

PERAN INTERNET OF THINGS DALAM ANALISA DATA DAN BISNIS

Gihon Lim¹, Sahrudin², Vioentika Damar Wengi³, Noviandi⁴

^{1,2,3,4}Program Studi Teknik Informatika, Fakultas Ilmu Komputer, Universitas Esa Unggul, Indonesia

e-mail: gihonlim77@student.esaunggul.ac.id¹, aloel.ku@student.esaunggul.ac.id²,

vioentika@student.esaunggul.ac.id³, noviandi@esaunggul.ac.id⁴

Abstract

The growth active devices of Internet of Things (IoT) are increasing every year, signifying that IoT has been widely used for both the business and housing sectors. The IoT devices that are currently widely used include smart home, smart healthcare, smart education, etc. IoT data processing is an important role for a data analyst to provide more benefits in decision making, especially in business. Proper utilization of IoT data in business operations and data analysis brings great benefits including better services, increased productivity, automation, and better decision making. Data analysis must be able to determine the methods that are feasible to be used in IoT data processing, various methods can be used in data analysis between data mining, machine learning etc.

Keywords: internet of things (IoT), data analysis, business

Abstrak

Pertumbuhan perangkat aktif Internet of Things (IoT) semakin meningkat setiap tahunnya, menandakan IoT sudah banyak digunakan baik untuk sektor bisnis dan perumahan. Adapun perangkat IoT yang saat ini banyak digunakan diantaranya smart home, smart healthcare, smart education dsb. Pengolahan data IoT menjadi peran penting bagi seorang analisis data agar dapat memberikan manfaat lebih dalam pengambilan keputusan khususnya pada bisnis. Pemanfaatan data IoT yang tepat dalam operasional bisnis dan pemanfaatan analisis data membawa manfaat besar termasuk layanan yang lebih baik, peningkatan produktifitas, otomatisasi, dan pengambilan keputusan yang lebih baik. Analisis data harus bisa menentukan metode yang layak digunakan dalam pengolahan data IoT, berbagai metode dapat digunakan dalam analisa data diantara data mining, machine learning dsb.

Kata Kunci: internet of things (IoT), analisis data, bisnis

1. PENDAHULUAN

Data yang dihasilkan dari perangkat *Internet of Things* (IoT) menjadi suatu nilai tinggi, jika data yang dihasilkan dapat digunakan dan di analisa berdasarkan kebutuhan bisnis. Data analis sebagai pemrosesan kumpulan data-data IoT yang kemudian diolah menjadi sebuah kesimpulan data biasanya dalam bentuk *trends*, *patterns* dan *statistics* yang dapat membantu organisasi bisnis dalam mengambil keputusan yang efektif [1]. Menurut data statistik pada tahun 2022 11.5 perangkat IoT aktif di seluruh dunia sebanyak 7 milyar [2], sedangkan untuk wilayah Indonesia sebanyak 400 juta perangkat IoT [3]. IoT dalam penggunaannya juga mampu menemukan, mengidentifikasi, memantau objek, memicu event terkait, secara otomatis, dan *real-time* [4]. Pengembangan penggunaan komputer, Internet, teknologi informasi dan komunikasi lainnya membawa dampak yang signifikan pada masyarakat manajemen ekonomi, operasi produksi, dan bahkan sosial manajemen [5]. Menggabungkan analisis data dan IoT akan berdampak positif pada bisnis, peran penting dalam pertumbuhan dan keberhasilan aplikasi dan investasi IoT akan memungkinkan unit bisnis memanfaatkan *dataset* secara efektif. Data IoT yang bersifat heterogen, pertumbuhan data cepat, volume besar, dan dibutuhkan analisis secara *real-time*. Teknik analisis prediktif secara tradisional saja tidak cukup untuk menganalisis data kompleks yang dihasilkan oleh IoT [6]. Skenario di mana investasi IoT sangat diuntungkan dari aplikasi dan penggunaan analisis data. Dengan perubahan dan kemajuan teknologi, ada area yang muncul di mana analisis data dapat diterapkan dalam kaitannya dengan IoT. Misalnya, pemasaran yang dapat ditindaklanjuti dengan menerapkan analisis data untuk penggunaan produk. Analisis IoT juga akan memungkinkan peningkatan kemampuan keamanan dan pengawasan melalui sensor video dan penerapan metode analisis data.

