

PERAMALAN PENJUALAN ENERGI LISTRIK DI INDONESIA (2013-2021)

Ir. Lela Nurpulaela, MT

Abstrak

Penjualan Energi listrik di Indonesia untuk setiap sektor pelanggan listrik semakin meningkat tiap tahun. Berdasarkan penelitian yang diperoleh pada tahun 2021, energi listrik yang terjual ke semua sektor pelanggan listrik adalah 269,450 Gwh (26,9 Twh), Sedangkan berdasarkan RUPTLPT PLN (Persero) 2012-2021 (Rencana Usaha Penyediaan Tenaga Listrik), pada tahun 2021 Indonesia akan memproduksi energi listrik sebesar 411,162 Gwh (41,1 Twh) artinya terdapat kehilangan (Losses) sebesar 141.712 Gwh (14,1 Twh) atau 34,47% dari total produksi energi listrik dalam setahun atau rata-rata 11.809 Gwh (1,1 Twh) per Bulan, hal tersebut merupakan rugi-rugi yang seharusnya dapat diminimalisir PT. PLN(Persero) sehingga mengoptimalkan pendapatan perusahaan.

Kata kunci : Penjualan listrik , peramalan , Analisis Trend

Electricity sales for each Customer sector in Indonesia increase every year. Based on Research obtained, in 2021 electrical energy that will be sold to all sectors of electricity customers will be about 269.450 Gwh, while based on RUPTL PT PLN (Persero) 2012-2021 (Power Supply Business Plan), in 2021 Indonesia will produce energy of electricity about 411.162 Gwh, that means there will be a loss about 141.712 Gwh (14,1 Twh) from total production of electrical energy or in average will be about 11.809 Gwh (1,1 Twh) per Month, that should be minimized by PT PLN (Persero) to optimize Revenue of company.

Keywords: Electricity sales, Forecasting, Trend Analysis

Pendahuluan

Energi Listrik saat ini merupakan kebutuhan dasarbagi manusia karena setiap aktivitas manusia bergantung kepada energi listrik. Kebutuhan (*Demand*) serta Ketersediaan listrik (*Supply*) harus tetap terjaga sehingga terjadi keseimbangan energi listrik. Kebutuhan listrik meningkat dikarenakan penambahan jumlah penduduk, perkembangan sektor Industri, pembangunan sarana penerangan dan sarana pemerintah, serta perkembangan sektor-sektor lainnya yang membutuhkan listrik.

Kebutuhan terhadap energi listrik di masa depan harus dapat di ramalkan untuk mengatasi kurangnya ketersediaan listrik di masa depan.

Penjualan energy listrik sebagai dampak dari kebutuhan listrik harus sejalan dengan jumlah produksi energy listrik, artinya pengelolaan energy listrik harus dilakukan dengan cara terbaik sehingga menghasilkan rugi-rugi energy listrik yang kecil kemudian pada akhirnya menghasilkan pendapatan yang besar, oleh karena itu dibutuhkan penelitian untuk menentukan jumlah energy listrik yang akan terjual di masa depan yang kemudian dapat dibandingkan dengan ramalan jumlah produksi listrik

yang dilakukan oleh PT PLN (Persero). Penelitian ini akan berjudul "Peramalan Penjualan energi listrik di Indonesia (2013-2021)"

Maksud dan Tujuan

Maksud dan tujuan dari penelitian ini adalah melihat seberapa besar penjualan energi listrik di Indonesia di masa depan (2013-2021) dengan menggunakan peramalan data historikal penjualan energi listrik kemudian dibandingkan dengan data peramalan produksi energi listrik sehingga terlihat energi listrik yang tidak terjual.

Metodologi

Peramalan penjualan energi listrik di Indonesia ini dilakukan dengan menggunakan metode peramalan statistik (Regresi) dengan model makro, data yang digunakan adalah data sekunder.

1. Variabel Penelitian

Didalam penelitian ini terdapat Variabel X dan Variabel Y, dimana Variabel X merupakan tahun pengamatan sedangkan Variabel Y merupakan Penjualan Energi listrik (Gwh).

