

AUDIT ENERGI DAN ANALISA PENGHEMATAN ENERGI PADA PULP MACHINE 1 DAN 2 PT. RIAU ANDALAN PULP DAN PAPER

Samsu Rizal¹⁾, Zulfansyah²⁾, Hari Rionaldo²⁾, Sri Wahdini Rahmi³⁾,

¹⁾ Mahasiswa Teknik Kimia, ²⁾ Dosen Teknik Kimia, ³⁾ Area Head PT RAPP,

Program Studi Teknik Kimia S1, Fakultas Teknik Universitas Riau

Kampus Bina Widya Jl. HR. Soebrantas KM 12,5 Simpang Baru, Panam, Pekanbaru, 28293

E-mail: samsu.rizal5378@student.unri.ac.id

ABSTRACT

Energy auditing is one of the steps made in an effort to realize energy saving programs. The energy widely used in the pulp and paper industries is thermal energy (steam) and electrical energy. Pulp drying is one of the processes that many use such energy. The thermal energy used was of low to medium pressurized steam, which used to increase air temperature to dry pulp sheet. Research were conducted to identified energy usage and potency of energy saving in pulp machine especially in Pulp machine 1 and 2 area. The results of the study were found the influence of downtime to production cost. 30 minutes down time will increase production cost to \$0.3545/ton pulp. Used of acacia as raw material will make pulp machine possible to run 1 screening system. It give benefit \$ 2180.8 per day. Besides, the study also found four "steam trap" units and six "valve" units with "Passing" (leaking) conditions that made "losses steam" of 467.8 Kg/hr or 1,467 tons of steam/year or about IDR 240.051,840 in a year. The inverse improvements/recovery of "steam trap" positions can save steam with a saving percentage of 0,34% of total steam costs per year and will return investment capital for four hours. Whereas the turnover on leaked "steam trap" units could save steam of 2,574 tons of steam/year with a savings percentage of 0.60% of total steam cost per year and would return investment capital for four months.

Keyword: Electricity, Energy Audit, Pulp Dryer, Steam

1. PENDAHULUAN

Energi merupakan salah satu faktor penting dalam operasional sebuah industri, perusahaan, maupun instansi lain, karena memiliki tingkat ketergantungan tinggi terhadap kebutuhan energi untuk operasional usahanya. Seperti halnya di Indonesia, perkembangan industri menyebabkan konsumsi energi di Indonesia semakin meningkat setiap tahunnya dengan persentase pertumbuhan konsumsi energi rata – rata sebesar 3,46% per tahun (BPPT, 2015).

Untuk mengatasi permasalahan tersebut, Pemerintah Indonesia telah mengeluarkan Peraturan Pemerintah No. 70 Tahun 2009 tentang konservasi energi yang mewajibkan setiap pengguna energi di atas

6000 TOE/tahun untuk melakukan audit / manajemen energi.

Pada tahun 2013, pangsa terbesar penggunaan energi adalah sektor industri sebesar (37,17%) diikuti oleh sektor rumah tangga (29,43%), transportasi (28,10%), komersial (3,24%) dan lainnya (2,04%). Dalam sektor industri tersebut terdapat beberapa industri yang di nilai paling besar menggunakan energi baik sebagai bahan bakar ataupun yang digunakan sebagai bahan baku, diantaranya industri baja, industri semen, industri pupuk, industri pulp dan kertas, industri keramik, industri tekstil dan industri pengolahan kelapa sawit (Kementrian ESDM, 2014)

Industri pupuk sendiri merupakan sub sektor industri yang paling besar menggunakan energi diikuti dengan

industri pulp dan kertas (Kementerian Perindustrian, 2012). Tingginya konsumsi energi pada industri pulp dan kertas di dorong oleh semakin meningkatnya konsumsi kertas baik secara nasional maupun global.

Audit energi merupakan salah satu langkah yang dilakukan dalam upaya merealisasikan program penghematan energi. Audit dapat dilakukan hanya mengarah pada unit proses atau mesin tertentu, tetapi tetap memperhatikan berbagai faktor terkait yang dapat mempengaruhi bagian tersebut. Biaya energi pada industri pulp dan kertas merupakan bagian yang yang terpenting dari biaya produksi. Energi yang banyak digunakan adalah energi listrik dan energi panas (*steam*). *Pulp Machine* merupakan salah satu proses yang banyak menggunakan kedua energi tersebut (Harit dkk, 2013).

