

## **Estimasi Dampak Implementasi Kebijakan Terhadap Potensi Konservasi Energi Di Sektor Industri**

**Hakimul Batih<sup>1</sup>; Dhami Johar Damiri<sup>2</sup>**

<sup>1,2</sup>Teknik Elektro, Sekolah Tinggi Teknik PLN  
<sup>1</sup>hakimulbatih@gmail.com, <sup>2</sup>djdhamiri@gmail.com

### **ABSTRACT**

*Beside transportation sector, industrial sector is one of the biggest energy consumption sector. Any energy conservation effort in this sector will contribute to energy demand reduction as targeted in the National Energy Policy (KEN) and National Energy Plan (RUEN). This study tries to estimate the potential of energy conservation in Industrial sector by implementing four energy conservation policies, mamely: 1) implementation of energy management system, 2) boiler efficiency improvement, 3) Minimum Energy Performance Standards (MEPS) implementation for electric motor, and 4) MEPS implementation for chillers. Potential of energy conservation was calculated by using Long Range Energy Alternative Planning (LEAP) software. The results of this study indicate that the implemntation of those policies have the potential to reduce energy demands by 35 million Barrel Oil Equivalent (BOE) or by 7.9% in 2025 and 232 million BOE or 15.3% in 2050 as compared its value in the Business as Usual (BAU) scenario. In short-term, (2025), the contribution of energy saving from the implementation of :energy management system, improving boiler efficiency, implementation of MEPS for electric motors, and for chillers are 1.1%, 6.3%, 0.5%, and 0% , respectively. While, for the long -term (2050) , its contribution are 6.5%, 6%,2.2%, and 0.5%, respectively.nn.*

**Keywords:** Energy policy, Energy Conservation Potential, Industrial Sector

### **ABSTRAK**

*Sektor industri merupakan salah satu sektor dengan kontribusi konsumsi energi terbesar disamping sektor transportasi. Oleh karena itu, upaya konservasi energi di sektor Industri juga akan berkontribusi besar terhadap capaian penurunan kebutuhan energi sesuai dengan target yang ada didalam Kebijakan Energi Nasional (KEN) dan Rencana Umum Eenergi Nasional (RUEN). Penelitian ini berupaya mengestimasi potensi konservasi energi di sektor industri dengan menerapkan empat kebijakan energi yaitu: 1) penerapan manajemen energi, 2) peningkatan efisiensi boiler, 3) penerapan MEPS pada motor listrik, dan 4) penerapan MEPS pada chiller. Perhitungan potensi konservasi energi dilakukan dengan bantuan perangkat lunak Long Range Energy Alternative Planning (LEAP). Hasil penelitian ini menunjukkan bahwa penerapan 4 kebijakan konservasi energi tersebut berpotensi menurunkan kebutuhan energi sebesar 35 juta BOE atau sebesar 7,9% dari kebutuhan energi pada skenario Business as Usual (BAU) pada tahun 2025 dan 232 juta BOE atau setara dengan 15,3% pada tahun 2050. Pada jangka pendek (2025) kontribusi konservasi energi untuk penerapan kebijakan manajemen energi, peningkatan efisiensi boiler, penerapan Minimum Energy Performnace Standard (MEPS) pada motor listrik, dan penerapan MEPS pada chiller adalah masing masing sebesar 1,1%, 6,3%, 0,5%, dan 0%. Pada jangka panjang (2050), kontribusi masing-masing kebijakan tersebut adalah 6,5%, 6%, 2,2%, dan 0,5%.*

**Kata kunci:** Kebijakan Energi, Potensi Konservasi Energi, Sektor Industri

## 1. PENDAHULUAN

Undang-Undang Energi No. 30/2007 telah mengamanatkan bahwa konservasi energi harus menjadi bagian dari sistem pengelolaan energi nasional. Undang-undang tersebut juga menjadi dasar bagi dasar bagi produk hukum turunannya antara lain: PP No. 70/2009 tentang konservasi energi, PP No. 79/2014 tentang Kebijakan Energi Nasional (KEN) yang selanjutnya didetailkan didalam Perpres No. 22/2017 tentang Rencana Umum Energi Nasional (RUEN). RUEN menargetkan bahwa upaya konservasi energi pada sektor pengguna berhasil menurunkan permintaan energi sebesar 25,3 Million Ton Oil Equivalent (MTOE) pada tahun 2025 atau setara dengan 17,4%, dan sebesar 407,6 MTOE atau sebesar 39% dari skenario *Business as Usual* (BAU) [1].