Di dalam Penelitian ini digunakan Koefisien Determinasi (R^2) untuk menentukan model persamaan terbaik. Rumus Koefisien Determinasi adalah :

$$R^2 = \left[\frac{n \sum y_t - \sum y \sum t}{\sqrt{(n \sum y^2 - (\sum y)^2)(n \sum t^2 - (\sum t)^2)}} \right]^2 \dots\dots\dots(1)$$

Dimana :

n= Banyaknya Data

t = Tahun pengamatan

y= Penjualan energi listrik (Gwh)

Penelitian ini menggunakan Tiga model regresi, yaitu Model regresi Linier, Model regresi Logaritmik, Model regresi Ekspensial. Untuk menentukan model regresi terbaik dilakukan dengan menghitung Jumlah Kuadrat Sisa (JKS), JKS yang diambil merupakan Model Regresi yang memiliki Jumlah Kuadrat Sisa yang terbesar dikarenakan menghasilkan peramalan yang optimis artinya Model regresi tersebut akan menghasilkan Jumlah penjualan energilistrik yang jumlahnya paling besar diantara Model lainnya. Model tersebut digunakan untuk melakukan peramalan penjualan energilistrik di Indonesia dari tahun 2013 hingga tahun 2021.

2. Teknik Analisis Data

Analisis data yang digunakan dalam penelitian ini adalah :

a. Analisis Deskriptif

Analisis Deskriptif adalah suatu cara analisis yang berusaha mengubah kumpulan data mentah menjadi bentuk gambaran yang mudah dimengerti/dipahami dalam bentuk informasi yang lebih ringkas. Digunakan untuk memprediksi data-data yang diperoleh dalam bentuk persentase, grafik serta trend tahunan.

b. Analisis Regresi Sederhana

Analisis Regresi Sederhana merupakan salah satu metode uji regresi yang dapat dipakai sebagai alat inferensi statistik untuk menentukan pengaruh sebuah variable bebas (*Independent*) terhadap variable terikat (*dependen*)

Model persamaan di dalam penelitian ini adalah model regresi linier sederhana dan

regresi non linier yang terdiri dari model eksponensial, logaritma, dan Power

Model persamaan Regresi Linier sederhana ialah :

$$\hat{y} = a + b(t) \dots\dots\dots(2)$$

Model persamaan Regresi non linier eksponensial ialah :

$$\hat{y} = a(e)^{bt} \text{ atau } \hat{y} = \ln a + bt \dots\dots\dots(3)$$

Model persamaan Regresi non linier logaritma ialah :

$$\hat{y} = a + b \ln(t) \dots\dots\dots(4)$$

dimana

\hat{y} = Perkiraan penjualan energi listrik (Gwh)

t = tahun yang di cari

a dan b = Koefisien=koefisien regresi

Data yang akan digunakan di dalam penelitian ini terdapat pada tabel di bawah ini :

Tabel 1. Perjualan Energi Listrik per sektor (2004-2012)

Tahun	Penjualan Listrik Per sektor (Gwh)						Total
	Rumah Tangga	Komersial	Industri	Penerangan	Sosial	Pemerintah	
2004	38,588	15,258	40,324	2,045	2,238	1,645	100,098
2005	41,184	17,023	42,448	2,221	2,430	1,726	107,032
2006	43,753	18,416	43,615	2,414	2,604	1,808	112,610
2007	47,325	20,608	45,803	2,586	2,909	2,016	121,247
2008	50,184	22,926	47,969	2,761	3,082	2,096	129,018
2009	54,945	24,825	46,204	2,888	3,384	2,335	134,581
2010	59,825	27,157	50,985	3,000	3,700	2,630	147,297
2011	65,110	28,309	54,725	3,064	3,994	2,790	157,992
2012	72,133	30,988	60,176	3,141	4,496	3,057	173,991

Sumber : Statistik PLN, Statistik DJK dan Handbook of Energi and Economic Statistics of Indonesia, Pusdatin KESDM

Tabel 2 Peramalan Produksi Energi Listrik 2013-2021

Tahun	Produksi energi listrik
2013	215,962
2014	236,492
2015	258,693
2016	282,950
2017	306,244
2018	330,097
2019	355,439

