



## Peningkatan Efisiensi Energi Melalui Optimasi *Cycle Steam Boiler* pada Operasi *Boiler*: Studi Kasus di PT. Kaltim Methanol Industri (KMI)

Wingo Wira Dewanatan<sup>1</sup>, Muhammad Kurniawan Adiputra<sup>1</sup>, Indra P Hakim<sup>1</sup>, Asep Zainuddin<sup>1</sup>, Imam Karfendi Putro<sup>1</sup>, Rochim Bakti Cahyono<sup>2\*</sup>

<sup>1</sup>PT. Kaltim Methanol Industri (KMI). Wisma KIE Lt.1, Jl. Paku Aji, Kawasan Industri Pupuk Kaltim, Bontang 75313, Kalimantan Timur

<sup>2</sup>Departemen Teknik Kimia, Fakultas Teknik, Universitas Gadjah Mada. Jl Grafika No. 2 Kampus UGM, 55281 Yogyakarta

\*Alamat korespondensi: [rochimbakti@ugm.ac.id](mailto:rochimbakti@ugm.ac.id)

(Submisi: 29 Agustus 2020; Revisi: 11 September 2020; Penerimaan: 12 September 2020)

### ABSTRACT

*Methanol is one of the important intermediate chemicals which is used widely in many processes to produce final products such as formaldehyde, dimethyl ether (DME), dimethyl terephthalate (DMT), and methyl tertiary butyl ether (MTBE). As a pioneer of methanol producer in Indonesia, PT. Kaltim Methanol Industri (KMI) has a strong commitment for sustainability and saving natural resources including enhancement of energy efficiency during production activities. Since mid-2018, to fulfill the electricity needs, PT. KMI has two main sources of electricity namely internal source using steam turbine generator and tie-in from PT. Kaltim Daya Mandiri (KDM). The modification of electricity sources promotes PT. KMI to evaluate the efficiency of internal electricity production. This has been conducted by performing optimization of blow down rate or cycle steam in boiler operation. Based on the data logbook, this work aims to evaluate the effect of blowdown rate on the energy saving and natural gas consumption. When the number of cycle steam boilers is altered from around 10 to 24, the company could get the potential energy saving around 300 MMBTU/day or 7.14% of total based energy consumption. In the boiler operation, decreasing blowdown rate would raise the cycle steam boiler and give final consequences to reduce energy losses from the release of BFW. The optimization of this cycle steam also cut the boiler specific energy consumption into around 3.0 MMBTU/ton steam. Based on the average heating value, this innovation could decline the natural gas consumption of PT. KMI around 122.91 MMSCF in the period of July 2018 – July 2019. Based on the result above, the modification of the cycle steam boiler would enhance energy efficiency, saving the natural resources and promote the application of sustainable development concept in the chemical industry.*

**Keywords:** *blowdown rate; boiler energy; cycle steam; energy efficiency; PT. KMI*

## ABSTRAK

Metanol merupakan bahan kimia antara yang dipergunakan secara luas sebagai bahan baku untuk menghasilkan produk akhir berupa *formaldehyde*, dimetil eter (DME), asam dimetil tereftalat (DMT), dan *methyl tertiary butyl ether* (MTBE). Sebagai satu-satunya produsen metanol di Indonesia, PT. Kaltim Methanol Industri (KMI) senantiasa berkomitmen untuk selalu melakukan penghematan sumber daya alam, salah satunya meningkatkan efisiensi energi. Untuk memenuhi kebutuhan listriknya, perusahaan ini memiliki dua sumber yaitu internal perusahaan menggunakan *steam turbine generator* dan sambungan (*tie-in*) dari PT. Kaltim Daya Mandiri (KDM) sejak pertengahan 2018. Adanya perubahan konfigurasi tersebut mendorong PT. KMI melakukan inovasi berupa optimasi laju *blowdown* atau *cycle steam* pada *boiler* untuk meningkatkan efisiensi energi. Berdasarkan data *logbook* operasi pabrik akan dievaluasi besarnya penghematan energi yang didapatkan dari optimasi tersebut. Peningkatan efisiensi energi dapat diperoleh dengan mengurangi laju *blowdown* atau peningkatan *cycle steam boiler*. Perubahan *cycle steam* pada *boiler* dari kisaran 10 menjadi 24 akan memberikan penghematan energi sebesar 300 MMBTU/hari atau sekitar 7,14% dari kebutuhan energi mula-mula. Penurunan laju *blowdown* akan mengakibatkan energi buangan melalui BFW yang dikeluarkan dari *boiler* berkurang, sehingga dapat menghemat energi yang dibutuhkan oleh *boiler*. Optimasi *cycle steam boiler* ini juga membuat konsumsi energi yang dinyatakan dalam *energy specific boiler* berhasil diturunkan pada kisaran 3,0 MMBTU/ton *steam*. Berdasarkan tabulasi data, inovasi ini dapat menghemat sumber daya gas alam sebesar 122,91 MMSCF pada kurun waktu Juli 2018 hingga Juli 2019. Dengan demikian, perubahan *cycle steam* melalui penurunan laju *blowdown* pada *boiler* terkonfirmasi dapat meningkatkan efisiensi energi dan menghemat pemakaian sumber daya alam, yang pada akhirnya mendorong aplikasi nyata *sustainable development concept* di dunia industri.