Dalam penelitian Siow dkk. mereview aplikasi IoT data analisis di domain yang berbeda, penelitian ini mengusulkan taksonomi analisis data IoT dalam bentuk panduan di masa yang akan datang [10]. sedangkan fokus penelitian ini peran IoT dalam analisa data dan bisnis, dimana pemanfaatan hasil data IoT yang dapat dimanfaatkan untuk proses bisnis. Dalam penelitian Ahmed dkk. melakukan investigasi pengembangan *big data* analisis pada aplikasi IoT, peluang dalam penggabungan analisa *big data* dan IoT juga diidentifikasi beberapa tantangan penelitian dalam analisa data IoT juga dibahas [11]. dalam artikel tersebut memiliki survei komprehensif kasus penggunaan IoT dan teknik analisa yang digunakan. Pengiriman volume data besar dari perangkat IoT dalam bentuk *time series* data menjadi tantangan terhadap data analisis dalam sistem IoT khususnya analisis data. Sehingga data IoT dapat di analisa dari perspektif karakteristik dan taksonomi, dimana analisa *real-time* yang digunakan. Penelitian ini menjabarkan berbagai jenis real-time analisis data dalam sistem IoT pada organisasi bisnis.

2. METODE PENELITIAN

2.1. Research Question

Tujuan dari pertanyaan penelitian ini adalah untuk menjaga fokus tinjauan pustaka. Kondisi ini memudahkan proses pencarian data yang dibutuhkan (Tabel 1) mencantumkan topik dalam penelitian ini.

Table 1. Research Question

ID	Research Question	Motivasi
RQ01	Apa peran IoT dalam bisnis?	Identifikasi topik riset pada peran IoT dalam bisnis
RQ02	Apa tujuan data analisis pada aplikasi IOT dalam bisnis?	Identifikasi arsitektur IoT dalam bisnis
RQ03	Apa saja metode yang digunakan data analisis pada IoT?	Identifikasi metode yang digunakan pada analisa data IoT

2.2 Study Literature

Study literature adalah studi sekunder untuk memetakan, mengidentifikasi dan mengumpulkan hasil studi utama pada topik penelitian tertentu [12]. *study literature* menjadi metode standar untuk mendapatkan jawaban dengan melakukan tinjauan pustaka berdasarkan studi terkait sebelumnya.

- Data primer adalah jenis data yang sumber informasinya dapat berasal dari studi individu atau kelompok itu sendiri atau dari hasil langsung. Biasanya, data primer dalam bentuk mentah dan konkret.
- Data sekunder adalah jenis data yang diperoleh dari hasil penelitian untuk referensi atau pembandingan. Biasanya, data ini dalam format yang tepat, tetapi pembaruannya tidak selalu spesifik.

