

Modeling of Electricity Consumption Using *IntelligEnSia Smart-meter System*

Pemodelan Data Konsumsi Listrik melalui Sistem *IntelligEnSia Smart-meter*

Pinrolinvic D.K. Manembu¹, Angreine Kewo², Ryan Laksmana Singgeta³,
Teknik Elektro, Universitas Sam Ratulangi Manado, Jl. Kampus Bahu-Unsrat Manado, 95115, Indonesia
Teknik Informatika, Universitas Katolik De La Salle; Kairagi I Kombos Manado, 95253, Indonesia
Teknik Elektro, Universitas Katolik De La Salle; Kairagi I Kombos Manado, 95253, Indonesia
pmanembu@unsrat.ac.id; akewo@unikadelasalle.ac.id ; rsinggeta@unikadelasalle.ac.id .

Received: 19 June 2021; revised: 24 August 2021; Accepted : 30 August 2021

Abstract - *The improvement of the Indonesian economy, which is marked by an increase in the number of people with middle and upper social economy, requires the availability of higher quality energy services. IntelligEnSia as a smart meter technology is the answer to the need for better technology services. IntelligEnSia is a smart meter technology that is able to control and monitor electricity consumption in near real time, in 30 second intervals. IntelligEnSia is able to predict electricity consumption based on available historical data patterns. Data modeling based on seasonal data descriptions, through the DSVI and MSVI approaches, is a simple technique, but is able to provide a clear understanding of electricity consumption patterns in a certain time period. The MSVI approach in the Jakarta city data case study is able to identify the relationship between independent factors such as temperature, hotel occupancy rates and rainy days with the dependent factor, namely electricity demand. The results of this study show that this data modeling technique is able to complement IntelligEnSia's smart meter technology in responding to the needs of modern society, which had previously been developed with the functions of control, monitor, prediction and solutions for missing data.*

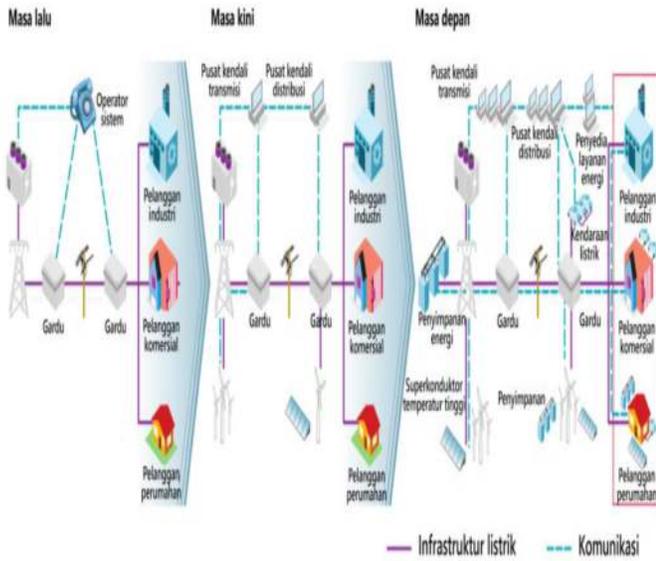
Keywords — *data modeling ; IntelligEnSia; MSVI; WSVI; smart meter.*

Abstrak — *Peningkatan ekonomi Indonesia yang ditandai dengan peningkatan jumlah masyarakat yang memiliki ekonomi sosial menengah keatas, membutuhkan ketersediaan layanan energi yang lebih berkualitas. IntelligEnSia sebagai teknologi smart meter menjadi jawaban akan kebutuhan layanan teknologi yang lebih baik. IntelligEnSia merupakan teknologi smart meter yang mampu mengontrol dan memonitor konsumsi listrik secara near real time, dalam interval 30 detik. IntelligEnSia mampu melakukan prediksi konsumsi listrik berdasarkan pola data historikal yang tersedia. Pemodelan data berdasarkan deskripsi data seasonal, melalui pendekatan DSVI dan MSVI, merupakan teknik sederhana, tetapi mampu memberikan pemahaman yang jelas pola konsumsi listrik dalam suatu periode waktu tertentu. Pendekatan MSVI pada studi kasus data kota Jakarta, mampu mengidentifikasi relasi antara faktor-faktor independen seperti temperature, tingkat hunian hotel dan hari hujan dengan faktor dependen yaitu kebutuhan listrik. Hasil dari penelitian ini menunjukkan bahwa teknik pemodelan data ini mampu melengkapi teknologi smart meter IntelligEnSia dalam menjawab kebutuhan masyarakat modern, yang sebelumnya telah dikembangkan dengan fungsi kontrol, monitor, prediksi dan missing data solution.*

