

ANALISIS PERAMALAN KEBUTUHAN ENERGI LISTRIK PROVINSI SUMATERA UTARA MENGGUNAKAN METODE PERAMALAN KUANTITATIF SEKTORAL

Syafriwel^{1*}, Ali Hanafiah Rambe², & Dadan Ramdan³

^{1,2,3}Program Studi Magister Teknik Elektro, Fakultas Teknik, Universitas Sumatera Utara,
Medan, Indonesia

*E-Mail : syafriwel.lp3i@gmail.com

ABSTRAK

Seiring waktu kebutuhan dan permintaan listrik oleh masyarakat terus mengalami peningkatan. Agar persediaan listrik dapat tercukupi dan terhindar dari defisit energi maka perlu dilakukan suatu perencanaan. Langkah awal yang perlu dilakukan adalah melakukan peramalan kebutuhan energi listrik yang akan terjadi dimasa yang akan datang. Dalam peramalan penelitian ini telah dilakukan peramalan beberapa tahun kedepan dengan data aktual yang sudah terjadi untuk melihat keakuratan metode peramalan yang digunakan. Hasil dari peramalan telah dibandingkan dengan data aktual yang dicatat PLN. Data yang digunakan adalah data historis berupa data pelanggan, daya tersambung, Kebutuhan energi dan rasio elektrifikasi tahun 2007 sampai tahun 2014. Data historis tahun 2007 sampai tahun 2012 digunakan sebagai data untuk melakukan peramalan kebutuhan energi listrik pada tahun 2013 dan 2014. Data aktual tahun 2013 dan 2014 dibandingkan dengan data hasil peramalan tahun 2013 dan 2014. Selanjutnya data hasil peramalan tahun 2013 dan 2014 juga dibandingkan dengan data Proyeksi RUPTL PLN. Berdasarkan hasil dari peramalan untuk tahun 2013 dan 2014 dapat diketahui *error* jumlah pelanggan 0,04% dan 1,91%, Daya tersambung 3,44% dan 2.3%, dan kebutuhan energi 5,31% dan 7,71%. Jika dibandingkan dengan proyeksi dari RUPTL, hasil peramalan penelitian diperoleh hasil yang lebih baik karena *error* lebih kecil dibandingkan dengan RUPTL untuk tahun 2013 dari 6,41% sampai 13,2% sedangkan tahun 2014 mencapai *error* 10% sampai 17,55%. Dikarenakan hasil peramalan penelitian lebih mendekati data aktual maka dengan cara yang sama dapat direkomendasikan peramalan energi untuk 10 tahun kedepan.

Kata Kunci : Peramalan, Data Aktual, Perbandingan, Hasil *Error*.

PENDAHULUAN

Energi listrik sangat dibutuhkan oleh segala macam sektor terutama sektor industri, penerangan, maupun kebutuhan masing-masing individu. Dengan peningkatan energi dan juga diproduksinya berbagai macam peralatan-peralatan yang menggunakan tenaga listrik disetiap rumah tangga, industri maupun sektor lainnya tentu kebutuhan energi listrik akan mengalami peningkatan. Agar kebutuhan akan listrik dapat tercukupi maka perlu dilakukan penyambungan persediaan energi listrik berdasarkan peramalan kebutuhan dan beban listrik (*demand and load forecasting*) yang terjadi dimasa yang akan datang. Oleh karena itu peramalan kebutuhan sangat perlu dilakukan jauh hari sebelum dilaksanakan perencanaan sistem tenaga listrik (Hong,2015). Aplikasi lainnya dari peramalan adalah untuk perencanaan pembangkit, transmisi, distribusi, manajemen permintaan, operasi dan pemeliharaan/*maintenance*, perencanaan keuangan, desain, efisiensi dan lain-lain. Dalam penelitian ini dilakukan peramalan kebutuhan dan beban energi listrik selama 10 tahun ke depan di Provinsi Sumatera Utara. Pertumbuhan kebutuhan energi listrik dapat menyebabkan defisit persediaan energi listrik dimasa yang datang. Oleh karena itu perlu

dilakukan suatu perencanaan energi yang baik. Maka dilakukan peramalan kebutuhan dan beban energi listrik untuk memperoleh data dalam perencanaan ketersediaan energi yang cukup dan berkesinambungan. Penelitian ini dilakukan untuk mengetahui keakuratan peramalan energi listrik di Provinsi Sumatera Utara dan peramalan kebutuhan energi listrik 10 tahun ke depan tahun 2015-2024. Mencari dan melihat pertumbuhan jumlah pengguna/pelanggan listrik berbagai sektor dan pertumbuhan kebutuhan energi listrik (dalam satuan Giga Watt hour/GWh) beberapa tahun ke depan. Untuk membandingkan hasil penelitian peramalan dengan Rencana Usaha Penyediaan Tenaga Listrik atau RUPTL PT. PLN (Persero) yang diterbitkan PLN dan membandingkan data *real* atau aktual melihat *margin error* hasil peramalan dari perbandingan metode tersebut. Hasil dari ramalan kebutuhan energi listrik bisa dijadikan acuan data untuk perencanaan sistem tenaga listrik, kelayakan, keandalan sistem distribusi dari pembangkit ke pelanggan tergantung dari kecukupan energi yang tersedia. Perencanaan sistem tenaga listrik berupa perencanaan pembangkit listrik baru/*new power plant*, perencanaan pembangunan transmisi, sistem distribusi dari pembangkit ke pelanggan.

METODE PENELITIAN

Jenis Penelitian

Jenis penelitian ini adalah dengan memprakirakan kejadian yang akan datang dengan melakukan peramalan berupa perhitungan dari data historis. Penelitian dilakukan dengan observasi ke perusahaan/instansi untuk mendapatkan data-data historis berupa jumlah penduduk, pertumbuhan ekonomi, jenis pelanggan listrik, energi yang terjual, kapasitas pembangkit, beban puncak dan pemakaian energi selama 5 atau 10 tahun yang lalu. Data yang didapat diolah sesuai teori dan metode yang dipilih lalu dibantu dengan perhitungan menggunakan Ms Excel lalu dibandingkan dengan data *real* tahun 2013 dan 2014.

Metode Pengumpulan Data

Data dikumpulkan dengan meminta kepada pihak instansi/perusahaan PT. PLN (Persero) Regional Sumbagut berupa Statistik PLN. Selain itu juga dibutuhkan data dari BPS Sumatera Utara seperti jumlah penduduk dan pertumbuhan ekonomi Propinsi Sumatera Utara. Tahapan lainnya yaitu observasi ke lapangan melihat dan mencari gambaran teknik peramalan yang dilakukan oleh pihak PLN.

Sumber Data

Sumber data berasal dari PT. PLN (Persero) dan BPS Sumatera Utara dan beberapa sumber lainnya seperti Direktorat Ketenagalistrikan Kementerian Energi Sumber Daya Mineral (ESDM) berupa data statistik maupun hasil pengukuran dan perhitungan pengolahan secara matematis oleh instansi/perusahaan tersebut. Selain itu data juga dapat diperoleh dari data sekunder dari Statistik maupun data primer langsung yang diukur oleh pihak PLN.

