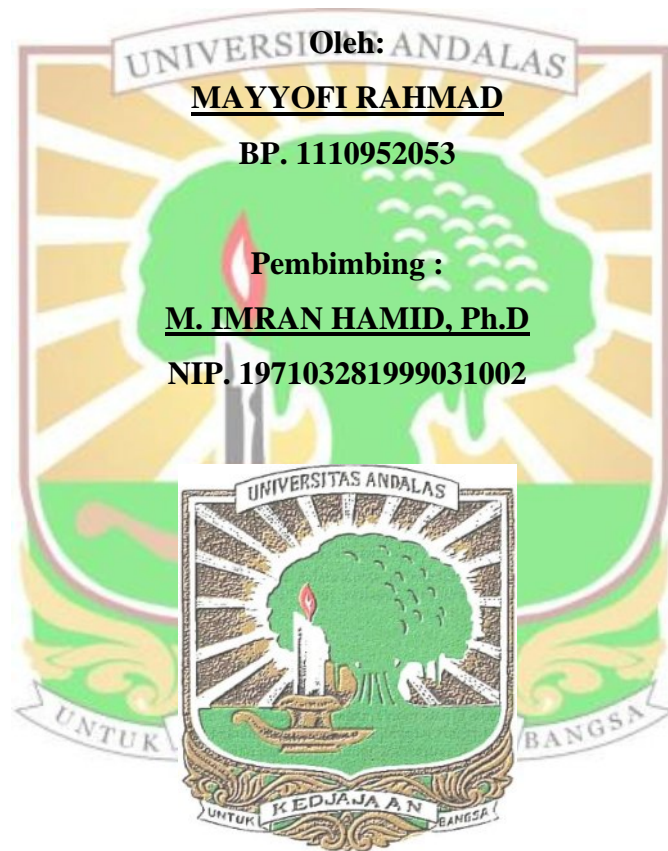


**PREDIKSI BEBAN PERSEKTOR DI KOTA SAWAHLUNTO  
DENGAN PENDEKATAN EKONOMETRIK MENGGUNAKAN  
PROGRAM *SIMPLE E. EXPANDED (SEEx)***

Sebagai salah satu syarat untuk menyelesaikan program Strata-1 Pada Jurusan Teknik  
Elektro Fakultas Teknik Universitas Andalas



**JURUSAN TEKNIK ELEKTRO  
FAKULTAS TEKNIK  
UNIVERSITAS ANDALAS  
PADANG  
2016**

**HALAMAN PERNYATAAN PERSETUJUAN PUBLIKASI  
TUGAS AKHIR UNTUK KEPENTINGAN AKADEMIS**

Saya mahasiswa Universitas Andalas yang bertanda tangan di bawah ini:

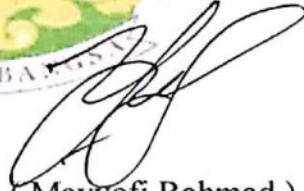
Nama lengkap : Mayyofi Rahmad  
No. BP/NIM/NIDN : 111095203  
Program Studi : Teknik Elektro  
Fakultas : Teknik  
Jenis Tugas Akhir : Skripsi

demi pengembangan ilmu pengetahuan, menyetujui untuk memberikan kepada Universitas Andalas hak atas publikasi *online* Tugas Akhir saya yang berjudul:

PREDIKSI BEBAN PERSEKTOR DI KOTA SAWAHLUNTO DENGAN  
PENDEKATAN EKONOMETRIK MENGGUNAKAN PROGRAM *SIMPLE*  
*E. EXPANDED (SEEx)*

beserta perangkat yang ada (jika diperlukan). Universitas Andalas juga berhak untuk menyimpan, mengalih media/ formatkan, mengelola, merawat, dan mempublikasikan karya saya tersebut di atas selama tetap mencantumkan nama saya sebagai penulis/pencipta dan sebagai pemilik Hak Cipta. Demikian pernyataan ini saya buat dengan sebenarnya.

Dibuat di Padang  
Pada tanggal 26 Oktober 2016  
Yang menyatakan,

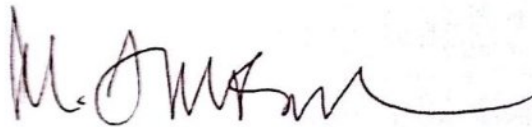
  
( Mayyofi Rahmad )

PREDIKSI BEBAN PERSEKTOR DI KOTA SAWAHLUNTO  
DENGAN PENDEKATAN EKONOMETRIK MENGGUNAKAN  
PROGRAM *SIMPLE E. EXPANDED (SEEx)*

Lulus Sidang Tugas Akhir Pada Tanggal: 21 Oktober 2016

Telah diperiksa dan disetujui oleh :

Pembimbing



M. Imran Hamid, Ph.D  
NIP. 19710328.1999 031 002

Mengetahui,

Ketua Jurusan Teknik Elektro  
Fakultas Teknik Universitas Andalas

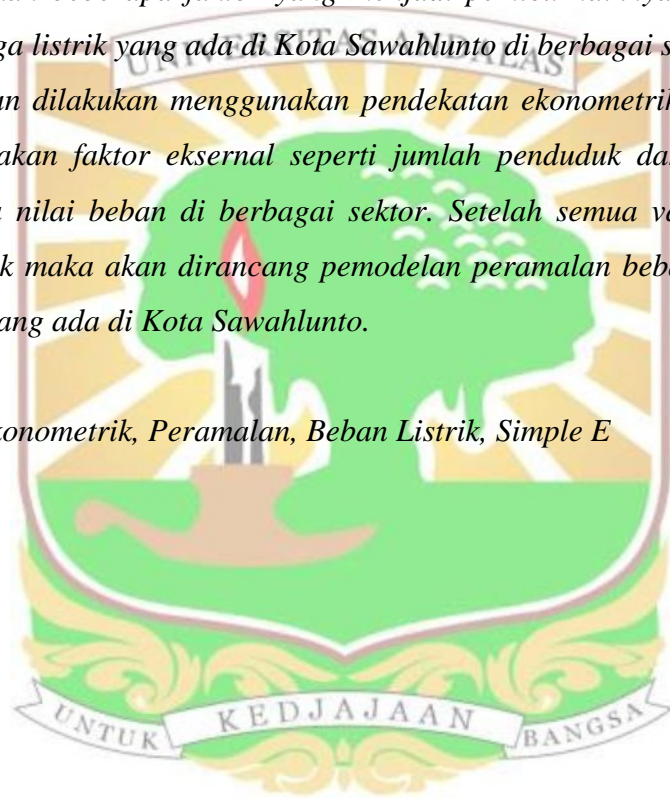


Ariadi Azmi, Dr. Eng  
NIP. 19750314.1999 031 003

## ABSTRAK

*Meningkatnya pembangunan dan pertumbuhan penduduk di Kota Sawahlunto membawa konsekuensi logis berupa meningkatnya angka beban dan kebutuhan tenaga listrik. Sebuah study komprehensif dalam penyediaan kebutuhan tenaga listrik menjadi faktor yang menentukan ketersediaannya tenaga listrik dimasa yang akan datang adalah peramalan beban dan kebutuhan akan tenaga listrik. Dalam tulisan ini akan ditentukan beberapa faktor yang menjadi pemicu naiknya nilai beban dan kebutuhan tenaga listrik yang ada di Kota Sawahlunto di berbagai sektor. Peramalan beban yang akan dilakukan menggunakan pendekatan ekonometrik dan pendekatan trend menggunakan faktor eksternal seperti jumlah penduduk dan PDRB sebagai pemicu naiknya nilai beban di berbagai sektor. Setelah semua variabel dikatakan lulus uji statistik maka akan dirancang pemodelan peramalan beban nya dimasing-masing sektor yang ada di Kota Sawahlunto.*

*Kata Kunci : Ekonometrik, Peramalan, Beban Listrik, Simple E*



## KATA PENGANTAR



Alhamdulillahirobbil'alamin, berkat rahmat ALLAH SWT yang telah memberikan segala karunia-NYA sehingga penulis dapat menyelesaikan tugas akhir ini dengan baik. Shalawat dan salam tak lupa dikirimkan kepada nabi besar Muhammad SAW yang telah berjasa membuka jalan dalam perkembangan ilmu pengetahuan seperti sekarang ini.

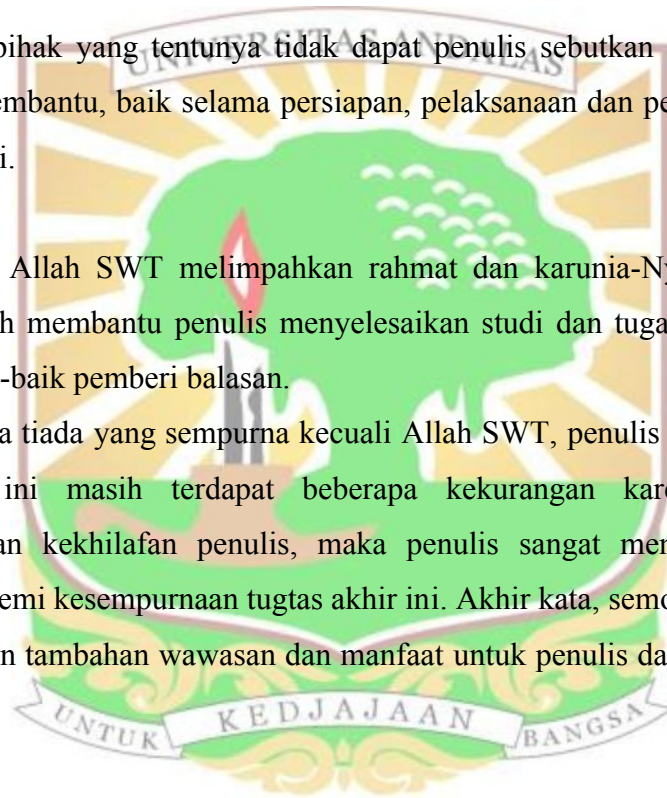
Tujuan dari penulisan tugas akhir ini adalah untuk memenuhi salah satu syarat guna mencapai gelar sarjana strata satu pada Jurusan Teknik Elektro Fakultas Teknik Universitas Andalas Padang. Adapun judul tugas akhir ini adalah “**Prediksi Beban Per ektor Di Kota Sawahlunto dengan Pendekatan Ekonometrik Menggunakan Program Simple E. Expanded (SEEx) ”**. Selama proses tugas akhir ini hingga tersusunnya laporan ini, penulis banyak mendapatkan dorongan dan bantuan dari berbagai pihak. Untuk itu pada kesempatan ini, penulis mengucapkan terimakasih kepada :

1. Ibuku, ibuku, ibuku, untuk doa, ketulusan, kesabaran, cinta dan kasih sayang yang tak terbatas dan tak mungkin terbalas. Juga untuk kakakku, Fitriy Rahmayeni dan adikku Dilla Yuni Zulyettri untuk cinta dan kasih sayang kalian, untuk pengorbanan dan juga kesabaran.
2. Bapak Dr. Eng. Ariadi Hazmi selaku ketua Jurusan Teknik Elektro Fakultas Teknik Universitas Andalas.
3. Bapak M. Imran Hamid, Ph.D selaku orang tua baru, pembimbing, dan motivator yang telah meluangkan waktu, pikiran, dan tenaga untuk memberikan ilmu, bimbingan, dan juga nasihat hingga akhirnya penulis mampu menyelesaikan tugas akhir ini.

4. Seluruh dosen Jurusan Teknik Elektro Fakultas Teknik Universitas Andalas untuk ilmu yang sangat berharga yang telah penulis dapatkan disini.
5. Seluruh staf Jurusan Teknik Elektro Fakultas Teknik Universitas Andalas untuk kemudahan urusan yang telah diberikan.
6. Seluruh rekan-rekan TE '11 PROCESSOR yang telah memberikan banyak bantuan, perhatian, pengertian dan dorongan kepada penulis.
7. Semua pihak yang tentunya tidak dapat penulis sebutkan satu-persatu yang telah membantu, baik selama persiapan, pelaksanaan dan penyelesaian Tugas Akhir ini.

Semoga Allah SWT melimpahkan rahmat dan karunia-Nya kepada semua pihak yang telah membantu penulis menyelesaikan studi dan tugas akhir ini. Allah SWT lah sebaik-baik pemberi balasan.

Akhirnya tiada yang sempurna kecuali Allah SWT, penulis menyadari bahwa Tugas Akhir ini masih terdapat beberapa kekurangan karena keterbatasan pengetahuan dan kekhilafan penulis, maka penulis sangat mengharapkan kritik maupun saran demi kesempurnaan tugas akhir ini. Akhir kata, semoga tugas akhir ini bisa memberikan tambahan wawasan dan manfaat untuk penulis dan semua pembaca nantinya.



Padang, November 2016

Penulis

## DAFTAR ISI

ABSTRAK .....	i
KATA PENGANTAR .....	ii
DAFTAR ISI .....	iv
DAFTAR GAMBAR .....	viii
DAFTAR TABEL .....	ix
BAB I	
PENDAHULUAN .....	1
1.1 Latar Belakang .....	1
1.2 Perumusan Masalah .....	2
1.3 Tujuan .....	3
1.4 Batasan Masalah .....	3
1.5 Manfaat Penelitian .....	3
1.6 Langkah Kerja Tugas Akhir .....	4
1.7 Sistematika Penulisan .....	5
BAB II	
TINJAUAN PUSTAKA .....	6
2.1 Beban Dalam Sistem Tenaga .....	6
2.1.1 Klasifikasi Beban .....	6
2.1.2 Karakteristik Umum Beban Listrik .....	7
2.1.3 Kurva beban .....	9
2.2 Peramalan .....	11

2.2.1	Kebutuhan dan kegunaan peramalan .....	11
2.2.2	Hubungan Peramalan dengan Rencana .....	11
2.2.3	Proses Peramalan.....	12
2.3	Metode Peramalan Energi Listrik .....	13
2.4	Model Peramalan Energi Listrik.....	15
2.5	Metode Ramalan Beban secara Sektoral.....	17
2.5.1	Umum.....	17
2.5.2	Penggambaran Kurva .....	18
2.5.3	Kurva S.....	19
2.5.4	Analisis Kecenderungan.....	19
2.6	Model Pendekatan Perencanaan Energi Listrik .....	23
2.6.1	Pendekatan Model Ekonometri .....	24
2.6.2	Pendekatan Proses .....	24
2.6.3	Pendekatan <i>Trend</i> .....	25
2.6.4	Pendekatan <i>End-use</i> .....	25
2.7	Pengenalan <i>SEEx</i> .....	26
2.7.1	Pengantar .....	26
2.7.2	Konsep Dasar.....	27
2.7.3	Toolbar pada <i>SEEx</i> .....	28

## BAB II

METODOLOGI PENULISAN.....	31
3.1 Pendahuluan.....	31
3.2 Diagram Alir Penelitian .....	31
3.3 Data.....	32



3.4 Penutup .....	34
BAB IV	
HASIL DAN ANALISA.....	35
4.1 <i>Trend linear</i> kenaikan jumlah penduduk di Kota Sawahlunto tahun 2015 – 2030 .....	35
4.2 <i>Trend linear</i> PDRB Kota Sawahlunto Tahun 2015 – 2030 .....	37
4.3 Beban Listrik Kota Sawahlunto dan Peramalannya.....	38
4.3.1 Beban listrik Kota Sawahlunto.....	38
4.3.2 Pemodelan dan prediksi beban listrik persektor Kota Sawahlunto tahun 2015 – 2030 menggunakan program <i>Simple E</i> .....	39
4.3.2.1 Pemodelan dan prediksi beban listrik sektor rumah tangga di Kota Sawahlunto .....	40
4.3.2.2 Pemodelan dan prediksi beban listrik sektor badan usaha di Kota Sawahlunto .....	42
4.3.2.3 Pemodelan dan prediksi beban listrik sektor sosial di Kota Sawahlunto .....	44
4.3.2.4 Pemodelan dan prediksi beban listrik sektor industri di Kota Sawahlunto .....	46
4.3.2.5 Pemodelan dan prediksi beban listrik sektor publik di Kota Sawahlunto .....	48
4.4 Prediksi beban dikota Sawahlunto dan dominasi beban di Kota Sawahlunto tahun 2030 .....	50
BAB V	
KESIMPULAN DAN SARAN.....	54
5.1 Kesimpulan .....	54
5.2 Saran .....	54

DAFTAR KEPUSTAKAAN ..... 55

LAMPIRAN



## DAFTAR GAMBAR

### BAB I

Gambar 1. 1 Flowchart langkah kerja tugas akhir .....	4
---	---

### BAB II

Gambar 2. 1 Kurva beban pada sektor industri.....	9
---	---

Gambar 2. 2 Kurva beban transportasi kota.....	9
--	---

Gambar 2. 3 Kurva beban untuk penerangan kota.....	10
--	----

Gambar 2. 4 Kurva beban rumah tangga.....	10
---	----

Gambar 2. 5 Kurva beban pada kota metropolitan .....	10
--	----

Gambar 2. 6 Kurva Pendekatan .....	18
------------------------------------	----

Gambar 2. 7 Pola Perkembangan Beban Listrik pada Suatu Daerah, Kurva S .....	19
--	----

Gambar 2. 8 Kurva <i>Trend Gompertz</i> .....	23
---	----

Gambar 2. 9 Diagram Konsep <i>SEEx</i> .....	27
--	----

Gambar 2. 10 <i>SEEx Toolbars</i> .....	28
---	----

Gambar 2. 11 <i>Main Menu SEEx</i> .....	29
--	----

### BAB III

Gambar 3. 1 Diagram Alir Penelitian .....	31
---	----

### BAB IV

Gambar 4. 1 Grafik prediksi jumlah penduduk Kota Sawahlunto tahun 2015 – 2030.....	36
--	----

Gambar 4. 2 Grafik prediksi PDRB Kota Sawahlunto 2015 – 2030 .....	38
--	----

Gambar 4. 3 Persentase perbandingan beban listrik Kota Sawahlunto tahun 2014....	39
--	----

Gambar 4. 4 Grafik Prediksi beban rumah tangga dan pertumbuhan rata-ratanya hingga tahun 2030.....	42
--	----

