

SKENARIO MANAJEMEN ENERGI RENDAH EMISI SEKTOR RUMAH TANGGA UNTUK MENGURANGI EMISI GAS CO₂ DI KOTA SEMARANG

Denis^{*)}, Ahmad Agus Setiawan, and Ahmad Sarwadi

Magister Teknik Sistem, Universitas Gadjah Mada Yogyakarta
Jl. Teknik Utara, No.3, Berek, Daerah Istimewa Yogyakarta, 55281, Indonesia

^{*)}E-mail: denisginting10@gmail.com

Abstrak

Energi memiliki peranan yang sangat vital baik di sektor komersial, industri, transportasi, maupun rumah tangga. Dengan permasalahan energi di Indonesia yang sudah sangat begitu kompleks, fokus kebijakan selama ini hanya memperhatikan sektor *Supply Side Management (SSM)*, sedangkan penerapan konservasi energi *Demand Side Management (DSM)* belum dilakukan secara maksimal. Tujuan penelitian ini untuk mengetahui proyeksi permintaan energi listrik rumah tangga di kota Semarang dari tahun 2015 sampai dengan 2025 (tahun kebijakan RUED) berdasarkan penggunaan peralatan listrik serta pertumbuhan rumah tangga, kemudian melakukan manajemen energi dengan menerapkan skenario penghematan pada peralatan listrik yang akan memperlihatkan dampak pengurangan emisi gas CO₂ di kota Semarang. Penelitian sebelumnya yang dilakukan oleh Tongam Sihol Nababan yang berfokus kepada hubungan antara permintaan energi listrik pada sektor rumah tangga di kota Medan dengan kegiatan ekonomi yang mempengaruhi kesejahteraan ekonomi di daerah tersebut. Pada penelitian ini, fokus penelitian terletak pada manajemen energi yang dilakukan di sektor rumah tangga. Hasil penelitian menunjukkan kulkas mengkonsumsi energi terbesar diikuti dengan lampu, pompa air, komputer, rice cooker, AC, kompor, seterika dan kipas angin. Peningkatan efisiensi konsumsi energi listrik pada televisi mampu menurunkan tingkat emisi CO₂ secara signifikan sebesar 15,2 ribu ton CO₂ untuk televisi dan kulkas 68.2 ribu ton CO₂ pada tahun 2025.

Kata kunci: Skenario Manajemen Energi, Peralatan Listrik, Semarang, LEAP.

Abstract

Energy has a very vital role both in the commercial sector, industry sector, transportation sector and household. Energy problems in Indonesia already very complex, the focus policy is only concerned sector during Supply Side Management (SSM), while the implementation of energy conservation Demand Side Management (DSM) has not been done optimally. The purpose of this study to determine project energy demand of household electricity in Semarang City from 2015 until 2025 (RUED Policy Year) based on the use of electrical equipment as well as the growth of household, then perform energy management by applying the scenario saving on electrical equipment that will show the impact of the reduction CO₂ emissions in Semarang. A previous study conducted by Tongam Sihol Nababan that focus on the relationship between the demand for electrical energy in household sector in Medan with economic activities that affect the economic prosperity in region. In this study, the research focus conveniently on energy management in household sector. The result showed the largest energy consuming is refrigerator, lights, water pumps, computer, rice cooker, air conditioner, stove, iron and fan. Improved efficiency of electrical energy consumption of the television is able to reduce the level of CO₂ emissions significantly up to 15,2 thousand tons of CO₂ and refrigerator up to 68,2 thousand ton CO₂ in 2025.

Keywords: Energy Management Scenario, Electrical Equipment, Semarang, LEAP..

1. Pendahuluan

Dewasa ini, manajemen energi dan manajemen lingkungan menjadi perhatian utama bagi negara-negara maju maupun negara berkembang. Tidak dapat dihindari bahwa penggunaan energi yang besar disertai pembangunan ekonomi yang besar pula akan membawa

dampak besar bagi kerusakan lingkungan alam. Kesadaran untuk menyelamatkan akan memberi dampak positif di masa yang akan mendatang.

