

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

2.1. Kajian Literatur Terkait

Putra (2016), “Prakiraan kebutuhan bahan bakar untuk transportasi darat antara tahun 2016 sampai tahun 2030 di Sumatera Barat”. Penelitian ini menjelaskan bahwa konsumsi bahan bakar pada sektor transportasi terus meningkat sejalan dengan pertumbuhan jumlah kendaraan dan jumlah masyarakat. Konsumsi bahan bakar yang paling banyak digunakan adalah jenis bensin dan bahan bakar jenis solar. Untuk mengetahui jumlah konsumsi bahan bakar tersebut dilakukanlah model perencanaan energi. Pemodelan dilakukan dengan menggunakan software *Long-range Energy Alternatif Planning* (LEAP). Model perencanaan energi ini didasari dengan pertumbuhan jumlah PDB Provinsi Sumatera Barat terhadap jumlah pertumbuhan transportasi darat. Model perencanaan energi ini mendapatkan hasil konsumsi bahan bakar jenis solar pada tahun 2016 sebesar 451600726.78 dan 2030 sebesar 788158674.31 liter, dengan persentase pertumbuhan konsumsi solar dari tahun 2016 hingga 2030 adalah 4.05%. Untuk bahan bakar bensin mendapatkan hasil konsumsi pada tahun 2016 sebesar 750542661.89 dan pada tahun 2030 sebesar 994604040.30 liter, dengan laju persentase pertumbuhan konsumsi bensin sebesar 2.03%.

Houdian (2011), “kajian emisi gas rumah kaca sektor transportasi dan industry di provinsi Bengkulu dengan menggunakan perangkat lunak LEAP” penelitian yang dilakukan oleh Hourini ini menganalisa prakiraan konsumsi bahan bakar bensin dan solar serta emisi CO₂ pada sektor transportasi dan industri, skenario yang di ambil ialah *Baseline* menggunakan software LEAP. Rentang waktu yang diambil dari tahun 2013-2030. Hasil analisa didapati pada tahun 2013 emisi CO₂ mencapai 913,21 ribu ton dan meningkat menjadi 9.835,61 ribu ton pada tahun 2030 atau pertumbuhan sebesar 15% setiap tahunnya.

Shaliza dkk., (2010), dengan judul penelitian “*Projection of CO₂ emissions in Malaysia*” menerangkan proyeksi dari emisi gas rumah kaca di tahun 2000 hingga 2020 menggunakan software LEAP di keempat sektor utama yaitu transportasi, energi, industri dan rumah tangga di Malaysia. Di proyeksikan 285,73 juta ton emisi CO₂ akan dilepaskan pada tahun 2020 dimana terjadi peningkatan 68,86% dari tahun 2020. Didapati

pembangkitan energi listrik memberikan kontribusi 43,40% dari total emisi dan merupakan penyumbang emisi terbesar di antara sektor lain.

Anggriani dkk., (2010), “Estimasi emisi gas rumah kaca pada ketersediaan pembangkit listrik tenaga *thermal* di Provinsi Sulawesi Selatan”. Pada penelitian ini, Anggriani dkk melakukan perhitungan estimasi emisi gas rumah kaca pada pembangkit listrik tenaga *thermal* di provinsi Sulawesi Selatan menggunakan LEAP. Hasil yang didapatkan pengoperasian pembangkit-pembangkit listrik menghasilkan emisi GRK berdasarkan proyeksi BAU sebesar 6,2 juta ton CO₂ dan pada skenario RPTL sebesar 13,8 juta ton CO₂ atau mengalami peningkatan 121% pada tahun 2020.

Ismayanti (2008), “kajian emisi CO₂ menggunakan persamaan mobile 6 dan mobile combustion dari sektor transportasi kota Surabaya”. Pada penelitian ini, didapat bahwa emisi CO₂ pada tahun 2010 dengan menggunakan persamaan mobile combustion adalah sebesar 1.261.587 ton CO₂ (bensin) dan 590.271 ton CO₂ (solar), sedangkan perhitungan menggunakan persamaan mobile 6 adalah sebesar 1.052.260 ton CO₂ (kendaraan bensin) dan 457.276 ton CO₂ (kendaraan solar). Sedangkan emisi CO₂ pada tahun 2020 jika menggunakan persamaan mobile combustion adalah sebesar 1.807.330 ton CO₂ (bensin) dan 706.914 ton CO₂ (solar) sedangkan jika dihitung dengan persamaan mobile 6 adalah sebesar 1.507.451 ton CO₂ (kendaraan bensin) dan 547.637 ton CO₂ (kendaraan solar).

Penelitian tentang Perencanaan energy sektor transportasi darat di kota Pekanbaru ini menggunakan data PDRB, jumlah penduduk, jumlah kendaraan bermotor dan jumlah konsumsi bahan bakar minyak pada 5 tahun sebelumnya. Data-data ini didapatkan langsung dari BPS Provinsi Riau dan PT.Pertamina.

Penelitian ini layak dilakukan dan memiliki kelebihan dari penelitian terdahulu dikarenakan belum adanya penelitian mengenai konsumsi energi dari semua jenis bahan bakar minyak (premium, pertalite, pertamax plus 95, solar dan pertamina DEX) yang umum digunakan Sektor Transportasi darat(sepeda motor, mobil penumpang, bus dan truk) di kota Pekanbaru, serta penelitian ini membahas rekomendasi penyediaan dan penghematan konsumsi energi berdasarkan target menteri ESDM dalam upaya pencapaian konsumsi bahan bakar Mix sebesar 26% pada tahun 2025.

2.2. Intensitas dan Elastisitas Energi

Intensitas energi dan Elastisitas energi merupakan variable penting dalam usaha konservasi dan diversifikasi energi. Kedua parameter ini dapat memperlihatkan pola konsumsi energi di suatu daerah. Untuk itu sangat penting sekali untuk mengetahui kedua parameter ini agar usaha mitigasi gas rumah kaca dapat berhasil sesuai target.

1. Intensitas Energi

Parameter lain untuk menilai efisiensi energi di sebuah negara adalah intensitas energi yaitu jumlah konsumsi energi per Produksi Domestik Bruto (PDB). Semakin rendah angka intensitas energi, semakin efisien penggunaan energi di sebuah negara. Semakin efisien suatu negara, maka intensitasnya akan semakin kecil. Intensitas Energi Indonesia sebesar 334 TOE (*ton-oil-equivalent*) per sejuta dollar AS (DEN, 2014). Artinya untuk menghasilkan nilai tambah (GDP) 1 juta dollar AS, Indonesia membutuhkan energi 334 TOE. Sebagai perbandingan, intensitas energi rata-rata negara maju yang tergabung dalam OECD hanya 164 TOE/juta dollar AS.

Berikut ini persamaan dalam menghitung nilai intensitas energi (Houdian, 2011):

$$\text{Intensitas Energi} = \frac{\text{Konsumsi Energi}}{\text{Pengguna}} \dots \dots \dots (2.1)$$

Dalam persamaan diatas satuan dapat disesuaikan dengan satuan yang digunakan oleh masing-masing perusahaan misalnya konsumsi energi (kWh, Rp, dll) dan produksi (Ton, Kg, yard, Rp, dll), namun periode yang biasa digunakan adalah per tahun.

2. Elastisitas Energi

Elastisitas energi didefinisikan sebagai rasio perubahan konsumsi energi terhadap pertumbuhan ekonomi. Berdasarkan definisi tersebut, nilai elastisitas rendah merepresentasikan pertumbuhan ekonomi tinggi yang dihasilkan dari peningkatan konsumsi energi yang tidak signifikan. Angka elastisitas energi di bawah 1,0 dicapai apabila energi yang tersedia telah dimanfaatkan secara produktif. Menurut sebuah riset elastisitas energi di Indonesia adalah sebesar 1,36 (DEN, 2014). Artinya, untuk mendorong pertumbuhan ekonomi sebesar 1%, maka konsumsi energi Indonesia harus naik rata-rata 1,36%. Secara matematika dapat ditulis dengan persamaan (Houdian, 2011):

$$\text{Elastisitas Energi} = \frac{\Delta E}{E} \div \frac{\Delta P}{P} \dots \dots \dots (2.2)$$

Jika pertumbuhan ekonomi Indonesia 6%, maka diperlukan tambahan penyediaan energi sebesar 11%. Dibandingkan dengan negara-negara di ASEAN seperti Thailand angka elastisitasnya 1,16, Singapura 1,1. Di negara-negara maju elastisitas ekonomi

berkisar antara 0,1% hingga 0,6%. Di Jerman bahkan untuk kurun waktu 1998-2003 angka elastisitasnya -0,12%, artinya kenaikan perkonomian justru menurunkan kebutuhan akan energi.