Kata kunci — *IntelligEnSia; pemodelan data; smart meter; MSVI; WSVI.*

I. PENDAHULUAN

Indonesia berhasil menurunkan angka kemiskinan dan menurut Bank Dunia, Indonesia mencatat perkembangan ekonomi yang lebih baik sejak krisis ekonomi yang melanda Asia pada tahun 1990. Perkembangan ekonomi yang baik ini ditandai dengan peningkatan Produk Domestik Bruto untuk keseimbangan kemampuan berbelanja per kapita yang mendekati 7,75% per tahun. Perkembangan ekonomi ini juga menyebabkan permintaan akan energi Indonesia yang semakin tinggi (*Energy demand*). Sejak tahun 1980 sampai 2010, produksi energi Indonesia meningkat 2,8 kali lipat dan konsumsi energi meningkat 5 kali lipat dalam 30 tahun terakhir. Walaupun perkembangan ekonomi Indonesia semakin baik, rasio elektrifikasi baru mencapai 86%. Hal ini berarti ada sekitar 14% penduduk Indonesia yang masih hidup tanpa listrik. Disamping itu, sebagai dampak peningkatan ekonomi, peningkatan jumlah masyarakat yang memiliki ekonomi sosial menengah keatas membutuhkan ketersediaan layanan energi yang lebih berkualitas [1]. Perusahaan penyedia listrik negara yaitu PLN telah berinisiatif tahun 2011 untuk menggantikan elektromekanikal meter melalui program listrik pintar. Manfaat untuk konsumen termasuk tarif yang dinamis, harga *real time* dan informasi *feedback*. Hartway, dkk [2] memaparkan bahwa perilaku konsumsi konsumen merupakan respon terhadap implementasi tarif yang dinamik. Selain itu Wood, dkk [3] juga mengemukakan bahwa adanya suatu sistem monitoring langsung dari konsumen dapat mempengaruhi pola konsumsi listrik konsumen. Sedangkan bagi perusahaan penyedia listrik, adanya teknologi *smart meter* dapat meningkatkan hubungan dengan konsumen melalui program *demand response* yang lebih terarah dan fokus, serta rekomendasi untuk penghematan energi yang lebih aktual [4]. Disamping itu, *smart meter* mampu memberikan informasi yang dapat memberikan rekomendasi ke perusahaan penyedia listrik terkait dengan *supply* dan perencanaan pengembangan kapasitas *smart grid*. Sedangkan untuk semua lapisan masyarakat, *smart meter* akan berkontribusi pada efisiensi dan keberlanjutan energi terbarukan. Walaupun demikian, adopsi teknologi *smart meter* di Indonesia masih tergolong ditahap awal dan fokus pada



Gambar 1. Peningkatan jaringan listrik dari masa lalu ke masa depan [5]

listrik sebagai bentuk energi. Pada tahun 2014, jumlah pelanggan listrik mencapai 57.493.234 dan rumah-tangga merupakan kategori konsumen terbesar, dengan persentasi sebesar 92,72% [6]. Melalui riset sebelumnya, konsumen di Indonesia mengharapkan keberadaan *smart meter* akan lebih menitikberatkan pada fungsi-fungsi kegunaannya, mudah digunakan dalam konteks sosial, fitur, dan secara kompleksitas teknologinya, dan resiko keamanan yang terjamin [7]. Disamping itu, adopsi *smart grid* di Indonesia juga masih tergolong baru sehingga, adanya suatu kebutuhan akan sistem analisis yang intelijen untuk mendukung transisi dari sistem tradisional ke *smart grid*. Hal ini didukung oleh fakta bahwa Indonesia yang sebelumnya merupakan negara pengekspor minyak mentah menjadi negara pengimpor minyak mentah yang dikarenakan jaringan listrik dibangun pada saat harga minyak mentah masih relatif murah dan memiliki stok yang melimpah. Berdasarkan referensi *International Energy Agency (IEA)* [5], *smart grid* adalah jaringan listrik yang menggunakan teknologi canggih *digital* yang dapat memantau serta dapat mengelola transportasi energi listrik dari berbagai sumber pembangkit secara efisien (Gambar 1). Sinaga, dkk [8] mengemukakan bahwa *smart grid* merupakan sistem yang memadukan penggunaan sensor, komunikasi, kemampuan komputasi dan kontrol dalam beberapa bentuk dalam rangka meningkatkan fungsi keseluruhan dari sistem distribusi tenaga listrik. Melalui jaringan *Wireless Sensor Network (WSN)* dari pusat pemantauan dan penyimpanan data akan menerima informasi data secara *real time* dari data sensor yang akan dikirimkan melalui *transmitter*. Data tersebut meliputi temperatur panel, tingkat radiasi matahari, kapasitas daya, data konverter, data besar tegangan dan arus serta gangguan sistem (*fault system*). Data yang terkirim tersebut akan diterima oleh data receiver yang akan dikirimkan ke server. *Smart grid* sebagai jaringan listrik masa depan

Aplikasi	Operasi Ekonomis	Optimasi Energi	Optimasi Aset	Optimasi Permintaan	Optimasi Pengiriman	
	Manajemen Pembangkitan & Transmisi	Otomasi Transmisi	Sensor / Perangkat Elektronik Cerdas	Manajemen Distribusi	Otomasi Distribusi	Sistem Pengukuran Canggih
Pembangkitan & Pengiriman	Pembangkitan	Sakuran	Gardu Induk	Peralatan Distribusi	Kontrol Tegangan	Pembangkit Energi Terbarukan

Jaringan Tradisional
 Jaringan Modern

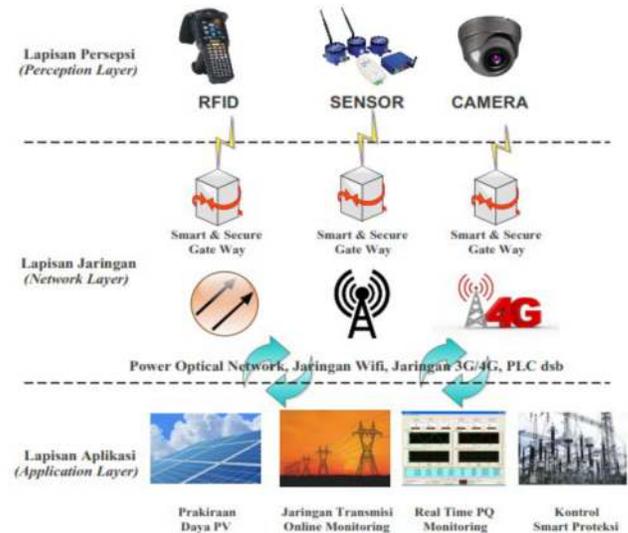
Gambar 2. Jaringan Modern [8]