Gambar 4. 5 Grafik Prediksi beban sektor badan usaha dan pertumbuhan rata-ratanya hingga tahun 2030.....	44
--	----

Gambar 4. 6 Grafik Prediksi beban sosial dan pertumbuhan rata-ratanya hingga tahun 2030.....	46
--	----

Gambar 4. 7 Grafik Prediksi beban industri dan pertumbuhan rata-ratanya hingga tahun 2030.....	48
--	----

Gambar 4. 8 Grafik Prediksi beban publik dan pertumbuhan rata-ratanya hingga tahun 2030..... 50

Gambar 4. 9 Grafik hasil prediksi beban persektor di Kota Sawahlunto..... 51

Gambar 4. 10 Dominasi beban persektor di Kota sawahlunto hasil prediksi tahun 2030..... 51



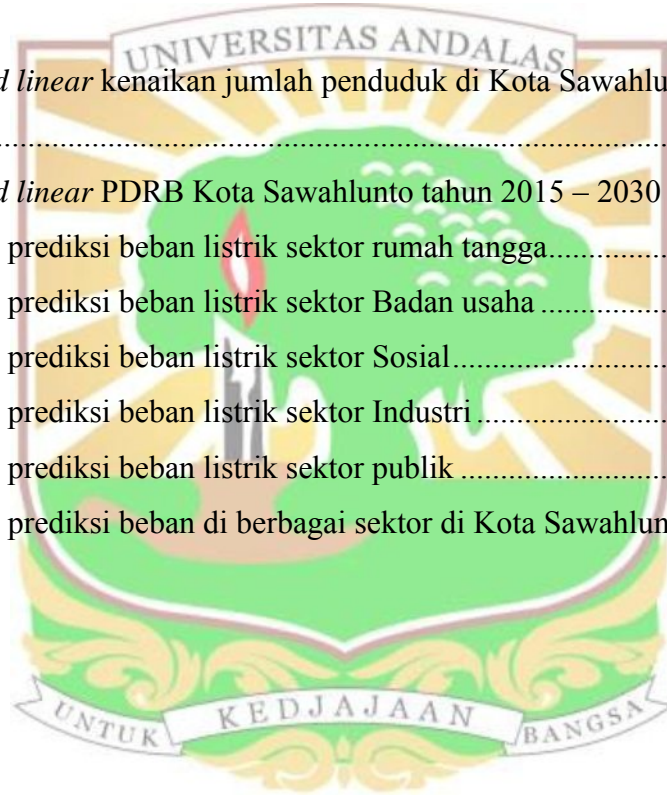
## DAFTAR TABEL

### BAB III

Tabel 3. 1 Data penduduk di Kota Sawahlunto tahu 2008 – 2014 .....	33
Tabel 3. 2 Jumlah Kecamatan yang dialiri dan tidak dialiri listrik di Kota Sawahlunto tahun 2013 .....	33
Tabel 3. 3 PDRB Kota Sawahlunto tahun 2010 – 2014 .....	33
Tabel 3. 4 Beban PLN Sawahlunto (MW).....	34

### BAB IV

Tabel 4. 1 <i>Trend linear</i> kenaikan jumlah penduduk di Kota Sawahlunto tahun 2015 – 2030.....	35
Tabel 4. 2 <i>Trend linear</i> PDRB Kota Sawahlunto tahun 2015 – 2030 .....	37
Tabel 4. 3 Hasil prediksi beban listrik sektor rumah tangga.....	41
Tabel 4. 4 Hasil prediksi beban listrik sektor Badan usaha .....	43
Tabel 4. 5 Hasil prediksi beban listrik sektor Sosial.....	45
Tabel 4. 6 Hasil prediksi beban listrik sektor Industri .....	47
Tabel 4. 7 Hasil prediksi beban listrik sektor publik .....	49
Tabel 4. 8 Hasil prediksi beban di berbagai sektor di Kota Sawahlunto (MW) .....	50



# **BAB I**

## **PENDAHULUAN**

### **1.1 Latar Belakang**

Pada saat ini, energi listrik merupakan salah satu komponen terpenting dalam perkembangan suatu daerah. Perkembangan pembangunan secara berkelanjutan serta berkembangnya teknologi akan menuntut peningkatan kebutuhan energi listrik yang akan dikonsumsi oleh masyarakat. Perkembangan teknologi dan taraf hidup masyarakat akan menyebabkan kenaikan penggunaan energi listrik secara signifikan. Hal ini di tandai dengan begitu banyaknya penggunaan alat elektronik yang dimiliki oleh masyarakat. Peningkatan penggunaan barang-barang elektronik tersebut akan memicu terjadinya peningkatan beban dan kebutuhan energi listrik yang ada di masyarakat. Namun para pengguna energi listrik baik itu dari sektor rumah tangga, sektor industri, sektor komersial (badan usaha), sektor sosial dan dari sektor umum seakan belum menyadari akan keterbatasan sumber energi listrik yang tersedia saat ini.

Selain faktor-faktor di atas, adanya pertumbuhan penduduk dan peningkatan kualitas ekonomi masyarakat, juga akan menuntut peningkatan kebutuhan energi listrik sehingga diperlukan adanya penyedia dan penyaluran tenaga listrik yang memadai baik dari segi teknis ataupun dari segi ekonomis nya. Penggunaan energi listrik pada saat sekarang ini merupakan salah satu kebutuhan yang penting dalam kehidupan masyarakat dan sering kali menjadi patokan atau tolak ukur taraf kesejahteraan masyarakat seiring berkembangnya teknologi.

Berdasarkan uraian di atas, tidak terkecuali untuk Kota Sawahlunto yang merupakan salah satu kota yang berada di provinsi Sumatera Barat. Kota Sawahlunto memiliki luas daerah sekitar 273,45 km<sup>2</sup> dengan jumlah penduduk sekitar 65.787 jiwa[1]. Tidak bisa dipungkiri dengan berkembangnya Kota Sawahlunto menjadi kota wisata tambang yang berbudaya akan menjadikan Kota Sawahlunto sebagai salah satu destinasi wisata bagi para wisatawan dari berbagai daerah. Hal tersebut akan berdampak kepada pembangunan di Kota Sawahlunto dan akan menuntut

bertambahnya konsumsi energi yang dapat dilihat melalui pertumbuhan nilai beban di berbagai sektor beberapa tahun yang akan datang. Baik itu pada sektor rumah tangga, industri ataupun tempat-tempat umum lainnya. Perkembangan Kota Sawahlunto beberapa tahun mendatang, akan sejalan dengan meningkatnya beban dan energi listrik yang dibutuhkan oleh masyarakat Kota Sawahlunto.

Laju pertumbuhan penduduk di Kota Sawahlunto akan memicu naiknya nilai beban listrik yang ada di Kota Sawahlunto. Dengan adanya kenaikan nilai beban, maka kebutuhan akan energi listrik juga akan mengalami peningkatan. Dengan adanya peningkatan kebutuhan energi listrik dari waktu ke waktu, maka perlu adanya pengembangan sistem energi listrik yang seirama dengan lajunya pertumbuhan penduduk dan pembangunan yang ada. Berdasarkan data Badan Pusat Statistik Kota Sawahlunto, konsumsi energi listrik di Kota Sawahlunto mengalami kenaikan setiap tahunnya.

PT. PLN (persero) sebagai satu-satunya pemasok sumber energi listrik di Kota Sawahlunto hendaknya mampu menyikapi beban dan kebutuhan energi listrik yang semakin meningkat setiap tahunnya di Kota Sawahlunto. Maka dari itu diperlukannya peramalan terhadap peningkatan beban diberbagai sektor yang ada agar PT. PLN (persero) dapat mempersiapkan dan menyikapi kenaikan beban dan kebutuhan energi listrik ini beberapa tahun yang akan datang.

## **1.2 Perumusan Masalah**

Untuk mengetahui kebenaran dari faktor penyebab kenaikan beban yang ada di Kota Sawahlunto, serta peramalan beban persektor diberbagai tahun yang akan datang, maka permasalahan yang akan dibahas secara khusus dalam tugas akhir ini adalah :

1. Bagaimana cara menentukan faktor yang memicu kenaikan beban yang ada di Kota Sawahlunto? Serta menguji kebenarannya?
2. Bagaimana cara membuat pemodelan peramalan beban diberbagai sektor di Kota Sawahlunto?

### 1.3 Tujuan

1. Untuk mengetahui dan membuktikan faktor yang memicu kenaikan beban diberbagai sektor yang ada di Kota Sawahlunto.
2. Untuk mendapatkan pemodelan hasil ramalan kenaikan beban Kota Sawahlunto diberbagai sektor beberapa tahun yang akan datang.

### 1.4 Batasan Masalah

Untuk menyederhanakan permasalahan dalam tugas akhir ini maka diberikan batasan-batasan sebagai berikut :

1. Peramalan yang dilakukan menggunakan data-data yang di peroleh dari PT. PLN (persero) dan kantor Badan Pusat Statistik (BPS) di Kota Sawahlunto.
2. Analisa uji statistika dan pemodelan peramalan beban menggunakan pendekatan ekonometrik.
3. Beban persektor yang digunakan adalah beban rumah tangga, beban industri, beban badan usaha, beban sosial dan beban publik.
4. Variabel bebas yang digunakan adalah jumlah penduduk, jumlah pelanggan PLN di Kota Sawahlunto dan PDRB (Produk Domestik Regional Broto) Kota Sawahlunto.
5. Data yang digunakan merupakan data historis minimal 5 tahun terakhir, dan peramalan yang dilakukan hingga 15 tahun.

### 1.5 Manfaat Penelitian

1. Dengan adanya penelitian ini, kita dapat dapat menentukan faktor apa saja yang memicu kenaikan nilai beban di bearbagai sektor.
2. Dengan adanya pemodelan dari peramalan beban, kita bisa memprediksi nilai kisaran beban diberbagai sektor beberapa tahun yang akan datang.
3. Dengan adanya peramalan beban, maka kita bisa menyiapkan kebutuhan cadangan beban untuk dimasa yang akan mendatang yang di atur oleh PT. PLN (persero) sebagai satu-satunya perusahaan yang mengolah kelistrikan di Kota Sawahlunto.



## 1.6 Langkah Kerja Tugas Akhir

Metode yang digunakan dalam penulisan tugas akhir ini adalah sebagai berikut:

### 1. Studi Literatur

Dalam studi literatur ini akan ditinjau mengenai metode regresi linear yang akan digunakan sebagai metode dalam pengolahan data yang akan digunakan dalam meramalkan pertumbuhan penduduk, kenaikan beban dan kebutuhan energi di Kota Sawahlunto.

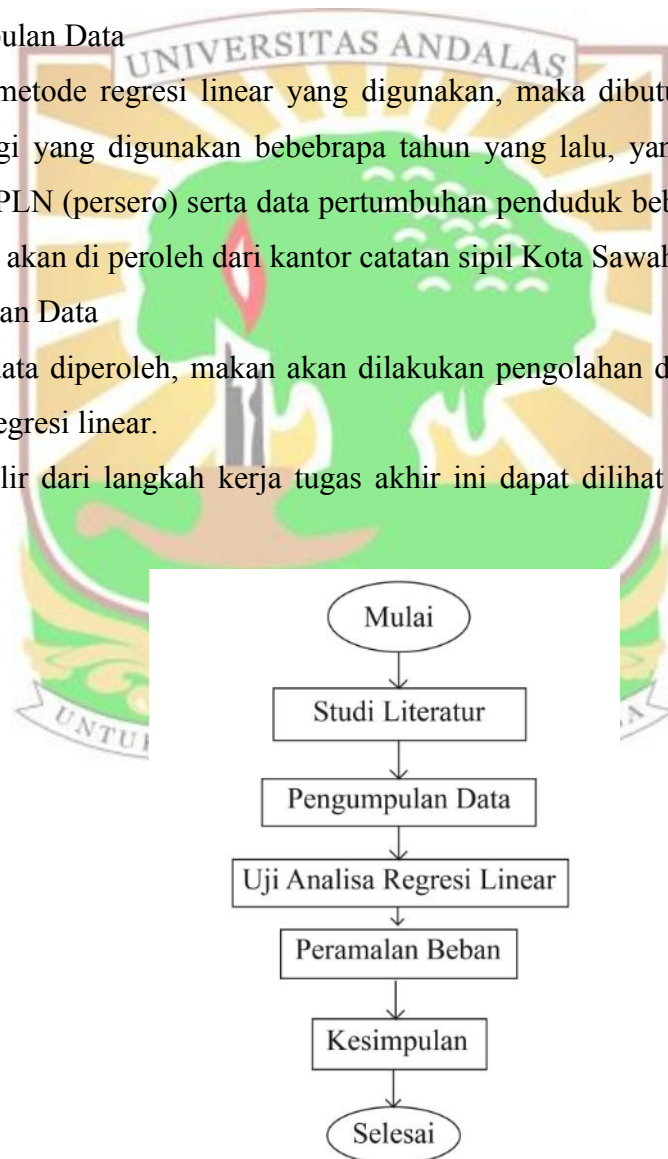
### 2. Pengumpulan Data

Dengan metode regresi linear yang digunakan, maka dibutuhkan data beban dan energi yang digunakan beberapa tahun yang lalu, yang akan diperoleh dari PT. PLN (persero) serta data pertumbuhan penduduk beberapa tahun yang lalu yang akan di peroleh dari kantor catatan sipil Kota Sawahlunto.

### 3. Pengolahan Data

Setelah data diperoleh, maka akan dilakukan pengolahan data menggunakan metode regresi linear.

diagram alir dari langkah kerja tugas akhir ini dapat dilihat pada gambar 1.1 dibawah ini :



**Gambar 1. 1** Flowchart langkah kerja tugas akhir

## 1.7 Sistematika Penulisan

Sistematika penulisan laporan tugas akhir ini adalah sebagai berikut :

### Bab I : Pendahuluan

Bab ini terdiri atas sub-bab latar belakang, perumusan masalah, batasan masalah, tujuan penelitian, manfaat penelitian, metodologi penelitian, dan sistematika penulisan.

### Bab II : Tinjauan Pustaka

Bab ini membahas mengenai beban, kebutuhan energi listrik dan faktor-faktor yang ada dan berkaitan tentang energi listrik, serta penggunaan stastitika yang berhubungan dengan penggunaannya dalam kebutuhan energi listrik serta pemanfaatannya agar mempermudah kinerja dan menyikapi perubahan kebutuhan energi listrik di masa yang akan mendatang.

### Bab III : Metodologi Penelitian

Bab ini berisi tentang perancangan serta langkah-langkah yang akan dilakukan dalam meramalkan beban dan energi listrik yang dibutuhkan melalui penelitian ini.

### Bab IV : Hasil dan Analisa

Bab ini berisi tentang hasil dari pengolahan data yang dilakukan melalui metode regresi linear yang berupa ramalan beban dan kebutuhan energi listrik dimasa yang akan mendatang serta analisa-analisa dari pengolahan data tersebut.

### Bab V : Penutup

Bab ini berisi tentang kesimpulan yang didapat dari penelitian serta saran mengenai hasil pengolahan data sebagai langkah untuk penyempurnaan penelitian.

## **BAB II**

### **TINJAUAN PUSTAKA**

#### **2.1 Beban Dalam Sistem Tenaga**

Secara umum, beban yang dilayani oleh sistem distribusi elektrik dapat dibagi dalam beberapa sektor yaitu sektor rumah tangga, sektor industri, sektor komersial dan sektor usaha. Masing-masing dari sektor tersebut memiliki pola konsumsi yang berbeda-beda. Karakteristik yang paling terbanyak yaitu biasanya berada pada sektor rumah tangga, karena beban dalam sektor rumah tangga tergantung akan jumlah dari penduduk dalam suatu wilayah. Sedangkan dari sektor-sektor lainnya, biasanya bergantung dari karakteristik wilayah tersebut baik itu dari wilayah perkotaan ataupun dari wilayah pedesaan juga memiliki karakteristik pembebanan yang berbeda.

Perbedaan secara mendasar dari beberapa sektor tersebut dapat dilihat dari beban puncak yang digunakan masing-masing sektor hal tersebut disebabkan oleh fluktansi konsumsi energi dari masing masing sektor misalnya pada sektor rumah tangga biasanya beban puncak harian nya berada pada malam hari, sedangkan pada sektor industri, beban puncak yang disarankan pada siang hari, begitupun dengan sektor lain yang memiliki perbedaan waktu dari konsumsi energi yang menyebabkan waktu fluktansi beban puncak nya berbeda.

##### **2.1.1 Klasifikasi Beban**

Berdasarkan penjelasan diatas, konsumsi energi listrik secara garis besar, ragam beban dapat diklasifikasikan sebagai berikut [2] :

1. Beban rumah tangga, pada umumnya beban rumah tangga dapat berupa lampu penerangan dan alat-alat elektronik rumah tangga sesuai dengan kebutuhan yang ada di rumah tersebut.
2. Beban komersial, beban komersial biasanya terdiri atas beban-beban yang digunakan dalam urusan bisnis misalnya penggunaan energi listrik dalam perkantoran, hotel dan dalam bidang pariwisata.

3. Beban industri, biasanya beban industri ini terdiri dari industri kecil yang biasanya penggunaan bebannya kebanyakan dirasakan pada siang hari, sedangkan untuk industri skala besar, pada saat sekarang ini sudah banyak yang beroperasi 24 jam.
4. Beban fasilitas umum, biasanya terdiri dari lampu penerangan jalan dan rumah-rumah ibadah serta fasilitas umum lainnya.

Klasifikasi beban ini diperlukan agar memudahkan dalam melakukan analisa karakteristik dari masing-masing beban tersebut, baik itu dari segi konsumsi energinya ataupun dari segi waktu beban puncak yang ada pada masing-masing sektor tersebut.

### **2.1.2 Karakteristik Umum Beban Listrik**

Tujuan utama dari sistem distribusi tenaga listrik ialah mendistribusikan tenaga listrik dari satu gardu induk ke sejumlah pelanggan atau beban. Suatu faktor utama yang paling penting dalam perancangan sistem distribusi adalah karakteristik dari beban.

