

USULAN PENETAPAN NILAI STANDAR DAN LABEL ENERGI UNTUK MESIN CUCI PAKAIAN SEKTOR RUMAH TANGGA

Recommendation of Values Determination of Energy's Standard and Label for Clothes Washing Machine in Household Sectors

Khalif Ahadi, Tri Anggono dan Dedi Suntoro

Puslitbangtek Ketenagalistrikan, Energi Baru, Terbarukan, dan Konservasi Energi
Jl. Ciledug Raya Kav. 109 Cipulir, Kebayoran Lama, Jakarta Selatan, DKI Jakarta, Indonesia
email: lifahadi@yahoo.com

Diterima: 31 Juli 2017, Direvisi: 21 Desember 2017, Disetujui: 22 Desember 2017

Abstrak

Mesin cuci merupakan salah satu peralatan rumah tangga yang mengkonsumsi energi listrik. Peralatan tersebut sudah umum digunakan di Indonesia terutama yang berada di kota besar. Mesin cuci merupakan salah satu peralatan yang direncanakan oleh pemerintah sebagai prioritas peralatan yang akan dimasukkan ke dalam program standarisasi dan/atau labelisasi energi. Pada tulisan ini akan dibahas pengujian kinerja pemakaian energi listrik pada mesin cuci rumah tangga dengan metoda yang sederhana, yaitu besarnya energi yang digunakan pada satu siklus dibagi dengan beban pencucian. Hal ini dilakukan agar jika nantinya akan diimplementasikan, pengujian ini akan mudah dilakukan oleh seluruh laboratorium uji yang ada di Indonesia dan tidak menimbulkan perbedaan persepsi. Disamping itu, metoda yang diusulkan ini juga mempertimbangkan faktor kebiasaan yang dilakukan konsumen di Indonesia dalam penggunaan mesin cuci dan disesuaikan dengan sampel uji yang didapat dari pasar. Hasil yang didapat berupa data awal yang bisa dijadikan rekomendasi untuk penerapan standar mutu hemat energi. Analisis dilakukan terhadap hasil pengujian laboratorium untuk dapat diketahui standar mutu hemat energi yang mungkin dapat diterapkan di Indonesia. Rekomendasi kriteria nilai efisiensi untuk jumlah bintang pada label hemat energi akan disajikan.

Kata kunci: standar kinerja energi minimum (SKEM), mesin cuci, peralatan rumah tangga, konservasi energi, label hemat energi.

Abstract

Clothes washing machine is one of the household appliances that consumes electrical energy. The equipment is commonly used for households in Indonesia, especially those located in big cities. Washing machines are one of the household appliances planned by the government as the priority of equipment to be incorporated into the energy standardization and/or labeling program. In this paper, performance testing of electrical energy consumption in household washing machines with a simple method, which is the amount of energy used in one cycle divided by the washing load, will be discussed. This method is recommended so that if it is implemented, this test will be easy to be done by all test laboratories in Indonesia and does not cause differences in perception. In addition, the proposed method also considers the consumer's habitual factors in Indonesia in the use of washing machines and adapted to the test samples obtained from the market. The result of the test is a preliminary data that can be used as recommendations for the implementation of energy-efficient quality standards. From each sample there will be an analysis of the results of laboratory testing to know the energy-efficient quality standards that may be applied in Indonesia. The recommendation of efficiency value criteria for the number of stars on energy-saving labels will be presented.

Keywords: minimum energy performance standard (MEPS), clothes washing machine, home appliances, energy conservation, energy efficiency labeling.

1. PENDAHULUAN

Seiring dengan kemajuan jaman dan teknologi, energi listrik telah menjadi kebutuhan mendasar bagi setiap orang. Peningkatan pemakaian energi listrik akan berdampak pula terhadap sistem penyediaan energi listrik tersebut. Untuk dapat mengurangi atau meningkatkan optimalisasi pemakaiannya, diperlukan penerapan program konservasi energi.

Pencapaian konservasi energi tersebut harus didukung oleh semua sektor. Berdasarkan draft RIKEN 2011, Sektor Rumah Tangga dengan potensi penghematan 15-30% ditargetkan untuk melakukan penghematan energi sekitar 15%, namun diproyeksikan dapat mencapai 16% (DEN, 2014). Menurut Sutrisno (2014), konservasi energi dapat dilakukan melalui:

- Perilaku hemat energi.
- *System optimization*

- *Retrofitting desain.*
- Pemanfaatan teknologi baru yang lebih hemat energi.

Pada sektor rumah tangga, selain faktor perilaku hemat energi, potensi penghematan energi juga dapat dicapai dengan menerapkan Standar Kinerja Energi Minimum (SKEM) dan label energi. Program standar dan label (S & L) pada umumnya merupakan urutan pertama intervensi kebijakan untuk mengubah pasar penggunaan akhir tertentu. Program S & L mensertifikasi dan memberi peringkat teknologi sesuai efisiensi dan menghapus teknologi yang tidak efisien dari pasar, sehingga memperbaiki tingkat efisiensi (De la Rue du Can, dkk, 2014).