Instrumen Penelitian

Data yang telah diperoleh dihitung secara matematis menggunakan rumus-rumus pada Persamaan 2.4 sampai dengan Persamaan 2.25 metode peramalan kuantitatif Sektoral (pada bab pembahasan) dan juga secara statisik. Data juga diolah dengan bantuan perhitungan Ms Excel untuk mempermudah dan mempercepat perhitungan.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Data yang dibutuhkan data penduduk, jumlah rumah tangga, Rasio Elektrifikasi sampai tahun 2012 (tabel 1)

Tabel 1. Data BPS Penduduk Sumatera Utara dari Tahun 2004 s.d 2012

No	Tahun	Jumlah Penduduk	Pertumbuhan Penduduk (%)	Jumlah Rumah Tangga	Rata-rata Penghuni Rumah Tangga
1	2004	12123360			
2	2005	12326678	1,68		
3	2006	12643494	2,57		
4	2007	12834371	1,51	2911674	4,41
5	2008	13042317	1,62	2980434	4,38
6	2009	13248386	1,58	2981900	4,44
7	2010	12982204	-2,01	3074400	4,22
8	2011	13103596	0,94	3134400	4,18
9	2012	13215000	0,85	3112500	4,25
Rata-rata pertumbuhan penduduk pertahun(%)			1,1		
Rata-rata jumlah penduduk per rumah tangga (Q) =					4,3

Rasio Elektrifikasi Energi Sumatera Utara (tabel 2).

Tabel 2. Perhitungan Pertumbuhan Rasio Elektrifikasi

Tahun	RE (%)	Pertumbuhan (%)	Rata-rata pertumbuhan pertahun 2010-2014 (%)	RE Proyeksi
2008	70,66			
2009	76,81	0,09		
2010	77,78	0,01		
2011	80,11	0,03		
2012	84,61	0,06		84,61
2013			0,05	88,54
2014			0,05	92,97
2015			0,05	97,62

Data Energi terjual, Daya tersambung dan Jumlah Pelanggan (tabel 3).

Tabel 3. Data PLN Propinsi Sumatera Utara Tahun 2008 s.d 2012

No	Uraian	2007	2008	2009	2010	2011	2012
A	Energi Terjual (GWh)	5163,43	5757,85	6096,9	6.697,29	7.194,03	7.809,32
	1. Rumah Tangga	2196,17	2458,19	2678,8	3.073,58	3.365,60	3.814,02
	2. Industri	1823,13	1902,34	1786,31	1.845,32	2.016,23	2.134,96
	3. Bisnis	694,83	895,22	1047,54	1162,23	1.170,38	1.155,84
	4. Gedung Pemerintah	51,92	56,52	71,33	82,53	78,34	88,29
	5. Sosial	122,29	138,18	151,86	178,78	195,82	229,03
	6. Penerangan Umum	275,09	307,4	361,06	354,85	367,66	387,18
B	Daya Tersambung (MVA)		2936,26	3065,11	3219,33	3.478,35	3.754,63
	1. Rumah Tangga		1562,76	1642,26	1.748,59	1.917,26	2.071,67
	2. Industri		682,28	686,62	688,75	729,48	780,39
	3. Bisnis		482,58	510,21	540,63	575,67	626,41
	4. Gedung Pemerintah		39,31	43,97	48,71	51,5	58,13
	5. Sosial		97,26	106,05	112,7	122,96	135,59
	6. Penerangan Umum		72,08	76	79,93	81,48	82,44
C	Pelanggan	2283674	2366892	2433684	2551932	2678501	2808280
	1. Rumah Tangga	2144746	2220259	2290474	2391177	2511003	2633590
	2. Industri	3518	3513	3494	3492	3555	3628
	3. Bisnis	78693	83092	86695	90981	95042	99245
	4. Gedung Pemerintah	4952	5228	5462	5689	5975	6337
	5. Sosial	41173	43288	45412	47981	50011	52117
	6. Penerangan Umum	10592	11512	12147	12612	12915	13363

Sumber : Kementrerian ESDM dan PT PLN

Data pertumbuhan Ekonomi dan PDRB Sumatera Utara (tabel 4)

Tabel 4. Produk Domestik Regional Bruto Propinsi Sumatera Utara 2010-2014

No	Tahun	Nilai PDRB ADHK 2010 (Milyar Rp)	Pertumbuhan PDRB (%)	PDRB Perkapita ADHK 2010 (Ribu Rupiah)	Asumsi Jumlah Penduduk (x 000 orang)	Pertumbuhan PDRB Perkapita ADHK (%)
1	2010	331.085,24	6,38	25.412,07	13.029	-
2	2011	353.147,59	6,66	26.711,24	13.221	5,11
3	2012	375.924,14	6,45	28.036,88	13.408	4,96
4	2013	398.779,25	6,08	29.343,04	13.590	4,66
5	2014	419.649,28	5,23	30.482,59	13.767	3,88
Rata-rata Pertumbuhn PDRB perkapita						4.6 %

Sumber: BPS Sumatera Utara

Uraian perhitungan manual peramalan kebutuhan beban energi listrik adalah sebagai berikut:

1. Sektor Rumah Tangga

a. Pelanggan Rumah Tangga

Sebelumnya dicari terlebih dahulu jumlah penduduk tahun 2013 dengan Persamaan 2.4

$$P_t = P_{t-1} (1 + i)^t$$

$$P_{2013} = P_{2012} (1 + 1.1 \%)^{2012}$$

$$P_{2013} = 13.215.000 (1 + 1.1 \%)^{2012}$$

$$P_{2013} = 13.215.000 \times 1,011$$

$$P_{2013} = 13.360.365 \text{ jiwa}$$

Selanjutnya hitung jumlah rumah tangga tahun 2013 dengan Persamaan 2.6

$$H_t = P_t / Q_t$$

$$H_{2013} = P_{2013} / Q_{2014}$$

$$H_{2013} = 13.360.365 / 4.3$$

$$H_{2013} = 3.107.062 \text{ rumah tangga (termasuk yang tidak berlistrik)}$$

Setelah jumlah penduduk dan rumah tangga diperoleh selanjutnya dihitung Jumlah pelanggan Rumah Tangga dengan Persamaan 2.7

$$Pel R_t = H_t \times RE_t$$

$$Pel R_{2013} = H_{2013} \times RE_{2013}$$

$$Pel R_{2013} = 3.107.062 \times (88.54 \%)$$

$$Pel R_{2013} = 2.750.992 \text{ pelanggan}$$

b. Daya Tersambung dalam satuan Mega Volt Ampere (MVA) pada Pelanggan Rumah Tangga dengan menggunakan Persamaan 2.8

$$VA R_t = VA R_{t-1} + \Delta Pel R_{t-(t-1)} \times VR$$

$$VA R_{2013} = VA R_{2012} + \Delta Pel R_{2013-(2012)} \times VR$$

$$VA R_{2013} = VA R_{2012} + Pel R_{2013} - Pel R_{2012} \times VR$$

$$VA R_{2013} = 2.071,67 \text{ MVA} + ((2.750.992 - 2.633.290) \times 900 \text{ VA})$$

$$VA R_{2013} = 2.177,33 \text{ MVA}$$

c. Konsumsi Energi Listrik dalam satuan Giga Watt hour (GWh) Sektor Rumah Tangga dengan Persamaan 2.9