**Kata kunci:** *cycle steam*, energi *boiler*, energi efisiensi, laju *blowdown*, PT. KMI

### 1. Pendahuluan

Metanol merupakan bahan kimia antara yang memiliki banyak kegunaan baik di industri kimia, petrokimia maupun energi. Sebagai bahan baku, metanol dapat diubah menjadi berbagai produk akhir seperti asam asetat, formaldehid, dimetil eter (DME), asam dimetil tereftalat (DMT) dan lain-lain. Permintaan metanol semakin meningkat pada beberapa tahun terakhir karena berperan penting dalam proses produksi biodiesel dan juga *methyl tertiary butyl ether* (MTBE) sebagai aditif dalam bahan bakar. Akibatnya, produksi metanol secara global diprediksi akan terus tumbuh sekitar 7,2 % atau mencapai 111,5 juta ton pada tahun

2020 (Blumberg, 2017; Dong dan Steinberg, 1997).

Secara umum metanol diproduksi dari bahan baku gas alam (*natural gas*) dengan beberapa tahapan yang meliputi *steam reforming*, *methanol synthesis*, dan *methanol purification*. Dukungan utilitas berupa listrik menjadi sangat krusial untuk menjamin proses produksi metanol. Untuk menjamin kehandalan proses, beberapa industri mempunyai unit produksi listrik berupa *steam turbine generator* dan *boiler*. Bahan bakar gas alam digunakan untuk memproduksi steam, kemudian dikirim ke turbin untuk menghasilkan listrik. Selain kehandalan proses, efisiensi penggunaan bahan bakar gas

alam menjadi isu yang krusial untuk menjaga daya saing perusahaan dan menghemat sumber daya alam. Konsumsi bahan bakar yang tinggi pada *boiler* akan mendatangkan manfaat pada efisiensi energi secara keseluruhan pabrik apabila dapat dihemat dengan tetap menjaga kualitas produksi.

Secara umum, efisiensi *boiler* dipengaruhi oleh beberapa parameter seperti tipe *boiler*, suplai oksigen, laju *blowdown*, kondisi *boiler feed water* (BFW) dan lain-lain (Gupta dkk., 2011; Hasan, 2008), Laju *blowdown* menjadi salah satu parameter operasi yang paling sering dioptimasi untuk meningkatkan efisiensi energi pada sistem *boiler* (Sunudas dan Prince, 2013; Vandani dkk., 2015). Sebenarnya tujuan utama *blowdown* adalah untuk menjaga konsentrasi pengotor pada BFW dan *boiler* tetap berada pada ambang batas yang ditentukan. Akan tetapi, aktivitas ini juga dapat sekaligus mengurangi efisiensi energi karena pengeluaran bahan (BFW) yang panas dari *boiler* membawa energi yang terkandung ke luar sistem *boiler*. Berdasarkan informasi tersebut, laju *blowdown* yang tinggi akan menjamin operasi *boiler* dari pengotor yang tidak diperlukan tetapi akan membuat efisiensi energi rendah karena dibuang ke lingkungan (Arunkumar dkk., 2014; Istanto, 2005). Oleh karena itu, parameter laju *blowdown* ini sangat krusial untuk dievaluasi agar menjamin kesuksesan dan kehandalan operasi serta guna menghemat energi dalam produksi *steam* dan listrik.

