

Proyeksi Konsumsi Energi Industri Pengolahan di Bali Sampai Dengan Tahun 2050 Menggunakan Software LEAP

I Wayan Ambarayana¹, I. A. Dwi Giriantari², I Nyoman Setiawan³

^{1,2,3} Program Studi Teknik Elektro, Fakultas Teknik, Universitas Udayana

Email : gusa.ambara@gmail.com¹, dayu.giriantari@unud.ac.id², setiawan@unud.ac.id³

Abstrak

Kebutuhan energi yang semakin meningkat dengan sumber daya yang terbatas menjadi kendala dalam mensuplai permintaan sumber energi listrik saat ini. Pemecahan terkait permasalahan ini menjadi esensial dikarenakan perencanaan suplai energi yang berlebihan, maupun perencanaan yang tidak memenuhi permintaan energi akan menyebabkan permasalahan baru di sisi produksi energi. Oleh karena itu peramalan konsumsi energi yang akurat menjadi sangat penting. Pada penelitian ini proyeksi penggunaan energi pada sektor industri pengolahan di Bali menggunakan software LEAP dengan menggunakan base data dari tahun 2015 sampai dengan tahun 2018. Penggunaan bahan bakar di bidang industri pengolahan di Bali menurut hasil pemodelan akan terus mengalami peningkatan sampai dengan tahun 2050. Peningkatan ini diakibatkan peningkatan populasi penduduk yang mengakibatkan peningkatan permintaan produk Industri pengolahan sehingga produksi Industri pengolahan mengalami peningkatan yang secara langsung meningkatkan konsumsi bahan bakar. Peningkatan produksi ini juga diakibatkan daya beli masyarakat yang meningkat, hal ini ditunjukkan dari peningkatan PDRB perkapita provinsi Bali yang mengalami peningkatan sampai dengan tahun 2050. PDRB industri pengolahan menurut hasil pemodelan mengalami peningkatan sampai dengan tahun 2050 hal ini sesuai dengan keperluan energi industri pengolahan yang meningkat, dimana peningkatan produksi industri pengolahan akan mengakibatkan peningkatan juga pada PDRB Industri pengolahan

Kata kunci: Energi, Industri Pengolahan, LEAP.

Abstract

Increasing energy demand with limited resources is an obstacle in supplying demand for electrical energy sources at this time. The solution to this problem becomes essential due to the planning of excessive energy supply, as well as planning that does not meet the energy demand will cause new problems on the side of energy production. Therefore accurate energy consumption forecasting is very important. In this study, the projected use of energy in the processing industry sector in Bali uses LEAP software using a database from 2015 to 2018. The use of fuels in the processing industry in Bali according to modeling results will continue to increase until 2050. This increase due to an increase in population resulting in increased demand for processing industry products so that the production of processing industries has increased which directly increases fuel consumption. This increase in production is also due to increased purchasing power, this is shown from the increase in per capita GRDP of Bali province which has increased until 2050. GRDP of the processing industry according to modeling results has increased until 2050 this is in accordance with the energy needs of the processing industry, where an increase in the production of the processing industry will also result in an increase in the GRDP of the processing industry

Keywords: Energi, Processing Industri, LEAP

1. PENDAHULUAN

Kebutuhan energi yang semakin meningkat dengan sumber daya yang terbatas menjadi kendala dalam mensuplai

permintaan sumber energi listrik saat ini. Pemecahan terkait permasalahan ini menjadi esensial dikarenakan perencanaan suplai energi yang berlebihan,

maupun perencanaan yang tidak memenuhi permintaan energi akan menyebabkan permasalahan baru di sisi produksi energi. Oleh karena itu permasalahan konsumsi energi yang akurat menjadi sangat penting[1]. Sebagai contoh perencanaan sistem tenaga listrik yang kurang dari kebutuhan beban akan mengakibatkan permasalahan pada faktor kualitas daya, keandalan sistem tenaga listrik, dan kurangnya suplai tenaga cadangan yang dibutuhkan. Sedangkan perencanaan yang melebihi kebutuhan beban akan berdampak pada cadangan bergerak (*spinning reserve*) yang tidak perlu, distribusi energi yang tidak efisien,[2][3] dan peningkatan biaya pada sisi produsen.

Kebutuhan energi di Bali saat ini dikalulasikan atas dasar kebutuhan energi beberapa sektor yang meliputi sektor rumah tangga, sektor komersil, sektor transportasi, sektor industri dan sektor lainnya. Total kebutuhan energi di Bali pada tahun 2015 untuk seluruh sektor tersebut adalah sebesar 2,9 juta TOE (*Tonnes Oil Equivalents*) dengan persentase penggunaan energi sebagai berikut; 55% transportasi, 20,7% rumah tangga, 14,3% komersil, 8,8% lainnya, dan 1% industri. Apabila dilihat dari data historis konsumsi energi di Bali, kebutuhan energi ini diperkirakan akan terus mengalami peningkatan sampai dengan tahun 2050. Pada sektor industri pengolahan, konsumsi energi pada tahun 2015 adalah sebesar 1% dari konsumsi energi total dengan nilai energi dalam TOE adalah sebesar 27,8 ribu TOE. Meskipun hanya menghabiskan 1% energi dari total energi keseluruhan, diversifikasi bahan bakar pada sektor industri pengolahan merupakan yang paling banyak. Hal ini diakibatkan terdapat berbagai jenis industri dengan kebutuhan bahan bakar yang berbeda-beda. Dengan diversifikasi bahan bakar yang lebih banyak dibandingkan sektor lain, maka perencanaan kebutuhan energi untuk sektor industri memerlukan perencanaan yang lebih akurat. [4]

