

PRAKIRAAN KEBUTUHAN ENERGI LISTRIK PT. PLN (Persero) SUB SISTEM DISTRIBUSI RIAU

Nurhalim dan Firdaus

Jurusan Teknik Elektro Fakultas Teknik Universitas Riau
Kampus Bina Widya km 12,5 Simpang Baru Panam Pekanbaru 28293
E-mail: nurhalim_st@yahoo.com; sutanfirdaus@yahoo.com

Abstract

The consumption of electricity demand forecasting has always been an integral part of power system planning and operation. The many techniques of the consumption of electricity demand forecasting procedures can be used to forecast electricity consumption. In this research the regression and correlation analysis is used to forecast electricity consumption in PT. PLN (Persero) Sub Sistem Distribusi Riau. It is relevant to forecast electricity consumption the developing area. Result of the forecasting electricity consumption in PT. PLN (Persero) Sub Sistem Distribusi Riau is 5.632,80 MWh in 2020. An average annual growth in electricity consumption in household sector, commercial sector, and social sector are 5 percent. An average annual growth in electricity consumption in industrial sector are 1 percent.

Keywords: electricity., energy., Forecasting., regression.

1. Pendahuluan

Prakiraan merupakan suatu proses untuk memprediksikan kebutuhan, kejadian ataupun perubahan di masa akan datang. Di bidang tenaga listrik, prakiraan ini berupa prakiraan beban (load forecasting) meliputi prakiraan kebutuhan beban puncak (MW) dan prakiraan kebutuhan energi (MWh). Prakiraan kebutuhan ini dapat dikategorikan tiga macam, yakni prakiraan dalam jangka pendek, jangka menengah dan prakiraan dalam jangka panjang. Berbagai model dan metoda dapat digunakan dalam proses prakiraan ini.

Prakiraan ini harus memperhitungkan secara cermat semua variabel yang mempengaruhi laju pertumbuhannya. Kondisi pertumbuhan tenaga listrik, tingginya tingkat pemasalahan, fenomena beban puncak dan prakiraan beban yang ada selama ini, melatarbelakangi studi pembuatan ramalan beban untuk jangka panjang PT. PLN (Persero) Sub Sistem Distribusi Riau. Metoda Regresi dan Korelasi telah digunakan secara luas dalam sektor ekonomi, pendidikan dan rekayasa. Khusus dalam penelitian ini akan digunakan untuk prakiraan kebutuhan energi listrik PT. PLN (Persero) Sub Sistem Distribusi Riau tahun 2009 sampai dengan 2020.

Prakiraan ini akan sangat berguna untuk memberikan informasi atau gambaran evolusi sistem di masa mendatang menyangkut rencana pengembangan sistem pembangkitan, penyaluran dan distribusi. Prakiraan ini diharapkan dapat digunakan

sebagai acuan pengembangan sistem kelistrikan sehingga dapat dihindarkan pengembangan sarana kelistrikan di luar rencana.

2. Tinjauan Pustaka

Korelasi dan regresi keduanya mempunyai hubungan yang sangat erat. Setiap regresi pasti ada korelasinya, tetapi korelasi belum tentu dilanjutkan dengan regresi. Korelasi yang tidak dilanjutkan dengan regresi adalah korelasi antara dua variabel yang tidak mempunyai hubungan kausal/sebab akibat, atau hubungan fungsional. Analisis regresi dilakukan bila hubungan dua variabel berupa hubungan kausal atau fungsional. Untuk menetapkan kedua variabel mempunyai hubungan kausal atau tidak, maka harus didasarkan pada teori atau konsep-konsep tentang dua variabel tersebut.

2. 1. Metoda Regresi dan Korelasi

Metoda analisis regresi dan korelasi telah dikembangkan untuk mempelajari dan mengukur hubungan statistik antara dua atau lebih variabel yang tersedia. Metoda ini juga dapat digunakan dalam prakiraan kebutuhan energi dalam sistem tenaga listrik. Model persamaan regresi tunggal: Hubungan antara X dan Y sebenarnya adalah

$$Y = a + bX \quad (1)$$

$$Y = a + bX + e \quad (2)$$

dimana:

a = suatu konstanta yang merupakan Y bila X = 0 dan e = 0.

b = koefisien arah, jika X naik satu unit, maka Y naik b kali.