$$ER_t = ER_{t-1} (1 + (\epsilon ER \times Gt/100))$$

$$ER_{2013} = ER_{2012} (1 + (\epsilon ER \times Gt/100))$$

$$ER_{2013} = 3.814,02 \text{ GWh} \times (1 + (1.9 \times 4.6/100))$$

$$ER_{2013} = 4.147,37 \text{ GWh}$$

2. Sektor Industri

a. Pelanggan Industri dengan Persamaan 2.10

$$Pel I_t = Pel I_{t-1} (1 + \epsilon Pel I \times G I_t / 100)$$

$$Pel I_{2013} = Pel I_{2012} (1 + \epsilon Pel I \times G I_{2012} / 100)$$

$$Pel I_{2013} = 3628 \times (1 + (0.1 \times 4.6 / 100))$$

$$Pel I_{2013} = 3645 \text{ pelanggan}$$

b. Daya tersambung pada pelanggan Industrimenggunakan Persamaan 2.11

$$VA I_t = VA I_{t-1} + \Delta Pel I_{t-(t-1)} \times VI$$

$$VA I_{2013} = VA I_{2012} + \Delta Pel I_{2013-(2012)} \times VI$$

$$VA I_{2013} = 780,39 \text{ MVA} + (17 \times 270000 \text{ VA})$$

$$VA I_{2013} = 784,90 \text{ MVA}$$

c. Konsumsi Energi Listrik Sektor Industri dengan Persamaan 2.12

$$EI_t = EI_{t-1} (1 + (\epsilon EI \times Gt/100))$$

$$EI_{2013} = EI_{2012} (1 + (\epsilon EI \times Gt/100))$$

$$EI_{2013} = 2.134,96 \text{ GWh} \times (1 + (0.5 \times 4.6/100))$$

$$EI_{2013} = 2.184,06 \text{ GWh}$$

3. Sektor Bisnis

a. Pelanggan Bisnis dengan Persamaan 2.13

$$\begin{aligned} \text{Pel } B_t &= \text{Pel } B_{t-1} (1 + \varepsilon \text{Pel } B (\Delta \text{Pel } R_{t(t-1)}/\text{Pel } R_{t-1})) \\ \text{Pel } B_{2013} &= \text{Pel } B_{2012} (1 + \varepsilon \text{Pel } B (\Delta \text{Pel } R_{2013(2012)}/\text{Pel } R_{2012})) \\ \text{Pel } B_{2013} &= 99.245 \times (1 + (0.8 \times 0.04)) \\ \text{Pel } B_{2013} &= 102.784 \text{ pelanggan} \end{aligned}$$

b. Daya tersambung pada pelanggan Bisnismenggunakan Persamaan 2.14

$$\begin{aligned} \text{VA } B_t &= \text{VA } B_{t-1} + \Delta \text{Pel } B_{t(t-1)} \times \text{VB} \\ \text{VA } B_{2013} &= \text{VA } B_{2012} + \Delta \text{Pel } B_{2013-(2012)} \times \text{VB} \\ \text{VA } B_{2013} &= 626,41 \text{ MVA} + (3.539 \times 6.750 \text{ VA}) \\ \text{VA } B_{2013} &= 650,30 \text{ MVA} \end{aligned}$$

c. Konsumsi Energi Listrik Sektor Bisnis dengan Persamaan 2.15

$$\begin{aligned} \text{EB}_t &= \text{EB}_{t-1} (1 + (\varepsilon \text{EB} \times \text{Gt}/100)) \\ \text{EB}_{2013} &= \text{EB}_{2012} (1 + (\varepsilon \text{EB} \times \text{Gt}/100)) \\ \text{EB}_{2013} &= 1.155,84 \text{ GWh} \times (1 + (1.8 \times 4.6/100)) \\ \text{EB}_{2013} &= 1.251,54 \text{ GWh} \end{aligned}$$

4. Sektor Gedung Pemerintah

a. Pelanggan Gedung Pemerintah dengan Persamaan 2.16

$$\begin{aligned} \text{Pel } G_t &= \text{Pel } G_{t-1} (1 + \varepsilon \text{Pel } G (\Delta \text{Pel } R_{t(t-1)}/\text{Pel } R_{t-1})) \\ \text{Pel } G_{2013} &= \text{Pel } G_{2012} (1 + \varepsilon \text{Pel } G (\Delta \text{Pel } R_{2013(2012)}/\text{Pel } R_{2012})) \\ \text{Pel } G_{2013} &= 6.337 \times (1 + (0.8 \times 0.04)) \\ \text{Pel } G_{2013} &= 6.563 \text{ pelanggan} \end{aligned}$$

b. Daya tersambung pada pelanggan Gedung Pemerintahmenggunakan Persamaan 2.17

$$\begin{aligned} \text{VA } G_t &= \text{VA } G_{t-1} + \Delta \text{Pel } G_{t(t-1)} \times \text{VG} \\ \text{VA } G_{2013} &= \text{VA } G_{2012} + \Delta \text{Pel } G_{2013-(2012)} \times \text{VG} \\ \text{VA } G_{2013} &= 58,13 \text{ MVA} + (226 \times 10.800 \text{ VA}) \\ \text{VA } G_{2013} &= 60,57 \text{ MVA} \end{aligned}$$

c. Konsumsi Energi Listrik Sektor Gedung Pemerintah dengan Persamaan 2.18

$$\begin{aligned} \text{EG}_t &= \text{EG}_{t-1} (1 + (\varepsilon \text{EG} \times \text{Gt}/100)) \\ \text{EG}_{2013} &= \text{EG}_{2012} (1 + (\varepsilon \text{EG} \times \text{Gt}/100)) \\ \text{EG}_{2013} &= 88,29 \text{ GWh} \times (1 + (1.9 \times 4.6/100)) \\ \text{EG}_{2013} &= 96,01 \text{ GWh} \end{aligned}$$

5. Sektor Sosial

a. Pelanggan Sosial dengan Persamaan 2.19

$$\begin{aligned} \text{Pel } S_t &= \text{Pel } S_{t-1} (1 + \varepsilon \text{Pel } S (\Delta \text{Pel } R_{t(t-1)}/\text{Pel } R_{t-1})) \\ \text{Pel } S_{2013} &= \text{Pel } S_{2012} (1 + \varepsilon \text{Pel } S (\Delta \text{Pel } R_{2013(2012)}/\text{Pel } R_{2012})) \\ \text{Pel } S_{2013} &= 52.117 \times (1 + (0.8 \times 0.04)) \\ \text{Pel } S_{2013} &= 53.976 \text{ pelanggan} \end{aligned}$$

b. Daya tersambung pada pelanggan Sosial menggunakan Persamaan 2.20

$$\begin{aligned} \text{VA } S_t &= \text{VA } S_{t-1} + \Delta \text{Pel } S_{t(t-1)} \times \text{VS} \\ \text{VA } S_{2013} &= \text{VA } S_{2012} + \Delta \text{Pel } S_{2013-(2012)} \times \text{VS} \\ \text{VA } S_{2013} &= 135,59 \text{ MVA} + (1.859 \times 2.700 \text{ VA}) \\ \text{VA } S_{2013} &= 140,61 \text{ MVA} \end{aligned}$$

c. Konsumsi Energi Listrik Sektor Sosial dengan Persamaan 2.21

$$\begin{aligned} \text{ES}_t &= \text{ES}_{t-1} (1 + (\varepsilon \text{ES} \times \text{Gt}/100)) \\ \text{ES}_{2013} &= \text{ES}_{2012} (1 + (\varepsilon \text{ES} \times \text{Gt}/100)) \\ \text{ES}_{2013} &= 229,03 \text{ GWh} \times (1 + (2.2 \times 4.6/100)) \\ \text{ES}_{2013} &= 252,21 \text{ GWh} \end{aligned}$$

