

Pengembangan Perangkat Lunak Efisiensi Energi di Gedung Ins. Kabupaten X, Banten

Agung Wahyudi Biantoro¹, Zola Labibah Fatwa²

^{1,2}Teknik Mesin, Fakultas Teknik, Universitas Mercu Buana, Jakarta

E-mail: agung_wahyudi@mercubuana.ac.id

Abstrak--Energi listrik merupakan salah satu kebutuhan hidup yang penting bagi kita, namun konsumsi energi listrik secara berlebihan akan membawa dampak buruk. Usaha yang perlu dilakukan untuk efisiensi energi adalah dengan melakukan audit energi di gedung tersebut. Audit energi merupakan salah satu cara untuk mengetahui apakah tingkat pemakaian energi di gedung, apakah masuk dalam kategori boros atau efisien. Dalam melakukan proses audit energi maka diperlukan inovasi agar proses pengolahan data dapat dilakukan dengan cepat dan hemat biaya. Pengolahan data ini dilakukan dengan membuat aplikasi perangkat lunak, menggunakan program Visual Studio yang terkoneksi dengan Microsoft access sebagai penyimpanan data. Dari hasil penelitian, didapatkan nilai Intensitas Konsumsi Energi (IKE) pada Gedung Ins, Banten sebesar 3,84 kWh/m²/Bulan atau 46,02 kWh/m²/Tahun. Ini termasuk dalam kategori sangat efisien yang dimana untuk standarisasi gedung perkantoran yaitu 240 kWh/m²/Tahun. Kondisi lampu penerangan rata-rata tiap ruangan masih dibawah standar, yaitu dibawah 240 lux, sedangkan kondisi suhu AC rata-rata 24,4^oC, secara umum memiliki kinerja yang efisien. Hasil pengujian aplikasi perangkat lunak diketahui dapat berjalan dengan baik, memiliki data base, dengan pengoperasiannya yang cukup cepat dan dapat menghasilkan data yang akurat.

Kata kunci: *Audit Energi, IKE, Efisiensi Energi, Aplikasi Audit Energi*

Abstract--Electrical energy is one of the necessities of life that are important to us, but excessive consumption of electrical energy will bring adverse effects. The effort that needs to be done for energy efficiency is to conduct an energy audit in the building. An energy audit is one way to find out whether the level of energy consumption in the building, whether included in the wasteful or efficient category. In conducting the energy audit process, it is necessary innovation for data processing can be done quickly and cost-effectively. Data processing is done by making software applications, using Visual Studio program that is connected with Microsoft Access as data storage. From the results of the research, the value of Energy Use Intensity (EUI or IKE) in Building Ins, Banten is 3.84 kWh / m² / month or 46.02 kWh / m² / year. It belongs to the very efficient category which is where to standardize office building that is 240 kWh / m² / year. The average lighting condition of each room is still below the standard, which is below 240 lux, while the average AC temperature condition is 24.4^oC, in general has an efficient performance. The results of testing software applications are known to run well, with fast operation and can produce accurate data.

Keywords: *Energy Audit, EUI, Energy Efficiency, Software Energy Audit*

1. PENDAHULUAN

Penggunaan konsumsi energi listrik di gedung Ins, Banten perlu dilakukan perhitungan konsumsi energi listrik guna mengetahui apakah konsumsi energi listriknya masih hemat dan efisien atau tidak. Untuk maksud inilah perlu dilaksanakan kegiatan audit energi listrik pada Gedung Ins, Provinsi Banten. Audit energi listrik diawali dengan pengumpulan data historis gedung Ins, Banten, kemudian menghitung Intensitas Konsumsi Energi (IKE) listrik. Dengan kata lain, audit energi sebagai langkah awal program konservasi energi juga merupakan kegiatan pengecekan berkala untuk menjamin agar penggunaan sumber energi dilakukan secara efisien dan rasional. Melalui audit energi, informasi aktual seperti tingkat kebocoran atau ketidak efisienan energi dapat ditelusuri

berdasarkan penggunaan. Peralatan dan perlengkapan listrik gedung. Sistem kelistrikan yang sering mengalami gangguan akan mengakibatkan terganggunya proses kegiatan kerja.