Angka elastisitas energi (1,36) dan intensitas energi (334 TOE (ton-oil-equivalent)) yang relatif tinggi ini menunjukkan bahwa pemakain energi di indonesia masih boros. Ini juga mengindikasikan rendahnya daya saing industri karena terjadi inefisiensi energi yang berdampak pada tingginya biaya produksi. atau kata lain masih banyak energi di indonesia yang digunakan untuk kegiatan yang kurang produktif.

Angka elastisitas dan intensitas energi yang relatif tinggi ini menunjukkan bahwa pemakaian energi di Indonesia termasuk tidak efisien atau boros. Dan ini juga mengindikasikan rendahnya daya saing industri di Indonesia karena terjadi inefisiensi energi yang berdampak pada tingginya biaya produksi. Atau dalam formulasi yang agak berbeda, Energi di Indonesia masih banyak digunakan untuk kegiatan yang tidak atau kurang menghasilkan. Secara umum, elastisitas energi membantu kita untuk menganalisa:

- a. Sensitivitas respon konsumen energi terhadap kenaikan harga energi,
- b. Seberapa cepat pasar menanggapi gangguan pasokan energi,
- c. Apakah insentif dan subsidi energi terdistribusi secara merata, baik di tingkat pemasok maupun konsumen,
- d. Dampak dari pajak dan subsidi energi terhadap anggaran pemerintah/negara,
- e. Perubahan permintaan energi seiring dengan pembangunan,
- f. Seberapa cepat penetrasi energi terbaru ke pasar,
- g. Dampak kesejahteraan akibat perubahan harga energi dan kebijakan seperti kompensasi langsung dan semacamnya.

Sebagaimana halnya intensitas energi, angka elastisitas energi juga dapat digunakan untuk menilai tingkat efisiensi penggunaan energi di suatu negara. Hanya saja, tidak tepat jika menggunakan elastisitas energi sebagai indikator tunggal efisiensi. Sebabnya, nilai rendah elastisitas energi juga dapat mengindikasikan hambatan perluasan akses energi seperti, misalnya, lambatnya elektrifikasi atau kelangkaan BBM dan elpiji. Makna lainnya adalah pertumbuhan ekonomi yang lebih dipengaruhi oleh faktor-faktor selain konsumsi energi, atau didominasi oleh sektor non-real. Sebaliknya, nilai elastisitas energi yang tinggi tidak selalu mengindikasikan pemborosan. Peningkatan akses energi modern juga bisa mendorong naiknya angka elastisitas energi.

2.3. Gas Rumah Kaca

Gas rumah kaca atau biasa disingkat dengan GRK merupakan kumpulan gas-gas yang dianggap mampu meningkatkan potensi pemanasan global oleh para ilmuwan di seluruh dunia. Disebut GRK karena cara kerja gas-gas tersebut adalah seperti rumah kaca yang berfungsi menahan panas untuk keluar dari sistem sehingga mengakibatkan perubahan suhu Bumi. Awalnya, sinar matahari masuk ke Bumi sebagai radiasi cahaya matahari dalam bentuk gelombang pendek dan berubah menjadi radiasi inframerah gelombang panjang. Gas-gas rumah kaca mampu meneruskan 90% radiasi matahari pada kisaran panjang gelombang tampak.

IPCC (*Intergovernmental Panel of Climate Change*) melaporkan Suhu Bumi diperkirakan akan terus meningkat hingga 2°C pada tahun 2100 dengan rata-rata peningkatan sebesar 0,1°C - 0,2 °C/dekade selama 5 dekade kedepan (IPCC, 2014). Angka peningkatan suhu tersebut nampaknya merupakan perubahan yang kecil. Namun, perubahan kecil tersebut mulai menunjukkan dampak yang merugikan bagi kelanjutan hidup manusia. Pemanasan global memiliki dampak yang mengancam kehidupan manusia dan dianggap sebagai permasalahan paling serius yang dihadapi oleh negara-negara di seluruh dunia. Hal tersebut dikarenakan pemanasan global dapat mempengaruhi kondisi ekonomi, ketahanan, dan stabilitas suatu negara di masa mendatang. Dampak pemanasan global meliputi meningkatnya tinggi permukaan laut, mengubah kondisi habitat tanaman dan tumbuhan, menimbulkan ancaman bencana alam seperti tornado, banjir dan longsor serta mempengaruhi perubahan sistem iklim kompleks.

Gas-gas yang tergolong sebagai GRK adalah karbondioksida (CO₂), metana (CH₄), nitrogenoksida (N₂O), hidroflorokarbon (HFC), perflorokarbon (PFC), dan sulfurheksaklorida (SF₆). Keenam GRK tersebut adalah gas-gas berdasarkan Protokol Kyoto yang dianggap bertanggung jawab dalam peningkatan pemanasan global. Gas-gas tersebut memiliki potensi pemanasan global yang diperhitungkan dalam potensi CO₂ atau dikenal sebagai Global Warming Potential (GWP). GWP merupakan besaran efek radioaktif GRK apabila dibandingkan dengan CO₂ (Purwanta, 2009). GWP menunjukkan sekian ton CO₂ setara dengan satu ton GRK lainnya. Metana (CH₄) memiliki GWP 21 kali CO₂, sedangkan nilai GWP untuk N₂O, HFC, PFC dan SF₆ berturut-turut adalah sebesar 310, 140-11.700, 6500-9.200, dan 23.900 kali CO₂ (Hasibi, 2010).

2.4. Transportasi

Transportasi bisa diartikan sebagai perpindahan suatu barang atau orang dari satu tempat ke tempat yang lain. Bisa juga transportasi adalah perpindahan dari suatu tempat ke tempat lain dengan menggunakan alat pengangkutan, baik yang digerakkan oleh tenaga manusia, hewan (kuda, sapi, kerbau), atau mesin. (Ismayanti, 2008).

Transportasi juga termasuk sumber dari pencemaran udara saat ini. Meskipun perkembangan teknologi terbaru secara signifikan dapat mengurangi jumlah emisi, namun tingkat kenaikan dari jumlah kendaraan bermotor yang cukup tinggi dan jauhnya jarak perjalanan membuat hal ini hanya memberi sedikit penurunan jumlah emisi. Di perlukan kebijakan pemerintah dalam pengelolaan energi yang efisien agar dapat menurunkan jumlah emisi.

2.5. Klasifikasi Sektor Transportasi

Secara umum sektor transportasi dapat diklasifikasikan menjadi 3 kategori transportasi, yaitu: transportasi darat, transportasi laut dan transportasi udara. Masing-masing moda dapat dirinci lagi sesuai dengan jenis teknologi, bahan bakar maupun fungsinya. Bahan bakar yang digunakan untuk setiap moda bisa beragam. Untuk kendaraan penumpang dapat menggunakan premium, pertamax, solar, dan pertamina DEX. Untuk sepeda motor hanya menggunakan bensin.

2.5.1. Transportasi Darat

Pada transportasi darat, dirinci lagi menjadi mobil penumpang, Truk, bus, dan sepeda motor. Rincian tersebut dapat dijelaskan sebagai berikut:

1. Mobil penumpang, yaitu semua mobil penumpang baik berupa mobil pribadi maupun mobil yang digunakan untuk angkutan umum dan tidak termasuk dalam kelompok bus. Berdasarkan jenis bahan bakarnya, mobil penumpang bisa dibagi lagi menjadi mobil premium dan mobil diesel/solar.
2. Truk, yaitu jenis kendaraan pengangkut barang. Berdasarkan jenis bahan bakarnya, truk menggunakan bahan bakar solar.
3. Bus termasuk di dalamnya bus sedang dan bus besar. Berdasarkan jenis bahan bakarnya, baik bus sedang maupun bus besar saat ini hanyalah berbahan bakar solar/diesel.
4. Sepeda motor, yaitu semua kendaraan bermotor beroda dua. Diasumsikan bahwa semua sepeda motor berbahan bakar bensin.

2.5.2. Transportasi Laut

Transportasi laut dibagi menjadi transportasi penumpang dan transportasi barang. Transportasi laut dapat juga dibagi berdasarkan daya jelajahnya, yaitu: Angkutan Sungai Danau dan Penyeberangan (ASDP), transportasi laut antar pulau, dan transportasi laut antar negara. ASDP dapat menggunakan kapal Roro (*Roll On Roll Off*) ataupun menggunakan speed boat. Pengelompokan transportasi laut umumnya dibagi menjadi empat kelompok utama, yaitu: kapal jelajah (*cruising boat*), kapal dredger and tug, kapal ferry dan kapal nelayan. Kapal jelajah terdiri dari kapal internasional, kapal antar pulau dan kapal non-schedule. Untuk kapal ferry ada yang kecepatan tinggi (*high speed*) dan ada yang biasa (*regular*), sedangkan kapal nelayan dibagi lagi menjadi perahu besar, menengah dan tradisional.