Karakteristik beban listrik suatu gardu sangat tergantung dari jenis beban yang dilayaninya. Hal ini akan jelas melihat data hasil pencatatan kurva beban suatu interval waktu. Berikut merupakan beberapa faktor yang menentukan karakteristik beban:

1. Faktor beban

Faktor beban adalah perbandingan antara beban rata-rata dengan beban puncak yang diukur dalam suatu periode waktu tertentu.

2. Beban harian

Faktor beban harian, bervariasi menurut karakteristik wilayah tersebut, apakah daerah pemukiman, industri dan lain-lain .

3. Faktor penilaian beban

Faktor-faktor penilaian beban adalah faktor yang dapat memberikan gambaran mengenai karakteristik beban baik dari segi kuantitas beban ataupun dari segi kualitas beban.

Faktor-faktor ini sangat berguna dalam meramalkan karakteristik beban di masa mendatang dalam menentukan efek pembebanan terhadap kapasitas sistem secara menyeluruh.

a. Beban (*Demand*)

Pengertian dari demand (D) dan suatu beban adalah besar pembebanan sesaat dan gardu pada waktu tertentu atau besar beban rata-rata untuk suatu interval waktu tertentu.

b. Beban maksimum (*Maximum Demand*)

Maksimum demand adalah beban rata-rata terbesar yang terjadi di suatu interval waktu tertentu.

c. Beban puncak (*Peak load*)

Beban puncak adalah nilai terbesar dari pembebanan sesaat pada suatu interval demand tertentu.

d. Beban terpasang (*Connected Load*)

Beban terpasang dari suatu sistem adalah jumlah total daya dari seluruh peralatan sesuai dengan KW atau KVA yang tertulis dalam papan nama peralatan yang akan di layani sistem.

e. Faktor keragaman (*Diversity factor*)

Faktor keragaman didefinisikan sebagai perbandingan antara jumlah beban maksimum dari masing-masing unit beban yang ada pada suatu sistem terhadap beban maksimum sistem secara keseluruhan.

f. Faktor keserempakan (*Coincidence factor*)

Faktor keserempakan adalah kebalikan dari faktor keragaman, yang didefinisikan sebagai perbandingan antara beban maksimum suatu kumpulan beban dari sistem terhadap jumlah beban maksimum dari masing-masing unit beban.

g. Faktor kebutuhan (*Demand Factor*)

Faktor kebutuhan didefinisikan sebagai perbandingan antara beban puncak suatu sistem terhadap beban terpasang yang dilayani oleh sistem.

h. Faktor beban (*Load Factor*)

Faktor beban adalah perbandingan antara beban rata-rata selama interval tertentu dengan beban puncak yang terjadi pada interval yang sama .

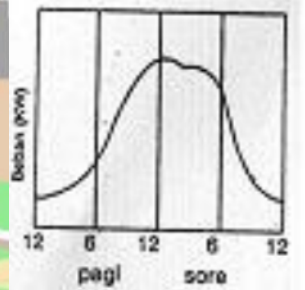
i. Faktor rugi-rugi (*Loss factor*)

Faktor rugi-rugi didefinisikan sebagai perbandingan antara rugi-rugi daya rata-rata terhadap rugi-rugi daya beban puncak dalam selang waktu tertentu.

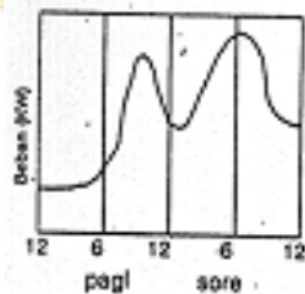
### 2.1.3 Kurva beban

Kurva beban menggambarkan variasi pembebanan terhadap suatu gardu yang diukur dengan KW, Ampere atau KVA sebagai fungsi dari waktu. Kurva beban menunjukkan permintaan (demand) atau kebutuhan tenaga pada interval pada waktu yang berlainan. Dengan adanya bantuan kurva, kita dapat menentukan besaran dari beban terbesar dan selanjutnya kapasitas pembangkit dapat ditentukan juga.

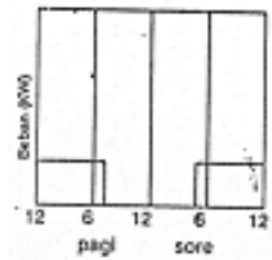
Berikut merupakan bentuk-bentuk dari kurva beban yang ada di berbagai sektor, yaitu [2]:



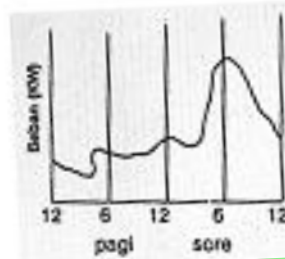
**Gambar 2. 1** Kurva beban pada sektor industri



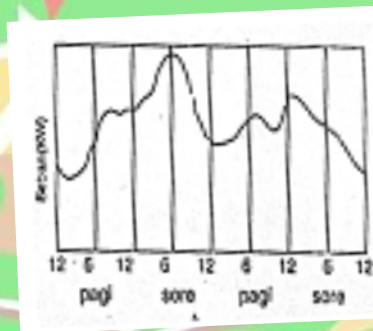
**Gambar 2. 2** Kurva beban transportasi kota



**Gambar 2. 3** Kurva beban untuk penerangan kota



**Gambar 2. 4** Kurva beban rumah tangga



**Gambar 2. 5** Kurva beban pada kota metropolitan

Pada kurva-kurva beban tersebut terlihat jelas perbedaan penggunaan atau konsumsi energi dari masing-masing sektor. Pada sektor industri beban yang dirasakan sistem semakin naik pada saat menuju siang hari, dan menurun setelah itu. Sedangkan pada penerangan di jalan raya, beban yang dirasakan konstan pukul 6 malam sampai pukul 6 pagi. Selanjutnya pada sektor rumah tangga, tampak pada kurva bahwa penggunaan beban semakin naik hingga pada pada malam hari sedang kan pada kota metropolitan tampak bahwa rata-rata penggunaan beban merata disetiap harinya.

## **2.2 Peramalan**

Metode peramalan merupakan bagian dari ilmu statistika. Salah satu metode peramalan adalah deret waktu. Metode ini disebut sebagai metode peramalan deret waktu karena memiliki karakteristik bahwa data yang dianalisis bersifat deret waktu. Periode deret waktu dapat berupa tahunan, bulanan semesteran, kuartal dan lain-lain. Jenis pola sangat perlu di ketahui karena sangat berpengaruh terhadap hasil ramalan.

Peramalan adalah kegiatan untuk memperkirakan apa yang akan terjadi pada masa mendatang. Dalam usaha mengetahui atau melihat perkembangan dimasa depan, peramalan dibutuhkan untuk menentukan peristiwa atau nilai yang muncul dimasa mendatang, sehingga dapat di persiapkan kebijakan kebijakan di masa mendatang.

### **2.2.1 Kebutuhan dan kegunaan peramalan**

Sering terdapat waktu senjang antara kesadaran akan peristiwa atau kebutuhan mendatang akan peristiwa itu sendiri. Adanya waktu tenggang disaat ini merupakan alasan utama perencanaan dan peramalan. Jika nilai dari waktu tenggang ini bernilai nol, maka tidak dibutuhkan sebuah perencanaan. Jika waktu tenggang ini berada dalam durasi yang panjang dan hasil akhir dari sebuah peristiwa bergantung dari faktor-faktor yang mempengaruhinya, maka perencanaan sangat dibutuhkan dalam hal ini. Dalam situasi inilah sebuah peramalan sangat dibutuhkan untuk menentukan kapan suatu peristiwa akan terjadi sehingga tindakan yang tepat dapat dilakukan.

Tak lepas dari itu semua, penggunaan peramalan juga sangat dibutuhkan dalam menentukan beban yang timbul di masa yang akan mendatang serta konsumsi energi yang akan muncul dimasa yang mendatang. Hal ini sangat di perlukan agar tindakan yang tepat dapat di rencanakan dari sekarang.

### **2.2.2 Hubungan Peramalan dengan Rencana**

Peramalan merupakan prediksi nilai-nilai sebuah variabel berdasarkan pada nilai yang diketahui dari variabel tersebut atau variabel yang berhubungan, yang didasarkan pada data historis dan pengamatan [3].



Sedangkan rencana merupakan penentuan apa yang akan dilakukan pada masa yang akan datang, sehingga dapat disimpulkan bahwa ada perbedaan antara peramalan dengan rencana. Peramalan telah banyak digunakan dan membantu dengan baik berbagai manajemen sebagai dasar-dasar perencanaan, pengawasan, dan pengambilan keputusan [4].

### 2.2.3 Proses Peramalan

Proses peramalan terdiri dari hal-hal sebagai berikut [5]:

#### a. Penentuan tujuan

Pada tahap ini analis membicarakan dengan para pembuat keputusan untuk mengetahui apa kebutuhan-kebutuhan mereka dan menentukan:

Variabel-variabel apa yang akan diestimasi.

4. Siapa yang akan menggunakan hasil peramalan.
5. Untuk tujuan-tujuan apa hasil peramalan akan digunakan.
6. Estimasi jangka panjang atau pendek yang diinginkan.
7. Derajat ketetapan estimasi.
8. Kapan estimasi dibutuhkan.
9. Bagian-bagian peramalan yang diinginkan.

#### b. Pengembangan model

Pengembangan model merupakan penyajian secara lebih sederhana dari sistem yang dipelajari. Model peramalan adalah suatu kerangka analitik yang bisa dimasukkan data masukan, menghasilkan estimasi jumlah data di waktu yang akan datang (variabel apa saja yang perlu diramal). Analis hendaknya memilih suatu model yang menggambarkan secara realistis variabel-variabel yang dipertimbangkan.

#### c. Pengujian model

Sebelum diterapkan, model biasanya diuji untuk menentukan tingkat akurasi, validitas, dan reabilitas yang diharapkan. Penerapannya pada data historis dan penyiapan estimasi untuk tahun-tahun sekarang dengan data nyata yang tersedia. Nilai suatu model ditentukan oleh derajat ketetapan hasil peramalan dengan kenyataannya.

d. Penerapan model

Pada tahap ini, data historis dimasukkan ke model untuk menghasilkan suatu ramalan.

e. Revisi dan evaluasi

Ramalan-ramalan yang telah dibuat harus senantiasa diperbaiki dan ditinjau kembali. Perbaikan mungkin dilakukan karena adanya perubahan- perubahan dalam suatu perusahaan atau instansi yang mengelola. Bagi pihak lain evaluasi merupakan perbandingan ramalan-ramalan dengan hasil-hasil nyata untuk menilai ketetapan penggunaan suatu metodologi atau teknik peramalan. Langkah ini diperlukan untuk menjaga kualitas estimasi-estimasi di masa yang akan datang.

### 2.3 Metode Peramalan Energi Listrik

Memperkirakan/meramalkan beban maksimal pada masa mendatang di suatu daerah yang akan dibangun suatu pembangkit listrik tidaklah mudah, namun kita dapat membuat perkiraan yang mendekati kenyataan.

Untuk memperkirakan beban dapat digunakan dua metode di bawah ini, yaitu [2]:

- a. Metode statistik
- b. Metode *survey*-lapangan

Dalam metode statistik, data-data kebutuhan maksimal tahunan untuk suatu daerah dikumpulkan untuk beberapa tahun terakhir. Dan hasil data termaksud dapat diperkirakan beban pada masa mendatang di lokasi tersebut.

Pada metode *survey*-lapangan, data-data kebutuhan listrik/beban dari lokasi yang bersangkutan (dengan beban yang bervariasi) seperti misalnya untuk industri, pertanian, kantor-kantor, dan perumahan penduduk dikumpulkan dari *survey*-lapangan. Begitu pula dengan data-data lainnya yang menyangkut pertumbuhan beban seperti: penambahan penduduk, standar kehidupan, dan data – data iklim cuaca pada daerah tersebut, serta data pengembangan industri.

Secara umum terdapat lima kelompok besar metode peramalan yang biasa digunakan oleh banyak perusahaan kelistrikan dewasa ini. Kelima metode tersebut adalah sebagai berikut [2]:

### 1. Metode Sampling Statistik

Metode ini dibangun berdasarkan data dan analisis penggunaan tenaga listrik pada setiap sektor pemakaian. Keuntungan metode ini ialah hasil ramalan merupakan simulasi dari penggunaan tenaga elektrik di masyarakat dengan lebih terinci serta dapat mensimulasikan perubahan teknologi, kebiasaan pemakaian dan kebijaksanaan pemerintah. Kelemahannya adalah dalam hal penyediaan data yang banyak dan kadang-kadang tidak tersedia di pusat data. Metode ini pernah dicoba untuk menganalisis penggunaan energi di Indonesia, yaitu peramalan kebutuhan energi listrik sektor rumah tangga dengan langkah pengerjaan menurut diagram berikut:

a. Tahap pertama mendefinisikan fungsi yaitu rumusan kebutuhan energi dalam fungsi matematik.

b. Tahap kedua berupa pengujian hubungan antara parameter. Metode ini biasanya digunakan untuk meramalkan daerah yang luas tetapi mempunyai keadaan perlistrikan yang hampir merata, atau sedikitnya tidak terdapat perbedaan yang mencolok. Jadi untuk meramalkan kebutuhan tenaga listrik keseluruhan daerah yang luas cukup dengan mengambil suatu daerah sebagai sampel yang dapat mewakili keseluruhan, sehingga mempermudah perhitungan. Dengan demikian metode ini memerlukan persyaratan perlistrikan yang merata dan persyaratan inilah yang tidak dapat dipenuhi untuk kondisi daerah yang sedang berkembang.

### 2. Metode Ekstrapolasi

Metode ini sangat bersandar pada data-data masa lampau dan kemudian memproyeksikannya ke masa yang akan datang. Teknik ekstrapolasi ini beranggapan bahwa faktor perubahan yang tercermin pada masa lampau akan memiliki pengaruh yang sama dan bersifat kontinu di masa yang akan datang. Bila terjadi fluktuasi-fluktuasi seperti terjadi pada daerah yang sedang berkembang maka metode ini kurang tepat.

### 3. Metode Perbandingan

Yaitu proyeksi dengan analisis perbandingan dan kecenderungan yang homogeni pada daerah lain. Metode ini tidak bisa diterapkan pada daerah yang mempunyai kelistrikan yang sama. Metode ini disebut juga metode kecenderungan

yaitu metode yang dibangun berdasarkan hubungan data masa lalu tanpa memperhatikan penyebab (pengaruh ekonomi, iklim, teknologi, dan lain-lain). Metode ini biasanya digunakan untuk peramalan jangka pendek.

#### 4. Metode Sektoral

Metode ini mengamati pertumbuhan beban listrik pada tiap-tiap sektor beban. Dimana beban dikelompokkan ke dalam beberapa sektor beban, pada studi ini beban dibagi menjadi empat sektor beban, yaitu: Sektor Rumah Tangga, Komersil, Industri, dan Fasilitas Umum. Kebutuhan energi listrik di pusat beban adalah merupakan jumlah kebutuhan keempat sektor di dalam pusat beban tersebut. Metode ini cocok digunakan untuk menghasilkan perhitungan yang lebih teliti dibandingkan dengan metode yang lainnya.

#### 5. Metode Gabungan

Metode gabungan ini merupakan metode gabungan dari keempat metode di atas. Setiap metode dan proses mempunyai kelebihan dan kekurangannya masing-masing, sehingga sulit untuk menentukan mana yang terbaik, hal ini juga disebabkan oleh pelaksanaan peramalan yang berbeda-beda menurut kondisi dan ruang lingkungannya. Metode yang terbaik adalah metode yang dikembangkan berdasarkan keadaan daerah yang bersangkutan dan kondisi sosial-ekonomi setempat.

Pada setiap periode tertentu ramalan beban harus dikoreksi kembali dan disesuaikan dengan kondisi pertumbuhan keadaan yang sebenarnya. Faktor lain yang harus diperhatikan dalam menentukan metode adalah masalah kepadudukan dan penyebarannya.

### 2.4 Model Peramalan Energi Listrik

Model yang digunakan dalam peramalan harus dapat menggambarkan kaitan antara penjualan energi listrik dengan variabel lain yang ada dalam masyarakat seperti variabel pendapatan dan tingkat konsumsi masyarakat.

Hubungan antara penjumlahan energi listrik dengan variabel-variabel tersebut biasanya digunakan model pendekatan untuk memudahkan pembuatan ramalan. Ada dua macam pendekatan [2], yaitu:

### 1. Model Mikro

Model ini adalah model yang meninjau secara terperinci setiap komponen atau variabel yang mempunyai penjualan energi listrik.

### 2. Model Makro

Model ini adalah model yang meninjau secara umum dengan menyederhanakan variabel yang mempengaruhi penjualan energi listrik. Dalam penyusunan ramalan ini, dilakukan pembagian kebutuhan energi listrik secara sektoral yang meliputi:

- a. Sektor Rumah Tangga
- b. Sektor Komersil
- c. Sektor Publik (Pelayanan Umum)
- d. Sektor Industri

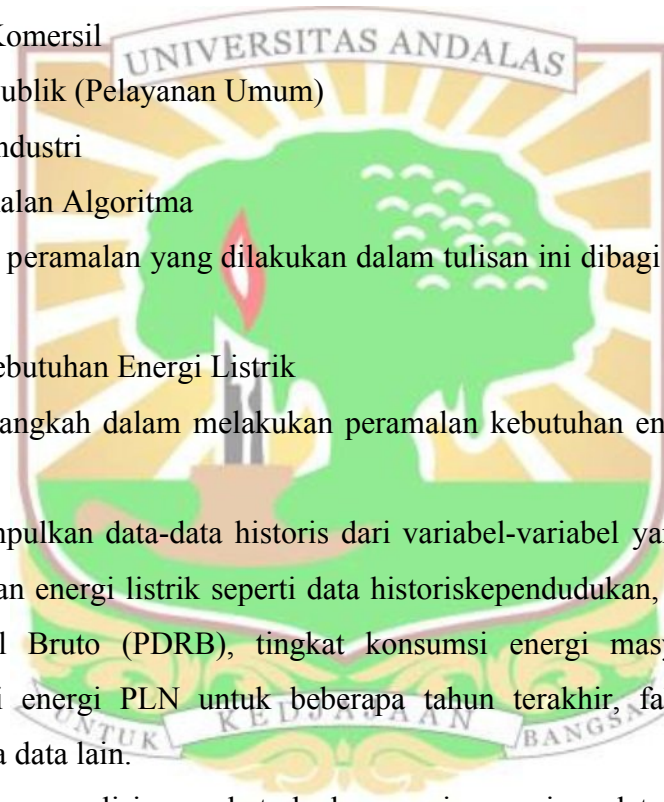
### 3. Model Peramalan Algoritma

Algoritma peramalan yang dilakukan dalam tulisan ini dibagi dalam dua bagian yakni:

#### a. Peramalan Kebutuhan Energi Listrik

Langkah-langkah dalam melakukan peramalan kebutuhan energi listrik adalah sebagai berikut:

- 1) Mengumpulkan data-data historis dari variabel-variabel yang mempengaruhi kebutuhan energi listrik seperti data historis kependudukan, Produk Domestik Regional Bruto (PDRB), tingkat konsumsi energi masyarakat dan data produksi energi PLN untuk beberapa tahun terakhir, faktor beban, serta beberapa data lain.
- 2) Melakukan analisis awal terhadap masing-masing data yang diperoleh, kemudian menyusun secara sistematis menurut tiap sektor yang dipengaruhi.
- 3) Melakukan perhitungan matematis peramalan untuk masing-masing sektor berdasarkan data historis yang dijadikan variabel.
- 4) Melibatkan beberapa kebijaksanaan yang telah ditetapkan sebagai suatu pembatasan yang harus diikuti.