Label energi memberi informasi yang mudah dimengerti mengenai konsumsi energi suatu produk untuk memfasilitasi konsumen yang sadar akan energi untuk memilih produk (Rosenow, 2017). Sedangkan dengan memberlakukan SKEM, peralatan-peralatan rumah tangga dengan teknologi yang masih boros dalam mengkonsumsi energi listrik dapat dibatasi. Berdasarkan data statistik PLN (2016), pemakaian energi listrik pada sektor rumah tangga adalah sebesar 88.682,13 GWh atau sebesar 43,72% dari total energi listrik yang terjual oleh PLN sebesar 202.845,82 GWh. Pemakaian energi listrik tersebut lebih besar jika dibandingkan dengan sektor industri yaitu 64.079,39 GWh (sekitar 31,59%). Hal ini mengindikasikan pemakaian energi listrik saat ini masih dalam batas pemakaian yang bersifat konsumtif.

Mesin cuci merupakan salah satu peralatan rumah tangga yang sudah umum digunakan untuk rumah tangga di Indonesia terutama yang berada di kota-kota besar. Usia pakai mesin cuci di Indonesia sekitar 7 tahun yang salah satunya dipengaruhi oleh tingkat pendapatan (Cravioto dkk, 2017). Total pasar mesin cuci secara nasional pada tahun 2012 mencapai 2,8 juta unit (Prasetyo, 2012).

Pada tahun 2011, menurut Wakil Sekretaris Jenderal F-Gabel, Yeane Keet yang dikutip media online Industri (2011), mesin cuci dua tabung masih lebih besar penjualannya, akan tetapi, ada tren peningkatan penjualan tabung tunggal seiring peningkatan kalangan ekonomi menengah. Jenis mesin cuci pada sektor rumah tangga yang umum digunakan adalah mesin cuci 2 tabung bukaan atas, mesin cuci 1 tabung bukaan atas, dan mesin cuci 1 tabung bukaan depan. Mesin cuci direncanakan sebagai prioritas peralatan yang akan dimasukkan ke dalam program standarisasi dan/atau labelisasi energi. Program tersebut

dilakukan untuk membatasi produk dari dalam maupun luar negeri yang boros energi.

Pelaksanaan kegiatan ini bertujuan untuk melakukan pengujian kinerja pemakaian energi listrik pada mesin cuci rumah tangga. Hasil yang didapat berupa data awal yang bisa dijadikan rekomendasi untuk penerapan standar mutu hemat energi berupa SKEM dan/atau label tanda hemat energi. Selain itu, penerapan standar dan kebijakan dari negara lain juga dievaluasi dan dibahas sebagai bahan masukan untuk dapat diterapkan di Indonesia. Dari setiap sampel yang ada akan dilakukan analisis terhadap hasil pengujian. Dengan mengembangkan suatu rumusan sederhana dalam menentukan indeks efisiensi energi untuk peralatan mesin cuci pakaian sektor rumah tangga, diharapkan akan didapat suatu acuan untuk penerapan SKEM dan/atau label hemat energi di Indonesia.

2. TINJAUAN PUSTAKA

Usulan standar mutu hemat energi dapat ditetapkan dengan menentukan indeks konsumsi energi (IKE). Indeks konsumsi energi yang digunakan di setiap negara/wilayah berbeda-beda. Mengacu pada situs Energystar (2015), di Amerika Serikat, untuk program Energy Star, indeks konsumsi energi dikenal dengan istilah *Modified Energy Factor* (MEF) untuk mesin cuci komersial dan *Integrated Modified Energy Factor* (IMEF) untuk mesin cuci pada rumah tangga dimana keduanya mempunyai satuan $\text{ft}^3/\text{kWh}/\text{siklus}$. Kebijakan efisiensi energi di Uni Eropa menggunakan *EU Energy Efficiency Directive* yang disusun oleh *European Commission* (Rosenow, 2017).

Untuk indeks konsumsi energinya dikenal dengan istilah *Energy Efficiency Index* (EEI) yang dihitung berdasarkan nilai konsumsi energi tahunan dibagi dengan nilai standar yang ditetapkan dengan satuan kWh/siklus (*European Commission*, 2010; CLASP, 2013a). Di China telah dikembangkan skema kebijakan yang komprehensif untuk efisiensi peralatan, namun efektivitas standar peralatan tidak dinilai secara komprehensif karena kurangnya metode penilaian dan data pasar.

Pada tahun 2012, *Collaborative Labeling and Appliance Standards Program* (CLASP) memprakarsai studi untuk mengidentifikasi peluang penghematan energi melalui efisiensi peralatan (Zeng, dkk., 2014). Sehingga saat ini, di China diberlakukan *Energy Efficiency Standard* (EES) yang menetapkan lima tingkat efisiensi energi atau EET (*Energy Efficiency Tiers*), dimana tingkat 1 adalah yang paling efisien

(Zhan dkk., 2011) dan mencapai lebih dari 40% produk mesin cuci pada tingkat ini (Zeng, dkk., 2014). Satuan yang digunakan adalah kWh/kg untuk setiap siklus pencucian (Li dkk., 2016a; CLASP, 2013b).

