercinta, Ibu Anik Aryanti & Bapak Murdjo, yang senantiasa memberikan kasih sayang, nasihat, dukungan dan iringan doa untuk keberhasilanku.
9. Imam Stiyawan, yang selalu setia mendampingi, terimakasih atas semangat, dukungan, serta doa untuk keberhasilanku.
10. Lembaga Pengelola Dana Pendidikan (LPDP) yang telah memberikan beasiswa dan sponsor dana kepada penulis untuk pelaksanaan penelitian tesis.
11. Teman-teman Program Studi Magister Ilmu Lingkungan Angkatan 43 & 44, tempat di mana kami saling bertukar pikiran.
12. Semua pihak yang tidak dapat penulis sebutkan satu persatu, yang telah membantu baik material maupun spiritual.

Akhirnya penulis berharap semoga hasil penelitian ini bermanfaat bagi pembaca khususnya dan perkembangan ilmu pengetahuan pada umumnya.

Semarang, 23 Juni 2016

Penulis

DAFTAR ISI

HALAMAN JUDUL	i
HALAMAN PERSETUJUAN	ii
LEMBAR PENGESAHAN	iii
HALAMAN PERNYATAAN	iv
RIWAYAT HIDUP	v
KATA PENGANTAR	vi
DAFTAR ISI	vii
DAFTAR TABEL	ix
DAFTAR GAMBAR	xi
DAFTAR LAMPIRAN	xii
ABSTRAK	xiii
BAB I. PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Rumusan Masalah	5
1.3 Tujuan Penelitian	6
1.4 Manfaat Penelitian	6
1.5 Orisinalitas Penelitian	6
BAB II. TINJAUAN PUSTAKA	10
2.1 Eko-Efisiensi	10
2.2 Neraca Massa	13
2.3 Perkembangan Energi yang Diproduksi di Indonesia	14
2.4 Emisi Gas CO ₂	17
2.5 Perhitungan Besarnya Energi Listrik	20
2.6 Subsidi Energi di Indonesia	21
2.7 Sumber Daya Air	22
2.8 Timbulan Sampah	23
2.9 Lomba Penghematan Energi dan Air Tingkat SLTA	25
2.10 Sekolah Berwawasan Lingkungan	28
2.11 <i>Green School</i> atau Sekolah Hijau	29

2.12 Pedoman Penyelenggaraan Kesehatan Lingkungan Sekolah	30
2.13 Konservasi Energi pada Sistem Pencahayaan	33
2.14 Analisis SWOT	35
BAB III. METODE PENELITIAN	37
3.1 Lokasi Penelitian	37
3.2 Desain Penelitian	37
3.3 Kerangka Alur Penelitian	37
3.4 Subjek Sampel Penelitian	39
3.5 Teknik Pengumpulan Data	39
3.6 Variabel Penelitian	40
3.7 Instrumen Penelitian	40
3.8 Analisis Data	40
BAB IV. HASIL & PEMBAHASAN	43
4.1 Konsumsi Energi Listrik di SMA N 1 Ambarawa	43
4.2 Konsumsi Energi LPG di SMA N 1 Ambarawa	46
4.3 Konsumsi Energi Lainnya di SMA N 1 Ambarawa	46
4.4 Konsumsi Air Bersih di SMA N 1 Ambarawa	46
4.5 Timbulan Sampah yang dihasilkan di SMA N 1 Ambarawa	50
4.6 Analisis Potensi Eko-Efisiensi Energi di SMA N 1 Ambarawa	51
4.7 Analisis Potensi Eko-Efisiensi Air Bersih di SMA N 1 Ambarawa	60
4.8 Analisis Potensi Minimisasi Timbulan Sampah di SMA N 1 Ambarawa ...	66
4.9 Analisis SWOT	72
4.10 Peluang Penghematan Energi di SMA N 1 Ambarawa	75
4.11 Peluang Penghematan Air Bersih di SMA N 1 Ambarawa	80
4.12 Peluang Minimisasi Timbulan Sampah di SMA N 1 Ambarawa	84
BAB V. KESIMPULAN & SARAN	88
5.1 Kesimpulan	88
5.2 Saran	89
RINGKASAN	90
DAFTAR PUSTAKA	92
LAMPIRAN	98