X = Subjek pada variabel independen yang mempunyai nilai tertentu

e = kesalahan pengganggu (disturbance error), juga dilambangkan dengan μ .

a dan b disebut variabel yang tidak pernah diketahui nilai sebenarnya, tetapi dapat diperkirakan.

Dalam bentuk persamaan garis regresi sederhana, persamaan (2) adalah:

$$\hat{Y} = a + bX \quad (3)$$

Bila ada n nilai observasi X dan Y, maka untuk observasi ke-i, persamaan (3) menjadi:

$$\hat{Y}_i = a + bX_i \quad (4)$$

dimana:

i = observasi 1, 2, 3, ..., n

\hat{Y}_i = variabel tidak bebas

X_i = Variabel bebas

dan,

$$Y_i = \hat{Y}_i + e_i$$

$$e_i = Y_i - \hat{Y}_i \quad (5)$$

dengan,

Y_i = nilai observasi ke-i (melalui hasil pencatatan).

\hat{Y}_i = Nilai yang diperoleh dari persamaan (4).

Koefisien a dan b dapat dihitung sebagai berikut:

$$b = \frac{n \sum X_i Y_i - \sum X_i \sum Y_i}{n \sum X_i^2 - (\sum X_i)^2}$$

$$a = \bar{Y} - b\bar{X} \quad (6)$$

Bentuk persamaan koefisien korelasi

$$r^2 = \frac{\sum (Y_c - \bar{Y})^2}{\sum (Y - \bar{Y})^2} \quad (7)$$

Nilai koefisien korelasi berkisar 0 (tidak ada korelasi) dan ± 1 (korelasi sempurna), r^2 kadang-kadang disebut juga sebagai koefisien deterministik

Model persamaan regresi berganda:

$$Y = a + b_1 X_1 + b_2 X_2 \quad (8)$$

dimana:

Y = nilai prakiraan dari variabel tak bebas

$A = Y$ apabila $X_1 = 0$ dan $X_2 = 0$, $e = 0$

X_1 = nilai variabel bebas pertama

X_2 = nilai variabel bebas kedua

b_1 = slope kumpulan X_1 (perubahan Y apabila X_2 konstan dan X_1 naik satu unit

b_2 = slope kumpulan X_2 (perubahan Y apabila X_1 konstan dan X_2 naik satu unit)

Model persamaan regresi n prediktor:

$$Y = a + b_1 X_1 + b_2 X_2 + \dots + b_n X_n \quad (9)$$

2. 2. Variabel Independen dan Dependen

Variabel independen sering disebut sebagai variabel stimulus, input, prediktor, dan antecedent. Dalam bahasa Indonesia sering disebut variabel bebas. Variabel bebas adalah variabel yang menjadi sebab timbulnya atau berubahnya variabel dependen (variabel terikat). Jadi variabel independen adalah variabel yang mempengaruhi.

Variabel dependen sering disebut variabel respon, output, kriteria, konsekuen. Dalam bahasa Indonesia sering disebut variabel terikat. Variabel terikat merupakan variabel yang dipengaruhi atau yang menjadi akibat, karena adanya variabel bebas.

Dalam prakiraan kebutuhan tenaga listrik ini sektor-sektor pelanggan , yakni industri, komersil, rumah tangga, publik dan sarana umum merupakan variabel tidak bebas (variable dependen). Sedangkan pendapatan domestik regional bruto (PDRB), populasi (POP), jumlah rumah tangga (NH), jumlah pelanggan rumah tangga (NHE) dan rasio elektrifikasi (ER) merupakan variabel bebas.

3. Metoda Penelitian

Prakiraan kebutuhan energi listrik untuk PT. PLN (Persero) Sub Sistem Distribusi Riau ini menggunakan pendekatan kuantitatif artinya untuk membuat prakiraan akan memanfaatkan suatu metodologi tertentu, yakni metoda regresi linear dan korelasi. Metode regresi memerlukan data karakteristik beban listrik Sub Sistem Riau beberapa tahun terakhir, kemudian data tersebut diseleksi. Pembuatan model dilakukan dengan menguji secara statistik korelasi antar variabel yang mempengaruhi pertumbuhan kebutuhan energi listrik di setiap sektor. Model yang telah diperoleh digunakan untuk prakiraan kebutuhan energi listrik sesuai periode waktu yang telah ditentukan.

