

PREDIKSI BEBAN JANGKA PENDEK BANGUNAN MENGGUNAKAN METODE LINIER REGRESSION DAN EXPONENTIAL SMOOTHING

¹Salahuddin

¹Jurusan Teknik Elektro, Fakultas Teknik Universitas Malikussaleh
Kampus Cot Teungku Nie-Reuleut Kecamatan Muara Batu-Aceh Utara
E-mail : salahuddin_upm@yahoo.co.id

Abstrak— Persoalan untuk memperoleh prediksi yang akurat dari konsumsi listrik telah banyak dibahas oleh banyak peneliti-peneliti sebelumnya. Berbagai teknik telah digunakan seperti metode statistik, time-series, metode heuristik dan banyak lagi. Apapun teknik yang digunakan, akurasi prediksi tergantung pada ketersediaan data historis serta pemilihan data yang tepat. Bahkan data yang kompleks, harus dipilih sehingga akurasi prediksi dapat ditingkatkan. Paper ini menggunakan data historis sebagai penelitian untuk menguji data historis konsumsi listrik bangunan. Metode Exponential Smoothing (ES) dan Linier Regression (LR) digunakan untuk membandingkan ketepatan akurasi perkiraan. Hasil penelitian menunjukkan ketetapan akurasi prediksi menggunakan metode Exponential Smoothing (ES) lebih akurat dibandingkan metode Linier Regression apabila menggunakan jumlah data penelitian yang sedikit. Sebaliknya metode Linier Regression menunjukkan ketepatan akurasi perkiraan bila menggunakan jumlah data yang banyak.

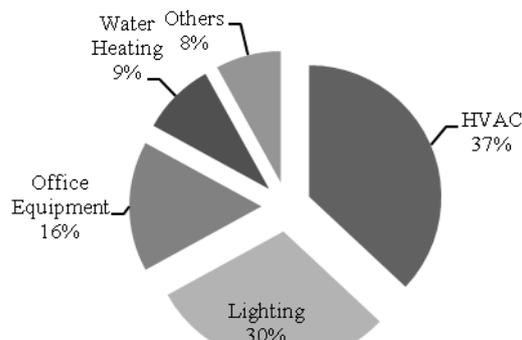
Kata kunci: *Prediksi konsumsi listrik, Data historis, Ketepatan akurasi prediksi, Exponential Smoothing, Linier regression*

1. PENDAHULUAN

Penggunaan listrik pada bangunan komersial telah berkembang pesat sejak dekade terakhir. Peningkatan jumlah bangunan memberikan kesan yang bagus untuk pembangunan negara, tetapi juga meningkatkan konsumsi energi. Statistik catatan dengan Komisi Energi dari Malaysia ('Suruhanjaya Tenaga') [1] menunjukkan bahwa 94% dari tenaga listrik di negara ini dihasilkan oleh bahan fosil. Bangunan, yang terdiri dari bangunan komersial dan residensial menggunakan 54% dari penggunaan total energi di negara itu. Bangunan komersial adalah kontributor utama dengan 33% sedangkan bangunan

perumahan adalah 21%. HVAC adalah konsumen terbesar listrik di bangunan komersial, diikuti oleh pencahayaan, dan peralatan kantor seperti yang diilustrasikan pada Gambar 1. Pengetahuan tentang penggunaan energi masa depan akan membawa manfaat besar bagi personil pemeliharaan bangunan komersial. Misalnya, pola penggunaan energi diperkirakan akan membantu mereka dalam menganalisis penggunaan energi masa depan bangunan dan karenanya berencana target utama untuk pelestarian energi.

Karena keragaman dan kompleksitas bangunan komersial serta pola penggunaan acak, memprediksi konsumsi listrik dari sebuah bangunan yang rumit. Berbagai teknik baru dan pendekatan telah terkonsentrasi untuk meningkatkan akurasi prediksi yang dilakukan oleh para peneliti. Dikatakan bahwa, apa pun teknik atau metode yang digunakan, akurasi prediksi tergantung pada ketersediaan data historis serta pemilihan data yang tepat. Dengan kata lain, data yang baik diperlukan untuk metode/ teknik untuk memprediksi secara akurat.