6. Sektor Penerangan Umum

a. Pelanggan Penerangan Umum dengan Persamaan 2.22

$$\begin{aligned} \text{Pel } U_t &= \text{Pel } U_{t-1} (1 + \epsilon \text{Pel } U (\Delta \text{Pel } R_{t(t-1)}/\text{Pel } R_{t-1})) \\ \text{Pel } U_{2013} &= \text{Pel } U_{2012} (1 + \epsilon \text{Pel } U (\Delta \text{Pel } R_{2013(2012)}/\text{Pel } R_{2012})) \\ \text{Pel } U_{2013} &= 13.363 \times (1 + (0.8 \times 0.04)) \\ \text{Pel } U_{2013} &= 13.840 \text{ pelanggan} \end{aligned}$$

b. Daya tersambung pada pelanggan Penerangan Umum menggunakan Persamaan 2.23

$$\begin{aligned} \text{VA } U_t &= \text{VA } U_{t-1} + \Delta \text{Pel } U_{t(t-1)} \times \text{VU} \\ \text{VA } U_{2013} &= \text{VA } U_{2012} + \Delta \text{Pel } U_{2013(2012)} \times \text{VU} \\ \text{VA } U_{2013} &= 82,44 \text{ MVA} + (477 \times 6.750 \text{ VA}) \\ \text{VA } U_{2013} &= 85,66 \text{ MVA} \end{aligned}$$

c. Konsumsi Energi Listrik Sektor Penerangan Umum dengan Persamaan 2.24

$$\begin{aligned} \text{EU}_t &= \text{EU}_{t-1} (1 + (\epsilon \text{EU} \times \text{Gt}/100)) \\ \text{EU}_{2013} &= \text{EU}_{2012} (1 + (\epsilon \text{EU} \times \text{Gt}/100)) \\ \text{EU}_{2013} &= 387,18 \text{ GWh} \times (1 + (1.1 \times 4.6/100)) \\ \text{EU}_{2013} &= 406,77 \text{ GWh} \end{aligned}$$

7. Total Kebutuhan Konsumsi Energi Listrik

(Suswanto) tahun 2010 total Kebutuhan energi listrik pada tahun 2013 adalah dengan menjumlahkan konsumsi energi listrik pada sektor pelanggan rumah tangga, industri, bisnis, gedung pemerintah, sosial dan penerangan umum yaitu seperti Persamaan 2.25

$$\begin{aligned} \text{E } T_t &= \text{E } R_t + \text{E } I_t + \text{E } B_t + \text{E } G_t + \text{E } S_t + \text{E } U_t \\ \text{E } T_{2013} &= \text{E } R_{2013} + \text{E } I_{2013} + \text{E } B_{2013} + \text{E } G_{2013} + \text{E } S_{2013} + \text{E } U_{2013} \\ \text{E } T_{2013} &= 4.147,37 + 2.184,06 + 1.251,54 + 96,01 + 252,21 + 406,77 \\ \text{E } T_{2013} &= 8.337,96 \text{ GWh} \end{aligned}$$

Selanjutnya untuk menghitung peramalan tahun 2014 sampai 2024 dihitung dengan cara yang sama seperti perhitungan tahun 2013 menggunakan Persamaan 2.4 sampai dengan Persamaan 2.25.

Hasil Proyeksi Tahun 2013 dan 2014

Pada tabel 5 tercantum perbandingan data aktual, hasil peramalan dan ruptl untuk jumlah pelanggan, daya tersambung (mva) dan kebutuhan energi listrik tahun 2013

Tabel 5. Perbandingan Data Aktual, Hasil Peramalan dan RUPTL untuk Jumlah Pelanggan, Daya Tersambung (MVA) dan Kebutuhan Energi Listrik Tahun 2013

No	Jenis Data	Jumlah Pelanggan (Pelanggan)	Daya Tersambung (MVA)	Kebutuhan Energi (GWh)
1	Data Aktual	2.930.584	4.038,28	7.917,24
2	RUPTL	2.944.294)*	3.830,8)**	8.425)*
3	Hasil Peramalan	2.931.800	3.899,37	8.337,96

Sumber : Statistik PLN 2014

Keterangan:

)* RUPTL terbitan tahun 2013,)** RUPTL 2009 untuk daya tersambung tidak terdapat data pada RUPTL 2013

Berdasarkan tabel 6 diperoleh perbandingan data aktual, hasil peramalan dan ruptl untuk jumlah pelanggan, daya tersambung (mva) dan kebutuhan energi listrik tahun 2014

Tabel 6. Perbandingan Data Aktual, Hasil Peramalan dan RUPTL untuk Jumlah Pelanggan, Daya Tersambung (MVA) dan Kebutuhan Energi Listrik Tahun 2014

No	Jenis Data	Jumlah Pelanggan (Pelanggan)	Daya Tersambung (MVA)	Kebutuhan Energi (GWh)
1	Data Aktual	3.051.822	4.202,54	8.271,01
2	RUPTL	3.064.386)*	4.021,8)**	9.120)*
3	Hasil Peramalan	3.109.863	4.105,71	8.908,80

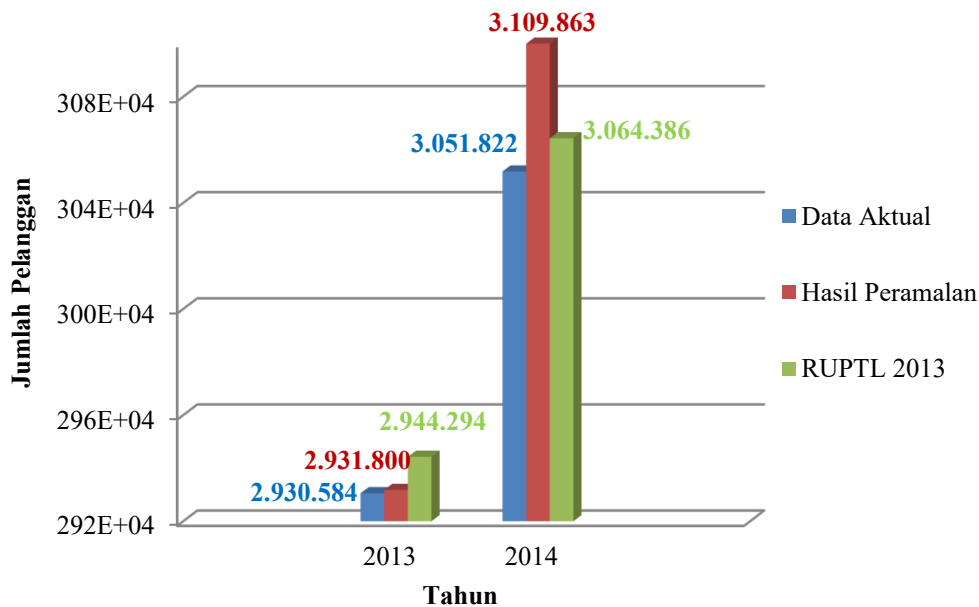
Sumber : Statistik PLN 2014

Keterangan:

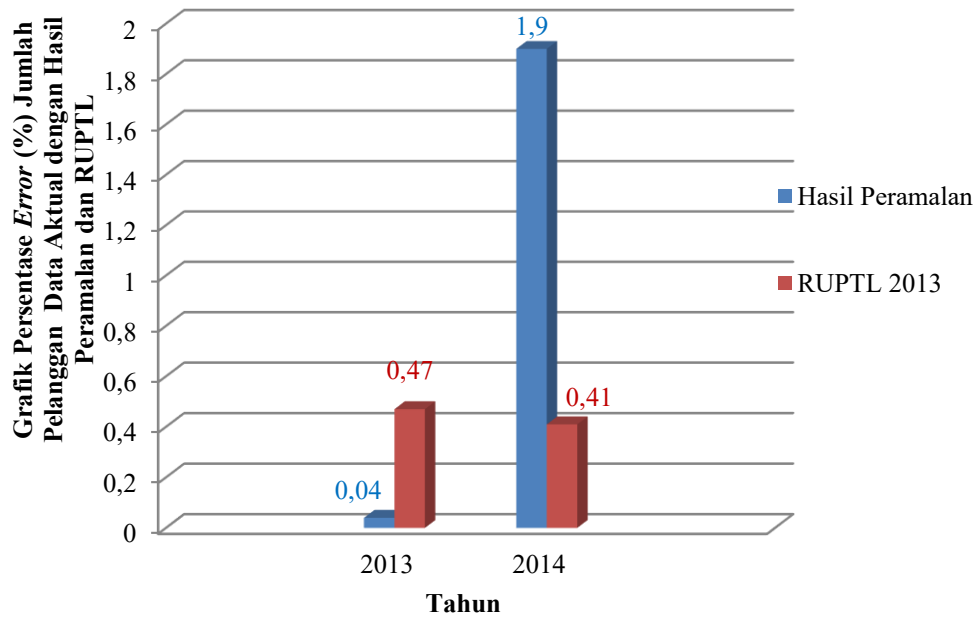
)* RUPTL terbitan tahun 2013,)** RUPTL 2009 untuk daya tersambung tidak terdapat data pada RUPTL 2013

Perbandingan Data Peramalan, Aktual/real dengan RUPTL PLN

Pelanggan

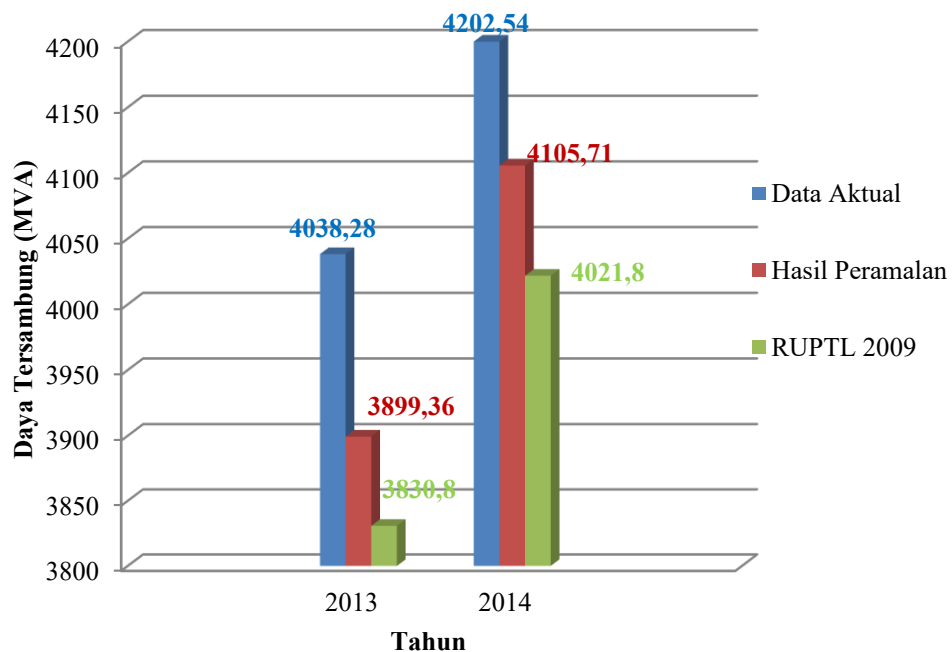


Gambar 1. Grafik Perbandingan Jumlah Pelanggan Tahun 2013 dan 2014 untuk Data Aktual dengan Hasil Peramalan dan Data RUPTL

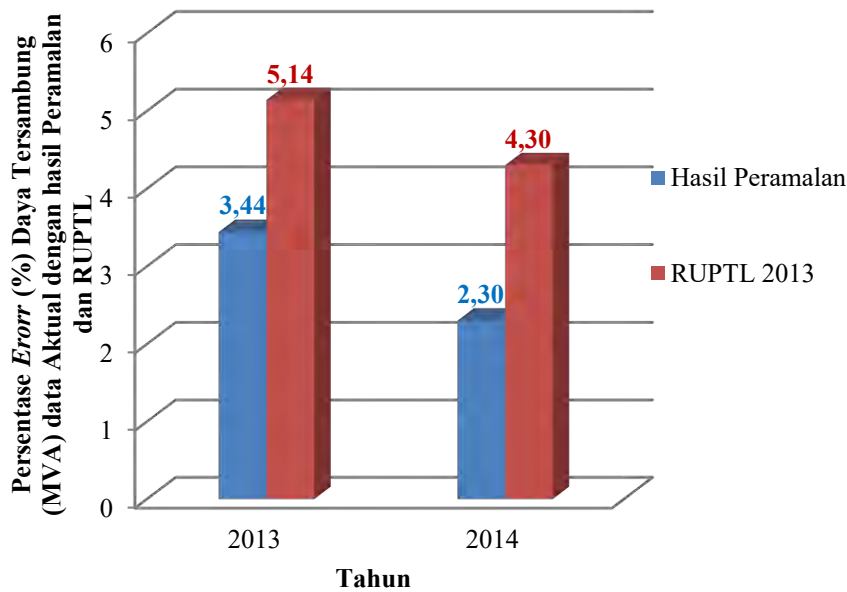


Gambar 2. Grafik Persentase Perbandingan Jumlah Pelanggan Tahun 2013 dan 2014 untuk Data Aktual dengan Hasil Peramalan dan Data RUPTL

Daya Tersambung (MVA)

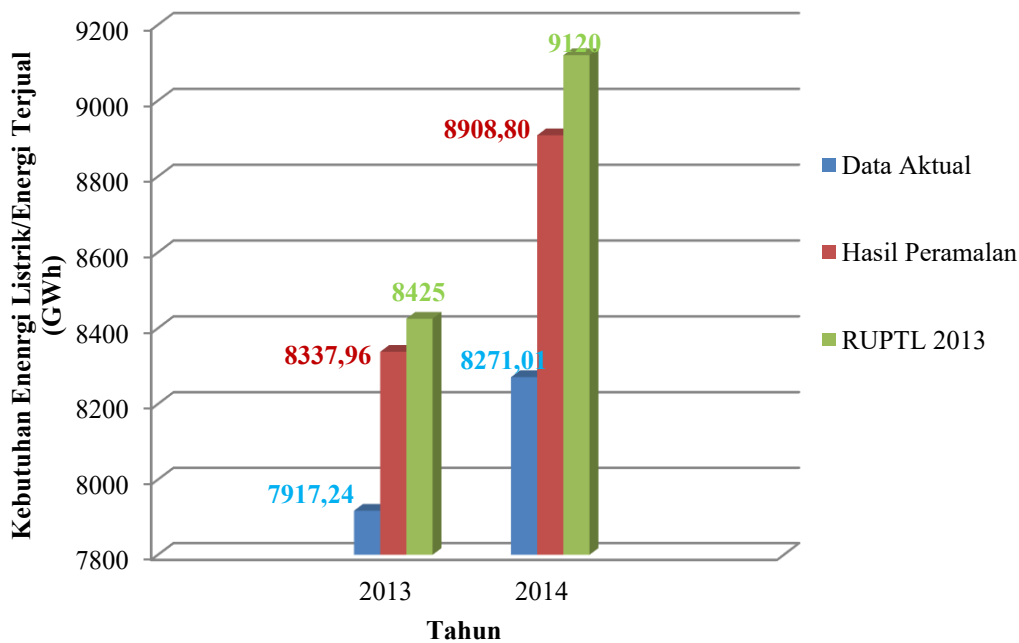


Gambar 3. Grafik Perbandingan Daya Tersambung (MVA) Tahun 2013 dan 2014 untuk Data Aktual dengan Hasil Peramalan dan Data RUPTL