Untuk wilayah Hongkong, digunakan nilai konsumsi energi spesifik E_{sp} (kWh/kg/siklus) yang dihitung dengan mengalikan nilai rata-rata konsumsi energi per siklus E_{av} (kWh/kg/siklus) dengan suatu nilai indeks (I_e , %) yang ditetapkan (*Energy Efficiency Office*, 2014). Di Uni Emirat Arab, klasifikasi efisiensi energi dari mesin cuci rumah tangga harus ditentukan sesuai *Energy Efficiency Ratio* (EER) dengan satuan Wh/kg (ESMA, 2013). Sedangkan di India, tingkatan efisiensi energi ditentukan oleh BEE (*Bureau of Energy Efficiency*) dengan satuan tingkat konsumsi energi kWh/kg (Gupta, 2012).

Penentuan kinerja dan indeks konsumsi energi listrik di berbagai negara/wilayah tersebut menggunakan berbagai metode. Demikian pula dengan penentuan asumsi waktu penggunaan per tahun. Sebagai contoh, penggunaan mesin cuci pada rumah tangga di Amerika Serikat rata-rata mencapai 392 siklus per tahun dengan konsumsi energi 110 kWh/tahun. Konsumsi energi listrik tersebut di luar penggunaan energi untuk pemanas air dan pengering (DOE, 2012). Sekitar 76% rumah tangga di Inggris memiliki mesin cuci (Jones, 2016) dan penggunaannya sekitar 165 siklus per tahun (Bressanellia dkk, 2017).

Di Belgia, penggunaan mesin cuci mencapai 4 kali pencucian per minggu dimana dalam setahun digunakan selama 48 minggu (Sibelga, 2016). Sedangkan di Jerman sekitar 160 siklus per tahun, Perancis sekitar 165 siklus per tahun dan Itali sekitar 170 siklus per tahun (Bressanellia dkk., 2017). Berdasarkan kajian dari *Energy Efficient Strategies Australia* (1999) untuk APEC, di Australia, pengujian untuk tujuan peraturan, mesin cuci diprogram dengan beban katun campuran, mencuci hangat dan bilas dingin. Konsumsi energi per tahun dihitung untuk pemakaian selama 365 siklus/tahun.

Secara umum di Eropa, Index Efisiensi Energi (EEI) dihitung dan dibulatkan menjadi satu angka di belakang koma (1 desimal) dengan persamaan (*European Commission*, 2010):

$$EEI = \frac{AEc}{SAEc} \times 100 \quad (1)$$

dimana,

AEc = konsumsi energi tahunan dengan total jumlah siklus mencuci per tahun sebanyak 220 siklus

$SAEc$ = standar konsumsi energi tahunan dalam satuan kWh/tahun dihitung dengan persamaan:

$$SAEc = 47 C + 51,7 \quad (2)$$

dimana C adalah kapasitas mesin cuci dengan program untuk bahan katun pada temperatur 40°C pada beban setengah penuh atau 60°C pada beban penuh, dipilih yang nilainya lebih kecil.

Standar efisiensi energi (EES) untuk mesin cuci di Tiongkok menggunakan indikator efisiensi energi dengan persamaan (Li dkk, 2016b):

$$EES = \frac{I_e(E + 2E_2)}{2m} \quad (3)$$

dimana,

- I_e = faktor koreksi (0,85 untuk tipe drum dan 0,75 untuk tipe impeller otomatis)
- E = total konsumsi energi selama 1 siklus dengan beban penuh (kWh),
- E_2 = total konsumsi energi selama 1 siklus dengan beban setengah penuh (kWh)
- m = kapasitas mesin cuci (kg)

Di Uni Emirat Arab, konsumsi energi terukur harus dicantumkan pada label energi setelah dihitung dengan konsumsi energi tahunan berdasarkan 260 siklus pencucian per tahun dan 160 siklus pengeringan per tahun. Jika mesin cuci dikombinasikan dengan pengering *built-in* dengan cara pemanasan, konsumsi energi untuk pengeringan juga harus diukur. Klasifikasi efisiensi energi dari mesin cuci rumah tangga harus ditentukan sesuai dengan Rasio Efisiensi Energi (EER) dengan persamaan (ESMA, 2013):

$$EER = \frac{E}{CR} \quad (4)$$

dimana,

- CR = kapasitas pengenal (kg).
- E = rata-rata konsumsi energi untuk 2 unit untuk rata-rata 3 siklus setiap unit

Sedangkan di Meksiko, berdasarkan kajian dari *Energy Efficient Strategies Australia* (1999) untuk APEC, penentuan konsumsi energi per tahun diukur pada mode mencuci dingin dan dihitung untuk 416 siklus/tahun. Program yang digunakan untuk pelabelan energi dan MEPS adalah yang paling menguntungkan dalam hal

konsumsi energi, tingkat air pada posisi maksimum. Mode program untuk mesin cuci semi-otomatis dan manual didefinisikan dalam standar. Beban yang digunakan sebanyak 75% dari kapasitas yang dinyatakan pabrik. Tidak menggunakan deterjen dan kinerja pencucian tidak dinilai.