2020	382,345
2021	411,162

Sumber : RUPTL 2012 PT PLN

Penjualan Energi Listrik Sektor Rumah Tangga

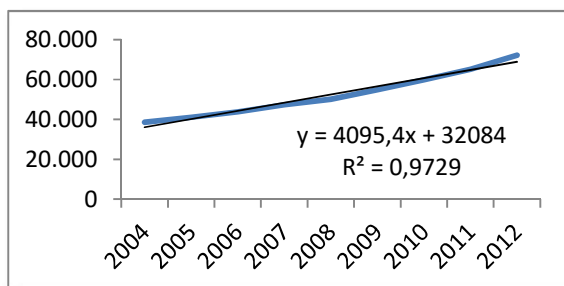
Tabel 3. Persamaan Regresi, JKS dan Koefisien Determinasi (R^2) Penjualan energi listrik pelanggan sektor rumah tangga

Model Regresi	Persamaan	Jumlah Kuadrat Sisa (JKS)	Koefisien Determinasi
Linear	$y = 4095.4x + 32084$	25,550,880,551.70	0.9729
Logaritmic	$y = 14222\ln(x) + 32331$	25,383,497,353.20	0.8094
Exponensial	$y = 34953e^{0.0775x}$	25,504,710,790.85	0.9938

Dapat dilihat pada tabel3diatas bahwa Model persamaan regresi yang memiliki Jumlah Kuadrat Sisa (JKS) terbesar pada sektor Rumah Tangga adalah Model regresi Linier, dengan demikian model regresi sederhana tersebut digunakan untuk meramalkan penjualan energi listrik pada sektor rumah tangga, pada tahun 2013-2021 dengan persamaan regresi :

$$y = 4095.4x + 32084,$$

Kurva yang dihasilkan sebagai berikut :



Gambar 1: Kurva model Linearpenjualan energi listrik sektor rumah tangga

Penjualan Energi Listrik Sektor Komersial

Tabel 4. Persamaan Regresi, JKS dan Koefisien Determinasi (R^2) Penjualan energi listrik pelanggan sektor Komersial

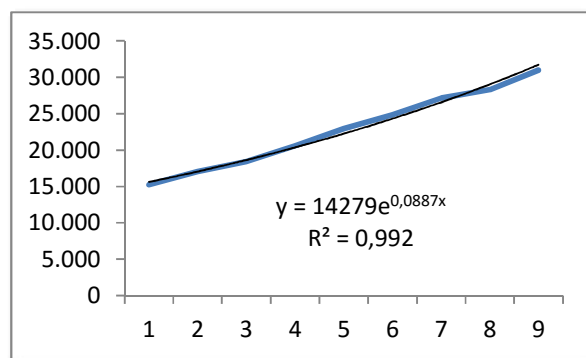
Model Regresi	Persamaan	Jumlah Kuadrat Sisa (JKS)	Koefisien Determinasi
Linear	$y = 1974.6x + 12961$	4,865,646,136.89	0.9965

Logaritmic	$y = 7117.1\ln(x) + 12711$	4,841,862,055.07	0.893
Exponensial	$y = 14279e^{0.0887x}$	4,876,171,471.63	0.992

Dapat dilihat pada tabel 4 diatas bahwa Model persamaan regresi yang memiliki Jumlah Kuadrat Sisa (JKS) terbesar pada sektor Komersial adalah Model regresi non Linier yaitu model regresi Eksponensial , dengan demikian model regresi sederhana tersebut digunakan untuk meramalkan penjualan energi listrik pada sektor rumah tangga, pada tahun 2013-2021 dengan persamaan regresi :

$$y = 14279e^{0.0887x}$$

Kurva yang dihasilkan sebagai berikut :



Gambar 2: Kurva model eksponensial penjualan energi listrik sektor Komersial

Penjualan Energi Listrik Sektor Industri

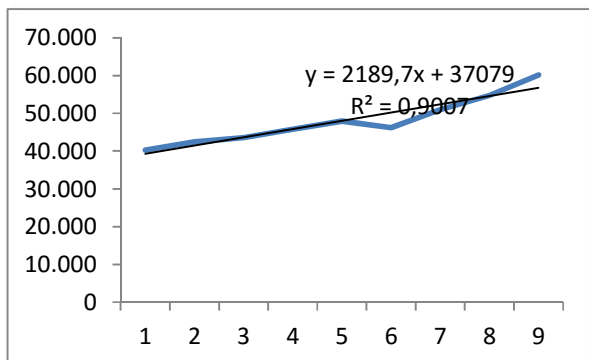
Tabel 5. Persamaan Regresi, JKS dan Koefisien Determinasi (R^2) Penjualan energi listrik pelanggan sektor Industri