DAFTAR TABEL

	Halaman
1.1 Daftar Penelitian Terdahulu yang Berkaitan dengan Eko-Efisiensi pada Sektor Pendidikan	7
2.1 Penduduk Indonesia menurut Provinsi 1971, 1980, 1990, 1995, 2000, 2010	14
2.2 Tarif Tenaga Listrik untuk Keperluan Pelayanan Sosial	21
2.3 Prediksi Belanja Pemerintah Pusat tahun 2013	22
2.4 Komponen & Standar Adiwiyata	29
2.5 Pedoman Penyelenggaraan Kesehatan Lingkungan Sekolah	30
2.6 Intensitas Pencahayaan Ruang	33
2.7 Ventilasi Ruang disesuaikan dengan Jenis dan Peruntukannya	33
2.8 Tingkat Pencahayaan Rata-Rata & Temperatur Warna yang Direkomendasikan	34
2.9 Daya Listrik Maksimum untuk Pencahayaan	34
4.1 Konsumsi Listrik di SMA N 1 Ambarawa	43
4.2 Hasil Uji Statistik Konsumsi Listrik	44
4.3 Konsumsi Energi Listrik pada Setiap Ruangan di SMA N 1 Ambarawa pada Bulan Februari 2016	45
4.4 Hasil Uji Kualitas Air di SMA N 1 Ambarawa	48
4.5 Hasil Uji Statistik Timbulan Sampah di SMA N 1 Ambarawa	51
4.6 Intensitas Cahaya & Suhu Udara Ruangan di SMA N 1 Ambarawa	52
4.7 Kriteria Penggunaan Energi di Gedung Perkantoran	54
4.8 Perhitungan IKE di SMA N 1 Ambarawa	54
4.9 Daftar Ruangan atau Bangunan Gedung dengan Konsumsi Listrik Tertinggi	55
4.10 Daftar Peralatan dengan Konsumsi Listrik Tertinggi	55
4.11 Kriteria Angket Respon terhadap Eko-Efisiensi Energi	59
4.12 Kriteria Angket Respon terhadap Eko-efisiensi Air Bersih	66
4.13 Berat Setiap Jenis Timbulan Sampah	68

4.14 Perkiraan Berat Total Timbunan Sampah di SMA	
se-Kab.Semarang	68
4.15 Hasil Uji Statistik Perkiraan Timbunan Sampah	
di SMA se-Kab.Semarang	69
4.16 Perkiraan Berat Setiap Jenis Timbunan Sampah di SMA	
se-Kab.Semarang	70
4.17 Kriteria Angket Respon terhadap Potensi Minimisasi	
Timbunan Sampah	72
4.18 Matriks Analisis SWOT	74
4.19 Analisis Penghematan Energi dari Rekomendasi	
<i>No-Cost</i> Jangka Pendek	76
4.20 Analisis Penghematan Energi dari Rekomendasi	
<i>No-Cost</i> Jangka Panjang	77
4.21 Analisis Penghematan Energi dari Rekomendasi <i>Middle-Cost</i>	77
4.22 Analisis Penghematan Energi dari Rekomendasi	
<i>High-Cost</i> Jangka Pendek	79
4.23 Analisis Penghematan Energi dari Rekomendasi	
<i>High-Cost</i> Jangka Panjang	80

DAFTAR GAMBAR

	Halaman
2.1 Hubungan antara Eko-Efisiensi dengan Aspek Lingkungan, Sosial, & Ekonomi	11
2.2 Tingkatan Produksi Bersih	12
2.3 Persamaan Umum Neraca Massa untuk Suatu Sistem Proses	14
2.4 Perkembangan Energi yang Diproduksi di Indonesia	16
2.5 <i>Global Warming</i> atau Pemanasan Global	18
2.6 Analisis SWOT	35
3.1 Kerangka Alur Penelitian	38
4.1 Neraca Energi LPG Bulan Februari 2016	52
4.2 Emisi Gas CO ₂ dari Energi Listrik yang digunakan di SMA N 1 Ambarawa	57
4.3 Denah Kebocoran Air Bersih pada Pipa Jaringan	61
4.4 Neraca Massa Air Bersih	62
4.5 Neraca Massa Timbulan Sampah	67

