

AUDIT ENERGI DENGAN PENDEKATAN METODE AHP (ANALYTICAL HIERARCHY PROCESS) UNTUK PENGHEMATAN ENERGI LISTRIK (Studi Kasus:PT. ABC)

Ratnanto Fitriadi¹, Yanuarti Werdaningsih²

^{1,2}Jurusan Teknik Industri, Fakultas Teknik, Universitas Muhammadiyah Surakarta
Jl. A. Yani Tromol Pos 1 Pabelan Kartasura 57102 Telp 0271 717417

¹PUSLOGIN Pusat Studi Logistik dan Optimisasi Industri, Universitas Muhammadiyah Surakarta
Jl. A. Yani Tromol Pos 1 Pabelan Kartasura 57102 Telp 0271 717417

Email: ratnanto.fitriadi@ums.ac.id

Abstrak

Meningkatnya pembangunan yang diikuti perkembangan perekonomian Indonesia mengakibatkan kebutuhan energi nasional semakin meningkat. Salah satu energi di Indonesia yang terus meningkat adalah energi listrik. Energi listrik tersebut dipasok dari pembangkit listrik, diantaranya tenaga uap (bahan bakar batubara) dan tenaga gas (bahan bakar gas). Batu bara dan gas alam merupakan salah satu sumber energi yang tidak dapat diperbarui. Oleh karena itu, pemanfaatannya harus sebaik mungkin untuk keberlangsungan cadangan energi bagi generasi selanjutnya. PT. ABC merupakan perusahaan yang bergerak di bidang percetakan yang menyediakan jasa percetakan surat kabar SP dan beberapa buku sekolah dan majalah. Akan tetapi, perusahaan tersebut belum ada kegiatan untuk manajemen energi yang bermanfaat untuk meningkatkan pengefisienan penggunaan energi listrik dan biaya penggunaan energi. Audit energi adalah teknik yang dipakai untuk menghitung besarnya konsumsi energi pada suatu bangunan/gedung dan mengenali cara-cara untuk penghematannya. AHP (Analytical Hierarchy Process) merupakan suatu metode pengambilan keputusan yang menguraikan masalah multi faktor atau multi kriteria yang kompleks menjadi suatu hierarki. Produksi koran rata-rata berada dalam jumlah 500-600 ribu oplah dalam periode satu tahun dan non koran rata-rata berada dalam jumlah 600 ribu oplah. Biaya listrik yang dikeluarkan rata-rata dalam waktu satu bulan adalah sebesar Rp 30.815.544. Berdasarkan pengolahan AHP urutan alternatif penghematan berdasarkan bobot adalah tindakan penghematan pada teknologi sekarang dengan bobot sebesar 53,1%, tindakan Penghematan energi pada karyawan 29,9%, Penggunaan Teknologi Baru hemat energi 16,9%.

Kata kunci: AHP, Alternatif Penghematan; Audit Energi; Efisiensi Energi Listrik

PENDAHULUAN

Dalam kehidupan sehari-hari kebutuhan akan energi merupakan komponen yang sangat penting. Hukum kekekalan energi menyatakan bahwa energi tidak dapat diciptakan atau dimusnahkan namun dapat berubah ke bentuk lain menjadi energi lain (Joule). Salah satu kebutuhan energi di Indonesia yang terus meningkat adalah energi listrik. Energi listrik tersebut dipasok dari berbagai jenis pembangkit listrik, diantaranya pembangkit listrik tenaga uap (bahan bakar batubara) dan listrik tenaga gas (bahan bakar gas). Batu bara dan gas alam merupakan salah satu sumber energi yang tidak dapat diperbarui. Oleh karena itu, pemanfaatannya harus sebaik mungkin untuk keberlangsungan cadangan energi bagi generasi selanjutnya. Menurut Rianto (2007) meningkatnya pembangunan yang diikuti perkembangan perekonomian Indonesia mengakibatkan kebutuhan energi nasional semakin meningkat dan menjadi kontributor besar dalam biaya operasional yang harus dikeluarkan.

Peningkatan kebutuhan energi dari tahun 2009-2019 terus meningkat yang dipengaruhi oleh peningkatan pertumbuhan ekonomi dan pertumbuhan penduduk yang membuat kebutuhan energi meningkat. Presentase untuk peningkatan pertumbuhan kebutuhan energi bernilai lebih besar, yaitu 7,1% dibandingkan dengan pertumbuhan ekonomi dan pertumbuhan penduduk, dengan masing-masing jumlah presentase sebesar 6,1% dan 1,1% (Putri, 2014). Kesadaran akan penghematan energi listrik mutlak harus dilakukan seluruh konsumen energi listrik, baik itu rumah tangga maupun industri untuk menjaga keberlangsungan cadangan energi bagi generasi selanjutnya. Dari laporan Menteri ESDM (2015) kegiatan manajemen energi sudah dilakukan di berbagai industri khususnya di Indonesia salah satunya adalah PT. Pharos Tbk Semarang sebagai pemenang 1 dalam kategori manajemen energi

pada industri kecil dan menengah. PT. Indah Kiat Pulp and Paper sebagai pemenang 1 kategori manajemen energi pada industri kategori industri besar

PT. ABC merupakan perusahaan yang bergerak di bidang percetakan yang menyediakan jasa percetakan surat kabar (SP) dan beberapa buku sekolah dan majalah di wilayah surakarta dan sekitarnya. PT. ABC juga telah melakukan kegiatan sebagai bentuk kesadaran terhadap konsumsi energi listrik. Salah satu bentuk kegiatannya adalah dengan penggantian beberapa lampu hemat energi di beberapa ruangan, mematikan mesin produksi ketika waktu istirahat, mematikan beberapa lampu di ruangan yang jarang untuk digunakan. Akan tetapi, perusahaan tersebut belum ada kegiatan untuk manajemen energi dimana kegiatan tersebut bermanfaat untuk meningkatkan pengefisienan penggunaan energi listrik dan biaya penggunaan energi.