- 5) Menyusun hasil ramalan kebutuhan masing-masing sektor dan ramalan secara keseluruhan untuk beberapa tahun ke depan dan menentukan tingkat pertumbuhan kebutuhan energi total per tahun.

b. Peramalan Beban

Dalam tulisan ini peramalan beban dilakukan setelah peramalan kebutuhan energi dilakukan. Pada dasarnya laju pertumbuhan beban rata-rata sedangkan untuk menghitung pertumbuhan beban puncak harus dicari hubungan antara laju pertumbuhan beban puncak dengan langkah-langkah sebagai berikut:

- 1) Menentukan persamaan pertumbuhan kebutuhan energi listrik total pertahun.
- 2) Menentukan persamaan pertumbuhan faktor beban pertahun dengan persamaan *Gompertz*.
- 3) Menentukan persamaan pertumbuhan beban pertahun dengan menghubungkan a dan b.
- 4) Menyusun hasil peramalan untuk beberapa tahun ke depan.

## 2.5 Metode Ramalan Beban secara Sektoral

### 2.5.1 Umum

Yang dimaksud dengan peramalan beban adalah suatu perkiraan besarnya beban listrik di waktu yang akan datang dengan melihat kecenderungan peningkatan beban listrik pada tahun-tahun sebelumnya. Dalam hal ini peramalan beban listrik pada masa yang akan datang sangat dibutuhkan untuk suatu analisis pengembangan/penambahan kapasitas pembangkit, sistem transmisi dan distribusi bagi pelayanan pada konsumen.

Untuk meramalkan beban suatu sistem tenaga listrik, terlebih dahulu harus ditentukan karakteristik/kecenderungan dan pertumbuhan beban sistem tenaga listrik tersebut.

Karakteristik ini diperoleh dengan menghubungkan kebutuhan energi listrik pertahun atau beban tersambung maupun jumlah langganan pada tahun sebelumnya dan sistem tenaga yang ditinjau. Pada umumnya kebutuhan energi listrik bagi negara-negara yang sedang berkembang mempunyai kecenderungan peningkatan pemakaian

yang sangat tinggi. Pertumbuhan beban listrik tidaklah berdiri sendiri, tetapi ditunjang oleh pertumbuhan ekonomi, jumlah penduduk, dan lain-lain.

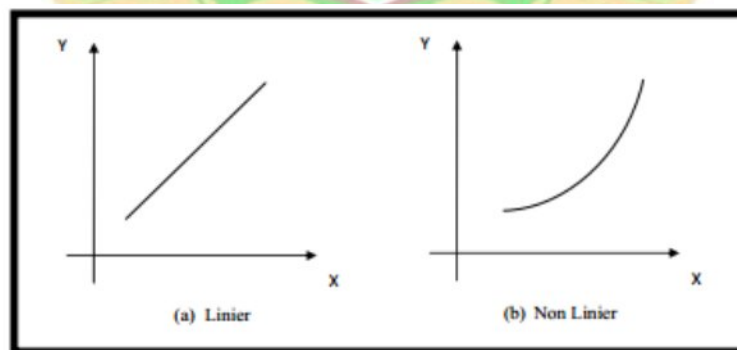
Peramalan dalam studi ini dilakukan dengan metode meramal secara sektoral, yaitu membagi beban menjadi empat sektor, yaitu sektor rumah tangga, komersil, industri, dan fasilitas umum dengan mengamati pertumbuhan setiap sektor beban tersebut.

### 2.5.2 Penggambaran Kurva

Di dalam praktek sering kita menjumpai suatu hubungan antara dua buah variabel, sebagai contoh:

- a. Penjualan tumbuh karena daya beli masyarakat meningkat.
- b. Pendapatan nasional meningkat karena investasi meningkat.

Seringkali hubungan antara dua variabel ini dinyatakan dengan suatu persamaan matematis. Untuk menentukan persamaan matematis itu langkah pertama adalah mengumpulkan data yang menunjukkan hubungan antara dua variabel itu misalnya kedua variabel itu disebut  $X_1$  dan  $Y_1$ ;  $X_2$  dan  $Y_2$  dan seterusnya. Selanjutnya titik-titik itu  $(X_1, Y_1)$  dan  $(X_2, Y_2) \dots (X_n, Y_n)$  digambarkan pada sebuah susunan plus sumbu. Kumpulan titik ini dinamakan diagram penyebaran. Dari diagram penyebaran ini umumnya dapat dibuat suatu kurva pendekatan.



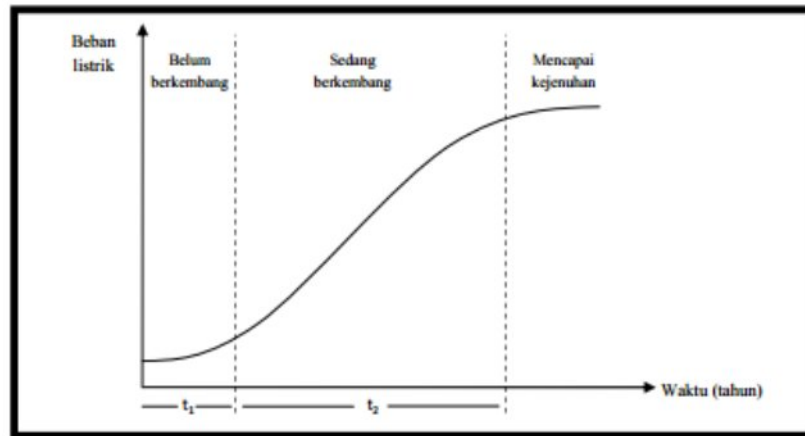
Sumber: Suswanto, 1999: 227

**Gambar 2. 6** Kurva Pendekatan

Kurva pendekatan dapat digolongkan dalam dua golongan, yaitu kurva yang linear (garis lurus) dan kurva non linear (tidak lurus), seperti diperlihatkan pada gambar 2. 6 di atas.

### 2.5.3 Kurva S

Perkembangan beban pada suatu daerah membentuk pola tertentu disebut kurva S, seperti terlihat pada gambar 2. 2. Dari gambar terlihat bahwa kurva perkembangan beban pada daerah yang sedang berkembang dapat didekati dengan bentuk linear atau eksponensial. Karena Kota Palembang dan kota-kota lainnya di Indonesia sedang dalam proses perkembangan, maka bentuk persamaan linear atau eksponensial dapat dipakai dalam meramalkan besarnya kebutuhan akan tenaga listrik di Kota Palembang. Cara ini digunakan dalam studi ini.



Sumber: Suswanto, 1999: 228

**Gambar 2. 7** Pola Perkembangan Beban Listrik pada Suatu Daerah, Kurva S

### 2.5.4 Analisis Kecenderungan

Analisis *trend* adalah cara mempelajari tata laku dari suatu objek dalam sederetan waktu, atau proses di waktu yang lalu dan sekarang, kemudian membuat model matematisnya, sehingga tata laku yang akan datang dapat diketahui dari sekarang. Pendekatan yang mengikuti analisis *trend* dilakukan dengan pemasukan fungsi matematis kontinu ke dalam data aktual, untuk mendapatkan kesalahan terkecil.



a. Metode kuadrat terkecil untuk menentukan *trend*

$$Y = a + bx \tag{2.1}$$

di mana:

Y = variabel yang diramalkan

x = variabel waktu

a dan b = bilangan konstan

Garis lurus yang dicari adalah garis lurus yang mendekati titik-titik dari data historis. Untuk mencari garis lurus tersebut kita perlu mencari besaran harga a dan b, besaran tersebut merupakan nilai konstan yang tidak berubah-ubah di dalam penganalisan yang dilakukan. Artinya bila diperoleh nilai atau besaran a dan b, maka untuk setiap nilai x atau variabel akan dapat ditentukan/diperoleh besaran Y atau variabel yang dicari untuk nilai X tersebut.

Terdapat beberapa teknik dan metode yang dapat dipergunakan untuk mencari atau meramalkan nilai a dan b dalam hubungan fungsional dari persamaan  $Y = a + bx$ , pada prinsipnya teknik dan metode yang ada mendasarkan proses analisisnya pada usaha untuk mendapatkan suatu garis lurus yang tepat melalui atau mendekati titik-titik yang berserakan (*scatter*) dari data observasi.

Garis tersebut dinyatakan sebagai berikut:

$$\hat{Y} = a + bx \tag{2.2}$$

Kesalahan ramalan yang terdapat adalah:

$$e = Y - \hat{Y} \tag{2.3}$$

Sedangkan penyimpangan atau deviasi ramalan adalah:

$$d = \hat{Y} - \bar{Y} \tag{2.4}$$

Dalam hal ini Y adalah nilai yang diramalkan, x adalah variabel yang mempengaruhi atau variabel bebas, e adalah nilai kesalahan ramalan, dan d adalah penyimpangan atau deviasi, Y adalah nilai observasi dan  $\bar{Y}$  adalah rata-rata dari nilai observasi selisih nilai ramalan dan nilai observasi rata-rata adalah  $Y - \hat{Y}$  yang merupakan besaran yang ditunjukkan atau diterangkan dengan terdapatnya garis yang melalui atau mendekati titik dari data observasi.

Seperti yang telah diuraikan di atas usaha yang dilakukan untuk mendapatkan garis yang tepat untuk ramalan adalah meminimalisasikan kesalahan ramalan. Kesalahan ramalan diminimalisasikan dengan cara mengambil turunan parsial atau *partial derivative* dan jumlah kesalahan ramalan, dan kemudian menyamakannya dengan nol. Proses pengerjaannya adalah sebagai berikut:

$$\sum_{t=1}^n (Y_t - \hat{Y}_t)^2 \quad (2.5)$$

Dimana dari persamaan  $Y = a + bx$ , sehingga dengan pensubstitusian diperoleh:

$$\sum_{t=1}^n (Y_t - a - bx_t)^2 \quad (2.6)$$

$$\frac{\partial \sum_{t=1}^n (Y_t - a - bx_t)^2}{\partial a} = 2 \sum_{t=1}^n (Y_t - a - bx_t) \cdot (-1) = 0 \quad (2.7)$$

$$\frac{\partial \sum_{t=1}^n (Y_t - a - bx_t)^2}{\partial b} = 2 \sum_{t=1}^n (Y_t - a - bx_t) \cdot (-x_t) = 0 \quad (2.8)$$

Dari persamaan (2.7) dan (2.8) dapat diperoleh hasil persamaan di bawah ini, yang merupakan formula umum dari teknik dan metode yang disebut kuadrat terkecil (*least square*). Kedua persamaan tersebut adalah:

$$\sum_{t=1}^n Y_t - na - b \sum_{t=1}^n x_t = 0 \quad (2.9)$$

$$\sum_{t=1}^n Y_t x_t - a \sum_{t=1}^n x_t - b \sum_{t=1}^n x_t^2 = 0 \quad (2.10)$$

Nilai-nilai a dan b dapat diperoleh dengan pemecahan secara simultan dari kedua persamaan nilai a dan b dapat diperoleh:

$$a = \frac{\sum_{t=1}^n Y_t \sum_{t=1}^n x_t^2 - \sum_{t=1}^n Y_t x_t \sum_{t=1}^n x_t}{n \sum_{t=1}^n x_t^2 - (\sum_{t=1}^n x_t)^2} \quad (2.11)$$

Atau:

$$a = \frac{\sum_{t=1}^n Y_t \sum_{t=1}^n x_t^2 - \sum_{t=1}^n Y_t x_t \sum_{t=1}^n x_t}{n \sum_{t=1}^n x_t^2 - (\sum_{t=1}^n x_t)^2} \quad (2.12)$$

Dan

$$b = \frac{n \sum_{t=1}^n Y_t x_t - \sum_{t=1}^n Y_t \sum_{t=1}^n x_t}{n \sum_{t=1}^n x_t^2 - (\sum_{t=1}^n x_t)^2} \quad (2.13)$$

Metode ini dipakai untuk meramalkan pertumbuhan jumlah langganan, beban tersambung di masa yang akan datang.

#### b. *Trend* Eksponensial

*Trend* eksponensial adalah menggambarkan tingkat pertumbuhan yang bertambah dengan cepat sekali, bentuk persamaan adalah sebagai berikut:

$$Y = P_0(1 + \alpha)^n \quad (2.14)$$

Ada beberapa jenis *trend* yang tidak linear akan tetapi dapat dibuat linear, dengan jalan melakukan transformasi (perubahan bentuk), seperti dalam membuat ramalan jumlah penduduk, konsumsi energi listrik, faktor beban, dan lain-lain. Dalam studi ini dilakukan peramalan dengan persamaan :

$$Y = P_0(1 + \alpha)^n \quad (2.15)$$

Di mana:

$P_n$  = data tahun terakhir

$P_0$  = data pada tahun permulaan

$\alpha$  = tingkat kenaikan/pertumbuhan

$n$  = jumlah interval tahun

Rumus tersebut pada hakekatnya sama dengan rumus  $Y = abx$ . Untuk:

$$Y = P_n; \alpha = P_0; b = (1 + \alpha) \text{ dan } x = n.$$

Untuk mengadakan ramalan di tahun yang akan datang maka rumus  $P_n = P_0(1 + \alpha)^n$  dapat diubah menjadi:

$$P_n = P_0(1 + \alpha)^n \quad (2.16)$$

Rumus ini adalah rumus rata-rata ukur (*geometric mean*). *Trend* eksponensial pada studi ini digunakan untuk meramalkan jumlah penduduk, GDP, konsumsi energi listrik, faktor beban di mana perkembangannya secara geometris (berkembang dengan cepat).

### c. *Trend Gompertz*

*Trend* ini biasanya digunakan untuk mewakili data yang menggambarkan perkembangan/pertumbuhan yang mula-mula tumbuh dengan cepat sekali akan tetapi lambat laun agak lambat, kecepatan pertumbuhannya makin berkembang sampai tercapai suatu titik jenuh (*saturation point*).

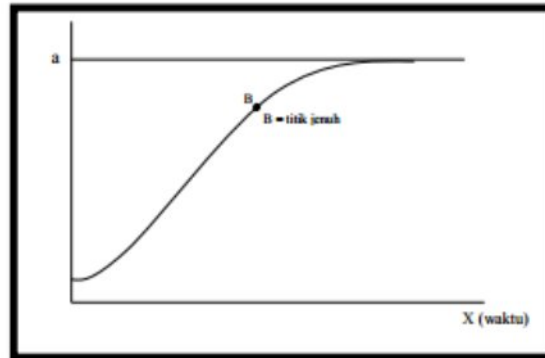
Rumusnya adalah:

$$Y = a + b(c)^x \quad (2.17)$$

Atau :

$$\log Y = \log a + (\log b)(c)^x \quad (2.18)$$

Bentuk kurvanya sebagai berikut:



Sumber: Suswanto, 1999: 231

**Gambar 2. 8** Kurva *Trend Gompertz*

Di mana:

- a = menunjukkan harga bebas atau asimtot
- b = menunjukkan rasio yang konstan
- c = menunjukkan tingkat pertumbuhan

Sebelum titik B, tingkat pertumbuhan terjadi cepat sekali setelah titik B, tingkat kenaikan tersebut berangsur-angsur menurun ketika mendekati nilai a. Bilangan konstanta a, b, dan c dapat dicari dengan cara menggunakan seperti *trend* yang dirubah, yaitu dengan memilih beberapa titik. *Trend Gompertz* ini sangat cocok diterapkan dalam meramalkan Rasio Elektrifikasi di masa yang akan datang, karena rasio elektrifikasi berkembang sangat cepat sekali pada saat sekarang, dan akan mencapai suatu harga kejenuhan di waktu yang akan datang.

## 2.6 Model Pendekatan Perencanaan Energi Listrik

Untuk melakukan perencanaan dalam bidang apapun, tentu harus ada metode yang baku yang digunakan. Ada berbagai model pendekatan untuk menyusun prakiraan kebutuhan tenaga listrik yang tersedia antara lain pendekatan ekonometrik, pendekatan proses, pendekatan *time series*, pendekatan *end-use*, pendekatan *trend* maupun gabungan dari berbagai model pendekatan perencanaan.

Dari beberapa metode tersebut, yang sering digunakan sebagai pendekatan untuk proyeksi kebutuhan energi listrik adalah metode pendekatan ekonometri dan

pendekatan *end-use*. Perbedaan utama dari kedua metode tersebut adalah pada jenis data yang dimasukkan (data input). Pada model ekonometri, data yang digunakan sebagai data masukan seperti pendapatan daerah, pendapatan per kapita dan data lain yang bersifat ekonomi, kemudian dihubungkan dengan kebutuhan energi [6].