DAFTAR LAMPIRAN

	Halaman
1. Kuantitas Air Bersih yang digunakan di SMA N 1 Ambarawa	98
2. Data Timbulan Sampah di SMA N 1 Ambarawa	99
3. Neraca Energi dari Konsumsi Listrik Februari 2016 di SMA N 1 Ambarawa	100
4. Lembar Angket Respon Siswa terhadap Konsumsi Energi & Air Bersih, serta Timbulan Sampah yang Dihasilkan	103
5. Lembar Pedoman Wawancara	109
6. Lembar Observasi	115
7. Angket Respon terhadap Eko-efisiensi Energi	119
8. Angket Respon terhadap Eko-efisiensi Air bersih	120
9. Angket Respon terhadap Eko-efisiensi pada Timbulan Sampah	121
10. Asumsi Penggunaan Energi Listrik Bulan Februari 2016 di SMA N 1 Ambarawa	123
11. Skema Rekomendasi No-Cost Jangka Pendek Penggunaan Energi Listrik di SMA N 1 Ambarawa	128
12. Skema Rekomendasi No-Cost Jangka Panjang Penggunaan Energi Listrik di SMA N 1 Ambarawa	133
13. Skema Rekomendasi Middle-Cost Penggunaan Energi Listrik di SMA N 1 Ambarawa	138
14. Skema I Rekomendasi High-Cost Jangka Pendek Penggunaan Energi Listrik di SMA N 1 Ambarawa	143
15. Skema II Rekomendasi High-Cost Jangka Pendek Penggunaan Energi Listrik di SMA N 1 Ambarawa	148
16. Skema Rekomendasi High-Cost Jangka Panjang Penggunaan Energi Listrik di SMA N 1 Ambarawa	153
17. Hasil Uji Coba I Instrumen	158
18. Hasil Uji Coba II Instrumen	164
19. Hasil Uji Reliabilitas Instrumen Angket Respon	170
20. Hasil Uji Validitas Instrumen Angket Respon	171
21. Dokumentasi Penelitian	172

ABSTRAK

Kenaikan tren penyediaan energi, konsumsi air bersih, dan timbulan sampah di Indonesia agaknya menjadi kendala serius dalam pelaksanaan pembangunan berkelanjutan. Penelitian deskriptif ini bertujuan untuk mengetahui potensi penerapan eko-efisiensi di lingkungan sekolah sebagai salah satu upaya mengatasi permasalahan tersebut. Subjek penelitian yang digunakan adalah SMA N 1 Ambarawa, yang terletak di Kabupaten Semarang, Jawa Tengah. Pengumpulan data dilakukan dengan menggunakan metode dokumentasi, observasi dan wawancara. Analisis data dilakukan melalui analisis SWOT, uji statistik, perhitungan Intensitas Konsumsi Energi (IKE), perhitungan emisi gas CO₂, uji kualitas air, dan perhitungan berat timbulan sampah.

Hasil penelitian menunjukkan rata-rata konsumsi energi listrik di SMA N 1 Ambarawa mencapai 11.022,008 kWh/bulan, yang mengakibatkan timbulnya emisi sekunder gas CO₂ sebesar 9.644,257 kg CO₂/bulan. Secara keseluruhan, konsumsi energi listrik di SMA N 1 Ambarawa tergolong sangat efisien, dengan nilai rata-rata IKE sebesar 1,7957 kWh/m²/bulan. Sedangkan rata-rata konsumsi LPG di SMA N 1 Ambarawa mencapai 162 kg/bulan, yang mengakibatkan timbulnya emisi primer gas CO₂ sebesar 136,116 kg CO₂/bulan. Kualitas air di SMA N 1 Ambarawa masih tergolong bersih. Rata-rata konsumsi air bersih di SMA N 1 Ambarawa mencapai 20.898 liter/hari. Sampah terbanyak yang dihasilkan setiap harinya di SMA N 1 Ambarawa adalah jenis sampah plastik. Secara keseluruhan, rata-rata berat total timbulan sampah yang dihasilkan di sekolah mencapai 0,1329 kg/orang/hari.

Rekomendasi yang ditawarkan untuk meningkatkan potensi eko-efisiensi dalam pengelolaan energi dan air di SMA N 1 Ambarawa dibedakan menjadi tiga, yaitu rekomendasi *no-cost*, *middle-cost*, dan *high-cost*. Sedangkan rekomendasi yang ditawarkan untuk meningkatkan potensi eko-efisiensi dalam pengelolaan timbulan sampah di SMA N 1 Ambarawa dibedakan menjadi lima, yaitu pencegahan, pengurangan, pakai ulang, daur ulang, dan ambil ulang. Kesimpulannya, lingkungan sekolah memiliki potensi yang cukup tinggi untuk menerapkan eko-efisiensi sebagai salah satu upaya pelaksanaan pembangunan berkelanjutan.