2.5.3. Transportasi Udara

Transportasi udara memiliki keunggulan kecepatan dibanding moda transportasi lainnya. Secara umum transportasi udara dapat dikelompokkan menjadi transportasi internasional dan transportasi domestik. Disamping itu dapat juga dirinci lagi menjadi transportasi penumpang dan transportasi barang. Bahan bakar yang digunakan adalah avgas dan avtur. Avgas (*aviation gasoline*) adalah bahan bakar minyak berkadar oktan tinggi untuk pesawat bermesin torak. Avtur (*aviation turbine*) adalah bahan bakar khusus untuk turbin/pesawat terbang, jenis khusus minyak tanah dengan proses penyulingan. Parameter penting yang sering digunakan untuk mengestimasi penggunaan bahan bakar adalah: penumpang yang diangkut (orang), km-penumpang terpakai, tingkat penggunaan tempat duduk, barang yang diangkut (ton) dan ton-km yang terpakai (ESDM, 2012).

2.6. Pengelompokan BBM

Bahan bakar diartikan sebagai bahan yang apabila dibakar dapat meneruskan proses pembakaran tersebut dengan sendirinya, disertai dengan pengeluaran energi. Bahan bakar yang biasa digunakan pada saat ini adalah bahan bakar fosil (batubara, minyak bumi).

Macam-macam jenis bahan bakar :

1. Bensin

Bensin adalah salah satu jenis bahan bakar minyak yang dimaksudkan untuk kendaraan bermotor roda dua, tiga, atau empat. Dewasa ini, tersedia tiga jenis bensin, yaitu premium, pertamax, dan pertamax plus. Ketiganya mempunyai mutu yang berbeda. Adapun mutu bahan bakar bensin dikaitkan dengan jumlah ketukan yang ditimbulkan dan

dinyatakan dengan nilai oktan. Semakin sedikit ketukan, semakin baik mutu bensin, dan semakin tinggi nilai oktannya. Ketukan adalah suatu perilaku yang kurang baik dari bahan bakar, yaitu pembakaran terjadi terlalu dini sebelum piston berada pada posisi yang tepat. Ketukan menyebabkan mesin menggelitik, mengurangi efisiensi bahan bakar dan dapat merusak mesin. Di Indonesia terdapat beberapa jenis bahan bakar bensin yang memiliki nilai mutu pembakaran berbeda. Nilai mutu jenis BBM bensin ini dihitung berdasarkan nilai RON (*Randon Octane Number*). Berdasarkan RON tersebut maka BBM bensin dibedakan menjadi 4 jenis yaitu:

1. Premium (RON 88) : Premium adalah bahan bakar minyak jenis distilat berwarna kekuningan yang jernih. Warna kuning tersebut akibat adanya zat pewarna tambahan (*dye*). Nilai massa jenis Premium sebesar $0,745 \text{ gr/cm}^3$ dimana massa jenis menunjukkan perbandingan berat per satuan volume dan mempunyai nilai kalor sebesar $43,377 \text{ kJ/kg}$. Penggunaan premium pada umumnya adalah untuk bahan bakar kendaraan bermotor bermesin bensin, seperti : mobil, sepeda motor, motor tempel dan lain-lain. Bahan bakar ini sering juga disebut motor gasoline atau petrol (Syahputra, 2017).
2. Pertalite (RON 90) : Pertalite adalah merupakan bahan bakar minyak (BBM) jenis baru yang diproduksi Pertamina. Nilai massa jenis Pertalite sebesar $0,7413 \text{ gr/cm}^3$ dan mempunyai nilai kalor sebesar $43,831 \text{ kJ/kg}$. Jika dibandingkan dengan premium, pertalite memiliki kualitas bahan bakar lebih sebab memiliki kadar Research Oktan Number (RON 90) diatas premium yang hanya RON 88. Berdasarkan uji tes antara pertalite dan premium maka dapat dikatakan bahwa penggunaan bahan bakar pertalite akan membuat kendaraan dalam pemakaian BBM lebih irit. Sebab lebih iritnya pertalite disebabkan karena pertalite memiliki RON yang lebih tinggi (Syahputra, 2017).
3. Pertamax (RON 92) : Pertamax adalah merupakan bahan bakar minyak andalan Pertamina dengan RON 92, pertamax seperti halnya premium adalah produk BBM dari pengolahan minyak bumi. Pertamax dihasilkan dengan penambahan zat aditif dalam proses pengolahannya di kilang minyak. Pertamax pertama kali diluncurkan pada tahun 1999 sebagai pengganti *Premix 98* karena unsur MTBE yang berbahaya bagi lingkungan. Selain itu, pertamax memiliki beberapa keunggulan dibandingkan dengan premium. Pertamax direkomendasikan untuk kendaraan yang diproduksi

setelah tahun 1990, terutama yang telah menggunakan teknologi setara dengan *Electronic Fuel Injection (EFI)* dan *catalytic converters* (pengubah katalitik).

4. Pertamax Plus (RON 95) : Jenis BBM ini telah memenuhi standar *Performance International World Wide Fuel Charter (WWFC)*. Nilai massa jenis pertamax plus sebesar $0,7422 \text{ gr/ cm}^3$ dan mempunyai nilai kalor sebesar 44,788 kJ/kg. Ditujukan untuk kendaraan yang berteknologi mutakhir yang mempersyaratkan penggunaan bahan bakar beroktan tinggi dan ramah lingkungan. Pertamax Plus sangat direkomendasikan untuk kendaraan yang memiliki kompresi ratio $> 10,5$ dan juga yang menggunakan teknologi *Electronic Fuel Injection (EFI)*, *Variable Valve Timing Intelligent (VVTI)*, (VTI), *Turbochargers* dan *catalytic converters* (Syahputra, 2017).

2. Avtur (*Aviation Turbine*)

Bahan bakar jenis khusus ini berasal dari minyak bumi yang digunakan sebagai bahan bakar pesawat. Pada umumnya kualitas bahan bakar ini lebih tinggi dari bahan bakar yang digunakan untuk keperluan yang lain. Seperti untuk mesin kendaraan bermotor dan sering mengandung aditif untuk mengurangi resiko ledakan akibat suhu yang tinggi. Sebagian besar bahan bakar penerbangan yang tersedia untuk pesawat terbang jenis minyak bumi yang digunakan dalam mesin dengan busi (yaitu mesin piston dan rotary wankel) atau bahan bakar untuk mesin turbin jet yang digunakan dalam mesin pesawat diesel.

Bahan Bakar Minyak ini merupakan BBM jenis khusus yang dihasilkan dari fraksi minyak bumi. Avtur didesain untuk bahan bakar pesawat udara dengan tipe mesin turbin (*external combustion*). Performa atau nilai mutu jenis bahan bakar avtur ditentukan oleh karakteristik kemurnian bahan bakar, model pembakaran turbin dan daya tahan struktur pada suhu yang rendah.

3. Avgas (*Aviation Gasoline*)

Avgas adalah avtur yang digunakan dalam pesawat mesin piston. Avgas dibedakan dari mogas (*motor gasoline*), yang merupakan bensin sehari-hari yang digunakan dalam mobil dan beberapa pesawat ringan non komersial. Tidak seperti mogas, yang telah dirumuskan sejak tahun 1970 untuk memungkinkan penggunaan konten platinum catalytic converter untuk pengurangan polusi, avgas mengandung tetraetil timbal (TEL), zat beracun yang digunakan untuk mencegah mesin *knocking* (peledakan).

Hak Cipta Dilindungi Undang-Undang

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber:

a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.

b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar UIN Suska Riau.

2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin UIN Suska Riau.

Bahan Bakar Minyak ini merupakan BBM jenis khusus yang dihasilkan dari fraksi minyak bumi. Avgas didisain untuk bahan bakar pesawat udara dengan tipe mesin sistem pembakaran dalam (*internal combustion*), mesin piston dengan sistem pengapian. Performa BBM ini ditentukan dengan nilai octane number antara nilai dibawah 100 dan juga diatas nilai 100. Nilai *octane* jenis Avgas yang beredar di Indonesia memiliki nilai 100/130.