Energi panas (*steam*) yang tinggi terdapat pada proses pengeringan lembaran pulp dengan menguapkan air yang terikat dari serat selulosa. Penguapan dilakukan karena air tidak dapat lagi dikeluarkan dari serat dengan secara gravitasi dan vakum di forming unit dan secara mekanis di pressing unit. Energi panas yang digunakan berupa steam bertekanan rendah hingga sedang, yang digunakan untuk memanaskan udara pengering lembaran pulp. Dilihat dari jumlah air yang dikeluarkan, drying unit merupakan operasi penyisihan air terendah. Sementara energi listrik yang tinggi dibutuhkan pada unit penyediaan stok terutama untuk kebutuhan *screening* dan *cleaning*.

2. BAHAN DAN METODOLOGI

Pelaksanaan penelitian ini dilakukan berdasarkan Sistem Manajemen Energi (SME) menurut Standar Nasional Indonesia (SNI) 6196 – 2011. Prosedur audit energi pada industri terdiri dari dua bagian, yaitu : Audit Energi Awal (*Preliminary Energy Audit*) dan Audit Energi Rinci (*Detail Energy Audit*).

Kegiatan audit energi awal meliputi: studi literature mengenai sistem audit energi di industri, *walk the plant* (survey lapangan) dan pengumpulan data – data sekunder seperti historis konsumsi energi. Kemudian dilanjutkan dengan melakukan observasi pengolahan data sekunder serta perencanaan pengambilan data awal dan persiapan peralatan

Kegiatan audit energi rinci merupakan langkah lanjutan yang dilakukan tim auditor dalam menemukan upaya penghematan energi. Data - data yang di dapatkan pada audit energi rinci ini meliputi: Penelitian dan pengukuran konsumsi energi, identifikasi potensi penghematan energi, analisis penghematan energi, saran dan rekomendasi

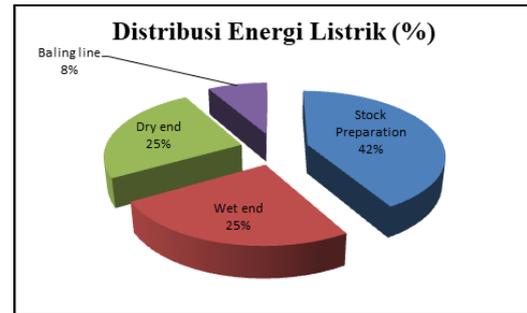
Peralatan yang digunakan dalam audit energi ini adalah berupa peralatan pengukuran dan peralatan pendukung keselamatan diri. Adapun peralatan untuk melakukan pengukuran dan pengecekan adalah “FLIR” *Thermal Camera TG165*, dan “Spirax Sarco” *Ultrasonic Trap Tester 100*. Sedangkan peralatan pendukung keselamatan diri terdiri atas, Helm, Masker, Pakaian Keselamatan, *Safety Shoes*, *Ear Plug*, Kacamata, Sarung Tangan dan Senter.

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

Area *Pulp Machine* membutuhkan beberapa sumber energi untuk proses pembentukan lembaran pulp yaitu *Medium Pressure* (MP) steam, *Low Pressure* (LP) steam serta energi listrik. Energi panas (steam) dan energi listrik yang digunakan bersumber dari unit boiler dan turbin dimiliki oleh PT Riau Andalan Pulp dan Paper. Diantara pulp machine yang ada di PT. Riau Andalan Pulp dan Paper, Area *Pulp Machine* 1 dan 2 membutuhkan energi steam, serta energi listrik yang lebih besar. Jumlah energi yang digunakan dapat dilihat dari Tabel 1

Energi listrik digunakan sebagai sumber energi penggerak motor listrik maupun pompa-pompa selama masa produksi. Secara umum terdapat 4 area di

Pulp Machine 1 dan 2 yang menggunakan jumlah energi yang berbeda, yaitu area *stock preparation*, *wet end*, *dry end* dan *baling line*. Area *stock preparation* menggunakan energi listrik paling banyak di area *Pulp Machine* 1 dan 2 yaitu sekitar 42%. Pada proses *stock preparation screening* yang menggunakan motor untuk menggerakkan pompa dengan kapasitas yang besar. Distribusi penggunaan energi di *Pulp Machine* 1 dan 2 dapat dilihat pada Gambar 1