modern memiliki beberapa perubahan terhadap jaringan tradisional seperti diilustrasikan pada gambar 2. Perubahan yang terjadi pada fitur teknologi yang cerdas dan sensor yang digunakan dalam mengelola sistem tenaga listrik dalam melakukan optimasi operasi di beberapa bagian serta hadirnya sumber energi terbarukan pada sistem pembangkitan energi listrik. Implementasi *smart grid* di Indonesia telah dimulai sejak tahun 1990 yang dimulai dari penggunaan teknologi *SCADA* pada sistem transmisi hingga penerapan teknologi komunikasi dan informasi seperti terlihat pada Gambar 3.

Menurut Fauziah, dkk [9] aplikasi supervisory control and data acquisition (*SCADA*) dapat diintegrasikan dengan komunikasi nirkabel via *general packet radio service (GPRS)* untuk sistem monitoring. Sistem yang dibangun dapat mendeteksi gangguan dan kualitas daya dengan beberapa parameter listrik yang meliputi: arus, tegangan, daya, energi dan faktor daya melalui informasi alarm pada aplikasi *SCADA* secara *real time* [9]. Salah satu cara dalam mewujudkan *smart grid* maka *IoT (Internet of Things)* merupakan kunci utama yang harus digunakan dalam jaringan listrik. *IoT* terdiri dari 3 lapisan layer yaitu *perception layer*, *network layer* dan *application layer* seperti terlihat pada Gambar 4 [10]. Isu penting terkait selanjutnya adalah masalah pembiayaan teknologi baru [6] yang pada faktanya juga, supply listrik di Indonesia belum stabil. Pemadaman listrik masih sering terjadi di beberapa wilayah. Sehingga, berdasarkan pemaparan diatas, Indonesia khususnya masyarakat menengah keatas di kota memerlukan teknologi *smart meter* yang handal. Selain *smart meter* digunakan untuk listrik, *smart meter* juga dapat diaplikasikan dalam untuk memonitoring penggunaan air pada rumah tangga.



Gambar 3. Tahapan Inisiasi Pengembangan *Smart Grid* PLN [11]



Gambar 4. Struktur *IoT* di Jaringan *Smart Grid* [10]

Smart Meter System yang dirancang dapat memonitoring debit air dan volume air dari masing-masing *Water Flow Sensor* menggunakan *WeMos* sebagai mikrokontroler [12]. Untuk itu, *IntelligEnSia* hadir dan telah dikembangkan sejak tahun 2013. *IntelligEnSia* merupakan teknologi *smart meter* yang mampu mengontrol dan memonitor konsumsi listrik secara *near real time*, dalam interval 30 detik. *IntelligEnSia* mampu melakukan prediksi konsumsi listrik untuk periode selanjutnya berdasarkan pola data historikal yang tersedia [13]. Beberapa penelitian tentang *smart meter* diantaranya pada penelitian Arif Maulana, dkk [14] sebuah alat smart energy meter untuk membaca tegangan dan arus *direct current* dari baterai serta mengontrol penggunaan sumber daya listrik dari baterai yang dapat secara otomatis beralih ke sumber PLN. Komponen utama yang digunakan antara lain mikrokontroler *arduino mega 2560*, modul *relay 1 channel*, *voltage sensor*, *LCD*, dan sensor arus, *ACS712*. Akurasi sensing cukup baik dimana tegangan 98.39% untuk aki 1 dan 99.29% untuk aki 2. *Smart energy meter (SEM)* dikembangkan dengan tujuan transparansi dari konsumsi energi oleh konsumen dalam hal tarif. Strategi tarif dirancang berdasarkan jenis beban dari konsumen yang berupa beda harga energi per-kWh untuk beban linear dan nonlinear. *Smart energy meter* terdapat sensor arus *ZMCT103C* dan sensor tegangan *ZMPT101B*. Strategi tarif untuk beban linear dan nonlinear yang dapat berfungsi dengan baik dalam menghitung suatu biaya energi per-kWh [15]. Selain itu, *smart meter* dikembangkan dengan aplikasi *Blynk* yang mampu memonitoring daya dan waktu penggunaan perangkat elektronik, serta dapat mengaktifkan dan menonaktifkan perangkat elektronik. Pada perangkat ini memiliki *delay* dengan nilai rata-ratanya pada *button on* sebesar 2,604 detik, sedangkan untuk *delay* pada *button off* adalah 3,464 detik [16].



Gambar 5. Tahap pengembangan *IntelligEnSia*

Adapun tahapan *IntelligEnSia* dapat dilihat pada Gambar 5. Pada tahap 1 dalam kurun waktu 2013-2014, yaitu pengembangan awal *IntelligEnSia*, difokuskan untuk fungsi kontrol dan monitor data melalui jaringan internet pada platform berbasis web (Gambar 6). Smart meter yang telah dirancang berbasis *ESP8266* telah dipasangkan pada salah satu rumah di Manado seperti terlihat pada Gambar 7. Penggunaan *ESP8266* telah banyak digunakan seperti pada penelitian sebelumnya modul tersebut digunakan untuk pengamanan pintu yang berbasis *wireless* [17]. Pada penelitian ini alat yang dirancang dapat memonitoring konsumsi listrik dari pengguna berdasarkan periode yang fleksible baik itu hari, bulan dan tahun. Data yang ditampilkan terdiri atas tegangan, arus dan daya, yang ditampilkan dalam bentuk grafik dan tabel seperti pada Gambar 8. Sedangkan tahap 2, pengembangan *IntelligEnSia* difokuskan pada fungsi prediksi, *missing data solution* dan pemodelan data berdasarkan pola data historis.

