

STUDI PENERAPAN *ENERGY SAVING PERFORMANCE CONTRACT* DALAM EFISIENSI ENERGI LISTRIK SEKTOR BANGUNAN GEDUNG DI INDONESIA

Femy Sanana Sanvia.

Prof. Dr. Ir. Iwa Garniwa, M.K., M.T.

Manajemen Ketenagalistrikan dan Energi, Departemen Teknik Elektro, Fakultas Teknik Universitas Indonesia,
Kampus UI, Depok 16424, Indonesia.
femysanana@gmail.com

Abstrak

Sektor bangunan gedung merupakan salah satu pengguna energi listrik terbesar. Sistem pada bangunan gedung yang menggunakan energi listrik terbesar, antara lain adalah sistem tata udara, sistem pencahayaan, dan sistem transportasi gedung. *Energy Saving Performance Contract* (ESPC) dapat menjadi salah satu alternatif dalam mendukung implementasi efisiensi energi pada sektor bangunan gedung hingga 10-30%. Studi ini menginvestigasi penerapan ESPC dalam retrofit perangkat sistem tata udara pada gedung, yaitu Chiller. Retrofit perangkat Chiller dapat menghasilkan efisiensi energi listrik sebesar 210 MWh/tahun atau mengurangi konsumsi energi listrik hingga 30% dengan investasi *payback period* 5 tahun. Studi ini dapat diperluas untuk mengembangkan penerapan ESPC di Indonesia.

Kata Kunci : Energy Saving Performance Contract, Retrofit, Efisiensi Energi

Abstract

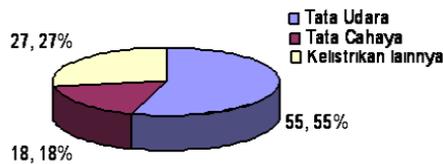
Building sector is one of the biggest electricity energy consumption. Building's system that used the biggest electrical energy consumption, are air conditioning systems, lighting systems, and building transportation systems. Energy Saving Performance Contract (ESPC) could be an alternative to support implementation of energy efficiency in the building sector up to 10-30%. This study investigates the application of ESPC in the retrofit of the air conditioning system in the building, Chiller. Chiller Retrofit can produce 210 MWh/year energy efficiency or reduce 30% electrical energy consumption with a 5-year payback period investment. This study can be broadened to develop application of ESPC in Indonesia.

Keywords: Energy Saving Performance Contract, Retrofit, Energy Efficiency

PENDAHULUAN

Energi sebagai kebutuhan utama manusia yang perlu dikelola agar penggunaannya dapat dilakukan secara efisien dan rasional. Mengingat sumber daya energi fosil, yaitu minyak bumi dan batu bara, yang memiliki jumlah cadangan terbatas dan bersifat tidak dapat diperbarui, maka diperlukan sumber alternatif energi lainnya serta langkah peningkatan kinerja penggunaan energi agar kebutuhan energi yang terus meningkat

dapat dipenuhi secara berkelanjutan. Sektor bangunan gedung merupakan salah satu pengguna energi listrik terbesar di Indonesia, selain sektor rumah tangga, transportasi dan industri. Penggunaan energi listrik pada sektor bangunan gedung untuk mengoperasikan utilitas bangunan gedung seperti Air Conditioning, lampu, penerangan, lift, pompa, dan peralatan listrik lainnya [2]. Klasifikasi penggunaan energi pada bangunan gedung ditunjukkan pada Gambar 1.