Gambar 1. Distribusi Penggunaan Energi Listrik di Area *Pulp Machine* 1 dan 2

Sumber energi *Medium Pressure* (MP) *steam* berfungsi sebagai pemanas udara yang digunakan untuk mengeringkan lembaran pulp di dalam *dryer*. Tekanan MP *steam* yang digunakan sekitar 10-11 bar dengan temperatur 180-185 0C. Sedangkan *Low Pressure* (LP) *steam* digunakan sebagai pemanas untuk meningkatkan *temperature* pulp sebelum masuk ke *dryer* dan digunakan untuk menjaga temperatur pada unit *white water silo*. Tekanan LP *steam* yang digunakan sekitar 3-4 bar dengan temperatur 150-160 0C

Pulp Machine 1 dan 2 mulai dibangun pada tahun 1993. Meningkatnya permintaan pasar terhadap *pulp* mendorong PT Riau Andalan *Pulp* dan *Paper* untuk meningkatkan kapasitas produksinya. Pada tahun 2000 Plant ini melakukan upgrade di beberapa bagian mesinnya dan modifikasi prosesnya. *Pulp Machine* 1 dan 2 melakukan penambahan unit *screening system* untuk menambah kapasitas pembersihan pulpanya.

Pulp Machine 1 melakukan *upgrade* di area *dryer* dengan merubah *steam* yang digunakan, yaitu dari *Low Pressure* (LP) *steam* ke *Medium Pressure* (MP) *steam*. *Pulp Machine* 2 juga melakukan modifikasi yang sama terhadap *steam* yang digunakan di *dryer*. Selain itu *Pulp Machine* 2 melakukan *upgrade* dengan melakukan modifikasi dibagian *press section* dan *forming section*. Data spesifikasi mesin *Pulp Machine* 1 dan 2 dapat dilihat pada Tabel 2.

Dari data Intesitas Konsumsi Energi (IKE), *Pulp Machine* 2 memiliki nilai IKE yang lebih baik dari pada *Pulp Machine* 1. Perbedaan nilai IKE ini dapat disebabkan oleh perbedaan kapasitas produksi antara 2 mesin tersebut. *Upgrade* yang dilakukan di *Pulp Machine* 2 memungkinkan mesin tersebut berjalan dengan kecepatan dan *gramatur* yang lebih tinggi. Penambahan *steam box* di area *forming section* dan penggunaan

Tabel 1. Penggunaan Energi *Steam* dan Listrik di *Pulp Machine* PT. Riau Andalan *Pulp* and *Paper* (RAPP)

PM	Install Machine (year)	Kapasitas Desain (Ton pulp /day)	Listrik (MWH/Ton Pulp)	Steam (Ton/Ton Pulp)	
				MP Steam	LP Steam
1	1993	1500	0.244	1.27	0.14
2	1993	1750	0.219	0.96	0.06
3	2000	2000	0.181	0.42	0.53
4	2007	2400	0.130	-	1.14

teknologi *Shoe press* di area *press section* membuat konsumsi *steam* lebih sedikit dibandingkan *Pulp Machine 1*. Penggunaan *Shoe press* menyebabkan kadar air lembaran pulp di *Pulp machine 2* lebih rendah saat memasuki *dryer*.

Selain data konsumsi, ditampilkan juga data produksi dan *down time* selama proses produksi berlangsung. Data diambil pada kecepatan maksimum masing-masing mesin. Kecepatan maksimum *Pulp Machine 1* adalah 165 mpm. Sedangkan kecepatan maksimum *Pulp Machine 2* adalah 175 mpm. Perbedaan kecepatan maksimum antara *Pulp Machine 1* dan *Pulp Machine 2* dikarenakan perbedaan *upgrade* yang diberikan. *Upgrade* yang dilakukan di *Pulp Machine 2* pada bagian *Forming Section* dan *Press Section* memungkinkan mesin tersebut berjalan dengan kecepatan dan gramatur yang lebih tinggi.