Kata kunci : air; eko-efisiensi; energi; lingkungan sekolah; pembangunan berkelanjutan; timbulan sampah

ABSTRACT

The increasing of energy supply, water consumption, and pileup trash trend in Indonesia seems to be a serious problem in the implementation of sustainable development. This descriptive research aimed to determine the potential of eco-efficiency in school environment as one of efforts to solve this problem. The subject of this research was SMA N 1 Ambarawa, located on Semarang Regency of Central Java. The data collection was done by used documentation, observation and interview method. The data was analyzed by SWOT analysis, statistical test, calculation of the Intensity of Energy Consumption (IEC), calculation of the emissions of CO₂, water quality test, and calculation of the heavy of pileup trash.

The results showed that the average of electrical energy consumption in SMA N 1 Ambarawa reached 11022.008 kWh/month, which resulted in the emergence of secondary emissions of CO₂ by 9644.257 kg CO₂/month. Overall, the consumption of electrical energy in SMA N 1 Ambarawa was very efficient, with an IEC average 1.7957 kWh/m²/month. In addition, the average of LPG consumption in SMA N 1 Ambarawa reached 162 kg/month, which resulted in the emergence of primary emissions of CO₂ by 136.116 kg CO₂/month. Water quality in SMA N 1 Ambarawa still relatively clean. The average water consumption in SMA N 1 Ambarawa reached by 20898 liters/day. The most trash that produced every day in SMA N 1 Ambarawa was plastic waste. Overall, the average of the heavy of pileup trash in the school was 0.1329 kg/person/day.

Recommendations were offered to increase the potential of eco-efficiency in energy and water management in SMA N 1 Ambarawa divided into three, there were no-cost, middle-cost and high-cost. While the recommendation which offered to increase the potential of eco-efficiency in waste management in SMA N 1 Ambarawa divided into five, there were prevention (rethink, elimination), reduce, reuse, recycle, and recovery. In conclusion, the school environment had the high potential enough to apply eco-efficiency as one of the efforts to do the sustainable development.

Keywords : eco-efficiency; energy; pileup trash; school environment; sustainable development; water

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Laju pertumbuhan penduduk yang tidak terkendali di Indonesia berpotensi mengakibatkan terjadinya banyak permasalahan yang dapat mengancam kondisi stabilitas negara. Terjadinya peningkatan konsumsi energi, konsumsi air bersih, dan jumlah timbulan sampah dari waktu ke waktu dikhawatirkan dapat membawa dampak yang signifikan terhadap keberlangsungan program pembangunan berkelanjutan yang dicanangkan oleh pemerintah. Hal tersebut diperkuat dengan beberapa hasil penelitian yang menunjukkan bahwa jumlah penduduk yang selalu meningkat dari waktu ke waktu secara otomatis berdampak signifikan pada meningkatnya kebutuhan masyarakat terhadap energi (Sukarno *et al.*, 2015). Pertumbuhan penduduk yang terus-menerus akan menyebabkan terjadinya peningkatan tajam terhadap kebutuhan sumber daya air (Bashier *et al.*, 2015). Peningkatan jumlah penduduk dengan angka laju pertumbuhan yang tinggi merupakan sebuah tantangan yang harus dihadapi dalam upaya penanganan sampah yang dihasilkan dari fasilitas rumah tangga, institusi/lembaga, maupun industri (Pai *et al.*, 2014).

Hasil penelitian Elinur *et al.*, (2010) menunjukkan bahwa tren penyediaan energi di Indonesia mengalami peningkatan setiap tahunnya. Penyediaan batubara meningkat selama periode 1990-2008. Produksi domestik batubara meningkat sebesar 19,03% per tahun dan impor meningkat sebesar 13,49% per tahun. Produksi minyak mentah domestik mengalami penurunan sebesar 1,93% per tahun, namun impor meningkat sebesar 4,75% per tahun. Produksi gas mengalami penurunan sebesar 1,19% per tahun. Produksi biomas mengalami peningkatan sebesar 2,15% per tahun. Sedangkan penyediaan energi listrik mengalami peningkatan sebesar 8,85% per tahun yang terdiri atas produksi listrik milik PLN dan milik non PLN. Perkembangan jumlah pada beberapa sumber energi tersebut ternyata membawa dampak yang besar pada tiga pilar pembangunan

berkelanjutan. Ketiga pilar yang dimaksud mencakup aspek ekonomi, sosial, dan lingkungan (Hansmann *et al.*, 2012).