Gambar 1 Penggunaan energi listrik pada bangunan gedung

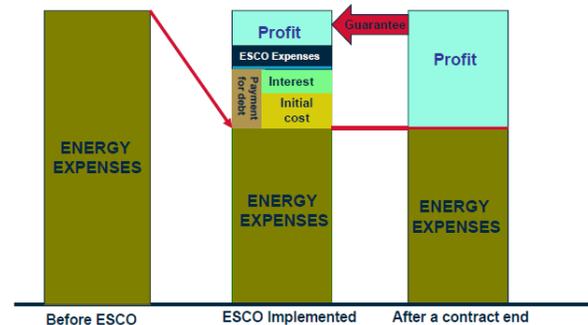
Pada Gambar 1 menunjukkan bahwa penggunaan energi signifikan adalah sistem tata udara (AC) dan sistem tata cahaya (lampu). Kedua sistem tersebut menjadi target area prioritas dalam pengelolaan energi bangunan gedung.

Pengelolaan energi yang dilakukan pada sektor bangunan gedung, yaitu penghematan energi, dapat menjadi salah satu upaya dalam menjaga cadangan sumber daya energi secara nasional. Secara umum prinsip penghematan energi pada bangunan gedung dilakukan melalui beberapa tahapan, yaitu perencanaan (desain), pengoperasian, pemeliharaan, dan pemantauan. Pada tahap perencanaan (pra konstruksi) mempertimbangkan dan menentukan kriteria perancangan seperti desain selubung bangunan dan utilitas bangunan gedung. Sedangkan pada tahap pengoperasian, penghematan energi bangunan gedung berkaitan dengan desain utilitas gedung seperti AC, pompa, lampu, dan sebagainya. Selain itu, dalam melaksanakan proses pengelolaan energi tersebut diperlukan manajemen energi yang bertujuan agar konservasi energi pada gedung dapat terlaksana dengan menekan jumlah biaya operasional energi gedung.

Berdasarkan pengalaman beberapa perusahaan, potensi penghematan energi 10-20% pada bangunan gedung tidak sulit untuk direalisasikan dengan melakukan perubahan dan perbaikan prosedur operasional dan pemeliharaan yang bersifat *best practice* [2]. Penghematan energi yang lebih besar hingga 30% dapat diperoleh dengan melakukan modifikasi dan optimasi peralatan energi, namun pelaksanaannya membutuhkan investasi dengan *payback period* 3-5 tahun.

Penerapan model bisnis *Energy Saving Performance Contract (ESPC)* dapat menjadi

salah satu alternatif dalam mendukung implementasi efisiensi energi pada sektor bangunan gedung sebesar 10-30% [1]. *ESPC* merupakan kontrak kinerja dalam melakukan usaha efisiensi energi yang dapat menjamin penghematan biaya energi. *ESPC* dilakukan oleh *Energy Saving Company (ESCO)*, yang berfungsi untuk mengkompensasi seluruh biaya dengan pengurangan biaya energi, menjamin pencapaian target penghematan energi dengan kontrak kinerja, memberi layanan komprehensif seperti audit energi dan rekomendasi hasil audit, perencanaan dan konstruksi peraltan hemat energi serta operasional dan pemeliharaan peralatan setelah konstruksi. Pada Gambar 2 menunjukkan sistem pembiayaan kompensasi untuk *ESCO*.



Gambar 2 Sistem pembiayaan kompensasi untuk *ESCO*

Model pelayanan pada *ESCO* terdiri dari 2 (dua) jenis, yaitu model *guaranteed saving* dan *shared saving*. Pada *guaranteed saving* *ESCO* memberikan jaminan penghematan dan yang melakukan investasi adalah pihak klien, sedangkan pada *shared saving* *ESCO* yang melakukan investasi dengan persentase lebih besar dibandingkan kliennya, sebagai contoh perbandingan investasi 70% oleh *ESCO* dan 30% sisanya oleh perusahaan.