Dengan mengetahui masalah pokok yang dihadapi yaitu bagaimana cara memanfaatkan peralatan dan perlengkapan tersebut dengan sebaik-baiknya sehingga penggunaan energinya lebih efektif, efisien, dan rasional. Sehingga dapat turut serta dalam program Pemerintah, sesuai amanat Instruksi Presiden Republik Indonesia Nomor 13 Tahun 2011 Tentang Penghematan Energi dan Air, dan Peraturan Menteri ESDM no. 13 tahun 2012 melalui Kementerian ESDM mengenai penghematan pemakaian listrik.

Dari dasar pemikiran diatas, maka penelitian ini berkaitan Audit Energi Pada Gedung Ins, Banten menggunakan Program *Microsoft Visual Studio* dengan harapan dapat diketahui tingkat konsumsi energi di Gedung tersebut, peluang dan solusi penghematan yang dapat direkomendasikan kepada gedung Ins. Pada riset ini penggunaan pada Program *Microsoft Visual Studio* pada hasil perhitungan konsumsi energi peralatan listrik gedung Ins, Banten.

2. TINJAUAN PUSTAKA DAN METODOLOGI

2.1 Audit Energi dan IKE

Saat ini usaha-usaha penghematan energi pada suatu bangunan pemerintah maupun swasta terus dilakukan untuk efisiensi energi. Ini dapat dilakukan dengan mengetahui untuk apa energi tersebut digunakan dan berapa besarnya pemakaian energi di gedung tersebut. Untuk mengetahui hal tersebut maka diperlukan pengetahuan tentang audit energi atau kesetimbangan energi.

Audit energi didefinisikan sebagai kegiatan untuk mengidentifikasi jenis energi dan mengidentifikasikan besarnya energi yang digunakan pada bagian-bagian operasi suatu industri/pabrik atau bangunan serta mencoba mengidentifikasi kemungkinan penghematan energi. Audit energi dapat dilakukan setiap saat atau sesuai dengan jadwal yang sudah ditetapkan. Monitoring pemakaian energi secara teratur merupakan keharusan untuk mengetahui besarnya energi yang digunakan pada setiap bagian operasi selama selang waktu tertentu. Dengan demikian usaha-usaha penghematan dapat dilakukan [1].

Tahapan audit energi adalah sebagai berikut:

a. Survei Energi

Survei energi merupakan jenis audit energi paling sederhana. Audit hanya dilakukan pada bagian-bagian utama atau pengguna energi terbesar. Tujuannya adalah untuk mengetahui pola penggunaan energi dan sistem yang mengkonsumsi energi, dan untuk mendapatkan data yang berguna bagi audit energi awal.

b. Audit Energi Awal

Tujuan dari audit energi awal adalah untuk mengukur produktifitas dan efisiensi penggunaan energi dan mengidentifikasikan kemungkinan penghematan energi. Menurut Sulistyowati, kegiatan pada audit energi awal meliputi dokumentasi bangunan berupa as built drawing berupa tapak, denah dan potongan bangunan gedung seluruh lantai [2]. Denah instalasi pencahayaan bangunan seluruh lantai, besarnya daya listrik PLN dan Diesel Generating Set. Selanjutnya pembayaran rekening listrik bulanan, rekening pembelian bahan bakar minyak (BBM),

bahan bakar gas (BBG), dan air dan tingkat hunian bangunan (occupancy rate).

c. Audit Energi Rinci atau Energi Penuh

Audit energi rinci adalah audit energi yang dilakukan dengan menggunakan alat-alat ukur yang sengaja dipasang pada peralatan untuk mengetahui besarnya konsumsi energi. Audit energi rinci biasanya dilakukan setelah Audit awal meskipun sebenarnya audit energi ini dapat dilakukan sendiri, asalkan kegiatan yang tercakup dalam Audit awal dilakukan pada awal kegiatan audit. Pengukuran audit energi adalah dengan menggunakan nilai Intensitas konsumsi energi. Intensitas konsumsi energi (IKE) pada bangunan merupakan suatu nilai/besaran yang dapat dijadikan sebagai indikator untuk mengukur tingkat pemanfaatan energi di suatu bangunan. Satuan IKE adalah kWh/m²/tahun atau kWh/m²/bulan. Berikut adalah rujukan nilai standar Konsumsi Energi Standar di Bangunan / Gedung berdasarkan aktifitas dari referensi "ASEAN USAID th 1987 [3].