Penyediaan energi yang semakin meningkat untuk mengimbangi laju pertumbuhan penduduk yang tinggi dapat membawa dampak positif dan negatif dalam pelaksanaan pembangunan berkelanjutan. Dampak positifnya, penyediaan energi yang selalu mencukupi kebutuhan masyarakat akan berdampak baik bagi aspek ekonomi dan sosial masyarakat (Bozkurt *et al.*, 2014). Sedangkan dampak negatifnya, dilihat dalam jangka panjang, penyediaan energi yang berasal dari Pembangkit listrik Tenaga Uap (PLTU) justru akan membawa kerugian yang besar pada aspek ekonomi dan lingkungan. Penggunaan batubara secara terus menerus sebagai sumber energi utama PLTU menyebabkan semakin menipisnya kuantitas batubara sebagai salah satu sumber daya alam tak terbarukan di bumi (Iwaro *et al.*, 2010). Selain itu, proses penggunaan batubara untuk menghasilkan energi listrik ternyata juga menyebabkan timbulnya emisi gas CO₂ yang merupakan penyebab utama terjadinya fenomena pemanasan global (Aydogan *et al.*, 2014). Oleh karenanya, perlu ditekankan kembali pentingnya pelaksanaan efisiensi energi di Indonesia untuk memenuhi kebutuhan ekonomi dan sosial masyarakat, namun tanpa merugikan lingkungan (Osbaldiston *et al.*, 2011). Sama halnya dengan efisiensi energi, penekanan akan pentingnya pelaksanaan efisiensi air bersih juga perlu dilakukan seiring dengan volume konsumsi air bersih yang juga mengalami kenaikan dari waktu ke waktu.

Asdak *et al.*, (2006) menjelaskan bahwa pada tahun 1990 dan 2000 kebutuhan air rumah tangga di Pulau Jawa sebesar 3.169 juta m³ dan 6.114 juta m³. Proyeksi untuk tahun 2015 adalah 8.903 juta m³. Dengan demikian, ini berarti bahwa terjadi kenaikan penggunaan air pada periode waktu 1990-2000 sebesar 10% dan pada periode waktu 2000-2015 sebesar 6,67% per tahun. Angka-angka tersebut menunjukkan bahwa pemanfaatan air tanah untuk kebutuhan rumah tangga dan industri jauh lebih besar daripada air permukaan. Pemanfaatan air di cekungan Bandung pada tahun 2001 untuk rumah tangga adalah 260 juta m³ (73% air tanah dan 27% air permukaan), sedangkan untuk industri adalah 201 juta m³ (76% air tanah dan 24% air permukaan). Hasil penelitian Alimah *et al.*, (2014)

menunjukkan bahwa tingkat konsumsi air bersih PDAM di Jawa Barat pada tahun 2009-2012 mengalami kenaikan sebesar 12,44%. Kenaikan tingkat konsumsi terjadi pada tahun 2009 menuju 2010 yaitu 1,18% dengan jumlah peningkatan konsumsi sebesar 2.368.161 m³ dan tahun 2010 menuju tahun 2011 mengalami kenaikan yang cukup tinggi yaitu sebesar 7,2% dengan jumlah peningkatan sebesar 14.482.660 m³. Tingkat konsumsi air bersih PDAM di Jawa Barat untuk tahun 2010 menuju 2011 kembali mengalami kenaikan, namun tidak sebanding dengan tingkat kenaikan pada tahun 2010 -2011, yaitu sebesar 4,99% dengan jumlah peningkatan sebesar 11.315.976 m³. Dengan demikian, diketahui bahwa tren konsumsi air bersih di Indonesia dari tahun ke tahun pun selalu mengalami peningkatan.

Selain persoalan energi dan sumber daya air, persoalan mengenai semakin bertambahnya jumlah sampah di Indonesia juga cukup menarik perhatian dari Pemerintah. Pasalnya, jumlah timbulan sampah yang selalu mengalami peningkatan dari waktu ke waktu dipastikan dapat menyebabkan terjadinya penurunan kualitas lingkungan secara kontinyu. Bappenas (2011) memprediksi bahwa pada tahun 2020 mendatang, timbulan sampah yang dihasilkan di Indonesia akan meningkat drastis hingga mencapai angka 1 juta ton per hari. Hal tersebut sejalan dengan hasil penelitian Aljaradin (2014) yang menyebutkan bahwa permasalahan serupa mengenai sampah ternyata juga terjadi di Yordania. Peningkatan tajam jumlah sampah di negara tersebut terjadi selama lima belas tahun terakhir akibat laju pertumbuhan penduduknya yang tinggi.