4. Minyak Tanah

Minyak tanah merupakan cairan hidrokarbon yang tak berwarna dan mudah terbakar. Minyak tanah diperoleh dengan cara distilasi fraksional dari petroleum pada 150°C dan 275°C. Dahulu minyak tanah banyak digunakan sebagai bahan bakar lampu minyak namun sekarang minyak tanah digunakan sebagai bahan bakar jet. Minyak tanah biasanya didistilasi langsung dari minyak mentah dan membutuhkan perawatan khusus. Perawatan ini dilakukan didalam sebuah unit Merox atau hidrotreater, ini dilakukan untuk mengurangi kadar belerang dan pengaratannya.

Selain itu minyak tanah juga dapat diproduksi oleh hydrocracker yang digunakan untuk memperbaiki kualitas bagian dari minyak mentah yang akan bagus untuk bahan bakar minyak. Penggunaannya sebagai bahan bakar untuk memasak terbatas di negara berkembang setelah melalui proses penyulingan seperlunya dan masih tidak murni dan bahkan memilki pengotor (debris).

5. Minyak Solar (HSD)

High Speed Diesel (HSD) merupakan BBM jenis solar yang memiliki angka performa cetane number 45, jenis BBM ini umumnya digunakan untuk mesin transportasi mesin diesel yang umum dipakai dengan sistem injeksi pompa mekanik (*injection pump*) dan *electronic injection*, jenis BBM ini diperuntukkan untuk jenis kendaraan bermotor transportasi dan mesin industry.

6. Minyak Diesel (MDF)

Minyak Diesel adalah hasil penyulingan minyak yang berwarna hitam yang berbentuk cair pada temperatur rendah. Biasanya memiliki kandungan sulfur yang rendah dan dapat diterima oleh *Medium Speed Diesel Engine* di sektor industri. Oleh karena itulah, diesel oil disebut juga *Industrial Diesel Oil* (IDO) atau *Marine Diesel Fuel* (MDF).

7. Biodiesel

Jenis Bahan Bakar ini merupakan alternatif bagi bahan bakar diesel berdasar-petroleum dan terbuat dari sumber terbaruai seperti minyak nabati atau hewan. Secara kimia, ia merupakan bahan bakar yang terdiri dari campuran mono-alkyl ester dari rantai

panjang asam lemak. Jenis Produk yang dipasarkan saat ini merupakan produk biodiesel dengan campuran 95 persen *diesel petroleum* dan mengandung 5 persen CPO yang telah dibentuk menjadi *Fatty Acid Methyl Ester* (FAME).

8. Pertamina Dex

Jenis bahan bakar ini merupakan jenis BBM produksi Pertamina yang dipergunakan untuk kendaraan bermotor dengan mesin diesel modern. Nilai Berat jenis Pertamina Dex sebesar $0,8258 \text{ gr/cm}^3$ dimana berat jenis menunjukkan perbandingan berat per satuan volume dan mempunyai nilai kalor sebesar 45,696 kJ/kg Pertamina dex memiliki kelebihan dibandingkan dengan bahan bakar untuk mesin diesel lainnya seperti memiliki kandungan sulfur paling rendah di Indonesia (max. 300 ppm) yang berfungsi untuk menghindari penyumbatan injek tor dan menghasilkan emisi gas buang lebih ramah lingkungan. Selain itu Pertamina dex juga memiliki additive yang berfungsi untuk membersihkan dan juga melindungi mesin kendaraan.

2.7. Emisi dari Kegiatan Transportasi

Emisi adalah zat, energi dan atau komponen lain yang dihasilkan dari suatu kegiatan yang masuk dan atau dimasukkannya ke dalam udara ambient yang mempunyai dan atau tidak mempunyai potensi sebagai unsur pencemar (PP No. 41 Tahun 1999). Satuan emisi umumnya berupa kg/tahun, m^3/hari atau satuan massa atau volume/satuan waktu. Emisi karbon merupakan jumlah total karbon yang dihasilkan dari suatu kegiatan. Emisi yang dihasilkan dapat berupa gas CO maupun gas CO_2 (yang termasuk sebagai gas rumah kaca) yang dihasilkan secara langsung maupun tidak langsung dari kegiatan manusia dan secara umum satuannya dinyatakan dalam setara ton karbon dioksida (CO_2). Emisi karbon, khususnya emisi gas CO_2 , merupakan Gas Rumah Kaca (GRK) yang dapat memperbesar Efek Rumah Kaca (ERK) yang pada akhirnya akan meningkatkan suhu rata-rata permukaan bumi yang dikenal juga dengan pemanasan global. (SME-ROI, 1996).

Karbon dioksida (CO_2) merupakan sejenis senyawa kimia yang terdiri dari dua atom oksigen yang terikat secara kovalen dengan sebuah atom karbon. CO_2 ini berbentuk gas pada keadaan temperatur dan tekanan standar dan berada di atmosfer bumi. Karbondioksida adalah hasil dari pembakaran senyawa organik jika cukup jumlah oksigen yang ada. Karbondioksida juga dihasilkan oleh berbagai mikroorganisme dalam fermentasi dan dihembuskan oleh hewan. Tumbuhan menyerap karbondioksida selama fotosintesis. Oleh karena itu sebagai gas rumah kaca dan dalam konsentrasi yang rendah, CO_2

merupakan komponen penting dalam siklus karbon. Selain dihasilkan dari hewan dan tumbuhan, CO₂ juga merupakan hasil samping pembakaran bahan bakar fosil.

Karbon dioksida merupakan sebagian besar gas yang bertanggung jawab atas efek rumah kaca di atmosfer dengan perkiraan 50% mungkin merupakan CO₂. Rata-rata konsentrasi CO₂ di atmosfer bumi kira-kira 387 ppm, jumlah ini bisa bervariasi tergantung pada lokasi dan waktu.

2.8. Faktor Emisi Kendaraan Bermotor

Faktor Emisi adalah nilai representatif yang menghubungkan kuantitas suatu polutan yang dilepaskan ke atmosfer dari suatu kegiatan yang terkait dengan sumber polutan. Faktor-faktor ini biasanya dinyatakan sebagai berat polutan dibagi dengan satuan berat, volume, jarak, atau lamanya aktivitas yang mengemisikan polutan (misalnya, partikel yang diemisikan gram per liter bahan bakar yang dibakar).

Faktor emisi dapat juga didefinisikan sebagai sejumlah berat tertentu polutan yang dihasilkan oleh terbakarnya sejumlah bahan bakar selama kurun waktu tertentu. Definisi tersebut dapat diketahui bahwa jika faktor emisi suatu polutan diketahui, maka banyaknya polutan yang lolos dari proses pembakarannya dapat diketahui jumlahnya per satuan waktu.

Persamaan umum untuk perkiraan emisi (Sagala, 2012):

$$E = A \times EF \dots \dots \dots (2.3)$$

dimana:

E = emisi

A = laju aktifitas

EF = faktor emisi

Untuk itu IPCC telah membuat faktor-faktor emisi pada bahan bakar agar mempermudah menghitung emisi yang dihasilkan. Faktor emisi tersebut dapat dilihat pada Tabel faktor emisi untuk CO₂ dari beberapa bahan bakar dan beberapa kendaraan yang berbeda di bawah ini.

Tabel 2.1 Faktor Emisi CO₂ Berdasarkan BBM

Bahan Bakar Fosil	Faktor Emisi belum terkoreksi Kg CO ₂ / TJ	Faktor Emisi Terkoreksi Kg CO ₂ / TJ
Minyak mentah	73.300	72.600
Bensin	69.300	68.600

Minyak tanah	71.900	71.200
Minyak diesel	74.100	73.400
Minyak residu	77.400	76.600
Lpg	63.100	62.500
petroleum coke	100.800	99.800
Gas Alam	56.100	55.900

Sumber : Sagala (2012)

Table 2.2 Faktor Emisi CO₂ Berdasarkan Jenis Kendaraan

Kategori	Faktor Emisi CO ₂ (g/kg BBM)	Faktor Emisi CO ₂ (g/kg BBM)
Sepeda motor	3180	2003,4
Mobil(bensin)	3180	2003,4
Mobil(solar)	3172	2220,4
Bis	3172	2220,4
Truk	3171	2220,4

Sumber : Ismayanti (2008)

2.9. Kebijakan Terkait Gas Rumah Kaca

Demi mendukung terlaksananya aksi penurunan gas rumah kaca di Indonesia, pemerintah telah mengeluarkan beberapa peraturan terkait untuk memberikan payung hukum pada usaha ini. Perpres No. 61 Tahun 2011 Tentang Rencana Aksi Nasional Penurunan Emisi Gas Rumah Kaca (RAN-GRK) dan Perpres No.71 Tahun 2011 Tentang Penyelenggaraan Inventarisasi Gas Rumah Kaca (GRK) merupakan 2 peraturan utama yang dikeluarkan oleh pemerintah pusat agar target penurunan emisi 26% di bawah baseline BAU.