Tabel 1. Nilai Intensitas Konsumsi Energi Standar di Bangunan / Gedung Berdasarkan Aktifitas

(Sumber: ASEAN USAID th 1987)

No.	Jenis Bangunan	I.K.E (kWh/m ² /th)
1	Perkantoran	240
2	Pertokoan (Mall)	330
3	Hotel	300
4	Rumah Sakit	380

Proses IKE sendiri dilakukan setelah semua data yang diperlukan telah selesai dilakukan maka analisis energi ini dapat digunakan untuk memahami dan memperbaiki bagaimana, di mana dan bilamana energi digunakan secara efektif dan efisien. Dengan kata lain, audit energi merupakan kegiatan yang dilakukan dengan tujuan mengevaluasi potensi penghematan energi pada suatu operasional [4].

Pengukuran konsumsi energi gedung/ industri bisanya menggunakan alat yang seperti kWh meter, kamera digital, Tang ampere, Voltmeter, Environment meter, dan meteran.

2.2 Pengelolaan Energi

Instruksi Presiden Republik Indonesia Nomor 13 Tahun 2011 Tentang Penghematan Energi dan Air, serta Peraturan Menteri ESDM Nomor 14 Tahun 2012 Tentang Manajemen Energi, merupakan rujukan utama untuk pengelolaan energi dan air [5]. Pengelolaan energy berkaitan dengan langkah-langkah dan inovasi penghematan energi dan air di lingkungan instansi masing-masing dan/ atau di lingkungan Badan Usaha Milik Negara (BUMN) dan Badan Usaha

Milik Daerah (BUMD) sesuai kewenangan masing-masing, dengan berpedoman pada Kebijakan Penghematan Energi dan Air, untuk penerangan dan alat pendingin ruangan gedung kantor dan/atau bangunan yang dikelola oleh Pemerintah, Pemerintah Daerah, BUMN, dan BUMD.

Tahapan aktivitas manajemen energi yang paling awal adalah audit energi. Audit energi ini meliputi analisis profil penggunaan energi, mengidentifikasi pemborosan energi dan menyusun langkah pencegahan. Dengan audit energi, dapat diperkirakan energi yang akan dikonsumsi sehingga dapat diketahui penghematan yang bisa dilakukan [6].

Berdasarkan hasil survei yang telah dilakukan, diperoleh indikasi yang menunjukkan peluang penghematan energi disektor bangunan gedung komersial cukup besar, yaitu mencapai 10% sampai dengan 30%.

Bangunan gedung memiliki konsumsi energi 23% dari konsumsi energi total seluruh sektor [7]. Konsumsi energi kategori bangunan gedung di negara Indonesia masih tergolong boros, dikarenakan berbagai hal baik secara teknis maupun non teknis. Secara teknis berasal dari banyaknya pemakaian alat-alat pengonsumsi energi listrik teknologi tinggi yang pada umumnya menggunakan piranti elektronika dan masih menggunakan alat-alat listrik yang boros energi. Adapun secara non teknis adalah berasal dari perilaku konsumen PLN yang mengabaikan aspek-aspek hemat energi sederhana, seperti memakai energi listrik secara berlebihan, jorok dalam menggunakan alat-alat listrik dan banyak lagi yang lain.

Audit energi yang paling mudah dilakukan adalah pada penggunaan listrik suatu bangunan. Data yang dibutuhkan adalah luas total bangunan, tingkat pencahayaan ruang, intensitas daya terpasang, konsumsi energi, juga biaya energi bangunan. Dari prosedur audit yang telah dilakukan selama ini, ada sejumlah aksi yang direkomendasikan. Misalnya dengan mensting thermostat ke angka tertentu untuk mendapatkan penghematan pada suatu ruangan dengan AC. Atau langkah sederhana lain, mengganti lampu pijar dengan lampu fluorescence bisa menekan 15-20 persen penggunaan listrik [8].

Salah satu aspek yang perlu diperhatikan dalam audit energy adalah konsumsi energy AC, karena AC ini menyerap energy cukup besar. Bila AC tidak dirawat secara teratur, maka akan terjadi penurunan performance ini, apalagi usia AC sebagian sudah melebihi batas usia ekonomis maupun teknis (>10 tahun). Penelitian Biantoro (2017) menunjukkan suhu ruang kerja rata-rata diatas 26⁰ C akan terasa kurang segar dan pada kondisi ini akan mempengaruhi kenyamanan dan kinerja karyawan [9].