Munculnya berbagai permasalahan terkait konsumsi energi, air, serta timbulan sampah yang selalu meningkat mengindikasikan bahwa pelaksanaan pembangunan berkelanjutan di Indonesia, sebagaimana yang telah diamanatkan dalam UU No. 32 tahun 2009 tentang Perlindungan dan Pengelolaan Lingkungan Hidup agaknya sedang mengalami kendala serius. Pembangunan berkelanjutan adalah pembangunan yang ditujukan untuk memenuhi kebutuhan generasi sekarang tanpa mengorbankan kemampuan generasi yang akan datang untuk memenuhi kebutuhan mereka sendiri (Hadi, 2012). Definisi tersebut sesuai dengan isi Undang-Undang yang menjelaskan bahwa pembangunan berkelanjutan

adalah upaya sadar dan terencana yang memadukan aspek lingkungan hidup, sosial, dan ekonomi ke dalam strategi pembangunan untuk menjamin keutuhan lingkungan hidup serta keselamatan, kemampuan, kesejahteraan, dan mutu hidup generasi masa kini dan generasi masa depan. Konsep pembangunan berkelanjutan tercetus sebagai salah satu bentuk upaya pemerintah dalam mengatasi kekhawatiran masyarakat dunia terhadap pola konsumsi sumber daya alam yang selalu meningkat setiap waktunya.

Berbagai upaya telah dilakukan oleh Pemerintah guna mendukung pelaksanaan prinsip-prinsip pembangunan berkelanjutan di Indonesia. Salah satunya melalui kebijakan pada berbagai sektor kehidupan mengenai pengelolaan sumber daya dan pengelolaan sampah yang tepat dengan mengedepankan konsep eko-efisiensi. Eko-efisiensi adalah suatu konsep yang biasa digunakan oleh para pengusaha dalam dunia bisnis untuk meningkatkan efisiensi secara ekonomi dan lingkungan ketika menjalankan usahanya. Prasad *et al.*, (2004) juga menyebutkan eko-efisiensi sebagai strategi bisnis yang sama-sama menguntungkan aspek ekonomi dan ekologi. Berdasarkan definisi tersebut, tujuan pokok penerapan konsep eko-efisiensi dapat dibedakan menjadi dua macam, yaitu tujuan jangka pendek dan tujuan jangka panjang. Penerapan konsep eko-efisiensi dalam jangka pendek bertujuan untuk meningkatkan pendapatan dan sekaligus juga mengurangi dampak suatu usaha terhadap lingkungan secara efektif, sedangkan dalam jangka panjang bertujuan untuk menyelaraskan aspek ekonomi dan lingkungan dari setiap kegiatan yang dilakukan sehingga diharapkan dapat membawa dampak positif bagi aspek sosial.

Cakupan konsep eko-efisiensi sangatlah luas sehingga prinsip-prinsipnya pun dapat diadopsi pada setiap sektor kehidupan. Salah satunya pada sektor pendidikan. Berkenaan dengan hal tersebut, sejak tahun 2006, pemerintah mulai gencar mencanangkan pengadaan Program Adiwiyata sejak tahun 2006 dan Lomba Efisiensi Energi & Air sebagai bentuk respon terhadap pembangunan berkelanjutan di lingkungan sekolah. Tujuannya adalah untuk menciptakan sekolah-sekolah yang berwawasan lingkungan sehingga diharapkan kedepannya permasalahan lingkungan yang terjadi pada sektor pendidikan di Indonesia dapat

diminimalkan. Namun demikian, sejauh ini yang menjadi masalah adalah banyaknya kriteria yang harus dipenuhi oleh sekolah untuk meraih penghargaan Adiwiyata tersebut. Ketatnya sistem penilaian yang dilakukan guna menyeleksi calon sekolah Adiwiyata berdampak pada masih sedikitnya sekolah yang berpredikat sebagai sekolah Adiwiyata.

SMA N 1 Ambarawa merupakan salah satu sekolah yang berlokasi di Kecamatan Ambarawa, Kabupaten Semarang, Jawa Tengah dengan luas tanah 18.854 m² dan jumlah total warga sekolah sekitar 1100 orang. Sekolah tersebut pernah ditunjuk oleh Dinas Pendidikan Kabupaten Semarang untuk mewakili Kabupaten Semarang dalam ajang seleksi Sekolah Adiwiyata dan Lomba Efisiensi Energi & Air di tingkat Provinsi Jawa Tengah. Namun sayangnya, SMA N 1 Ambarawa belum berhasil meraih predikat sebagai Sekolah Adiwiyata maupun sebagai Juara dalam Lomba Efisiensi Energi & Air tersebut. Berdasarkan observasi awal, ternyata diketahui bahwa SMA N 1 Ambarawa masih menghadapi beberapa permasalahan dalam pengelolaan lingkungan, yang meliputi :

1. Permasalahan pengelolaan lingkungan pada sektor energi
2. Permasalahan pengelolaan lingkungan pada sektor air bersih
3. Permasalahan pengelolaan lingkungan pada sektor timbulan sampah.

