

ANALISIS KEBUTUHAN ENERGI LISTRIK SISTEM BALI 2013-2017 DENGAN APLIKASI *SIMPLE E*

Oleh

I Wayan Dikse Pancane, I Wayan Suriana, I Wayan Sugara Yasa

Dosen Program Studi Teknik Elektro, Universitas Pendidikan Nasional Denpasar, Jln Bedugul No. 39,
Sidakarya Denpasar Bali, Indonesia
Email: diksepancane@undiknas.ac.id

ABSTRACT :Electric energy cannot be kept in big scale hence this energy must always available at the time of required. As a result arises problem in facing requirement of erratic electricity from time to time, how operating an electric power system the always can fulfill request of energy power in each the time, with good grade. If energy power sent from generator far bigger than requests of energy power at payload, hence will arise problem of dissipation of energy at electrical company. While if energy power awakened sent and to be lower or does not fulfill requirement of consumer payload hence there will be local extinction at payload, as a result harms the side of consumer. Therefore is required adaptation between evocations with energy power request. Conditio sine qua non that is firstly must be conducted for reaches the purpose is the side of electrical company knows payload or request of electricity is future. In consequence short term payload forecast, middle and length is important task in planning and operation of power system. Intention of the research is to forecasting of payload system Bali in 5 next year causing is got requirement forecast number of electric power appropriate, with method that is simple.

Keyword : Payload Forecasting, Simple E, Energy Power

PENDAHULUAN

Pulau Bali yang mayoritas penduduknya bekerja di sektor pariwisata kebutuhan akan energy listrik merupakan kebutuhan yang sangat vital, hal ini dikarenakan kebutuhan akan penggunaan alat-alat elektronik seperti AC, TV dan kulkas bagi hotel-hotel berbintang merupakan suatu kewajiban yang harus di penuhi guna memberikan kenyamanan bagi wisatawan

Energi listrik tidak dapat disimpan dalam skala yang besar karenanya tenaga ini harus selalu tersedia pada saat dibutuhkan. Akibatnya timbul persoalan dalam menghadapi kebutuhan daya listrik yang tidak tetap dari waktu ke waktu, bagaimana mengoperasikan suatu sistem tenaga listrik yang selalu dapat memenuhi permintaan daya pada setiap saat, dengan kualitas baik. Apabila daya yang dikirim dari

pembangkit jauh lebih besar daripada permintaan daya pada beban, maka akan timbul persoalan pemborosan energi pada perusahaan listrik. Sedangkan apabila daya yang dibangkitkan dan dikirimkan lebih rendah atau tidak memenuhi kebutuhan beban konsumen maka akan terjadi pemadaman lokal pada beban, yang akibatnya merugikan pihak konsumen. Oleh karena itu diperlukan penyesuaian antara pembangkitan dengan permintaan daya. Syarat mutlak yang pertama harus dilaksanakan untuk mencapai tujuan itu adalah pihak perusahaan listrik mengetahui beban atau permintaan daya listrik dimasa depan. Karena itu prakiraan beban jangka pendek, menengah dan panjang merupakan tugas yang penting dalam perencanaan dan pengoperasian sistem daya

Dalam sistem ketenagalistrikan dibutuhkan ramalan beban listrik dengan baik untuk mengetahui kebutuhan tenaga listrik dalam kurun waktu tertentu baik itu jangka pendek, jangka menengah ataupun jangka panjang dan kebutuhan beban puncak untuk mengurangi ketidakpastian perhitungan anggaran perusahaan, maupun harapan stakeholder (lingkungan) perusahaan. Hasil ramalan beban listrik digunakan untuk membuat rencana pembangunan infrastruktur ketenagalistrikan di unit kerja.

Bertolak dari hal tersebut diatas maka pada proyek akhir ini diusahakan untuk melakukan peramalan terhadap beban system Bali dengan menggunakan metode ekonometri dengan bantuan aplikasi simple E. PLN sendiri sebelum tahun 2010 menggunakan model peramalan program DKL 3.02. (milik PLN) dan mulai tahun 2010 PLN menggunakan kecenderungan/statistik model SEEx (Simple Econometric Simulation System, Expanded or Simple E. Expanded).

Pada penelitian ini data yang digunakan adalah data sekunder dari BPS (Biro Pusat Statistik), PT PLN (Persero) Distribusi Bali dan dari sumber lainnya yang relevan.

Sistem Tenaga Listrik di Indonesia

Tenaga listrik dihasilkan dari pusat pembangkit dan disalurkan ke konsumen melalui beberapa tahapan atau komponen. Secara umum, komponen-komponen yang ada pada sistem tenaga listrik, adalah sebagai berikut; (1) Stasiun pembangkit, (2) Jaringan transmisi tegangan ekstra tinggi 500 KV, (3) Gardu Induk, (4) Jaringan transmisi tegangan tinggi, (5) Gardu Induk Distribusi, (6) Jaringan distribusi 20 KV, dan (7) Konsumen. Diagram sistem tunggal tenaga listrik dari pusat pembangkit sampai

Agar diperoleh sistem penyaluran tenaga listrik yang lebih baik, diperlukan sistem interkoneksi. Dengan interkoneksi dimungkinkan tidak terjadi pembebanan lebih pada salah satu stasiun, dan kebutuhan beban

bisa disuplai dari stasiun lain secara seimbang. Sistem interkoneksi kelistrikan merupakan sistem terintegrasinya seluruh pusat pembangkit menjadi satu sistem pengendalian. Dengan cara ini akan diperoleh suatu keharmonisan antara pembangunan stasiun pembangkit dengan saluran transmisi dan saluran distribusi agar bisa menyalurkan daya dari stasiun pembangkit ke pusat beban secara ekonomis, efisien, dan optimum dengan keandalan yang tinggi.