RUEN adalah dokumen perencanaan energi yang bersifat umum, target-target yang ada dilalamnya juga bersifat umum. Hal ini juga berlaku untuk target konservasi energi. Target penurunan permintaan energi sebesar 17,4% di tahun 2025 dan 39% di tahun 2050 dari skenario BAU tidak disebutkan besaran serta kontribusi masing-masing sektor (rumah tangga, industri, transportasi, komersial, dan sektor lainnya) terhadap penurunan permintaan tersebut. Usaha awal telah di lakukan oleh *Indonesian Institute of Energy Economics* (IIEE) dalam memperkirakan kontribusi masing-masing kebijakan energi terhadap terhadap penurunan permintaan energi final [2].

Saat ini, sektor Industri adalah sektor terbesar ke 2 setelah sektor Transportasi dalam hal konsumsi energi final. Menurut *Handbook of Energy and Economic Statistics of Indonesia* [3], pada tahun 2017 sektor Industri berkontribusi sebesar 29,86% dari total 927,7 juta Barrel Oil Equivalent (BOE) konsumsi energi final. Adanya inisiatif Indonesia 4.0 dari Kementerian Perindustrian semakin menunjukkan pentingnya sektor industri dalam pengelolaan energi dan pembangunan nasional.

Paper ini akan menganalisis dampak beberapa kebijakan konservasi energi di sektor industri terhadap potensi penghematan energi di sektor Industri sebagai salah satu kontribusi dalam upaya mendetailkan target-target dalam RUEN. Tinjauan potensi penghematan energi akan difokuskan kepada kebijakan-kebijakan yang berhubungan konsumsi listrik di sektor industri.

Bagian 2 pada paper ini akan menjelaskan tentang metode penelitian yang berisi: 1) metode estimasi kebutuhan energi, 2) pemilihan kebijakan konservasi energi, 3) skenario pemodelan energi, 4) software *Long Range Energy Alternatives Planning* (LEAP). Bagian 3 paper ini berisi hasil dan pembahasan potensi penghematan energi dari masing-masing kebijakan. Kesimpulan dan saran akan dijelaskan pada Bagian 4.

## 2. METODE PENELITIAN

### 2.1. Metode Estimasi Kebutuhan Energi

Kebutuhan energi di sektor industri dihitung dengan menggunakan pendekatan end-use model. Metode ini sangat cocok untuk tujuan proyeksi efisiensi energi karena metode ini dapat mengakomodasi adanya perubahan teknologi [4]. Hal inilah yang menjadi kelebihan metode *end-use* model dibandingkan dengan *econometric model*. Dalam pendekatan ini kebutuhan energi merupakan hasil perkalian antara Aktivitas ( $A$ ) dan Intensitas ( $I$ ) dari kegiatan-kegiatan yang mengkonsumsi energi. Intensitas,  $I$  dapat dikurangi dengan adanya perubahan teknologi yang lebih efisien tanpa mengurangi layanan energi. Kebutuhan energi ( $E$ ) dapat dihitung dengan persamaan sebagai berikut:

$$E_i = A_i \sum (S_i \cdot I_i \cdot \sum F_i) \quad (1)$$

$i$  mewakili sektor yang akan di kaji, dalam hal ini sektor yang dimaksud adalah sektor industri.  $S$  adalah struktur model yang menggambarkan sejauh mana tingkat kedetilan perhitungan kebutuhan

energi tersebut, misalnya pengelompokan jenis industri dan jenis proses yang ada didalam industri tersebut.

Pada studi ini industri di kelompokkan kedalam 9 jenis industri: besi dan baja, semen, pulp dan kertas, pupuk, makanan dan minuman, tekstil, kayu, mesin dan transportasi, serta industri lainnya. pengelompokan tersebut berdasarkan pada Kalasifikasi Baku Lapangan Usaha Indonesia (KBLI) [5] yang disederhanakan menjadi menjadi 9 sub-sektor.

Secara umum, konsumsi energi di sektor industri dapat dikelompokkan dalam empat kategori: furnace, boiler, chiller, dan motor listrik. Pembagian ini mengadopsi pendekatan dari *Departement of Energy* (DOE) Amerika Serikat. Analisis kebijakan konservasi energi akan di fokuskan pada keempat kategori tersebut. Struktur model perhitungan kebutuhan energi di sektor industri sesuai dengan persamaan (1) disajikan pada Tabel 1 berikut:

**Tabel 1.** Struktur Model Perhitungan Kebutuhan Energi Sektor Industri

Aktivitas (A)	Struktur (S)		Intensitas (I)	Jenis Bahan Bakar (F)
Volume produksi atau output setiap jenis industri	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Besi dan Baja</li> <li>• Semen</li> <li>• Pulp dan Kertas</li> <li>• Pupuk</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Furnace</li> <li>• Boiler</li> <li>• Chiller</li> <li>• Motor Listrik</li> <li>• Manajemen Energi</li> </ul>	TOE/Ton	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Batubara</li> <li>• Gas</li> <li>• Minyak</li> <li>• Energi Terbarukan (ET)</li> <li>• Listrik</li> </ul>
Produk Domestik Bruto (PDB) setiap jenis industri	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Makanan dan Minuman</li> <li>• Tekstil</li> <li>• Kayu</li> <li>• Mesin dan Transportasi</li> <li>• Industri lainnya</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Furnace</li> <li>• Boiler</li> <li>• Chiller</li> <li>• Motor Listrik</li> <li>• Manajemen Energi</li> </ul>	TOE/Rupiah	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Batubara</li> <li>• Gas</li> <li>• Minyak</li> <li>• Energi Terbarukan (ET)</li> <li>• Listrik</li> </ul>