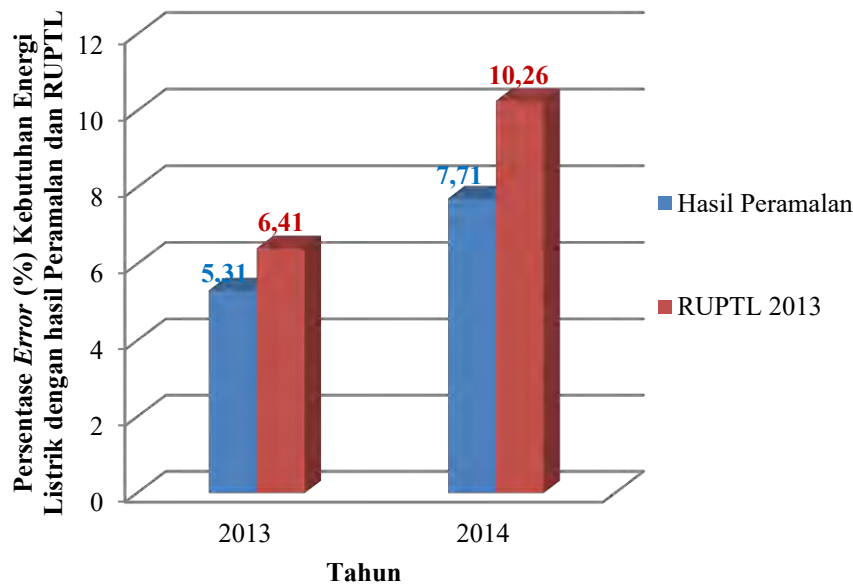


Gambar 4. Grafik Perbandingan Daya Tersambung Tahun 2013 dan 2014 untuk Data Aktual dengan Hasil Peramalan dan Data RUPTL

Kebutuhan Energi Listrik (GWh)



Gambar 5. Grafik Perbandingan Kebutuhan Energi Listrik (GWh) Tahun 2013 dan Tahun 2014 untuk Data Aktual dengan Hasil Peramalan dan Data RUPTL



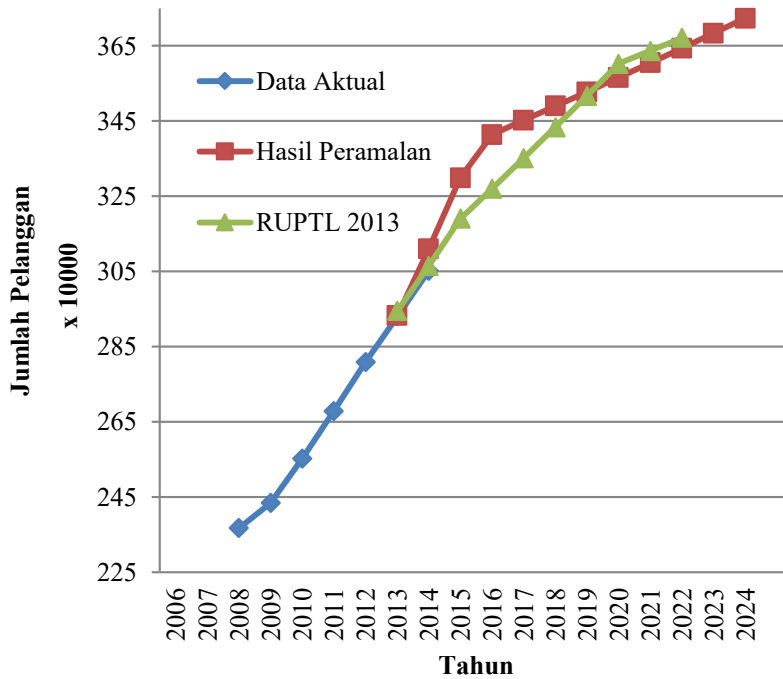
Gambar 6. Grafik Persentase Perbandingan Kebutuhan Energi Listrik Tahun 2013 dan 2014 untuk Data Aktual dengan Hasil Peramalan dan Data RUPTL

Hasil Peramalan 10 Tahun kedepan dari tahun 2015 s.d tahun 2024

Tabel 7. Data Hasil Peramalan Jumlah Pelanggan, Daya Tersambung (MVA) dan Kebutuhan Energi Listrik (GWh) 10 tahun ke depan dari tahun 2015 sampai dengan tahun 2024

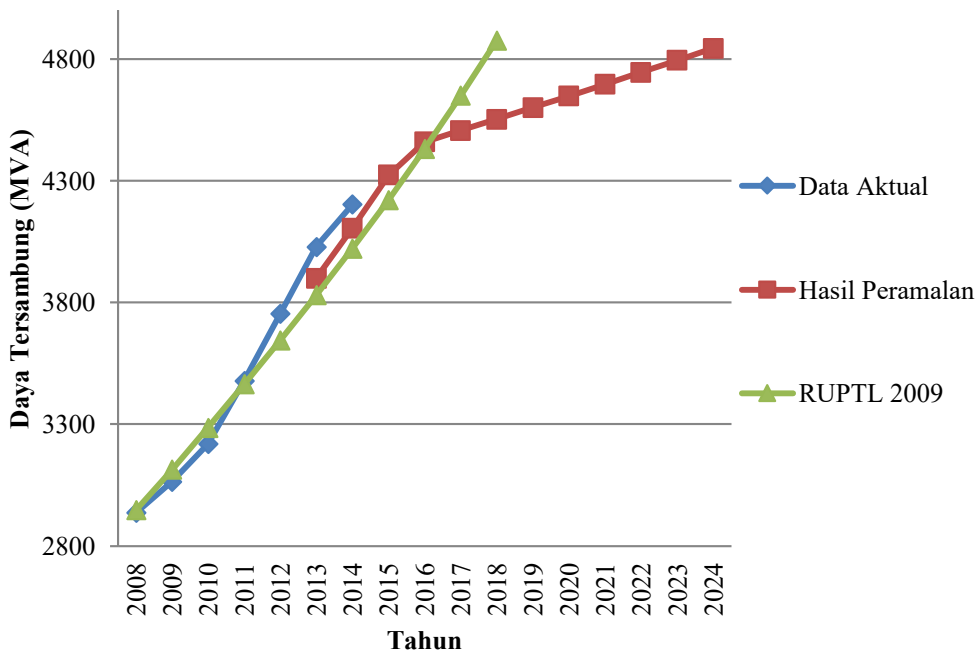
No	Tahun	Jumlah Pelanggan (Pelanggan)	Daya Tersambung (MVA)	Kebutuhan Energi Listrik (GWh)
1	2015	3.298.779	4.323,89	9.525,41
2	2016	3.415.031	4.459,62	10.191,68
3	2017	3.452.131	4.506,00	10.911,83
4	2018	3.489.636	4.552,83	11.690,44
5	2019	3.527.549	4.600,14	12.532,50
6	2020	3.565.875	4.647,90	13.443,43
7	2021	3.604.618	4.696,15	14.429,10
8	2022	3.643.784	4.744,87	15.495,92
9	2023	3.683.376	4.794,07	16.650,83
10	2024	3.723.399	4.843,76	17.901,40