Gambar 1 Konsumsi listrik pada Bangunan Komersial

II. TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Resume Prediksi Konsumsi Listrik

Berbagai metode prediksi telah dikembangkan dalam literatur untuk memperkirakan konsumsi listrik di masa depan, baik untuk jangka pendek atau jangka panjang. Karena kompleksitas masalah, banyak peneliti telah menerapkan metode heuristik seperti Neural Network, Algoritma Genetika, Support Vector Machines dan lain-lain.

Menurut Weijie Mai et al. [2] dalam tulisannya mengusulkan penggunaan metode Radial Basis Function Neural Network (RBFNN) untuk memprediksi konsumsi energi per satuan waktu jam dari sebuah bangunan kantor komersial besar dengan menggunakan masukan data historis cuaca dan data konsumsi listrik bangunan. Sebuah bangunan kantor komersial di Shenzhen telah dipilih untuk studi kasus dan akurasi yang tinggi telah dibuktikan dalam metode validasi menggunakan data bangunan yang sebenarnya dalam berbagai kondisi cuaca.

Kalau menurut Kang Ji Li et al. [3] pada tulisannya menggunakan metode Hybrid Genetic Algorithm Berbasis Penyesuaian Jaringan Fuzzy Inference System (ANFIS-GA) dan metode Neural Networks (NN) sebagai studi banding untuk memprediksi konsumsi listrik bangunan. Data yang dikumpulkan dari prediksi konsumsi listrik gedung perpustakaan yang terletak di Universitas Zhejiang, Cina menunjukkan bahwa metode ANFIS-GA ini memberikan kinerja yang lebih baik dalam hal akurasi dibandingkan dengan prediksi ANN.

Lain lagi menurut Zhao et al. [4] dalam tulisannya dalam memprediksi konsumsi listrik dalam penelitiannya mereka menggunakan metode General Regression Neural Network (GRNN) untuk strategi konservasi konsumsi listrik bangunan. Data konsumsi listrik yang diambil dari bangunan kampus universitas di mulai dari Januari 2009 sampai dengan November 2011 dicatat dan digunakan dalam penelitian mereka. Hasil simulasi menunjukkan bahwa akurasi prediksi dan efisiensi terpenuhi.

Kemudian menurut Pedro A. Gonzalez et al. [5] dalam tulisannya mereka menyajikan perkiraan konsumsi listrik per satuan jam pada beberapa gedung dengan menggunakan masukan metode Artificial Neural Network (ANN) ditraining terlebih dahulu melalui metode algoritma hybrid. Hasil penelitian mereka menyatakan bahwa hasil yang baik dan akurat tercapai. BE kanan dan U. Teoman [6] menerapkan metode back propagasi Neural Network (BPNN) dalam memprediksi konsumsi listrik bangunan. Data konsumsi listrik pemanas dicatat dan dikumpulkan dari tiga gedung yang berbeda dan

selanjutnya digunakan untuk prediksi konsumsi listrik bangunan.

Menurut Ahmad Sukri et al. [7] dalam penelitiannya mengusulkan menggunakan metode Group Method of Data Handling (GMDH) dan Least Square Support Vector Machine (SVM LS). Dimana GMDH digunakan sebagai pengelompokkan data untuk mencapai akurasi yang lebih baik dalam memprediksi konsumsi listrik bangunan.

Sedangkan menurut Bing Dong et al. [8] dalam penelitiannya menggunakan Support Vector Machine (SVM) dan Neural Networks (NNS) untuk meramalkan konsumsi listrik bangunan di daerah tropis. Empat bangunan yang digunakan terletak di sekitar Central Business District di Singapura. Empat data bangunan yang dicatat dan dikumpulkan mulai dari bulan Oktober 1996 hingga bulan Oktober 1998. Data selama dua tahun tersebut digunakan untuk memprediksi konsumsi listrik bangunan. Hasil dari penelitian ini melaporkan bahwa kinerja metode Support Vector Machines (SVM), dalam hal ketepatan akurasi perkiraan dengan metode CV dan MSE lebih baik dan tepat daripada menggunakan metode perkiraan Neural Networks (NNS) dan Algoritma Genetik.