Gambar 6. Aplikasi *IntelligEnSia* untuk fungsi kontrol [13]

II. METODE

A. Pemodelan data

Deskripsi data dalam penelitian ini mengambil sampel konsumsi listrik dari salah satu rumah di Manado, dalam 2 bulan terakhir untuk menggambarkan variasi dalam periode mingguan, yang menggunakan pendekatan *Weekly seasonal variation index (WSVI)*. Sedangkan sebagai perbandingan untuk deskripsi data bulanan, data konsumsi listrik propinsi Jakarta yang multi variasi berdasarkan faktor cuaca dan non cuaca diambil dari hasil riset sebelumnya. Pemodelan bulanan ini menggunakan pendekatan *Monthly seasonal variation index (MSVI)*. Data ini diambil berdasarkan data time series selama 8 tahun dalam kurun waktu 2006-2013, yang dikoleksi melalui buku Jakarta dalam Angka, Badan Pusat Statistik Jakarta. Sedangkan untuk parameter cuaca, dikoleksi melalui basis data Badan Meteorologi dan Geofisika untuk data propinsi Jakarta yang mencakup temperatur dan hari hujan.

B. Metode Prediksi

Nilai tegangan (V) dan arus (I) dikirim ke *Analog to Digital Converter (ADC)* yang merupakan perangkat elektronika yang berfungsi untuk mengubah sinyal analog menjadi sinyal *digital*. Nilai tegangan dan arus akan digunakan untuk memperoleh konsumsi daya yang dirumuskan melalui persamaan (1):

$$P = V \times I \quad (1)$$

Dimana, P = Daya (*Watt*)
 V = Tegangan (*Volt*)
 I = Arus (*Ampere*)

Gambar 7. Pemasangan *Smart meter*

Arus adalah laju perubahan muatan dibagi satuan waktu dimana $1 \text{ ampere} = 1 \text{ coulomb} / \text{detik}$. Dalam bentuk diferensial didefinisikan sebagai persamaan (2):

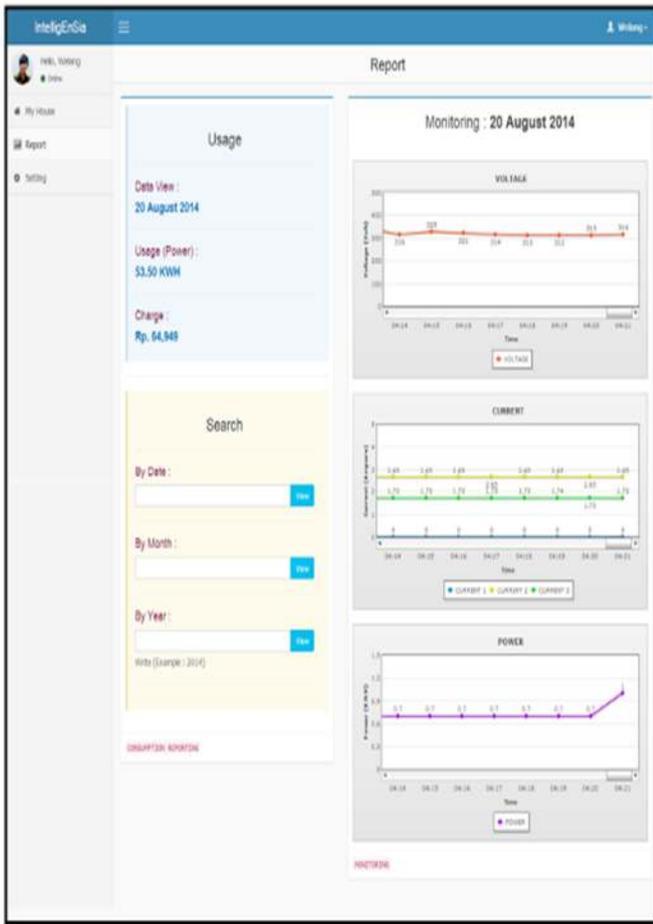
$$I = \frac{dQ}{dt} \quad (2)$$

Dimana:

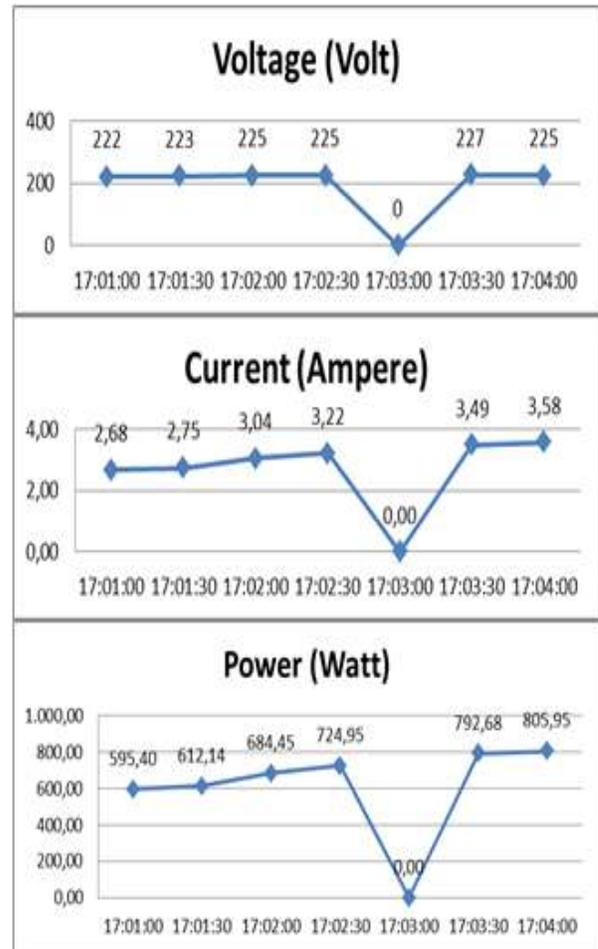
I = Arus listrik dalam satuan *ampere (A)*
 Q = Muatan listrik dalam satuan *coulomb (C)*
 t = Waktu dalam satuan detik (*s*)