Pemerintah Provinsi Riau telah mengeluarkan peraturan terkait untuk ikut serta dalam usaha mengurangi emisinya, melalui Pergub no 77 tahun 2012 tentang RAD-GRK diharapkan usaha pengurangan emisi gas rumah kaca akan menjadi semakin nyata. Beberapa butir pasal yang penting dalam peraturan ini akan dijelaskan dibawah ini:

1. Pasal 2

- a. RAD-GRK disusun untuk perencanaan sampai dengan tahun 2020.
- b. Kegiatan RAD-GRK meliputi bidang pertanian, kehutanan dan lahan gambut, energi dan transportasi, industri, pengolahan limbah, dan kegiatan pendukung lain.

- c. Substansi inti dari RAD-GRK terdiri dari 5 elemen, yaitu:
 - i. Sumber dan potensi penurunan emisi GRK
Identifikasi bidang dan kegiatan yang berpotensi sebagai sumber/serapan emisi GRK, berdasarkan pada cakupan, kondisi wilayah, kegiatan dan produksi emisi sektoral dan karakteristik daerah
 - ii. Baseline BAU emisi GRK
Merupakan perkiraan tingkat emisi dan proyeksi GRK dengan skenario tanpa intervensi kebijakan dan teknologi mitigasi dari bidang-bidang yang telah diidentifikasi dalam kurun waktu yang telah diidentifikasi dalam kurun waktu yang telah disepakati (tahun 2010-2020)
 - iii. Usulan rencana aksi penurunan emisi GRK (mitigasi), baik berupa kegiatan maupun kegiatan pendukung
 - iv. Usulan prioritas/skala prioritas dari usulan usulan aksi mitigasi terpilih
 - v. Lembaga pelaksana dan pendanaan kegiatan yang sudah diidentifikasi pengukuran dan pemantauan program/ kegiatan RAD-GRK di daerah.
2. Pasal 3 kedudukan RAD-GRK
 - a. RAD-GRK disusun sesuai dengan kondisi dan permasalahan serta kemampuan daerah.
 - b. RAD-GRK sebagaimana dimaksud pada ayat (1) berkedudukan dan berfungsi sebagai acuan penting dalam penyusunan RPJPD, RPJMD, RTRW Provinsi/Kabupaten/Kota yang selanjutnya menjadi masukan dan dasar penyusunan penyusunan dokumen perencanaan pembangunan daerah.
3. Pasal 4 keterkaitan RAD GRK dengan kebijakan pembangunan daerah
 - a. RAD-GRK berisi upaya-penurunan emisi GRK yang bersifat multisektor dengan mempertimbangkan karakteristik, potensi, dan kewenangan daerah serta terintegrasi dengan rencana pembangunan daerah.
 - b. Proses penyusunan RAD-GRK bersifat partisipatif dan menggunakan referensi yang tersedia di tingkat nasional.
4. Pasal 5 kajian ulang GRK
 - a. RAD-GRK dapat dikaji ulang secara berkala sesuai dengan kebutuhan daerah dan perkembangan dinamika nasional dan internasional.

- b. Kaji ulang RAD-GRK sebagaimana dimaksud pada ayat (1) dilakukan oleh kepala SKPD terkait dan pimpinan BUMD serta dikoordinasikan oleh kepala BAPPEDA Provinsi Riau.
- c. Hasil kaji ulang RAD-GRK sebagaimana dimaksud pada ayat (1) dan ayat (2) dilaporkan oleh kepala BAPPEDA kepada gubernur.
- d. Pencapaian target penurunan emisi GRK tingkat daerah dilakukan dengan mengarahkan dan menetapkan berbagai program dan kegiatan yang dilengkapi dengan sasaran, indicator kinerja dan pembiayaan ke dalam RKPD.
- e. Pemerintah daerah Provinsi Riau berkoordinasi dengan pemerintah daerah kabupaten/kota dalam menyusun RPJMD, dan RKPD Kabupaten/Kota untuk mendukung penurunan emisi gas rumah kaca.

2.10. Penyusunan Rencana Umum Energi Nasional

Berdasarkan Peraturan Presiden nomor 1 tahun 2014 pasal 1 tentang pedoman penyusunan Rencana Umum Energi Nasional. Dalam Peraturan Presiden ini yang dimaksud dengan :

1. Rencana Umum Energi Nasional, yang selanjutnya disingkat RUEN, adalah kebijakan Pemerintah mengenai rencana pengelolaan energi tingkat nasional yang merupakan penjabaran dan rencana pelaksanaan Kebijakan Energi Nasional yang bersifat lintas sektor untuk mencapai sasaran Kebijakan Energi Nasional.
2. Rencana Umum Energi Daerah Provinsi, yang selanjutnya disingkat RUED-P, adalah kebijakan pemerintah provinsi mengenai rencana pengelolaan energi tingkat Provinsi yang merupakan penjabaran dan rencana pelaksanaan RUEN yang bersifat lintas sektor untuk mencapai sasaran RUEN.
3. Rencana Umum Energi Daerah Kabupaten/Kota, yang selanjutnya disingkat RUED-Kab/ Kota, adalah kebijakan pemerintah kabupaten/kota mengenai rencana pengelolaan energi tingkat kabupaten/kota yang merupakan penjabaran dan rencana pelaksanaan RUED-P yang bersifat lintas sektor untuk mencapai sasaran RUED-P
4. Kebijakan Energi Nasional, yang selanjutnya disingkat KEN adalah kebijakan pengelolaan energi yang berdasarkan prinsip berkeadilan, berkelanjutan, dan berwawasan lingkungan guna terciptanya kemandirian dan ketahanan energi nasional.

5. Menteri adalah menteri yang menyelenggarakan urusan pemerintahan di bidang energi.
6. Kementerian adalah kementerian yang menyelenggarakan urusan pemerintahan di bidang energi.

2.11. Rencana Umum Energi Nasional (RUEN)

Berdasarkan Perpres no 22 tahun 2017 untuk mencapai kebutuhan energi final sektor transportasi akan dilakukan beberapa kegiatan, antara lain:

1. Membangun secara bertahap SPBG sebanyak 632 unit dengan total kapasitas 282 MMSCFD di 15 kota sampai dengan tahun 2025 dan menjadi 2.888 unit dengan kapasitas 1.291 MMSCFD pada tahun 2050 dalam rangka percepatan pelaksanaan substitusi BBM dengan gas di sektor transportasi .
2. Mengembangkan kendaraan bertenaga listrik/*hybrid* pada tahun 2025 sebesar 2.200 unit untuk roda 4 dan 2,1 juta unit untuk kendaraan roda 2.
3. Menyiapkan kebijakan pemanfaatan kendaraan bermotor berbahan bakar bensin dan ethanol (*flexi-fuel engine*).
4. Menyusun kebijakan insentif fiskal untuk produksi mobil/motor listrik bagi pabrikan sesuai ketentuan peraturan perundang-undangan
5. Menyusun peta jalan (*roadmap*) penggunaan BBN sebagai campuran BBM pada transportasi baik pada transportasi darat, laut, udara dan kereta api sampai dengan tahun 2050.
6. Menyusun peta jalan penerapan kebijakan pajak karbon atas konsumsi energi fosil.
7. Mengembangkan system angkutan umum massal perkotaan, termasuk jaringan kereta api ke bandara dan pelabuhan (kereta api dan bus) sehingga pangsa angkutan umum meningkat menjadi 30% dari total moda pada tahun 2025.
8. Mengembangkan angkutan kereta api cepat terpadu (*Mass Rapid Transit/MRT*), kereta api ringan (*Light Rail Transit/LRT*), dan Trem di 13 wilayah perkotaan serta kereta api bandara.
9. Mengembangkan manajemen transportasi dengan membangun system transportasi cerdas (*Intelligent Transport System/ITS*) di 24 kota dan sistem pengendalian lalu lintas (*Area Traffic Control System/ATCS*) di 50 lokasi serta pembatasan angkutan barang masuk kota.

Hak Cipta Dilindungi Undang-Undang

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber:

a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.

b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar UIN Suska Riau.

2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin UIN Suska Riau.

10. Menyusun kebijakan dan penerapan biaya preservasi jalan yang dananya dipungut melalui mekanisme pendapatan pemerintah.
11. Mengembangkan standar keekonomian bahan bakar (*fuel-economy standard*) untuk kendaraan bermotor tahun 2020.
12. Membangun system tol laut (angkutan laut utama regular untuk barang) dengan menyediakan 150 kapal.