III. METODE STATISTIK UNTUK PREDIKSI

3.1 Metode Statistik untuk Prediksi Konsumsi Listrik

Metode statistik sangat memainkan peranan penting dalam penelitian. Ini memberikan teknik sederhana dalam mengklasifikasikan data dan penyajian data yang lebih mudah, sehingga data dapat lebih mudah dipahami. Metode statistik juga dapat membantu para peneliti untuk menyimpulkan apakah perbedaan yang diperoleh adalah signifikan. Apakah kesimpulan yang diambil cukup mewakili untuk memberikan kesimpulan terhadap populasi tertentu. teknik statistik juga dapat digunakan dalam pengujian hipotesis, mengingat tujuan penelitian secara umum adalah untuk menguji hipotesis yang telah dirumuskan, statistik dapat membantu peneliti dalam keputusan untuk menerima atau menolak hipotesis. Oleh karena itu, dalam memprediksi konsumsi listrik, metode statistik seperti; Exponential Smoothing (ES) dan Linier Regression (LR) telah dapat diterima secara luas.

3.1.1 Metode Exponential Smoothing (ES)[9]

Metode eksponensial smoothing (ES) adalah mengembalikan prosedur penuh melanjutkan peramalan pengamatan baru pada objek. Metode ini memberikan penekanan pada keutamaan penurunan cepat dalam pengamatan sebelumnya objek.

3.1.2 Metode Linear Regression (LR)[10]

Metode Linear Regression (LR) adalah metode statistik yang digunakan untuk membentuk bentuk hubungan antara variabel dependen (tergantung; respon; Y) dengan satu atau lebih variabel independen (independent, prediktor, X). Jika jumlah variabel independen hanya ada satu, yang disebut regresi linier sederhana, sedangkan jika ada lebih dari satu variabel independen, disebut sebagai regresi linier berganda.

Analisis regresi memiliki setidaknya tiga tujuan, yaitu untuk tujuan deskripsi fenomena data atau kasus yang sedang diuji, untuk tujuan mengendalikan, serta untuk tujuan prediksi. Regresi dapat menjelaskan fenomena data melalui pembentukan suatu bentuk hubungan numerik. Regresi juga dapat digunakan untuk melakukan pengawasan (kontrol) terhadap kasus atau hal-hal yang sedang diamati melalui penggunaan model regresi diperoleh. Selain itu, metode regresi juga dapat digunakan untuk melakukan prediksi terhadap variabel terikat. Namun perlu diingat, dalam konsep prediksi regresi hanya dapat dilakukan dalam rentang data variabel bebas yang digunakan untuk membentuk metode regresi.

3.2 Akurasi Prediksi

Akurasi adalah salah satu hal yang mendasar dalam prediksi, yaitu bagaimana mengukur kesesuaian dari set data yang diberikan. Akurasi dipandang sebagai kriteria penolakan untuk memilih metode prediksi. Metode yang akurat memberikan kesalahan prediksi minimum yang umumnya diukur melalui pengukuran kesalahan statistik berikut; i) Root Mean Square Error (RMSE) dan ii) Mean Relative Error (MRE).

3.2.1 Root Mean Square Error (RMSE)

RMSE adalah rata-rata perbedaan kuadrat antara nilai prediksi dengan data yang diamati (nilai sebenarnya). Penggunaan kelemahan RMSE adalah bahwa ia cenderung untuk menonjolkan perbedaan nilai yang besar karena squaring tersebut. Misalnya, ketika kesalahan peramalan untuk periode 1 dua kali lebih besar dari periode error 2, maka kesalahan persegi di periode pertama empat kali lebih besar dari kesalahan squared pada periode 2. Oleh karena itu, dengan menggunakan RMSE sebagai perhitungan kesalahan peramalan biasanya menunjukkan di mana perbedaan yang lebih baik memiliki beberapa nilai lebih kecil dari perbedaan nilai yang besar. Hal ini dihitung sebagai berikut;

$$RMSE = \sqrt{\sum_{t=1}^n \frac{(y_t - \hat{y}_t)^2}{n}} \quad (1)$$

3.2.2 Mean Relative Error (MRE)

MRE mengukur perbedaan antara nilai aktual dan diperkirakan relatif terhadap nilai yang sebenarnya. Hal ini didefinisikan sebagai rasio dari rata-rata kesalahan mutlak untuk nilai rata-rata dari kuantitas yang diukur.

$$MRE = \frac{1}{n} \sum_{t=1}^n \left| \frac{y_t - \hat{y}_t}{\hat{y}_t} \right| \times 100\% \quad (2)$$