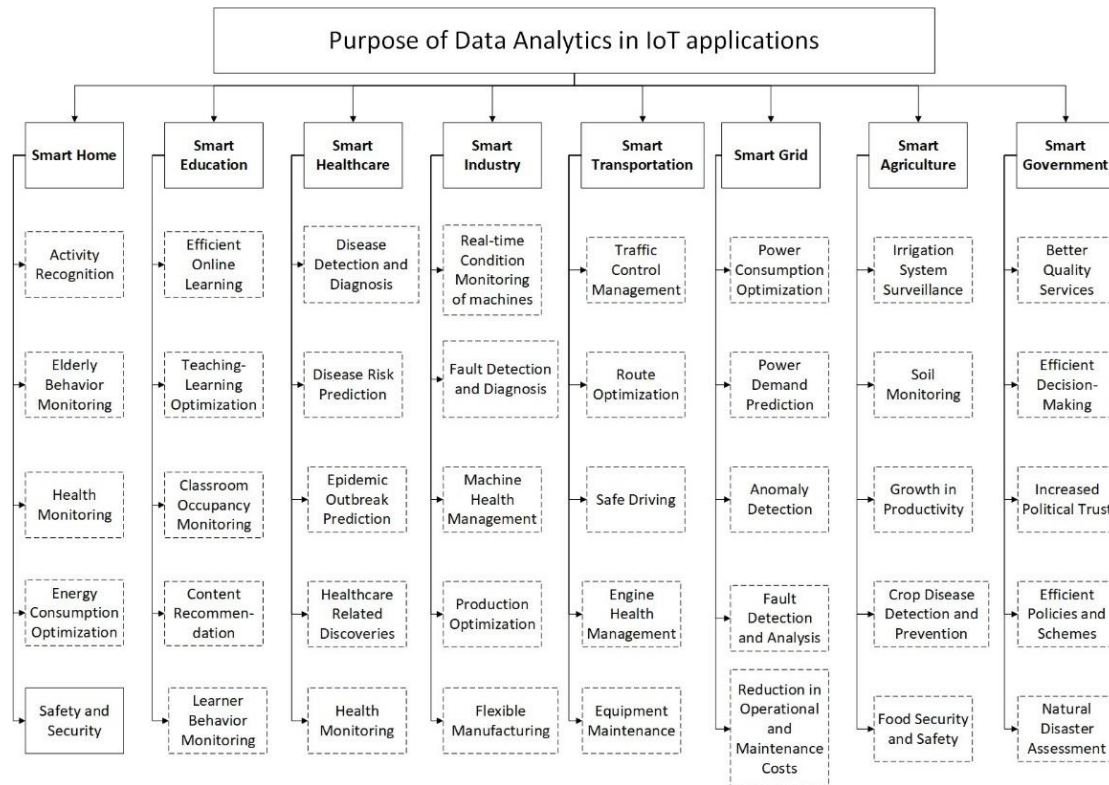
Penelitian ini memiliki sifat analisis deskriptif, yaitu dekomposisi periodik dari data yang diperoleh dan penjelasannya sedemikian rupa sehingga dapat dipahami dengan benar. Ini menjelaskan bagaimana survei ini akan dilakukan, jenis survei, waktu dan lokasi, target/target, subjek, prosedur, instrumen, metodologi analisis data, dan hal-hal lain yang berkaitan dengan metodologi survei. [12]. Langkah penelitian ini dilakukan dengan terlebih dahulu melakukan studi *literature* mengenai penerapan IoT dalam berbagai bidang.

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

3.1. IoT Data Analisa

Penggunaan sensor-sensor di lingkungan perangkat IoT menghasilkan banyaknya data-data baik yang terstruktur, tidak terstruktur maupun semi struktur. Misalnya : data kesehatan, data logistik, data astronomi, data lingkungan dsb [13]. Data yang dikumpulkan dari sensor ini dapat digunakan untuk memahami, memeriksa, dan mengontrol lingkungan di sekitar, serta dapat memfasilitasi pengambilan keputusan dan kinerja. besarnya data heterogen dan beragam yang dihasilkan oleh perangkat IoT membuat solusi pemrosesan informasi tradisional menjadi tidak terpakai. Karena sistem pemrosesan informasi tradisional tidak dapat menangani volume data tersebut [15]. Analitik data IoT mengacu pada

analisis setiap fragmen data yang dihasilkan dari perangkat IoT [16]. *Data mining* dan *Machine Learning* mungkin dapat membantu dalam menciptakan IoT yang lebih cerdas dengan mengekstrak pola yang tidak terlihat, korelasi tersembunyi, tren, kesimpulan, dan dapat memfasilitasi keputusan yang lebih baik, meningkatkan kinerja, otomatisasi, produktivitas, dan akurasi. Sebagian besar perangkat IoT terus-menerus mengirimkan *volume time series* yang besar dan data tersebut bersifat sementara, sehingga menuntut tindakan *real-time*.