Berdasarkan data-data yang diperoleh maka nilai Intensitas Konsumsi Energi (IKE) *Pulp Machine* sangat dipengaruhi oleh produksi yang dihasilkan. Pada kecepatan mesin maksimum nilai Intensitas Konsumsi Energi (IKE) mengalami perubahan walaupun secara umum tidak terjadi kenaikan konsumsi secara signifikan. Perbedaan ini disebabkan terjadinya kehilangan produksi akibat *down time*. Selain itu faktor bahan baku yang

digunakan dan peralatan proses yang tidak bekerja dengan baik turut mempengaruhi intensitas konsumsi energi

Down time merupakan kondisi dimana mesin tidak menghasilkan produk, namun mesin masih dalam kondisi beroperasi. Di *Pulp machine down time* ini terjadi disaat ada masalah di *baling line* sehingga pulp harus disirkulasikan.

Selama sirkulasi, listrik dan *steam* tetap di konsumsi sedangkan produksi tidak ada yang dihasilkan. *Down time* berpengaruh langsung terhadap Intensitas Konsumsi Energi (IKE), dimana nilai Intensitas Konsumsi Energi (IKE) akan naik jika *down time* yang terjadi semakin tinggi. Sehingga jumlah energi yang digunakan untuk memproduksi 1 ton *pulp* akan naik juga. Selain data konsumsi, dari data bahan baku juga ditemukan perubahan bahan baku yang digunakan. Sebelumnya PT. RAPP menggunakan 2 jenis bahan baku, yaitu Acacia dan Mix hardwood. Namun sejak tahun 2014 PT. RAPP hanya menggunakan bahan baku kayu acacia. Seluruh area HTI PT. RAPP sudah ditanami kayu Acacia sebagai pengganti Mix hardwood.

Penggunaan bahan baku acacia dapat menghasilkan *pulp* dengan kandungan noda dan kontaminan yang lebih rendah. Dengan kualitas pulp yang lebih bersih,

Tabel 2. Data Spesifikasi Mesin dan Produk

No	Parameter	<i>Pulp Machine 1</i>		<i>Pulp Machine 2</i>	
		1993	2000	1993	2000
1	Kecepatan mesin (m/min)	110	165	110	175
2	Kapasitas mesin (Ton)	1000	1500	1000	1750
3	<i>Screening system</i> (unit)	1	2	1	2
4	<i>Forming Section</i>	<i>Fourdrinier</i>	<i>Fourdrinier</i>	<i>Fourdrinier</i>	<i>Fourdrinier with steambox</i>
5	<i>Press section</i>	<i>Combi Press</i>	<i>Combi Press</i>	<i>Combi Press</i>	<i>Shoe press</i>
4	Bahan baku	Mix-Harwood/ Acacia	Mix-Harwood/ Acacia	Mix-Harwood/ Acacia	Mix-Harwood/ Acacia
5	Tekanan <i>Steam dryer</i> (bar)	4	13	4	13
6	Kadar air produk (%)	10±0.5	10±0.5	10±0.5	10±0.5
7	Gramatur (g/m ²)	850	1000	850	1050

PT. RAPP dapat mempertimbangkan untuk menggunakan hanya 1 *screening system*.

Screening system merupakan area yang mengkonsumsi energi listrik paling besar di Pulp Machine. Line screening system Dengan penggunaan 1 line screening system maka energi listrik yang digunakan akan lebih rendah. Selain itu *preventive maintenance* di *screening system* dapat dilakukan tanpa melakukan *shutdown* terhadap mesin.

Berdasarkan hasil observasi di lapangan ditemukan beberapa *steam trap* dan *bypass valve* yang sudah tidak berfungsi dengan baik. Beberapa *steam trap* dalam kondisi bocor dan *bypass valve* dalam kondisi *passing*. Kebocoran ini juga berpengaruh secara langsung terhadap kenaikan nilai Intesitas Konsumsi Energi, dimana terjadi kehilangan energi steam sebelum digunakan dalam proses produksi.

Estimasi total kehilangan *steam* ke udara bebas akibat kebocoran di *steam trap* dan *bypass valve* yang *passing* adalah 298 Kg/hr. *Pulp Machine 1* mengalami kehilangan sebesar 16,8 kg/jam LP steam dan 140,7 kg/jam MP steam. Sedangkan *Pulp machine 2* mengalami kehilangan sebesar 3,7 kg/jam LP steam dan 136,8 kg/jam MP steam. Kebocoran steam melalui *steam trap* dan *bypass valve* (atau kebocoran manapun) akan berakibat menurunnya efisiensi energi dan perpindahan panas, sehingga boiler bekerja pada beban yang lebih tinggi dengan konsumsi bahan bakar lebih tinggi dari semestinya. Kebocoran ini pada akhirnya mengakibatkan terjadinya pemborosan energi, biaya dan berdampak pada lingkungan.