Pada tabel diatas pembagian aktivitas (A) sektor industri menjadi 2 didasarkan pada ketersediaan data. Data produksi (dalam ton) untuk industri besi dan baja, semen, pulp dan kertas, serta pupuk tersedia sedangkan untuk sisa jenis industri yang lainnya data produksi tidak tersedia. Oleh karena itu, data PDB masing-masing jenis industri makanan dan minuman, tekstil, kayu, mesin dan transportasi, serta industri lainnya digunakan sebagai pendekatan data aktivitas.

Manajemen energi pada kolom struktur (S) sejatinya bukanlah jenis mesin atau peralatan tertentu tetapi sebuah program implementasi kebijakan yang diterapkan di sektor industri dalam rangka konservasi energi. Manajemen energi sengaja di tambahkan dalam struktur pemodelan sebagai ‘variabel dummy’ untuk mengkuantifikasi kebijakan konservasi energi yang tidak secara langsung berhubungan dengan teknologi dalam mesin atau peralatan. Mengingat peran manajemen energi adalah untuk menurunkan konsumsi energi, secara pemodelan, cabang Manajemen Energi didalam struktur pemodelan akan mempunyai nilai negatif. Hal ini berarti dengan menerapkan Manajemen Energi maka akan terjadi pengurangan konsumsi energi di dalam industri.

## 2.2. Pemilihan Kebijakan Konservasi Energi

Pada studi ini kebijakan konservasi energi yang di pilih adalah sebagai berikut:

- Kewajiban Manajemen Energi bagi industri dengan konsumsi energi lebih dari 6000 TOE per tahun. Ini merupakan amanat Peraturan pemerintah (PP) No. 70 tahun 2009 dan [6] dan Peraturan Menteri Energi dan Sumberdaya Mineral (ESDM) No. 14 tahun 2012 [7].
- Peningkatan efisiensi boiler untuk industri
- Penerapan Standard Kinerja Energi Minimum (SKEM) pada Chiller
- Penerapan SKEM untuk Motor Listrik

### 2.3. Skenario Pemodelan Energi

Ada dua skenario yang dilembangkan dalam studi ini yaitu: Buasiness as Usual (BAU) dan Policy Intervention (PI). Asumsi tingkat Aktivitas (A) dan Intensitas (I) yang digunakan untuk masing-masing skenario tersebut dapat dilihat pada Tabel 2. Sedangkan assumsi intensitas energi yang digunakan untuk setiap jenis peralatan disajikan pada Tabel 3

**Tabel 2.** Deskripsi Tingkat Aktivitas (A) dan Intensitas (I) untuk Setiap Skenario

Skenario	Aktivitas (A)	Intensitas (I)
<b>Busines as Usual (BAU)</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Pangsa output industri yang dihasilkan per jenis teknologi diasumsikan konstan seperti tahun dasar</li> <li>• Pangsa PDB sub-sektor <i>i</i> dihasilkan per jenis teknologi diasumsikan konstan seperti tahun dasar.</li> </ul>	Intensitas energi per kategori teknologi (furnace, boiler, chiller, dan motor listrik) diasumsikan konstan seperti tahun dasar
<b>Policy Intervention (PI)</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Pangsa output industri yang dihasilkan dari teknologi yang efisien diasumsikan meningkat sesuai rencana masing-masing jenis industri</li> <li>• Pangsa PDB industri yang dihasilkan dari teknologi yang efisien diasumsikan meningkat sesuai rencana masing-masing jenis industri</li> </ul>	Peningkatan efisiensi karena adanya penerapan kebijakan konservasi energi misalnya penerapan SKEM