Gambar 1. Tujuan analisa data pada aplikasi IoT

[sumber: Data Analytics in the Internet of Things: A Survey (14.p. 609)]

Analisa data IoT dapat dikategorikan menjadi tiga kelompok, yaitu:

- Analisa Deskriptif, menggambarkan apa yang telah terjadi dan apa yang sedang terjadi. Analisa ini membantu dalam memahami tantangan dan peluang bisnis baru dengan memanfaatkan agregasi data dan *data mining* teknik. Kasus penggunaan analitik deskriptif mencakup konsumsi energi [17], perancangan perkotaan [18] dsb.
- Analisa Prediktif, menjelaskan apa yang akan terjadi dan mengapa. Analisa ini membayangkan kondisi masa depan dan menyatakan dengan tepat dengan bantuan model statistik dan teknik prediksi. Kasus penggunaan analisa prediktif termasuk prediksi penyakit [19], prediksi penggunaan energi [20], prediksi kegagalan mesin [21], prediksi anomali [22], dsb.
- Analisa Preskriptif, mencirikan apa yang harus dilakukan dan mengapa itu perlu dilakukan. Analisa ini dapat digunakan dalam sistem pendukung keputusan untuk mengeksplorasi beragam kemungkinan dan memberikan rekomendasi untuk pengambilan keputusan menggunakan algoritma pengoptimalan dan simulasi. Kasus penggunaan analisa preskriptif mencakup manajemen risiko kegagalan dalam IoT industri.

3.2. Tujuan Analisa Data Dalam Aplikasi IoT

IoT telah berperan bagi kehidupan dengan memfasilitasi pertumbuhan bermacam aplikasi yang digunakan dalam bisnis pada berbagai sektor. Analisa data memiliki peran besar dalam pengembangan dan keberhasilan aplikasi IoT. Data dari perangkat IoT dapat digunakan untuk mengekstrak kesimpulan data yang bermakna, dan kesimpulan ini umumnya dalam bentuk keputusan, pola, dan statistik yang

membantu aplikasi IoT dalam pengambilan keputusan yang tepat dalam operasional bisnis. Pemanfaatan analisa data dalam aplikasi IoT membawa manfaat besar termasuk layanan yang lebih baik, peningkatan produktivitas, otomatisasi, dan pengambilan keputusan yang lebih tepat. Berikut ini pembahasan singkat mengenai Aplikasi IoT dan peran analisa data pada aplikasi (Gambar 1).

3.2.1. Smart Home

Smart home adalah pengembangan IoT di mana tempat tinggal diwujudkan dengan kecerdasan buatan untuk menyediakan layanan seperti kenyamanan pengguna, perawatan kesehatan, keamanan, pemantauan dan kontrol jarak jauh perangkat, konservasi energi, dll. [23]. Tujuan analisa data *smart home* adalah untuk menghasilkan lingkungan interaktif dengan memanfaatkan layanan dasar seperti deteksi keadaan fisiologis dan psikologis, pengenalan gambar, pengenalan suara, dll. Analisis data *smart home* membantu dalam melacak aktivitas sehari-hari penduduk, memantau perilaku lansia, optimalisasi konsumsi energi, memastikan keamanan, pemantauan kesehatan, dll.

3.2.2. Smart Education

IoT dan analisa data berkontribusi pada kompetensi sistem pendidikan untuk tingkat yang lebih besar dengan memungkinkan layanan seperti pembelajaran online yang efisien, optimalisasi belajar-mengajar, ruang kelas pemantauan hunian, rekomendasi konten, pemantauan perilaku pelajar, dll [24,25]. Mengintegrasikan IoT dengan sistem pendidikan membantu dalam memotivasi siswa, mengidentifikasi siswa yang kurang dan kesulitan dalam belajar, penilaian kemajuan, dan membuat proses pembelajaran menjadi efisien.

3.2.3. Smart Healthcare

Analisa data dalam smart healthcare adalah memastikan pemantauan kesehatan jarak jauh, membantu dalam diagnostik penyakit awal, membuat temuan baru dalam tren penyakit, dll. dengan memanfaatkan layanan dasar seperti deteksi fisiologis dan psikologis, pengenalan gambar, pengenalan suara, dll.

3.2.4. Smart Industry

Kemajuan pesat dalam teknologi komunikasi, komputasi, dan manufaktur, produksi dalam organisasi industri sedang dialihkan dari digital ke cerdas [26]. Data yang dihasilkan dari *smart industry* biasanya terdiri dari data yang berkaitan dengan log mesin dan proses manufaktur. Hasil analisa data dapat menghasilkan layanan seperti pemantauan kondisi mesin, deteksi dan analisis kesalahan, manajemen kesehatan mesin, pengoptimalan produksi, manufaktur fleksibel, dll [26,27].