Sebagai perusahaan terkemuka dalam produksi metanol di Indonesia, PT. Kaltim Methanol Industri (KMI) selalu memberikan usaha terbaik guna menghemat sumber daya alam dalam setiap operasinya. Peningkatan efisiensi energi menjadi fokus utama untuk menjaga daya saing dan keberlanjutan

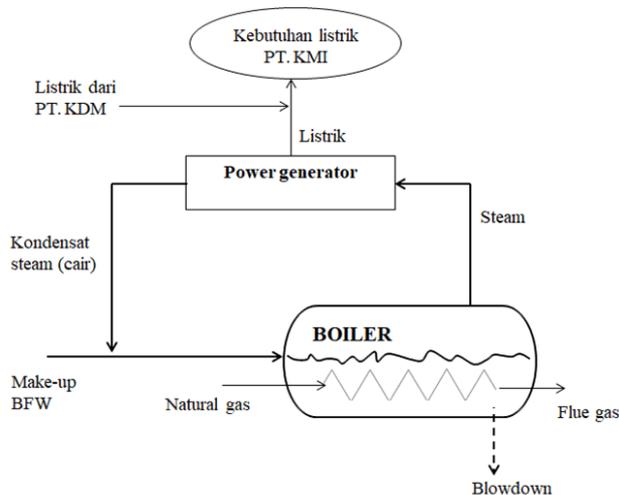
perusahaan. Untuk meningkatkan kehandalan suplai listrik, PT. KMI melakukan sambungan (*tie-in*) listrik dari PT. Kaltim Daya Mandiri (KDM) pada tahun 2018. Dengan sambungan tersebut, kebutuhan listrik disuplai dari dua sumber utama yaitu internal perusahaan melalui *power generator-steam turbine* dan PT. KDM. Dengan perubahan konfigurasi sumber listrik tersebut, energi listrik yang harus disediakan oleh *steam turbine* akan berkurang sehingga jumlah *steam* yang disediakan oleh *boiler* juga perlu disesuaikan. Untuk mendapatkan penghematan energi pada sistem pembangkit *steam*, PT. KMI melakukan optimasi laju *blowdown* dan *cycle steam boiler* pada pengoperasian *boiler*. Penelitian ini bertujuan untuk mengevaluasi efektivitas metode tersebut beserta jumlah penghematan energi yang didapatkan dari aktivitas optimasi tersebut. Dengan menggunakan data dari industri, hasil evaluasi efisiensi energi ini diharapkan dapat memberikan manfaat bagi berbagai industri kimia yang melakukan kegiatan serupa.

## 2. Metode Penelitian

### 2.1 Deskripsi sistem dan prosedur

Data yang digunakan dalam penelitian dan evaluasi ini berasal dari PT. KMI di Bontang, Kalimantan Timur, Indonesia. Penggunaan data operasi pabrik pada skala industri menyebabkan adanya fluktuasi pada data yang digunakan karena menyesuaikan operasi dan kapasitas produksi pabrik. Sejak pertengahan tahun 2018, kebutuhan energi listrik PT. KMI saat beroperasi normal dapat dipenuhi dari dua sumber yaitu internal perusahaan menggunakan *main power generator* yang digerakkan dengan *steam turbine* dan eksternal perusahaan dari PT.

KDM. Gambar 1 menunjukkan skema pemenuhan kebutuhan listrik tersebut.



**Gambar 1.** Skema proses produksi listrik dari sumber internal PT. KMI dengan menggunakan boiler dan power generator

PT. KMI menggunakan panas dari proses pembakaran gas alam (*natural gas*) untuk produksi *steam* di *auxiliary boiler*. *Auxiliary boiler* merupakan tipe *water tube* dengan bahan bakar gas alam untuk menghasilkan HP-*superheated steam* (495 °C dan 105 bar) dengan kapasitas produksi normal 66 ton *steam*/jam dan maksimum 96 ton *steam*/jam. *Steam* yang dibuat dari *boiler feed water* (BFW) tersebut digunakan untuk mengoperasikan *power generator* dan dihasilkan listrik. *Blowdown* merupakan proses pengeluaran sebagian kecil BFW dari *boiler* untuk menjaga agar zat pengotor air masih dalam ambang batas yang dipersyaratkan.