**Tabel 3.** Asumsi Intensitas Energi yang digunakan

Jenis Industri	Satuan aktivitas	Intensitas Thermal		Intensitas Listrik	
		Furnace (thousand BOE/unit)	Boiler (thousand BOE/unit)	Chiller (thousand BOE/unit)	Electric Motor (thousand BOE/unit)
Makanan dan Minuman	USD	8.694E-07	1.5421E-06	2.71441E-07	5.35015E-07
Tekstil dan Pakaian	USD	1.57628E-06	2.16103E-06	3.05087E-07	2.16103E-06
Kayu dan Hasil Hutan	USD	3.48745E-06	6.22758E-07	0	2.11738E-06
Pulp, Kertas dan Percetakan	metric ton	0.000178946	0.00139505	7.30393E-06	0.000391673
Pupuk, Kimia dan Karet	metric ton	0.002893538	0.002671694	0.000433841	0.002597663
Semen dan Keramik	metric ton	0.000628623	5.2737E-06	4.15063E-06	7.634E-05
Besi Baja dan Logam Dasar	metric ton	0.002641722	0.000281706	1.48752E-05	0.000655479
Peralatan dan Permesinan	USD	6.20056E-07	2.61076E-07	4.89518E-08	7.34277E-07
Industri Lainnya	USD	1.97151E-06	1.06158E-06	5.15627E-07	1.60754E-06

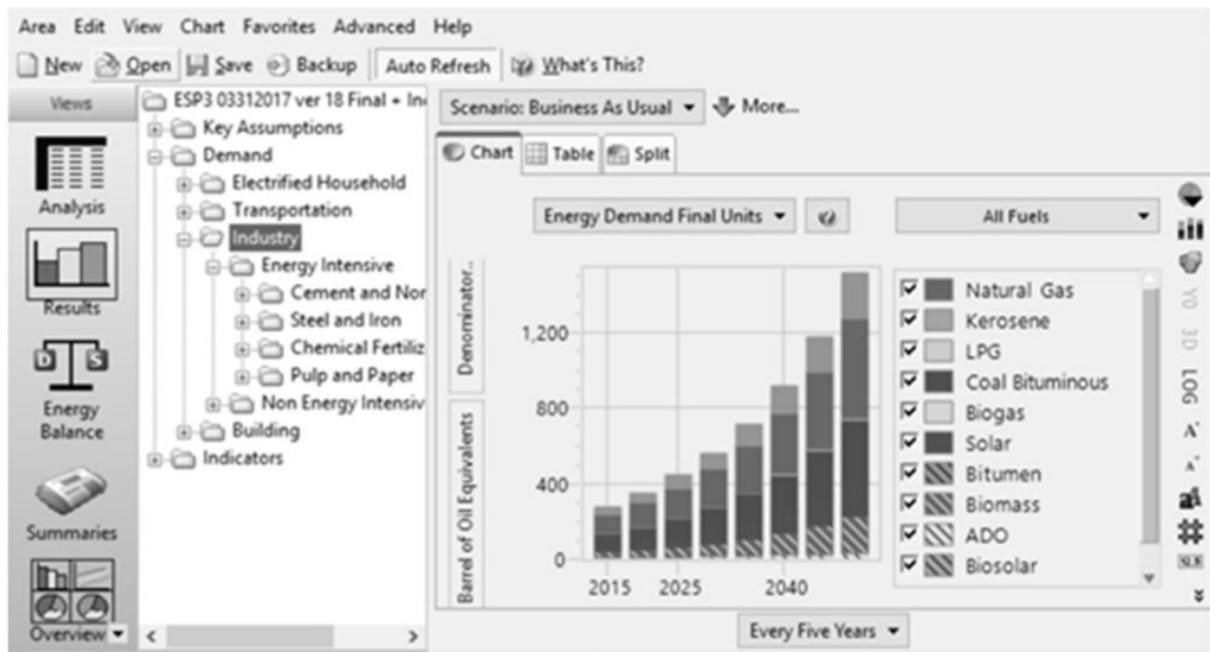
Asumsi penurunan intensitas energi akibat penerapan manajemen energi di sektor industri diturunkan dari data Pelaporan Online Manajemen Energi (POME) Direktorat Konservasi Energi Kementerian Energi dan Sumberdaya Mineral (ESDM) untuk industri industri dengan konsumsi lebih besar dari 6000 Tonne Oil Equivalent (TOE). Dengan mengimplementasikan asumsi tingkat Aktivitas (A) dan Intensitas (I), kebutuhan energi untuk masing-masing skenario dapat dihitung. Potensi penghematan energi penerapan masing-masing kebijakan konservasi energi dapat dihitung dengan mengurangi kebutuhan energi skenario pada BAU dengan kebutuhan energi pada skenario PI.

#### **2.4. Software Long Range Energy Alternatives Planning (LEAP)**

LEAP adalah sebuah perangkat lunak yang dapat digunakan untuk membuat model berbagai macam sistem energi yang mempunyai struktur model yang spesifik dan berbeda-beda [8]. LEAP sangat luas digunakan sebagai alat untuk analisis kebijakan energi dan lingkungan untuk penilaian mitigasi perubahan iklim, LEAP dikembangkan oleh Stockholm Environmental Institute (SEI) [8].