Salah satu cara yang paling umum untuk menganalisis keuntungan dari suatu penggantian alat adalah *percent return on investment*, yaitu kecepatan tahunan dimana keuntungan-keuntungan akan mengembalikan investasi (modal). Dalam bentuk dasarnya *Return of Investment* (ROI) dapat didefinisikan sebagai rasio (perbandingan) yang dinyatakan dalam persentase, dari keuntungan tahunan

dengan investasi modal. Tabel 3 menunjukkan *percent return* sebelum pajak minimum yang dapat diterima untuk berbagai jenis industri pada resiko tinggi dan rendah.

Tabel 3. *Minimum Acceptable Return on Fixed - Capital Investment*

Industri	Low risk	High risk
<i>Industrial Chemicals</i>	11	44
<i>Petroleum</i>	16	39
<i>Pulp and Paper</i>	18	40
<i>Pharmaceuticals</i>	24	56
<i>Metals</i>	8	24
<i>Paints</i>	21	44
<i>Fermentation Product</i>	10	49

Sumber : Aries & Newton, 1955

Rekomendasi yang dapat diberikan dari hasil analisis teknis kelayakan ekonomi. Pertama mencegah terjadinya *down time* saat mesin sedang beroperasi. *Down time* dapat dicegah dengan melakukan *Preventive mantainance* dan *schedule maintenance* pada unit *baling line*, menjaga ketersediaan *spare part* setiap peralatan yang ada di *baling line* serta meningkatkan skill personel dalam mengatasi masalah mesin saat dalam kondisi mesin berjalan normal.

Kedua menggunakan bahan baku kayu *acacia* untuk menghasilkan kualitas pulp yang lebih bersih. Dengan kualitas pulp yang lebih bersih, *Pulp Machine 1* dan *2* dapat mempertimbangkan untuk menggunakan hanya 1 *screening system*. Dengan penggunaan 1 *screening system* maka energi listrik dapat dihemat. Selain itu *preventive maintenance* di *screening system* dapat dilakukan tanpa melakukan *shutdown* terhadap mesin dimana pertukaran *screening system* dapat dilakukan dalam kondisi mesin masih berjalan. Penghematan yang bisa diperoleh dengan menggunakan 1 *screening system* adalah 2284,4 KW per *Pulp Machine*, dimana jika dikalikan dengan harga energi listrik di PT. RAPP (\$39.5/MW) maka

setiap *Pulp Machine* dapat menghemat biaya produksi sebesar \$ 2180.8 per hari. Selain itu, untuk melaksanakan program ini, tidak ada investasi yang diperlukan.

Potensi Penghematan Energi (PPE) pada pergantian unit *steam trap* dan *valve* yang mengalami kebocoran dapat ditinjau dari persen *Return of Investment* (ROI). Hasil analisis Potensi Penghematan Energi (PPE), pergantian terhadap beberapa unit *steam trap* dan *valve* yang mengalami kebocoran akan dapat menghemat *steam* sebesar 2.574 ton *steam*/tahun atau sekitar Rp 167.107.968,-. Pergantian unit *steam trap* dan *valve* memiliki jumlah nilai investasi dengan total biaya Rp 70.705.000. Dengan investasi ini maka nilai persen *Return of Investment* (ROI) adalah 236,34%. Perhitungan ROI dapat dilihat pada lampiran IV. Berdasarkan Tabel 3 maka penggantian pergantian unit *steam trap* dan *valve* sangat layak untuk dilakukan oleh PT. RAPP.