### 2.2 Analisis Data

Penghematan energi dievaluasi menggunakan data yang diambil dari *historian logbook* operasi pabrik. Data yang diambil meliputi produksi listrik internal, laju alir BFW, *steam*, *blowdown* dan konsumsi gas

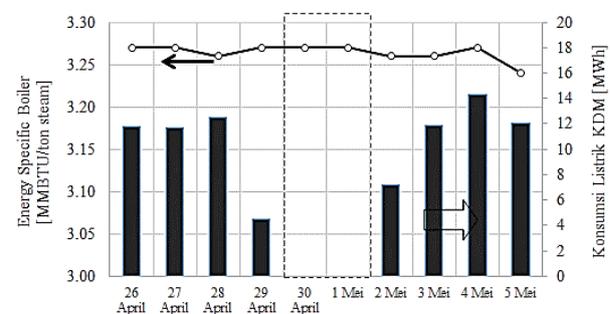
alam (*natural gas*). Untuk membandingkan kinerja efisiensi energi digunakan parameter *energy specific boiler*. *Energy specific boiler* merupakan kebutuhan energi yang diperlukan untuk memproduksi setiap ton *steam*/uap pada peralatan *boiler* tersebut. Adapun besarnya *blowdown* dan *cycle boiler* dihitung dengan menggunakan Persamaan (1) dan (2).

$$\%Blowdown = \frac{\text{massa BFW} - \text{massa Steam}}{\text{massa BFW}} \times 100\% \quad (1)$$

$$\text{Cycle steam boiler} = \frac{100\%}{\%Blowdown} \quad (2)$$

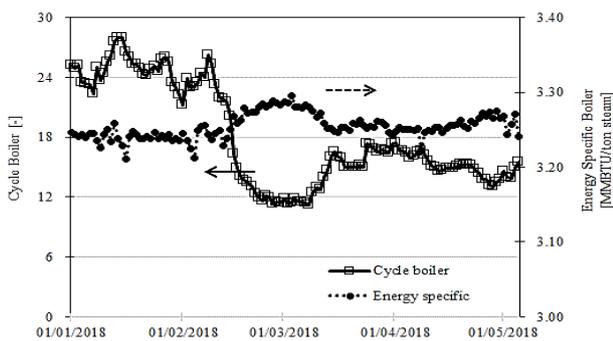
Terlihat bahwa *cycle steam boiler* merupakan perbandingan antara jumlah *steam* yang beredar dalam sistem dengan jumlah *steam*/air yang dikeluarkan melalui mekanisme *blowdown*. Kandungan energi pada gas alam diestimasi berdasarkan komposisinya dan laju yang tercatat dalam sistem operasi. Penghematan energi (*energy saving*) dievaluasi dengan membandingkan konsumsi energi dari berbagai skema yang ditentukan. Evaluasi efisiensi *boiler* ini dilakukan dengan beberapa asumsi antara lain kehilangan *steam* dalam proses, kebocoran dan kehilangan energi ke lingkungan diabaikan

### 3. Hasil dan Pembahasan



**Gambar 2.** Pengaruh konsumsi listrik KDM pada *energy specific boiler* sebelum dilakukan inovasi optimasi *cycle* atau laju *blowdown*

Gambar 2 menunjukkan hubungan antara *energy specific boiler* yang digunakan untuk pembangkit *steam* dan konsumsi listrik dari PT. KDM. Pada Gambar 2 terlihat bahwa adanya suplai listrik dari PT. KDM tidak memengaruhi kebutuhan energi dari pembangkit *steam* pada *boiler*. Bahkan pada waktu tidak ada konsumsi listrik dari PT. KDM, besaran *energy specific boiler* tetap bertahan konstan pada kisaran 3,27 MMBTU/ton *steam*. Hal ini menunjukkan ketidakefisienan dalam operasi *boiler* karena seharusnya kebutuhan energi pembangkit *steam* untuk listrik akan berkurang dengan adanya suplai listrik dari eksternal, yaitu PT. KDM. Usaha memodifikasi operasi mutlak diperlukan untuk meningkatkan efisiensi energi pada pembangkit *steam* untuk kebutuhan listrik tersebut.