2. KAJIAN PUSTAKA

2.1 LEAP

LEAP (*Long Range Energi Alternatif Planning*) merupakan perangkat lunak pemodelan energi jangka panjang yang komprehensif dan terpadu. Software LEAP memungkinkan penggunaan beberapa

skenario dalam proses proyeksi energi sehingga memungkinkan membandingkan beberapa skenario dengan kondisi energi dan *output* yang berbeda-beda. Pada software LEAP memungkinkan perhitungan terhadap variable-variabel asumsi yang dapat mempengaruhi hasil proyeksi energi seperti populasi, PDRB, biaya, emisi dan dampak lingkungan. Pada pemodelan ini perhitungan dilakukan dengan data historis dari tahun 2013 sampai dengan tahun 2015 sebagai tahun dasar pemodelan. Variable kunci yang digunakan adalah populasi penduduk, pertumbuhan penduduk, pendapatan perkapita penduduk dan pertumbuhan PDRB industri.

2.2 Kebutuhan Energi Industri Pengolahan

Industri pengolahan adalah industri-industri yang menggunakan bahan mentah yang diproses sehingga menghasilkan sebuah produk yang memiliki nilai ekonomis [5]. Terdapat tujuh jenis industri pengolahan di Bali yaitu industri makanan dan minuman, industri tekstil dan barang kulit, industri kayu dan produk lainnya, industri pulp dan kertas, industri kimia dan karet, industri semen dan olahan bukan logam, industri logam dasar dan besi baja, industri furnitur dan industri penolahan lainnya. Dari keseluruhan industri tersebut bahan bakar yang digunakan antara lain; listrik, gasoline, kerosene, diesel, LPG, batu bara, dan pelumas.[6][7][8] Total konsumsi energi dari Industri pengolahan pada tahun 2015 adalah sebesar 27,8 ribu TOE dengan persentase penggunaan energi untuk masing-masing bidang industri adalah sebagai berikut; 82,6% industri makanan dan minuman, 5,9% industri pulp dan kertas, 5,4% industri tekstil dan barang kulit, 1,4% industri kayu dan produk lainnya, 1,2% industri pengolahan lainnya, 1% industri semen dan bukan logam, >1% industri kimia dan karet, dan >1% industri logam dasar dan besi baja. [4]

2.3 Variabel Asumsi

Variabel asumsi yang dimaksudkan pada pemodelan ini adalah variable-variabel diluar kebutuhan energi yang akan mempengaruhi konsumsi energi industri pengolahan. Variable-variabel yang dimaksudkan adalah populasi penduduk, pendapatan perkapita, pertumbuhan populasi dan pertumbuhan PDRB Industri. Populasi pada pemodelan ini adalah jumlah

seluruh penduduk di provinsi Bali. Sedangkan pertumbuhan penduduk adalah pertumbuhan populasi pada tahun dasar pemodelan. PDRB industri PDRB Industri menurut Badan Pusat Statistik adalah kemampuan suatu wilayah, dalam hal ini provinsi Bali untuk menciptakan nilai tambah pada suatu waktu tertentu. Peningkatan pada PDRB Industri mengindikasikan peningkatan produksi pada industri pengolahan sehingga meningkatkan penggunaan energi pada sektor industri.

3. METODE PENELITIAN

Penelitian ini dilaksanakan di Dinas Tenaga Kerja dan Energi Sumber Daya Mineral Provinsi Bali yang dimulai dari bulan Februari 2019. Alur analisis yang digunakan dalam penelitian ini adalah :

1. Mengumpulkan data energi yang dikonsumsi industri pengolahan di provinsi Bali
2. Mengumpulkan data variabel pendukung yang mempengaruhi konsumsi energi
3. Memasukan data dan membuat scenario dengan menggunakan software LEAP
4. Menghitung hasil proyeksi energi
5. Membandingkan hasil proyeksi dengan data variabel asumsi

Pada pemodelan menggunakan LEAP peramalan dihitung menggunakan konsep regresi linier dengan nilai masing-masing bahan bakar dihitung menggunakan persamaan berikut:

$$Fuel_y = (G_{rate})F_{vy} \dots (1)$$

Dimana $Fuel_y$ adalah nilai bahan bakar pada tahun proyeksi dan G_{rate} adalah persentase pertumbuhan penggunaan bahan bakar tersebut. Sehingga untuk menentukan total konsumsi energi pada tahun proyeksi tertentu digunakan notasi

$$Total \text{ bahan bakar tahun}_y = \sum_{i=1}^{vy} Fuel_{yi} \dots (2)$$

Persamaan (1) juga digunakan dalam penghitungan PDRB perkapita, dan PDRB Industri provinsi Bali sampai dengan tahun 2050. Misalkan pada tahun 2015 total kebutuhan listrik industri pengolahan adalah sebesar 4.820,7 TOE dengan persentase pertumbuhan 5.65% maka dengan persamaan diatas maka diperoleh nilai bahan bakar untuk listrik adalah :

$$fuel_{2016} = (5.65)4.820,7$$

$$fuel_{2016} = 179,3 \text{ TOE}$$

Dengan cara yang sama kebutuhan energi lain dapat dihitung. Untuk menghitung total keseluruhan kebutuhan energi pada tahun tersebut maka dapat dihitung dengan menjumlahkan total kebutuhan seluruh bahan bakar pada tahun tersebut.