Berkenaan dengan permasalahan-permasalahan tersebut, peneliti bermaksud untuk melakukan penelitian di SMA N 1 Ambarawa guna mengkaji permasalahan lingkungan yang ada sehingga nantinya dapat memberikan rekomendasi hasil penelitian yang dapat membawa sekolah tersebut meraih predikat tertinggi sebagai Sekolah Adiwiyata atau sekolah yang berwawasan lingkungan.

1.2 Rumusan Masalah

Berdasarkan latar belakang di atas, permasalahan yang dikaji dalam penelitian ini adalah sebagai berikut.

1. Bagaimana kajian mengenai konsumsi energi, konsumsi air bersih, serta timbulan sampah yang dihasilkan di SMA N 1 Ambarawa?

2. Bagaimana analisis potensi penerapan eko-efisiensi dalam hal konsumsi energi, konsumsi air bersih, serta timbulan sampah yang dihasilkan di SMA N 1 Ambarawa?
3. Apa rekomendasi yang ditawarkan untuk dapat meningkatkan potensi penerapan eko-efisiensi dari konsumsi energi, konsumsi air bersih, dan timbulan sampah yang dihasilkan di SMA N 1 Ambarawa?

1.3 Tujuan Penelitian

Adapun tujuan dari penelitian ini adalah sebagai berikut.

1. Mengkaji mengenai konsumsi energi, konsumsi air bersih, serta timbulan sampah yang dihasilkan di SMA N 1 Ambarawa
2. Menganalisis potensi penerapan eko-efisiensi dalam hal konsumsi energi, konsumsi air bersih, serta timbulan sampah yang dihasilkan di SMA N 1 Ambarawa
3. Memberikan rekomendasi untuk dapat meningkatkan potensi penerapan eko-efisiensi dari konsumsi energi, konsumsi air bersih, dan timbulan sampah yang dihasilkan di SMA N 1 Ambarawa.

1.4 Manfaat Penelitian

Hasil penelitian ini berfungsi untuk memberikan informasi kepada seluruh warga SMA N 1 Ambarawa, Badan Lingkungan Hidup Kabupaten Semarang, serta Dinas Pendidikan Kabupaten Semarang mengenai gambaran potensi eko-efisiensi dari konsumsi energi, konsumsi air bersih, dan timbulan sampah yang dihasilkan di SMA N 1 Ambarawa guna menuju Sekolah Adiwiyata atau sekolah yang berwawasan lingkungan.

1.5 Orisinalitas Penelitian

Berikut merupakan beberapa penelitian terkait yang pernah dilakukan oleh peneliti-peneliti terdahulu, yang disajikan pada Tabel 1.1.

Tabel 1.1. Daftar Penelitian Terdahulu yang berkaitan dengan Eko-Efisiensi pada Sektor Pendidikan