Permasalahan energi, lingkungan serta pemanasan global menjadi sangat mencuat di era globalisasi. Kemajuan teknologi yang ditawarkan memberi kemudahan dalam

kehidupan manusia. Globalisasi juga telah memberikan tuntutan standar bagi masyarakat, sehingga hampir seluruh masyarakat di dunia ini menggunakan produk teknologi, dan penggunaannya mendapat respon yang sangat cepat bagi masyarakat disekitarnya.

Ibarat dua sisi mata uang, walaupun memberikan manfaat bagi kehidupan manusia, kemajuan teknologi memicu sifat konsumerisme manusia yang berakibat pada eksploitasi besar-besaran terhadap lingkungan untuk memenuhi kebutuhan. Eksploitasi yang terus menerus yang tidak diimbangi dengan pemberian kesempatan bagi alam untuk memulihkan diri dapat mengakibatkan permasalahan yang serius di masa mendatang. Permasalahan yang cukup serius adalah permasalahan terkait dengan kelangkaan energi, lingkungan serta pemanasan global. Ketiga masalah tersebut merupakan rangkaian yang tidak bisa dipisahkan, sehingga diperlukan pemahaman yang baik untuk menyelesaikan isu-isu mengenai energi dan lingkungan.

Emisi Gas Rumah Kaca memiliki kaitan erat dengan manajemen energi. Manajemen energi terkait dengan strategi optimalisasi energi, penggunaan sistem serta prosedur untuk menurunkan kebutuhan energi per unit output produk namun dengan tetap mempertahankan atau memperkecil biaya produksi. [3] [4]

2. Metode

2.1. Kebijakan Energi Nasional

Dewasa ini pemerintah berupaya untuk mengubah sisi pandang pengelolaan energi yang sebelumnya bermuara pada sisi *supply* dirubah menjadi sisi *demand* yang ditunjukkan pada gambar 1 berikut : [2]

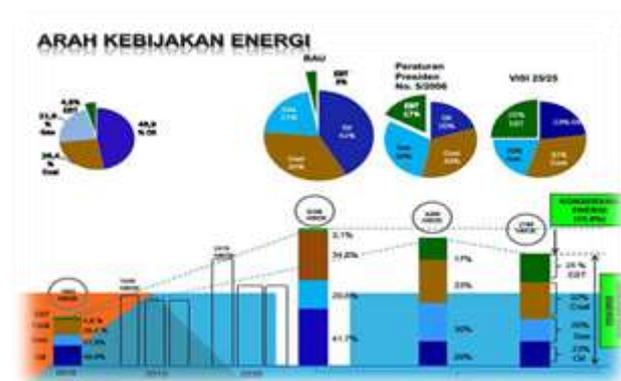


Gambar 1. Perubahan sisi pandang paradigma pengelolaan energi Indonesia

Sebelum diterapkannya Kebijakan Energi Nasional ini, paradigma pemerintah dalam mengelola energi selalu terpusat pada sisi *supply* dimana pemerintah berupaya untuk memenuhi kebutuhan energi melalui penggunaan

ataupun eksplorasi sumber energi fosil secara besar-besaran. Energi fosil juga senantiasa disubsidi guna memenuhi kebutuhan energi. Peran Energi Baru Terbarukan hanyalah sebagai alternatif dan jarang digunakan serta tidak diprioritaskan di dalam pemanfaatannya. [10]

Pemerintah saat ini telah mulai mengubah paradigma pengelolaan energi dengan berfokus pada sisi *demand*. Pemerintah saat ini dalam mengelola energi dengan memastikan permintaan jumlah energi dengan melakukan berbagai macam pemodelan dari berbagai sektor seperti rumah tangga, komersial, industri hingga transportasi, sehingga kelak penggunaan energi di Indonesia tidak percuma.



Gambar 2. Arah Kebijakan Energi di Indonesia

Untuk lebih mengoptimalkan pengelolaan serta pemanfaatan sumber energi yang telah ada, maka pemerintah merencanakan suatu strategi yang disebut dengan visi 25/25 dimana visi pemerintah tersebut mempunyai tekad sebagai berikut:

1. Meningkatkan pemanfaatan energi terbarukan menjadi 25% pada tahun 2025.
2. Mengurangi permintaan energi sebesar 38,5% terhadap skenario keadaan normal pada tahun 2025.