Keandalan sistem merupakan probabilitas bekerjanya suatu peralatan dengan komponen-komponennya atau suatu sistem sesuai dengan fungsinya dalam periode dan kondisi operasi tertentu. Faktor-faktor yang mempengaruhi keandalan sistem tersebut adalah kemampuan untuk mengadakan perubahan jaringan atau peralatan pembangkitan dan perbaikan dengan segera terhadap peralatan yang rusak. Keuntungan sistem interkoneksi, antara lain bisa memperbaiki dan mempertahankan keandalan sistem, harga operasional relatif rendah sehingga menjadikan harga listrik per KWH yang diproduksi lebih murah. Hal ini dengan asumsi bahwa pembangunan pembangkit dengan kapasitas yang besar akan menekan harga listrik.

Sesuai dengan UU no 15/1985 mengenai Ketenagalistrikan, sistem kelistrikan di Indonesia ditangani oleh PLN sebagai BUMN listrik. Sistem kelistrikan dibagi menjadi beberapa wilayah yang terinterkoneksi yaitu Sistem Jawa-Bali, Sumatera Bagian Selatan (Riau, Sumatera Barat, Jambi, Sumatera Selatan dan sebagian Riau), Sumatera bagian Utara (Sumatera Utara dan NAD). Selebihnya di Pulau-pulau lain belum ada sistem interkoneksi seperti di Jawa dan Bali (Indonesian Commercial Newsletter, 2008). Sistem Jawa Bali adalah sistem kelistrikan terbesar di Indonesia yang menghubungkan berbagai pembangkit listrik dan pusat-pusat beban di seluruh P. Jawa, P. Madura dan P. Bali. Sistem ini terdiri dari pembangkit listrik

dengan total kapasitas 22.236 MW yang dihubungkan dengan saluran transmisi tegangan ekstra tinggi 500KV dan tegangan tinggi 150 KV dan 70 KV. Jaringan transmisi tegangan ekstra tinggi 500 KV telah menghubungkan pembangkit diseluruh wilayah P. Jawa melalui jaringan transmisi sepanjang pantai utara P, Jawa dan diperkuat dengan jaringan transmisi di daerah Selatan. Sistem interkoneksi Jawa Bali dikelola oleh PLN Penyaluran dan Pusat Pengatur Beban (PLNP3B) Jawa Bali.

Pusat-pusat pembangkit berskala besar dari beberapa wilayah di Jawa, seperti Suralaya, Saguling, Paiton, dan Cirata, saling dihubungkan melalui stasiun atau gardu-gardu induk. Dengan sistem ini apabila kebutuhan daya dari wilayah tertentu tidak bisa dipenuhi oleh pembangkit setempat, maka bisa dibantu dengan suplai dari berbagai stasiun yang terhubung. Demikian pula jika terjadi kelebihan catu daya, pusat pembangkit bisa mengirimkannya ke wilayah-wilayah lain yang tersambung dalam sistem interkoneksi.

Guna memperluas jaringan interkoneksi di Indonesia, pemerintah merencanakan akan membangun sistem interkoneksi Sumatera-Jawa. Interkoneksi Sumatera-Jawa diperkirakan akan menghubungkan Musi Rawas dan Muara Enim yang nantinya akan menjadi sebuah pusat pembangkitan listrik mulut tambang dan wilayah sekitar Jakarta sebagai pusat beban. Panjang saluran transmisi diperkirakan sekitar 700 km. Dimana 40 km dari panjang tersebut merupakan kabel bawah laut yang melintasi Selat Sunda dengan menghubungkan Kalianda dengan Suralaya. Daya yang ditransmisikan diperkirakan lebih dari 2000 MW. Dengan spesifikasi tersebut maka pilihan teknologi yang dianggap paling tepat adalah dengan menggunakan sistem transmisi HVDC (*High Voltage Direct Current*).

Karakteristik Umum Beban Listrik

Tujuan utama dari sistem distribusi tenaga listrik adalah mendistribusikan tenaga

listrik dari gardu induk atau sumber ke sejumlah pelanggan atau beban. Suatu faktor utama yang paling penting, dalam perencanaan sistem distribusi adalah karakteristik dari berbagai beban. Karakteristik beban diperlukan agar sistem tegangan dan pengaruh termis dari pembebanan dapat dianalisis dengan baik. Analisis tersebut termasuk dalam menentukan keadaan awal yang akan di proyeksikan dalam perencanaan selanjutnya. Penentuan karakteristik beban listrik suatu gardu distribusi sangat penting artinya untuk mengevaluasi pembebanan gardu distribusi tersebut, ataupun dalam merencanakan suatu gardu distribusi yang baru. Karakteristik beban ini sangat memegang peranan penting dalam memilih kapasitas transformator secara tepat dan ekonomis. Di lain pihak sangat penting artinya dalam menentukan rating peralatan pemutus rangkaian, analisa rugi-rugi dan menentukan kapasitas pembebanan dan cadangan tersedia dan suatu gardu. Karakteristik beban listrik suatu gardu sangat tergantung pada jenis beban yang dilayaninya.

Kebutuhan (demand) listrik

Kebutuhan sistem listrik adalah beban pada terminal terima secara rata-rata dalam suatu selang (interval) waktu tertentu. Beban tersebut bisa dalam satuan Ampere, kiloAmpere, kiloWatts dan kiloVoltAmpere. Kebutuhan beban listrik pada suatu daerah tergantung dari keadaan penduduk, pertumbuhan ekonomi, rencana pengembangannya dalam waktu dekat dan waktu yang akan datang. Sehingga kebutuhan mendatang sangat bergantung pada faktor-faktor yang dapat diketahui tersebut.

Beban Terpasang (Connected Load)

Beban terpasang dari suatu sistem adalah jumlah total daya dari seluruh peralatan sesuai dengan KW atau KVA yang tertulis pada papan nama (name plat) peralatan yang akan dilayani oleh sistem tersebut.