2.12. Rencana Umum Energi Daerah

Kebijakan Rencana Umum Energi Daerah Provinsi Riau sebagai berikut:

1. kekayaan energi sebagai modal pembangunan Provinsi Riau.
2. Kemandirian dalam pemenuhan kebutuhan energy Provinsi Riau.
3. Bahan bakar nabati sebagai unggulan Provinsi Riau.
4. Pengembangan kemampuan SDM di bidang energy terbarukan di Provinsi Riau, khususnya bahan bakar nabati.
5. Penguatan koordinasi lintas sektoral untuk mencapai visi dan misi RUED Provinsi Riau.

Strategi Rencana Umum Energi Daerah Provinsi Riau sebagai berikut:

1. Menjadikan industri bahan bakar nabati menjadi penopang pembangunan menggantikan peran pertambangan minyak bumi yang menurun.
2. Mendorong pemanfaatan bahan bakar nabati di Provinsi Riau.
3. Mendorong pengembangan industri bahan bakar nabati di Provinsi Riau.
4. Menggunakan dana bagi hasil migas untuk pengembangan kemampuan sumber daya manusia dalam bidang energy terbarukan serta penguasaan dan pengembangan teknologi energy terbarukan , khususnya bahan bakar nabati.
5. Memperkuat koordinasi lintas sektoral untuk mendukung kemandirian energy dan pengembangan bahan bakar nabati.
6. Mengembangkan moda transportasi masal sebagai upaya untuk melakukan konservasi energi.

Hak Cipta Dilindungi Undang-undang

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber:

a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.

b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar UIN Suska Riau.

2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin UIN Suska Riau.

2.13. Prakiraan

Prakiraan dapat dibedakan berdasarkan waktunya. Prakiraan dibagi menjadi 3 Jenis, yaitu:

a) Perencanaan Jangka Panjang

Perencanaan jangka panjang adalah perencanaan kebutuhan BBM untuk jangka waktu di atas satu tahun. Didalam perencanaan jangka panjang hal yang paling utama diperhatikan yaitu pertambahan jumlah penduduk pertahunnya. Ini merupakan faktor utama dalam analisa prediksi kebutuhan BBM untuk tahun-tahun ke depannya. Sebab semakin besarnya pertambahan jumlah penduduk maka secara otomatis kebutuhan BBM akan ikut meningkat.

b) Perencanaan Jangka Menengah

Perencanaan jangka menengah adalah perencanaan kebutuhan BBM untuk jangka waktu dari satu bulan hingga satu tahun. Didalam perencanaan ini faktor utama yang harus diperhatikan yaitu pertumbuhan ekonomi ditempat wilayah yang akan di prediksi kebutuhan BBMnya.

c) Perencanaan Jangka Pendek

Perencanaan beban jangka pendek adalah untuk jangka waktu beberapa jam sampai satu minggu. Dalam perencanaan beban jangka pendek batas atas untuk beban maksimum dan batas bawah untuk beban minimum yang ditentukan dalam perencanaan beban jangka menengah.

Berdasarkan dari jenis ramalan yang akan dilakukan, maka perencanaan dapat dibedakan menjadi dua macam antara lain:

a. Perencanaan Kualitatif

Perencanaan kualitatif adalah perencanaan yang didasarkan atas data-data kualitatif. Yaitu berupa pemikiran yang bersifat institusi, pendapat dari berbagai pihak terkait dan pengetahuan serta pengalaman dari penyusunan.

b. Perencanaan Kuantitatif

Perencanaan kuantitatif adalah perencanaan yang didasarkan atas data kuantitatif pada masa lalu, yang berupa data dalam bentuk nilai atau angka dan dibuat sangat tergantung dengan metode yang dipergunakan dalam peramalan kebutuhan BBM.

Dalam hal ini perlu disadari bahwa semakin jauh jangka waktu kedepan kondisi yang akan diperkirakan, maka semakin besar ketidakpastiannya. Karena itu cara (metode) apapun yang digunakan dalam membuat proyeksi, kita hanya akan dapat memberikan suatu nilai perkiraan. Akan sangat sulit untuk mengatakan ramalan jangka panjang misalnya 10 atau 15 tahun mendatang dapat memberikan angka yang tepat.

Dalam usaha untuk mendapatkan angka proyeksi yang akurat perlu terus menerus dilakukan penelitian dalam perkembangannya dan diadakan tinjauan terhadap data atau angka yang digunakan (*review and updating*). Sehingga misalnya proyeksi untuk rencana satu tahun perlu diadakan *review and updating* setiap tiga bulan. Untuk jangka menengah dan panjang perlu diadakan *review and updating* setiap tahun. (Sihaloho, 2008).

2.14. Metode Dalam Perencanaan Energi

1. Metode Ekonometri

Metode ekonometri adalah metode yang dirangkum berdasarkan kebutuhan ekonomi dan statistic yang menunjukkan bahwa energy listrik mempunyai peran dalam mendorong kegiatan perekonomian. Dalam penggunaan tenaga listrik ada teori ekonomi dan hipotesis yang menyatakan bahwa dengan adanya penerangan listrik memungkinkan manusia belajar dimalam hari sehingga berpengaruh terhadap produktivitas bangsa yang pada akhirnya akan mempengaruhi keadaan perekonomian.

2. Metode Exponential Smoothing

Metode exponential smoothing adalah suatu metode yang secara terus menerus memperbaiki peramalan dengan melakukan perhitungan nilai masa lalu dari suatu runtunan deret waktu dengan cara menurun atau *exponential*(Arief, 2014).

Ada empat model dari *metode exponential smoothing* yang mengakomodasi pemakaian trend dan musiman, diantaranya:

1. Tunggal, model ini mengasumsikan bahwa studi pengamatan tidak memiliki trend dan musiman.
2. *Holt*, model ini mengasumsikan bahwa seri pengamatan memiliki trend linear namun tidak memilikivariasi musiman.
3. *Winters*, model ini mengasumsikan bahwa seri pengamatan memiliki trend linear dari variasi musiman.
4. *Custom*, model ini memungkinkan untuk melakukan penetapan komponen trend dan variasi musiman.

Dalam pembahasan ini terdapat tiga parameter yang harus ditetapkan dan harus tergantung dari komponen trend dan variasi musiman, yaitu:

1. *Alpha* adalah parameter yang mengontrol pembobotan relative pada pengamatan yang baru dilakukan. Jika *alpha* bernilai 1 maka hanya pengamatan terbaru yang digunakan secara eksklusif. Begitu pula sebaliknya bila *alpha* bernilai 0 maka pengamatan yang dahulu yang dihitung dengan bobot sepadan dengan yang terbaru. Dimana keuntungan pada parameter *alpha* ini dapat digunakan pada semua model.
2. *Beta* merupakan parameter yang mengontrol pembobotan relatif pada pengamatan yang baru dilakukan untuk mengestimasi kemunculan trend seri. Dimana *beta* memiliki nilai berkisar dari 0 sampai 1. Yang mana semakin besarnya nilai maka semakin besar bobot pengamatan. Parameter ini digunakan pada model yang memiliki komponen trend linear atau exponential yang tidak memiliki variasi musiman.
3. *Gamma* adalah parameter yang mengontrol pembobotan relative pada pengamatan yang baru dilakukan untuk mengestimasi kemunculan variasi musiman. Dimana nilai *gamma* berkisar antara 0 sampai dengan 1.

3. Metode Simulasi BAU (*Business as Usual*)

Metode yang digunakan dalam simulasi ini berdasar pada final energy demand dan analisis atau bisa dikategorikan model end-use, dengan mengakomodasi variabel intensitas energy dan jumlah pelanggan yang berfungsi sebagai unit activity level. Yang di asumsikan menggunakan scenario BAU, scenario ini digunakan untuk menginputkan pertumbuhan setiap cabang asumsi dasar. Untuk dapat mempermudah melakukan asumsi dasar dan mendapatkan hasil dari simulasi yang dilakukan. (LEAP Taining, 2011)

2.15. Macam-Macam Software Perencanaan dan Prakiraan

Pada dekade terakhir isu semakin meningkat dengan isu lingkungan. Oleh karena itu, muncul perangkat lunak yang dapat digunakan sebagai media dalam melakukan perencanaan energi. Penyedia fasilitas ini dari berbagai kalangan, mulai dari akademisi hingga pelaku usaha. Diantaranya:

1. Cities for Climate Protection Software (CCP)

CCP adalah sebuah perangkat lunak yang dirancang terutama untuk membantu anggota ICLEI untuk Kampanye Perlindungan Iklim (*Climate Protection Campaign*)

mengembangkan rencana aksi iklim lokal. Perangkat lunak ini digunakan untuk menghitung emisi dari aktivitas energi, keuangan dan strategi pengurangan emisi gas rumah kaca.