4. HASIL DAN PEMBAHASAN

Proyeksi menggunakan LEAP dengan skenario Bussines as Usual menunjukkan konsumsi energi pada tahun 2025 adalah sebesar 7,1 ribu TOE adalah kebutuhan listrik, 12,2 ribu TOE kebutuhan gasoline, 2,5 TOE kebutuhan kerosene, 1,1 ribu TOE kebutuhan diesel, 0,8 ribu TOE kebutuhan LPG, 10,6 ribu TOE kebutuhan coal bituminous, dan 23,4 TOE Lubricants. Proyeksi menggunakan LEAP dengan skenario Bussines as Usual menunjukkan konsumsi energi pada tahun 2050 adalah sebesar 28,7 ribu TOE adalah kebutuhan listrik, 14,8 ribu TOE kebutuhan gasoline, 129,3 TOE kebutuhan kerosene, 2,2 ribu TOE kebutuhan diesel, 4,8 ribu TOE kebutuhan LPG, 16,3 ribu TOE kebutuhan coal bituminous, dan 120,7 TOE kebutuhan Lubricants.

Tabel 1. Kebutuhan Energi Industri Pengolahan (TOE)

| Fuels (TOE) | Tahun | | |
|-----------------|----------|----------|----------|
| | 2015 | 2025 | 2050 |
| Electricity | 4,820.7 | 7,102.0 | 25,828.4 |
| Gasoline | 11,686.6 | 12,589.6 | 15,617.5 |
| Kerosene | 88.8 | 2.5 | 129.3 |
| Diesel | 2,754.4 | 1,303.9 | 2,238.2 |
| LPG | 533.9 | 843.5 | 4,884.2 |
| Coal Bituminous | 7,920.3 | 9,622.7 | 16,277.0 |
| Lubricants | 23.4 | 9.7 | 120.7 |
| Total | 27,828.1 | 31,473.9 | 65,095.2 |

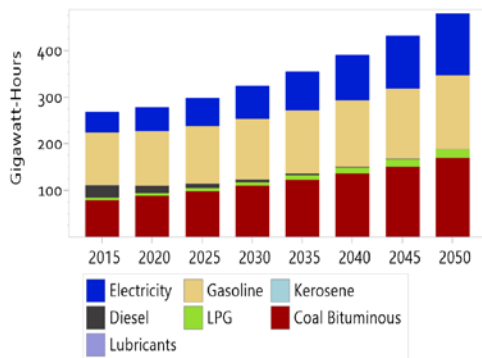
4.1 Industri Makanan dan Minuman

Proyeksi kebutuhan energi pada sektor industri makanan dan minuman di Bali dengan LEAP apabila mengikuti trend pertumbuhan tiga tahun terakhir dengan skenario *Bussines as Usual* maka pada 2025 kebutuhan energi total mencapai 25,6 ribu TOE dan pada tahun 2050 kebutuhan energi total adalah sebesar 41,1 ribu TOE, dimana 35,3% merupakan kebutuhan batu bara, 33,1% kebutuhan gasoline, 27,4% kebutuhan listrik, 4,1% kebutuhan LPG,

0,1% kebutuhan kerosene, dan <0,001% kebutuhan pelumas. Pada Gambar 1 menunjukkan peningkatan kebutuhan energi pada sektor industri makanan dan minuman dengan nilai masing-masing bahan bakar ditunjukkan pada Tabel 2

Tabel 2. Kebutuhan Energi Industri Makanan dan Minuman

| Fuels (TOE) | Tahun | | |
|-----------------|----------|----------|----------|
| | 2015 | 2025 | 2050 |
| Electricity | 3,751.6 | 5,140.5 | 11,298.0 |
| Gasoline | 9,628.8 | 10,636.2 | 13,640.2 |
| Kerosene | 88.0 | 0.2 | - |
| Diesel | 2,296.5 | 757.3 | 47.3 |
| LPG | 437.2 | 640.9 | 1,668.0 |
| Coal Bituminous | 6,780.8 | 8,429.3 | 14,523.3 |
| Lubricants | 14.3 | 0.0 | - |
| Total | 22,997.2 | 25,604.5 | 41,176.8 |