2.2. Teknik Perencanaan Energi

Konsumsi energi di Indonesia akan selalu meningkat seiring bertambahnya kegiatan perekonomian. Mengingat cadangan sumber energi di dunia semakin menipis serta kemampuan pembiayaan untuk masing-masing sektor semakin terbatas, maka sangat diperlukan perencanaan energi yang sangat terpadu serta terarah dengan mempertimbangkan aspek ekonomi, lingkungan serta kesinambungan energi dalam jangka waktu yang panjang.

Sejalan dengan era perkembangan teknologi komputer, teori optimasi maupun *forecasting* dalam aplikasinya yang semula hanya bisa diselesaikan dengan manual (analitik), saat ini sudah bisa diselesaikan secara numerik (komputasi). Saat ini penggunaan PC untuk pembuatan

model energi sudah sangat berkembang pesat. Salah satu model energi tersebut adalah LEAP yang sudah banyak digunakan di negara maju maupun negara berkembang.

2.3. LEAP Software

LEAP adalah alat pemodelan dengan skenario terpadu yang komprehensif berbasis lingkungan dan energi. LEAP mampu merangkai skenario untuk beberapa konsumsi energi yang dipakai, dikonversi dan diproduksi dalam suatu sistem energi dengan berbagai alternatif asumsi kependudukan, pembangunan ekonomi, teknologi, harga dan sebagainya. Hal ini memudahkan untuk pengguna aplikasi ini memperoleh fleksibilitas, transparansi serta kenyamanan.

LEAP bukan hanya merupakan sebuah alat hitung dan analisis, tetapi juga dapat menyesuaikan keinginan pengguna dengan menentukan model perhitungan lain berbasis ekonometri. Pengguna dapat melakukan kombinasi dan mencocokkan metodologi ini seperti yang diperlukan dalam suatu analisis.

LEAP mendukung untuk proyeksi permintaan energi akhir maupun permintaan pada energi yang sedang digunakan secara detail termasuk cadangan energi, transportasi dan lain sebagainya. LEAP juga dapat digunakan untuk menghitung profil emisi dan juga dapat digunakan untuk membuat skenario emisi.

2.4. Metode Prakiraan Kebutuhan Energi

Permintaan energi dihitung sebagai hasil perkalian antara aktivitas total pemakaian energi dengan intensitas energi pada setiap cabang teknologi (*technology branch*). Dalam bentuk persamaan matematika, perhitungan permintaan energi menggunakan persamaan dibawah ini:

$$D_{b,s,t} = TA_{b,s,t} \times EI_{b,s,t} \quad (1)$$

dimana:

$D_{b,s,t}$ = Permintaan (*demand*)

$TA_{b,s,t}$ = Aktivitas Total (*Total Activity*)

$EI_{b,s,t}$ = Intensitas Energi (*Energy Intensity*)

Sedangkan intensitas energi itu sendiri merupakan rata-rata tahunan konsumsi energi (*Energy Consumption=EC*) per unit aktivitas (*activity level*) yang secara matematik ditunjukkan dengan persamaan dibawah ini

$$EI = \frac{EC}{activity\ level} \quad (2)$$

dimana:

EI = Intensitas Energi

EC = Konsumsi Energi

2.5. Elastisitas Energi

Elastisitas energi adalah perbandingan pertumbuhan konsumsi energi terhadap pertumbuhan produk atau keluaran. Elastisitas energi yakni perbandingan antara pertumbuhan konsumsi listrik dengan pertumbuhan ekonomi. Semakin rendah angka elastisitas, semakin efisien pemanfaatan energinya. Elastisitas energi merupakan perbandingan antara pertumbuhan konsumsi intensitas energi terhadap GDP (*Gross National Product*). Secara matematik dapat ditulis dengan persamaan sebagai berikut: [9]

$$Elastisitas\ Energi = \frac{Pertumbuhan\ Konsumsi\ Energi}{Pertumbuhan\ PDRB} \quad (3)$$