Dimana: y_t = Nilai actual

\hat{y}_t = Nilai perkiraan/peramalan

n = periode total

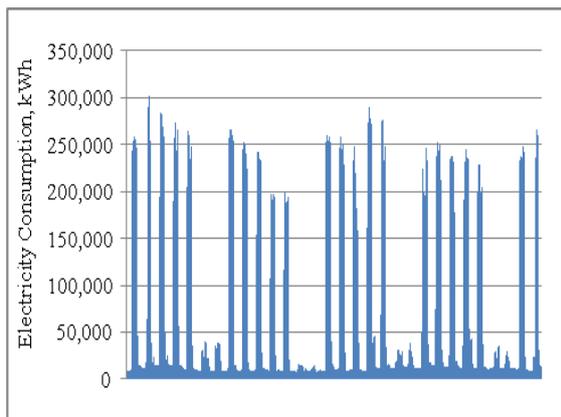
IV. METODOLOGI

Untuk meningkatkan akurasi memprediksi konsumsi listrik bangunan, data historis yang dikumpulkan harus dianalisis terlebih dahulu. paper ini menyajikan dua bentuk data set yaitu data konsumsi listrik dalam 1 minggu (7 hari termasuk hari sabtu dan minggu) dan data jam kerja saja (5 hari tidak termasuk hari sabtu dan minggu) untuk menentukan data yang mana lebih akurat.

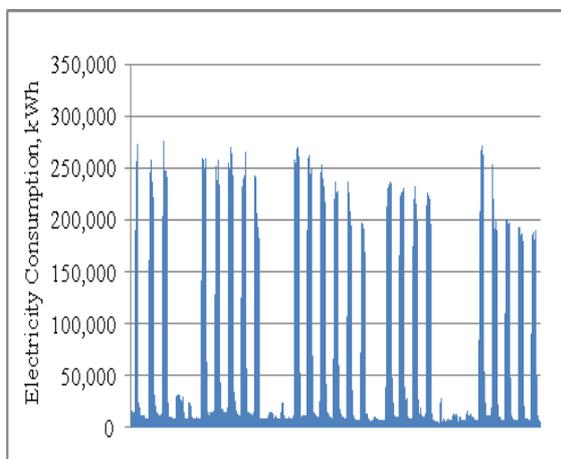
4.1 Data Konsumsi Listrik

Sebuah profil data konsumsi listrik yang sebenarnya dari bangunan komersial digunakan. Data konsumsi dikumpulkan dalam waktu satuan per jam dari salah satu bangunan universitas (Dipilih blok, Fakultas Teknik Elektro, UTM) dicatat selama 2 bulan yaitu bulan April 2013 dan Mei 2013 dan ditunjukkan masing-masing pada Gambar 2 (a) dan (b). Profil data April 2013 diperlihatkan pada gambar 2(a) yang mana digunakan sebagai data historis. Profil data bulan Mei 2013 diperlihatkan pada gambar 2(b) yang mana digunakan sebagai data acuan perkiraan/ prediksi konsumsi listrik bangunan.

Hal ini dapat dilihat bahwa konsumsi listrik bangunan bervariasi dari waktu ke waktu dengan pola tertentu seperti yang ditunjukkan pada gambar 2 (a) dan (b). Dalam hal ini data historis (data April 2013) pada gambar 2 (a) dibagi menjadi 2 bentuk yaitu data selama 1 minggu dan 5 hari kerja, kemudian digunakan untuk memprediksi konsumsi bangunan listrik untuk Mei 2013. Dua metode prediksi statistik (Exponential Smoothing, 'ES' dan Linier Regression, 'LR') digunakan. Hasil perkiraan/prediksi kemudian dibandingkan dengan data konsumsi listrik bulan Mei 2015.



(a)



(b)

Gambar 2 Profil Konsumsi Listrik (kWh) bulan (a) April dan (b) Mei 2013

4.2 Hasil Akurasi Prediksi Menggunakan Dua Data Set Berbeda

Untuk memprediksi konsumsi listrik dari bangunan untuk bulan: Mei 2013 dua metode prediksi statistik yaitu ES dan LR digunakan pada data set. uji statistik; RMSE, dan MRE digunakan

untuk menilai ketepatan akurasi prediksi. Akurasi prediksi untuk kedua metode untuk data set yang berbeda disajikan pada Tabel 2 dan 3. Pada Tabel 2, hasil penelitian menunjukkan bahwa dengan menggunakan keseluruhan data seluruhnya, metode Exponential Smoothing memberikan nilai yang tidak akurat dan sebaliknya metode Linier Regression memberikan nilai yang akurat. Namun demikian metode Exponential Smoothing (ES) menunjukkan nilai ketepatan akurasi lebih baik daripada metode Linier Regression (LR) dengan menggunakan data jam kerja saja. Nilai akurasi yang terbaik yang ditunjukkan metode Exponential Smoothing pada penggunaan data set pada table 3 dimana menggunakan data jam kerja dengan nilai akurasi 0,01 dan metode Linier Regression dengan nilai akurasi 0,04 yang masing-masing diperoleh dengan menggunakan ketepatan akurasi Mean Relative Error (MRE).