Beban Rata-Rata

Beban rata-rata (Br) didefinisikan sebagai perbandingan antara energi yang terpakai dengan waktu pada periode. Atau dituliskan menurut persamaan 1 periode tahunan :

$$Br = \frac{\text{kWh yang terpakai selama tahun}}{365 \times 24}$$

Beban Puncak (Peak Load)

Beban Puncak (Pmax) adalah nilai terbesar dari pembebanan sesaat pada suatu interval demand tertentu

Faktor Beban (load factor)

Faktor beban adalah perbandingan antara beban rata-rata terhadap beban puncak yang diukur dalam suatu periode tertentu. Beban rata-rata dan beban puncak dapat dinyatakan dalam kilowatt, kilovolt-ampere, ampere dan sebagainya, tetapi satuan dari keduanya harus sama. Faktor beban dapat dihitung untuk periode tertentu biasanya dipakai harian, bulanan atau tahunan. Beban puncak yang dimaksud disini adalah beban puncak sesaat atau beban puncak rata-rata dalam interval tertentu (demand maksimum), pada umumnya dipakai demand maksimum 15 menit atau 30 menit. Definisi dari faktor beban ini dapat dituliskan dalam persamaan berikut ini:

$$Br = \frac{\text{Beban rata-rata}}{\text{Beban Puncak}}$$

Faktor beban dapat diketahui dari kurva bebannya. Sedangkan untuk perkiraan besaran faktor beban di masa yang akan datang dapat didekati dengan kata data statistik yang ada berdasarkan jenis bebannya.

Bila diterapkan pada pusat pembangkit maka di dapat, menurut definisi :

Faktor Penilaian Beban

Faktor-faktor penilaian beban adalah faktor yang dapat memberikan gambaran mengenai karakteristik beban, baik dari segi kuantitas pembebanannya maupun dari segi kualitasnya. Faktor-faktor ini sangat berguna dalam meramalkan karakteristik beban masa datang

atau dalam menentukan efek pembebanan terhadap kapasitas sistem secara menyeluruh.

Faktor Keragaman (Diversity Factor)

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

Faktor Keserempakan (Coincidence Factor)

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

Peramalan Beban

Peramalan energi listrik sangat diperlukan untuk memperkirakan kebutuhan energi listrik beberapa tahun kedepan. Peramalan pada dasarnya merupakan suatu dugaan atau prakiraan mengenai terjadinya suatu kejadian atau peristiwa dimasa yang akan datang. Dengan meninjau secara umum pendekatan yang digunakan dalam menghitung kebutuhan energi, maka pemakai (konsumen) listrik dikelompokkan menjadi empat konsumen mengikuti pengelompokan beban di PT PLN (Persero) yaitu:

- Sektor Rumah Tangga (R).
- Sektor Komersial (B).
- Sektor Industri (I).
- Sektor Publik (P)

Ke empat pengelompokan tersebut akan mendasari segala bentuk perkiraan kebutuhan energy listrik di PT PLN (Persero) Distribusi Bali

Metode Peramalan Beban

Beberapa metode yang dapat digunakan untuk menghitung prakiraan beban antara lain yaitu metode analitis, ekonometri dan gabungan. Setelah pemilihan metode lalu dilakukan pembuatan model yang akan mempresentasikan data dan informasi menjadi suatu fungsi

matematis untuk menghitung proyeksi kebutuhan daya listrik. Dalam hal ini pendekatan yang digunakan dalam menghitung kebutuhan listrik adalah dengan model yang meninjau secara umum (makro) dengan menyederhanakan variabel yang mempengaruhi penjualan energi listrik. Korelasi antara satu variabel dengan variabel yang lain merupakan informasi kuantitatif dengan menerapkan tiga kondisi sebagai berikut ini :

- a. Tersedia informasi tentang masa lalu (historis),
- b. Informasi tersebut dapat dikuantitatifkan dalam bentuk data numerik,
- c. Dapat diasumsikan bahwa beberapa aspek pola masa lalu akan terus berlanjut di masa mendatang. Kondisi terakhir ini dikenal sebagai asumsi berkesinambungan (assumption of continuity).

METODE ANALISIS

Metode ini dibangun berdasarkan data dari analisa penggunaan akhir tenaga listrik pada setiap konsumen pemakai. perolehan data merupakan hasil survei ke lapangan. Pada umumnya data diperlukan ialah data yang memberi gambaran penggunaan peralatan listrik di masyarakat atau kemampuan masyarakat membeli peralatan listrik. Keuntungan metode ini ialah hasil prakiraan merupakan hasil simulasi dari penggunaan tenaga listrik dimasyarakat, sederhana dan mengurangi masalah validitas parameter model. Dan sebaliknya metode ini tidak tanggap terhadap perubahan parameter ekonomi, sebagai contoh pengaruh kenaikan tarif listrik, pendapatan (PDRB) dan sebagainya.

Metode Ekonometri

Suatu metode yang dibangun dengan mengikuti indikator indikator ekonomi. Prakiraan beban ini didasarkan adanya hubungan antara penjualan energi listrik dan beban puncak dengan beberapa variabel ekonomi seperti pendapatan (Produk Domestik regional Bruto), harga dan

penggunaan peralatan listrik. Saling ketergantungan ini dapat di tulis secara matematis sebagai berikut;

Penjualan atau beban puncak = $f(\text{pendapatan, harga dan penggunaan peralatan listrik})$

Metode ekonometri ini cocok diterapkan untuk suatu kasus, misalnya hanya berlaku untuk suatu daerah atau wilayah.

Metode Gabungan

Metode gabungan merupakan gabungan dan metode analitis dan ekonometri. Metode dikembangkan berdasarkan keadaan sosioekonomi dan penggunaan akhir tenaga listrik disuatu daerah atau wilayah.