4. Hasil dan Pembahasan

4.1. Asumsi-Asumsi

Hingga kini alat untuk mengukur jumlah kebutuhan tenaga listrik untuk suatu daerah secara tepat sulit ditemukan, namun secara tidak langsung, metode-metode prakiraan telah banyak dikembangkan. Salah satu cara untuk mendapatkan prakiraan kebutuhan tenaga listrik di Sub Sistem Distribusi Riau disusun dengan menggunakan metode regresi linear multivariable dan korelasi.

Prakiraan kebutuhan energi listrik di Sub Sistem Distribusi Riau memperhitungkan variable-variabel yang berlaku di daerah cakupan layanan PT. PLN Wilayah Riau. Variabel-variabel tersebut tertera pada table 1 berikut.

Tabel 1. Variabel-Variabel Bebas yang Terlibat dalam Prakiraan.

NO	TAHUN	PDRB	POP	NH	NHE	ER
1	1995	8.101,02	3.924,60	872,1	216.000	24,8
2	1996	8.459,72	3.849,20	855,4	254.157	29,71
3	1997	8.834,29	3.936,60	874,8	295.956	33,83
4	1998	8.835,87	4.112,80	965,7	316.589	32,78
5	1999	9.186,00	4.234,50	1.011,40	342.338	33,85
6	2000	9.876,06	4.299,60	1.031,70	375.337	36,38
7	2001	10.429,79	4.777,20	1.165,80	399.003	34,23
8	2002	10.203,90	4.929,60	1.214,80	428.347	35,26
9	2003	11.679,29	5.153,70	1.292,40	450.018	34,82
10	2004	14.277,32	5.157,40	1.363,70	473.671	34,73
11	2005	17.266,13	5.887,70	1.241,80	497.537	40,07
12	2006	19.908,15	6.100,50	1.478,30	515.658	34,88
13	2007	23.079,49	6.309,75	1.538,96	515.658	35,13
14	2008	24.058,06	6.526,17	1.591,75	515.658	35,53

Sumber: PT. PLN (Persero) Wilayah Riau, BPS Propinsi Riau, dan Website PT. PLN (Persero) Pusat

Keterangan:

PDRB Produk domestik regional bruto (Juta rupiah)

POP Jumlah penduduk (juta orang)

NH Jumlah rumah tangga (juta unit)

NHE Jumlah pelanggan rumah tangga (juta unit)

ER Rasio elektrifikasi (persen)

Pemakai energi listrik dibagi menjadi empat sektor: industri (IND), bisnis (BIS), rumah tangga (RT), publik dan sarana umum (SOS). Pemakai energi listrik sektor SOS mencakup gedung kantor pemerintahan, penerangan jalan umum, rumah ibadah dan lain-lain.

4. 3. Proses Prakiraan

Proses analisis mula-mula dilakukan dengan membuat kurva kecendrungan (trend curve) dari data-data yang ada, sehingga diperoleh persamaan regresi untuk setiap sektor pemakai energi listrik.

Tabel 2. Konsumsi energi listrik di setiap sektor pelanggan dalam MWh.

NO	TAHUN	RUMAH TANGGA	INDUSTRI	BISNIS	SOSIAL
1	1995	229,8	118,6	58,26	406,68
2	1996	300,5	115,6	83,43	499,49
3	1997	362,39	142,4	106,6	611,43
4	1998	415,68	105,9	158,9	680,47
5	1999	470,54	121,2	174,5	766,21
6	2000	562,94	115,9	208,1	886,99
7	2001	647,85	112,7	230,2	990,72
8	2002	713,32	112,8	263,5	1.089,59
9	2003	710,69	125,1	281,3	1.117,06
10	2004	834,84	129,5	350	1.314,26
11	2005	894,78	131	394,3	1.420,13
12	2006	939,55	151,9	411,8	1.503,26
13	2007	998,696	154,67	441,34	1.514,26
14	2008	1.057,842	157,47	470,84	1.525,26

Sumber: PT. PLN (Persero) Wilayah Riau dan Website PT. PLN (Persero) Pusat

Metoda regresi menghasilkan model untuk kebutuhan energi listrik sektor Rumah Tangga (RT) ditunjukkan oleh hubungan sebagai berikut:

$$RT = -775,98 + 33 \times 10^{-4} PDRB + 55 \times 10^{-3} POP + 38 \times 10^{-2} + 83 \times 10^{-5} NHE + 9,59ER \quad (10)$$

Pada akhirnya, persamaan (10) digunakan untuk membuat prakiraan kebutuhan energi listrik sektor rumah tangga untuk beberapa tahun yang akan datang..