Tujuan penelitian ini adalah untuk mengidentifikasi sumber energi listrik yang digunakan perusahaan berasal, melakukan audit energi untuk mengetahui berapa energi listrik yang digunakan untuk beroperasi pada setiap bulannya, mengidentifikasi apa saja bentuk pemborosan listrik yang terdapat di PT. ABC., dan mengetahui alat apa yang membutuhkan pasokan listrik paling besar dalam penggunaannya, serta memberikan usulan alternatif apa yang akan dilakukan oleh perusahaan khususnya didalam penghematan konsumsi energi listrik dan untuk mengefisiensi kegunaan energi listrik.

METODE PENELITIAN

Manajemen Energi

Manajemen energi merupakan kegiatan yang terstruktur untuk mengoptimalkan penggunaan energi. Manajemen energi diterapkan dengan tanpa mengurangi kualitas dan kuantitas produksi. Ada beberapa faktor mengapa diperlukan manajemen energi, diantaranya karena kenaikan harga energi, pasokan energi yang tidak menentu atau kurang handal, atau keperluan investasi peralatan energi yang ditiadakan. Manajemen energi listrik sendiri terdiri dari tiga bagian global, yaitu konservasi, audit dan manajemen energi listrik (Wafi, 2012).

Konservasi Energi

Konservasi energi adalah penggunaan energi dengan efisiensi dan rasional tanpa mengurangi penggunaan energi yang memang benar-benar diperlukan. Upaya konservasi energi diterapkan pada seluruh tahap pemanfaatan, mulai dari pemanfaatan sumber daya energi sampai pada pemanfaatan terakhir dengan menggunakan teknologi yang efisien dan membudayakan pola hidup hemat energi (Albert, 2008).

Audit Energi

Audit energi adalah teknik yang dipakai untuk menghitung besarnya konsumsi energi pada suatu bangunan/gedung dan mengenali cara-cara untuk penghematannya. Audit energi merupakan aktifitas pemeriksaan berkala untuk mengetahui ada tidaknya penyimpangan dalam suatu kegiatan penggunaan energi (Sulistyowati, 2012). Audit energi awal terdiri dari survey manajemen energi dan survey energi secara teknis (Simatupang, 2011).

Intensitas Konsumsi Energi (IKE)

Intensitas Konsumsi Energi merupakan besar nilai pemakaian energi listrik untuk satuan luas bangunan dalam waktu setahun (Pasisarha, 2012). Nilai IKE penting untuk dijadikan tolak ukur menghitung potensi penghematan energi yang mungkin diterapkan di setiap ruangan atau seluruh area bangunan. Dengan membandingkan intensitas konsumsi energi bangunan dengan standar nasional, dapat diketahui apakah sebuah ruangan atau keseluruhan bangunan sudah efisiensi atau tidak menggunakan energi.

AHP (Analytical Hierarchy Process)

AHP merupakan suatu metode pengambilan keputusan yang menguraikan masalah multi faktor atau multi kriteria yang kompleks menjadi suatu hierarki (Saaty, 1993). Prinsip AHP terdiri dari menyusun hierarki, menentukan prioritas penilaian, menguji konsistensi.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Proses Produksi

Proses pembuatan koran yang diproduksi di PT. ABC ada 11 tahapan. Tahapan pencetakan Koran (tahap ke-1) diawali dengan menyusun *file* yang akan dicetak, pencucian plat yang digunakan sebagai media pencetakan pada mesin, kertas sebagai media hasil cetakan koran dan tinta sebagai bahan baku cetakan koran. Tahap ke-2 adalah penyinaran *file* yang sudah disusun ke plat yang sudah dibersihkan. Penyinaran ini menggunakan mesin CTP. Tahap selanjutnya, plat yang sudah disinari dicuci dengan mesin prosessor lalu dilekukkan pada masing-masing sisinya untuk dipasangkan di mesin web cetaknya. Tahap ke-6 plat yang terpasang dicuci dengan air *fountain* untuk menghilangkan debu yang menempel pada plat supaya kualitas hasil cetakan tetap baik. Selanjutnya, pencetakan dimulai lalu koran akan dilipat sesuai dengan halaman yang sudah tersusun, pemotongan koran dan terakhir adalah *packaging* koran.

Pengumpulan Data

Pengumpulan data dilakukan di PT. ABC dengan melakukan wawancara, pengamatan langsung dan kuesioner untuk pengambilan data di dalam perhitungan AHP. Wawancara dilakukan untuk mengetahui seputar perusahaan di dalam memproduksi koran dan non koran dan peluang alternatif penghematan apa yang dapat