Perkembangan bisnis *ESPC* dalam mendukung implementasi efisiensi energi di Indonesia masih sangat lambat dibandingkan beberapa negara lain di Asia, yaitu seperti Thailand, China, Singapura, Malaysia, dan India. Hal tersebut terjadi karena pemodelan bisnis *ESPC* di Indonesia masih sangat sedikit atau belum diketahui oleh pihak industri, bangunan

gedung dan Bank atau lembaga keuangan sebagai klien yang potensial. Rendahnya tingkat kepercayaan pihak klien sebagai pengguna jasa ESCO karena rendahnya informasi mengenai kompetensi dari ESCO. Sehingga diperlukan peningkatan jumlah institusi dan tenaga ahli pendukung pada ESCO dan pengadaan *demonstration project* pelaksanaan investasi efisiensi energi oleh ESCO yang dapat digunakan sebagai media sosialisasi kepada pihak industri dan bangunan gedung untuk melihat manfaat ESPC dalam investasi efisiensi energi.

Pada studi ini, penulis menginvestigasi penerapan pemodelan ESPC pada bangunan gedung kantor di Jakarta yang berencana melakukan retrofit perangkat sistem tata udara dalam melaksanakan efisiensi penggunaan energi listrik. Pemodelan perhitungan konsumsi energi dan pemodelan kompensasi biaya investasi dengan ESPC, tanpa menjelaskan mengenai tata cara pendanaan investasi dari lembaga keuangan atau bank.

METODOLOGI PENELITIAN

Di seluruh wilayah Jakarta berdiri banyak jenis bangunan gedung, yaitu berupa bangunan gedung perkantoran, komersil, pemerintahan dan sebagainya yang berkontribusi besar dalam konsumsi energi nasional dan berpotensi untuk dilakukan langkah efisiensi energi. Bangunan gedung yang digunakan pada studi ini berlokasi di Jakarta Pusat, yaitu Gedung Menara Multimedia. Gedung Menara Multimedia (MM) merupakan salah satu gedung kepemilikan PT. Graha Sarana Duta (Telkom Property) yang berfungsi sebagai gedung kantor. Gedung MM beroperasi sejak tahun 1985 dengan kisaran luas area tanah $\pm 3000 \text{ m}^2$ dan terdiri atas 22 lantai dan 1 *basement*.

Sistem tata udara yang mendukung performansi gedung MM adalah perangkat chiller. Mengingat periode waktu operasional gedung dan perangkat *Mechanical Electrical (ME)* yang sudah beroperasi lama sejak tahun 1985, dalam beberapa tahun belakangan pelayanan kinerja perangkat *ME* gedung mulai menurun, terutama untuk perangkat chiller. Hal

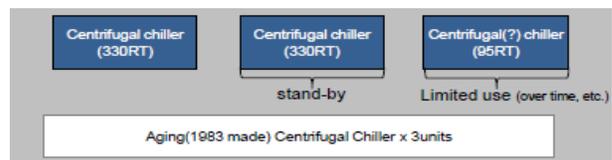
tersebut disebabkan oleh faktor usia pakai perangkat dan juga *spare part* (material perangkat) yang sudah tidak tersedia pada pasar Indonesia (diskontinu). Menurunnya performansi fungsi perangkat Chiller mempengaruhi tingkat kenyamanan penghuni gedung dan terutama pada pemakaian konsumsi energi listrik gedung yang sangat besar.

Sistem Chiller eksisting pada gedung MM terdiri atas 3 unit perangkat chiller tipe *Hermetic Centrifugal Water Chiller*, yaitu 2 buah Chiller kapasitas 330 TR dan 1 buah Chiller kapasitas 95 TR. TR atau Ton Refrigerasi merupakan satuan daya yang digunakan dalam menggambarkan kapasitas ekstraksi panas perangkat Chiller adalah. 1 TR bernilai sama dengan 12.000 BTU/jam atau 3,5 kW [5]. Spesifikasi perangkat Chiller dapat dilihat pada Tabel 1.