3.2.5. Smart Transportation

Smart transportation bertujuan untuk mengeksploitasi kecerdasan buatan secara komputerisasi dengan teknologi komunikasi sehingga dapat memfasilitasi pengenalan, pelacakan, dan pemantauan kendaraan [28]. IoT dalam sistem transportasi akan menyediakan layanan cerdas seperti manajemen kemacetan lalu lintas, pengoptimalan rute, mengemudi yang aman, dll. Informasi *real-time* tentang ketersediaan slot parkir, kondisi cuaca, kondisi jalan, kesehatan mesin, perawatan peralatan juga akan disediakan [29].

3.2.6. Smart Grid

Smart grid adalah pengembangan lain dari IoT untuk mengelola dan menyebarkan listrik antara pemasok dan konsumen agar meningkatkan efisiensi, keamanan, keandalan dengan pelacakan dan control waktu yang *real time* [28]. Mengintegrasikan IoT dengan sistem kelistrikan akan memfasilitasi layanan seperti optimalisasi kinerja sistem tenaga, deteksi dan analisis kesalahan, keamanan, pengurangan biaya operasional dan pemeliharaan [30]. Sensor yang digunakan di *Smart Grid* terus-menerus memancarkan data yang relevan untuk mengontrol *loop* dan keamanan. Data yang dihasilkan menuntut *real time* analisa untuk mengoptimalkan konsumsi daya, memprediksi kebutuhan catu daya, dan mendeteksi anomali, dll.

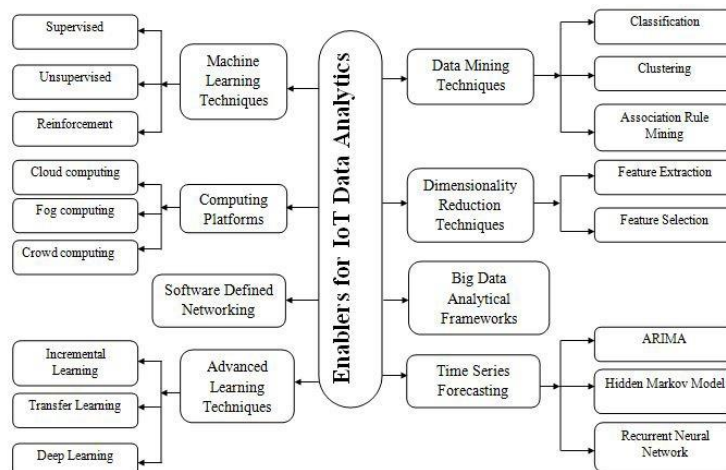
3.2.7. Smart Agriculture

Smart agriculture adalah pendekatan baru dalam menyelesaikan tugas-tugas pertanian dengan mengurangi usaha manusia dan dengan pemanfaatan sumber daya pertanian secara efisien. *Smart agriculture* menggunakan teknologi sensor, komunikasi, komputasi, dan penggerak canggih untuk memfasilitasi layanan seperti pengendalian iklim berdasarkan persyaratan panen, pertumbuhan produktivitas, pemantauan sistem irigasi otomatis, deteksi dan pencegahan penyakit tanaman, pemantauan tanah, pemantauan ternak, dll [31].

3.2.8. Smart Government

Pemerintah dapat memperoleh sejumlah manfaat dari penggabungan IoT dan analisa data. Semua tugas yang berkaitan dengan administrasi pemerintah menuntut analisis dan prediksi yang akurat dengan menggabungkan IoT dan analitik data dalam fungsi pemerintah akan menghasilkan kualitas yang lebih baik. Pengambilan keputusan yang efisien, optimalisasi biaya, kebijakan dan skema yang efisien, peningkatan kepercayaan politik, pemantauan lingkungan, prediksi dan penilaian bencana alam, penilaian tuntutan publik, dll [32].