Kebutuhan energi listrik sektor bisnis juga menunjukkan keterkaitan yang kuat terhadap variabel-variabel bebasnya. Menggunakan metode regresi menghasilkan model persamaan berikut:

$$BIS = -241,3 + 76 \times 10^{-4} PDRB + 0,01POP + 96 \times 10^{-4} NH + 84 \times 10^{-5} NHE \quad (11)$$

Selanjutnya dengan menggunakan persamaan (11) dapat melakukan prakiraan kebutuhan energi listrik sektor bisnis.

Mengulangi prosedur metoda regresi kebutuhan energi listrik sektor publik dan sarana umum (penerangan jalan umum, kantor-kantor pemerintah, tempat ibadah, sekolah, dan lain-lain) diperoleh dengan model persamaan:

$$SOS = 170,77 + 16 \times 10^{-3} PDRB - 48 \times 10^{-4} POP - 52 \times 10^{-2} NH + 48 \times 10^{-4} NHE - 19,091ER \quad (12)$$

Persamaan (12) digunakan untuk prakiraan kebutuhan tenaga listrik di sektor sosial beberapa tahun mendatang.

Kebutuhan energi listrik sektor industri diperoleh model persamaan berikut:

$$IND = 137,62 + 5 \times 10^{-3} PDRB - 15 \times 10^{-3} POP \quad (13)$$

Persamaan (13) digunakan untuk prakiraan kebutuhan tenaga listrik di sektor industri beberapa tahun mendatang.

Tabel 3. Hasil Prakiraan Kebutuhan Energi Listrik Setiap Sektor

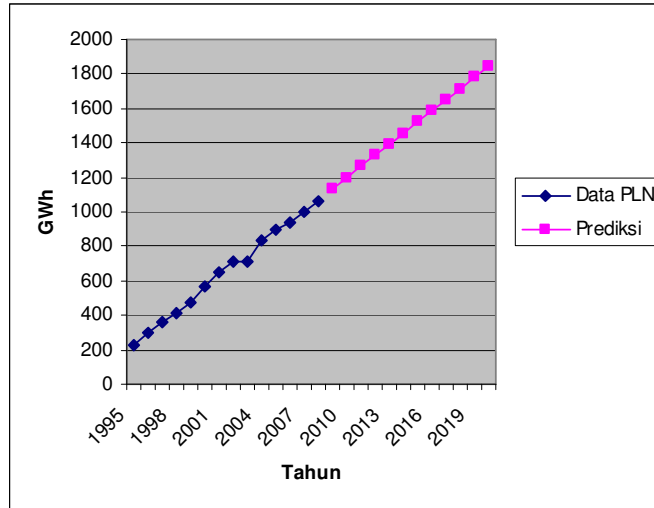
NO	TAHUN	RT	SOS	BIS	IND
1	2009	1.135,66	1.722,402	503,396	149,218
2	2010	1.200,04	1.815,620	535,916	152,021
3	2011	1.264,42	1.908,837	568,436	154,824
4	2012	1.328,80	2.002,054	600,955	157,627
5	2013	1.393,18	2.095,272	633,475	160,430
6	2014	1.457,56	2.188,489	665,995	163,232
7	2015	1.521,94	2.281,707	698,515	166,035
8	2016	1.586,32	2.374,924	731,034	168,838
9	2017	1.650,70	2.468,141	763,554	171,641
10	2018	1.715,08	2.561,359	796,074	174,444
11	2019	1.779,46	2.654,576	828,594	177,246
12	2020	1.843,84	2.747,793	861,113	180,049