### 2.6.1 Pendekatan Model Ekonometri

Komponen utama dari analisis dengan model ekonometri adalah pada data masukan atau variabel yang bersifat ekonomi yang kemudian dihubungkan dengan tingkat kebutuhan energi listrik. Kelebihan dari model ini adalah tidak terlalu banyaknya data yang harus digunakan sebagai variabel input. Biasanya proyeksi kebutuhan energi listrik dengan pendekatan model ini tidak memperhitungkan secara detail teknologi yang digunakan dalam ketenagalistrikan. Sebagian besar dari model ekonometri mendasarkan perhitungan bidang energi pada fungsi *Cobb-Douglas* seperti pada persamaan (2. 71) [7]:

$$E = a Y^\alpha P^\beta \quad (2.19)$$

Di mana:

E = kebutuhan energi (permintaan energi/*energi demand*)

Y = pendapatan (*income*)

P = harga energi

a = koefisien

$\alpha$  = elastisitas pendapatan dari permintaan energi

$\beta$  = elastisitas harga energi dari permintaan energi

Dari persamaan (2. 71) menunjukkan adanya faktor elastisitas harga energi dan pendapatan. Hal ini mengindikasikan bahwa perubahan tingkat kebutuhan energi sebagai hasil dari perubahan pendapatan dan harga energi dalam pendekatan menggunakan model ekonometri.

### 2.6.2 Pendekatan Proses

Pendekatan proses secara umum tidak bisa digunakan untuk bidang di luar energi. Hal ini karena dalam pendekatan model ini menguraikan aliran energi dari awal hingga akhir permintaan. Proses yang dilalui mulai dari ekstraksi sumber daya

energi, penyulingan, konversi, transportasi, penimbunan, transmisi dan distribusi menjadi variabel yang diperhitungkan. Kelemahannya adalah tidak adanya variabel dari faktor ekonomi sehingga tidak terjadi interaksi antara ekonomi dan energi [8]. Oleh sebab itu hasilnya belum bisa secara tegas digunakan dalam kebijakan yang berhubungan dengan bidang ekonomi. Manfaat yang menjadi keunggulan dari pendekatan proses adalah mudah mengakomodasi bahan bakar tradisional, dapat dilakukan dengan perhitungan sederhana dan metode paling cocok dalam menguraikan alternatif teknologi yang ada saat ini.

### **2.6.3 Pendekatan *Trend***

Pendekatan *trend* dilakukan dengan melakukan proyeksi berdasarkan data historis di masa lalu. Data tersebut kemudian diekstrapolasikan berdasarkan kecenderungan yang terjadi. Bisa dihubungkan dengan rata-rata dari data tersebut maupun dengan memilih jenis kurva yang diinginkan. Keunggulannya adalah data yang diperlukan bersifat sederhana. Namun, ada juga kelemahannya terutama karena tidak dapat menggambarkan perubahan struktural yang terjadi dari masing masing variabel yang berpengaruh baik untuk faktor teknologi maupun ekonomi. Selain itu, ada kecenderungan bahwa kejadian di masa lalu tidak secara tegas akan menggambarkan kondisi pada masa yang akan datang [8].

### **2.6.4 Pendekatan *End-use***

Model pendekatan *end-use* juga dikenal sebagai pendekatan *engineering Model*. Pendekatan ini akan lebih detail walaupun secara perhitungan menggunakan fungsi yang lebih sederhana. Pertimbangan teknologi yang digunakan dalam proses aliran energi juga menjadi variabel perhitungan.

Pendekatan ini sangat cocok untuk keperluan proyeksi efisiensi energi karena dimungkinkan untuk secara eksplisit mempertimbangkan perubahan teknologi dan tingkat pelayanan. Permintaan energi dari masing-masing kegiatan merupakan produk dari dua faktor, yaitu tingkat aktivitas (layanan energi) dan intensitas energi (penggunaan energi per unit layanan energi). Selain itu, permintaan total maupun

permintaan energi sektoral dipengaruhi oleh rincian kegiatan yang berbeda yang membentuk komposisi, atau struktur permintaan energi [7].

$$\text{Konsumsi energi} = \sum_{i=1}^n Q_i I_i \quad (2.21)$$

Di mana:

$Q_i$  = jumlah dari layanan energi I

$I_i$  = intensitas penggunaan energi untuk layanan energi I

Jumlah aktivitas energi  $Q_i$  tergantung pada beberapa faktor, termasuk di dalamnya jumlah populasi, proporsi penggunaan akhir energi, pola konsumsi energi, dan pada keadaan tertentu di mana diperlukan pembagian pada klasifikasi pengguna atau pelanggan. Pada penelitian ini akan menggunakan pendekatan *trend* dan *end-use*.

## 2.7 Pengenalan *SEEx*

### 2.7.1 Pengantar

*SEEx* (*Simple Econometric Simulation System, Expanded* atau *Simple E. Expanded*) adalah sebuah sistem simulasi terpadu diperluas dari alat simulasi ekonometrik. Ini membantu pemodelan simulasi untuk berkonsentrasi pada persiapan penyusunan spesifikasi data dan model data. Proses estimasi dengan menggunakan model regresi dan simulasi peramalan yang otomatis untuk memperlancar pengoperasian. Meningkatnya popularitas manipulasi data dalam lembar kerja dengan munculnya PC yang kuat dan perangkat lunak lembar kerja yang canggih seperti *Microsoft Excel* telah mengakibatkan meningkatnya tekanan untuk membuat analisis dalam lembar kerja itu sendiri. *SEEx* dirancang sebagai tanggapan terhadap kebutuhan ini, perangkat lunak ini dirancang untuk sepenuhnya kompatibel dengan aplikasi lembar kerja.

*SEEx* adalah sebuah aplikasi *Add-In* untuk *Microsoft Excel 2000-2007*. Ini memanfaatkan semua keuntungan dari fungsi lembar kerja asli serta antarmuka terbuka dengan aplikasi *Windows* lainnya. Secara bersamaan, hal tersebut terintegrasi antara proses input data, pembuatan model, pengujian, dan peramalan/simulasi.

Hal ini tidak memerlukan pengetahuan tentang bahasa pemrograman. Operasi grafis dan visual yang membuat *SEEx* mudah digunakan dan dipelajari. Para

pengguna dapat berkonsentrasi pada tugas-tugas dengan tuntutan pemodelan dan simulasi dengan keunggulan penuh transparansi dan kompatibilitas dengan data lain dan antarmuka program dalam *Windows* [9].

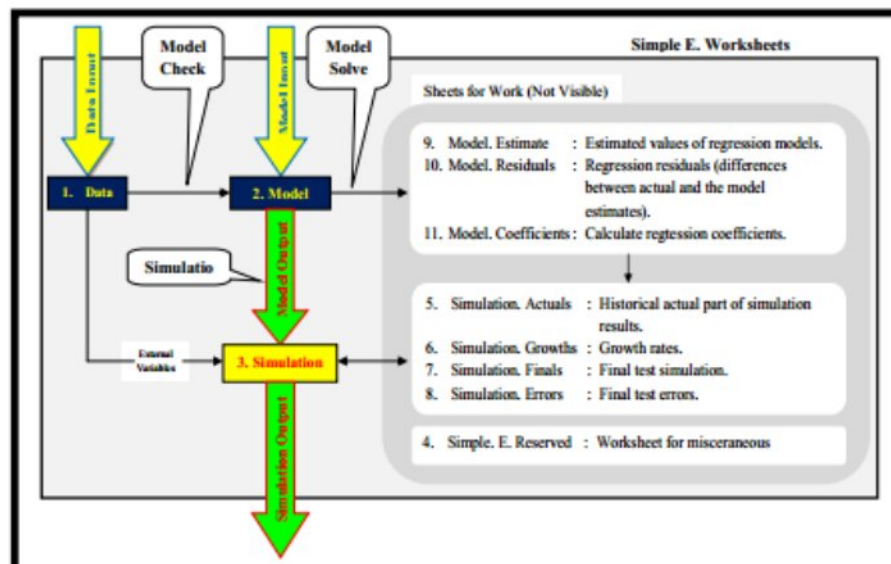
## 2.7.2 Konsep Dasar

### 2.7.2.1 Komponen Dasar Aplikasi dan Pengoperasian *SEEx*

*SEEx* adalah sebuah *file workbook*/buku kerja *Excel* yang mencakup tiga sheet (lembar), yaitu "lembar Data," "lembar Model," dan "lembar Simulasi". *Simple E. Expanded* tidak dapat berfungsi tanpa lembaran (sheet) tersebut. Ada tiga proses penginputan data untuk melakukan simulasi, yaitu:

- 1) Model Pemeriksaan (*Check*),
- 2) Model Penyelesaian (*Solve*), dan
- 3) Model Simulasi (*Simulation*).

Ketiganya adalah alur utama di *SEEx*. Diagram berikut ini menunjukkan konsep dasar dan hubungan dari ketiga proses tersebut.



Sumber: Yamaguchi, 2008: 9

**Gambar 2. 9** Diagram Konsep *SEEx*

Seperti yang ditunjukkan oleh diagram di atas, pengguna (*user*) harus memasukkan data dalam lembar data (*Data sheet*) dan spesifikasi model dalam lembaran model (*Model sheet*). Selanjutnya akan disimulasikan oleh *SEEx*.



### 2.7.2.2 Alur Utama SEEx

Proses pengelolaan program diintegrasikan ke dalam tiga alur utama seperti disebutkan sebelumnya. Alur menggunakan tombol perintah dalam menu utama: “*Check*”, “*Solve*”, dan “*Simulate*”. Tombol kombinasi “*Check & Solve*”, “*Solve & Simulate*”, dan “*All Through*”.

#### 1) *Check (Model Check)*

Data dan model harus konsisten. “*Model Check*” otomatis mengerjakan:

- a. Memeriksa penyesuaian nama kode pada setiap “*Model*”.
- b. Memeriksa dan menetapkan rentang sampel untuk setiap “*Model*”.
- c. Membedakan variabel internal dan eksternal setiap bentuk “*Model*”.

#### 2) *Solve (Model Solve)*

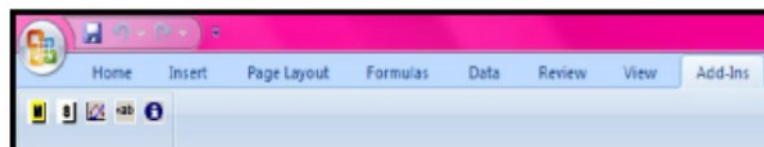
Nilai setiap variabel internal untuk rentang sampel akan dicari dan dihitung. Hasilnya akan disimpan dalam lembar simulasi. Untuk model regresi, model persamaan akan diselesaikan dan ditentukan dengan statistik. Statistik ini akan disajikan di kolom “*Model Summary*” dari lembar model. Selain itu, untuk model regresi, hasilnya akan diestimasi oleh model.

#### 3) *Simulation*

Alur ini merupakan lembar simulasi yang menyelesaikan setiap model diasumsikan kedepan yang diberikan pada variabel eksternal. Definisi dapat disertakan. Untuk model regresi, koefisien variabel independen diselesaikan dalam lembaran model yang digunakan untuk simulasi. Ketiga alur dapat dikerjakan secara mandiri atau dalam kombinasi dari dua atau semua.

### 2.7.3 Toolbar pada SEEx

SEEx memiliki lima tombol pada *toolbar* seperti yang ditunjukkan di bawah ini.




Gambar 2. 10 SEEx Toolbars


#### 2.7.3.1 : Main Menu

"Main Menu" terdiri dari enam tab berikut; "Main", "Graph", "Correlation", "Sensitivity", "Preferences", dan "Utility".




**Gambar 2. 11 Main Menu SEEx**

**2.7.3.2 :**  ***Synchronize (Synchronize the variables of a row for all windows)***


Pilih variabel dari lembar data aktif, lembar model, atau lembaran simulasi, dan klik tombol  . Lalu, contoh dari variabel yang sama dalam lembaran lain dari data, model, atau simulasi akan dipilih. Ini menyiratkan bahwa Anda dapat mengakses variabel yang sama dalam semua lembaran tanpa pencarian.

Misalnya, Anda bekerja pada model GDPR dalam lembar model, dan Anda telah memilih baris GDPR pada lembar model. Untuk melompat ke variabel GDPR dalam lembaran lain, misalnya lembar data, klik saja tombol ini . Jika Anda membuka lembar data, GDPR variabel sudah dipilih.

**2.7.3.3 :**  ***Graph***



Ketika mengklik tombol  di lembar kerja SEEx, jika kursor berada pada sebuah baris variabel, grafik untuk variabel yang sesuai dibuat. Jika mengklik tombol dan kursor berada pada baris "TIME", hanya memindahkan kursor antara baris untuk menampilkan grafik pada baris yang sesuai. Memindahkan lagi kursor pada baris

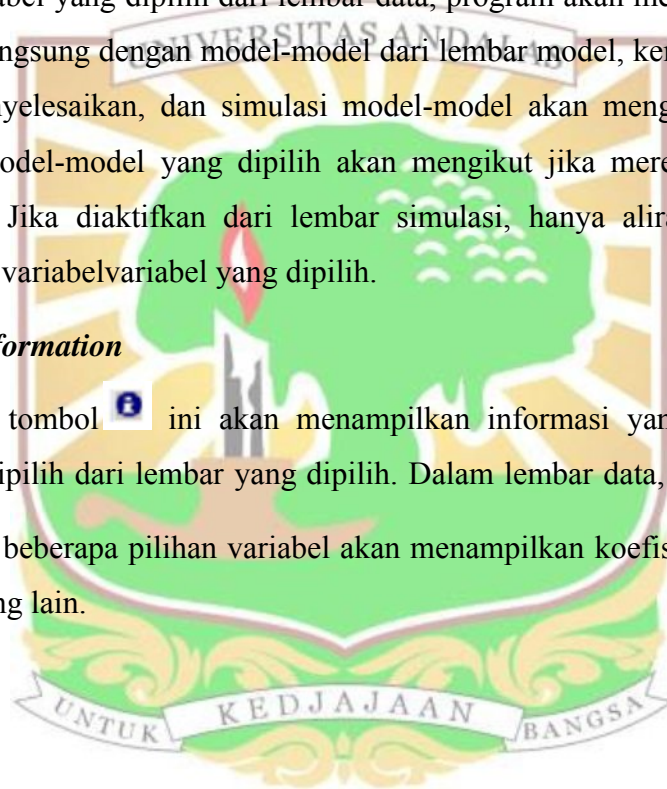
"TIME" merilis fungsi ini. Mengklik tombol setelah memilih dua sel berturut-turut juga memungkinkan fungsi yang sama.

**2.7.3.4 :**  *Single Flow (Reset and Re-calculate the equation (s) of the variable (s) of the selected row (s))*

Fungsi ini sesuai untuk alur “Solve” dan alur “Simulate” untuk hanya variabel yang dipilih. Jika kotak centang untuk “Link Single Flows” pada menu utama yang dipilih, perhitungan kembali dapat dikaitkan dengan alur berikutnya, yaitu jika variable – lvariabel yang dipilih dari lembar data, program akan mencari model yang terkait secara langsung dengan model-model dari lembar model, kemudian, alur data: mengecek, menyelesaikan, dan simulasi model-model akan mengikut. Semua alur untuk hanya model-model yang dipilih akan mengikut jika mereka dipilih dalam lembar model. Jika diaktifkan dari lembar simulasi, hanya aliran simulasi akan mengikuti pada variabelvariabel yang dipilih.

**2.7.3.5 :**  *Information*

Mengklik tombol  ini akan menampilkan informasi yang terkait dengan variabel yang dipilih dari lembar yang dipilih. Dalam lembar data, mengklik tombol  ini dengan beberapa pilihan variabel akan menampilkan koefisien antara seleksi pertama dan yang lain.

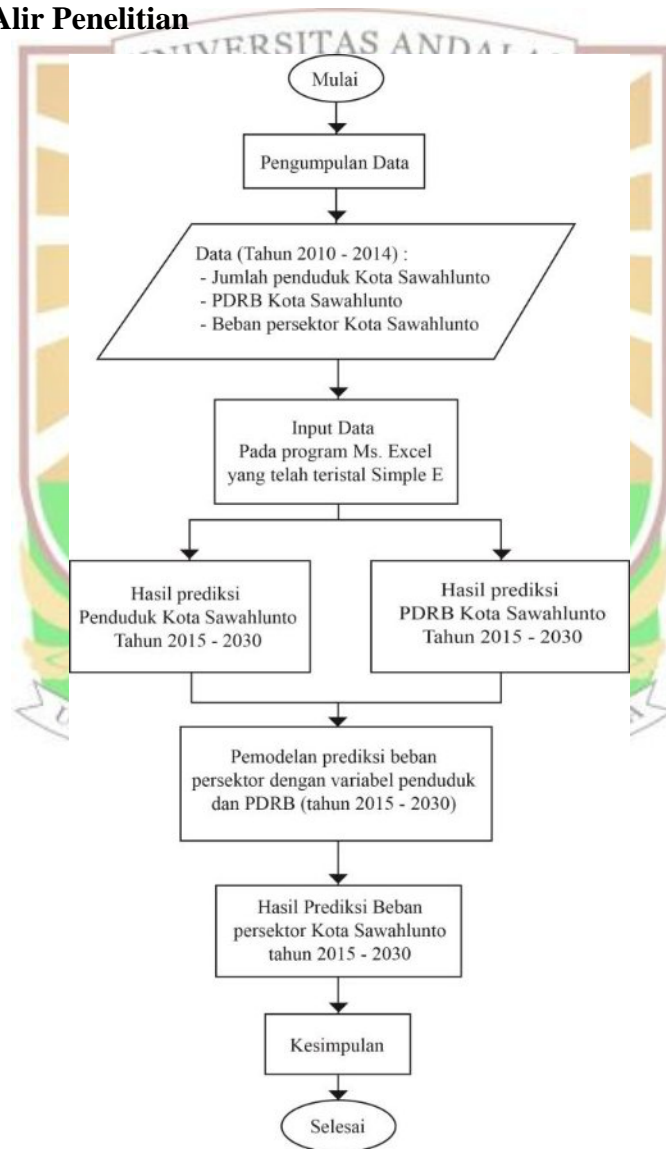


## BAB III METODOLOGI PENULISAN

### 3.1 Pendahuluan

Bagian ini membahas mengenai metodologi penelitian yang berisikan proses selama penelitian ini dilakukan yang tergambar pada diagram alir atau *flowchart* serta membahas jadwal dilakukannya penelitian.