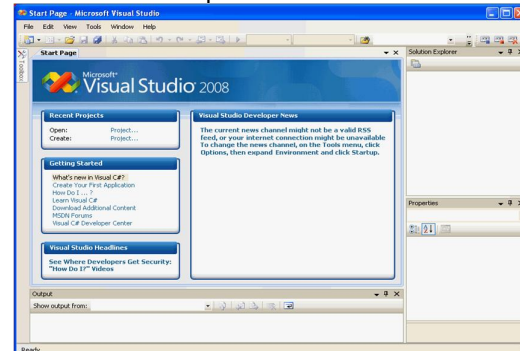
Audit energi berkaitan pula dengan Power Quality atau kualitas daya listrik. Kualitas daya yang buruk bisa merugikan pelanggan maupun PLN. Efisiensi penggunaan tenaga listrik dipengaruhi banyak faktor, diantaranya sangat tergantung pada kualitas daya listrik. Untuk mendapatkan kualitas tenaga listrik yang baik, diperlukan cara untuk mengetahui hal-hal yang dapat mempengaruhi kualitas daya diantaranya harmonisa, faktor daya, efisiensi, dan drop tegangan guna meminimalkan kerugian serta gangguan dalam penggunaan daya listrik.

2.3 Penggunaan Aplikasi untuk Audit Energi Gedung

Visual Studio 2008 merupakan perangkat lunak yang dapat diandalkan dan dapat digunakan untuk membuat program aplikasi tertentu. *Visual Studio* 2008 (yang sering juga disebut dengan VB .Net 2008) selain disebut dengan bahasa pemrograman, juga sering disebut sebagai sarana (tool) untuk menghasilkan program-program aplikasi berbasis windows [10].

Visual Studio 2008 adalah bahasa yang cukup mudah untuk dipelajari. Bagi programmer pemula yang baru ingin belajar program, lingkungan *Visual Studio* dapat membantu membuat program dalam dengan cepat. Bagi programmer tingkat lanjut, kemampuan yang besar dapat digunakan untuk membuat program-program yang kompleks, misalnya lingkungan net-working atau client server.

Dalam proses pengolahan data audit energi, maka diperlukan suatu program aplikasi untuk memudahkan dalam pengolahan data sehingga dapat menghemat waktu dan biaya. Perangkat lunak yang baik harus bersifat mudah dipelihara, dapat diandalkan yang berarti dapat memenuhi kebutuhan pengguna, dan useable yang artinya dapat dilakukan secara umum dan dapat dipahami oleh pengguna lain [11]. Bahasa *Visual Studio* cukup sederhana dan menggunakan kata-kata bahasa Inggris yang umum digunakan. Berikut adalah tampilan *Visual Studio* 2008.



Gambar 1. Tampilan Depan Visual Studio

2.4 Metodologi

Metode yang digunakan dalam penelitian ini adalah analisis survey kuantitatif dengan

menggunakan data yang dikumpulkan hasil dari pengukuran di lapangan. Setelah itu data kemudian dikumpulkan dan diolah dengan menggunakan perhitungan rumus IKE. Untuk memudahkan perhitungan, penyimpanan data base dan evaluasi hasil, maka dibuatkan program aplikasi dengan menggunakan Visual Studio.

Program Visual studio menggunakan data yang dikumpulkan hasil dari pengukuran di lapangan. Setelah itu data kemudian dikumpulkan dan diolah dengan menggunakan perhitungan rumus IKE. Untuk memudahkan perhitungan, penyimpanan data base dan evaluasi hasil, maka dibuatkan program aplikasi dengan menggunakan Visual Studio.

Alat yang digunakan untuk menghitung pemakaian energi di gedung Ins Kabupaten Banten adalah kWh meter, Tang ampere, Voltmeter, Environment meter, dan meteran.

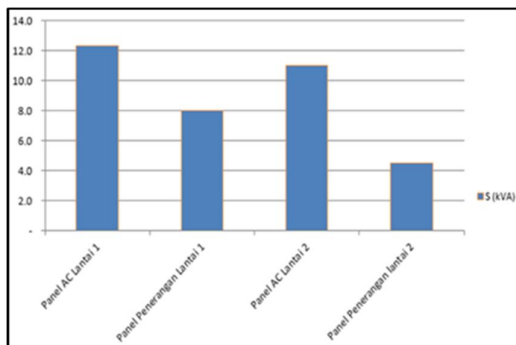
3. HASIL DAN PEMBAHASAN

Berikut adalah pengukuran beban pada panel di tiap panel Gedung Ins.