Sedangkan untuk tegangan listrik adalah perubahan atau besarnya beda energi potensial pada muatan antara dua buah titik yang diukur dalam satuan *volt (V)* dengan $1 \text{ volt} = 1 \text{ joule/coulomb} = 1 \text{ J/C}$. Perubahan energi per satuan muatan, yang dalam bentuk diferensial dapat dituliskan persamaan (3):

$$V = \frac{dW}{dQ} \quad (3)$$



Gambar 8. Aplikasi *IntelliEnSia* untuk fungsi monitor data konsumsi [10]



Gambar 9. Contoh *missing data* pada tegangan dan arus

Dimana:

V = Tegangan dalam satuan *volt (V)*

W = Energi dalam satuan *joule (J)*

Q = Muatan dalam satuan *coulomb (C)*

Selanjutnya, metode regresi linier digunakan untuk memprediksi kebutuhan listrik periode selanjutnya berdasarkan pola data yang tersedia, melalui persamaan (4):

$$Y = a + bX \quad (4)$$

Dimana :

Y = Variabel akibat (*Dependent*)

X = Variabel Faktor Penyebab (*Independent*)

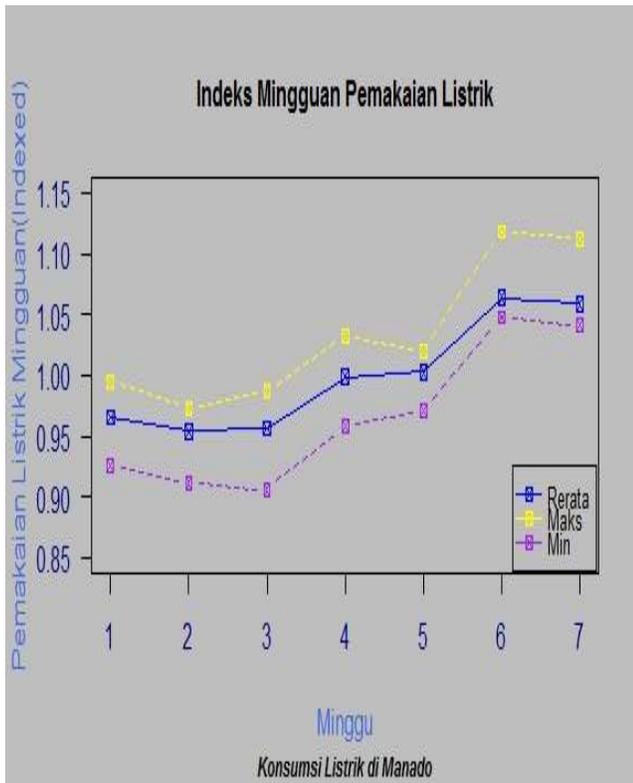
a = konstanta

b = koefisien regresi (kemiringan); besaran *Response* yang ditimbulkan oleh *Predictor*.

Pada umumnya regresi merupakan suatu metode statistika yang menjelaskan tentang suatu model antara dua variabel atau lebih. Suatu model hubungan antara variabel terikat (*dependent*) yang dinotasikan dengan variabel Y dengan satu atau lebih variabel bebas (*independent*) yang dinotasikan dengan variabel X, sehingga menghasilkan nilai estimasi serta memprediksi nilai rata-rata variabel terikat berdasarkan variabel bebas. Untuk mengetahui hubungan antara variabel bebas dengan menggunakan regresi linier dapat menggunakan dua bentuk, yaitu:

1. Analisis regresi sederhana (*simple analysis regresi*)
2. Analisis regresi berganda (*multiple analysis regresi*)

Fungsi prediksi menggunakan metode regresi ini menghasilkan rekomendasi 3 model regresi. Model prediksi yang pertama berdasarkan regresi linier sederhana. Sedangkan model prediksi kedua dan ketiga, merupakan model regresi yang telah dikembangkan. Model ini secara berturut-turut dinamakan model KLM a dan model b [13]. Untuk model-model ini, dititikberatkan pada prediksi periode hari. Sehingga diperlukan identifikasi dan klasifikasi terhadap:



Gambar 10. Indeks mingguan konsumsi listrik dari salah satu rumah di Manado

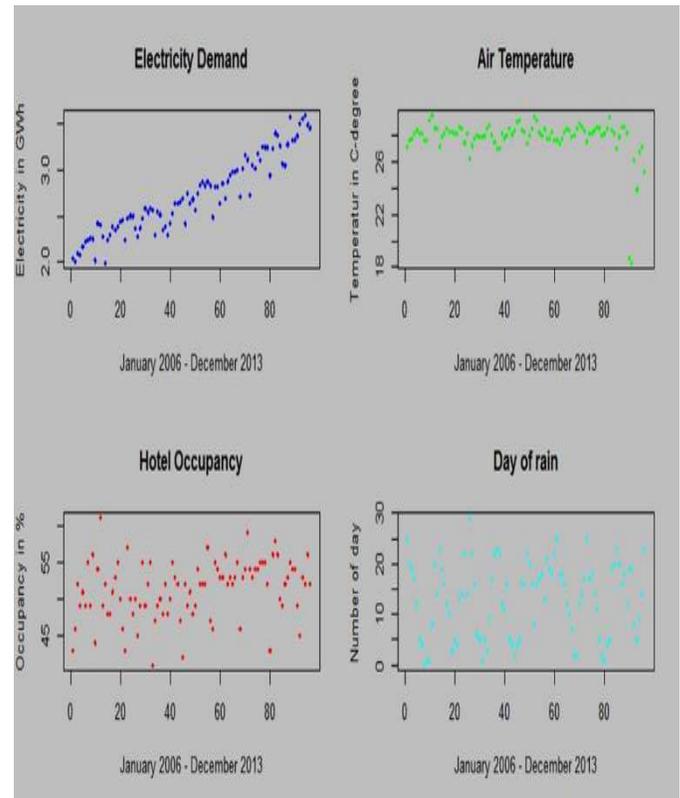
1. Kategori hari: Senin-Jumat = hari kerja; Sabtu-Minggu = *weekend*.
2. Minggu ke: I, II, III, IV
3. Bulan: Januari = Turun; Februari-November = Normal; Desember = *Surplus* (Mengikuti perkembangan ekonomi).

KLM a: Dalam memprediksi periode berikutnya (*day x*), model akan melakukan regresi berdasarkan periode yang sama dari *x* pada data historis.

KLM b: Dalam memprediksi periode berikutnya (*day x*), model akan mengkombinasikan hasil linier regresi sederhana (model 1) dan KLM a (model 2).

C. Metode Missing Data

Missing data yang terjadi karena ketergantungan sistem pada jaringan internet diatasi dengan metode interpolasi, khususnya *Lagrange interpolating polynomial*. Contoh *missing data* dapat dilihat pada Gambar 9. Metode interpolasi ini merupakan proses untuk menemukan dan memperkirakan suatu fungsi melalui data-data yang telah diketahui. Untuk menentukan order mana yang akan dicocokkan dengan data, maka dikembangkan teknik *PB's eyes*, yang merupakan teknik pengembangan dari metode *Lagrange Interpolating polynomial*.



Gambar 11. Permintaan listrik, temperature, tingkat hunian kamar hotel and hari hujan di Jakarta selama periode 2006-2013.

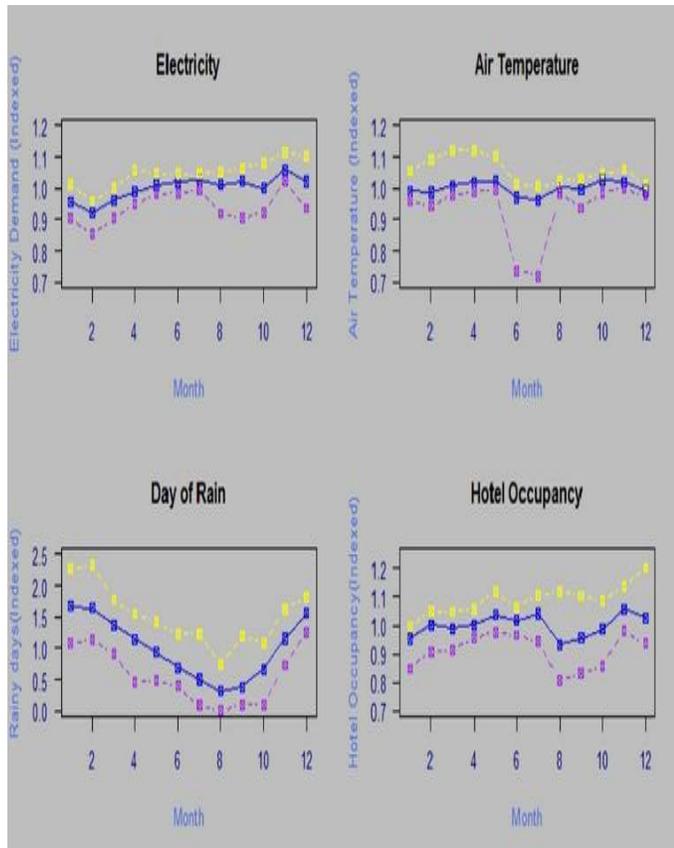
Dibawah ini merupakan contoh data tegangan dan arus yang hilang (*missing data*), sehingga otomatis nilai daya juga hilang.

Untuk *Lagrange order* pertama, harus diperoleh nilai dari posisi $x-1$ dan $x+1$ untuk dimasukkan pada persamaan. Selanjutnya, untuk *Lagrange order* kedua, harus diperoleh nilai dari posisi $x-2$, $x-1$ dan $x+1$. Sedangkan untuk *Lagrange order* ketiga, harus diperoleh nilai dari posisi $x-3$, $x-2$, $x-1$ dan $x+1$. Adapun yang menjadi hasil pembahasan dari riset sebelumnya adalah:

1. Dalam menentukan order *Lagrange* yang telah digunakan, disamping nilai data, perlu dilakukan analisa terhadap pola data sebelum dan sesudah *missing data* (x).
2. Pada kasus ketiga, boleh digunakan order *Lagrange* yang berbeda. Untuk meng-interpolasikan nilai tegangan digunakan order pertama dan untuk meng-interpolasikan nilai arus, digunakan order ketiga.
3. Untuk kasus data dalam jumlah yang banyak (*Big data*), order pertama lebih sering digunakan.