Model Regresi	Persamaan	Jumlah Kuadrat Sisa (JKS)	Koefisien Determinasi
Linear	$y = 2189.7x + 37079$	20,787,608,860.89	0.9007
Logaritmic	$y = 7541.7\ln(x) + 37300$	20,774,273,706.26	0.737
Exponensial	$y = 38119e^{0.0447x}$	20,738,039,011.86	0.9251

Dapat dilihat pada tabel 5 diatas bahwa Model persamaan regresi yang memiliki Jumlah Kuadrat Sisa (JKS) terbesar pada sektor Industri adalah Model regresi Linier , dengan demikian model regresi sederhana tersebut digunakan untuk meramalkan penjualan energi listrik pada sektor rumah tangga, pada tahun 2013-2021 dengan persamaan regresi :

$$y = 2189.7x + 37079$$

Kurva yang dihasilkan sebagai berikut :



Gambar 3: Kurva model linier penjualan energi listrik sektor Industri

Penjualan Energi Listrik untuk Penerangan Umum

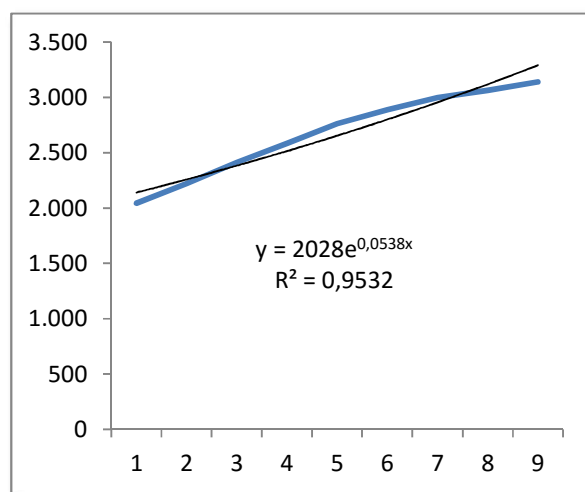
Tabel 6. Persamaan Regresi, JKS dan Koefisien Determinasi (R^2) Penjualan energi listrik Penerangan Umum

Model Regresi	Persamaan	Jumlah Kuadrat Sisa (JKS)	Koefisien Determinasi
Linear	$y = 139.78x + 1981.1$	65,001,389.53	0.9724
Logaritmic	$y = 530.71\ln(x) + 1925.1$	64,994,619.86	0.9668
Exponensial	$y = 2028e^{0.0538x}$	65,052,452.48	0.9532

Dapat dilihat pada tabel 6 diatas bahwa Model persamaan regresi yang memiliki Jumlah Kuadrat Sisa (JKS) terbesar pada Penerangan Umum adalah Model regresi non Linier yaitu model regresi Eksponensial, dengan demikian model regresi sederhana tersebut digunakan untuk meramalkan penjualan energi listrik pada sektor rumah tangga, pada tahun 2013-2021 dengan persamaan regresi :

$$y = 2028e^{0.0538x}$$

Kurva yang dihasilkan sebagai berikut :



Gambar 4: Kurva model eksponensial penjualan energi listrik Penerangan Umum

Penjualan Energi Listrik Sektor Sosial

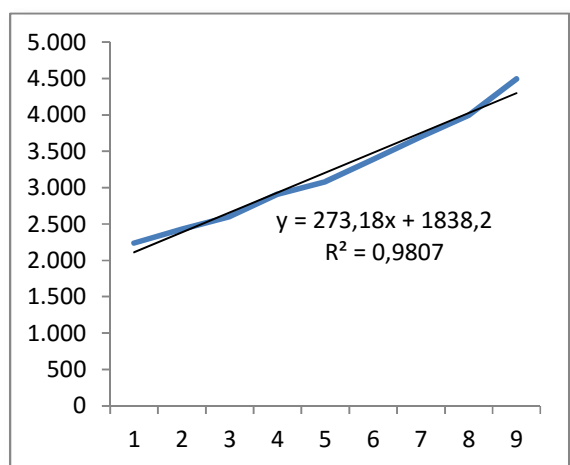
Tabel 7. Persamaan Regresi, JKS dan Koefisien Determinasi (R^2) Penjualan energi listrik Sektor Sosial