3.3. Metode Dalam Analisa Data IoT



Gambar 2. Tujuan analisa data pada aplikasi IoT
[sumber: Data Analytics in the Internet of Things: A Survey (14.p. 611)]

3.3.1. Data Mining Techniques

Data mining digunakan untuk menemukan pola dan informasi tersembunyi dari data yang dihasilkan oleh perangkat IoT. Tujuan utama dari prosedur *data mining* adalah untuk mengungkapkan pengetahuan implisit dari data dan mengubahnya menjadi bentuk yang berharga. Teknik penambangan data terdiri dari tiga jenis: *Classification*, *Clustering*, dan *Association*.

3.3.2. Machine Learning Techniques

Machine learning menawarkan kemampuan sistem secara otomatis belajar dan meningkatkan dari pengalaman tanpa menuntut kewajiban untuk mematuhi arah program statis. Pendekatan machine learning menciptakan korelasi yang efektif antara data input dan tindakan output. Dan kompeten untuk menyelesaikan tugas peramalan dan pengambilan keputusan dalam aplikasi IoT [33]. Pendekatan ini umumnya dibagi menjadi tiga kategori: pembelajaran yang *supervised*, *unsupervised*, dan *reinforcement learning*.

3.3.3. Advanced Machine Learning Techniques

Advanced machine learning merupakan tingkat lanjutan dari machine learning dimana pendekatan pembelajaran lanjutan seperti *deep learning*, *incremental learning*, dan *transfer learning* juga digunakan untuk menggali pengetahuan dari data IoT.

3.3.4. Dimensionality Reduction Techniques

Pra-pemrosesan data adalah langkah penting untuk machine learning dan data mining yang efektif. Sebagian besar *machine learning*, *time series forecasting*, dan teknik data mining mungkin tidak efektif untuk data dimensi tinggi. Dimensi berarti jumlah atribut dalam instansi data input dari himpunan data. Ketika jumlah atribut dalam instansi data input sangat besar dibandingkan dengan jumlah instansi dalam himpunan data, algoritma akan berkerja lebih untuk mencari model yang efektif dan efisien. Anomali ini dikenal sebagai *Curse of Dimensionality* [34]. Untuk mengatasi anomali *Curse of Dimensionality*, teknik perampingan data telah dirancang. Teknik-teknik ini secara luas diklasifikasikan menjadi dua jenis: *Feature Selection* dan *Feature Extraction*.

3.3.5. Time Series Forecasting

Sebagian besar data yang dihasilkan oleh perangkat IoT adalah *time-indexed* [35]. Untuk menganalisis data tersebut dengan mengekstrak fitur yang relevan, memprediksi instansi yang akan datang, dan untuk mengeksplorasi hubungan data antara beberapa aliran data adalah tujuan utama *time series modeling* [36,37]. Time series data menunjukkan properti autokorelasi yaitu, nilai saat ini dalam time series berkorelasi dengan nilai masa lalu. Dalam model linear, nilai saat ini tergantung secara linear pada pengamatan masa lalu sedangkan pada model non-linear, nilai saat ini adalah fungsi non-linear dari nilai masa lalu.

3.3.6. Computing Platforms

Cloud computing dan *Fog computing* adalah dua model penting untuk mengelola volume data yang sangat besar yang dihasilkan dari lingkungan IoT. Dengan pertumbuhan IoT yang cepat, tradisional *cloud computing* akan menghadapi masalah, seperti latensi jaringan yang tidak diinginkan, dan inefisiensi spektral yang tidak membuatnya cocok untuk skenario yang membutuhkan : *minimal latency*, *real-time treatment*, dan *mobile support*.

3.3.7. Big Data Analytical Frameworks

Big data analytical framework dapat digunakan untuk menganalisis *volume data humongous* yang dihasilkan dari lingkungan IoT. Menerapkan kerangka kerja data *analytical framework* yang tepat sangat penting untuk keberhasilan pengembangan aplikasi IoT. Tergantung persyaratan dalam menganalisa data IoT, analisa data dapat dilakukan baik di cloud atau lokal jaringan data IoT berada.

3.3.8. Software Defined Networking

Software defined networking (SDN) adalah teknologi baru yang menyederhanakan administrasi jaringan dengan memisahkan bidang kontrol dan bidang data, sehingga memusatkan *network intelligence* [38]. Memungkinkan *virtualisasi* dalam jaringan dan meningkatkan kemampuan jaringan. SDN memenuhi persyaratan dasar aplikasi IoT berikut: *Network management*, *Efficient resource utilization*, *Energy Management* dan *Security and Privacy*.