Gambar 1. Kebutuhan energi sektor Industri Makanan dan Minuman

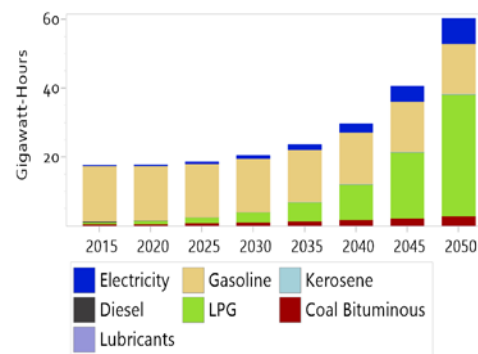
4.2 Industri Tekstil dan Barang Kulit

Kebutuhan energi pada industri tekstil dan barang kulit di Bali meliputi beberapa bahan bakar berupa, listrik, gasoline, kerosene, Diesel, LPG, coal bituminous, dan Lubricants dengan konsumsi total selama tahun 2015 adalah sebesar 1.511,5 TOE. Dengan kebutuhan energi listrik sebesar 16,5 TOE, kebutuhan gasoline sebesar 1.388,7 ribu TOE, kebutuhan kerosene sebesar 0,2 TOE, kebutuhan diesel sebesar 29,8 ribu TOE, kebutuhan LPG sebesar 42,7 TOE, kebutuhan coal bituminous sebesar 33,4 ribu TOE, dan kebutuhan lubricants sebesar 0,8 TOE. Proyeksi kebutuhan energi pada sektor industri tekstil dan barang kulit di Bali dengan LEAP apabila mengikuti trend pertumbuhan tiga tahun terakhir dengan skenario *Business as Usual* maka pada 2025 kebutuhan energi total mencapai 25,6 ribu TOE dan pada tahun 2050 kebutuhan energi total adalah sebesar 41,1 ribu TOE.

Pada Gambar 2 menunjukkan peningkatan kebutuhan energi pada sektor industri tekstil dan barang kulit dengan nilai masing-masing bahan bakar ditunjukkan pada Tabel 3

Tabel 3. Kebutuhan Energi Industri Tekstil dan barang Kulit (TOE)

| Fuel | Tahun | | |
|-----------------|---------|---------|---------|
| | 2015 | 2025 | 2050 |
| Gasoline | 1,388.7 | 1,347.6 | 1,250.1 |
| Diesel | 29.8 | 0.3 | 0.0 |
| Lubricants | 0.8 | 0.0 | 0.0 |
| LPG | 42.2 | 143.2 | 3,040.0 |
| Coal Bituminous | 33.3 | 58.6 | 239.8 |
| Kerosene | 0.2 | .8 | 20.4 |
| Electricity | 16.5 | 46.8 | 635.3 |
| Total | 1,511.5 | 1,597.2 | 5,185.6 |



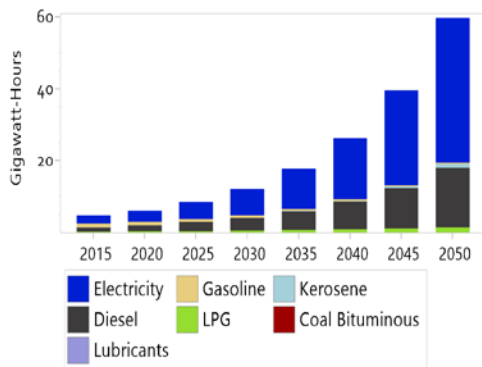
Gambar 2. Kebutuhan energi sektor Industri Tekstil dan Barang Kulit

4.3 Kayu dan Produk lainnya

Kebutuhan energi pada industri Kayu dan produk Lainnya di Bali meliputi beberapa bahan bakar berupa, listrik, gasoline, kerosene, Diesel, LPG, dan Lubricants dengan konsumsi total selama tahun 2015 adalah sebesar 393 TOE. Dengan kebutuhan energi listrik sebesar 169,7 TOE, kebutuhan gasoline 95,9 TOE, kebutuhan kerosene sebesar 0,2 TOE, kebutuhan diesel sebesar 96,5 TOE, kebutuhan LPG sebesar 28,2 TOE, dan kebutuhan lubricants sebesar 2,5 TOE. Proyeksi kebutuhan energi pada sektor industri makanan dan minuman di Bali dengan LEAP apabila mengikuti trend pertumbuhan tiga tahun terakhir dengan skenario *Business as Usual* maka pada 2025 kebutuhan energi total mencapai 718 TOE dan pada tahun 2050 kebutuhan energi total adalah sebesar 5130,5 TOE. Pada Gambar 3 menunjukkan peningkatan kebutuhan energi pada sektor industri kayu dan produk lainnya dengan nilai masing-masing bahan bakar ditunjukkan pada Tabel 4.

Tabel 4. Kebutuhan Energi Industri Kayu dan Produk lainnya (TOE)

| Fuel (TOE) | Tahun | | |
|--------------|--------------|--------------|----------------|
| | 2015 | 2025 | 2050 |
| Gasoline | 95.9 | 63.7 | 23.0 |
| Electricity | 169.7 | 401.8 | 3,464.9 |
| Kerosene | 0.2 | 1.0 | 92.0 |
| LPG | 28.2 | 43.0 | 123.3 |
| Lubricants | 2.5 | 0.1 | 0.0 |
| Diesel | 96.5 | 208.4 | 1,427.2 |
| Total | 393.0 | 718.0 | 5,130.5 |