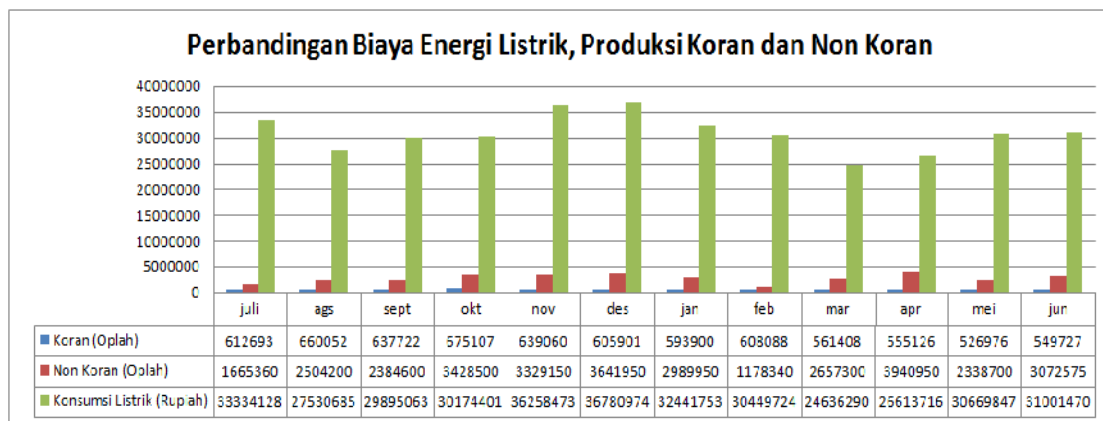
diterapkan di sana untuk memungkinkan adanya kebijakan baru tentang pemanfaatan energi listrik serta kapasitas daya berbagai fasilitas perusahaan.

Sumber Energi Listrik

PT. ABC di dalam memproduksi koran dan non koran didukung dengan adanya mesin-mesin penunjang di dalam proses mencetaknya untuk menghasilkan kualitas cetak yang terbaik. Selain itu, sebagai penunjang yang lain berasal dari bagian *office* yang mengatur penjadwalan produksi, penjadwalan kerja karyawan, mengatur keuangan perusahaan, mengatur kebutuhan bahan baku produksi, melakukan pemesanan bahan baku dan lain-lain. Energi yang digunakan di dalam proses produksi maupun proses penunjang di dalam perusahaan PT. ABC paling besar adalah energi listrik. Sumber listrik yang digunakan di PT. ABC ini adalah berasal dari listrik PLN dan dengan bantuan genset apabila ada pemadaman listrik.

Perbandingan Produk yang Dihasilkan dengan Konsumsi Listrik

Produk yang dihasilkan oleh PT. ABC adalah koran dan non koran. Koran terdiri dari koran SP, H, JP dan Koran O sedangkan untuk non koran terdiri dari LKS, Kamus, Al-Qur'an dan tabloid. Berikut adalah produksi koran selama periode juli 2015 sampai juni 2016.



Gambar 1. Diagram Perbandingan Biaya Energi Listrik, Produksi Koran dan Non Koran Bulan juli 2015-juni 2016

Berdasarkan gambar 1 diketahui bahwa produksi koran rata-rata berada dalam jumlah 500-600 ribu oplah dalam periode satu tahun. Produksi koran tertinggi terjadi pada bulan oktober 2015 dengan jumlah hampir mencapai angka 700 ribu oplah. Sedangkan, jumlah produksi yang paling sedikit pada bulan mei 2016. Selanjutnya, produksi non koran selama periode satu tahun mengalami fase naik turun. Penurunan yang cukup signifikan terjadi pada bulan februari dengan selisih jumlah produksi dengan bulan januari mencapai 150 ribu oplah. Produksi non koran terbanyak terjadi pada bulan april 2016 dengan jumlah hampir 400 ribu oplah. Biaya yang dikeluarkan PT.ABC untuk listrik saja yang rata-rata dalam waktu satu bulan adalah sebesar Rp 30.815.544. Berdasarkan gambar 2 diketahui bahwa konsumsi energi listrik mengalami peningkatan dan penurunan, mengalami peningkatan terus menerus selama 4 bulan berturut-turut pada akhir tahun 2015 dan mengalami penurunan selama 3 bulan pertama diawal tahun 2016.

Kemudian pada tabel 1 adalah perhitungan penggunaan daya selama satu bulan secara manual dan tarif biaya listrik yang dikeluarkan, akan tetapi perhitungan ini melakukan pendataan fasilitas yang digunakan dengan merk dan *type* yang sama dan *running time* fasilitas melalui wawancara dengan karyawan.

Tabel 1. Tabel Perhitungan Manual Penggunaan Daya dan Tarif Biaya Bulan Juni 2016

No	Ruangan	Daya
1	Manajer SDM	163,776
2	Bagian Umum	505,92
3	Staff 1	186,048
4	Staff 2	402,0
5	Maintanance	147,6
6	Gudang Bahan Baku	169,8
7	Pracetak	2369,3
8	Produksi	131197,4
	Jumlah Daya	135141,9
	Tarif Daya @Rp 1050,00/KWh	141898982,4

Fasilitas Perusahaan

Fasilitas yang terdapat di perusahaan memiliki peran baik dan penting dalam hal perencanaan, produksi, keuangan, bahan baku, pengemasan dan lain-lain. Fasilitas yang terdapat di perusahaan antara lain komputer pc, telepon, printer, alat penerangan ruangan, pendingin ruangan, dispenser, mesin-mesin produksi. Berikut adalah besar konsumsi energi berdasarkan masing-masing ruangan beserta fasilitas yang digunakan pada masing-masing ruangan. Pada tabel 2 diketahui penggunaan daya pada masing-masing ruangan dengan perhitungan dan pendataan fasilitas pabrik serta dengan luas ruangan yang sudah diketahui, dibawah ini adalah hasil perhitungan IKE (Intensitas Konsumsi Energi) pada masing-masing ruangan.