Karakteristik khusus yang dimiliki LEAP antara lain adalah: mengadopsi *accounting framework* dalam sistem pemodelan, mudah dioperasikan, sebagai sistem terintegrasi yang dapat mengakomodasi pemodelan energi serta dampak lingkungan yang dihasilkan yang dapat di terapkan pada skala lokal, nasional, maupun global [9].

Ruang lingkup analisis dalam LEAP mencakup antara lain: permintaan energi, penyediaan energi, transformasi energi, sumber daya, cost-benefit analysis, serta dampak lingkungan. Skenario dalam LEAP menggambarkan secara komprehensif bagaimana energi di konsumsi, konversi, dan di produksi di dalam suatu wilayah (*region*) geografis dan ekonomi dengan menggunakan asumsi pertumbuhan ekonomi, penduduk, harga, kebijakan, dll. LEAP dapat digunakan untuk berbagai tujuan antara lain sebagai: database, alat untuk *forecasting*, dan analisis kebijakan [10]. Sebagai database, LEAP menyediakan lebih dari 1000 data teknologi dilengkapi dengan karakteristik teknis, biaya, serta faktor emisinya [9]. Sebagai alat untuk forecasting LEAP mampu mendukung perkiraan kebutuhan dan penyediaan energi jangka panjang. Sebagai alat untuk analisis kebijakan LEAP mempunyai kemampuan menilai aspek fisik, ekonomi, dan dampak lingkungan dari penerapan sebuah kebijakan. Tampilan software LEAP dapat di lihat pada Gambar 1 berikut:

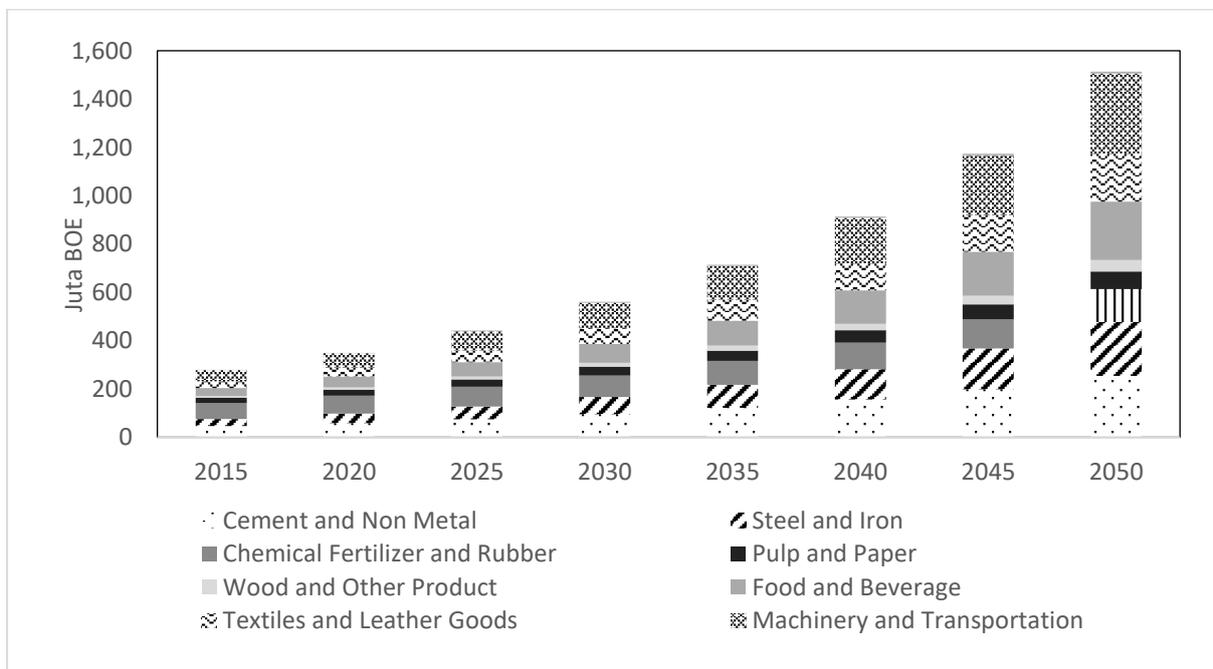


**Gambar 1.** Tampilan Software LEAP

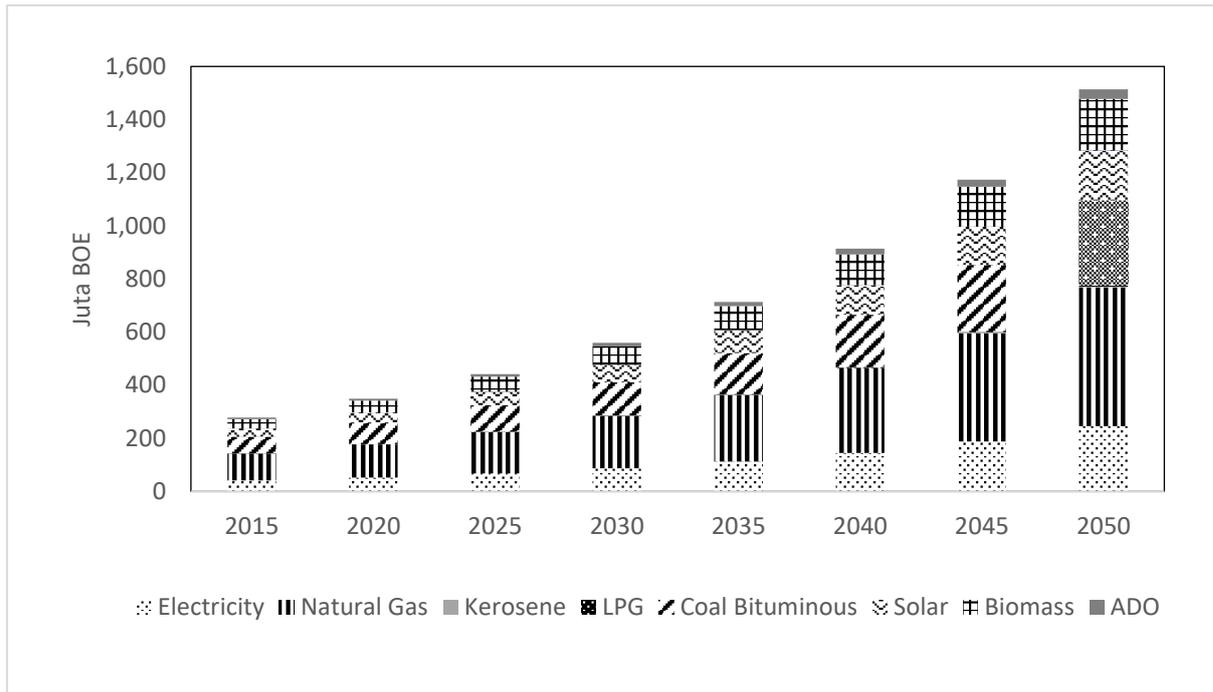
### 3. HASIL DAN PEMBAHASAN

#### 3.1. Proyeksi Kebutuhan Energi Sektor Industri

Proyeksi kebutuhan energi sektor industri untuk skenario BAU per jenis industri dan bahan bakar masing-masing disajikan pada Gambar 2 dan Gambar 3.



**Gambar 2.** Proyeksi kebutuhan energi per jenis industri skenario BAU



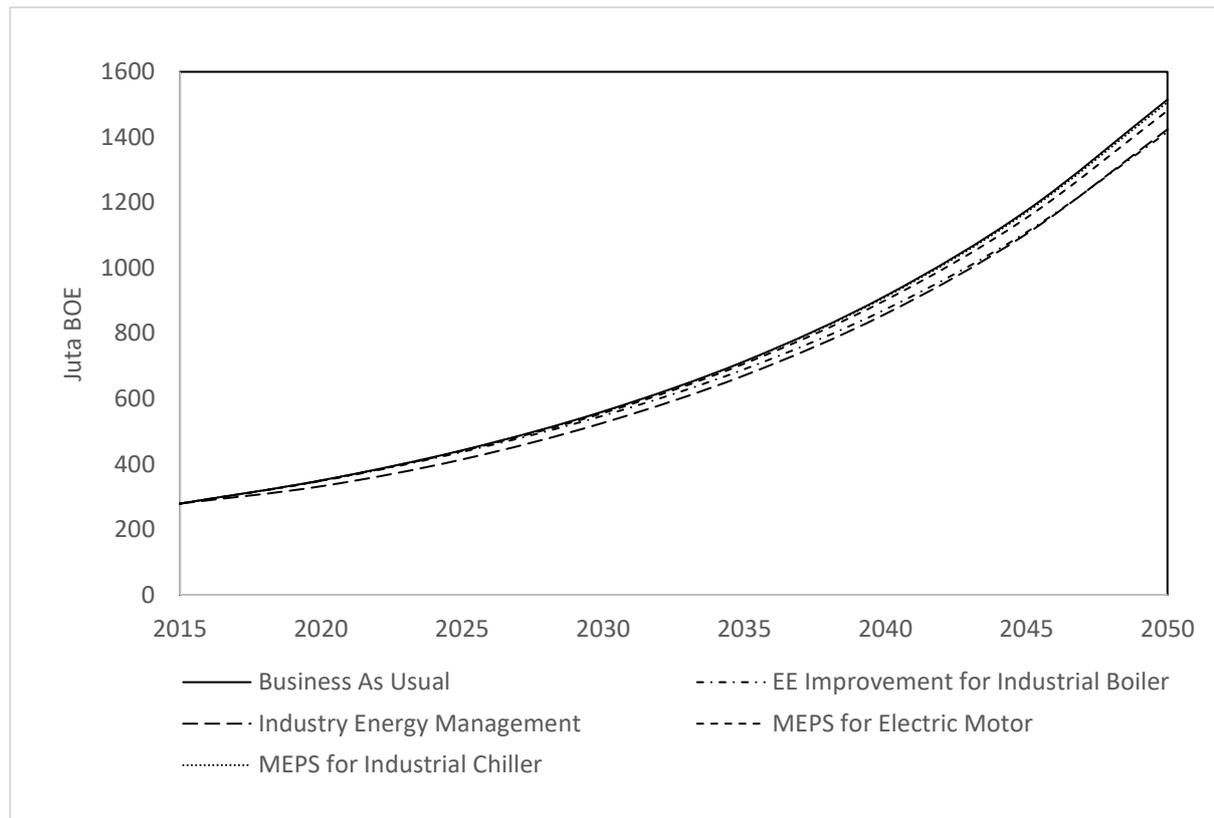
**Gambar 3.** Proyeksi kebutuhan energi per jenis bahan bakar industri skenario BAU