III. HASIL DAN PEMBAHASAN

Pembahasan riset ini menitikberatkan pada pemodelan data dari konsumsi listrik.



Gambar 12. Indeks bulanan konsumsi listrik, temperatur, hari hujan dan tingkat hunian kamar hotel di Jakarta selama periode 2006-2013.

A. Pemodelan data: WSVI

Pemodelan data untuk konsumsi listrik salah satu sampel rumah di Manado (Gambar 10) menggunakan pendekatan *WSVI* (persamaan (5)), karena ketersediaan data hanya dalam waktu 2 bulan.

$$WSVI_{ij} = E_{ij}\sqrt{E_j} \tag{5}$$

WSVI_{ij} merupakan indeks mingguan nilai *i* pada hari *j*.

Data konsumsi listrik mingguan menunjukkan terjadinya peningkatan konsumsi listrik dari hari ke hari mendekati akhir pekan. Konsumsi listrik terendah ada pada hari Rabu.

B. Pemodelan data: MSVI

Sedangkan untuk menganalisa kebutuhan listrik perbulan, pendekatan *MSVI* didefinisikan pada persamaan (6):

$$MSVI_{ij} = E_{ij}\sqrt{E_j} \tag{6}$$

Dimana:

WSVI_{ij} adalah indeks bulanan nilai *i* dalam tahun *j*

E_{ij} adalah permintaan beban listrik bulanan dalam tahun *j*

$\sqrt{E_j}$ adalah adalah rerata permintaan beban listrik bulanan dalam tahun *j*, atau rerata dari 12 nilai *E_{ij}* untuk tahun *j*

Jakarta yang berkontribusi 20,78% dari konsumsi listrik Indonesia pada tahun 2014 dan merupakan salah satu kota terpadat didunia, sangat menarik untuk dianalisa pola konsumsi listriknya. Peningkatan konsumsi listrik di Jakarta terjadi periode 2006-2013 seperti terlihat pada gambar 11 dan gambar 12. Sedangkan temperatur, cenderung memiliki pola yang stabil, walaupun rerata temperatur pertahun mengalami kenaikan. Pola *MSVI* Jakarta menunjukkan peningkatan beban listrik pada bulan November, diikuti dengan penurunan secara bertahap sampai bulan Februari, yang bisa diasosiasikan dengan penurunan temperatur. Beban listrik kemudian naik secara perlahan sampai bulan September dan antara September ke Oktober, terjadi penurunan tipis. Peningkatan konsumsi listrik pada bulan Februari ke September terkait dengan musim kemarau, sehingga kebutuhan akan air-conditioning juga semakin tinggi. Tingkat hunian hotel tertinggi ada pada bulan Juli yang merupakan masa libur sekolah dan November, dimana pada bulan ini ada begitu banyak kegiatan yang dipusatkan di Jakarta selaku ibukota. Peningkatan konsumsi listrik secara perlahan dari bulan Maret sampai ke Mei diasosiasikan dengan peningkatan secara bertahap dari tingkat hunian hotel. Penurunan pada tingkat hunian jotel sejak Juli ke Agustus, juga bisa diasosiasikan dengan penurunan konsumsi listrik.

Disamping itu, melalui pemodelan data, walaupun dipengaruhi oleh perubahan iklim, masih tetap terlihat adanya dua musim di Indonesia, yaitu musim kemarau dan musim hujan, jika dianalisa dari pola faktor hari hujan.

IV. KESIMPULAN

Penelitian ini memaparkan tentang pemodelan data berdasarkan deskripsi data secara seasonal. Pendekatan *WSVI* dan *MSVI* yang digunakan pada sampel data rumah di Manado dan konsumsi listrik di Jakarta merupakan teknik sederhana, tetapi mampu memberikan pemahaman yang jelas pola konsumsi listrik dalam suatu periode waktu tertentu. Pendekatan *MSVI* pada studi kasus kota Jakarta, mampu mengidentifikasi relasi antara faktor-faktor independen seperti temperature, tingkat hunian hotel dan hari hujan dengan faktor dependen yaitu kebutuhan listrik. Untuk Jakarta, pola konsumsi listrik sangat dipengaruhi oleh faktor tingkat hunian hotel dan hari hujan. Hasil penelitian akan lebih optimal jika didukung oleh ketersediaan data yang lebih banyak (*Big Data*), baik itu faktor-faktor independen lainnya dan periode waktu yang lebih detil, sehingga dapat menghasilkan pemodelan data per hari (*Daily*) ataupun per jam (*Hourly*).

Teknik pemodelan data ini mampu melengkapi teknologi *smart meter IntelligEnSia* dalam menjawab kebutuhan masyarakat modern saat ini dan kedepannya, yang sebelumnya telah dikembangkan dengan fungsi kontrol, monitor, prediksi dan *missing data solution*.