Tabel 2. Tabel Hasil IKE

No	Ruangan	Luas Ruangan (m ²)	Daya	IKE	Kategori
1	Ruang 1	20	163,776	8,19	Efisien
2	Ruang 2	60	505,92	8,43	Efisien
3	Ruang 3	50	186,048	3,72	Sangat Efisien
4	Ruang 4	50	402	8,04	Efisien
5	Ruang 5	50	147,6	2,95	Sangat Efisien
6	Ruang 6	40	169,8	4,25	Sangat Efisien
7	Ruang 7	150	2369,3	15,8	Agak Boros
8	Ruang 8	1200	131197,4	109,33	Sangat Boros

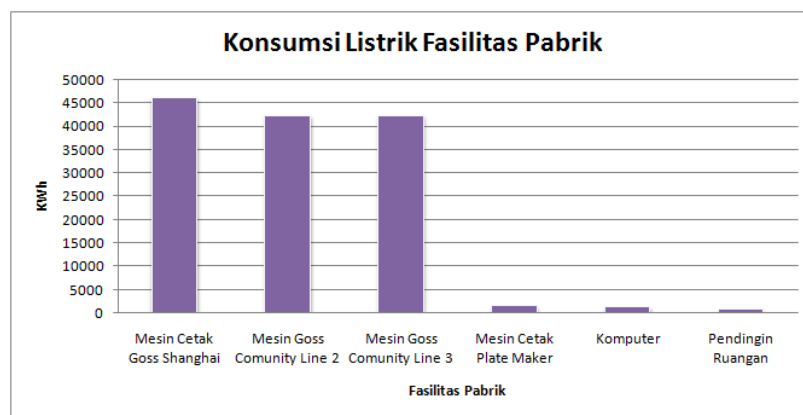
Berdasarkan tabel 2 standar IKE untuk di ruangan *office* sudah masuk di dalam kategori efisien dimana hal ini dapat dikatakan aman dalam penggunaan listrik. Ruang produksi yang terdiri dari ruang pracetak dan produksi menjadi ruangan dengan kategori IKE sangat boros, hal ini dikarenakan pada ruangan tersebut ada mesin-mesin produksi yang membutuhkan daya yang besar untuk proses dari mempersiapkan bahan yang akan dicetak hingga hasil cetakan. Pemborosan listrik merupakan sebuah kebiasaan tindakan yang sudah mulai harus dikurangi bahkan ditinggalkan.

Tabel 3. Kalkulasi Konsumsi Energi bulan juni 2016

No	Ruang	Nama Fasilitas	Jumlah	Daya (watt)	Total Daya (watt)	Lama (jam) @ 1 hari	Lama (jam) @ 1 bulan	Konsumsi/bln (Kwh)
1	Ruang 1	AC	1	260	260	8	192	49,92
		Lampu LED	1	13	13	8	192	2,50
		Komputer	2	250	500	8	192	96,00
		Printer	1	320	320	2	48	15,36
2	Ruang 2	AC	2	260	520	8	192	99,84
		Lampu TL LED	4	16	64	8	192	12,29
		Komputer	7	250	1750	8	192	336,00
		Printer 1	1	320	320	2	48	15,36
		Printer 2	1	11	11	8	192	2,11
		Dispenser	1	420	420	4	96	40,32
3	Ruang 3	AC	1	260	260	16	384	99,84
		Lampu LED	2	13	26	16	384	9,98
		Komputer	2	250	500	6	144	72,00
		Printer	2	11	22	8	192	4,22
4	Ruang 4	AC	1	260	260	16	384	99,84
		Lampu LED	2	13	26	16	384	9,98
		Komputer	3	250	750	16	384	288,00
		Printer	2	11	22	8	192	4,22
5	Ruang 5	AC	1	260	260	8	192	49,92
		Lampu LED	2	13	26	8	192	4,99
		Komputer	1	250	250	2	48	12,00
		Dispenser	1	420	420	8	192	80,64
6	Ruang 6	AC	1	260	260	16	384	99,84
		Lampu LED	2	13	26	16	384	9,98
		Komputer	1	250	250	10	240	60,00
		AC	3	260	780	16	384	299,52
7	Ruang 7	Lampu LED	4	13	52	16	384	19,97
		Komputer	5	250	1250	16	384	480,00
		Printer	1	150	150	8	192	28,80
		Mesin Cetak Plate Maker	2	2000	4000	16	384	1536,00
		Mesin CTP Fuji	2	6,5	13	16	384	4,99
		Mesin Cetak Goss Shanghai	1	120000	120000	16	384	46080,00
8	Ruang 8	Mesin Goss Community Line 2	1	110000	110000	16	384	42240,00
		Mesin Goss Community Line 3	1	110000	110000	16	384	42240,00
		Conveyor	3	500	1500	16	384	576,00
		Lampu TL	10	16	160	16	384	61,44

Pada tabel 3 diketahui bahwa penggunaan komputer dan pendingin ruangan adalah fasilitas kantor yang paling banyak penguasaan dayanya. Berdasarkan hasil dari wawancara dengan staff produksi dan supervisor dibagian umum, bentuk pemborosan yang terdapat di PT. ABC adalah berasal dari sikap dan kebiasaan yang sudah ada dari karyawan dan dari teknologi yang sudah ada seperti tidak mematikan lampu dan pendingin ruangan ketika saat waktu istirahat, tetap menyalakan alat penerangan pada ruangan yang jarang digunakan, belum adanya SOP dan kebijakan tentang penggunaan fasilitas di perusahaan. Berdasarkan teknologi yang dipakai seperti beberapa ruangan masih menggunakan alat penerangan yang belum hemat energi, penggunaan alat pendingin terutama pemilihan PK di dalam ruangan yang belum disesuaikan dengan kebutuhan ruangan dan panas yang dihasilkan ruangan, penggunaan suhu pada pendingin ruangan yang tidak disesuaikan dengan kebutuhan panas yang terdapat diruangan tersebut.

Berikut gambar 2 menunjukkan diagram konsumsi listrik dari masing-masing peralatan atau fasilitas yang ada di PT. ABC tersebut.