Peramalan dengan Aplikasi Simple-E (Simple Econometric Simulation System, for Excel)

Simple E merupakan suatu tools yang ditambahkan untuk aplikasi Excel, simple E dapat digunakan untuk peramalan beban dengan metode Ekonometri, simple E merupakan digunakan sebagai pengganti aplikasi DKL yang merupakan aplikasi peramalan beban yang digunakan oleh PLN sebelumnya secara garis besar Simple-E memiliki kelebihan antara lain :

- Tools berbasis ilmu statistik
- Berbentuk modul yang disisipkan kedalam excel
- Untuk membuat forecast
- Menggunakan metode regresi
- Disediakan beberapa pilihan model regresi
- Indikator statistik langsung ditampilkan
- Grafik mudah dibuat
- Mudah dalam analisa
- Dapat dipertanggung jawabkan secara ilmu statistik
- Digunakan di DJLPE untuk RUKN dan perusahaan besar listrik di Jepang

Konsep dasar dalam aplikasi simple E :

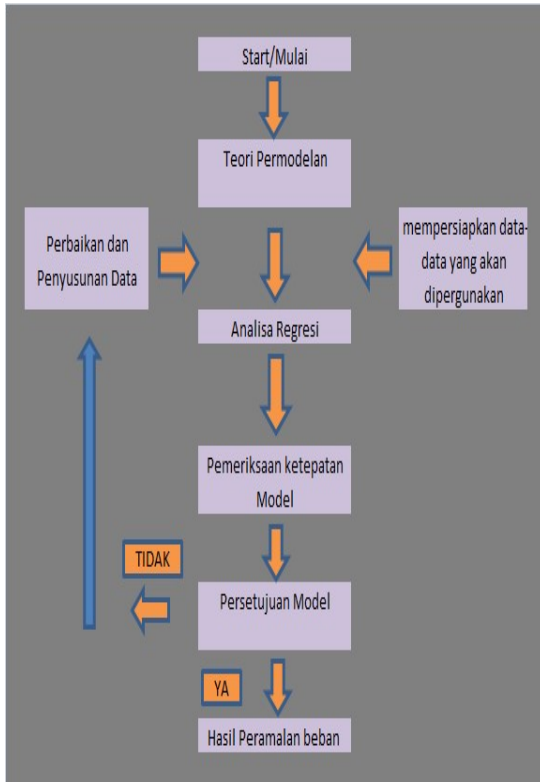
File aplikasi Simple E Expanded adalah sebuah file kerja Excel yang terdiri dari tiga kertas

kerja”sheet” yaitu Data, Model dan Simulasi. Simple E tidak dapat berfungsi tanpa ketiga kertas kerja tersebut. Ada tiga proses dari input data sampai simulasi, yaitu :

- Cek Model
- Penyelesaian Model dan
- Simulasi

Setelah data disusun dan dimasukkan table/ worksheet dilanjutkan pemilihan model dari menu yang ada dan diadakan simulasi.

Hasil indikator statistik dapat diketahui. dari percobaan pemilihan beberapa model untuk satu macam deret data dapat dibandingkan indicator statistic yang paling cocok/ fit untuk suatu model.



Gambar 2.8 Alur Perhitungan Simple E

Analisa runtun waktu :

Merupakan analisa yang dilakukan terhadap pola data di masa lalu yang mungkin akan berulang di masa mendatang

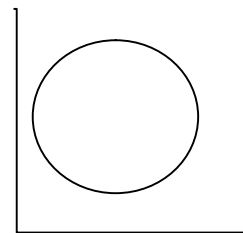
Dengan analisa data runtun waktu akan terlihat empat komponen yang mempengaruhi suatu

pola data masa lalu dan sekarang, yang cenderung berulang dimasa mendatang Empat komponen yang ditemukan dalam analisis runtun waktu adalah:

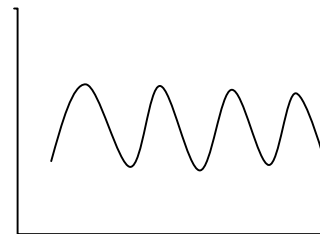
- Trend, yaitu komponen jangka panjang yang mendasari pertumbuhan (atau penurunan) suatu data runtun waktu.



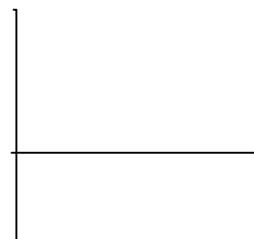
- Siklikal (cyclical), yaitu suatu pola fluktuasi atau siklus dari data runtun waktu akibat perubahan kondisi ekonomi.



- Musiman (seasonal), yaitu fluktuasi musiman yang sering dijumpai pada data kuartalan, bulanan atau mingguan.



- Stationer, yaitu pola data statis dari waktu ke waktu dan tidak ada perubahan



Asumsi Dalam Prakiraan Kebutuhan Tenaga Listrik

Penyusunan prakiraan kebutuhan listrik dibuat dengan menggunakan software Simple-E. Software tersebut memperhitungkan pertumbuhan ekonomi dan pertumbuhan penduduk sebagai driver pertumbuhan kebutuhan listrik. Pendekatan yang digunakan merupakan kombinasi antara ekonometri dan analisa kecenderungan secara statistik. Model prakiraan beban ini membagi konsumen dalam empat kategori/kelompok berdasarkan karakteristik pemakaiannya dan faktor-faktor yang mempengaruhi permintaannya, yaitu rumah tangga, komersil, publik, dan industri.

Simple-E sendiri merupakan suatu sistem simulasi terpadu yang dikembangkan dari sistem ekonometrik, proses perhitungannya menggunakan model regresi dan model forecast yang tahapan pengoperasiannya secara otomatis dan pada waktu proses bersamaan

Data-Data Badan Pusat Statistik (BPS) sebagai inputan simple E

1. Pertumbuhan Ekonomi BPS Provinsi Bali

Pertumbuhan perekonomian di wilayah PT PLN (Persero) Distribusi Bali selama 10 tahun terakhir yang dinyatakan dalam Produk Domestik Regional Bruto (PDRB) dengan harga konstan tahun 2000 mengalami kenaikan rata-rata 4.96 % per-tahun, pertumbuhan tahun 2002 adalah sebesar 2.93% sedangkan pertumbuhan ekonomi pada tahun 2011 adalah sebesar

6.1 %. Pertumbuhan ekonomi dari tahun 2002 sampai dengan tahun 2011 diperlihatkan pada Tabel 3-1 berikut ini :