2.6. Peramalan

Peramalan adalah seni ilmu memprediksi peristiwa di masa depan. Peramalan akan memerlukan pengambilan data di masa lampau atau historis. Peramalan adalah perhitungan yang obyektif dengan menggunakan data-data masa lalu untuk menentukan sesuatu di masa depan. Maka dengan demikian peramalan selalu memerlukan data historis masa lalu, apabila data dari masa lalu tidak ada, maka penentuan sesuatu di masa yang akan datang dapat dilakukan dengan cara perkiraan. Apabila dilihat dari jangka waktunya, maka proyeksi dapat dibagi menjadi tiga jangka waktu yaitu: [5]

1. Jangka pendek : harian, mingguan, bulanan
2. Jangka menengah : kurang lebih hingga 5 tahun
3. Jangka panjang : rentang lebih dari 5 tahun

2.6.1. Pendekatan yang Digunakan

Penelitian ini menggunakan kombinasi gabungan dari pendekatan trend, pendekatan elastisitas serta pendekatan *end-use*. Pendekatan trend digunakan untuk melakukan proyeksi konsumsi energi yang menggambarkan data-data historis sebelumnya. Data tersebut menunjukkan kecenderungan naik-turun. Hal ini dikarenakan permintaan energi dari tahun ke tahun mengalami peningkatan ataupun penurunan. Fungsi dari pendekatan elastisitas adalah digunakan untuk menghitung perbandingan pertumbuhan konsumsi energi dengan pertumbuhan ekonomi (PDRB). Pendekatan ini akan menunjukkan seberapa efisien pemanfaatan energi di suatu daerah. Sedangkan pendekatan *end-use* digunakan untuk menghitung intensitas energi di sektor rumah tangga. [5] [6]

Tabel 1. Perbandingan beberapa model energi

Pendekatan	Konsep Dasar
Proses	Menguraikan proses aliran energi dari sumber energi primer sampai kepada permintaan final tanpa memperhatikan interkasinya terhadap ekonomi
Trend	Memproyeksikan nilai historis rata-rata kegiatan energi-ekonomi dan rasio energi per kapita
Elastisitas	Menghitung elastisitas permintaan terhadap pendapatan dan elastisitas permintaan terhadap harga
Ekonometri	Menggunakan standar perhitungan kuantitatif untuk analisa dan proyeksi ekonomi
Input-Output	Memetakan input-output dalam satu matriks berlaku untuk satu waktu tertentu

2.6.2. Metode Peramalan yang Digunakan

Metode peramalan yang digunakan di dalam penelitian ini adalah metode proyeksi trend. Metode trend ini mempunyai pola data trend dan jangka waktu peramalannya adalah menengah dan panjang. Data yang diperoleh dari dinas terkait mengikuti pola trend yang cenderung meningkat maupun menurun tiap tahunnya. Metode ini meliputi proyeksi trend linier, eksponensial dan kuadratik. Peramalan yang akan dilakukan sampai dengan tahun 2025 (tahun kebijakan RUED)

2.5.3. Model Perhitungan Emisi CO₂ di Sektor Rumah Tangga

Penggunaan energi pada aktivitas di sektor rumah tangga pada penelitian ini terdiri dari energi listrik yang diperoleh dari hasil penggunaan peralatan listrik rumah tangga serta penggunaan kompor rumah tangga yang menggunakan LPG. Emisi CO₂ dari penggunaan daya listrik dihitung dengan faktor emisi sesuai dengan ketentuan Surat Kementerian ESDM Dirjen Ketenagalistrikan Nomor 1281/05/600.4/2012. Sedangkan emisi CO₂ dari penggunaan LPG di sektor rumah tangga menggunakan standard dari faktor emisi IPCC tahun 2006. [1] [7]

Tabel 2. Standarisasi Faktor Emisi

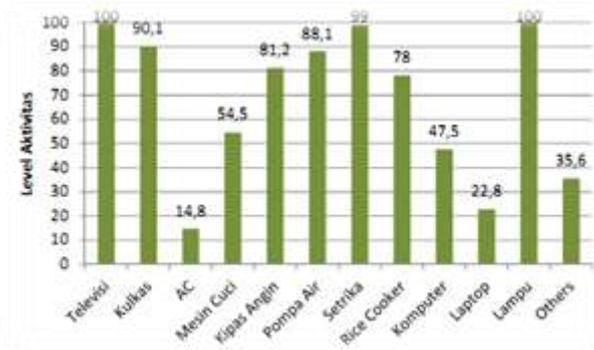
Jenis	Faktor Emisi
Listrik	0,741 ton CO ₂ /MWh
LPG	62500 kg CO ₂ /TJ