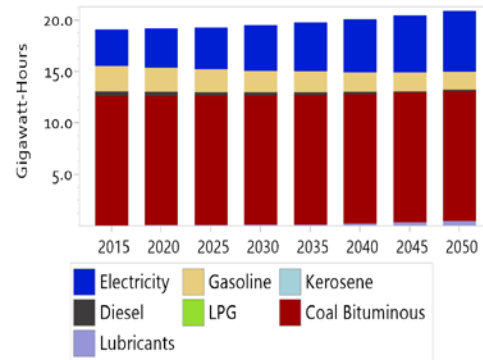
Gambar 3. Kebutuhan energi sektor Industri Kayu dan produk lainnya

4.4 Industri Pulp dan Kertas

Kebutuhan energi pada industri Pulp dan kertas di Bali meliputi beberapa bahan bakar berupa, listrik, gasoline, Diesel, coal bituminous, dan Lubricants dengan konsumsi total selama tahun 2015 adalah sebesar 1.639,7 TOE. Dengan kebutuhan energi listrik sebesar 301,6 TOE, kebutuhan gasoline 213,5 ribu TOE, kebutuhan diesel sebesar 37,5 TOE, kebutuhan coal bituminous sebesar 1.085,1 TOE, dan kebutuhan lubricants sebesar 1,9 TOE. Proyeksi kebutuhan energi pada sektor industri pulp dan kertas di Bali dengan LEAP apabila mengikuti trend pertumbuhan tiga tahun terakhir dengan skenario Business as Usual maka pada 2025 kebutuhan energi total mencapai 1.676,8 TOE dan pada tahun 2050 kebutuhan energi total adalah sebesar 1.798,2 TOE. Pada Gambar 4 menunjukkan peningkatan kebutuhan energi pada sektor industri Pulp dan kertas lainnya dengan nilai masing-masing bahan bakar ditunjukkan pada Tabel 5.

Tabel 5. Kebutuhan Energi Industri Pulp dan Kertas (TOE)

| Fuel | Tahun | | |
|-----------------|----------------|----------------|----------------|
| | 2015 | 2025 | 2050 |
| Gasoline | 1,388.7 | 1,347.6 | 1,250.1 |
| Diesel | 29.8 | 0.3 | 0.0 |
| Lubricants | 0.8 | 0.0 | 0.0 |
| LPG | 42.2 | 143.2 | 3,040.0 |
| Coal Bituminous | 33.3 | 58.6 | 239.8 |
| Kerosene | 0.2 | .8 | 20.4 |
| Electricity | 16.5 | 46.8 | 635.3 |
| Total | 1,511.5 | 1,597.2 | 5,185.6 |



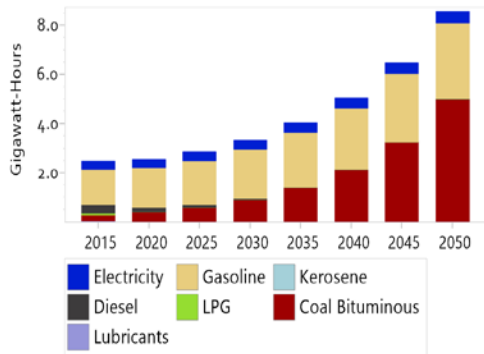
Gambar 4. Kebutuhan energi sektor Industri pulp dan kertas

4.5 Industri Kimia dan Karet

Kebutuhan energi pada industri kimia, farmasi dan karet di Bali meliputi beberapa bahan bakar berupa, listrik, gasoline, Diesel, LPG, coal bituminous, dan Lubricants dengan konsumsi total selama tahun 2015 adalah sebesar 221,9 TOE. Dengan kebutuhan energi listrik sebesar 28,9 TOE, kebutuhan gasoline 124,2 ribu TOE, kebutuhan diesel sebesar 29,7 TOE, kebutuhan LPG sebesar 7 TOE, kebutuhan coal bituminous sebesar 21 TOE, dan kebutuhan lubricants sebesar 1,0 TOE. Proyeksi kebutuhan energi pada sektor industri makanan dan minuman di Bali dengan LEAP apabila mengikuti trend pertumbuhan tiga tahun terakhir dengan skenario Business as Usual maka pada 2025 kebutuhan energi total mencapai 244,5 TOE dan pada tahun 2050 kebutuhan energi total adalah sebesar 736 TOE. Pada Gambar 5 menunjukkan peningkatan kebutuhan energi pada sektor industri Pulp dan kertas lainnya dengan nilai masing-masing bahan bakar ditunjukkan pada Tabel 6

Tabel 6. Kebutuhan Energi Industri kimia dan karet (TOE)

| Fuel (TOE) | Tahun | | |
|-----------------|--------------|--------------|--------------|
| | 2015 | 2025 | 2050 |
| Electricity | 28.9 | 31.9 | 40.9 |
| Gasoline | 124.2 | 154.4 | 266.1 |
| Diesel | 29.7 | 8.3 | 0.3 |
| LPG | 7.0 | 0.2 | 0.0 |
| Coal Bituminous | 21.0 | 49.7 | 428.7 |
| Lubricants | 1.0 | 0.0 | - |
| Total | 211.9 | 244.5 | 736.0 |