Tabel 1 Spesifikasi Perangkat Chiller Gedung MM

Perangkat	Spesifikasi Perangkat
Chiller	2 x 330 TR ; 1 x 100 RT
Chilled Water Pump	22 KW/30 HP, 1450 RPM, kapasitas 3x80m ³ /h
	5,5 KW/7,5 HP, 1450 RPM, kapasitas 2x50m ³ /h
Air Handling Unit	Double skin, <i>Centrifugal fan</i> dengan <i>forward curved</i>
Cooling Tower	Kapasitas 2 x 420 TR

Ketiga unit perangkat Chiller tersebut diproduksi pada tahun 1983. 1 unit Chiller 330 TR beroperasi secara normal, Chiller 330 TR lainnya beroperasi secara *stand-by*, dan Chiller 95 TR beroperasi pada waktu tertentu (waktu *overtime* penghuni gedung). Perangkat Chiller gedung MM beroperasi normal selama 10 jam dalam 1 hari dalam seminggu dengan waktu 5 hari aktif kerja. Pada Gambar 3 menunjukkan sistem tata udara eksisting gedung MM terdiri atas 3 unit perangkat Chiller.



Gambar 3 Sistem Tata Udara Eksisting Gedung MM

A. Konsumsi Energi Listrik Dari Perangkat Sistem Tata Udara Gedung

Konsumsi energi listrik perangkat Chiller dapat diketahui dengan nilai spek beban TR Chiller pada kondisi kerja maksimum yang dalam periode waktu tertentu. Kondisi kinerja beban penuh adalah kondisi dari desain yang sudah ditentukan. Nilai konsumsi energi listrik pada kondisi kerja Chiller beban penuh dapat dihitung dengan menggunakan persamaan (1)

$$W = P \times \Delta t \quad (1)$$

Dengan mengkonversi satuan Daya Listrik, yaitu kilo Watt menjadi TR (*Ton of Refrigeration*) maka persamaan (1) dapat dinyatakan menjadi persamaan (2)

$$W_{chilled\ water\ load} = TR_{cooling} \times \Delta t \quad (2)$$

Dimana $W_{chilled\ water\ load}$ merupakan energi yang dibutuhkan pada Chiller saat kondisi beban kerja penuh (TRh), $TR_{cooling}$ merupakan kapasitas beban maksimum chiller (TR), dan Δt merupakan jam operasional Chiller bekerja (hour/jam).

Rating efisiensi Chiller dengan kondisi kinerja beban penuh dinyatakan dalam bentuk Kw/TR atau disebut juga COP (*Coefficient of Performance*) atau EER (*Energy Efficiency Ratio*). COP merupakan koefisien unjuk kerja sistem refrigerasi kompresi uap yang dinyatakan dengan perbandingan daya pada mesin refrigerator terhadap daya input motor kompresor.

Nilai COP atau EER dapat dihitung dengan menggunakan persamaan (3)

$$COP = \frac{P_{refrigeration} (kW_{cooling})}{P_{motor} (kW_{input})} \quad \text{atau} \quad EER = \frac{Btu_{cooling}}{kW_{input}} \quad (3)$$

Untuk nilai prosentase efisiensi Chiller dinyatakan dengan perbandingan antara daya

input pada motor kompresor terhadap kapasitas Chiller pada kondisi kinerja beban penuh. Nilai efisiensi Chiller dapat dihitung menggunakan persamaan (4)

$$\text{Efisiensi Chiller} = \frac{P_{motor} (kW_{input})}{TR_{cooling}} \quad (4)$$

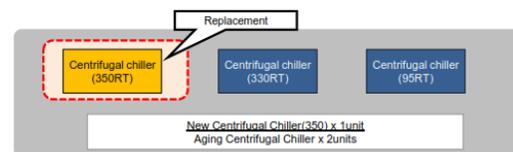
Konsumsi energi sistem Chiller dapat dihitung dengan mengalikan nilai konsumsi energi listrik dengan efisiensi sistem Chiller pada kondisi kinerja beban penuh, dinyatakan dengan persamaan (5)

$$W_{chiller\ system} = W_{chilled\ water\ load} \times \text{Efisiensi Chiller} \quad (5)$$