Model Regresi	Persamaan	Jumlah Kuadrat Sisa (JKS)	Koefisien Determinasi
Linear	$y = 273.18x + 1838.2$	95,677,975.34	0.9807
Logaritmic	$y = 958.48\ln(x) + 1840.7$	95,008,908.90	0.8327
Exponensial	$y = 2038.1e^{0.0856x}$	95,645,638.63	0.9972

Dapat dilihat pada tabel 7 diatas bahwa Model persamaan regresi yang memiliki Jumlah Kuadrat Sisa (JKS) terbesar pada sektor Komersial adalah Model regresi Linier, dengan demikian model regresi sederhana tersebut digunakan untuk meramalkan penjualan energi listrik pada sektor rumah tangga, pada tahun 2013-2021 dengan persamaan regresi :

$$y = 273.18x + 1838.2$$

Kurva yang dihasilkan sebagai berikut :



Gambar 5: Kurva model linier penjualan energi listrik sektor Sosial

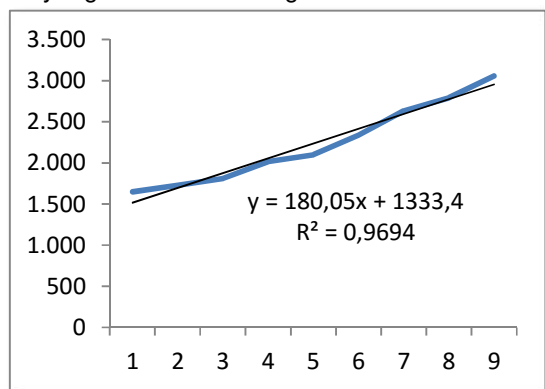
Penjualan Energi Listrik untuk fasilitas Pemerintah

Tabel 8. Persamaan Regresi, JKS dan Koefisien Determinasi (R^2) Penjualan energi listrik Pemerintah

Model Regresi	Persamaan	Jumlah Kuadrat Sisa (JKS)	Koefisien Determinasi
Linear	$y = 180,05x + 1333,4$	46,269,443.01	0.9694
Logaritmic	$y = 1462,8e^{0,0803x}$	45,933,289.46	0.799
Exponensial	$y = 622,38\ln(x) + 1348,4$	46,201,602.83	0.9872

Dapat dilihat pada tabel 8 diatas bahwa Model persamaan regresi yang memiliki Jumlah Kuadrat Sisa (JKS) terbesar pada Pemerintah adalah Model regresi Linier, dengan demikian model regresi sederhana tersebut digunakan untuk meramalkan penjualan energi listrik pada sektor rumah tangga, pada tahun 2013-2021 dengan persamaan regresi : $y = 622,38\ln(x) + 1348,4$

Kurva yang dihasilkan sebagai berikut :



Gambar 6: Kurva model linier penjualan energi listrik Pemerintah

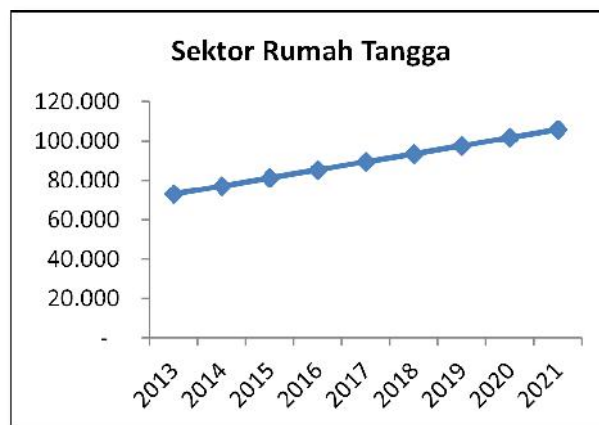
Penjualan Energi Listrik

Berdasarkan hasil penelitian maka dapat dibuatkan tabel Ramalan Penjualan Energi Listrik pada tahun 2013-2021.