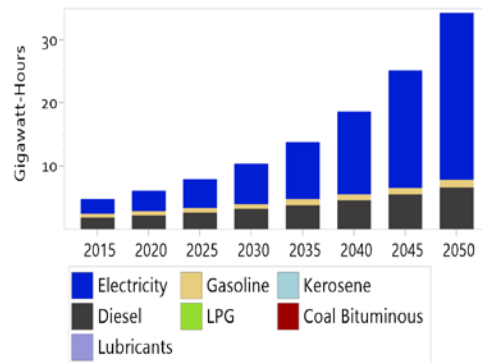
Gambar 5. Kebutuhan energi sektor Industri kimia dan karet

4.6 Industri Semen dan Bukan Logam

Kebutuhan energi pada industri Semen dan bukan logam di Bali meliputi beberapa bahan bakar berupa, listrik, gasoline, Diesel, dan Lubricants dengan konsumsi total selama tahun 2015 adalah sebesar 397 TOE. Dengan kebutuhan energi listrik sebesar 187,4 TOE, kebutuhan gasoline 54,4 TOE, kebutuhan diesel sebesar 154,7 TOE, dan kebutuhan lubricants sebesar 0,5 TOE. Proyeksi kebutuhan energi pada sektor industri semen dan bukan logam di Bali dengan LEAP apabila mengikuti trend pertumbuhan tiga tahun terakhir dengan skenario Business as Usual maka pada 2025 kebutuhan energi total mencapai 672,3 TOE dan pada tahun 2050 kebutuhan energi total adalah sebesar 2.949,7 TOE. Pada Gambar 6 menunjukkan peningkatan kebutuhan energi pada sektor industri semen dan bukan logam dengan nilai masing-masing bahan bakar ditunjukkan pada Tabel 7

Tabel 7. Kebutuhan Energi Industri semen dan bukan logam (TOE)

| Fuel (TOE) | Tahun | | |
|--------------|--------------|--------------|----------------|
| | 2015 | 2025 | 2050 |
| Electricity | 187.4 | 382.7 | 2,280.1 |
| Gasoline | 54.4 | 64.4 | 98.1 |
| Diesel | 154.7 | 224.7 | 570.8 |
| Lubricants | 0.5 | 0.5 | 0.7 |
| Total | 397.0 | 672.3 | 2,949.7 |



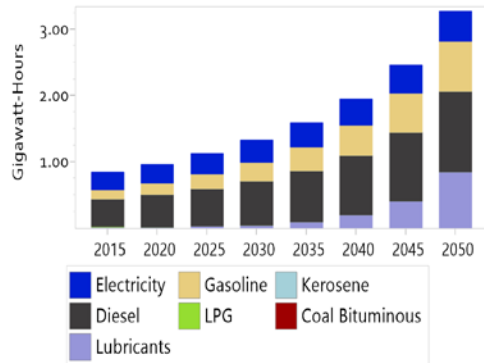
Gambar 6. Kebutuhan energi sektor Industri semen dan bukan logam

4.7 Industri Logam Dasar dan Besi Baja

Kebutuhan energi pada industri logam dasar dan besi baja di Bali meliputi beberapa bahan bakar berupa, listrik, gasoline, kerosene, Diesel, LPG, coal bituminous, dan Lubricants dengan konsumsi total selama tahun 2015 adalah sebesar 22,9 ribu TOE. Dengan kebutuhan energi listrik sebesar 3,7 ribu TOE, kebutuhan gasoline 9,6 ribu TOE, kebutuhan kerosene sebesar 88 TOE, kebutuhan diesel sebesar 2,2 ribu TOE, kebutuhan LPG sebesar 437 TOE, kebutuhan coal bituminous sebesar 6,7 ribu TOE, dan kebutuhan lubricants sebesar 14,3 TOE. Proyeksi kebutuhan energi pada sektor industri makanan dan minuman di Bali dengan LEAP apabila mengikuti trend pertumbuhan tiga tahun terakhir maka pada 2025 kebutuhan energi total mencapai 25,6 ribu TOE dan pada tahun 2050 kebutuhan energi total adalah sebesar 41,1 ribu TOE. Pada Gambar 7 menunjukkan peningkatan kebutuhan energi pada sektor industri semen dan bukan logam dengan nilai masing-masing bahan bakar ditunjukkan pada Tabel 8

Tabel 8: Kebutuhan Energi Industri logam dasar dan besi baja(TOE)

| Fuel (TOE) | Tahun | | |
|--------------|-------------|-------------|--------------|
| | 2015 | 2025 | 2050 |
| Electricity | 23.2 | 27.0 | 39.7 |
| Gasoline | 11.7 | 19.0 | 64.5 |
| Diesel | 35.9 | 48.7 | 104.4 |
| LPG | 1.3 | 0.0 | - |
| Lubricants | 0.4 | 1.8 | 72.8 |
| Total | 72.4 | 96.6 | 281.3 |



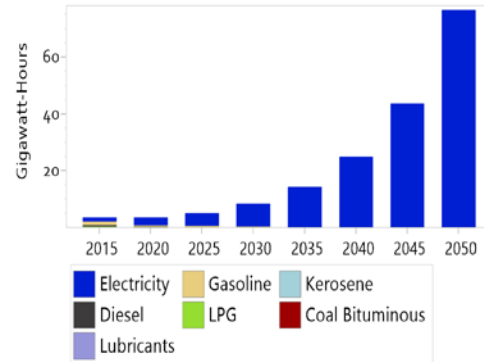
Gambar 7: Kebutuhan energi sektor Industri logam dasar dan besi baja