4. KESIMPULAN

Menggabungkan analisis data dan IoT akan berdampak positif pada bisnis, baik di berbagai sektor industri. Pemanfaatan IoT yang tepat dalam operasional bisnis dengan pemanfaatan analisa data membawa manfaat besar termasuk layanan yang lebih baik, peningkatan produktifitas, otomatisasi, dan pengambilan keputusan yang lebih tepat. Dalam penerapan IoT pada bisnis data analis harus dapat menyesuaikan metode dan tujuan output dari data IoT agar dapat bermanfaat bagi bisnis, ada bermacam metode dalam proses analisa data IoT. Dengan perkembangan perangkat IoT yang setiap tahun selalu bertambah, dimana IoT sudah menjadi bagian dari kehidupan yang banyak dimanfaatkan untuk kebutuhan rumah tangga dan keseharian. Membuat perangkat IoT menjadi bagian dari peradaban teknologi, saat ini perangkat aktif IoT di seluruh dunia sudah mencapai 7 milyar perangkat.

PERNYATAAN PENGHARGAAN

Penulis ucapkan banyak terima kasih kepada dosen pembimbing kami Pak Noviandi atas waktu dan masukkannya selama proses pembuatan jurnal. Kampus kami Universitas Esa Unggul khususnya Fakultas Teknik Informatika sebagai ruang belajar dan edukasi.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] J.Tony. "Role of Data Analytics in Internet of Things (IoT)". Internet: <https://www.fingent.com/blog/role-of-data-analytics-in-internet-of-things-iot>, 29 Oktober, 2021 [Mar. 15, 2022].
- [2] L.S. Vailshery. "Number of Internet of Things (IoT) connected devices worldwide from 2019 to 2030". Internet: <https://www.statista.com/statistics/1183457/iot-connected-devices-worldwide>, 20 Mei, 2022 [Mar. 15, 2022].
- [3] Asioti. "Press Release Asosiasi Internet of Things Indonesia". Internet: <https://www.asioti.id/press-release>, 19 Juni, 2019 [Mar. 15, 2022].
- [4] Y. Tianqi and W. Xianbin. "Real-Time Data Analytics in Internet of Things Systems"., Handbook of Real-Time Computing, DOI: 10.1007/978-981-4585-87-3_38-1. 2020.
- [5] S. Selamat, Damayanti, N. Andi, P. Berlintina, C.N. Ady dan B.P. Aldi. "Internet of Things Untuk Peningkatan Pengetahuan Teknologi Bagi Siswa"., Journal of Technology and Social for Community Service (JTSCS), pp. 173-177. ISSN: 2723-2026. 2021.
- [6] A. Akbar, A. Khan, F. Carrez, dan K. Moessner. "Predictive analytics for complex IoT data streams"., IEEE Internet Things J, vol. 4, no. 5, pp. 1571–1582. 2017.
- [7] R. A. Muhammad. "Profesi Data Analyst, Gaji, Tugas, dan Skill yang Wajib dikuasai". Internet: <https://www.sekawanmedia.co.id/blog/data-analyst>, 22 Oktober, 2020 [Jun. 25, 2022].
- [8] E. Ilham. "Pengertian Big Data". Internet: <https://www.it-jurnal.com/pengertian-big-data>, 14 Desember, 2016 [Jun. 25, 2022].
- [9] Y. Yudhanto. "Apa itu IoT (Internet of things)". Internet: <http://ilmukomputer.org/wp-content/uploads/2015/05/apa-itu-iot-internet-of-things.pdf>, 15 Mei 2005 [Mei. 11, 2022].
- [10] S. Eugene, T. Thanassis, and H. Wendy. "Analytics for the Internet of Things: A survey", ACM Computing Surveys (CSUR) Vol. 1, No. 1. 2018.
- [11] A. Ejaz, Y. Ibrar, A. T. H Ibrahim, K. Imran, I. A. A. Abdelmottlib, I. Muhammad, and V. Athanasios. "The role of big data analytics in Internet of Things, Computer Networks"., Elsevier, Vol. 129, pp. 459-471. 2017.
- [12] D. Komaludin. "Penerapan Teknologi Internet of Things (IoT) pada budidaya tanaman hidroponik sebagai langkah efisiensi biaya perawatan "., Festival Riset Ilmiah Manajemen & Akuntansi, pp. 682-690. ISSN: 2614-6681. 2018.
- [13] M. Chen, S. Mao, and Y. Liu, "Big Data: A Survey, Mobile Networks and applications, Springer"., Vol. 19, pp. 171-209. 2014.
- [14] J. T. Saleem, and M. A. Chisti. "Data Analytics in the Internet of Things: A Survey"., Vol 20, pp. 607-629. 2019.
- [15] A. E. Mervat, H. Mohammad, and A. A. Najah. "Data Management for the Internet of Things: Design Primitives and Solution, Sensors"., Vol. 13, pp. 15582-15612.2013.
- [16] V. Shikhar, K. Yuichi, Md. Zubair, Fadlullah, N. Hiroki, and K. Nei. "A Survey on Network Methodologies for Real-Time Analytics of Massive IoT Data and Open Research Issues"., IEEE Communications Surveys and Tutorials, Vol. 19, No. 3, pp. 1457-1477. 2016.
- [17] M. Albert, M. Liliias, A. Henry, N. Austine, and M. Priscilla. "A Comparative Analysis of Energy Usage and Energy Efficiency Behavior in Low- and High-Income Households: The Case of Kitwe, Zambia, Resources"., Vol. 4, pp. 871-902. 2015.
- [18] L. Lszl, E. Pter, U. Tams, B. Tams, and C. Hassan. "SensorHUB: An IoT Driver Framework for Supporting Sensor Networks and Data Analysis"., International Journal of Distributed Sensor Networks, Vol. 2015, p. 12. 2015.
- [19] C. Min, H. Yixue, H. Kai, W. Lu, and W. Lin. "Disease Prediction by Machine Learning Over Big Data From Healthcare Communities"., IEEE Access, Vol. 5, pp. 8869-8879. 2017.