Tabel 9. Ramalan Penjualan Energi Listrik 2013-2021

Tahun	Sektor Rumah Tangga	Sektor Komersial	Sektor Industri	Penerangan Umum	Sektor Sosial	Pemerintah	Jumlah
2013	73,038	34,667	58,976	3,473	4,570	3,134	177,858
2014	77,133	37,883	61,166	3,665	4,843	3,314	188,004
2015	81,229	41,396	63,355	3,868	5,116	3,494	198,458
2016	85,324	45,236	65,545	4,081	5,390	3,674	209,250
2017	89,420	49,432	67,735	4,307	5,663	3,854	220,410
2018	93,515	54,017	69,925	4,545	5,936	4,034	231,971
2019	97,610	59,027	72,114	4,796	6,209	4,214	243,971
2020	101,706	64,502	74,304	5,061	6,482	4,394	256,449
2021	105,801	70,484	76,494	5,341	6,755	4,574	269,450

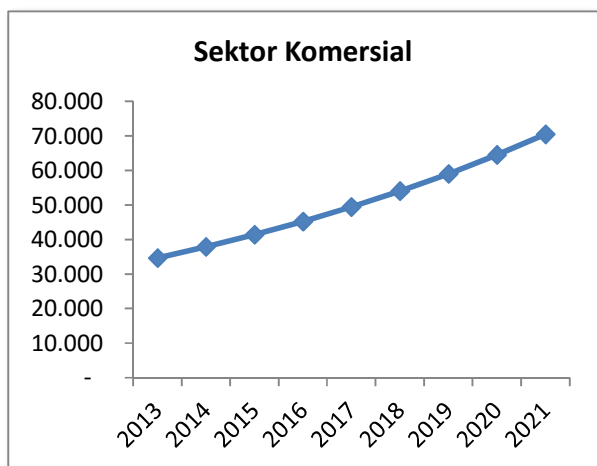
Peramalan Peningkatan Jumlah penjualan energi listrik untuk sektor rumah tangga dari tahun 2013 hingga tahun 2021 dapat digambarkan pada kurva dibawah ini



Gambar 7: Peramalan Energi Listrik yang terjual Sektor Rumah tangga

Dapat dilihat pada gambar grafik diatas bahwa terjadi peningkatan jumlah konsumsi energi listrik pada sektor rumah tangga hingga tahun 2021 terjadi peningkatan rata-rata sebesar 4.74%. Dengan penjualan listrik sebesar 105.801 Gwh

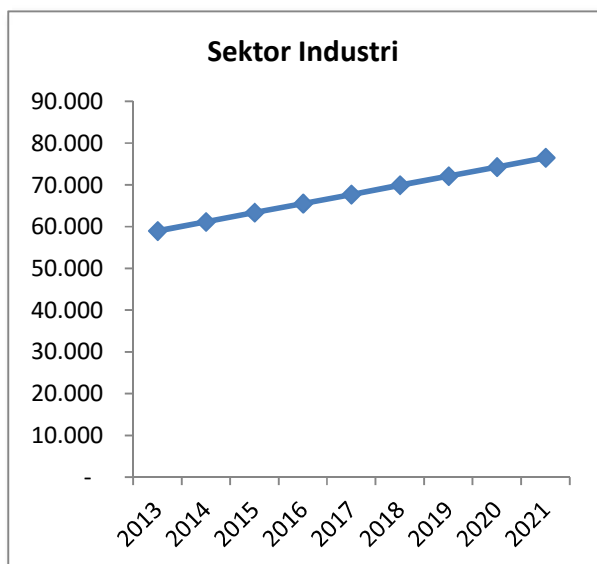
Untuk sektor Komersial, Peramalan Peningkatan Jumlah penjualan energi listrik dari tahun 2013 hingga tahun 2021 dapat digambarkan pada kurva dibawah ini :