4.8 Industri Furnitur

Kebutuhan energi pada industri Furnitur di Bali meliputi beberapa bahan bakar berupa, listrik, gasoline, kerosene, Diesel, LPG, coal bituminous, dan Lubricants dengan konsumsi total selama tahun 2015 adalah sebesar 282,4 TOE. Dengan kebutuhan energi listrik sebesar 124,6 TOE, kebutuhan gasoline 92,7 TOE, kebutuhan kerosene sebesar 0,2 TOE, kebutuhan diesel sebesar 54,8 TOE, kebutuhan LPG sebesar 9,0 TOE, dan kebutuhan lubricants sebesar 1,0 TOE. Proyeksi kebutuhan energi pada sektor industri furnitur di Bali dengan LEAP apabila mengikuti trend pertumbuhan tiga tahun terakhir dengan skenario Business as Usual maka pada 2025 kebutuhan energi total mencapai 413,1 TOE dan pada tahun 2050 kebutuhan energi total adalah sebesar 6.585 TOE. Pada Gambar 8 menunjukkan peningkatan kebutuhan energi pada sektor industri furnitur dengan nilai masing-masing bahan bakar ditunjukkan pada Tabel 9

Tabel 9: Kebutuhan Energi Industri furnitur(TOE)

| Fuel(TOE) | Tahun | | |
|--------------|--------------|--------------|----------------|
| | 2015 | 2025 | 2050 |
| Electricity | 124.6 | 387.1 | 6,581.2 |
| Gasoline | 92.7 | 23.0 | 0.7 |
| Kerosene | 0.2 | 0.0 | - |
| Diesel | 54.8 | 0.3 | - |
| LPG | 9.0 | 1.2 | 0.0 |
| Lubricants | 1.0 | 1.4 | 3.0 |
| Total | 282.4 | 413.1 | 6,585.0 |



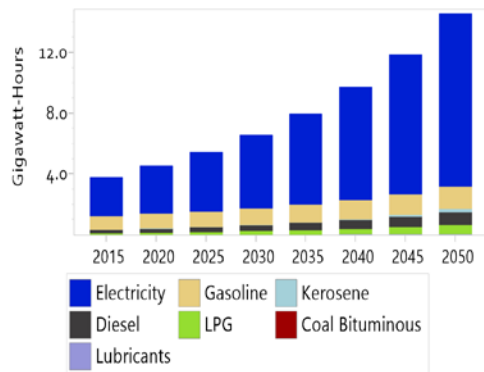
Gambar 8: Kebutuhan energi sektor Industri furnitur

4.9 Industri Pengolahan Lainnya

Kebutuhan energi pada industri pengolahan lainnya di Bali meliputi beberapa bahan bakar berupa, listrik, gasoline, kerosene, Diesel, LPG, dan Lubricants dengan konsumsi total selama tahun 2015 adalah sebesar 323,0 TOE. Dengan kebutuhan energi listrik sebesar 217,2 TOE, kebutuhan gasoline 76,6 TOE, kebutuhan kerosene sebesar 0,1 TOE, kebutuhan diesel sebesar 19,1 TOE, kebutuhan LPG sebesar 9,0 TOE, dan kebutuhan lubricants sebesar 1,0 TOE. Proyeksi kebutuhan energi pada sektor industri pengolahan lainnya di Bali dengan LEAP apabila mengikuti trend pertumbuhan tiga tahun terakhir dengan skenario Business as Usual maka pada 2025 kebutuhan energi total mencapai 467 TOE dan pada tahun 2050 kebutuhan energi total adalah sebesar 1.252,1 TOE. Pada Gambar 9 menunjukkan peningkatan kebutuhan energi pada sektor industri furnitur dengan nilai masing-masing bahan bakar ditunjukkan pada Tabel 10

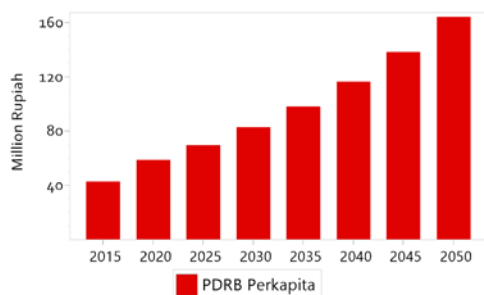
Tabel 10: Kebutuhan Energi Industri Pengolahan lainnya(TOE)

| Fuel (TOE) | Tahun | | |
|-------------|-------|-------|---------|
| | 2015 | 2025 | 2050 |
| Gasoline | 76.6 | 88.0 | 124.6 |
| Electricity | 217.2 | 334.1 | 980.4 |
| Kerosene | 0.1 | 0.6 | 16.8 |
| LPG | 9.0 | 14.9 | 52.9 |
| Lubricants | 1.0 | 1.2 | 2.1 |
| Diesel | 19.1 | 28.2 | 75.3 |
| Total | 323.0 | 467.0 | 1,252.1 |