4. KESIMPULAN

Dari hasil dan pembahasan yang telah dijelaskan, maka diperoleh beberapa kesimpulan sebagai berikut:

1. Berdasarkan data dari bulan Maret 2020-Agustus 2020 konsumsi energi listrik dan energi steam *Pulp Machine* 1 dan 2 melebihi target perusahaan.
2. Pada saat terjadi down time selama 30 menit pada speed 160 m/min, menyebabkan kenaikan nilai Intesitas Konsumsi Energi (IKE) listrik sebesar 0.005MW/ton pulp dan nilai Intesitas Konsumsi Energi (IKE) steam sebesar 0.18 Ton/Ton Pulp. Penggunaan 1 screening system dapat menghemat biaya produksi sebesar \$ 2180.8 per hari. Selain itu, ada nya 4 unit *steam trap* dan 6 unit valve dengan kondisi bocor menimbulkan *losses steam* sebesar 298 Kg/hr.
3. Down time dapat dihindari dengan melakukan *preventive maintenance* dan menjaga ketersediaan spare part. Nilai potensi penghematan energi dari pergantian unit *steam trap* dan *valve*

yang bocor, memiliki nilai persentase ROI 236,34% dimana nilai persentase ROI untuk industri Pulp dan kertas adalah 40%. Ini menunjukkan penggantian *steam trap* dan *valve* layak.

DAFTAR PUSTAKA

- Adrian, S., & Simanullang, R.P. (2017). *Studi Kasus Audit Energi pada Gedung Boiler Utility di PT. JAFPA COMFEED Sidiarjo*. Skripsi. Surabaya: Institut Teknologi Sepuluh November.
- Albert, T., & Wiliam, J. (2008). *Handbook of Energy Audit*. Seventh Edition. Georgia, USA: The Fairmont Press, Inc.
- Aries, R.S., & Newton, R.D. (1995) *Chemical Engineering Cost Estimation*. New York : Mc. Graw Hill.
- Badan Standarisasi Nasional. (2011). *Audit Energi pada Bangunan Gedung*. Jakarta, Indonesia: Departement Standarisasi Nasional.
- Badan Standarisasi Nasional. (2013). SNI 7949-2013: *Prosedur dalam Melakukan Audit Energi pada Industri*. Jakarta, Indonesia: Dewan Standardisasi Nasional.
- Bhumkar, D. R., & Pokharkar, V. B. (2006). *Basic Technique Saving Energy in Industry*. Aligarh, India: Indian Institute of Science Education and Research.
- Chen, X. G., Liu, C. S., Liu, C. G., Meng, X. H., Lee, C. M., & Park, H. J. (2006). *Preparation and Procedure Management Audit Energy for Industry Pulp and Paper*. *Engineering Journal*, 27(3), 269-274.
- Epani, A. (2016). *Studi Kasus Analisis Konsumsi Energi dan Peluang Penghematan Energi pada unit Pulp Machine di PT. Tanjungenim Lestari Pulp and Paper*. Skripsi. Palembang, Indonesia: Universitas Sriwidjaja.

- Fernandez-Kim, S-O. (2004). *Energy Efficiency Best Practice Guide: Steam, Hot Water and Process Heating System*. Thesis. Seoul, Korea: Department of Industrial Seoul National University.
- Harsh, H., Gupta, P., & Gupta, S.C. (2013). *Energy and Cost Analysis in Pulp and Paper Industry by Auditing Technique: Case study*. Internatinal Journal of Engineering Research and Technology. ISSN 0974-3154 Volume 6 Numer 5 pp. 619-624
- Indriati, L. (2010). *Sistem Pembersihan Stok Multi Tahap Untuk Penghilangan Pitch Dari Pulp Kayu Daun*. Jurnal selulosa 112-549-1-SM.
- Iskandar, R. (2013). *Handbook of Energy Economic Statistic Indonesia*. Pusat Data dan Informasi, Kementerian Energi dan Sumber Daya Mineral. Jakarta: Balai Besar Teknologi Industri.
- Marpaung, P. (2014). *Naskah Pembekalan Auditor Energi*. Jakarta: Lembaga Sertifikasi Profesi.
- Okitty, L. (2016). *Studi Kasus Analisis Konsumsi Energi dan Peluang Penghematan Energi pada Unit Chlor Alkali Plant di PT. Tanjungenim Lestari Pulp and Paper*. Skripsi. Palembang, Indonesia: Universitas Sriwidjaja.
- PT. Energi Management Indonesia. (2011). *Materi Audit Energi*. Jakarta, Indonesia: Kementerian Perindustrian.
- Schneider, J., Motavassel, M., Maddahi, M. H., & Nikmanesh, S. (2012). *Standart Audit energy procedure and Modeling Management System Audit*, 2(3), 165.