3. METODE PENELITIAN

Dari beberapa kasus tersebut, terlihat bahwa untuk penetapan indeks konsumsi energi dari berbagai negara berbeda-beda. Namun pada dasarnya, parameter pengukuran yang diambil adalah besarnya energi dan beban pencucian. Sedangkan lamanya waktu untuk perhitungan IKE pada tiap negara tersebut berbeda-beda dengan menetapkan koefisien dan asumsi penggunaan dalam satu tahun.

Pada kegiatan ini akan dicoba pengujian dengan metode yang sederhana yaitu besarnya energi yang digunakan pada satu siklus dibagi dengan beban pencucian. Hal ini merupakan penyederhanaan dari metoda yang dilakukan di Eropa, Tiongkok dan Uni Emirat Arab agar jika nantinya akan diimplementasikan, pengujian ini akan mudah dilakukan oleh seluruh laboratorium uji yang ada di Indonesia dan tidak menimbulkan perbedaan persepsi. Disamping itu, metode yang diusulkan juga mempertimbangkan faktor kebiasaan yang dilakukan konsumen di Indonesia dalam penggunaan mesin cuci dan disesuaikan dengan sampel uji yang didapat.

Pengujian dilakukan terhadap mesin cuci berbagai model dan merk dengan kapasitas pengenal 5-8 kg yang terdiri dari 15 mesin cuci 2 tabung bukaan atas (*twin tub*), 10 mesin cuci 1 tabung bukaan atas (*top loading/impeller*), dan 10 mesin cuci bukaan depan (*front loading/drum*) yang didapat dari pasar yang berada di wilayah DKI Jakarta dan sekitarnya. Pengambilan sampel uji mesin cuci rumah tangga yang beredar berdasarkan kapasitas dan model/tipe. Masing-masing model hanya diwakili oleh 1 sampel uji.

Metoda yang digunakan dalam pengujian ini adalah sebagai berikut:

- Untuk mesin cuci 2 tabung, pengukuran konsumsi energi dilakukan saat pencucian dan pengeringan (*spinning*) sebagaimana yang biasa dilakukan oleh para konsumen pada sektor rumah tangga. Jika kapasitas volume kontainer pengeringan lebih kecil sehingga beban kain tidak dapat sekaligus dikeringkan, maka pengukuran konsumsi energi dijumlahkan.
- Untuk mesin cuci 1 tabung bukaan atas, sesuai dengan fasilitas yang ada pada mesin

cuci tersebut, pengukuran konsumsi energi dilakukan saat perendaman (*rinse*), pencucian dan pengeringan (*spinning*).

- Untuk mesin cuci 1 tabung bukaan depan, pengukuran konsumsi energi dilakukan saat perendaman (*rinse*), pencucian dan pengeringan (*spinning*). Mesin cuci 1 tabung bukaan depan tersebut dilengkapi dengan pemanas, sehingga konsumsi energi yang diukur juga termasuk penggunaan pemanas yang diatur pada temperatur maksimum.
- Berat beban kain untuk pengujian ini disesuaikan dengan kapasitas pengenal maksimum masing-masing mesin cuci dalam satuan kilo gram.
- Untuk perhitungan IKE, penggunaan mesin cuci diasumsikan sebanyak 365 siklus per tahun, sehingga satuan yang digunakan untuk IKE adalah kWh/kg/tahun.
- Tingkat kebersihan pencucian dan konsumsi air pada pengujian ini tidak diukur.
- *Setting* mode program untuk 'bahan' pada mesin cuci otomatis (jenis 1 tabung) disesuaikan dengan bahan beban kain yaitu katun atau sejenis. Ketentuan beban kain yang digunakan mengacu pada SNI IEC 60456:2009, Mesin cuci pakaian untuk penggunaan rumah tangga - Metode pengukuran kinerja. Begitu juga dengan jumlah deterjen dan pengotor simulasi yang digunakan pada beban kain.
- *Setting* mode program untuk 'waktu pencucian' pada mesin cuci otomatis digunakan waktu maksimum. Sedangkan untuk mesin cuci manual (jenis 2 tabung), *knob timer* di-set untuk waktu maksimal pencucian tanpa perendaman.
- Pengisian air pada mesin cuci otomatis di-set pada level maksimum, sedangkan untuk mesin cuci manual digunakan 50 liter air atau batas maksimum. Air yang dimasukkan bertemperatur kamar, sekitar 25°C.
- Pengukuran konsumsi energi dilakukan menggunakan *power meter* sebanyak 3 kali dan diambil rata-ratanya. Tegangan kerja yang diberikan adalah 220 V menyesuaikan kondisi tegangan Sektor Rumah Tangga di Indonesia. Jika tegangan pengenal pada *name plate* sampel ternyata di bawah nilai tersebut, maka sampel tidak diuji dan disarankan untuk tidak beredar di Indonesia.