Tabel 2. Pengukuran Beban Pada Panel Di Tiap Panel Gedung Ins

NO	LANTAI	V rata rata (Volt)	I rata rata (Ampere)	Daya S (KVA)
1	Panel LVMDP	387,9	59,5	40,0
2	Panel AC Lt.1	388,2	18,4	12,3
3	Panel Penerangan Lt.1	388,2	35,7	24,0
4	Panel AC Lt.2	384,2	16,6	11,0
5	Panel Penerangan Lt.2	384,2	9,6	6,4

Selanjutnya Komposisi Pemakaian Daya Listrik Gedung Ins adalah sebagai berikut:



Gambar 3. Komposisi Pemakaian Daya Listrik Gedung Ins

Dari hasil pemakaian beban diatas dapat disimpulkan bahwa beban pada panel AC Lantai 1 relatif tinggi yaitu mencapai 12,3 kVA

dikarenakan ruang kerja yang ada pada lantai 1 lebih banyak dibandingkan lantai 2, disamping itu juga faktor kondisi AC yang sudah tidak efisien.

Perhitungan Profil Penggunaan Energi Pada pembahasan ini akan dihitung konsumsi energi masing-masing Gedung Ins, Banten dari observasi dan hasil pengukuran yang telah dilakukan.

3.1 Perhitungan Energi Listrik Pada Penerangan

Energi total dalam kWh dihitung selama seminggu. Disini dilakukan pengukuran pada saat jam kerja dimana baban energi listrik digunakan. Berdasarkan hasil pengukuran pada panel penerangan masing-masing lantai gedung. Perhitungan daya menggunakan persamaan sample diambil pada pengukuran jam 8:00.

$$P = 1,73 \times V_{rata-rata} \times I_{rata-rata} \times \cos \phi$$

$$P = 1,73 \times 38,2 \times 35,7 \times 0,98$$

$$P = 2312,8 \text{ Wh}$$

$$P = 2,3 \text{ kWh}$$

Jadi perkiraan beban per hari $P = 45 \text{ kWh/hari}$

Dari hasil pengukuran yang dilakukan dari hari senin sampai hari sabtu per hari selama 12 jam didapat beban:

$$P = 45+48+47+50+52+12$$

$$P = 254 \text{ kWh/minggu}$$

Untuk pemakaian beban selama sebulan menurut jam kerja kantor dan dari hasil pengukuran maka:

$$P = 254 \text{ kWh} \times 4 \text{ minggu}$$

$$P = 1016 \text{ kWh/bulan}$$

Dengan demikian, profil penggunaan energi penerangan adalah:

$$P = 1983/9025 \times 100\% = 21,9\%$$

3.2 Perhitungan Energi listrik pada AC

Perhitungan energi listrik untuk kebutuhan AC dihitung dengan persamaan sample diambil pada pengukuran jam 8:00.

$$P = 1,73 \times V_{rata-rata} \times I_{rata-rata} \times \cos \phi$$

$$P = 1,73 \times 388,2 \times 18,4 \times 0,98$$

$$P = 12.110 \text{ Wh} = 12,1 \text{ kWh}$$

Perkiraan beban perhari $P = 254 \text{ kWh/hari}$

Dari hasil pengukuran dari hari Senin sampai Sabtu per hari selama 12 jam didapat beban:

$$P = 254+261+261+258+240+6$$

$$P = 1280 \text{ kWh/minggu kerja}$$

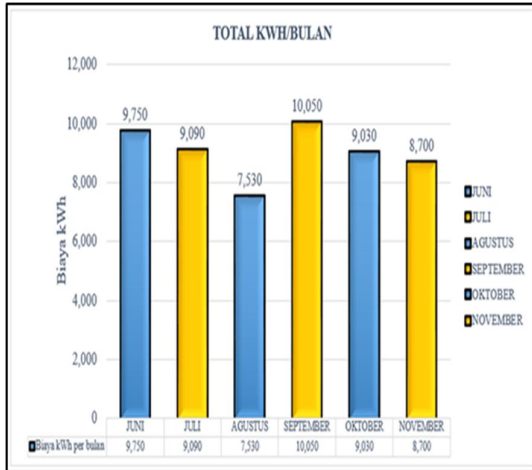
Untuk pemakaian beban selama sebulan menurut kerja kantor yaitu 24 hari maka:

$$P = 1280 \text{ kWh/minggu kerja} \times 4$$

P = 5120 kWh/bulan kerja

Dengan demikian, profil penggunaan energi AC pada gedung Gedung Ins adalah:

$$P=5150/9025 \times 100\% = 57,063 \%$$



Gambar 4. Diagram Intensitas Konsumsi Energi Dibangunan Gedung Ins, Banten

Selanjutnya nilai total kWh dan nilai IKE dapat dilihat pada grafik berikut ini:

Tabel 3. Total Pemakaian kWh dan Pengukuran Nilai IKE Gedung Ins

NO	BULAN	TOTAL kWh per Bulan	LUAS	IKE(KWH/m2) per Bulan	IKE(KWH/m2) per Tahun
1	JUNI	9.750,00	2.353,20	4,14	49,72
2	JULI	9.090,00	2.353,20	3,86	46,35
3	AGUSTUS	7.530,00	2.353,20	3,20	38,40
4	SEPTEMBER	10.050,00	2.353,20	4,27	51,25
5	OKTOBER	9.030,00	2.353,20	3,84	46,05
6	NOVEMBER	8.700,00	2.353,20	3,70	44,37
Rata-Rata		9.025,00	2.353,20	3,84	46,02

Nilai Intensitas Energi (IKE) untuk Gedung Ins berdasarkan perhitungan dari total rekapitulasi rekening PLN per luas bangunan 6 bulan terakhir adalah 9.025,00 kWh/Bulan dengan luas bangunan 2.353,20 m² maka intensitas konsumsi energi adalah 3,84 kWh/m²/Bulan dan 46,02 kWh/m²/Tahun. Nilai IKE ini termasuk dalam kategori sangat efisien.

3.3 Pengukuran suhu dan pencahayaan

Berikut adalah nilai pengukuran suhu dan pencahayaan pada beberapa ruangan di Gedung Ins

4. KESIMPULAN

Berdasarkan hasil pengujian maka dapat dibuat kesimpulan bahwa alat uji genset telah berhasil dibuat dan telah diuji dengan kemampuan genset yang dapat diuji adalah minimum 660 Watt dan maksimum 6.600 Watt karena proteksi breaker yang ada hanya mencapai 6.600 Watt.

Pada saat pengujian harus diperhatikan sebagai berikut: jumlah zat elektroda atau besarnya elektroda yang masuk ke larutan, jarak elektroda, dan kepekatan larutan karena hal ini akan meningkatkan reaksi elektrolisis sehingga arus listrik yang keluar semakin cepat dan besar.

DAFTAR PUSTAKA

- [1]. Asco Power Technologies. (2017). *Load Bank Testing to Ensure Generator Set Performance*. Cleveland: Emerson Electric co.
- [2]. Suhardi Putra, R. (2015). Analisa Perhitungan Beban Cooling Tower pada Fluida di Mesin Injeksi Plastik. *Jurnal Teknik Mesin*, 4(2), 56-62.
doi:http://dx.doi.org/10.22441/jtm.v4i2.1010
- [3]. Sari, A. (2017). Studi Karakterisasi Laju Korosi Logam Aluminium dan Pelapisan dengan Menggunakan Membran Sellulosa Asetat. *Jurnal Teknik Mesin*, 6(1), 36-40.
doi:http://dx.doi.org/10.22441/jtm.v6i1.1204
- [4]. Media, R. (2018). Studi Perancangan Combination Tool Air Vent Non-Cylinder dengan Metode VDI 2222. *Jurnal Teknik Mesin*, 6(4), 237-243.
doi:http://dx.doi.org/10.22441/jtm.v6i4.2058
- [5]. Charles, S. C. Johnson, R.D., & Palmetto, G. A. (1984). U.S. Patent No. 4,445,047.
- [6]. Kanarev, Phillip M. and Tadahiko Mizuno. (2003). *Cold Fusion by Plasma Electrolysis of Water*. Krasnodar.
- [7]. UNEP. (2002). *Potassium Hydroxide*. Brussels: International Congress and Convention Association.
- [8]. Aalco. (2017). *Stainless Steel*. Cobham: Aalco Metals Ltd.
- [9]. Vale. (2016). *Tembaga*. Diambil dari website: <http://www.vale.com/indonesia/BH/business/mining/copper/Pages/default.aspx>.