Gambar 8: Peramalan Energi Listrik yang terjual Sektor Komersial

Dapat dilihat pada gambar grafik diatas bahwa terjadi peningkatan jumlah konsumsi energi listrik pada sektor komersial hingga tahun 2021 terjadi peningkatan rata-rata sebesar 9,28%. Dengan penjualan listrik sebesar 70.484 Gwh

Untuk sektor Industri, Peramalan Peningkatan Jumlah penjualan energi listrik dari tahun 2013 hingga tahun 2021 dapat digambarkan pada kurva dibawah ini :

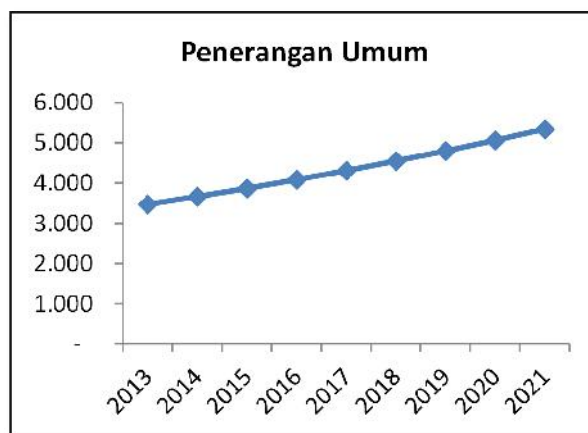


Gambar 9: Peramalan Energi Listrik yang terjual Sektor Industri

Dapat dilihat pada gambar grafik diatas bahwa terjadi peningkatan jumlah konsumsi energi listrik pada sektor rumah tangga hingga tahun 2021 terjadi

peningkatan rata-rata sebesar 3.30% . Dengan penjualan listrik sebesar 76.494 Gwh

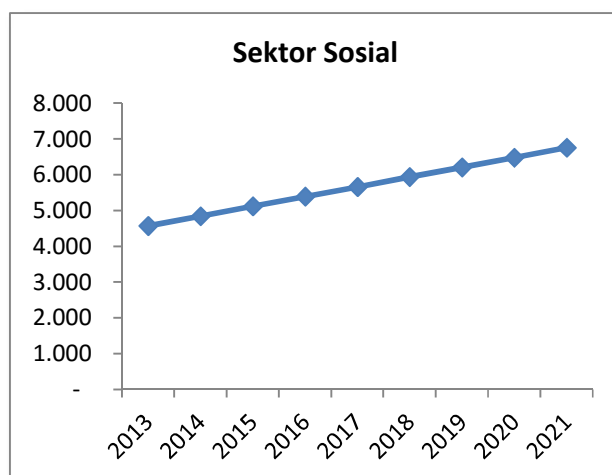
Untuk Penerangan Umum, Peramalan Peningkatan Jumlah penjualan energi listrik dari tahun 2013 hingga tahun 2021 dapat digambarkan pada kurva dibawah ini :



Gambar 10: Peramalan Energi Listrik yang terjual Fasilitas Penerangan Umum

Dapat dilihat pada gambar grafik diatas bahwa terjadi peningkatan jumlah konsumsi energi listrik pada sektor rumah tangga hingga tahun 2021 terjadi peningkatan rata-rata sebesar 5.53% . Dengan penjualan listrik sebesar 5.341 Gwh

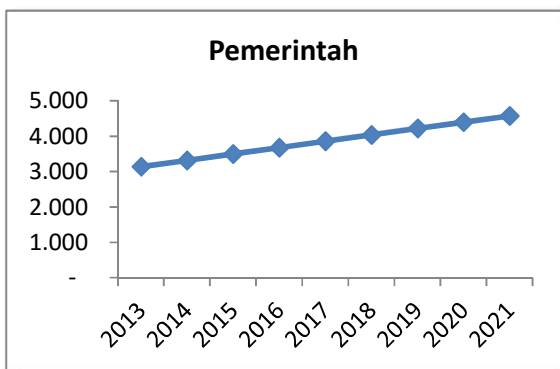
Untuk sektor Sosial, Peramalan Peningkatan Jumlah penjualan energi listrik dari tahun 2013 hingga tahun 2021 dapat digambarkan pada kurva dibawah ini :