2. *COMPEED XL*

Program ini dirancang untuk melakukan berorientasi eksternalitas techno-proyek energi ekonomi analisis. *COMPEED* menawarkan biaya-manfaat dan analisis efektivitas biaya yang didasarkan pada berbagai manfaat dan biaya penting yang mengelilingi sebuah keputusan, termasuk sumber daya energi, lingkungan, biaya ekonomi, biaya keuangan, kesempatan kerja, neraca pembayaran, biaya fiskal.

3. *EnergyPLAN*

Sebuah alat berbasis Windows yang dibuat untuk membantu dalam desain nasional atau regional tentang strategi perencanaan energi. Program ini menggunakan model deterministik masukan/keluaran. Secara umum, inputnya berupa data sumber energi terbarukan, kapasitas stasiun energi, biaya dan sejumlah pilihan yang berbeda menekankan pada strategi peraturan impor/ekspor dan kelebihan produksi listrik. Hasil/keluaran yang dihasilkan berupa keseimbangan energi dan hasil produksi tahunan, konsumsi bahan bakar, impor/ekspor listrik, dan biaya total termasuk pendapatan dari pertukaran listrik.

4. *Energi Costing Tool*

Program ini untuk melakukan perhitungan energi utama ke dalam MDGs berbasis strategi pembangunan nasional. Sebuah bagian penting dari MDG pengembangan berbasis strategi pembangunan nasional adalah penetapan biaya MDG, yang secara spesifik menghitung keuangan dan sumber daya manusia yang diperlukan, serta infrastruktur yang diperlukan, untuk memenuhi MDGs.

5. *ENPEP (The Energy and Power Evaluation Program)*

ENPEP adalah satu alat analisis energi, lingkungan, dan ekonomi yang memiliki 10 set modul. ENPEP dapat digunakan untuk mengevaluasi seluruh sistem energi (penawaran dan sisi permintaan), melakukan analisis rinci dari sistem tenaga listrik, dan mengevaluasi dampak lingkungan dari strategi energi yang berbeda.

6. *HOMER*

Homer memiliki optimasi dan algoritma analisis sensitivitas yang dapat digunakan untuk mengevaluasi kelayakan ekonomi dan teknis dari sejumlah besar pilihan teknologi dan untuk memperhitungkan variasi dalam biaya teknologi serta ketersediaan sumber daya energi.

7. LEAP (*Long-range Energi Alternatives Planning*)

LEAP adalah perangkat yang sangat komprehensif dalam merencanakan energi. Banyak variabel yang bisa menjadi input variabel seperti pendapatan (PDRB), populasi, teknologi, hingga proyeksi permintaan. Untuk selengkapnya tentang LEAP akan dibahas di bagian lain dalam bab ini.

8. MESSAGE

MESSAGE digunakan untuk merumuskan dan mengevaluasi strategi pasokan energi alternatif di bawah yang ditetapkan pengguna yang berbeda dan kendala fisik. Contohnya antara lain membatasi investasi baru, tingkat penetrasi pasar untuk teknologi baru, ketersediaan dan perdagangan bahan bakar, emisi lingkungan, dan lain-lain.

9. RETScreen

RETScreen *International Clean Energi Project Analysis Software* dapat digunakan di seluruh dunia untuk mengevaluasi produksi energi, biaya siklus-hidup dan pengurangan emisi gas rumah kaca untuk berbagai jenis hemat energi dan teknologi energi terbarukan (RETs). Perangkat lunak RETScreen ini termasuk modul untuk mengevaluasi energi angin, hydro kecil, tenaga surya fotovoltaik (PV), gabungan panas dan tenaga, biomassa pemanas, pemanas air matahari, pemanas tenaga surya pasif dan pendinginan.

10. SUPER

SUPER adalah model yang berguna untuk studi perencanaan koneksi energi dalam kurun waktu beberapa tahun. Parameter yang digunakan seperti *hydro-risk*, *fiturreervoir*, pertumbuhan permintaan, karakteristik parameter per jam, konservasi energi dan program pengelolaan beban, biaya bahan bakar, periode pelaksanaan proyek, interkoneksi, dan lain-lain.

11. TIMES/MARKAL

MARKAL (*Market Allocation*) adalah perangkat untuk pemodelan terkait dengan energi, ekonomi dan lingkungan. MARKAL adalah model generik yang disesuaikan dengan data input untuk mewakili perubahan selama periode tertentu, biasanya 20-50 tahun dari energi spesifik-sistem lingkungan di tingkat nasional, regional, negara bagian atau provinsi, maupun tingkatan tertentu dalam masyarakat.

2.16. LONG RANGE ENERGI ALTERNATIVES PLANNING SYSTEM (LEAP)

LEAP adalah alat pemodelan dengan scenario terpadu yang komprehensif berbasis pada lingkungan dan energi. LEAP mampu merangkai scenario untuk berapa 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 dan kenyamanan.

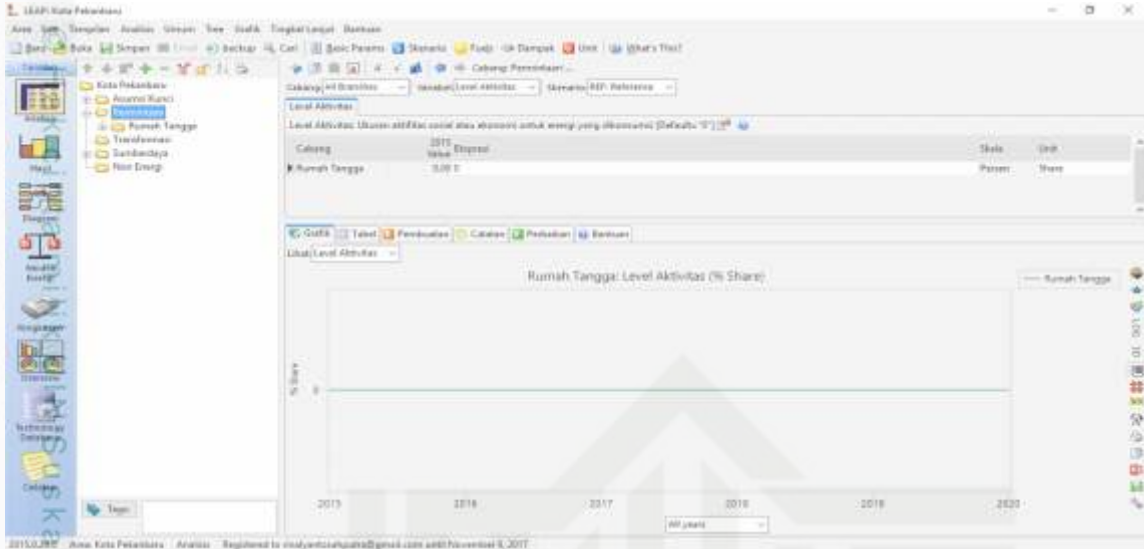
LEAP mendukung untuk proyeksi permintaan energi akhir maupun permintaan pada energi yang sedang digunakan secara detail termasuk cadangan energi, transportasi, dan lain sebagainya. Pada sisi penawaran, LEAP mendukung berbagai metode simulasi untuk pemodelan baik perluasan kapasitas maupun proses pengiriman dari pembangkit. Di dalam LEAP terdapat database Teknologi dan Lingkungan Database (TED) berisi data mengenai biaya, kinerja dan faktor emisi lebih dari 1000 teknologi energi. LEAP dapat digunakan untuk menghitung profil emisi dan juga dapat digunakan untuk membuat skenario emisi dari sektor non- energi (misalnya dari produksi semen, perubahan penggunaan lahan, limbah padat, dan lain-lain).

LEAP memiliki fitur yang dirancang untuk membuat dan menciptakan skenario, mengelola dan mendokumentasikan data dan asumsi, serta melihat laporan hasil dengan mudah dan fleksibel. Sebagai contoh, struktur data utama LEAP secara intuitif ditampilkan sebagai hirarki "pohon" (*tree*) yang dapat diedit dengan "menyeret dan menjatuhkan" (*drag and drop*) atau copy dan paste setiap "cabang" (branch) yang ada. Tabel standar neraca energi dan diagram *Reference Energi System (RES)* secara otomatis digenerasi dan terus disinkronisasi bersamaan dengan pengguna (*user*) mengedit pohon. Hasil tampilan adalah laporan yang digenerasikan dengan sangat kuat sehingga mampu menghasilkan ribuan laporan dalam bentuk diagram atau tabel.