Gambar 2. Diagram Konsumsi Listrik pada Fasilitas di PT.ABC

Terlihat bahwa konsumsi energi listrik pada masing-masing ruangan terdapat fasilitas-fasilitas apa saja yang penggunaan dayanya terbesar. Pada peringkat 1-3 adalah mesin cetak yaitu *goss shanghai* dan *goss community*. Lalu, ada mesin cetak *plate maker* yang digunakan di ruang pracetak. Kemudian, komputer dan pendingin ruangan.

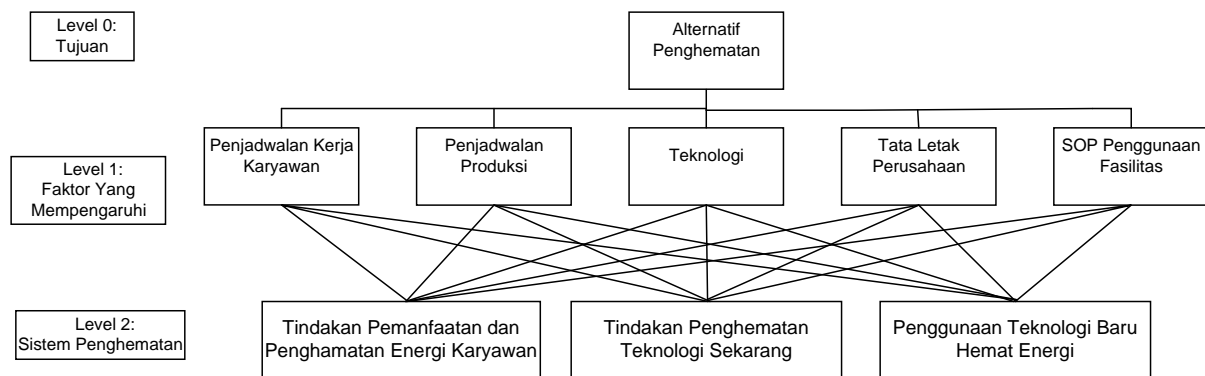
Alternatif Penghematan Konsumsi Energi Listrik

Menyusun Hierarki AHP

Menyusun hierarki merupakan langkah pertama yang dilakukan dalam metode AHP. Hierarki terdapat 2 level yaitu level 0, level 1 dan level 2.

1. Level 0 adalah tujuan atau sesuatu hal yang ingin dicapai. Tujuan didalam hierarki ini adalah mencari alternatif penghematan energi listrik di PT.ABC. Alasan pemilihan tujuan adalah penggunaan listrik sangatlah besar dan pemanfaatannya kurang efisien yang dapat menyebabkan meningkatnya biaya pengeluaran listrik selain itu dengan adanya pasokan energi listrik yang mulai terbatas dan belum adanya pemerataan pasokan listrik yang menyebabkan pemadaman bergilir, menipisnya sumber bahan bakar fosil bumi dan meningkatnya pemanasan global dibumi.
2. Level 1 adalah faktor yang mempengaruhi penghematan. Faktor penghematan ini meliputi penjadwalan, teknologi, tata letak perusahaan, sop penggunaan fasilitas pabrik yang selama ini masih perlu adanya perbaikan dan pemanfaatan dalam pengelolaannya. Penjadwalan *maintenance* untuk mesin juga perlu dilakukan secara rutin supaya proses percetakan tidak terganggu.
 - a. Penjadwalan
Penjadwalan merupakan salah satu faktor yang menentukan dalam penjadwalan produksi percetakan. Penjadwalan meliputi penjadwalan produksi, penjadwalan pembelian bahan baku, penjadwalan kerja karyawan. Penjadwalan yang dapat dimaksimalkan dengan baik mampu mengurangi jadwal kerja lembur karyawan dan jadwal produksi menjadi lebih maksimal.
 - b. Teknologi
Teknologi sangat berperan penting dalam proses produksi yang digunakan sebagai alat penunjang di dalam mencetak. Penggunaan teknologi yang baru mampu mengefisienkan penggunaan energi listrik dan lebih efektif.
 - c. Tata Letak Perusahaan
Tata letak perusahaan khususnya fasilitas-fasilitas yang ada di perusahaan juga dapat menjadi salah satu faktor yang dapat dilakukan penghematan energi listrik. Dengan penempatan fasilitas yang sesuai akan dapat