B. Pemodelan ESPC Retrofit Perangkat Chiller

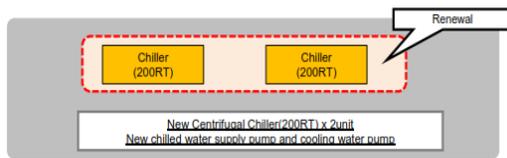
Dalam penelitian ini digunakan 2 (dua) jenis pemodelan ESPC untuk retrofit perangkat Chiller pada Gedung MM. Kedua pemodelan tersebut akan dibandingkan berdasarkan tingkat efisiensi energi listrik dan biaya investasi *payback period* masing-masing pemodelan.

Untuk pemodelan retrofit pertama, yaitu untuk 1 unit Centrifugal Chiller eksisting kapasitas 330 RT diganti dengan perangkat Centrifugal Chiller dengan efisiensi lebih tinggi, yaitu kapasitas 350 RT. Pada Gambar 4 menunjukkan diagram untuk pemodelan retrofit pertama.



Gambar 4 Pemodelan Retrofit Centrifugal Chiller Dengan Kapasitas 350 RT

Untuk pemodelan retrofit kedua, yaitu untuk seluruh unit Centrifugal Chiller eksisting (kapasitas 2 x 330 RT dan kapasitas 95 RT) menjadi instalasi baru Centrifugal Chiller dengan kapasitas lebih kecil, yaitu kapasitas 2 x 200 RT. Pada Gambar 5 menunjukkan diagram untuk pemodelan retrofit kedua.



Gambar 5 Pemodelan Retrofit Centrifugal Chiller Dengan Kapasitas 2 x 200 TR

Prasyarat untuk perhitungan yang digunakan dalam penelitian ini antara lain adalah tarif listrik yang digunakan merupakan data Tarif Dasar Listrik PLN, nilai biaya awal, nilai biaya konstruksi, dan nilai maintenance ditentukan, dan tingkat suku bunga ditentukan. Periode ESPC yang dilakukan adalah selama 5 tahun.

Untuk segi operasional, waktu jam operasional Chiller adalah 10 jam dalam satu hari, yaitu pukul 08.00 hingga 18.00.

C. Perhitungan Ekonomi

Perhitungan ekonomi pada pemodelan ESPC Retrofit perangkat Chiller meliputi beberapa hal sebagai berikut :

- Biaya awal untuk tindakan retrofit Chiller, yaitu biaya modal (*initial cost*) perangkat chiller baru
- Biaya konsumsi energi pada sistem eksisting, berdasarkan penilaian dari kondisi aktual operasional.
- Biaya operasional dan pemeliharaan (*Operating & Maintenance cost* atau *O&M cost*) untuk sistem eksisting dan sistem baru.
- Perkiraan biaya konsumsi energi tahunan untuk sistem baru.
- Perkiraan biaya efisiensi energi tahunan dan perbedaan biaya *O&M* untuk sistem eksisting dan sistem baru.

Hal penting yang perlu diperhitungkan pada pemodelan retrofit dengan ESPC adalah *payback period*. *Payback period* merupakan parameter yang menghitung seberapa cepat waktu yang diperlukan untuk mengembalikan suatu investasi. *Payback Period* dapat dihitung dengan membagi nilai investasi (*cost of investment*) dengan aliran

kas bersih yang masuk per tahun (*annual net cash flow*). Nilai *Payback Period* dapat dihitung dengan menggunakan persamaan (6)

$$\text{Payback Period} = \frac{\text{Investasi Awal}}{\text{Penerimaan periodik kas bersih}} \quad (6)$$

HASIL DAN PEMBAHASAN

Perhitungan efisiensi yang dihasilkan pemodelan retrofit Chiller pada Gedung MM ditunjukkan pada Tabel 2.