4. HASIL DAN PEMBAHASAN

Dari hasil pengujian mesin cuci untuk jenis mesin cuci 2 tabung, didapatkan data pengukuran konsumsi energi per siklus pada beban maksimum sesuai kapasitas masing-masing

mesin cuci yang diuji. Nilai tersebut dikalikan dengan 365 sebagai asumsi banyaknya siklus pemakaian dalam satu tahun sehingga didapatkan nilai konsumsi energi per tahun. IKE dengan satuan kWh/kg/tahun dihitung dengan membagi nilai konsumsi energi per tahun dengan kapasitas beban. Hasilnya dapat dilihat pada Tabel 1.

Dari hasil pengukuran dan perhitungan tersebut, didapatkan nilai rata-rata pemakaian energi untuk pencucian dan pengeringan dari seluruh sampel mesin cuci 2 tabung yang diuji adalah 71,38 Wh/siklus. Rata-rata IKE berdasarkan beban sesuai kapasitas pengenalan per tahun untuk mesin cuci 2 tabung yang diuji sebesar 3,76, nilai tengah sebesar 3,78, nilai maksimum 5,33, nilai minimum 2,51, dan standar deviasi 0,687.

Tabel 1 Hasil pengukuran konsumsi energi dan perhitungan IKE pada mesin cuci 2 tabung.

No. Sampel	Daya Pengenal (watt)	Kapasitas Beban Pengenal (kg)	Konsumsi Energi per siklus (Wh)	Konsumsi Energi per tahun (kWh)	Indeks Konsumsi Energi (kWh/kg/siklus)	Indeks Konsumsi Energi (kWh/kg/tahun)
1	320	8	67,70	24,71	0,0085	3,09
2	370	7	67,42	24,61	0,0096	3,52
3	380	8	80,47	29,37	0,0101	3,67
4	220	5	61,15	22,32	0,0122	4,46
5	300	7	65,27	23,82	0,0093	3,40
6	330	8	92,98	33,94	0,0116	4,24
7	320	6	53,38	19,48	0,0089	3,25
8	350	7,8	81,54	29,76	0,0105	3,82
9	330	7	102,21	37,31	0,0146	5,33
10	265	7	84,79	30,95	0,0121	4,42
11	320	6,5	69,32	25,30	0,0107	3,89
12	250	7	48,14	17,57	0,0069	2,51
13	340	7	59,04	21,55	0,0084	3,08
14	350	7	72,48	26,46	0,0104	3,78
15	285	6,1	64,87	23,68	0,0106	3,88

Untuk jenis mesin cuci 1 tabung bukaan atas didapatkan data yang dapat dilihat pada Tabel 2. Dari hasil pengukuran dan perhitungan tersebut, didapatkan nilai rata-rata pemakaian energi setiap siklus untuk seluruh sampel mesin cuci 1 tabung bukaan atas adalah 95,98

Wh/siklus. Rata-rata IKE berdasarkan beban kapasitas pengenalan per tahun untuk mesin cuci 1 tabung bukaan atas yang diuji sebesar 5,21 kWh/kg/tahun, nilai tengah sebesar 4,87, nilai maksimum 8,17, nilai minimum 2,89, dan standar deviasi sebesar 1,401.

Tabel 2 Hasil pengukuran konsumsi energi dan perhitungan IKE pada mesin cuci 1 tabung bukaan atas.

No. Sampel	Daya Pengenal (watt)	Kapasitas Beban Pengenal (kg)	Konsumsi Energi per siklus (Wh)	Konsumsi Energi per tahun (kWh)	Indeks Konsumsi Energi (kWh/kg/siklus)	Indeks Konsumsi Energi (kWh/kg/tahun)
1	330	7	156,70	57,20	0,0224	8,17
2	420	7	117,62	42,93	0,0168	6,13
3	380	7	96,43	35,20	0,0138	5,03
4	480	7,5	59,29	21,64	0,0079	2,89
5	420	8	118,50	43,25	0,0148	5,41
6	340	5	60,71	22,16	0,0121	4,43
7	400	6,2	75,74	27,65	0,0122	4,46
8	325	6,5	83,96	30,65	0,0129	4,71
9	330	6	101,07	36,89	0,0168	6,15
10	520	7	89,78	32,77	0,0128	4,68