- meminimalisir penggunaan energi listrik yang besar. Dengan *layout* ruangan dan *layout* penempatan fasilitas mampu mengurangi jarak perpindahan barang, karyawan yang mampu meningkatkan waktu produksi dan lebih produktif.
- d. SOP Penggunaan Fasilitas
Kebiasaan atau sikap dan tindakan terhadap budaya penggunaan listrik sesuai kebutuhan sangatlah penting. SOP penggunaan fasilitas sangatlah penting ada dan wajib untuk diperhatikan bagi seluruh karyawan dan operator di perusahaan.
3. Level 2, merupakan sistem kebijakan yang akan dipilih oleh perusahaan dengan urutan prioritas untuk melakukan penghematan diantaranya ada 3 yaitu dengan melakukan tindakan pemanfaatan dan penghematan energi pada karyawan, tindakan penghematan dan pemanfaatan didalam penggunaan teknologi sekarang dan penggunaan teknologi baru hemat energi.
- a. Dengan melakukan tindakan pemanfaatan dan penghematan energi pada karyawan, hal ini dapat dilakukan dengan adanya sosialisasi tentang pemanfaatan dan efisiensi penggunaan mesin, alat pendingin, alat penerangan dan segala bentuk fasilitas perusahaan yang bersumber dari listrik. Serta didukung dengan adanya kebijakan SOP penggunaan fasilitas selama jam kerja atau selama berada diperusahaan. Hal lain yang dapat dilakukan dengan melakukan penataan lingkungan pabrik, fasilitas produksi maupun *office* secara tepat supaya dapat memaksimalkan kinerja karyawan dan mengefisiensikan waktu dan energi pada karyawan.
 - b. Tindakan pemanfaatan dan penghematan dengan teknologi sekarang, kebijakan ini merupakan kebijakan yang tidak perlu mengeluarkan investasi yang besar. Tindakan yang dapat dilakukan untuk pemanfaatan dengan teknologi yang ada sekarang supaya lebih hemat adalah dengan adanya perbaikan atau penginstalan alat-alat listrik lebih dimaksimalkan, pengaturan penjadwalan khususnya produksi dimaksimalakan supaya mengurangi waktu lembur nyala mesin. Selain itu, secara rutin dilakukan perawatan mesin atau pengecekan fungsi mesin supaya tidak adanya kerusakan mendadak yang dapat menyebabkan berubahnya jadwal produksi yang menimbulkan waktu lembur kerja.
 - c. Penggunaan teknologi baru yang lebih hemat energi, Kebijakan yang terakhir adalah penggunaan teknologi baru yang lebih hemat energi. Kebijakan ini perlu adanya investasi yang besar untuk membeli mesin cetak baru maupun mesin produksi baru yang lain. Selain itu, dapat dilakukan untuk berinvestasi teknologi yang dapat menyuplay sumber energi terbarukan yang dapat dilakukan untuk mengurangi penggunaan energi listrik yang bersumber dari PLN. Karena, semakin terbatasnya sumber energi alam sehingga sumber energi alam tersebut nantinya masih dapat dimanfaatkan oleh generasi masa depan .



Gambar 3. Struktur Hierarki Permasalahan

Pengolahan Bobot Penilaian AHP

Berdasarkan kuesioner yang dinilai dari responden yaitu karyawan pabrik di bagian umum dan *staff* serta karyawan bagian *maintenance*. Hasil penilaian bobot oleh responden diolah menjadi matriks berpasangan pada setiap level hierarki AHP kemudian dilakukan tahap pengujian konsistensi terhadap penilaian responden tersebut. Untuk menghasilkan penilaian dari ketujuh responden diatas, kemudian dilakukan rata-rata geometrik (*Geometric Mean*) pada setiap matriks perbandingan berpasangan. Rataan geometrik faktor diperoleh dengan perhitungan:

$$\begin{aligned}
 A_{ij} &= (Z_1, Z_2, Z_3 \dots Z_n) / n \\
 &= (1 \times 1 \times 1) / 3 \\
 &= 1,00
 \end{aligned}$$

Kemudian, akan menghasilkan rata-rata geometrik pada tabel 4 yang selanjutnya akan dilakukan tahap normalisasi matriks.

Tabel 4. Matriks Hasil Rataan Geometrik

	Penjadwalan Orang Kerja	Penjadwalan Produksi	Teknologi	Tata Letak Perusahaan	SOP Penggunaan Fasilitas
Penjadwalan Orang Kerja	1,000	0,191	0,195	0,181	0,179
Penjadwalan Produksi	4,304	1,000	1,253	0,240	0,143
Teknologi	1,813	0,768	1,000	1,611	0,271
Tata Letak Perusahaan	2,436	0,637	0,209	1,000	0,193
SOP Penggunaan Fasilitas	6,698	3,040	3,322	5,186	1,000

Tabel 5. Matriks Normalisasi

	Penjadwalan Kerja Karyawan	Penjadwalan Produksi	Teknologi	Tata Letak Perusahaan	SOP Penggunaan Fasilitas	Jumlah	Bobot
Penjadwalan Kerja Karyawan	0,062	0,034	0,033	0,022	0,100	0,250	0,050
Penjadwalan Produksi	0,265	0,177	0,210	0,029	0,080	0,761	0,152
Teknologi	0,112	0,136	0,167	0,196	0,152	0,763	0,153
Tata Letak Perusahaan	0,150	0,113	0,035	0,122	0,108	0,527	0,105
SOP Penggunaan Fasilitas	0,412	0,539	0,556	0,631	0,560	2,698	0,540

Langkah berikutnya adalah pengujian konsistensi pada bobot faktor dengan pengolahan secara vertikal dan horizontal. Dengan hasil pengujian konsistensi seperti pada tabel 6.

Tabel 6. Pengujian Konsistensi

	Jumlah Baris	Bobot	Vektor Eigen	λ maks	CI	CR
Penjadwalan Kerja Karyawan	0,250	0,050	0,070	1,390	0,0425	0,0380
Penjadwalan Produksi	0,761	0,152	0,119	0,779		
Teknologi	0,763	0,153	0,154	1,012		
Tata Letak Perusahaan	0,527	0,105	0,101	0,959		
SOP Penggunaan Fasilitas	2,698	0,540	0,556	1,031		

*CI-Consistency Index *CR-Consistency Ratio

- Bobot prioritas faktor penghematan:

$$\frac{0,250}{5} = 0,050$$

- Vektor eigen:

$$\begin{bmatrix} 0,062 & 0,034 & 0,033 & 0,022 & 0,100 \\ 0,265 & 0,177 & 0,210 & 0,029 & 0,080 \\ 0,112 & 0,136 & 0,167 & 0,196 & 0,152 \\ 0,150 & 0,113 & 0,035 & 0,122 & 0,108 \\ 0,412 & 0,539 & 0,556 & 0,631 & 0,560 \end{bmatrix} \times \begin{bmatrix} 0,050 \\ 0,152 \\ 0,153 \\ 0,105 \\ 0,540 \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} 0,070 \\ 0,119 \\ 0,154 \\ 0,101 \\ 0,556 \end{bmatrix}$$