Tabel 2 Efisiensi dan Konsumsi Energi Listrik Pada Pemodelan Retrofit Chiller Gedung MM

Parameter	Sistem Eksisting	Retrofit Model 1	Retrofit Model 2
Kapasitas Chiller	330TR;	350TR;	2x200 TR
	330TR;	330TR;	
	95TR	95TR	
Efisiensi Sistem (kW/TR)	0,897	0,628	0,703
Konsumsi Energi (kWh/tahun)	710.424	497.376	556.776
Penghematan Energi (kWh/tahun)		213.048	153.648

Dengan menentukan periode kontrak ESPC selama 5 tahun dan perkiraan usia perangkat 20 tahun kerja. Asumsi biaya investasi dan biaya O&M berdasarkan harga dari supplier, kontraktor, dan *best practice* Indonesia.

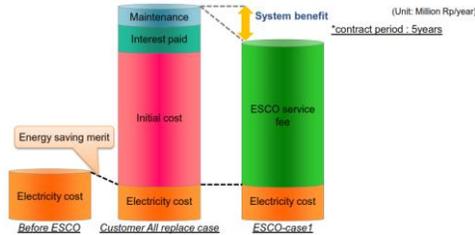
Komponen biaya dalam perhitungan ekonomi untuk retrofit model 1 ditunjukkan pada Tabel 3.

Tabel 3 Perkiraan Biaya Pada Retrofit dengan ESCO model 1

Komponen Biaya	Nilai Rupiah
<i>Biaya Modal</i>	
Perangkat 1 unit Chiller 350 TR	18.829.800
<i>Biaya O&M (periode ESPC 5 tahun)</i>	493.165.716
<i>Penghematan Energi per Tahun</i>	220.670.857

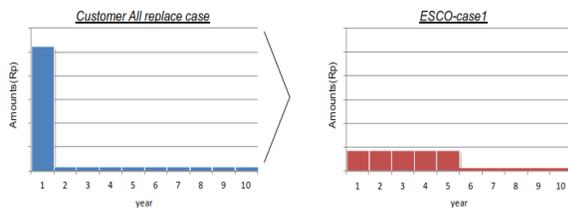
Pada gambar 6 menunjukkan perbandingan biaya untuk pemodelan retrofit dengan seluruh

biaya ditanggung oleh *owner* Gedung MM dan pemodelan retrofit 1 dengan ESPC.



Gambar 6 Perbandingan Komponen Biaya Retrofit Untuk Non ESCO dan ESCO model 1

Pada gambar 7 menunjukkan perbandingan nilai biaya yang dikeluarkan oleh *owner* Gedung pada pemodelan retrofit dengan seluruh biaya ditanggung oleh *owner* Gedung MM dan pemodelan retrofit 1 dengan ESPC untuk jangka waktu 10 tahun. Dimana dengan menggunakan pemodelan retrofit dengan ESCO, biaya yang dikeluarkan dapat dibagi rata selama periode kontrak dengan perhitungan *payback period* selama 5 tahun, selain itu *owner* mendapat benefit dari nilai penghematan energi yang diperoleh dengan retrofit perangkat Chiller.



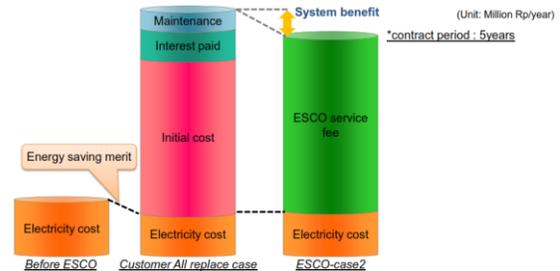
Gambar 7 Perbandingan Total Biaya Pemodelan Retrofit Non ESCO dan ESCO model 1 selama 10 tahun

Untuk komponen biaya dalam perhitungan ekonomi untuk retrofit model 2 ditunjukkan pada Tabel 4.