4.4. Hasil Prakiraan

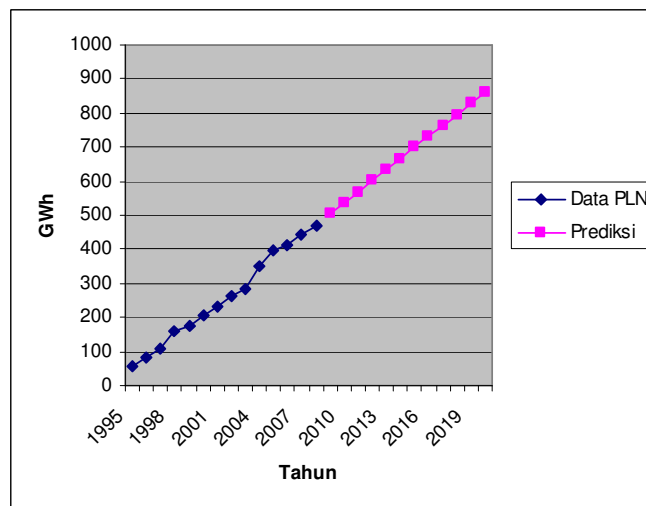
Koefisien determinasi sektor ini menunjukkan korelasi antara variabel yang sangat kuat $r^2 = 0,99^2 = 0,98$. Hal ini berarti nilai rata-rata kebutuhan energi listrik selama periode prakiraan 98% ditentukan oleh PDRB, POP, NHE dan ER, sedangkan 2% sisanya ditentukan oleh faktor-faktor lain. Grafik hasil perkiraan metoda regresi di sektor ini ditunjukkan pada Gambar 1. Hasil prakiraan uji statistik menunjukkan variabel-variabel bebas memiliki korelasi kuat terhadap pertumbuhan kebutuhan energi listrik sektor rumah tangga, rata-rata pertumbuhan energi listrik di sektor sekitar 5% per tahun.

Berdasarkan uji statistik pada sektor bisnis menunjukkan korelasi yang kuat variable-variabel bebas yang mempengaruhi pertumbuhannya, $r^2 = 0,99^2 = 0,98$. Hal ini berarti nilai rata-rata kebutuhan energi listrik selama periode prakiraan 98%

ditentukan oleh PDRB, POP, NH dan NHE. Sedangkan 2% sisanya ditentukan oleh faktor lain. Pertumbuhan kebutuhan energi rata-rata di sektor ini selama periode prakiraan adalah sekitar 5% per tahun. Hasil uji statistik pada sektor ini ditunjukkan pada Gambar 2.



Gambar 1 Kebutuhan energi listrik sektor rumah tangga.

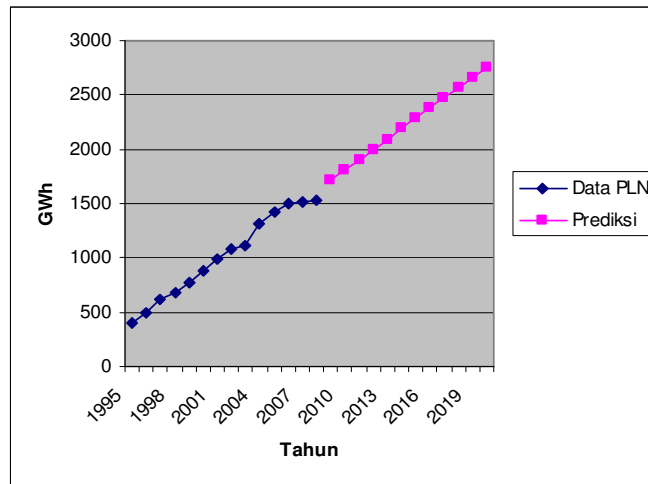


Gambar 2. Kebutuhan energi listrik sektor bisnis.

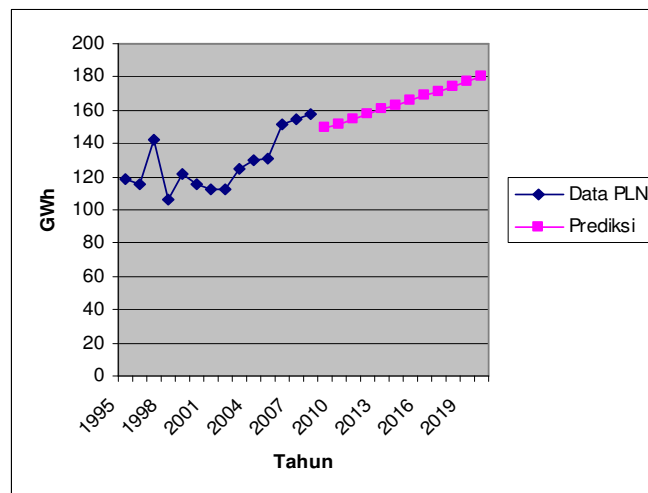
Koefisien determinasi sektor sosial adalah $r^2 = 0,998^2 = 0,996$ Hal ini berarti nilai rata-rata kebutuhan energi listrik selama periode prakiraan 99,6% ditentukan oleh PDRB, POP, NH, NHE dan ER. Faktor lain yang mempengaruhi pertumbuhan kebutuhan energi di sektor hanya berpengaruh sekitar 0,4%. Pertumbuhan rata-rata kebutuhan energi listrik di sektor ini adalah sekitar 5%. Hasil prakiraan sektor ini ditunjukkan pada Gambar 3.