- Nilai maks:

$$\begin{bmatrix} 0,070 \\ 0,119 \\ 0,154 \\ 0,101 \\ 0,556 \end{bmatrix} : \begin{bmatrix} 0,050 \\ 0,152 \\ 0,153 \\ 0,105 \\ 0,540 \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} 1,390 \\ 0,779 \\ 1,012 \\ 0,959 \\ 1,031 \end{bmatrix}$$

- Indeks Konsistensi (CI)

$$\frac{\lambda_{maks} - n}{n - 1} = \frac{5,170 - 5}{4} = 0,0425$$

- Rasio Konsistensi (CR)

$$\frac{CI}{RI} = \frac{0,0425}{1,12} = 0,0380$$

Berdasarkan pengolahan yang dilakukan, didapat hasil bobot prioritas pada faktor penghematan penjadwalan sebesar 0,050 atau 5 % dengan rasio konsistensi 0,0380 atau 3,8 % dimana 3,8 % < 10 % yang artinya dapat dikatakan bahwa pengujian konsistensi penilaian bobot antar faktor penghematan dapat diterima. Berikut adalah bobot faktor penghematan secara keseluruhan.

Tabel 7. Tabel Bobot Faktor Penghematan

Kriteria Penghematan	Bobot
Penjadwalan Kerja Karyawan	0,05
Penjadwalan Produksi	0,152
Teknologi	0,153
Tata Letak Perusahaan	0,105
SOP Penggunaan Fasilitas	0,54
Eigen Maksimum	5,17
CI	0,0425
CR	0,038

Langkah berikutnya adalah menghitung bobot sistem penghematan dengan perbandingan matriks berpasangan pada masing-masing sistem penghematan pada level 2 dengan langkah-langkah perhitungan sama dengan pengolahan sebelumnya.

Berdasarkan hasil pengolahan bobot untuk penilaian solusi sistem penghematan, selanjutnya dilakukan perbandingan antara bobot pada masing-masing faktor dengan sistem penghematan dengan perhitungan sebagai berikut:

Tabel 8. Hasil Pengolahan Bobot Antar Sistem Penghematan

Bobot Faktor Penghematan	Faktor Penghematan					Bobot Keseluruhan
	Penjadwalan Kerja Karyawan	Penjadwalan Produksi	Teknologi	Tata Letak Perusahaan	SOP Penggunaan Fasilitas	
	0,050	0,152	0,153	0,105	0,540	
	Bobot Sistem Penghematan					
Sistem Penghematan						
Tindakan Penghematan Teknologi Sekarang	0,531	0,769	0,550	0,764	0,578	0,6203
Tindakan Penghematan Energi Pada Karyawan	0,299	0,164	0,365	0,155	0,321	0,2852
Penggunaan Teknologi Baru	0,169	0,067	0,085	0,081	0,101	0,0945

Pada tabel 8 adalah hasil secara keseluruhan dari pengolahan metode AHP. Berdasarkan hasil pengolahan bobot keseluruhan prioritas urutan alternatif penghematan adalah tindakan penghematan pada teknologi sekarang yang dipakai diperusahaan, tindakan penghematan energi pada karyawan dan yang terakhir adalah penggunaan teknologi baru. Dengan memperhitungkan dari hasil bobot alternatif sistem penghematan dengan bobot faktor penghematan dapat dianalisis bahwa alternatif sistem penghematan berupa **tindakan penghematan teknologi sekarang** dengan nilai **0,6203**. Dimana nilai tersebut berasal dari **faktor SOP penggunaan fasilitas** dengan bobot **0,540** dan kontribusi **sistem penghematan pada tindakan penghematan teknologi sekarang** sebesar **0,578**.

Tindakan-tindakan penghematan yang dapat dilakukan adalah Contoh SOP di ruangan *office* seperti penggunaan penerangan lampu sesuai dengan jam kerja karyawan dan disaat jam istirahat sebaiknya lampu dimatikan, penggunaan suhu pendingin ruangan disesuaikan dengan suhu ruangan normal, tata ruang kantor di *design* dengan tujuan supaya pengkondisian udara di dalam kantor tetap dingin dengan tidak adanya udara luar yang panas atau suhu yang panas dari luar tidak masuk dalam kantor, Tidak sering menghidupkan dan mematikan pc ketika tidak digunakan lebih baik di *stand by*. Contoh SOP di pabrik atau lantai produksi dapat dilakukan dengan menggunakan mesin produksi ketika jam kerja, melakukan perawatan rutin pada mesin secara rutin, perbaikan pada penjadwalan produksi dan kerja karyawan supaya mengurangi waktu lembur dan melakukan perbaikan waktu produksi pada masing-masing proses produksi supaya mengurangi waktu tunggu pada proses produksi selanjutnya.

PENUTUP

Kesimpulan

Berdasarkan hasil penelitian yang dilakukan dalam pemilihan alternatif penghematan energi listrik di PT. ABC dengan pendekatan metode AHP (*Analytical Hierarchy Process*) dapat disimpulkan sebagai berikut:

1. PT. ABC sebagai salah satu produsen percetakan di Surakarta dengan seluruh pasokan sumber listrik yang digunakan dalam proses produksi dan penunjangnya menggunakan pasokan dari sumber listrik PLN.
2. Berdasarkan hasil audit energi penggunaan daya listrik dalam waktu satu bulan kurang lebih sebesar 135 ribu Kwh. Sedangkan, berdasarkan perhitungan IKE, hasil IKE sesuai dengan standar nasional untuk ruangan *office* masih dalam keadaan efisien, akan tetapi pada pabrik atau lantai produksi masuk dalam kriteria agak boros dan sangat boros.
3. Bentuk pemborosan yang terjadi di perusahaan antara lain tidak mematikan lampu penerangan ketika saat waktu istirahat, tidak mematikan alat pendingin saat waktu istirahat, tetap menyalakan alat penerangan pada ruangan

yang jarang digunakan, belum adanya SOP tentang penggunaan fasilitas di perusahaan, belum adanya kebijakan tentang penggunaan fasilitas pabrik dan pemanfaatan listrik di perusahaan.