3. Hasil dan Analisa

Seperti yang telah dibahas sebelumnya, tujuan utama dari penelitian ini adalah untuk melakukan manajemen energi dari penggunaan peralatan listrik sektor rumah tangga di Kota Semarang sesuai dengan kebijakan RUED (Rencana Umum Energi Daerah) sampai dengan tahun 2025. Selain itu tujuan penelitian ini juga melihat seberapa besar pengurangan CO₂ di kota Semarang dengan diterapkannya sistem manajemen energi di sektor rumah tangga.

3.1. Profil Penggunaan Listrik Sektor Rumah Tangga

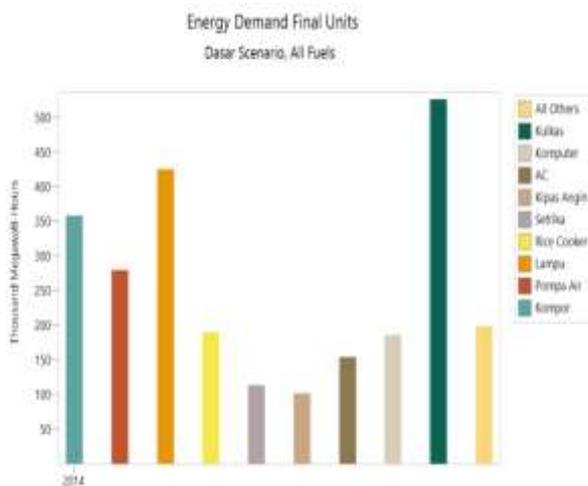
Level aktivitas memperlihatkan persentase penggunaan peralatan listrik di kota Semarang, seperti yang ditampilkan pada gambar 3 berikut



Gambar 3. Level aktivitas penggunaan peralatan listrik sektor rumah tangga kota Semarang

3.2. Profil Konsumsi Listrik Peralatan Listrik pada Tahun Dasar

Konsumsi peralatan listrik hasil proyeksi ditunjukkan pada gambar 4 dibawah ini



Gambar 4. Profil Konsumsi Peralatan Listrik di tahun dasar 2014

3.3. Skenario Dasar

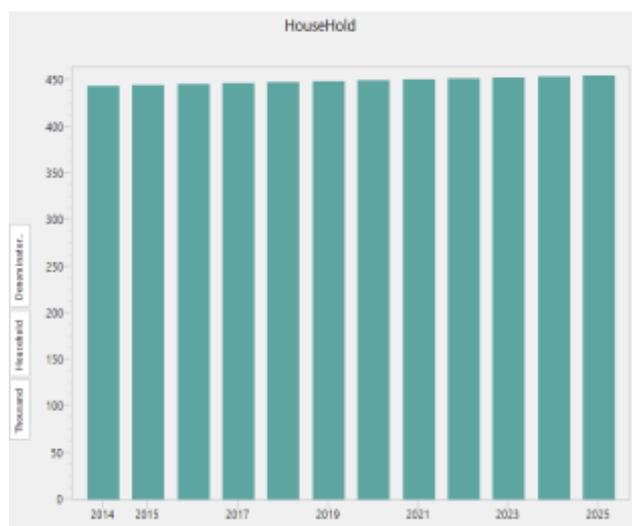
Skenario dasar menggambarkan profil permintaan energi listrik dan LPG pada sektor rumah tangga hingga tahun 2025. Skenario dasar didasarkan pada pertumbuhan pelanggan listrik serta pertumbuhan jumlah rumah tangga tanpa ada kejadian luar biasa di kota Semarang.