Tabel 2 Akurasi Prediksi menggunakan semua data

Data set	Metode Prediksi	RMSE	MRE
Semua data	ES	2.94	8.63
	LR	2.02	4.09

Tabel 3 Akurasi Prediksi menggunakan data jam kerja tanpa hari sabtu dan minggu

Data set	Metode Prediksi	RMSE	MRE
Data kerja jam	ES	0.08	0.01
	LR	0.17	0.03

V. KESIMPULAN

Dalam memprediksi kemungkinan yang akan terjadi di masa depan data historis sangat penting dikumpulkan. Data historis ini dapat berguna untuk memperkirakan sesuatu perkiraan yang tepat sebagai evaluasi di masa hadapan. Pemilihan metode perkiraan dan analisa data historis sebelum penelitian adalah sangat penting dalam menghasilkan ketepatan akurasi prediksi yang lebih baik dan tepat.

Dari penelitian perkiraan listrik bangunan komersial menggunakan dua metode statistik yaitu metode Exponential Smoothing dan Linier Regression. Hasil penelitian menunjukkan bahwa metode Exponential Smoothing memberikan nilai perkiraan konsumsi listrik bangunan tidak akurat apabila menggunakan jumlah data yang banyak dan akan tetapi memberikan nilai perkiraan yang akurat apabila menggunakan jumlah data yang sedikit. Sebaliknya metode Linier Regresi memberikan nilai perkiraan yang tidak akurat bila menggunakan jumlah data yang sedikit akan tetapi metode ini memberikan nilai yang akurat apabila menggunakan jumlah data yang banyak.

Selanjutnya disarankan penggunaan metode perkiraan tidak hanya terbatas pada metode statistik tapi dapat juga menggunakan metode-metode seperti Neural networks (NN), Support Vector Machine (SVM), dan metode lain yang dapat mendukung keakuratan dalam perkiraan/ prediksi di masa depan.

REFERENSI

- [1] Tenaga, S. 2012. National Energy Balance 2012. Suruhanjaya Tenaga (Energy Commission): Putrajaya, Malaysia.
- [2] Ben-Nakhi AF, Mahmoud MA. Cooling load prediction for building using general regression neural networks. *Energy Conversion and Management* 2004; 45 (13-14): 2127-41.
- [3] Wong SL, Wan KKW, Lam TNT. Artificial neural networks for energy analysis of office building with daylighting. *Applied Energy* 2010; 87 (2):551-7.
- [4] Aydinalp M, Urgusal VI, Fung AS. Modeling of the appliance, lighting, and space cooling energy consumption in the residential sector using neural networks. *Applied Energy* 2002; 71 (2): 87-110.
- [5] Languang Z., Jing H., Jinxiang P., and Fengzhong Z., Electrical energy demand forecasting with GRNN for energy saving strategy, *Applied Mechanics and Materials* vols. 198-199 (2012), p. 639-643.
- [6] Victor M., Gareth A. Taylor, and Arthur E., A novel econometrics model for peak demand forecasting, IEEE, 2014.
- [7] Kang J., Hong S., and Jian C., Forecasting building energy consumption using neural networks and hybrid neuro-fuzzy system: A comparative study, *Energy and Buildings* 43 (2011), p. 2893-2899.
- [8] Ahmad S. A., Muhammad Y. H., and Md. Shah M., Application of hbrid GMDH and least square support vector machine in energy consumption forecasting, 2012, IEEE, International Conference on Power and Energy (PECon).
- [9] Everette S. Gardner Jr., Exponential smoothing: The state of the art—Part II, *International Journal of Forecasting*, Volume 22, Issue 4, October–December 2006, Pages 637-666
- [10] Shalabh, A revisit to efficient forecasting in linear regression models, *Journal of Multivariate Analysis*, Volume 114, February 2013, Pages 161-170.