LEAP dirancang untuk dapat bekerja secara terhubung dengan produk Microsoft Office (Word, Excel, PowerPoint) sehingga mudah untuk impor, ekspor dan menghubungkan ke data serta model yang dibuat di tempat lain. Perancang program aplikasi ini adalah dari Stockholm Environment Institute (SEI) dan memiliki komunitas yang saling berinteraksi yaitu COMMEND (Community for Energi Environment and Development). Administrator dan moderatornya adalah Dr. Charles Heaps .

2.17. Bagian-Bagian LEAP

Ketika pertama kali membuka aplikasi LEAP, maka akan muncul tampilan seperti pada gambar 2.1 berikut:



Gambar 2.1 Tampilan LEAP

Perangkat lunak LEAP yang digunakan adalah keluaran terbaru yaitu tahun 2015 dengan seri lisensi yang digunakan adalah lisensi untuk pendidikan seperti ditunjukkan pada lampiran. Bagian-bagian menu yang ada pada tampilan windows sangat mudah dimengerti dan dapat disesuaikan dengan bahasa yang di inginkan yang tersedia pada Operating System Windows yang digunakan. LEAP memiliki beberapa terminologi umum, di antaranya sebagai berikut :

- Area* : sistem yang sedang dikaji (Negara atau wilayah).
- Current accounts* : data yang menggambarkan tahun dasar (tahun awal) dari jangka waktu kajian.
- Scenario* : sekumpulan tentang asumsi mengenai kondisi masa depan.
- Tree* : diagram yang mempresentasikan struktur model yang disusun seperti tampilan dalam Windows Explorer. Tree terdiri atas beberapa Branch. Terdapat empat Branch utama, yaitu Driver Variable, Demand, Transformation, dan Resources. Masing-masing Branch utama dapat dibagi lagi menjadi beberapa Branch tambahan (anak cabang).
- Branch* : cabang atau bagian dari Tree, Branch utama ada empat, yaitu Modul Variabel Penggerak (Driver Variable), Modul Permintaan (Demand), Modul Transformasi (Transformation) dan Modul Sumber Daya Energi (Resources).
- Expression* : formula matematis untuk menghitung perubahan nilai suatu variabel.

Saturation

: perilaku suatu variabel yang digambarkan mencapai suatu kejenuhan tertentu. Persentase kejenuhan adalah $0\% \leq X \leq 100\%$. Nilai dari total persen dalam suatu Branch dengan saturasi tidak perlu berjumlah 100%.

Share

: perilaku suatu variabel yang menggambarkan mencapai suatu kejenuhan 100%. Nilai dari total persen dalam suatu Branch dengan Share harus berjumlah 100%.

LEAP terdiri dari 4 modul utama yaitu Modul Variabel Penggerak (*Driver Variable*) yang dalam versi baru disebut juga *Key Assumptions*, Modul Permintaan (*Demand*), Modul Transformasi (*Transformation*) dan Modul Sumber Daya Energi (*Resources*).

1. Modul *Key Assumptions*

Modul *Key Assumption* adalah untuk menampung parameter-parameter umum yang dapat digunakan pada Modul Demand maupun Modul Transformation. Parameter umum ini misalnya adalah jumlah penduduk, Produk Domestik Bruto (PDB) dan sebagainya. Modul *Key Assumptions* ini sifatnya komplemen terhadap modul lainnya. Pada modul yang sederhana dapat saja modul ini tidak difungsikan.

2. Modul *Demand*

Modul *Demand* adalah untuk menghitung permintaan energi. Pembagian sektor pemakai energi sepenuhnya dapat dilakukan sesuai kebutuhan pemodelan. Permintaan energi didefinisikan sebagai perkalian antara aktivitas pemakaian energi (misalnya; jumlah penduduk, jumlah kendaraan, volume nilai tambah) dan intensitas pemakaian energi kegiatan yang bersangkutan.

3. Modul *Transformation*

Modul *Transformation* adalah untuk menghitung pemasokan energi. Pasokan energi dapat terdiri atas produksi energi primer (gas bumi, minyak bumi, batu bara, dsb) dan energi sekunder (listrik, bahan bakar minyak, LPG, briket batubara, arang, dsb.). Susunan cabang dalam Modul *Transformation* sudah ditentukan strukturnya, yang masing-masing kegiatan transformasi energi terdiri atas *processes* dan *output*.

4. Modul *Resources*

Modul *Resources* terdiri atas *Primary* dan *Secondary*. Kedua cabang ini sudah *default*. Cabang-cabang dalam Modul *Resources* akan muncul dengan sendirinya sesuai dengan jenis-jenis energi yang dimodelkan dalam Modul *Transformation*. Beberapa

parameter perlu diisikan, seperti jumlah cadangan (minyak bumi, gas bumi, batubara, dsb.) dan potensi energi (tenaga air, biomassa, dsb).

2.18. Pengolahan Data

Pengolahan data untuk masukan simulasi menggunakan LEAP adalah menghitung intensitas energi dan pertumbuhannya, pertumbuhan penduduk serta pertumbuhan PDRB. Perhitungan intensitas energi menggunakan persamaan (2.1) dan pertumbuhan intensitas energi menggunakan persamaan (2.3)

$$\text{Pertumbuhan IE} = \frac{\text{IE tahun berlaku} - \text{IE tahun sebelumnya}}{\text{IE tahun sebelumnya}} \times 100\% \dots (\text{Houdian, 2011}) (2.4)$$

Untuk perhitungan pertumbuhan jumlah penduduk dan PDRB menggunakan persamaan (2.4) yang hampir sama dengan perhitungan pertumbuhan intensitas energi.

$$\text{Pertumbuhan} = \frac{\text{Tahun Akhir} - \text{Tahun sebelumnya}}{\text{Tahun Sebelumnya}} \times 100\% \dots (\text{Houdian, 2011}) (2.5)$$

Setelah diperoleh pertumbuhan dari penduduk, PDRB dan intensitas energi masing-masing tahun, kemudia dihitung rata-rata pertumbuhannya. Rata pertumbuhan (Growth-rate) inilah yang akan digunakan dalam simulasi. Rata-rata pertumbuhan dihitung menggunakan persamaan (2.5) .

$$\text{Rata-rata} = \frac{\text{Jumlah Data Pertumbuhan}}{\text{Banyak Data}} \dots (\text{Houdian, 2011}) (2.6)$$

2.19. Perhitungan Manual

Setelah dilakukan Pengolahan data dapat dilakukan perhitingan prakiraan secara manual menggunakan persamaan berikut :

$$\text{Tahun N} = \text{Tahun sebelumnya} + (\text{Tahun sebelumnya} \times \text{pertumbuhan}) \dots (2.7)$$

Setelah dilakukan perhitungan jumlah pengguna dan intensitas energi hingga tahun yang akan prakiraakan, selanjutnya dapat dikalikan nilai intensitas energi dan jumlah pengguna pada tahun yang sama untuk mendapatkan nilai permintaan energy di tahun tersebut.

2.20. Pengoperasian LEAP

Setelah melakukan perhitungan data sekunder. Selanjutnya perhitungan tersebut yang akan diinputkan di modul asumsi dasar pada LEAP.

Pada perangkat lunak LEAP digunakannya intensitas energi karena pada modul permintaan akan melakukan pengkalian antara intensitas dan pengguna yang terdapat pada modul asumsi dasar, dimana pengkalian dilakukan secara otomatis dengan menginputkan: $\text{key} \backslash \text{Intensitas Energi [SBM]} / \text{Pengguna} * \text{key} \backslash \text{Pelanggan} [\text{Pengguna}]$.

2.21. Skenario Business as Usual (BaU)

Skenario yang dapat digunakan pada penelitian ini di antaranya skenario BaU (*Business as Usual*) dan skenario Efisiensi Energi. Dalam skenario BAU, perhitungan prakiraan energi didasarkan pada pola penggunaan energi yang sama seperti yang terjadi pada tahun dasar. Dalam skenario ini, belum ada intervensi kebijakan baru mengenai pola konsumsi energi dalam hal konservasi energi dan penggunaan sumber-sumber energi terbarukan sebagai sumber energi primer. Skenario Efisiensi Energi baik yang Moderat (MOD) maupun Optimis (OPT) dikembangkan berdasarkan skenario BAU dengan intervensi kebijakan energi dalam hal efisiensi energi dan energi terbarukan.

Hak cipta dilindungi undang-undang.

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber:

a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.

2. Dilarang mengemukakan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin UIN Suska Riau.