Gambar 11: Peramalan Energi Listrik yang terjual Sektor Sosial
Dapat dilihat pada gambar grafik diatas bahwa terjadi peningkatan jumlah konsumsi energi listrik pada

sektor rumah tangga hingga tahun 2021 terjadi peningkatan rata-rata sebesar 5.01% . Dengan penjualan listrik sebesar 6.755 Gwh

Untuk Fasilitas listrik Pemerintah, Peramalan Peningkatan Jumlah penjualan energi listrik dari tahun 2013 hingga tahun 2021 dapat digambarkan pada kurva dibawah ini :



Gambar 12: Peramalan Energi Listrik yang terjual Fasilitas Pemerintah

Dapat dilihat pada gambar grafik diatas bahwa terjadi peningkatan jumlah konsumsi energi listrik pada sektor rumah tangga hingga tahun 2021 terjadi peningkatan rata-rata sebesar 4.84%. Dengan penjualan listrik sebesar 4.574 Gwh

SIMPULAN DAN SARAN

Berdasarkan pembahasan hasil penelitian maka dapat diambil beberapa simpulan dan Saran

Simpulan

Berdasarkan Penelitian diatas, Maka Simpulan yang dihasilkan adalah :

1. Untuk keseluruhan Penjualan energi listrik seluruh Sektor pelanggan listrik meningkat sebesar 136% atau 237,171 Gwh di tahun 2021
2. Berdasarkan RUPTL 2012-2021 jumlah produksi listrik di Indonesia pada tahun 2021 sebesar 411.162 Gwh sedangkan dari hasil penelitian, Jumlah energi listrik yang terjual pada tahun 2021 sebesar 269.450 Gwh artinya terjadi kehilangan antara produksi energi listrik dengan Energi listrik yang terjual sebesar 141.711 Gwh atau sekitar 34,47 % dari total produksi energi listrik pada tahun tersebut.
3. Peningkatan rata-rata terbesar Penjualan Energi listrik di alami hingga tahun 2021

adalah oleh sektor Komersial sebesar 9,28%, artinya kebutuhan terhadap listrik dari sektor komersial lebih besar dari sektor-sektor yang lain.

Saran

Dari simpulan di atas maka disarankan :

1. PT PLN (Persero) dapat Meningkatkan Maintenance capability agar lebih Reliable (Handal) sehingga menghilangkan losses produksi energi listrik.
2. PT PLN (Persero) terus melakukan inovasi terhadap Teknologi pembangkit sehingga meminimalisir losses yang timbul dari pengoperasian sendiri dari pembangkit dan losses dari jaringan distribusi.
3. Untuk penelitian selanjutnya model penelitian dapat dimasukkan beberapa factor Makro dan Mikro seperti :

Faktor Makro : Kondisi ekonomi Indonesia, Jumlah warga miskin di Indonesia, Faktor Politik, dll.

Factor Mikro : Waktu Maintenance, waktu tunggu setiap pelayanan gangguan listrik dll.

DAFTAR PUSTAKA

- B.M Weddy. 1978. Sistem Tenaga Listrik. Jakarta: Aksara Persada Indonesia.
- Hasan, Iqbal . M. 2002. Pokok Pokok Materi Statistik. Jakarta: Bumi Aksara.
- Harifuddin, 2007. Estimasi Kebutuhan Daya Listrik Sulawesi Selatan Sampai Tahun 2017.
- Kadir, Abdul. 1995. Energi. Jakarta : Universitas Indonesia
- _____. 2012. Rencana Usaha Penyediaan Tenaga Listrik (RUPTL) PT PLN (Persero) 2012-2021 . Jakarta : Universitas Indonesia.
- _____. 2012. Statistik Listrik 2012 . Jakarta :ESDM.
- _____. 1996. Pembangkit Tenaga Listrik. Jakarta : Universitas Indonesia.
- _____. 2000. Distribusi dan Utilisasi Tenaga listrik. Jakarta : Universitas Indonesia.
- Pabla.AS. 1986. Sistem Distribusi Tenaga Listrik. Cetakan ketiga. Terjemahan Ir. Abdul Hadi. Jakarta: Erlangga.
- Sembiring RK. 1995. Analisis Regresi. Bandung :ITB.