Pada skenario BAU, kebutuhan energi sektor industri akan naik dari 279 juta BOE di tahun 2015 menjadi 441 juta BOE pada tahun 2025, atau naik 1,58 kali dari tahun dasar (2015). Pada tahun 2050 di proyeksikan kebutuhan energi sektor industri akan mencapai 1514 juta BOE atau naik sebesar 5,43 kali lipat dibanding kebutuhan energi pada tahun 2015.

Pada tahun dasar konsumsi energi sektor industri didominasi oleh industri pupuk, kimia dan karet; semen dan keramik; dan peralatan dan permesinan. Sedangkan di tahun 2050 di proyeksikan kebutuhan energi di sektor industri akan didominasi oleh peralatan dan permesinan, semen dan keramik, serta makanan dan minuman. Pergeseran urutan dominasi kebutuhan energi di sektor industri pada skenario BAU semata-mata dipengaruhi oleh proyeksi aktivitas (tingkat produksi) masing-masing sub-sektor industri, bukan dipengaruhi oleh penerapan kebijakan konservasi dan efiseinsi energi.

### 3.2. Potensi penghematan Energi

Pada skenario *Policy Intervention* (PI) kebutuhan energi sektor industri akan lebih kecil dibandingkan dengan kebutuh energi pada skenario BAU. Kebutuhan energi sektor industri pada tahun 2025 dan 2050 di proyeksikan masing-masing sebesar 407 juta BOE dan 1283 juta BOE atau dengan kata lain kebutuh energi sektor industri akan lebih rendah 7,9% pada tahun 2025 dan 15,3% pada tahun 2050 jika dibandingkan dengan kebutuhan energi pada skenario BAU. Konsumsi energi sektor industri pada skenario BAU dan skenario PI dengan menerapkan 4 kebijakan energi di sektor industri dapat dilihat pada Gambar 4, sedangkan potensi penghematan energi untuk setiap kebijakan konservasi energi sektor industri beserta persentasenya terhadap kebutuhan energi pada skenario BAU di 2025 dan 2050 disajikan pada Tabel 4.



**Gambar 4.** Proyeksi kebutuhan energi sektor industri pada skenario BAU dan PI

**Tabel 4.** Potensi penghematan energi (juta BOE) untuk masing-masing

Kebijakan konservasi energi sektor industri	2025	2050
EE Improvement for Industrial Boiler	5 (1.1%)	99 (6.5%)
Industry Energy Management	28 (6.3%)	91 (6.0%)
MEPS for Electric Motor	2 (0.5%)	34 (2.2%)
MEPS for Industrial Chiller	0 (0.0%)	8 (0.5%)

Tabel 4 menunjukkan bahwa dalam jangka pendek potensi penghematan energi di sektor industri yang terbesar adalah penerapan manajemen industri. Hal ini dapat dimengerti mengingat penerapan manajemen energi relatif memerlukan investasi yang lebih kecil dibandingkan dengan investasi efisiensi energi yang berhubungan dengan teknologi. Pada jangka panjang, potensi penghematan energi terbesar di sektor industri adalah peningkatan efisiensi pada peralatan boiler. Potensi penghematan energi dari motor listrik dan chiller yang tidak terlalu besar pada kajian ini disebabkan oleh beberapa faktor antara lain: pangsa konsumsi energi di sektor untuk motor listrik dan chiller yang tidak terlalu besar, secara teknis peningkatan efisiensi energi di motor listrik dan chiller tidak signifikan, dan asumsi penerapan MEPS untuk motor listrik dan chiller yang relatif lebih lambat di dibandingkan dengan penerapan kebijakan konservasi energi untuk boiler dan penerapan manajemen energi.