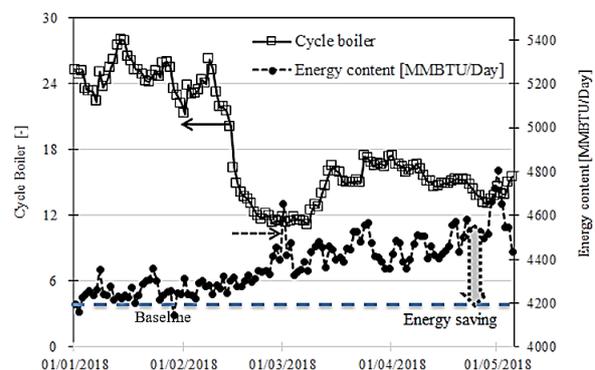


**Gambar 3.** Pengaruh *cycle BFW* pada kebutuhan *energy specific* dalam proses pembangkit *steam boiler*

Terdapat banyak faktor yang berpengaruh pada tingkat konsumsi energi pada operasi *boiler*, salah satunya kecepatan *blowdown* dan *cycle steam boiler*. Hal tersebut terlihat jelas pada Gambar 3. *Blowdown* merupakan prosedur pengeluaran sebagian BFW dari *boiler* untuk menjaga agar konsentrasi pengotor dalam batas yang ditentukan. *Cycle steam boiler* menunjukkan perbandingan jumlah *steam* yang dibangkitkan dengan

*blowdown*. Terlihat semakin tinggi laju *blowdown* atau semakin kecil *cycle steam boiler* maka besarnya *energy specific* akan naik karena adanya pembuangan BFW yang sudah panas dan siap menguap melalui mekanisme *blowdown*. Hal tersebut juga berlaku sebaliknya, peningkatan *cycle steam* akan menurunkan konsumsi energi *boiler*.

Pada peralatan *boiler* PT. KMI ini terlihat penurunan *cycle steam boiler* dari 24 menjadi 12 akan menyebabkan konsumsi energi di *boiler* meningkat dari kisaran 3,25 menjadi 3,30 MMBTU/ton *steam*. Secara umum, besarnya energi yang hilang pada proses *blowdown* berkisar antara 2-3% dari energi yang dibutuhkan oleh *boiler*. Dengan demikian pengaturan *cycle steam boiler* akan menentukan besarnya konsumsi energi untuk pembangkitan *steam* pada *boiler* yang ada.

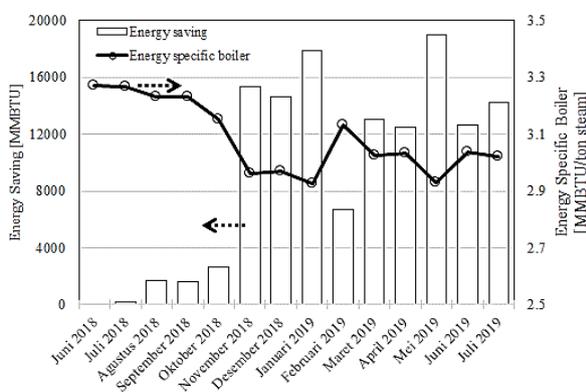


**Gambar 4.** Dampak perubahan *cycle steam* pada penghematan energi (*energy saving*) di operasi *steam boiler*

Gambar 4 menyajikan besarnya konsumsi energi *boiler* akibat perubahan *cycle steam boiler* yang dilakukan. Besaran konsumsi energi tersebut dihitung berdasarkan jumlah bahan bakar gas alam dan ditunjukkan oleh *flow meter* yang ada pada jalur umpan masuk *boiler*. Dengan mengetahui komposisi gas alam yang digunakan maka besaran konsumsi energi dapat diestimasi sebagaimana tersaji

pada Gambar 4. Data konsumsi energi ini akan memberikan informasi lebih detail mengenai jumlah energi yang dapat dihemat dari inovasi pengaturan *cycle steam* pada *boiler* ini. Berdasarkan pada hasil sebelumnya, penghematan energi akan dapat diperoleh dengan mengurangi laju *blowdown* atau peningkatan *cycle steam* yang ada. Terlihat dengan jelas Gambar 4 bahwa peningkatan *cycle steam* pada *boiler* PT. KMI dari kisaran 10 menjadi 24 akan memberikan penghematan energi sebesar 300 MMBTU/hari atau sekitar 7,14% dari kebutuhan energi mula-mula. Hal ini tentu akan meningkatkan efisiensi energi pada *boiler* dan juga keseluruhan pabrik secara signifikan. Secara umum, pada industri kimia berbasis gas alam, jumlah konsumsi energi pada *boiler* sekitar 10% dari total konsumsi keseluruhan pabrik (Barma dkk., 2017; Kim dkk., 2011).