Tabel 3-1 : Tabel Realisasi Pertumbuhan Ekonomi Tahun 2002-2011

TAHUN	PDRB TOTAL	PDRB TANPA OIL	GROWTH
2000	17,854,381	17,854,381	
2001	18,484,097	18,484,097	3.41%
2002	19,042,171	19,042,171	2.93%
2003	19,720,300	19,720,300	3.44%
2004	20,771,652	20,771,652	5.06%
2005	21,926,962	21,926,962	5.27%
2006	23,084,300	23,084,300	5.01%
2007	24,449,886	24,449,886	5.59%
2008	25,910,326	25,910,326	5.64%
2009	27,290,946	27,290,946	5.06%
2010	28,882,494	28,882,494	5.51%
2011	30,757,776	30,757,776	6.10%

Walalupun terjadi krisis financial global pada tahun 2008, Perekonomian di wilayah PT PLN (Persero) Distribusi Bali pada tahun 2008 mengalami pertumbuhan sebesar 5.06%, sementara laju pertumbuhan ekonomi pada tahun 2011 sebesar 6,1 %, krisis financial global tahun 2008 awalnya terjadi di Amerika Serikat dan kini berimbas pada perekonomian Indonesia. Namun dalam perspektif perencanaan jangka panjang, peristiwa-peristiwa ekstrim yang tidak biasa dan bersifat temporer lazimnya tidak mengubah proyeksi jangka panjang.

Krisis finansial global yang terjadi mulai tahun 2008 diperkirakan tidak akan berdampak pada perekonomian di Bali hal itu terlihat dari masih normalnya laju pariwisata di Bali, sehingga diprediksi tidak berpengaruh banyak terhadap pertumbuhan ekonomi jangka panjang.

2. Pertumbuhan Penduduk & Rumah Tangga

Berdasarkan Data Statistik dari Badan Pusat Statistik Provinsi Bali tahun 2011 bahwa jumlah penduduk di wilayah PT PLN (Persero) Distribusi Bali pada tahun 2011 adalah sebesar 3989 ribu orang, sedangkan jumlah rumah tangga pada tahun 2011 adalah sebesar 929,1 ribu KK. Dengan demikian jumlah orang per-rumah adalah rata-rata sebesar 4.29 orang per-

rumah pada tahun 2011. Pada Tabel 3-2, 3-3, 3-4 berikut ini dapat dilihat jumlah penduduk dan rumah tangga di wilayah PT PLN (Persero) Distribusi Bali selama 10 tahun terakhir.

Tabel 3-2 : Tabel Realisasi Pertumbuhan Rumah Tangga Tahun 2002-2011

TAHUN	JUMLAH PENDUDUK x 1000	PERTUMBUHAN PENDUDUK
2000	2998.8	
2001	3048.3	1.63%
2002	3090.5	1.36%
2003	3139.0	1.55%
2004	3179.9	1.29%
2005	3247.8	2.09%
2006	3310.3	1.89%
2007	3372.9	1.86%
2008	3409.9	1.08%
2009	3472.0	1.79%
2010	3890.8	10.76%
2011	3989.0	2.46%
2012	4023.8	0.86%

Tabel 3-3 : Tabel Realisasi Rumah Tangga Tahun 2002-2011

TAHUN	JUMLAH RUMAH TANGGA x 1000	PERTUMBUHAN RT
2000	693.1	
2001	714.3	2.97%
2002	731.4	2.34%
2003	746.1	1.97%
2004	761.3	1.99%
2005	796.2	4.38%
2006	815.1	2.32%
2007	833.8	2.25%
2008	858.5	2.87%
2009	879.7	2.41%
2010	896.7	1.90%
2011	929.1	3.49%
2012	1064.8	12.75%

Tabel 3-4 : Tabel Realisasi Jumlah orang per Rumah Tangga Tahun 2002-2011

TAHUN	JUMLAH ORANG PER RT
2000	4.33
2001	4.27
2002	4.23
2003	4.21
2004	4.18
2005	4.08
2006	4.06
2007	4.05
2008	3.97
2009	3.95
2010	4.34
2011	4.29
2012	3.78

Pertumbuhan penduduk 5 tahun ke depan atau tahun 2013 sampai dengan 2017 adalah merujuk pada “Proyeksi Penduduk Indonesia 2010-2035” dari Badan Pusat Statistik (BPS) BAPPENAS. Dari proyeksi tersebut, asumsi pertumbuhan penduduk yang digunakan selama lima tahun ke depan adalah rata-rata sebesar 1.1% per-tahun.

Tabel 3-5 : Tabel Asumsi Pertumbuhan Penduduk Bappenas 2013-2017

TAHUN	PERTUMBUHAN PENDUDUK
2013	1.40
2014	1.10
2015	1.04
2016	1.01
2017	0.97

Jumlah orang per-rumah tangga diasumsikan menurun dari 3.78 orang pada tahun 2013 menjadi 3.5 orang pada tahun 2017 per-rumah tangga. Pada Tabel 3-6, 3-7, berikut ini dapat dilihat perkiraan pertumbuhan rumah tangga untuk wilayah PT PLN (Persero) Distribusi Bali lima tahun mendatang.

Tabel 3-6 : Tabel Asumsi Pertumbuhan Jumlah Rumah Tangga Tahun 2013-2017

TAHUN	PERTUMBUHAN RT
2013	1.31
2014	2.61
2015	2.61
2016	2.60
2017	2.59

Tabel 3-7 : Tabel Asumsi Jumlah orang per rumah Tangga Tahun 2013-2017

TAHUN	JML ORANG/RT
2013	3.78
2014	3.73
2015	3.67
2016	3.61
2017	3.56
2018	3.50

3. Data Jumlah Pelanggan Listrik 2002-2011

Berdasarkan Data Pengusahaan PLN Distribusi Bali tahun 2002-2011 bahwa jumlah Pelanggan di wilayah PT PLN (Persero) Distribusi Bali pada tahun 2011 adalah sebesar 838.700 orang. Atau dapat dikatakan meningkat sebesar 7% dari jumlah pelanggan tahun 2010 sebesar 783.825. Pada Tabel 3-8 berikut ini dapat dilihat jumlah pelanggan per jenis tarif di wilayah PT PLN (Persero) Distribusi Bali Dalam rentang waktu 2002-2011.