Sedangkan hasil pengujian untuk jenis mesin cuci 1 tabung bukaan depan dapat dilihat pada Tabel 3. Pengukuran konsumsi energi dilakukan saat perendaman (*rinse*), pencucian dan pengeringan (*spinning*). Mesin cuci 1 tabung bukaan depan tersebut dilengkapi dengan pemanas, sehingga konsumsi energi yang diukur juga termasuk penggunaan sistem pemanas yang diatur pada temperatur maksimum. Hal ini dilakukan untuk melihat konsumsi energi maksimum yang mungkin digunakan oleh

konsumen. Namun demikian terdapat 2 sampel yang sistem pemanasnya tidak berfungsi, sehingga tidak diperoleh datanya. Dari data tersebut, didapatkan nilai rata-rata pemakaian energi setiap siklus untuk seluruh sampel mesin cuci 1 tabung bukaan depan yang diuji adalah 1673,01 Wh/siklus. Nilai rata-rata IKE untuk mesin cuci 1 tabung bukaan depan yang diuji sebesar 89,93, nilai tengah sebesar 84,15, nilai maksimum 126,20, nilai minimum 69,14, dan standar deviasi sebesar 18,499.

Tabel 3 Hasil pengukuran konsumsi energi dan perhitungan IKE pada mesin cuci 1 tabung bukaan depan.

No. Sampel	Daya Pengenal (watt)	Kapasitas Beban Pengenal (kg)	Konsumsi Energi per siklus (Wh)	Konsumsi Energi per tahun (kWh)	Indeks Konsumsi Energi (kWh/kg/siklus)	Indeks Konsumsi Energi (kWh/kg/tahun)
1	2000	7	1476,10	538,78	0,2109	76,97
2	230/2000	7	1497,80	546,70	0,2140	78,10
4	2000	8	2766,09	1009,62	0,3458	126,20
5	2200-2400	7	1667,60	608,67	0,2382	86,95
6	2000-2400	6,5	1231,20	449,39	0,1894	69,14
7	2100	5	1434,80	523,70	0,2870	104,74
9	2000-2400	7,5	1973,40	720,29	0,2631	96,04
10	1600	6	1337,10	488,04	0,2229	81,34

SKEM merupakan batas nilai dimana produk masih boleh beredar. Penentuan SKEM diusulkan untuk menggunakan nilai IKE terbesar dari tiap jenis mesin cuci. Dengan menentukan batas SKEM pada nilai IKE terbesar, maka pada tahap awal pemberlakuan regulasi tersebut, seluruh produk yang ada saat ini masih boleh beredar. Hal ini akan mengurangi resistansi dari para produsen terhadap kebijakan baru tersebut.

Tabel 4 Usulan nilai batas SKEM dan label untuk mesin cuci 2 tabung.

SKEM	5,33
1 Bintang	$5,33 \geq \text{IKE} > 3,89$
2 Bintang	$3,89 \geq \text{IKE} > 3,78$
3 Bintang	$3,78 \geq \text{IKE} > 3,43$
4 Bintang	$\text{IKE} \leq 3,43$

Untuk penetapan tanda bintang pada label, dapat ditentukan misalnya dengan menggunakan *percentile* dari populasi sampel yang diuji. Label dengan 4 bintang merupakan produk paling efisien, dapat ditentukan pada batas 30% nilai IKE terkecil dari populasi sampel. Label dengan 3 bintang pada batas antara 50% hingga 30%, label dengan 2 bintang pada batas antara 70% hingga 50%, dan label dengan 1 bintang pada batas 70% nilai IKE dari populasi sampel yang diuji.

Tabel 5 Usulan batas SKEM dan label untuk mesin cuci 1 tabung bukaan atas.

SKEM	8,17
1 Bintang	$8,17 \geq \text{IKE} > 5,62$
2 Bintang	$5,62 \geq \text{IKE} > 4,87$
3 Bintang	$4,87 \geq \text{IKE} > 4,61$
4 Bintang	$\text{IKE} \leq 4,61$

Dengan usulan ketentuan tersebut, maka didapatkan nilai batas SKEM dan label untuk mesin cuci 2 tabung sebagaimana yang tampak pada Tabel 4, untuk mesin cuci 1 tabung bukaan atas ditunjukkan pada Tabel 5, dan untuk mesin cuci 1 tabung bukaan depan pada Tabel 6.

Tabel 6. Usulan batas SKEM dan label untuk mesin cuci 1 tabung bukaan depan

SKEM	126,2
1 Bintang	$126,2 \geq \text{IKE} > 95,13$
2 Bintang	$95,13 \geq \text{IKE} > 84,15$
3 Bintang	$84,15 \geq \text{IKE} > 78,42$
4 Bintang	$\text{IKE} \leq 78,42$

Tentunya batas nilai *percentile* untuk menentukan nilai kriteria tersebut masih dapat diubah dengan mempertimbangkan, misalnya, nilai efisiensi yang lebih baik atau pengaruh terhadap kesiapan industri lokal. Pada implementasi SKEM dan label hemat energi, batasan-batasan nilai IKE tersebut dapat lebih diperketat dari waktu ke waktu agar produk yang

beredar dapat lebih efisien. Hal tersebut diharapkan akan memacu produsen untuk berlomba meningkatkan efisiensi produknya, misalnya, menggunakan sistem pemanas yang lebih efisien, menggunakan motor penggerak yang lebih baik, atau mengurangi waktu pencucian per siklus tanpa mengurangi kualitas hasil pencucian.