#### 4. KESIMPULAN DAN SARAN

Sektor industri merupakan salah satu sektor dengan kontribusi konsumsi energi terbesar disamping sektor Transportasi. Oleh karena itu, upaya konservasi energi di sektor Industri juga akan berkontribusi besar terhadap capaian target konservasi energi sesuai yang ada didalam KEN dan RUEN. Penelitian ini berupaya mengestimasi potensi konservasi energi di sektor industri dengan menerapkan empat kebijakan energi yaitu: 1) penerapan manajemen energi, 2) peningkatan efisiensi boiler, 3) penerapan MEPS pada motor listrik, dan 4) penerapan MEPS pada chiller.

Hasil penelitian ini menunjukkan bahwa penerapan 4 kebijakan konservasi energi maka potensi penghematan kebutuhan sebesar 35 juta BOE atau sebesar 7,9% dari kebutuhan energi pada skenario BAU pada tahun 2025 dan 232 juta BOE atau setara dengan 15,3% pada tahun 2050. Pada jangka pendek (2025) kontribusi konservasi energi untuk penerapan kebijakan manajemen energi, peningkatan efisiensi boiler, penerapan MEPS pada motor listrik, dan penerapan MEPS pada chiller adalah masing masing sebesar 1,1%, 6,3%, 0,5%, dan 0%. Pada jangka panjang (2050), kontribusi masing-masing kebijakan tersebut adalah 6,5%, 6%, 2,2%, dan 0,5%.

Hasil penelitian ini semakin menunjukkan pentingnya pemantauan pelaksanaan kewajiban manajemen energi, yang salah satunya dengan kewajiban menunjuk manajer energi untuk industri dengan konsumsi energi 6000 TOE per tahun. Hal ini mengingat potensi konservasi energi dari penerapan kebijakan ini relatif besar baik dalam jangka pendek maupun jangka panjang. Selain itu penerapan kebijakan ini juga relatif membutuhkan biaya lebih sedikit dibandingkan dengan penerapan kebijakan yang lain.

Pada jangka panjang, peningkatan efisiensi pada boiler mempunyai potensi konservasi energi yang sangat besar. Upaya-upaya penyusunan database jumlah, kapasitas, dan teknologi boiler disektor industri akan membantu dalam penerapan kebijakan peningkatan efisiensi boiler tersebut.

#### UCAPAN TERIMA KASIH

Penulis mengucapkan terima kasih kepada semua pihak yang terlibat dalam studi “*Support to Monitoring and Estimation of Energy Conservation Policies Impact*” hasil kerjasama antara Indonesian Institute for Energy Economics (IIEE), Environmental Support Program tahap III (ESP3) DANIDA, dan Direktorat Konservasi Energi, Direktorat Jenderal Energi Baru, Terbarukan dan Konservasi Energi (EBTKE) Kementerian Energi dan Sumberdaya Mineral (ESDM) Republik Indonesia. Secara khusus penulis juga mengucapkan terima kasih Indonesian Institut for Energy Economics (IIEE) sebagai institusi beserta segenap peneliti dan staff yang terlibat dalam penelitian ini.

#### DAFTAR PUSTAKA

- [1] Presiden Republik Indonesia, Peraturan Presiden Republik Indonesia No. 22 Tahun 2017 Tentang Rencana Umum Energi Nasional, 2017.
- [2] Indonesian Institute for Energy Economics (IIEE), “Support to Monitoring and Estimation of Energy Conservation Policies Impact,” 2017.
- [3] Kementrian Energi dan Sumberdaya Mineral (ESDM), “Handbook of Energy and Economics Statistics of Indonesia (HEESI),” Kementrian ESDM, 2018.
- [4] Swisher, J.N., Jannuzzi, G.M., Ridlinger, R.Y., “Tools and Methods for Integrated Resource Planning,” UNEP Collaborating Centre on Energy and Environment, RISO National Laboratory, 1997.
- [5] “Klasifikasi Baku Lapangan Usaha Indonesia 2015,” Badan Pusat Statistik (BPS), 2015.

- [6] Pemerintah Republik Indonesia, “Pemeraturan Pemerintah No. 70 tahun 2009 tentang Konservasi Energi,” 2009.
- [7] Menteri Energi dan Sumberdaya Mineral, “Peraturan Menteri Energi dan Sumberdaya Mineral (ESDM) No. 14 tentang Manajemen Energi tahun 2012,” 2012.
- [8] Heap, C., “An Introduction to LEAP,” Stockholm Environmental Institute (SEI), 2002.
- [9] Heap, C., “Integrated Energy and Environmental Modeling and LEAP,” SEI-Boston and Tellus Institute., 2002.
- [10] Cai, W. et al., “Scenario analysis on CO2 reduction potential in China's electricity sector,” Energy Policy, vol. 35, pp. 6455-6456, 2007.