### 3.2 Diagram Alir Penelitian



**Gambar 3. 1** Diagram Alir Penelitian

Langkah dalam penelitian ini sesuai dengan diagram alir (flowchart) yang ada pada gambar 3.1 diatas. Penjelasan nya adalah sebagai berikut :

1. Pengambilan data yang dibutuhkan dalam penulisan karya ilmiah ini diperoleh dari data beban yang ada di PT PLN (Persero) yang ada di kota sawahlunto. Serta data jumlah penduduk dan nilai PDRB Kota Sawahlunto diperoleh dari badan pusat statistik (BPS) Kota Sawahlunto. Data yang diperoleh yaitu minimal data historis 5 tahun yang lalu (tahun 2010 – 2014).
2. Melakukan input data pada program *Simple E* yang ada pada *Microsoft Excel 2007*.
3. Membuat prediksi pada data variabel bebas yaitu penduduk dan PDRB Kota Sawahlunto menggunakan *trend linear* pada pendekatan *trend time series* menggunakan persamaan (2. 1) pada program *Simple E* pada *Microsoft Excel 2007*.
4. Hasil prediksi beban dan PDRB Kota Sawahlunto yang telah didapat digunakan sebagai faktor yang mempengaruhi dalam pemodelan peramalan beban persektor di Kota Sawahlunto tahun 2015 – 2030. Pemodelan yang digunakan adalah pemodelan melalui pendekatan ekonometrik yang ada pada *Simple E* menggunakan persamaan – persamaan ekonometrik.
5. Menganalisa hasil pemodelan yang didapat dari simulasi *Simple E* dan asumsi awal yang digunakan pada pendekatan ekonometrik.
6. Menarik kesimpulan dari hasil prediksi beban persektor yang ada di Kota Sawahlunto tahun 2015 – 2030.

### 3.3 Data

Data – data yang digunakan pada penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Data penduduk Kota Sawahlunto tahun 2010 – 2014

Data jumlah penduduk Kota Sawahlunto dapat dilihat pada tabel 3.1 berikut:

**Tabel 3. 1** Data penduduk di Kota Sawahlunto tahu 2008 – 2014

No.	Tahun	Penduduk
1	2010	56.866
2	2011	57.567
3	2012	58.068
4	2013	58.972
5	2014	59.608

*Sumber : BPS Kota Sawahlunto*

2. Data rasio elektrifikasi Kota Sawahlunto

Data rasio elektrifikasi Kota Sawahlunto dapat dilihat pada tabel 3.2 berikut:

**Tabel 3. 2** Jumlah Kecamatan yang dialiri dan tidak dialiri listrik di Kota Sawahlunto tahun 2013

No.	Kecamatan	Jumlah Desa	Dialiri listrik	Belum dialiri listrik
1	Silungkang	5	5	-
2	Lembah Segar	11	11	-
3	Barangin	10	10	-
4	Talawi	11	11	-
	Jumlah	37	37	-

*Sumber : BPS Kota Sawahlunto*

3. Data PDRB Kota Sawahlunto tahun 2010 – 2014

Data PDRB Kota Sawahlunto tahun 2010 – 2014 dapat dilihat pada tabel 3.3 dibawah ini :

**Tabel 3. 3** PDRB Kota Sawahlunto tahun 2010 – 2014

No.	Tahun	PDRB ( x Juta Rupiah)
1	2010	1.695.465,41
2	2011	1.898.005,03
3	2012	2.102.672,29
4	2013	2.317.700,00
5	2014	2.605.217,96

*Sumber : BPS Kota Sawahlunto*

#### 4. Data beban persektor Kota Sawahlunto tahun 2010 – 2014

Data beban persektor di Kota Sawahlunto dapat dilihat pada tabel 3.4 dibawah ini :

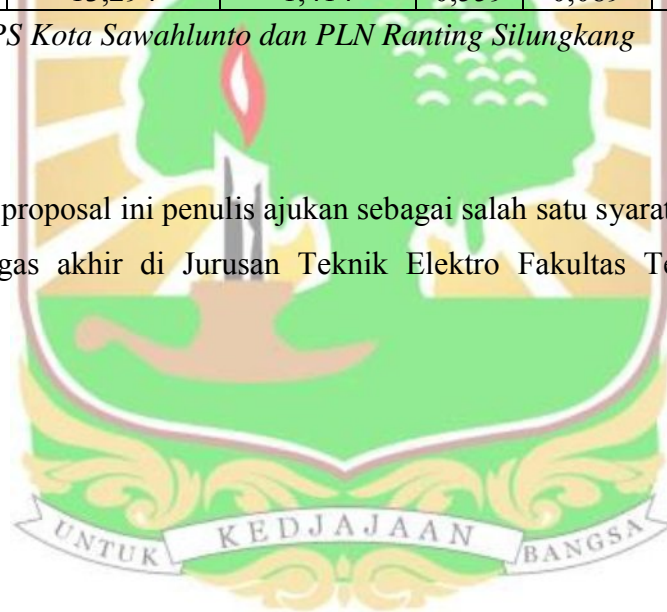
**Tabel 3. 4** Beban PLN Sawahlunto (MW)

No	Tahun	Rumah tangga	Badan Usaha	Sosial	Industri	Publik	Total
1	2010	11,507	1,054	0,281	0,059	0,621	13,52
2	2011	11,997	1,124	0,397	0,066	0,766	14,35
3	2012	12,375	1,259	0,412	0,074	0,833	14,95
4	2013	13,340	1,406	0,428	0,074	0,908	16,16
5	2014	13,294	1,414	0,559	0,089	1,976	17,33

*Sumber : BPS Kota Sawahlunto dan PLN Ranting Silungkang*

### 3.4 Penutup

Demikian proposal ini penulis ajukan sebagai salah satu syarat untuk memenuhi mata kuliah tugas akhir di Jurusan Teknik Elektro Fakultas Teknik Universitas Andalas.



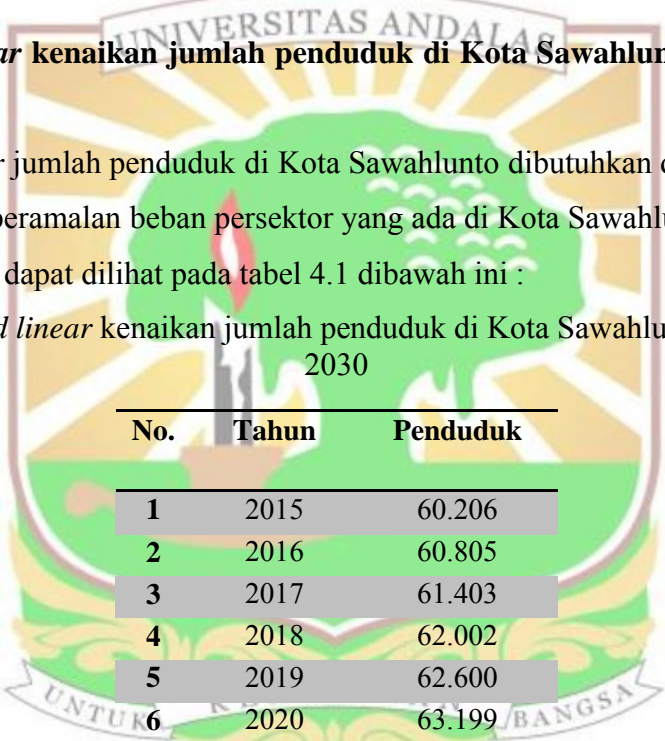
## BAB IV HASIL DAN ANALISA

Pada bab ini akan dijelaskan mengenai hasil dan analisa mengenai perkiraan beban persektor di Kota Sawahlunto menggunakan pemodelan ekonometrik. Perkiraan yang dilakukan menggunakan jumlah penduduk dan PDRB Kota Sawahlunto sebagai variabel bebas berdasarkan *trend time series* atau menggunakan *trend* waktu untuk memprediksi kenaikan nilai beban persektor di Kota Sawahlunto.

### 4.1 *Trend linear* kenaikan jumlah penduduk di Kota Sawahlunto tahun 2015 – 2030

*Trend linear* jumlah penduduk di Kota Sawahlunto dibutuhkan dalam pembuatan dan pemodelan peramalan beban persektor yang ada di Kota Sawahlunto. Hasil *Trend linear* penduduk dapat dilihat pada tabel 4.1 dibawah ini :

**Tabel 4. 1** *Trend linear* kenaikan jumlah penduduk di Kota Sawahlunto tahun 2015 – 2030



No.	Tahun	Penduduk
1	2015	60.206
2	2016	60.805
3	2017	61.403
4	2018	62.002
5	2019	62.600
6	2020	63.199
7	2021	63.797
8	2022	64.396
9	2023	64.994
10	2024	65.593
11	2025	66.191
12	2026	66.790
13	2027	67.388
14	2028	67.987
15	2029	68.585
16	2030	69.184



Pada tabel 4.3 dapat dilihat hasil pertumbuhan penduduk di Kota Sawahlunto tahun 2015 – 2030 menggunakan pendekatan *trend linear*, dengan pertumbuhan rata-rata penduduk 699 jiwa setiap tahun nya. Secara persentase, jumlah penduduk di Kota Sawahlunto mengalami peningkatan 12,97% dalam kurun 15 tahun (2015 – 2030).

Persentase kenaikan jumlah penduduk di Kota Sawahlunto didapat dengan persamaan berikut :

$$\frac{Pt - Pat}{t - 2015} = 699$$

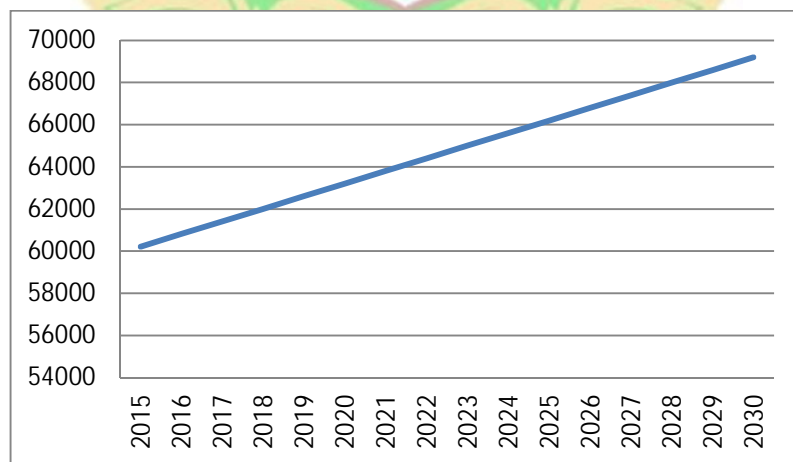
Keterangan :

Pat = Penduduk di awal tahun

Pt = Penduduk di akhir tahun

Penggunaan pendekatan *trend linear* dalam memprediksi jumlah penduduk Kota Sawahlunto tahun 2015 – 2030 membuat pertambahan penduduk pada hasil prediksi bersifat linear terhadap fungsi waktu, sehingga dapat kita lihat pada gambar 4.1 yaitu grafik prediksi pertumbuhan penduduk di tahun 2015 – 2030 memiliki bentuk garis lurus yang berhubungan secara linear atau sebanding dengan waktu.

Sehingga pertumbuhan penduduk dapat dijadikan sebagai parameter atau variabel bebas untuk menentukan prediksi kenaikan beban listrik pada setiap sektor yang ada di Kota Sawahlunto.



**Gambar 4. 1** Grafik prediksi jumlah penduduk Kota Sawahlunto tahun 2015 – 2030

#### 4.2 *Trend linear* PDRB Kota Sawahlunto Tahun 2015 – 2030

*Trend linear* PDRB Kota Sawahlunto juga dibutuhkan dalam pembuatan dan pemodelan dalam peramalan beban per sektor yang ada di Kota Sawahlunto. Hasil *trend linear* PDRB Kota Sawahlunto dibuat menggunakan program *Simple E* yang dapat dilihat pada tabel 4.2 dibawah ini:

**Tabel 4. 2** *Trend linear* PDRB Kota Sawahlunto tahun 2015 – 2030

No.	Tahun	PDRB ( x Juta Rupiah)
1	2015	2.829.137,967
2	2016	3.053.057,974
3	2017	3.276.977,981
4	2018	3.500.897,988
5	2019	3.724.817,995
6	2020	3.948.738,002
7	2021	4.172.658,009
8	2022	4.396.578,016
9	2023	4.620.498,023
10	2024	4.844.418,030
11	2025	5.068.338,037
12	2026	5.292.258,044
13	2027	5.516.178,051
14	2028	5.740.098,058
15	2029	5.964.018,065
16	2030	6.187.938,072

Pada Tabel 4.2 dapat dilihat bahwa PDRB dikota Sawahlunto mengalami kenaikan sebesar 223.920,007 (x juta Rupiah) pertahunnya. PDRB kota Sawahlunto mengalami kenaikan sebesar 54,27% dalam kurun waktu 15 tahun (tahun 2015 – 2030).

Persentase PDRB Kota Sawahlunto didapati menggunakan persamaan berikut :

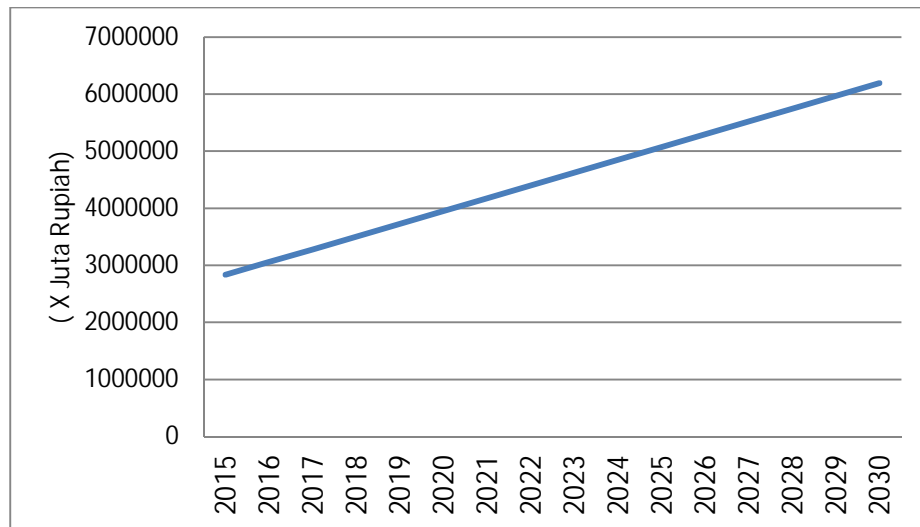
$$PDRB_t = \frac{PDRB_{2015} + (t - 2015) \times \frac{PDRB_{2030} - PDRB_{2015}}{2030 - 2015}}{1}$$

Keterangan :

PDRB<sub>t</sub> = Nilai PDRB akhir tahun

$PDRBat = \text{Nilai PDRB awal tahun}$

Prediksi kenaikan nilai PDRB Kota Sawahlunto tahun 2015 – 2030 di buat menggunakan program *simple E* dengan menggunakan metode *trend linear*, sehingga kenaikan PDRB Kota Sawahlunto sehingga didapati bentuk grafik garis lurus yang terlihat pada gambar 4.2 dibawah ini :



**Gambar 4. 2** Grafik prediksi PDRB Kota Sawahlunto 2015 – 2030

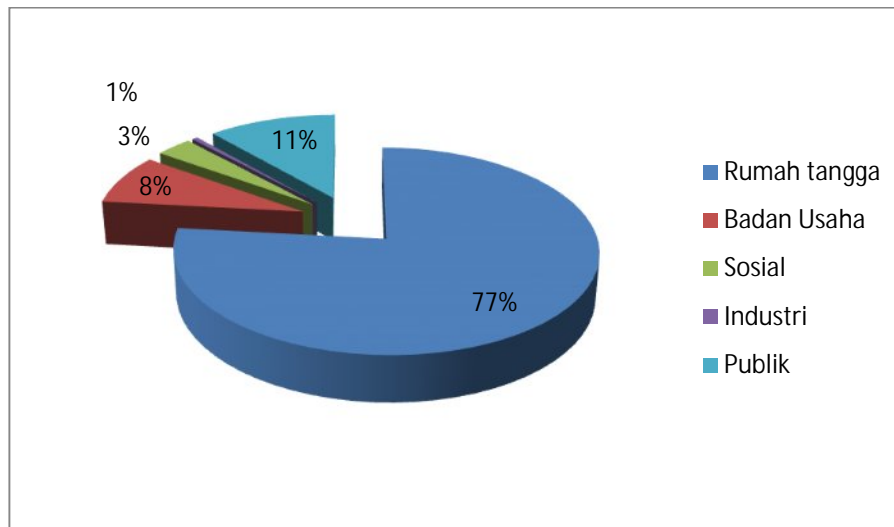
### **4.3 Beban Listrik Kota Sawahlunto dan Peramalannya**

#### **4.3.1 Beban listrik Kota Sawahlunto**

Klasifikasi beban Listrik di Kota sawahlunto meliputi :

1. Beban listrik sektor rumah tangga
2. Beban listrik sektor badan usaha
3. Beban listrik sektor sosial
4. Beban listrik sektor industri
5. Beban listrik sektor publik

Dimana persentase dari masing masing beban tersebut pada tahun 2014 yang di dapati dari data yang ada pada tabel 3.4 yang ada pada bab III dapat dilihat pada diagram lingkaran pada gambar 4. 3 dibawah ini :



**Gambar 4. 3** Persentase perbandingan beban listrik Kota Sawahlunto tahun 2014

Pada gambar 4.3 menunjukkan bahwa secara umum beban listrik yang ada di Kota Sawahlunto dipengaruhi oleh beban – beban yang ada pada sektor rumah tangga, yaitu sebanyak 77% dari beban secara keseluruhan. Sedangkan berikutnya, beban listrik Kota Sawahlunto dipengaruhi oleh beban pada sektor publik sebesar 11%, beban pada sektor badan usaha sebesar 8%, pada sektor sosial sebesar 3% dan pada sektor industri sebesar 1%.