5. KESIMPULAN

Berdasarkan hasil pengukuran besarnya energi listrik yang digunakan untuk satu siklus pencucian, didapatkan nilai rata-rata pemakaian energi setiap siklus untuk mesin cuci 2 tabung sebesar 71,38 Wh/siklus, untuk mesin cuci 1 tabung bukaan atas sebesar 95,98 Wh/siklus, dan untuk mesin cuci 1 tabung bukaan depan sebesar 1673,01 Wh/siklus. Sedangkan hasil perhitungan IKE rata-rata dengan 365 siklus per tahun untuk jenis mesin cuci 2 tabung adalah 3,76 kWh/kg/tahun, untuk jenis mesin cuci 1 tabung bukaan atas adalah 5,21 kWh/kg/tahun, dan untuk jenis mesin cuci 1 tabung bukaan depan adalah 89,93 kWh/kg/tahun.

Untuk penetapan klasifikasi pada program labelisasi pada mesin cuci 2 tabung, dapat ditentukan dengan kriteria IKE (kWh/kg/tahun):

- 1 bintang: $5,33 \geq \text{IKE} > 3,89$
- 2 bintang: $3,89 \geq \text{IKE} > 3,78$
- 3 bintang: $3,78 \geq \text{IKE} > 3,43$
- 4 bintang: $\text{IKE} \leq 3,43$

Untuk klasifikasi pada program labelisasi pada mesin cuci 1 tabung bukaan atas, dapat ditentukan dengan kriteria IKE (kWh/kg/tahun):

- 1 bintang: $8,17 \geq \text{IKE} > 5,62$
- 2 bintang: $5,62 \geq \text{IKE} > 4,87$
- 3 bintang: $4,87 \geq \text{IKE} > 4,61$
- 4 bintang: $\text{IKE} \leq 4,61$

Untuk klasifikasi pada program labelisasi pada mesin cuci 1 tabung bukaan depan, dapat ditentukan dengan kriteria IKE (kWh/kg/tahun):

- 1 bintang: $126,2 \geq \text{IKE} > 95,13$
- 2 bintang: $95,13 \geq \text{IKE} > 84,15$
- 3 bintang: $84,15 \geq \text{IKE} > 78,42$
- 4 bintang: $\text{IKE} \leq 78,42$

Perlu adanya konsensus dari para pemangku kepentingan (pemerintah, asosiasi produsen, laboratorium uji, dan lain-lain) untuk melakukan validasi metoda uji dan penetapan nilai SKEM maupun label hemat energi.

UCAPAN TERIMA KASIH

Penulis mengucapkan terima kasih yang sebesar-besarnya kepada Kepala P3TKEBTKE yang telah memberikan kesempatan kepada kami untuk melakukan kegiatan penelitian ini. Selain itu juga ucapan terima kasih ditujukan kepada Kepala Bidang Sarana Penelitian beserta jajarannya yang telah membantu dalam hal penyediaan peralatan pendukung pengujian.

DAFTAR PUSTAKA

- Bressanellia, G., Marco Perona, Nicola Saccani, 2017. *Reshaping the washing machine industry through circular economy and product-service system business models*, The 9th CIRP IPSS Conference: Circular Perspectives on Product/Service-Systems, Procedia CIRP 64 p. 43-48. Elsevier B.V.
- CLASP, 2013a. Estimating potential additional energy savings from upcoming revisions to existing regulations under the ecodesign and energy labelling directives: a contribution to the evidence base. Retrieved December 29, 2016 from <http://clasp.ngo/Resources/Resources/PublicationLibrary/2013/CLASP-and-ecodeesign-Point-To-Additional-Savings-from-Ecodesign-and-Energy-Labeling>
- CLASP, 2013b. Appliance Energy Efficiency Opportunities: China 2013. Washington DC. Retrieved December 29, 2016 from <http://clasp.ngo/Resources/Resources/PublicationLibrary/2013/Appliance-Energy-Efficiency-Opportunities-China-2013>
- Cravioto, J., Reika Yasunaga, Eiji Yamasue, 2017. *Comparative analysis of average time of use of home appliances*, The 24th CIRP Conference on Life Cycle Engineering, Procedia CIRP 61 p. 657-662. Elsevier B.V.
- De la Rue du Can, S., Greg Leventis, Amol Phadke, Anand Gopal, 2014. *Design of incentive programs for accelerating penetration of energy-efficient appliances*, Energy Policy 72, p 56–66, Elsevier Ltd.
- DEN, 2014. *Outlook Energi Indonesia 2014*, Jakarta: Dewan Energi Nasional Republik Indonesia.
- DOE, 2012. Operating Characteristics of Electric Appliances in the Residential Sector, *Building Energy Data Book*, US Department of Energy. Retrieved December 6, 2016 from <http://buildingsdatabook.eren.doe.gov/TabView.aspx?table=2.1.16>