Tabel 4 Perkiraan Biaya Pada Retrofit dengan ESCO model 2

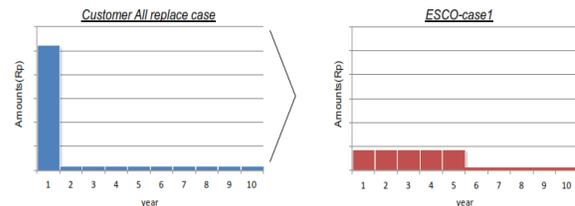
Komponen Biaya	Nilai Rupiah
<i>Biaya Modal</i> Perangkat 2 unit Chiller 200 TR	26.429.670
<i>Biaya O&M (periode ESPC 5 tahun)</i>	641.115.430
<i>Penghematan Energi per Tahun</i>	318.291.050

Pada gambar 8 menunjukkan perbandingan biaya untuk pemodelan retrofit dengan seluruh biaya ditanggung oleh *owner* Gedung MM dan pemodelan retrofit 2 dengan ESPC.



Gambar 8 Perbandingan Komponen Biaya Retrofit Untuk Non ESCO dan ESCO model 2

Pada gambar 9 menunjukkan perbandingan nilai biaya yang dikeluarkan oleh *owner* Gedung pada pemodelan retrofit dengan seluruh biaya ditanggung oleh *owner* Gedung MM dan pemodelan retrofit 2 dengan ESPC untuk jangka waktu 10 tahun.



Gambar 9 Perbandingan Total Biaya Pemodelan Retrofit Non ESCO dan ESCO model 1 selama 10 tahun

Berdasarkan kedua pemodelan retrofit Chiller dengan ESCO bahwa dapat diperoleh penghematan konsumsi energi listrik pada gedung MM rata-rata mencapai 210 MWh/tahun. Dan dengan menggunakan pemodelan ESPC dalam retrofit Chiller pada bangunan Gedung dapat memudahkan dari segi biaya investasi dengan menetapkan *payback period* yang telah ditentukan. Hal ini dapat menjadi salah satu langkah dalam upaya efisiensi energi listrik di Indonesia, khususnya pada pengguna beban listrik untuk golongan bisnis dan industri.

SIMPULAN DAN SARAN

Pada studi ini, aspek teknik dan ekonomi penerapan ESPC dalam retrofit perangkat Chiller

sudah terinvestigasi. Retrofit perangkat Chiller dapat mengurangi konsumsi energi pada bangunan gedung. Rata-rata efisiensi energi listrik yang dihasilkan adalah sebesar 210 MWh/tahun, berdasarkan dengan penggantian kapasitas TR dan efisiensi sistem pada Chiller. Retrofit Chiller pada bangunan gedung dapat mengurangi konsumsi energi listrik hingga 30%. Dengan menggunakan pemodelan ESPC, pembiayaan retrofit perangkat pada bangunan gedung dapat terencana dengan sistem *payback period* yang telah ditentukan. Efisiensi energi listrik yang diperoleh pada periode ESPC menjadi benefit untuk meringankan beban biaya investasi owner gedung. Studi ini dapat diperluas kembali untuk mengembangkan penerapan ESPC di Indonesia, terutama untuk menginvestigasi lebih lanjut sistem pembiayaan yang didukung pemerintah.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] Modul Manajemen Energi di Industri dan Gedung Kementerian ESDM
- [2] Manajemen & Konservasi Energi PT. Krakatau Steel, 2017
- [3] Hasan, Shalahudin, “Pelaksanaan Efisiensi Energi di Bangunan Gedung”, 2014
- [4] Wiranto Arismunandar, Heizo Saito, “Penyegaran Udara”, Jakarta, 1980
- [5] Modul Basic Chiller System, Daikin, 2017
- [6] I.B.K Sugirianta, I.A.D. Giriantari, I.N. Satya Kumara, “Analisa Keekonomian Tarif Listrik Pembangkit Listrik Tenaga Surya 1 MWP Bangli Dengan Metode *Life Cycle Cost*”, 2016