V.KUTIPAN

- [1] J. S. Chou, C. Kim, T. K. Ung, I. G. A. N. Yutami, G. T. Lin, and H. Son, "Cross-country review of smart grid adoption in residential buildings," *Renew. Sustain. Energy Rev.*, vol. 48, pp. 192–213, 2015, doi: 10.1016/j.rser.2015.03.055.
- [2] C. K. W. Rob Hartway, Snuller Price, "Smart meter, customer choice and profitable time-of-use rate option.pdf," *Energy*, vol. 24, no. 10, pp. 895–903, 1998.
- [3] M. N. G. Wood, "Influencing user behaviour with energy information display systems for intelligent homes.pdf," *Int. J. ENERGY Res.*, vol. 31, pp. 56–78, 2007.
- [4] J. Aghaei and M. I. Alizadeh, "Demand response in smart electricity grids equipped with renewable energy sources: A review," *Renew. Sustain. Energy Rev.*, vol. 18, pp. 64–72, 2013, doi: 10.1016/j.rser.2012.09.019.
- [5] T. U. Daim, T. Oliver, and R. Pahaal, "Technology roadmapping," *Technol. Roadmapping*, pp. 1–783, 2018, doi: 10.1142/10859.
- [6] N. Gunningham, "Managing the energy trilemma: The case of Indonesia," *Energy Policy*, vol. 54, pp. 184–193, 2013, doi: 10.1016/j.enpol.2012.11.018.
- [7] P. Manembu, A. Kewo, and B. Welang, "Missing data solution of electricity consumption based on Lagrange Interpolation case study: IntelligEnSia data monitoring," *Proc. - 5th Int. Conf. Electr. Eng. Informatics Bridg. Knowl. between Acad. Ind. Community, ICEEI 2015*, pp. 511–516, 2015, doi: 10.1109/ICEEI.2015.7352554.
- [8] D. H. Sinaga, R. R. O. Sasue, and H. D. Hutahaean, "Pemanfaatan Energi Terbarukan Dengan Menerapkan Smart Grid Sebagai Jaringan Listrik Masa Depan," *J. Zetroem*, vol. 3, no. 1, pp. 11–17, 2021.
- [9] K. Fauziah, S. Syafei, A. Suhendra, H. Hilal, and F. Armansyah, "Desain Dan Penerapan Sistem Monitoring Gangguan Dan Kualitas Daya Dengan Teknologi Advanced Metering Infrastructure (Ami) Untuk Mendukung Smart Grid Design and Implementation of Outage and Power Quality Monitoring System By Using Advanced Metering," vol. 17, no. 1, pp. 1–8, 2018.
- [10] N. A. Hidayatullah and D. E. Juliando, "Desain dan Aplikasi Internet of Thing (IoT) untuk Smart Grid Power Sistem," *VOLT J. Ilm. Pendidik. Tek. Elektro*, vol. 2, no. 1, p. 35, 2017, doi: 10.30870/volt.v2i1.1347.
- [11] Persero Tim, "IMPLEMENTASI SMARTGRID." 2016.
- [12] R. Ramdani, I. G. P. W. Wedashwara W, and A. Zubaidi, "Rancang Bangun Smart Meter System untuk Penggunaan Air pada Rumah Tangga Berbasis Internet of Things," *J. Comput. Sci. Informatics Eng.*, vol. 4, no. 2, pp. 149–160, 2020, doi: 10.29303/jcosine.v4i2.300.
- [13] A. Kewo, R. Munir, and A. K. Lapu, "IntelligEnSia based electricity consumption prediction analytics using regression method," *Proc. - 5th Int. Conf. Electr. Eng. Informatics Bridg. Knowl. between Acad. Ind. Community, ICEEI 2015*, pp. 523–528, 2015, doi: 10.1109/ICEEI.2015.7352556.
- [14] A. Maulana, E. Suhartono, T. Yunita, F. T. Elektro, and U. Telkom, "Sistem Pengukuran Energi Listrik Pada Smart Energy Meter Untuk Aplikasi Smart House Yang Menggunakan Rooftop Photovoltaic Electrical Energy Measurement System At Smart Energy Meter for Smart House Applications Using Rooftop Photovoltaic," vol. 6, no. 1, pp. 1047–1054, 2019.
- [15] A. B. Muljono, I. M. A. N. Rnartha, I. M. Ginarsa, and I. M. B. Suksmadana, "Rancang Bangun Smart Energy Meter Berbasis UNO dan Raspberry Pi," *J. Rekayasa Elektr.*, vol. 14, no. 1, pp. 9–18, 2018, doi: 10.17529/jre.v14i1.8718.
- [16] V. L. Rismawati, H. Vidyanyngtyas, and ..., "Sistem Monitoring Energi Listrik Pada Smart Energy Meter Menggunakan Aplikasi Blynk Berbasis Android," *eProceedings ...*, vol. 7, no. 2, pp. 4211–4218, 2020, [Online]. Available: <https://openlibrarypublications.telkomuniversity.ac.id/index.php/engineering/article/view/13096>.
- [17] R. L. Singgeta, P. D. K. Manembu, and M. D. Rembet, "SISTEM PENGAMANAN PINTU RUMAH DENGAN RFID BERBASIS WIRELESS ESP8266," vol. 2018, no. Ritektra, pp. 2–3, 2018.

UCAPAN TERIMA KASIH

Tim penulis mengucapkan Terima Kasih kepada Kementerian Riset dan Teknologi Pendidikan Tinggi (Ristek Dikti) Republik Indonesia dan Universitas Katolik De La Salle atas dukungannya melalui pembiayaan Hibah Bersaing tahun anggaran 2016.



Penulis bernama lengkap Pinrolinvic D.K. Manembu yang memiliki keahlian di bidang *Artificial Intelligence, IoT, Robotics, Soft Computing, Energy Data Modelling, GIS*. Penulis aktif mengajar di program studi teknik informatika Universitas Sam Ratulangi