#### **4.3.2 Pemodelan dan prediksi beban listrik persektor Kota Sawahlunto tahun 2015 – 2030 menggunakan program *Simple E***

Prediksi dan pemodelan beban persektor di Kota Sawahlunto menggunakan program *Simple E* dilakukan melalui tahapan seleksi dalam pemilihan dan menentukan model yang layak digunakan dalam menentukan hasil ramalan yang diinginkan. Pemilihan model ramalan dalam program *Simple E* dilakukan dengan melakukan berbagai macam uji statistik dan uji logika sesuai dengan ketentuan yang ada di dalam literatur sehingga didapatkan hasil prediksi yang realistis.

#### 4.3.2.1 Pemodelan dan prediksi beban listrik sektor rumah tangga di Kota Sawahlunto

Pemodelan yang digunakan pada beban listrik rumah tangga adalah model *Last square* dengan persamaan model yang didapati pada program *Simple E* adalah sebagai berikut :

$$50.8715+0.000821644*PENDUDUK+0.00000438624*PDRB$$

Pada persamaan model persamaan *last square* yang didapat pada program, secara logika dapat dikatakan bahwa pertumbuhan penduduk dan PDRB memenuhi sebagai aspek yang mempengaruhi pertumbuhan beban pada sektor rumah tangga. Pemodelan yang dihasilkan merupakan pemodelan yang memiliki trend positif yang secara terus – menerus mengalami kenaikan setiap tahun nya.

Nilai hasil uji statistik yang didapati dari model ini adalah sebagai berikut :

- 
- a. Uji nilai R : 0.993
  - b. Uji nilai AR : 0,987
  - c. Uji nilai DW : 2,66
  - d. Uji nilai F : 150,9
  - e. Uji nilai t : 4,3
  - f. Uji nilai RSS : 0,017059
  - g. Uji nilai SDV : 0,065306

Dari hasil uji statistik diatas, merupakan nilai uji statistik yang terbaik yang didapati dari pemodelan yang di hasilkan, baik itu dari uji korelasi, serta uji statistik lainnya.

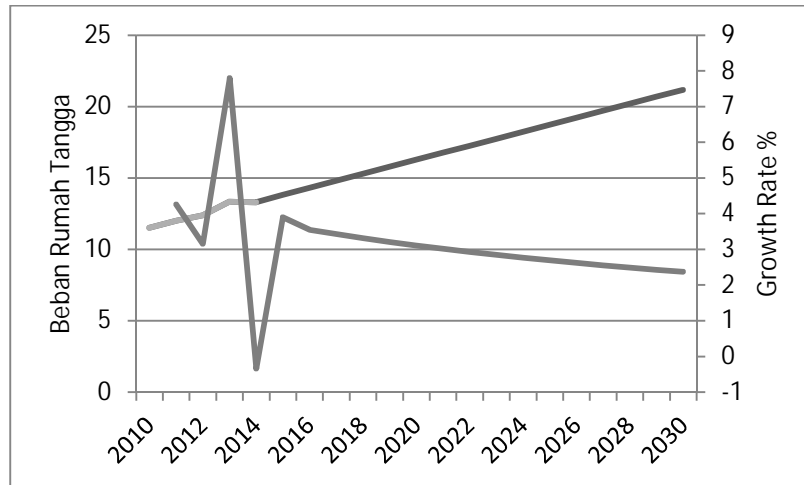
Dari masing-masing uji logika dan uji statistik yang didapati, maka model *last square* dengan menggunakan jumlah penduduk dan PDRB Kota Sawahlunto sebagai variabel bebas dapat digunakan untuk prediksi perkiraan beban listrik sektor rumah tangga di Kota Sawahlunto. Hasil prediksi beban listrik Kota Sawahlunto dapat dilihat pada tabel 4.3 berikut :

**Tabel 4. 3** Hasil prediksi beban listrik sektor rumah tangga

No	Tahun	Penduduk	PDRB	Prediksi Beban Rumah Tangga
		(Jiwa)	( x Juta Rupiah)	(KW)
1	2015	60206.5	2829137.97	13.8125
2	2016	60805.0	3053057.97	14.3029
3	2017	61403.5	3276977.98	14.7933
4	2018	62002.0	3500897.99	15.2837
5	2019	62600.5	3724818.00	15.7741
6	2020	63199.0	3948738.00	16.2645
7	2021	63797.5	4172658.01	16.7549
8	2022	64396.0	4396578.02	17.2454
9	2023	64994.5	4620498.02	17.7358
10	2024	65593.0	4844418.03	18.2262
11	2025	66191.5	5068338.04	18.7166
12	2026	66790.0	5292258.04	19.2070
13	2027	67388.5	5516178.05	19.6974
14	2028	67987.0	5740098.06	20.1878
15	2029	68585.5	5964018.07	20.6783
16	2030	69184.0	6187938.07	21.1687

Dari hasil prediksi beban listrik sektor rumah tangga, dapat dilihat bahwa beban sektor rumah tangga selalu mengalami kenaikan setiap tahun nya hingga tahun 2030. Pada tahun 2030, beban listrik sektor rumah tangga mencapai 21,16 KW. Kenaikan beban sektor rumah tangga ini naik sebesar 34,75% dari tahun 2014.

Grafik kenaikan beban listrik sektor rumah tangga ini dapat dilihat pada gambar 4. 4 dibawah ini :



**Gambar 4. 4** Grafik Prediksi beban rumah tangga dan pertumbuhannya rata-ratanya hingga tahun 2030

#### 4.3.2.2 Pemodelan dan prediksi beban listrik sektor badan usaha di Kota Sawahlunto

Pemodelan yang digunakan pada beban listrik Badan usaha adalah model *Double Log* pada program *simple E* dan model yang dihasilkan dari program adalah sebagai berikut :

$$\text{EXP}(43.6427)*(\text{PENDUDUK})^{5.71213}*(\text{PDRB})^{1.32091}$$

Dari persamaan *double log* diatas, secara logika dapat dikatakan bahwa model tersebut dapat digunakan karena memiliki *trend* positif dan nilai keluaran yang terus meningkat. Sehingga model *double log* diatas dapat digunakan dalam pembuatan prediksi beban pada sektor badan usaha.

Nilai hasil uji statistik yang didapati dari model ini adalah sebagai berikut :

- a. Uji nilai R : 0.994
- b. Uji nilai AR : 0,978
- c. Uji nilai DW : 3,24
- d. Uji nilai F : 169,9
- e. Uji nilai t : 19,44
- f. Uji nilai RSS : 0,000592879
- g. Uji nilai SDV : 0,017058

Hasil uji statistik yang didapat pada model *double log* diatas sudah dapat dikatakan bagus dan memenuhi dalam pembuatan prediksi beban pada sektor badan usaha di Kota Sawahlunto.

Dari masing-masing uji statistik dan uji logika yang didapati, maka model *Double Log* dengan menggunakan jumlah penduduk dan PDRB Kota Sawahlunto sebagai variabel bebas dapat digunakan untuk prediksi perkiraan beban listrik sektor rumah tangga di Kota Sawahlunto. Hasil prediksi beban listrik Kota Sawahlunto dapat dilihat pada tabel 4.4 berikut :

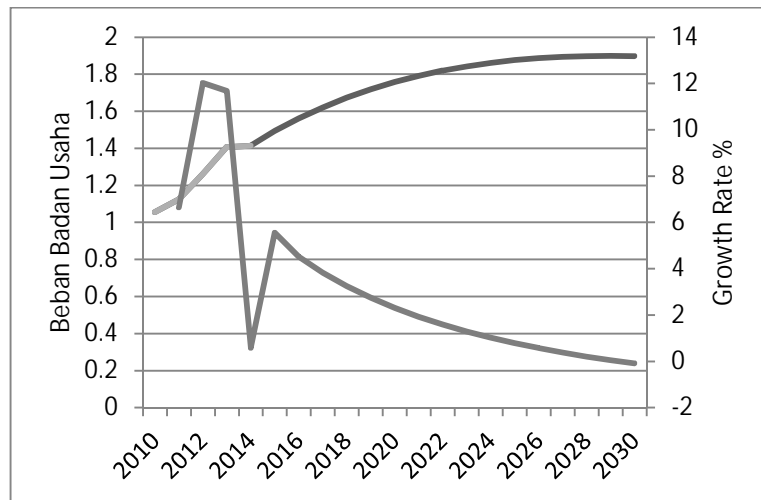
**Tabel 4. 4** Hasil prediksi beban listrik sektor Badan usaha

No	Tahun	Penduduk	PDRB	Prediksi Beban Badan Usaha
		(Jiwa)	( x Juta Rupiah)	(KW)
1	2015	60206.5	2829137.97	1.4924
2	2016	60805.0	3053057.97	1.5597
3	2017	61403.5	3276977.98	1.6194
4	2018	62002.0	3500897.99	1.6719
5	2019	62600.5	3724818.00	1.7177
6	2020	63199.0	3948738.00	1.7572
7	2021	63797.5	4172658.01	1.7910
8	2022	64396.0	4396578.02	1.8193
9	2023	64994.5	4620498.02	1.8427
10	2024	65593.0	4844418.03	1.8615
11	2025	66191.5	5068338.04	1.8761
12	2026	66790.0	5292258.04	1.8868
13	2027	67388.5	5516178.05	1.8940
14	2028	67987.0	5740098.06	1.8979
15	2029	68585.5	5964018.07	1.8988
16	2030	69184.0	6187938.07	1.8970

Dari hasil prediksi beban listrik sektor Badan usaha, dapat dilihat bahwa beban sektor rumah tangga selalu mengalami kenaikan setiap tahun nya hingga tahun 2030. Pada tahun 2030, beban listrik sektor Badan usaha mencapai 1,89 KW. Pertumbuhan beban sektor badan usaha pada tahun 2030 mencapai 21,32%

Grafik kenaikan beban listrik sektor badan usaha ini dapat dilihat pada gambar 4. 5 dibawah ini :





**Gambar 4.5** Grafik Prediksi beban sektor badan usaha dan pertumbuhan rata-ratanya hingga tahun 2030

#### 4.3.2.3 Pemodelan dan prediksi beban listrik sektor sosial di Kota Sawahlunto

Pemodelan yang digunakan pada beban listrik disektor sosial adalah model *Last square* pada program *simple E* dan model tersebut dapat dilihat pada persamaan dibawah ini :

$$-4.67146+0.0000865757*\text{PENDUDUK}+0.0000000293805*\text{PDRB}$$

Dari model diatas, dapat dikatakan bahwa model *last square* yang digunakan memenuhi nilai logika karena memiliki trend yang positif. Hasil keluaran dari model yang digunakan memenuhi, karena hanya nilai konstanta yang bernilai negatif. Hal tersebut tidak mempengaruhi variabel penduduk dan variabel PDRB, karena semakin meningkat penduduk dan PDRB, maka keluaran nilai beban dari model akan selalu meningkat pula.

Nilai hasil uji statistik yang didapati dari model ini adalah sebagai berikut :

- a. Uji nilai R : 0.966
- b. Uji nilai AR : 0,931
- c. Uji nilai DW : 2,85
- d. Uji nilai F : 28,1
- e. Uji nilai t : 4,3
- f. Uji nilai RSS : 0,001347

g. Uji nilai SDV : 0,018335

Hasil uji statistik di atas merupakan hasil uji statistik yang terbaik yang dihasilkan oleh metode last square yang digunakan untuk memprediksi beban sektor sosial di Kota Sawahlunto.

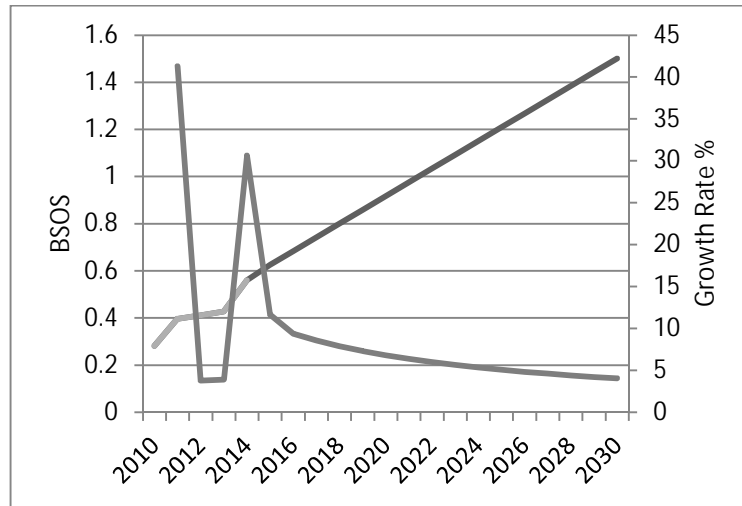
Dari masing-masing uji logikan dan uji statistik yang didapati, maka model *last square* dapat digunakan untuk prediksi perkiraan beban listrik sektor sosial di Kota Sawahlunto. Hasil prediksi beban listrik Kota Sawahlunto dapat dilihat pada tabel 4.5 berikut :

**Tabel 4. 5** Hasil prediksi beban listrik sektor Sosial

No	Tahun	Penduduk	PDRB	Prediksi Beban Sosial
		(Jiwa)	( x Juta Rupiah)	(KW)
1	2015	60206.5	2829137.967	0.624
2	2016	60805.0	3053057.974	0.682
3	2017	61403.5	3276977.981	0.741
4	2018	62002.0	3500897.988	0.799
5	2019	62600.5	3724817.995	0.858
6	2020	63199.0	3948738.002	0.916
7	2021	63797.5	4172658.009	0.974
8	2022	64396.0	4396578.016	1.033
9	2023	64994.5	4620498.023	1.091
10	2024	65593.0	4844418.030	1.150
11	2025	66191.5	5068338.037	1.208
12	2026	66790.0	5292258.044	1.266
13	2027	67388.5	5516178.051	1.325
14	2028	67987.0	5740098.058	1.383
15	2029	68585.5	5964018.065	1.442
16	2030	69184.0	6187938.072	1.500

Dari hasil prediksi beban listrik sektor rumah tangga, dapat dilihat bahwa beban sektor sosial selalu mengalami kenaikan setiap tahun nya hingga tahun 2030. Pada tahun 2030, beban listrik sektor rumah tangga mencapai 1,5 KW. Pertumbuhan beban mencapai 53,39% pada tahun 2030.

Grafik kenaikan beban listrik sektor sosial ini dapat dilihat pada gambar 4. 6 dibawah ini :



**Gambar 4. 6** Grafik Prediksi beban sosial dan pertumbuhan rata-ratanya hingga tahun 2030

#### 4.3.2.4 Pemodelan dan prediksi beban listrik sektor industri di Kota Sawahlunto

Pemodelan yang digunakan pada beban listrik sektor industri adalah model *constant adjusted* pada program *simple E* dan model tersebut dapat dilihat pada persamaan dibawah ini :

$$-0.000403336-0.436128+0.00000848407*\text{PENDUDUK}+0.00000000760508*\text{PDRB}$$

Persamaan model yang didapati secara logika memenuhi syarat ntuk pembuatan prediksi beban sektor industri di Kota Sawahlunto, karena dari persamaan model yang didapat, meskipun memiliki nilai konstanta yang bernilai negatif, tetapi tiak akan mempengaruhi keluaran nilai beban yang akan semakin naik jika variabel beban dan PDRB juga semakin naik.

Nilai hasil uji statistik yang didapati dari model ini adalah sebagai berikut :

- |                  |               |
|------------------|---------------|
| a. Uji nilai R   | : 0,994       |
| b. Uji nilai AR  | : 0,988       |
| c. Uji nilai DW  | : 2,65        |
| d. Uji nilai F   | : 169,5       |
| e. Uji nilai t   | : 4,3         |
| f. Uji nilai RSS | : 0,000002939 |
| g. Uji nilai SDV | : 0,0008572   |

Hasil uji statistik yang di dapat pada model *constant adjusted* di atas, merupakan uji statistik yang terbaik yang didapatkan dari model.

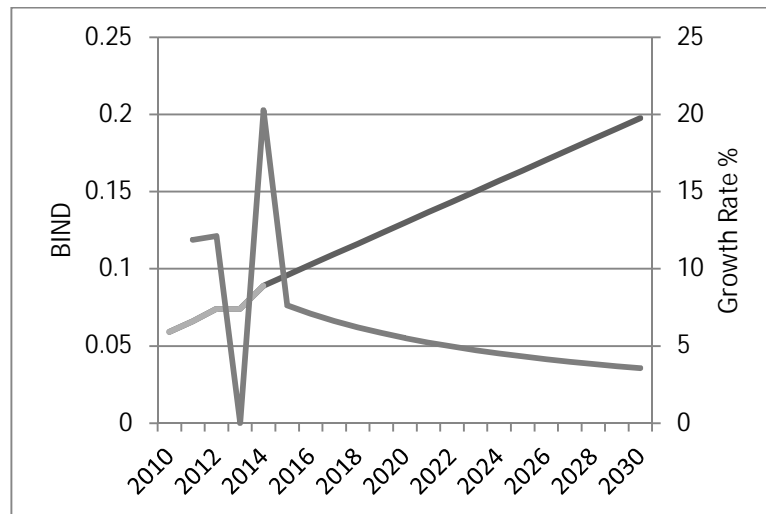
Dari masing-masing uji statistik dan uji logika yang didapatkan, maka model *constant adjusted* dengan menggunakan jumlah penduduk dan PDRB Kota Sawahlunto sebagai variabel bebas dapat digunakan untuk prediksi perkiraan beban listrik sektor rumah tangga di Kota Sawahlunto. Hasil prediksi beban listrik Kota Sawahlunto dapat dilihat pada tabel 4.6 berikut :

**Tabel 4. 6** Hasil prediksi beban listrik sektor Industri

No	Tahun	Penduduk	PDRB	Prediksi Beban Industri
		(Jiwa)	( x Juta Rupiah)	(KW)
1	2015	60206.5	2829137.967	0.0958
2	2016	60805.0	3053057.974	0.1026
3	2017	61403.5	3276977.981	0.1093
4	2018	62002.0	3500897.988	0.1161
5	2019	62600.5	3724817.995	0.1229
6	2020	63199.0	3948738.002	0.1297
7	2021	63797.5	4172658.009	0.1365
8	2022	64396.0	4396578.016	0.1432
9	2023	64994.5	4620498.023	0.1500
10	2024	65593.0	4844418.030	0.1568
11	2025	66191.5	5068338.037	0.1636
12	2026	66790.0	5292258.044	0.1704
13	2027	67388.5	5516178.051	0.1771
14	2028	67987.0	5740098.058	0.1839
15	2029	68585.5	5964018.065	0.1907
16	2030	69184.0	6187938.072	0.1975

Dari hasil prediksi beban listrik sektor industri, dapat dilihat bahwa beban sektor industri selalu mengalami kenaikan setiap tahun nya hingga tahun 2030. Pada tahun 2030, beban listrik sektor rumah tangga mencapai 0,1975 KW. Kenaikan beban sektor rumah tangga ini naik sebesar 51,5% dari tahun 2014.