Tabel 3. Besarnya Intensitas pemakaian listrik sektor Rumah Tangga pada tahun 2014

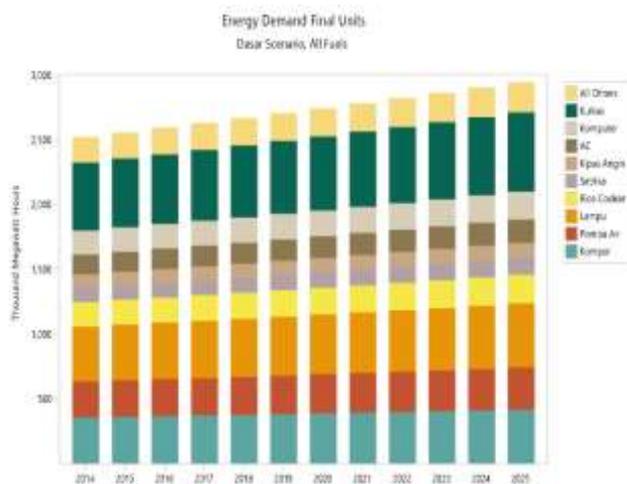
Jenis Peralatan	Energy Demand Thousand Megawatt-Hours
Kulkas	525,1
Komputer	184,6
AC	153,3
Kipas Angin	101,2
Rice Cooker	189,4
Seterika	112,2
Lampu	424,2
Pompa Air	278,1
Kompor	356,8

Tabel 4. Besarnya Estimasi permintaan energi sektor rumah tangga sampai dengan tahun 2025

Tahun	Energy Demand Thousand Megawatt-Hours
2014	2522,1
2015	2557,3
2016	2593,1
2017	2629,6
2018	2666,7
2019	2704,5
2020	2743
2021	2782,2
2022	2822
2023	2862,7
2024	2904
2025	2946,1



Gambar 5. Grafik Pertumbuhan Pelanggan Rumah Tangga

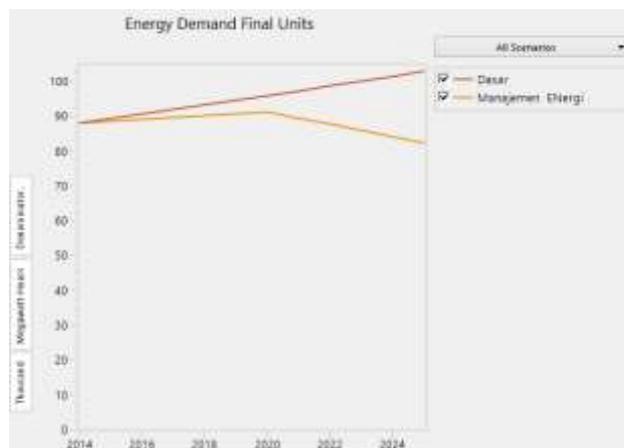


Gambar 6. Estimasi permintaan energi sektor rumah tangga sampai dengan tahun 2025

3.4. Skenario Manajemen Energi

3.4.1. Skenario Efisiensi Televisi

Dengan adanya kebijakan baru terhadap peningkatan standar efisiensi, diharapkan dapat mengurangi intensitas energi atas penggunaan televisi sebesar 5% pada tahun 2020 dan sebesar 20% pada tahun 2025. Estimasi hasil dari hasil skenario efisiensi televisi diperlihatkan pada gambar 7



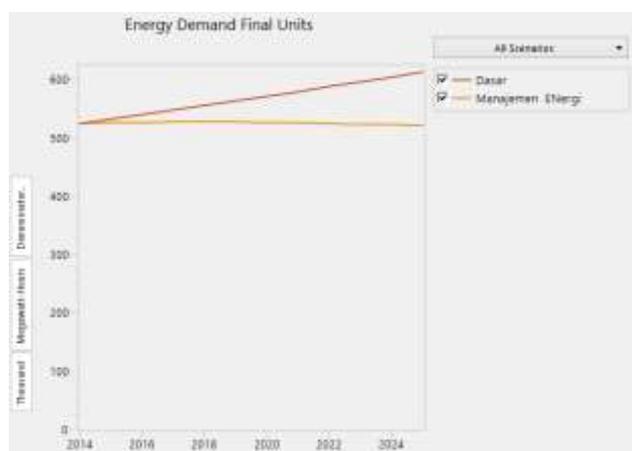
Gambar 7. Skenario Efisiensi Televisi

Dengan adanya skenario kebijakan untuk meningkatkan efisiensi televisi diharapkan mampu mereduksi konsumsi energi antara 15-20% pada akhir tahun simulasi yaitu tahun 2025. Implementasi skenario kebijakan dapat dilakukan dengan berbagai cara diantaranya meningkatkan kesadaran hemat energi dan program labelisasi untuk peralatan televisi