Tabel 3-8 : Tabel Jumlah Pelanggan Listrik PLN Bali 2002-2011

Tahun	Residential	Bisnis	Publik	Industri	Total
2002	552,582	45,292	20,301	645	618,820
2003	569,807	47,376	21,144	617	638,944
2004	587,705	49,337	22,673	608	660,323
2005	607,287	52,208	23,676	623	683,794
2006	616,588	55,570	24,601	616	697,375
2007	632,209	59,055	25,545	619	717,428
2008	645,356	63,590	26,330	663	735,939
2009	656,299	67,169	26,861	665	750,994
2010	683,567	72,159	27,444	655	783,825
2011	729,153	80,398	28,499	650	838,700

4. Data Jumlah Energi Jual 2002-2011

Sama halnya dengan dengan jumlah pelanggan energy jual PLN Distribusi Bali juga meningkat dari tahun ke tahun, Berdasarkan Data Pengusahaan PLN Distribusi Bali tahun 2002-2011 bahwa jumlah energy terjual di wilayah PT PLN (Persero) Distribusi Bali pada tahun 2011 adalah sebesar 3224 GWh. yaitu meningkat sebesar 4% dari jumlah energy penjualan listrik tahun 2010 sebesar 3090 Gwh Pada Tabel 3-9 berikut ini dapat dilihat jumlah energy jual listrik per jenis tarif di wilayah PT PLN (Persero) Distribusi Bali Dalam rentang waktu 2002-2012.

Tabel 3-9 : Tabel Jumlah Energi Jual Listrik PLN Bali 2002-2011 (dalam GWh)

Tahun	Residential	Bisnis	Publik	Industri	Total
2002	752.8	751.9	76.4	72.8	1,653.8
2003	745.2	754.2	97.4	73.4	1,670.2
2004	838.4	878.6	102.3	76.4	1,895.8
2005	920.8	957.5	133.1	83.2	2,094.7
2006	951.9	938.7	145.9	88.5	2,125.0
2007	1,035.2	1,083.3	160.9	95.6	2,375.0
2008	1,095.5	1,189.8	165.4	100.4	2,551.1
2009	1,201.2	1,304.4	173.3	109.7	2,788.6
2010	1,316.0	1,465.5	193.4	116.0	3,090.9
2011	1,419.6	1,482.3	205.8	116.3	3,224.0

Tabel 3-10 : Tabel Jumlah daya tersambung PLN Bali 2002-2011 (dalam MVA)

Tahun	Residential	Bisnis	Publik	Industri	Total
2002	481.7	394.2	46.8	41.4	964.1
2003	506.5	412.0	54.2	38.8	1,011.5
2004	536.3	437.8	60.4	37.7	1,072.1
2005	575.8	460.1	73.7	40.3	1,149.8
2006	597.8	479.4	79.3	41.2	1,197.6
2007	638.9	524.5	85.5	42.9	1,291.7
2008	677.0	575.8	92.8	48.0	1,393.7
2009	718.1	620.3	97.1	48.8	1,484.2
2010	784.2	668.6	103.8	49.2	1,605.9
2011	891.0	762.3	114.2	57.6	1,824.9

5. Data Jumlah Daya Tersambung 2002-2011

Berdasarkan Data Perusahaan PLN Distribusi Bali tahun 2002-2011 bahwa jumlah daya tersambung di wilayah PT PLN (Persero) Distribusi Bali pada tahun 2011 adalah sebesar 1824 MVA. yaitu meningkat sebesar 12 % dari jumlah daya tersambung pada tahun 2010 sebesar 1605 MVA . Pada Tabel 3-10 berikut ini dapat dilihat jumlah daya tersambung per jenis tarif di wilayah PT PLN (Persero) Distribusi Bali Dalam rentang waktu 2002-2011.

6. Data dan Model dalam simple E

Simbol-Simbol data input dalam simple E dapat dilihat pada table dibawah

Pelanggan	
TOTAL	PTOT
Rumah Tangga	PRTG
Bisnis	PBIS
Publik	PPUB
Industri	PIND

PDRB GOLONGAN TARIF	
RUMAH TANGGA	PDRBRES
BISNIS	PDRBBIS
PUBLIK	PDRBPUB
INDUSTRI	PDRBIND

Energi Jual	
TOTAL	ETOT
Rumah Tangga	ERTG
Bisnis	EBIS
Publik	EPUB
Industri	EIND

Power Contracted	
TOTAL	PCTOT
Rumah Tangga	PCRTG
Bisnis	PCBIS
Publik	PCPUB
Industri	PCIND

Elektrifikasi	
Ratio Elektrifikasi PLN	RELEC
Ratio Elektrifikasi Non PLN	RENON
Pelanggan non PLn	PRTNON
RE TOTAL	RETOT

7. Output Simple E

Untuk data output simple E dibuat seperti bentuk yang biasa digunakan di PLN Distribusi Bali yang berisikan prediksi jumlah pelanggan, prediksi Energi Jual, prediksi Daya Tersambung dan prediksi Beban Puncak serta Rasio Elektrifik

8. Prakiraan Kebutuhan Tenaga Listrik 2013-2017

Dengan menggunakan asumsi-asumsi pada butir 3.1. Kebutuhan tenaga listrik selanjutnya diproyeksikan dan hasilnya merupakan penjualan tenaga listrik, daya tersambung, dan jumlah pelanggan listrik yang dikelompokkan dalam sektor rumah tangga, komersil, publik, dan industri. Rasio elektrifikasi dapat diproyeksikan dengan membandingkan proyeksi jumlah pelanggan rumah tangga dengan proyeksi jumlah rumah tangga selama sepuluh tahun ke depan.