pertengahan 2018. Adapun hasil dari konsumsi energi dan penghematan yang didapat tersaji pada Gambar 5. Optimasi *cycle steam* membuat konsumsi energi yang dinyatakan dalam *energy specific boiler* berhasil diturunkan pada kisaran 3,0 MMBTU/ton *steam*. Hal ini menghasilkan penghematan energi pada kisaran 8000-18000 MMBTU setiap bulannya. Fluktuasi tersebut merupakan hal yang wajar karena konsumsi listrik yang menyesuaikan kapasitas produksi PT. KMI sendiri akibat *supply and demand* dari produk yang dihasilkan. Berdasarkan data yang tersaji pada Gambar 5, penghematan pada kurun waktu Juli 2018 hingga Juli 2019 berkisar pada 131984 MMBTU. Apabila digunakan rerata *Gross Heating Value* (GHV) dari gas alam yang digunakan sebesar 1073,06 BTU/SCF maka program ini berhasil menghemat sumber daya gas alam sebesar 122,91 MMSCF pada kurun waktu tersebut.



**Gambar 5.** Hubungan antara konsumsi energi (*energy specific*) dengan penghematan energi (*energy saving*) setelah dilakukan inovasi optimasi *cycle* pada *boiler*

Sebagaimana hasil sebelumnya, konsumsi energi pada produksi *steam* di *boiler* untuk pembangkitan listrik dapat dikurangi dengan optimasi laju *blowdown* dan *cycle steam boiler*. Program peningkatan efisiensi energi tersebut mulai dijalankan PT. KMI pada

#### 4. Kesimpulan

Berdasarkan data *logbook* operasi pabrik yang ada, optimasi *cycle steam* pada *boiler* dapat meningkatkan efisiensi energi karena energi buangan melalui proses *blowdown* dapat dikurangi. Inovasi tersebut secara nyata dapat memberikan penghematan setara 300 MMBTU/hari atau sekitar 7,14% dari kebutuhan energi mula-mula melalui perubahan *cycle steam boiler* dari kisaran 10 menjadi 24. Dengan konfigurasi sistem yang ada, *energy specific boiler* berhasil diturunkan pada kisaran 3,0 MMBTU/ton *steam*. Berdasarkan tabulasi data, optimasi *cycle* ini dapat mengurangi pemakaian gas alam sebanyak 122,91 MMSCF pada kurun waktu Juli 2018 hingga Juli 2019.

## Daftar Pustaka

- Arunkumar, S., Prakash, R., Jeeva, N., Muthu, M., Nivas, B., 2014, Boiler blowdown heat recovery, *IOSR Journal of Mechanical and Civil Engineering (IOSRJMCE)*, 11, 83-85.
- Barma, M. C., Saidur, R., Rahman, S. M. A., Allouhi, A., Akash, B. A., Sait, S. M., 2017, A review on boilers energy use, energy savings, and emissions reductions, *Renewable and Sustainable Energy Rev.*, 79, 970-983.
- Blumberg, T., Morosuk, T., Tsatsaronis, G., 2017, Exergy-based evaluation of methanol production from natural gas with CO<sub>2</sub> utilization, *Energy*, 141, 2528-2539.
- Dong, Y., and Steinberg, M., 1997, Hynol—an economical process for methanol production from biomass and natural gas with reduced CO<sub>2</sub> emission, *Int. J. Hydrogen Energy*, 22(10-11), 971-977.
- Gupta, R. D., Ghai, S., Jain, A., 2011, Energy efficiency improvement strategies for industrial boilers: a case study, *Journal of Engineering and Technology*, 1(1), 52-56.
- Hasan, A., 2008, Efisiensi energi termal sistem boiler di industri, *Jurnal Energi dan Lingkungan (Enerlink)*, 4(2), 72-76
- Istanto, T., 2005, Sistem pemanfaatan panas terbuang pada proses blowdown di boiler, *Mekanika*, 3 (2), 25-30
- Kim, J., Henao, C. A., Johnson, T. A., Dedrick, D. E., Miller, J. E., Stechel, E. B., Maravelias, C. T., 2011, Methanol production from CO<sub>2</sub> using solar-thermal energy: process development and techno-economic analysis, *Energy Environ. Sci.*, 4(9), 3122-3132.
- Sunudas, T. and Prince, M. G., 2013, Optimization of boiler blowdown and blowdown heat recovery in textile sector, *Int. J. Eng. Res. Ind. Appl.*, 3, 35-38.
- Vandani, A. M. K., Bidi, M., Ahmadi, F., 2015, Exergy analysis and evolutionary optimization of boiler blowdown heat recovery in steam power plants, *Energy Convers. Manage.*, 106, 1-9.