3.4.2. Skenario Efisiensi Kulkas

Penggunaan kulkas di rumah tangga kota Semarang membutuhkan energi listrik paling besar diantara peralatan listrik yang lainnya. Besar konsumsi listriknya mencapai 20,8% dari total kebutuhan energi listrik rumah tangga dalam rata-rata setahun pemakaian. Hal tersebut dikarenakan beberapa faktor, diantaranya karena kulkas membutuhkan daya yang relative cukup besar dibanding peralatan lain. Secara umum, daya listrik kulkas adalah kompresor dan saat *stanby*.

Sedangkan untuk kebijakan baru terhadap efisiensi kulkas diharapkan mampu mengurangi intensitas energi dari penggunaan kulkas sebesar 5% pada tahun 2018 dan 15% pada tahun 2025. Hasil skenario ditunjukkan oleh gambar 8

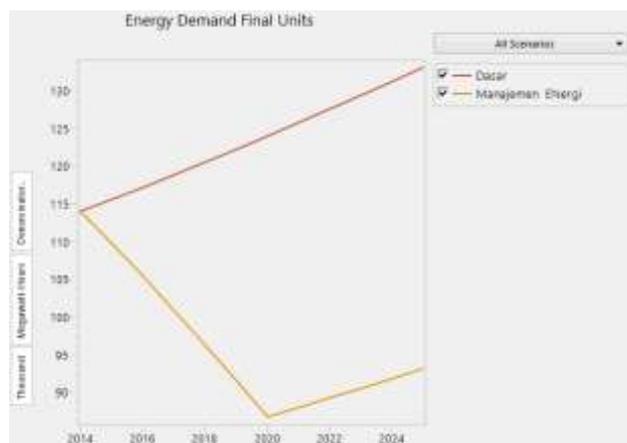


Gambar 8. Skenario Efisiensi Kulkas

Upaya lain yang bisa dilakukan adalah penggantian kulkas yang tidak layak digunakan. Dengan berjalannya waktu atau disebabkan kerusakan peralatan, kulkas mengkonsumsi daya listrik yang jauh lebih besar. Pola pemakaian juga akan mempengaruhi konsumsi daya listrik untuk kulkas. Semakin lama pintu kulkas dibuka, maka akan semakin besar kalor yang masuk ke dalam kulkas sehingga menambah beban pendinginan. Pola pemakaian harus diperhatikan yakni segera menutup pintu kulkas ketika tidak digunakan. Dengan peningkatan efisiensi kulkas, diharapkan mampu mereduksi hingga 5 sampai 8% dari total konsumsi energi rumah tangga di kota Semarang.

3.4.3. Skenario Efisiensi Lampu Penerangan

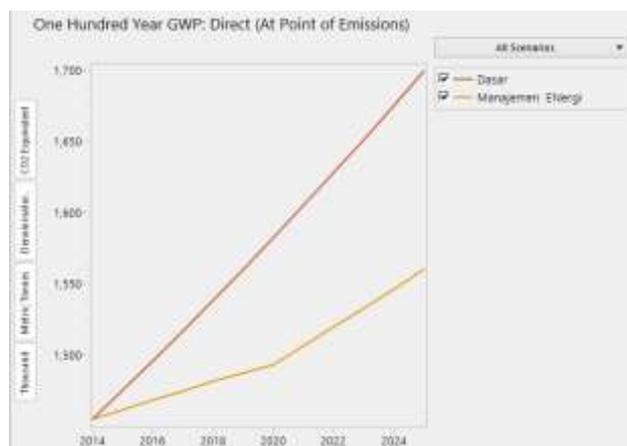
Sekitar 30-40% rumah tangga di kota Semarang masih memakai jenis lampu pijar untuk penerangan rumah mereka. Dengan skenario efisiensi lampu penerangan diharapkan pada tahun 2020 sekitar 70% masyarakat menggunakan lampu LEAD hemat energi 5W. Hasil skenario ditunjukkan pada gambar 9