Koefisien determinasi sektor industri $r^2 = 0,78^2 = 0,61$. Hal ini berarti nilai rata-rata kebutuhan energi listrik selama periode prakiraan 61% ditentukan oleh PDRB dan POP, sedangkan 29% sisanya ditentukan oleh faktor lain. Berdasarkan hasil uji statistik

pertumbuhan rata-rata kebutuhan energi di sektor ini selama periode prakiraan adalah 1%. Pertumbuhan sangat kecil karena pertumbuhan kebutuhan energi di sektor ini tahun 2008 ke tahun 2009 menunjukkan pertumbuhan negatif. Sedangkan hasil uji statistik sebenarnya pertumbuhan kebutuhan energi listrik sektor ini tahun 2009 sampai 2020 adalah rata-rata 2%. Grafik hasil prakiraan ditunjukkan pada Gambar 4.



Gambar 3. Kebutuhan energi listrik sektor sosial.



Gambar 4. Kebutuhan energi listrik sektor industri.

Tabel 4. Prakiraan Kebutuhan Total Tenaga Listrik (MWh) Sub Sistem Distribusi Riau

Tahun	2009	2010	2011	2012	2013	2014
Total	3.510,68	3.703,60	3.896,52	4.089,44	4.282,36	4.475,28
Tahun	2015	2016	2017	2018	2019	2020
Total	4.668,20	4.861,12	5.054,04	5.246,96	5.439,88	5.632,80

5. Kesimpulan

1. Metoda regresi tidak tanggap terhadap sampel yang tidak menunjukkan pertumbuhan sehingga mengakibatkan pertumbuhan rata-rata selama periode prakiraan menjadi kecil.
2. Pertumbuhan rata-rata kebutuhan energi listrik sektor industri sekitar 1% per tahun.
3. Pertumbuhan rata-rata kebutuhan energi listrik sektor rumah tangga, sektor komersial, dan sektor sosial adalah sekitar 5% per tahun.
4. Pada grafik komposisi prakiraan kebutuhan tenaga listrik setiap sektor menunjukkan bahwa sektor sosial merupakan pemakai tenaga listrik dengan persentase yang besar, hal ini menggambarkan bahwa daerah-daerah yang berada di Sub Sistem Distribusi Riau merupakan daerah dalam pengembangan dan pertumbuhan yang sangat pesat.

6. Ucapan Terima Kasih

Penulis mengucapkan terima kasih pada Lembaga Penelitian Universitas Riau yang telah memberikan dana rutin DPP/SPP dalam bentuk Program Hibah Penelitian Dosen Muda Tahun 2009. Penulis juga sangat berterima kasih kepada seluruh mahasiswa peserta kuliah Sistem Pembangkit Tenaga Listrik Semester Genap 2008/2009 atas bantuannya dalam mengumpulkan data penelitian ini.

7. Daftar Pustaka

1. Dhar R. N, 1984. "*Computer Aided Power System Operation and Analysis*", Tata McGraw-Hill, New Delhi.
2. Dalimi. R., Syarifuddin, 1998. "Peramalan Kebutuhan Tenaga Listrik dengan Pemodelan Dinamik", *Proceeding of FTUI Seminar Quality in Research, FTUI*.
3. PT. Jamali, 2004. "*Rencana Penyediaan Tenaga Listrik 2004-2013*", Jakarta.
4. Sugiyono, 2005. "*Statistik untuk Penelitian*", Alfabeta, Bandung.
5. Wang. X, 1993. "*Modern Power System Planning*" McGraw-Hill.
6. Zuhail, 2006. "*Diktat Kuliah Perencanaan Sistem Tenaga Listrik*", FTUI.
7. Zuhail, 1995. "*Ketenagalistrikan di Indonesia*", Gramedia, Jakarta.