No	Nama Peneliti (Tahun)	Judul Penelitian	Hasil Penelitian
1	Sudjoko <i>et al.</i> , (2009)	Analisis Upaya Ekoefisiensi Kebutuhan Air Bersih Kampus Universitas Negeri Yogyakarta	Hasil penelitian menunjukkan bahwa perhitungan rata-rata JPT kebutuhan air bersih perkapita perhari (jam kerja) melebihi jumlah kebutuhan standar air bersih, dan terjadi penurunan permukaan air tanah di 3 desa sekitar kampus. Dari data ini dapat disimpulkan bahwa terjadi pemborosan air bersih di kampus UNY.
2	Prasetya (2014)	Analisis Peningkatan Efisiensi Penggunaan Energi Listrik pada Sistem Pencahayaannya dan <i>Air Conditioning</i> (AC) di Gedung Perpustakaan Umum dan Arsip Daerah Kota Malang	Berdasarkan hasil perhitungan didapat nilai IKE untuk lantai tidak menggunakan AC yaitu 4,12 kWh/m ² /bulan termasuk kategori sangat boros dan untuk lantai menggunakan AC yaitu 12,12 kWh/m ² /bulan termasuk kategori cukup efisien. Adapun potensi penghematan energi listrik dari tindakan konservasi dapat dilakukan dengan cara menghemat penggunaan lampu dan meminimalkan kerja AC sesuai dengan standar SNI.
3	Wahid <i>et al.</i> , (2014)	Analisis Kapasitas dan Kebutuhan Daya Listrik untuk Menghemat Penggunaan Energi Listrik di Fakultas Teknik Universitas Tanjungpura	Berdasarkan perbandingan rekening listrik dengan hasil analisis dari perhitungan beban, perhitungan energi dan perhitungan kapasitas daya terpakai maka dapat dilihat hasil dari rekening listrik lebih besar dari pada hasil analisis. Hal ini disebabkan oleh hasil analisis yang dihitung ideal sehingga tidak mengetahui pemakaian yang tidak terkontrol serta faktor dari jam nyala yang berlebihan dan tambahan biaya beban dari pihak PLN.
4	Pasisarha (2012)	Evaluasi IKE Listrik Melalui Audit Awal Energi Listrik di Kampus Polines	Penggunaan energi listrik di Kampus Politeknik Negeri Semarang masih memenuhi syarat hemat energi listrik. Bahkan menurut panduan penggunaan listrik untuk gedung perkantoran dari Kementerian Pendidikan Nasional Republik Indonesia, konsumsi energi listrik tersebut tergolong sangat efisien.

5	Deniartio (2012)	Analisis Potensi Pemborosan Energi Listrik di Fakultas Ekonomi Universitas Indonesia	Potensi pemborosan energi pada Gedung A sebesar 3.077,52 kWh/bulan, Gedung B sebesar 2024,44 kWh/bulan, dan total pemborosan kedua gedung dalam rupiah sebesar Rp 2.466.135/bulan dengan menggunakan skema pertama. Potensi pemborosan energi pada Gedung A sebesar 2.229,12 kWh/bulan, Gedung B sebesar 285,12 kWh/bulan, dan total pemborosan kedua gedung dalam rupiah sebesar Rp 1.885.680/bulan dengan menggunakan skema kedua. Potensi pemborosan energi pada Gedung A sebesar 5.694,74 kWh/bulan, Gedung B sebesar 281,49 kWh/bulan, dan total pemborosan kedua gedung dalam rupiah sebesar Rp 4.722.972/bulan dengan menggunakan skema ketiga.
6	Adini (2012)	Analisis Potensi Pemborosan Konsumsi Energi Listrik pada Gedung Kelas Fakultas Teknik Universitas Indonesia	Gedung kelas yang memiliki potensi pemborosan energi listrik terbesar adalah Gedung K dengan nilai potensi pemborosan dapat mencapai 13.637,2 kWh/bulan atau Rp 11.337.027/bulan (4,43% dari total biaya listrik FT UI). Gedung S dapat mencapai nilai potensi pemborosan 7.934,48 kWh/bulan atau Rp 6.471,451/bulan (2,53% dari total biaya listrik FT UI). Gedung GK dapat mencapai nilai potensi pemborosan 1.716,97 kWh/bulan atau Rp 6.471.451/bulan (0,53% dari total biaya listrik FT UI). Gedung Pasca dapat mencapai nilai potensi pemborosan 810,46 kWh/bulan atau Rp 607.830 (0,24% dari total biaya listrik FT UI).
7	SITA UK (2013)	<i>Student Attitudes and Behaviours Towards Recycling and Waste</i>	<i>The results presents here shows that important steps have been taken higher education in supporting students to recycle, with over half of respondents reporting a high commitment to recycling (54.8 per cent are committed recyclers).</i>

Tabel 1.1 menunjukkan bahwa terdapat beberapa penelitian terdahulu yang membahas mengenai eko-efisiensi pada sektor pendidikan. Sayangnya, penelitian-penelitian tersebut pada umumnya hanya mengkaji salah satu saja dari ketiga aspek eko-efisiensi, yaitu efisiensi energi, efisiensi sumber daya air, dan minimisasi sampah. Padahal, ketiganya merupakan satu kesatuan aspek yang sama-sama memiliki peran penting terhadap keberhasilan penerapan konsep eko-efisiensi, khususnya di sektor pendidikan. Berdasarkan hal tersebut, penelitian ini dilakukan untuk mengkaji secara lengkap mengenai efisiensi energi, efisiensi sumber daya air, dan minimisasi sampah pada sektor pendidikan sehingga potensi eko-efisiensinya terlihat dengan jelas.