Gambar 9. Skenario Efisiensi Kulkas

3.5. Pengurangan Dampak Emisi ke Lingkungan

Secara global kenaikan suhu permukaan bumi dalam beberapa dekade terakhir ini telah menimbulkan kekhawatiran masyarakat dunia. Kenaikan suhu ini diyakini berkaitan dengan semakin meningkatnya konsentrasi gas-gas penyebab efek rumah kaca di atmosfer. Dalam penelitian ini, dampak lingkungan yang dikaji hanya CO₂, yang berasal dari pemakaian energi di sektor rumah tangga. Berikut akan ditampilkan gambar skenario pengurangan emisi CO₂ yang ditunjukkan pada gambar 10



Gambar 10. Skenario pengurangan emisi gas CO₂ di kota Semarang

Peningkatan efisiensi televisi, kulkas serta lampu penerangan mampu mereduksi tingkat emisi CO₂ secara signifikan. Skenario pengurangan emisi CO₂ di sektor rumah tangga ditunjukkan pada tabel 5

Tabel 5. Besarnya pengurangan emisi CO₂ sampai tahun 2025

Tahun	Emission savings (thousand ton/CO ₂)
2014	0
2015	13,6
2016	27,6
2017	42
2018	56,8
2019	72,7
2020	89,1
2021	98,6
2022	108,5
2023	118,6
2024	128,9
2025	139,6

4. Kesimpulan

Penelitian ini menunjukkan bahwa sistem manajemen energi harus dilaksanakan agar mengurangi dampak emisi gas CO₂ terhadap lingkungan. Dimana proses manajemen energi merupakan skenario efisiensi penggunaan listrik di rumah tangga sesuai dengan kebijakan RUED (Rencana Umum Energi Daerah). Pada hasil penelitian menunjukkan dengan melakukan manajemen energi di sektor rumah tangga, maka untuk tahun 2025 sebagai tahun akhir proyeksi jumlah total emisi gas CO₂ yang dapat direduksi yaitu sebesar 139,6 ribu ton CO₂.

Referensi

- [1]. Divisi rating dan teknologi [Rating and technology division]. GREENSHIP untuk bangunan baru [GREENSHIP for new buildings ver. 1.2]. Jakarta: Green Building Council Indonesia, 2013. [Bahasa Indonesia].
- [2]. RUPTL (Rencana Usaha Penyediaan Tenaga Listrik) Tahun 2013-2022
- [3]. Lee Schipper dan Stephen Meyers. "Improving appliance efficiency in Indonesia". *Energy Policy*, 28:1095-1109,2000
- [4]. Yong Geng, Kebin Liu, Bing Xue, Tsuyoshi Fujita. Creating a "green university" in China: a case of Shenyang University. *Journal of Cleaner Production* 2013:61:13-19
- [5]. Agus Sugiyono. *Perencanaan Energi Nasional dengan Model MARKAL*. Laporan teknis, BPP Teknologu, Indonesia, 1995.
- [6]. Gokcol C, Dursun B. A comprehensive economical and environmental analysis of the renewable power generating systems
- [7]. Dursun B. Determination of the optimum hybrid renewable power generating systems for Kavakli campus of Kirklareli University, Turkey. *Renewable and Sustainable Energy Reviews* 2012:16:6183-90
- [8]. Sunderan P, Singh B, Mohamed NM, Husain NS. Techno-economic analysis of an off-grid photovoltaic natural gas power system for a university. In: Ahmed AZ, Hitam M, editors. *Proceedings of 3rd international symposium & exhibition in sustainable energy & environment ISESEE 2011*. Melaka, Malaysia, June 1st-3rd 2011. p.129-135
- [9]. Tongam Sihol Nababan. *Permintaan Energi Listrik Rumah Tangga (Studi Kasus pada Pengguna Kelompok Rumah Tangga Listrik PT PLN (Persero) di Kota Medan)*. Disertasi, Universitas Diponegoro, Semarang, 2008.
- [10]. Agus Sugiyono. "Peran PLTN dalam Mendukung Komitmen Pemerintah untuk Mengurangi Emisi CO₂". *Prosiding seminar Nasional Pengembangan Energi Nuklir III*, hal 199-206, Jakarta, 2010.