Pelanggan



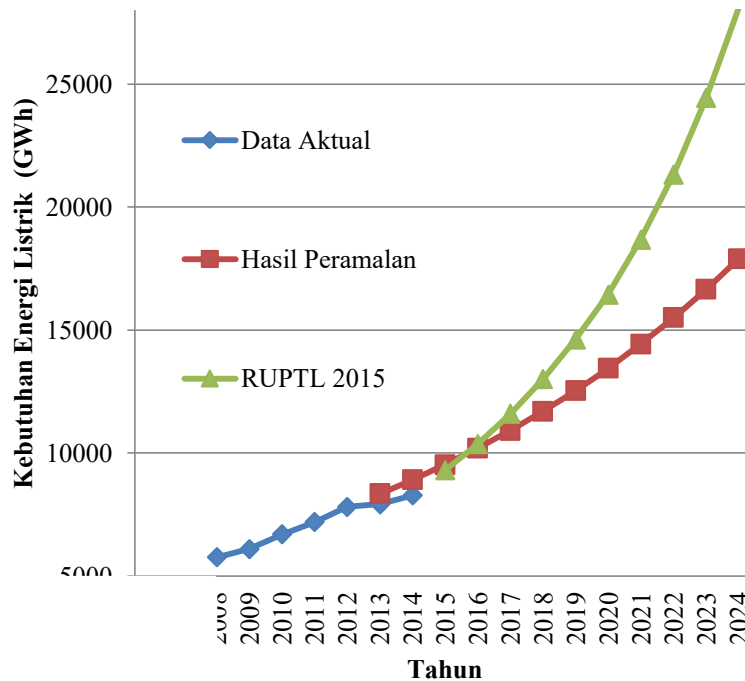
Gambar 7. Grafik Pertumbuhan Jumlah Pelanggan dari Tahun 2008 s.d 2024 Berdasarkan Data Aktual, Hasil Peramalan dan Data RUPTL

Daya Tersambung (MVA)



Gambar 8. Grafik Pertumbuhan Daya Tersambung (MVA) dari Tahun 2008 s.d 2024 Berdasarkan Data Aktual, Hasil Peramalan dan Data RUPTL

Kebutuhan Energi Listrik (GWh)



Gambar 9. Grafik Pertumbuhan Kebutuhan Energi Listrik (GWh) dari Tahun 2008 s.d 2024 Berdasarkan Data Aktual, Hasil Peramalan dan Data RUPTL

KESIMPULAN

Setelah mendapatkan hasil peramalan dan analisis penelitian dapat diambil kesimpulan diantaranya yaitu Hasil perhitungan peramalan memiliki nilai *error* yang lebih kecil. Untuk hasil peramalan kebutuhan energi listrik tahun 2013 dan 2014 hanya terjadi *error* perhitungan 5,31% sampai 7,71% terhadap data *real/actual* dan metode ini dapat digunakan untuk peramalan kebutuhan energi listrik 10 tahun ke depan dari tahun 2015 sampai dengan tahun 2024 dengan cara dan perhitungan yang sama. Pertumbuhan kebutuhan listrik beberapa tahun ke depan akan mengalami *tren* yang hampir sama sesuai dengan karakteristik data historis sebelumnya. Kebutuhan energi listrik dari tahun 2015-2024 sektor rumah tangga dan gedung pemerintahan 112,57%, sektor industri 22,71%, sektor bisnis 104,61%, Sektor sosial 138,12% dan penerangan umum 55,93%. Hasil perbandingan dari peramalan dalam penelitian ini lebih mendekati data aktual karena mempunyai nilai *error* yang lebih kecil daripada hasil Proyeksi buku RUPTL. Perbandingan data *real* dengan RUPTL dari 6,41% sampai 17,55%. Sehingga diperoleh hasil persentase *error* RUPTL lebih tinggi dari pada hasil peramalan metode PKS.

DAFTAR PUSTAKA

- Hong, T., Shahidehpour, M. (2015). *Load Forecasting Case Study*". EISPC. University of North Carolina at Charlotte and Illinois Institute of Technology : USA.
- Sonika, D., Darshan, S., & Daljeet, K. (2015). *Long Term Forecasting Using Fuzzy Logic Methodology*. IJAREEIE. Vol 4., 10.15662/ijareeie.2015.0406047., Juni 2015 : hal 5578-5585
- Chauhan, Singh, S., Bansal, P., & Agrawal, N. (2015). *Comparative Study of Load Forecasting Methodologies in Electrical Power System*". IJSPR. Vol 12 No. 03 : Hal 129-134