9. Proyeksi Jumlah Pelanggan Listrik 2013-2017

Prediksi jumlah pelanggan listrik pada tahun 2013 adalah sebesar 991.517 pelanggan. Proyeksi jumlah pelanggan listrik pada tahun 2017 adalah sebesar 1.288.056 pelanggan atau bertambah rata-rata per-tahun sebesar 59.307 pelanggan. Proyeksi jumlah pelanggan listrik dari tahun 2013 sampai dengan 2017 diperlihatkan pada Tabel 3-11 berikut ini :

Tabel 3-11 : Tabel Proyeksi Jumlah Pelanggan Tahun 2013-2017

TAHUN	JUMLAH PELANGGAN				
	RESIDENTIAL	BISNIS	PUBLIK	INDUSTRI	TOTAL
2013	834,446	100,923	32,842	726	991,517
2014	898,740	109,066	35,492	784	1,071,517
2015	965,823	116,449	37,895	837	1,144,055
2016	1,035,697	123,970	40,343	891	1,217,950
2017	1,111,784	133,285	42,081	905	1,288,056

10. Proyeksi Penjualan Energi Listrik 2013-2017

Prediksi penjualan tenaga listrik pada tahun 2013 pada kondisi normal adalah sebesar 3.785 GWh. Selanjutnya penjualan tenaga listrik pada tahun 2017 adalah sebesar 5339 GWh. Proyeksi penjualan tenaga listrik dari tahun 2013 sampai dengan 2017 diperlihatkan pada Tabel 3-12 dan Pada grafik 3-1 diperlihatkan grafik proyeksi penjualan tenaga listrik 2013-2017 berikut ini

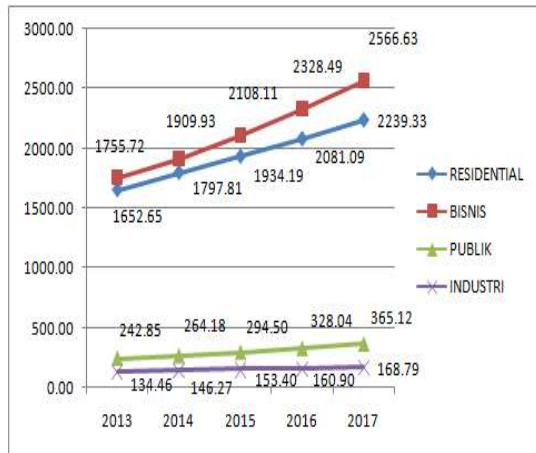
Tabel 3-12 : Tabel Proyeksi Penjualan Tenaga Listrik Tahun 2011-2016

ENERGI JUAL					
TAHUN	RESIDENTIAL	BISNIS	PUBLIK	INDUSTRI	TOTAL
2013	1652.65	1755.72	242.85	134.46	3785.67
2014	1797.81	1909.93	264.18	146.27	4118.19
2015	1934.19	2108.11	294.50	153.40	4490.20
2016	2081.09	2328.49	328.04	160.90	4898.52
2017	2239.33	2566.63	365.12	168.79	5339.87

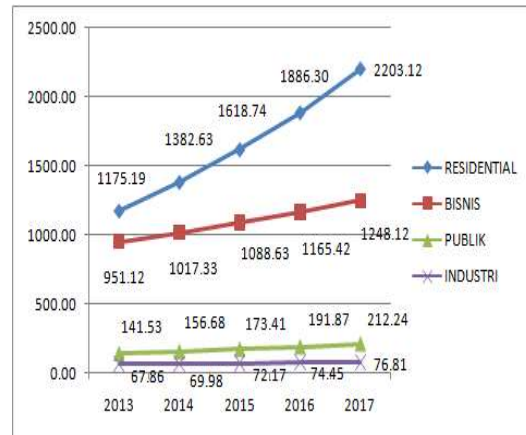
Tabel 3-13: Tabel Proyeksi Daya Tersambung Tahun 2013-2017

DAYA TERSAMBUNG					
TAHUN	RESIDENTIAL	BISNIS	PUBLIK	INDUSTRI	TOTAL
2013	1175.19	951.12	141.53	67.86	2335.71
2014	1382.63	1017.33	156.68	69.98	2626.63
2015	1618.74	1088.63	173.41	72.17	2952.95
2016	1886.30	1165.42	191.87	74.45	3318.04
2017	2203.12	1248.12	212.24	76.81	3740.29

Grafik 5-2 : Grafik Proyeksi Prakiraan Penjualan Tenaga Listrik Tahun 2013-2017



Grafik 5-2 : Grafik Proyeksi Prakiraan Daya Tersambung Tahun 2013-2017



11. Proyeksi Daya Tersambung

Prediksi daya tersambung pada tahun 2011 adalah sebesar 2227MVA. Proyeksi daya tersambung pada tahun 2016 sebesar 1.907,94 MVA atau bertambah rata-rata per-tahun sebesar 2915 MVA. Proyeksi daya tersambung dari tahun 2013 sampai dengan 2017 diperlihatkan pada Tabel 3-13 dan Pada grafik 3-2 diperlihatkan grafik proyeksi Daya Tersambung 2013-2017

Proyeksi rasio elektrifikasi diharapkan sudah mencapai 100% di tahun 2020. Hal ini mengacu pada Visi 75-100 yaitu rasio elektrifikasi 100% pada tahun 2020. Proyeksi rasio elektrifikasi pada tahun 2017 yaitu sebesar 90%, terlihat pada table 3-14 dibawah ini. Hal ini mengindikasikan niat PLN yang sangat kuat untuk menyediakan listrik bagi seluruh rakyat di wilayah kerja PT PLN (Persero) Distribusi Bali.