4. Berdasarkan pengolahan dengan pendekatan metode AHP hasil yang diperoleh di dalam prioritas usulan alternatif penghematan energi listrik pada perusahaan percetakan PT. ABC adalah dengan urutan nilai bobot adalah **tindakan penghematan teknologi sekarang** dengan bobot **0,6203**, **Tindakan penghematan energi pada karyawan 0,2852**, **Penggunaan teknologi baru** dengan bobot **0,0945**. Tindakan-tindakan penghematan energi listrik dapat dilakukan sebagai berikut:
 - a. SOP Penggunaan Fasilitas di Ruang *Office*
 - 1) Penggunaan penerangan lampu sesuai dengan jam kerja karyawan dan saat jam istirahat sebaiknya lampu dimatikan.
 - 2) Penggunaan suhu pendingin ruangan disesuaikan dengan suhu ruangan normal.
 - 3) Tata ruang kantor di *design* dengan tujuan supaya pengkondisian udara di dalam kantor tetap dingin dengan tidak adanya udara luar yang panas atau suhu yang panas dari luar tidak masuk dalam kantor.
 - 4) Tidak sering menghidupkan dan mematikan pc ketika tidak digunakan lebih baik di *stand by*.
 - b. SOP Penggunaan Fasilitas di pabrik atau lantai produksi
 - 1) Menggunakan mesin produksi ketika jam kerja.
 - 2) Melakukan perawatan rutin pada mesin secara rutin.
 - 3) Perbaikan pada penjadwalan produksi dan kerja karyawan supaya mengurangi waktu lembur.
 - 4) Melakukan perbaikan waktu produksi pada masing-masing proses produksi supaya mengurangi waktu tunggu pada proses produksi selanjutnya.

Saran

Berdasarkan penelitian yang telah dilakukan dapat diambil saran bagi perusahaan sebagai berikut:

1. Alternatif penghematan yang dapat dilakukan dan tanpa membutuhkan investasi baru adalah pada penghematan pada teknologi yang sekarang. Tindakan yang dapat dilakukan dengan adanya SOP penggunaan fasilitas, perbaikan sistem penjadwalan produksi, penjadwalan kerja karyawan, perbaikan tata letak ruang, rutin melakukan *maintenance* pada mesin-mesin produksi secara berkala.
2. Tindakan penghematan energi listrik atau lebih tepatnya pemanfaatan penggunaan listrik sebaiknya dilakukan dengan kebijakan yang ada di perusahaan. Hal ini dilakukan supaya selain dari sisi biaya dapat mengurangi biaya pengeluaran tetapi juga ikut berperan dalam kegiatan menjaga kelestarian alam untuk menjaga pasokan sumber daya fosil tetap terjaga untuk kehidupan masa depan dan mengurangi pemanasan global serta penipisan lapisan ozon.

DAFTAR PUSTAKA

- Albert, Thumann, P.E William J.Younger, 2008, *Handbook Of Energy Audits*, Sixth Edition, Fairmont Press.
- Menteri Energi dan Sumber Daya Mineral Republik Indonesia (ESDM), 2015, *Penganugerahan Penghargaan Efisiensi Energi Nasional Ke-4 tahun 2015*. www.esdm.go.id/siaran-pers/55-siaran-pers/7927-penganugerahan-penghargaan-efisiensi-energi-nasional-ke-4-tahun-2015.html, (diakses pada tanggal 20 April 2016).
- Pasisarha, Daeng Supriyadi, 2012, *Evaluasi IKE Listrik Melalui Audit Awal Energi Listrik Di Kampus Polines*, ISSN:2252-4908 Vol 1.No 1:1-7.
- Putri, Aldianti, Dea, 2014. *Pemilihan Peluang Hemat Energi Listrik Dengan Pendekatan Metode ANP dan PROMETHEE*, Jurnal Rekayasa dan Manajemen Sistem Industri,Vol 3.No 1: 142-153.
- Rianto, A, 2007, *Audit Energi dan Analisis Peluang Penghematan Konsumsi Energi pada Sistem Pengkondisian Udara di Hotel Santika Premier Semarang*, Unpublished Thesis, Semarang:Universitas Negeri Semarang.
- Saaty, Thomas L., 1993, *Pengambilan Keputusan Bagi Para Pemimpin*, Edisi 2. Diterjemahkan oleh: Ir.Liana Setiono, Jakarta Pusat.PT Pustaka Binaman Pressindo.
- Simatupang, Rafles, 2011, *Pedoman Teknis Audit Energi Implementasi Konservasi Energi dan Pengurangan Emisi CO₂ Di Sektor Industri (Fase 1)*. Jakarta Selatan:PusatPengkajian Industri Hijau dan Lingkungan Hidup Badan Pengkajian Kebijakan,Iklim dan Mutu Industri.
- Sulistyowati, 2012, *Audit Energi Untuk Efisiensi Pemakaian Energi Listrik*. Jurnal Eltek.Vol 10.No 1: 14-25.
- Wafi Dendy Yumnun, Sjamsjul Anam, Heri Suryoatmojo, 2012, *Optimasi dan Manajemen Energi Kelistrikan Di Gedung City Of Tomorrow*. Teknik Elektro Institut Teknologi Sepuluh Nopember, Surabaya.