Gambar 9: Kebutuhan energi sektor Industri Pengolahan Lainnya

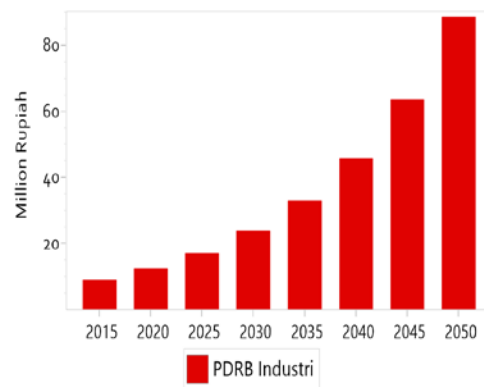
Secara umum pada sektor industri kebutuhan energi dari tahun 2015 sampai dengan tahun 2050 menurut hasil proyeksi menggunakan LEAP dengan skenario *Business as Usual* terus meningkat. Peningkatan kebutuhan energi pada bidang industri dikarenakan pertumbuhan penduduk dan pendapatan perkapita penduduk yang meningkat, hal ini menyebabkan permintaan produk dari bidang industri juga mengalami kenaikan sehingga berdampak pada kebutuhan energi yang semakin besar untuk memenuhi permintaan. Gambar 10 menunjukkan proyeksi PDRB perkapita penduduk provinsi Bali sampai dengan tahun 2050.



Gambar 10: grafik PDRB perkapita provinsi Bali

Hasil proyeksi dengan LEAP menggunakan skenario *Business as Usual* menunjukkan nilai pendapatan perkapita provinsi Bali sampai dengan tahun 2050. Pada tahun 2015 pendapatan perkapita provinsi Bali sebesar 42,5 juta rupiah, meningkat menjadi 69,5 juta rupiah pada tahun 2025 dan pada tahun 2050 pendapatan perkapita provinsi Bali adalah sebesar 164,2 juta rupiah. Pendapatan perkapita provinsi Bali yang meningkat menyebabkan daya beli masyarakat juga meningkat hal ini menyebabkan permintaan terhadap produk-produk hasil industri pengolahan mengalami peningkatan. Dengan meningkatnya produksi produk industri pengolahan maka dapat diasumsikan bahwa kebutuhan energi pada industri pengolahan akan mengalami peningkatan.

Pada hasil proyeksi menggunakan skenario *Business as Usual* menunjukkan PDRB bidang industri pengolahan sampai dengan tahun 2050 mengalami peningkatan rata-rata sebesar 6,8%. PDRB Industri juga dapat dijadikan indikasi peningkatan keperluan energi bidang Industri di provinsi Bali. Proyeksi PDRB Industri provinsi Bali ditunjukkan pada Gambar 11



Gambar 11: Grafik PDRB industri provinsi Bali

Hasil proyeksi PDRB Industri provinsi Bali menunjukkan peningkatan sampai dengan tahun 2050. Pada tahun 2015 PDRB Industri provinsi Bali adalah sebesar 8,8 juta rupiah meningkat menjadi 17,0 juta rupiah pada tahun 2025 dan pada tahun 2050 PDRB Industri provinsi Bali menjadi 88,5 juta rupiah. PDRB Industri menurut Badan Pusat Statistik adalah kemampuan suatu wilayah, dalam hal ini provinsi Bali untuk menciptakan nilai tambah pada suatu waktu tertentu. Peningkatan pada PDRB

Industri mengindikasikan peningkatan produksi pada industri pengolahan sehingga meningkatkan penggunaan energi pada sektor industri. Hasil proyeksi peningkatan energi bidang industri juga sesuai dengan perkiraan peningkatan produksi bidang industri pengolahan yang dilakukan oleh Bank Indonesia dalam publikasi mengenai ekonomi makro regional Bali. [5]

V. SIMPULAN

Dari hasil dan pembahasan dapat disimpulkan bahwa kebutuhan energi industri pengolahan di Bali akan terus mengalami peningkatan sampai dengan tahun 2050. Peningkatan kebutuhan energi ini berkaitan dengan peningkatan populasi penduduk di Bali dan peningkatan terhadap permintaan terhadap produk industri pengolahan, peningkatan permintaan mengakibatkan peningkatan produksi industri pengolahan sehingga memerlukan sumber daya/bahan bakar yang meningkat juga.

VI. DAFTAR PUSTAKA

- [1] Oetomo Tri Winarno & Nugroho, Adi, 2016. Policies and Strategies for Renewable Energy Development in Indonesia, Brimingham UK : International Conference on Renewable Energy Research and Application
- [2] W. Vandaele, Applied Time Series and Box-Jenkins Model. New York: Academic Press, 198
- [3] Ole A. Kjennerud, 2017. China Energy Outlook, Shanghai: DNB markets.
- [4] Pemerintah Provinsi Bali. 2018. Draft Rencana Umum Energi Daerah (RUED) Provinsi Bali tahun 2018. Bali,.
- [5] Pemerintah Provinsi Bali. 2015. Provinsi Bali Dalam Angka 2015. Bali,.
- [6] Pemerintah Provinsi Bali. 2016. Provinsi Bali Dalam Angka 2016. Bali,
- [7] Pemerintah Provinsi Bali. 2017. Provinsi Bali Dalam Angka 2017. Bali,
- [8] Bank Indonesia. 2018 Laporan Perekonomian Provinsi Bali 2018. Bali