Tabel 3-14 : Tabel Proyeksi Rasio Elektrifikasi Tahun 2013-2017

TAHUN	JML PELANGGAN R	JUMLAH RT	RE(%)
2013	834,446	1,078,793	77%
2014	898,740	1,106,973	81%
2015	965,823	1,135,889	85%
2016	1,035,697	1,165,447	89%
2017	1,111,784	1,195,658	93%

Prediksi beban puncak pada tahun 2013 adalah sebesar 711 MW dengan faktor beban sebesar 64.1 %. Proyeksi beban puncak pada tahun 2017 adalah sebesar 948 MW dengan faktor beban 65.2 % Proyeksi beban puncak dan faktor beban dari tahun 2013 sampai dengan 2017 diperlihatkan pada Tabel 5-14 berikut ini :

Tabel 3-15 : Tabel Proyeksi Beban Puncak 2013-2017

TAHUN	LOAD FAKTOR	BEBAN PUNCAK	GROWTH BP
2013	64.00	711.4	
2014	63.50	779.9	9%
2015	63.47	850.6	8%
2016	63.45	928.2	8%
2017	63.42	1012.2	8%

.Hasil Uji Statistik Untuk Jumlah Pelanggan

Tabel 3-16 : Tabel uji statistic Jumlah Pelanggan Tahun 2013-2017

HASIL UJI STATISTIK JML PELANGGAN				
JENIS UJI	RESIDENTIAL	BISNIS	PUBLIK	INDUSTRI
DW		1.41	0.81	0.75
T-VALUE		2.2	2.2	2.2
R SQUARE		0.994	0.99	0.798
AR		0.992	0.986	0.706

Hasil Uji Statistik Untuk Energi Jual

Secara uji statistic pertumbuhan energy jual masih sangat baik seperti terlihat pada table di bawah

Tabel 3-17 : Tabel uji statistic Energi Penjualan Tahun 2013-2017

HASIL UJI STATISTIK ENERGI JUAL				
JENIS UJI	RESIDENTIAL	BISNIS	PUBLIK	INDUSTRI
DW	2	2.18	2.23	1.81
T-VALUE	2.26	2.26	2.26	2.26
R SQUARE	0.993	0.985	0.995	0.964
AR	0.991	0.98	0.994	0.952

Hasil Uji Statistik Untuk Daya tersambung

Secara uji statistic pertumbuhan daya tersambung pelangga Residential, Bisnis, Publik masih sesuai namun untuk Pelanggan Industri masih belum memenuhi uji statistij seperti terlihat pada table di bawah

Tabel 3-18 : Tabel uji statistic Daya Tersambung Tahun 2013-2017

HASIL UJI STATISTIK DAYA TERSAMBUNG				
JENIS UJI	RESIDENTIAL	BISNIS	PUBLIK	INDUSTRI
DW	1.04	0.66	1.22	0.86
T-VALUE	2.2	2.2	2.2	2.31
R SQUARE	0.993	0.996	0.993	0.68
AR	0.993	0.996	0.992	0.552

KESIMPULAN

Dari data yang diperoleh, pengolahan data serta analisa dan pembahasan diperoleh beberapa kesimpulan antara lain:

- Prakiraan penjualan listrik hasil simulasi program Simple E lima tahun ke depan tumbuh sekitar 8,2% per tahun, pertumbuhan ini sudah cukup ideal karena sudah di atas pertumbuhan ekonomi Bali

yang diprediksi tumbuh sekitar 6 sampai 7% per tahun.

- Prakiraan pertumbuhan pelanggan listrik hasil simulasi program Simple E lima tahun ke depan tumbuh rata-rata pertahun sebesar sekitar 59.000 pelanggan. pertumbuhan ini sudah masih dibawah pertumbuhan jumlah pelanggan di tahun 2011. Namun jika melihat potensi perkembangan pelanggan yang semakin tahun akan semakin jenuh maka prediksi ini masih layak dijadikan acuan
- Prakiraan keperluan daya tersambung listrik hasil simulasi program Simple E sepuluh tahun ke depan tumbuh sekitar 12% per tahun, pertumbuhan ini sudah cukup ideal untuk menopang kesiapan PLN dalam memprediksi kesiapan anggaran investasi untuk membangun insfrastruktur jaringan di tahun-tahun mendatang
- Pertumbuhan beban puncak system bali hasil simulasi program simple E 5 tahun kedepan diprediksi tumbuh sekitar 8% pertahun
- Hasil uji statistic dari perkiraan pertumbuhan energy jual sudah sangat baik, baik dari pertumbuhan penjualan sector residential, bisnis, social dan industri
- Hasil uji statistic dari perkiraan pertumbuhan pelanggan sudah sangat baik, baik dari pertumbuhan penjualan sector residential, bisnis, social dan industri
- Hasil uji statistic dari perkiraan pertumbuhan energy jual sudah sangat baik, baik dari pertumbuhan penjualan sector residential, bisnis, social dan industri

SARAN

Dari uraian kesimpulan diatas ada beberapa saran yang dapat diberikan antara lain:

- Perlu kajian lebih lanjut untuk mengantisipasi pertumbuhan energy jual, pertumbuhan pelanggan dan beban puncak.
- PLN perlu aktif secara terus menerus memperbaharui informasi daftar tunggu

(calon pelanggan seluruhnya dari yang orde MVA kecil sampai orde MVA besar) dan informasi captive power terutama dari pelanggan Industri. Sehingga prakiraan beban teoritis dari simulasi program digabung realita kebutuhan lapangan dapat memberi gambaran yang lebih riil mengenai kebutuhan anggaran perusahaan, baik investasi maupun operasional demi melayani kelistrikan masyarakat sebaik-baiknya

DAFTAR PUSTAKA

1. Gonen, T., 1986, *Electric Power Distribution System Engineering* McGraw-Hill Inc, New York.
2. Basri, Hasan, 1997, *Sistem Distribusi Daya Listrik*, ISTN, Jakarta.
3. Politeknik Negeri Bali, 2005, *Standar Konstruksi Jaringan Distribusi PT PLN (Persero) Distribusi Bali*, Bali.
4. Standar PLN 52 : 1983, *Standar Pola Pengamanan Sistem Bagian tiga : Sistem Distribusi 6 kV dan 20 kV*.
5. Standar PLN 72 : 1987, *Standar Spesifikasi Desain untuk Jaringan Tegangan Menengah (JTM) dan Jaringan Tegangan Rendah (JTR)*.