- Wang, W., Liu, X., & Pedrycz, W. (2015). *Times Series Long Term Forecasting Model Based on Information Granules and Fuzzy Clustering*. Elsevier. No. 41 : hal 17-24
- Wang, W., Liu, X. (2014). *Fuzzy Forecasting Based on Automatic and Axiomatic Fuzzy Set Classification*. Elsevier. No.17.
- Saleh, S. H. E., Mansur, A. N., Ali, N. A., Nizam, M., & Anwar, M. (2014). *Forecasting of the Electricity Demand in Libya Using Time Series Stochastic Method for Long Term from 2011-2022*. IJAREEIE. Vol 5., Issue 5., May 2014: hal 12529-12536
- Singh, A, K., Ibraheem., Khatoon, S., Muazzam, Md. (2013). *An Overview of Electrical Demand Forecasting Techniques*. IISTE. Vol 3 No.3.
- Rahman, Anwar, M. (2013). *Dynamic Stochastic Model to Forecast Non Stationary Electricity Demand*. IJEAT. Vol. 2, Issue 6 : hal 272-276
- Almaita, E., & Aulimat, B. (2013). *Up to 30 Years Peak Load Forecasting of Jordanian Power Grid Using Radial Basis Function Neural Networks*. IJEECS Vol 15, Issue 2.
- Boonkham, P., & Surapatpichai, S. (2013). *A New Method for Electric Comsumption Forecasting in A Semiconductor Plant*. IJARCCCE Vol 2, issue 10 : hal 4085-4090
- Filik, U, B., Gerek, O. N., & Kurban, M. (2011). *A Novel Approach for Hourly Forecasting of Long Term Electric Energy Demand*. Elsevier. 52 : hal 199-211
- Achanta, R. (2012). *Long Term Electric Load Forecasting Using Neural Networks and Support Vector Machines*. IJCST Vol 3 Issue 1. hal 266-269
- Castellani, F., Burlando, M., Taqhizadeh, S., Astolfi, D. (2014). *Wind Energi Forecast in Complex Sites With A Hybryd Neural Network and CFD Based Method*. Elsevier. No 45 : hal 188-199
- Hong, T., Pinson, P., & Fun, S. (2014). *Global Energi Forecasting Competition 2012*. ELSEVIER No. 30 : hal 357-363
- Bdri, A., Ameli, A., Motie, A. B. (2012). *Application of Artificial Neural Networks and Fuzzy Logic Method for Short Term Load Forecasting*. Elsevier. No 14. 2012 : hal 1883-1888
- Zhang, P., & Wang, H. (2012). *Fuzzy Wavelet Neural Networks for City Elelctric Energi Comsumption Forecasting*. No 17 : hal 1332-1338
- Akdemir, B., & Centinkaya, N. (2012). *Long Term Load Forecasting Based on Adaptive Neural Fuzzy Inference System Using Real Energy Data*. Elsevier. No 14. hal 794-799
- Campillo, J., Wallin, F., Torstensson, D., & Vassileva, I. (2012). *Energy Demand Model Design for Forecasting Electricity Comsumption and Simulating Demand Responce Scenarios in Sweden*. ICAE. No. ICAE2012-A10599.
- Li, Y., Bao, Y. Q., Yang, B., Chen, C., & Ruan, W. (2015). *Modification Method to Deal with the Accumulation Effects for Summer Daily Electric Load Forecasting*. ELSEVIER. No.73. hal 913-198
- Sanstad, A. H., McMenamin, S., Sukenik, A., Barbose, G. L., & Goldman, C. A. (2014). *Modeling An Aggressive Energy Efficiency Scenario in Long Range Load Forecasting for Elelctric Power Transmission Planning*. Elsevier. No 128. hal 265-276
- Chen, T., & Wang, Y. C. (2012). *Long Term Load Forecasting by A Collarorative Fuzzy Neural Approach*. Elsevier. No. 43. hal 454-464
- Raharjo, M. (2011). *Teori Ekonomi Makro*. Surakarta : UNS
- PLN. (2015). *Rencana Usaha Penyediaan Tenaga Listrik RUPTL PT. PLN Persero 2015-2024*. Jakarta PT PLN Persero.
- Suswanto, D. (2010). *Sistem Distribusi Tenaga Listrik*. Padang.
- BPS Sumatera Utara., (2016). *Profil Pembangunan Sumatera Utara*. Medan : BPS Propinsi Sumatera Utara.
- Kementerian ESDM. (2016). *Direktorat Ketenagalistrikan Kementerian ESDM*. <http://kip.esdm.go.id/pusdatin/index.php/data-informasi/data-energi/ketenagalistrikan/rasio-elektifikasi> [15 Februari 2016]
- BPS Propinsi Sumatera Utara., (2008). *Sumatera Utara Dalam Angka 2008 Sumatera Utara in Figures*. Medan : BPS Propinsi Sumatera Utara
- BPS Propinsi Sumatera Utara., (2009). *Sumatera Utara Dalam Angka 2009 Sumatera Utara in Figures*. Medan : BPS Propinsi Sumatera Utara

- BPS Propinsi Sumatera Utara., (2010). *Sumatera Utara Dalam Angka 2010 Sumatera Utara in Figures*. Medan: BPS Propinsi Sumatera Utara
- BPS Propinsi Sumatera Utara., (2011). *Sumatera Utara Dalam Angka 2011 Sumatera Utara in Figures*. Medan : BPS Propinsi Sumatera Utara
- BPS Propinsi Sumatera Utara., (2014). *Sumatera Utara Dalam Angka 2014 Sumatera Utara in Figures*. Medan : BPS Propinsi Sumatera Utara
- BPS Propinsi Sumatera Utara., (2015). *Sumatera Utara Dalam Angka 2015 Sumatera Utara in Figures*. Medan : BPS Propinsi Sumatera Utara
- Surhayadi, E. *et all.* (2015). *Statistik Daerah Propinsi Sumatera Utara 2015*. Medan : BPS Propinsi Sumatera Utara
- Sekretariat Perusahaan PT. PLN (Persero)., (2010). *Statistik PLN 2009*. Jakarta : PT. PLN (Persero)
- Sekretariat Perusahaan PT. PLN (Persero)., (2011). *Statistik PLN 2010*. Jakarta : PT. PLN (Persero)
- Sekretariat Perusahaan PT. PLN (Persero)., (2012). *Statistik PLN 2011*. Jakarta : PT. PLN (Persero)
- Sekretariat Perusahaan PT. PLN(Persero)., (2013). *Statistik PLN 2012*. Jakarta : PT. PLN (Persero)
- Sekretariat Perusahaan PT. PLN (Persero)., (2014). *Statistik PLN 2013*. Jakarta : PT. PLN (Persero)
- Sekretariat Perusahaan PT. PLN (Persero)., (2015). *Statistik PLN 2014*. Jakarta : PT. PLN (Persero)
- Harsanto, S. (2012). *Statistik Listrik 2007-2011*. Jakarta : BPS Statistik Indonesia.
- Reswita, S. (2015). *PDRB Menurut Lapangan Usaha Propinsi Sumatera Utara 2010-2014*. Medan : BPS Sumatera Utara.
- Juliana, Sri., (2015). *PDRB Menurut Pengeluaran Propinsi Sumatera Utara 2010-2014*. Medan : BPS Sumatera Utara.
- Kementerian ESDM., (2008). *Statistik Ketenagalistrikan dan Energi Tahun 2008*. Jakarta : Dirjen Listrik dan Pemanfaatan Energi Kementerian ESDM
- Kementerian ESDM., (2010). *Statistik Ketenagalistrikan dan Energi Tahun 2009*. Jakarta : Dirjen Listrik dan Pemanfaatan Energi Kementerian ESDM
- Kementerian ESDM., (2015). *Statistik Ketenagalistrikan Tahun 2011*. Jakarta : Dirjen Ketenagalistrikan ESDM.
- Kementerian ESDM., (2013). *Statistik Ketenagalistrikan 2013*. Jakarta : Dirjen Ketenagalistrikan ESDM.
- Kementerian ESDM., (2014). *Statistik Ketenagalistrikan 2014*. Jakarta : Dirjen Ketenagalistrikan ESDM.
- Kementerian ESDM., (2015). *Statistik Ketenagalistrikan 2014 Edisi No.28*. Jakarta : Dirjen Ketenagalistrikan ESDM.
- Departemen Enenrgi Sumber Daya Mineral., (2008). *Rencana Usaha Ketenagalistrikan Nasional*. Jakarta : Departemen ESDM
- PT. PLN (Persero)., (2008). *Rencana Usaha Penyediaan Tenaga Listrik PT. PLN (Persero) 2009-2018*. Jakarta : PT. PLN (Persero)
- PT. PLN (Persero)., (2010). *Rencana Usaha Penyediaan Tenaga Listrik PT. PLN (Persero) 2010-2019*. Jakarta : PT. PLN (Persero)
- PT. PLN (Persero)., (2011). *Rencana Usaha Penyediaan Tenaga Listrik PT. PLN (Persero) 2011-2020*. Jakarta : PT. PLN (Persero)
- PT. PLN (Persero)., (2012). *Rencana Usaha Penyediaan Tenaga Listrik PT. PLN (Persero) 2012-2021*. Jakarta : PT. PLN (Persero)
- PT. PLN (Persero)., (2013). *Rencana Usaha Penyediaan Tenaga Listrik PT. PLN (Persero) 2013-2022*. Jakarta : PT. PLN (Persero)