- Energy Efficiency Office, 2014. *Proposal on Review of the Grading Standard under the Mandatory Energy Efficiency Labelling Scheme*, Electrical and Mechanical Services Department. Kowloon, Hongkong
- Energy Efficient Strategies Australia, 1999. *Review of Energy Efficiency Test Standards and Regulations in APEC Member Economies*. Technical Annexes A-G, APEC Energy Working Group. Singapore: APEC Secretariat.
- Energystar, 2015. *Clothes Washers Key Product Criteria*. Retrieved December 6, 2016 from https://www.energystar.gov/products/appliances/clothes_washers/key_product_criteria
- ESMA, 2013. *Labeling – Energy efficiency label for electrical appliances Part 2: Washing Machines and Dryers, UAE.S 5010-2:2013*, Emirates Authority for Standardization & Metrology: United Arab Emirates.
- European Commission, 2010. *Supplementing Directive 2010/30/EU of the European Parliament and of the Council with regard to energy labelling of household washing machines*, Commission Delegated Regulation (EU), Brussels.
- Gupta, Akshit, 2012. *Energy Analysis Project Report*, Indraprastha Institute of Information Technology Delhi.
- Industri, 2011. *Omzet elektronik selama kuartal II Rp.6,2 triliun*. 20 Juli 2011. [Electronic turnover during the second quarter was Rp.6.2 trillion]. Retrieved December 29, 2016 from <http://industri.bisnis.com/read/20110720/12/42938/javascript>
- Jones, Rory V., Kevin J. Lomas, 2016. *Determinants of high electrical energy demand in UK homes: Appliance ownership and use*, Energy and Buildings 117 p. 71–82. Elsevier B.V.
- Li, Jayond., Steven Zeng, Hu Bo, Zheng Tan., 2016a. *Market Analysis of China Energy Efficient Products (MACEEP) version 1.1*, February 2016, CLASP and Top10. Retrieved December 29, 2016 from <http://clasp.ngo/Resources/Resources/PublicationLibrary/2013/Market-Analysis-China-Energy-Efficient-Products>.
- Li, Jayond., Yang Yu, Steven Zeng, 2016b. *2014 Market Analysis of China Energy Efficient Products (MACEEP)*, CLASP.
- Masjuki, H.H, T.M.I. Mahlia, I.A. Choudhury, R. Saidur, 2000. *Chapter 573 – Potential Electricity Savings by Implementing Energy Efficiency Standards for Household Electrical Appliances in Malaysia*, Renewables: The Energy for the 21st Century World Renewable Energy Congress VI 1–7 July 2000, p 2606–2609. Brighton, UK, Elsevier Ltd.
- PLN, 2016. *Statistik PLN 2015*, Jakarta: PT.PLN (Persero). [PLN 2015 Statistics].
- Prasetyo, Budi., 2012. *Tingkatkan Penjualan Sharp Luncurkan Mesin Cuci Dolphinwave*, Tribun Bisnis. [To Increase Sales, Sharp Launch Dolphinwave Washing Machine]. Retrieved December 2016 from <http://www.tribunnews.com/bisnis/2012/12/19/tingkatkan-penjualan-sharp-luncurkan-mesin-cuci-dolphinwave>
- Rosenow, J., Florian Kern, Karoline Rogge, 2017. *The need for comprehensive and well targeted instrument mixes to stimulate energy transitions: The case of energy efficiency policy*, Energy Research & Social Science 33 p.95–104, Elsevier Ltd.
- Sibelga, 2016. “How much energy do my household appliances use?” Annual consumption of electrical appliances in the laundry room. Brussels: Sibelga. Retrieved December 2016 from <http://www.energuide.be/en/questions-answers/how-much-energy-do-my-household-appliances-use/71/>
- Sutrisno, Stanley., 2014. *Membumikan ESCO dan ISO 50001 dalam rangka konservasi energi berkelanjutan*, APINDO Jateng. [Grounding ESCO and ISO 50001 in the context of sustainable energy conservation]. Retrieved December 6, 2016 from https://ilmulingkunganuns.files.wordpress.com/2014/04/membumikan-esco-dan-iso-50001-dalam-rangka-konservasi-energi-berkelanjutan_stanley-sutrisno.pdf.
- Zeng, L., Jiayang Li, Yang Yu, Jinyue Yan, 2014. *Developing a Products Prioritization Tool for Energy Efficiency Standards Improvements in China*. The 6th International Conference on Applied Energy-ICAE2014. Energy Procedia 61 p. 2275 – 2279. Elsevier Ltd.
- Zhan, L., Meiting Ju, Jinpeng Liu, 2011. *Improvement of China Energy Label System to Promote Sustainable Energy Consumption*, Energy Procedia 5, p.2308–2315, Elsevier Ltd.