Grafik kenaikan beban listrik sektor industri ini dapat dilihat pada gambar 4. 7 dibawah ini :



**Gambar 4. 7** Grafik Prediksi beban industri dan pertumbuhan rata-ratanya hingga tahun 2030

#### 4.3.2.5 Pemodelan dan prediksi beban listrik sektor publik di Kota Sawahlunto

Pemodelan yang digunakan pada beban listrik rumah tangga adalah model *no – constant* pada program *simple E* dan model persamaanya adalah sebagai berikut :

$$+0.000000422674 * \text{PENDUDUK} + 0.000000374911 * \text{PDRB}$$

Dari hasil pemodelan, persamaan dari model *no – constant* sudah memenuhi hasil uji logika, karena memiliki output yang meningkat jika pertumbuhan penduduk dan nilai PDRB Kota Sawahlunto ikut meningkat. Persamaan yang didapat dari model memiliki trend positif yang dapat digunakan dalam membuat peramalan beban pada sektor publik di Kota Sawahlunto.

Nilai hasil uji statistik yan didapati dari model ini adalah sebagai berikut :

- a. Uji nilai R : 0,951
- b. Uji nilai AR : 0,934
- c. Uji nilai DW : 1,76
- d. Uji nilai F : 28,9
- e. Uji nilai t : 3,18
- f. Uji nilai RSS : 0,00369006
- g. Uji nilai SDV : 0,030373

Hasil uji statistik dari model no – constant diatas sudah memenuhi dari uji statistik yang ada, dan sudah dapat digunakan dalam pembuatan peramalan beban sektor publik di Kota Sawahlunto.

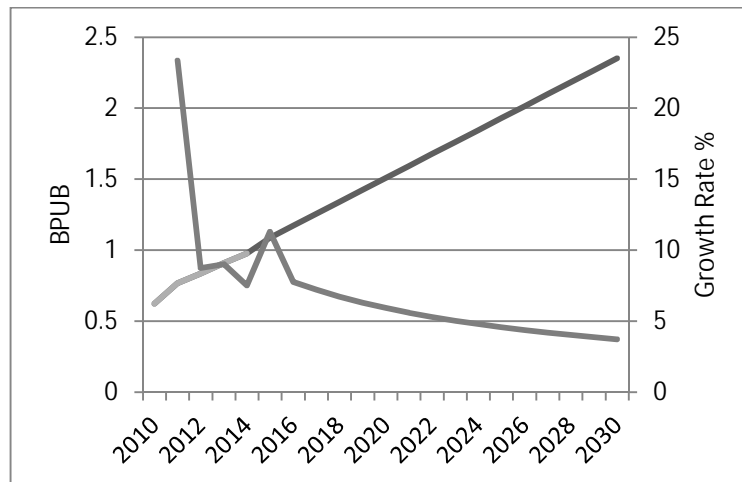
Dari masing-masing uji logika dan statistik yang didapatkan, maka model *no-constant* dengan menggunakan jumlah penduduk dan PDRB Kota Sawahlunto sebagai variabel bebas dapat digunakan untuk prediksi perkiraan beban listrik sektor publik di Kota Sawahlunto. Hasil prediksi beban listrik pada sektor publik Kota Sawahlunto dapat dilihat pada tabel 4. 7 berikut :

**Tabel 4. 7** Hasil prediksi beban listrik sektor publik

No	Tahun	Penduduk	PDRB	Prediksi Beban Publik
		(Jiwa)	( x Juta Rupiah)	(KW)
1	2015	60206.5	2829137.967	1.0861
2	2016	60805.0	3053057.974	1.1703
3	2017	61403.5	3276977.981	1.2545
4	2018	62002.0	3500897.988	1.3387
5	2019	62600.5	3724817.995	1.4229
6	2020	63199.0	3948738.002	1.5071
7	2021	63797.5	4172658.009	1.5913
8	2022	64396.0	4396578.016	1.6755
9	2023	64994.5	4620498.023	1.7597
10	2024	65593.0	4844418.030	1.8440
11	2025	66191.5	5068338.037	1.9282
12	2026	66790.0	5292258.044	2.0124
13	2027	67388.5	5516178.051	2.0966
14	2028	67987.0	5740098.058	2.1808
15	2029	68585.5	5964018.065	2.2650
16	2030	69184.0	6187938.072	2.3492

Dari hasil prediksi beban listrik sektor publik, dapat dilihat bahwa beban sektor publik selalu mengalami kenaikan setiap tahun nya hingga tahun 2030. Pada tahun 2030, beban listrik sektor publik mencapai 2,32KW. Kenaikan beban sektor publik ini naik sebesar 54,38% dari tahun 2014.

Grafik kenaikan beban listrik sektor publik ini dapat dilihat pada gambar 4. 8 dibawah ini :



**Gambar 4. 8** Grafik Prediksi beban publik dan pertumbuhannya hingga tahun 2030

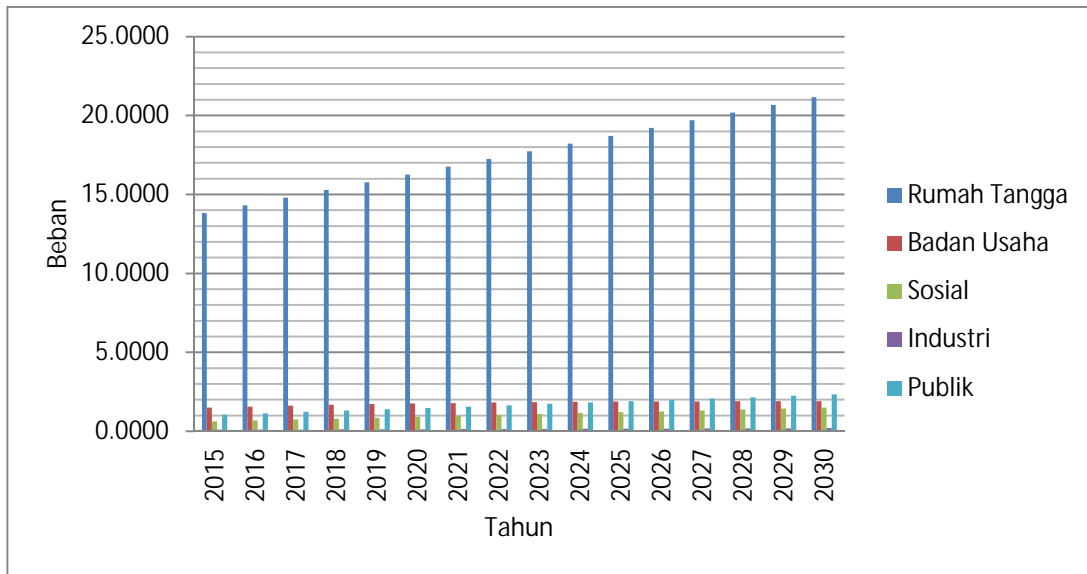
#### 4. 4 Prediksi beban dikota Sawahlunto dan dominasi beban di Kota Sawahlunto tahun 2030

Hasil prediksi beban persektor di Kota Sawahlunto secara keseluruhan dapat dilihat pada tabel 4. 8 di bawah ini:

**Tabel 4. 8** Hasil prediksi beban di berbagai sektor di Kota Sawahlunto (MW)

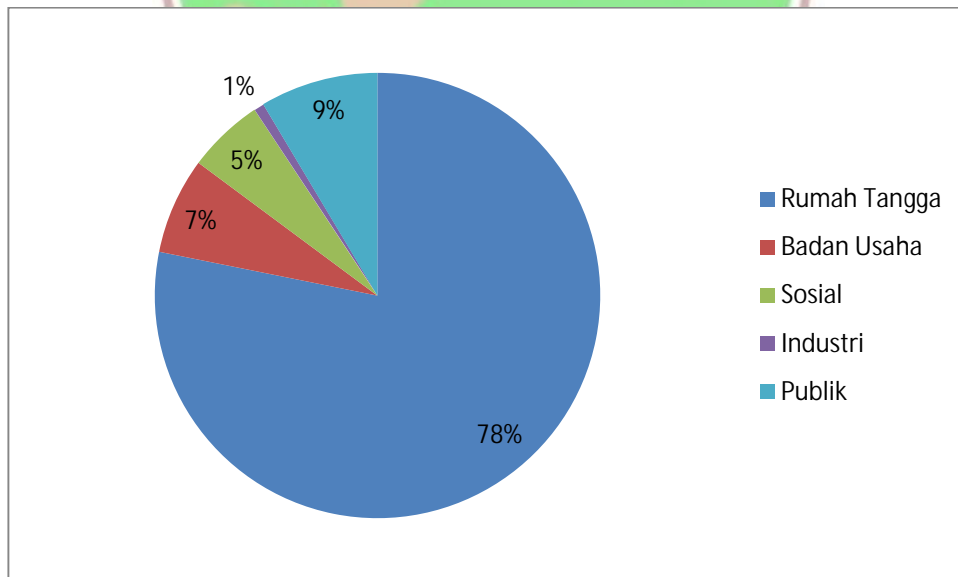
No	Tahun	Rumah Tangga	Badan Usaha	Sosial	Industri	Publik
1	2015	13.8125	1.4924	0.624	0.0958	1.0861
2	2016	14.3029	1.5597	0.682	0.1026	1.1703
3	2017	14.7933	1.6194	0.741	0.1093	1.2545
4	2018	15.2837	1.6719	0.799	0.1161	1.3387
5	2019	15.7741	1.7177	0.858	0.1229	1.4229
6	2020	16.2645	1.7572	0.916	0.1297	1.5071
7	2021	16.7549	1.7910	0.974	0.1365	1.5913
8	2022	17.2454	1.8193	1.033	0.1432	1.6755
9	2023	17.7358	1.8427	1.091	0.1500	1.7597
10	2024	18.2262	1.8615	1.150	0.1568	1.8440
11	2025	18.7166	1.8761	1.208	0.1636	1.9282
12	2026	19.2070	1.8868	1.266	0.1704	2.0124
13	2027	19.6974	1.8940	1.325	0.1771	2.0966
14	2028	20.1878	1.8979	1.383	0.1839	2.1808
15	2029	20.6783	1.8988	1.442	0.1907	2.2650
16	2030	21.1687	1.8970	1.500	0.1975	2.3492

Hasil prediksi beban persektor di Kota Sawahlunto yang disajikan dalam bentuk grafik dapat dilihat pada gambar 4. 9 dibawah ini :



**Gambar 4. 9** Grafik hasil prediksi beban persektor di Kota Sawahlunto

Selanjutnya dominasi beban merupakan suatu anggapan nilai persentasi beban yang diambil dari nilai beban secara keseluruhan. Hasil dominasi beban persektor pada tahun 2030 di Kota Sawahlunto dapat dilihat pada gambar 4. 10 di bawah ini :



**Gambar 4. 10** Dominasi beban persektor di Kota sawahlunto hasil prediksi tahun 2030



Pada hasil peramalan beban persektor dikota sawahlunto, kenaikan beban pada sektor rumah tangga tetap memiliki nilai dominasi yang lebih besar dari pada beban di sektor lain, hal ini tampak pada gambar 4. 10 diatas. Pada diagram lingkaran tersebut persentase beban rumah tangga pada tahun 2030 memiliki nilai 65% dari beban keseluruhan di Kota Sawahlunto. Hal ini tampak menurun dari pada dominasi beban rumah tangga pada tahun 2010 yang memiliki nilai sebesar 77%. Meskipun mengalami penurunan, beban rumah tangga sebenarnya mengalami kenaikan yang signifikan.

Persentase dominasi beban rumah tangga mengalami penurunan, diimbangi oleh kenaikan dominasi beban pada sektor badan usaha naik sebesar 4%, sosial naik sebesar 2% dan publik naik sebesar 9%. Sedangkan pada sektor industri, nilai dominasi bebannya memiliki nilai yang konstan yaitu sebesar 1%.

Kenaikan beban rumah tangga terlihat oleh pengaruh dari kenaikan jumlah penduduk Kota Sawahlunto. Karena jumlah penduduk yang semakin naik, maka pembangunan rumah yang semakin meningkat akan memicu kebutuhan listrik dan beban rumah tangga akan semakin naik pula. Sedangkan pada sektor badan usaha, sosial dan publik juga dipengaruhi oleh pertumbuhan penduduk dan PDRB Kota Sawahlunto. Karena pertumbuhan penduduk yang meningkat, akan meningkatkan kebutuhan listrik serta beban di sektor badan usaha sosial dan publik di Kota Sawahlunto, mulai dari meningkatnya badan usaha seperti toko – toko dan industri kecil menengah dan pada sektor publik dan sosial, kenaikan beban nya terlihat pada dibangunnya infrastruktur tempat – tempat umum dan penerangan jalan yang akan semakin meningkat seiring meningkatnya penduduk dan perekonomian.

Sedangkan pada sektor industri, kenaikan beban nya tidak terlalu besar. Hal tersebut benar adanya karena di Kota Sawahlunto hanya sedikit memiliki industri industri besar. Biasanya industri yang menjadi komoditi utama di Kota Sawahlunto yaitu industri dibidang tambang batubara. Perkembangan beban di industri kota Sawahlunto hanya akan terjadi pada perkembangan peralatan dari industri yang ada di Kota sawahlunto bukan pada penambahan sektor industri yang ada.

Nilai dominasi beban listrik persektor Kota Sawahlunto sudah sesuai dengan asumsi awal kenaikan beban. Kenaikan jumlah penduduk dan PDRB mempengaruhi nilai beban di Kota Sawahlunto.



## **BAB V**

### **KESIMPULAN DAN SARAN**

#### **5.1 Kesimpulan**

Kesimpulan yang dapat diambil dari pembahasan penelitian diantaranya :

1. Kenaikan beban listrik di Kota Sawahlunto disebabkan oleh pertumbuhan penduduk dan pertumbuhan nilai PDRB Kota Sawahlunto, yang kebenarannya telah dibuktikan melalui serangkaian uji statistik dan uji logika melalui pendekatan ekonometrik serta pemodelan – pemodelannya.
2. Pemodelan yang digunakan dalam menentukan prediksi beban pada masing – masing sektor yang ada di Kota Sawahlunto adalah model last square pada beban sektor rumah tangga, model double log pada beban sektor badan usaha, model last square pada beban sektor sosial, model constant adjusted pada beban sektor industri dan model no constant pada beban sektor publik.

#### **5.2 Saran**

1. Dengan adanya peramalan beban listrik yang ada di Kota Sawahlunto, maka diharapkan kepada PT PLN (Persero) dapat mempersiapkan kebutuhan listrik untuk Kota Sawahlunto dimasa yang akan datang.
2. Dilakukannya peramalan mengenai kebutuhan akan energi listrik di Kota Sawahlunto.
3. Melakukan peramalan beban dan kebutuhan energi listrik di Kota Sawahlunto menggunakan variabel bebas yang lain, seperti harga listrik per kWh, jumlah konsumsi energi listrik, daya yang terjual, daya yang terpasang, rasio elektrifikasi dan lain – lain.
4. Dapat membuat peramalan mengenai beban listrik di Kota Sawahlunto menggunakan metode lain secara statistik atau non statistik.
5. Melakukan peramalan beban dan energi listrik di kota – kota lain yang ada di Sumatera Barat.

## DAFTAR KEPUSTAKAAN

- [1] Sawahlunto Dalam Angka 2013, 2014, 2015. Badan Pusat Statistika Kota Sawahlunto.
- [2] **Suswanto, Daman.** 1999. *Sistem Distribusi Tenaga Listrik Edisi Pertama, BAB XII Karakteristik Beban.* Jurusan Teknik Elektro Fakultas Teknik Universitas Negeri Padang.
- [3] **Makridakis, at all.** 1993. *Metode dan Aplikasi Peramalan.* Jakarta: Erlangga.
- [4] **Subagyo, Pangestu.** 2000. *Dasar-dasar Opration Research, Edisi 2.* Yogyakarta: BPFE.
- [5] **Handoko, T. Hani.** 1994. *Manajemen (Edisi Kedua dan Ketiga).* Yogyakarta: BPFE (Anggota IKAPI) Gadjah Mada press.
- [6] **Muhammad Ery Wijaya and Bundit Limmeechokchai.** 2009 . “*Demand Side Management Options in the Household Sector through Lighting Efficiency Improvement for Java-Madura-Bali Islands in Indonesia*”, World Renewable Energy Congress 2009 – Asia, The 3rd International Conference on “Sustainable Energy and Environment (SEE 2009) May 2009, Bangkok, Thailand.
- [7] **Husaini Usman dan Purnomo Setiady Akbar.** 2008. *Metode Penelitian Sosial.* Bandung: Bumi Aksara.
- [8] **Purnomo, Ragil Lanang Widiatmo Tri.** 2008. *Kajian Perencanaan Permintaan dan Penyediaan Energi di Wilayah Daerah Istimewa Yogyakarta*

*Menggunakan Perangkat Lunak LEAP.* Yogyakarta: Skripsi. Jurusan Teknik Fisika Fakultas Teknik Universitas Gadjah Mada.

- [9] **Yamaguchi, Kaoru.** 2008. *SEEx (Simple E. Expanded V2008) for Excel 2000-2007.* Distributed by ASIAM Research Institute.