-
- [20] C. Antorweep, R. Chunming, E. Pal, and W. W. Tomasz. *A Distributed Gaussian-Means Clustering Algorithm for Forecasting Domestic Energy Usage, proceedings of SMARTCOMP*, IEEE, China. 2014.
 - [21] J.C. O'Brien, J.R. Leech, C.C. Wright, C.R. Reeves, N.C. Steele, and C.Y. Choi. *Neural Networks for early prediction of machine failure, Colloquium on Advanced Vibration Measurements, Techniques and Instrumentation for the early prediction of failure*, IEEE, UK. 1992.
 - [22] W. Aaron, A.A. Abdullah, E. Soundararajan, *Anomaly Prediction in Seismic Signals Using Neural Networks, Proceedings of Applied Imagery Pattern Recognition Workshop*, IEEE, USA. 2013.
 - [23] R.A. Muhammad, B.I.R. Mamun, and A.M.A. Mohd. "A Review of Smart Homes Past, Present, and Future", *IEEE Transactions On Systems, Man, And Cybernetics Part C: Applications And Reviews*, Vol. 42, No. 6, pp. 1190-1203. 2012.
 - [24] M.B. Ibanez, A.Di Serio, D. Villaran, and C.D. Kloos. "Experimenting with electromagnetism using augmented reality Im-pact on flow student experience and educational effectiveness", *Computers and Education*, Vol.71, pp. 1-13. 2014.
 - [25] L.f. Kwok. "A vision for the development of i-campus, Smart Learning Environments", vol. 2, pp. 112. 2015.
 - [26] C. Baotong, W. Jiafu, S. Lei, L. Peng, M. Mithun, and Y. Boxing. "Smart Factory of Industry 4.0: Key Technologies, Application Case, and Challenges", *IEEE Access*, Vol. 6, pp. 6505-6519. 2017.
 - [27] S.K. Hyoun, Y.L. Ju, C. SangSu, K. Hyun, H.P. Jun, Y.S. Ji, H.K. Bo, and D.N. Sang. "Smart Manufacturing: Past Research, Present Findings, and Future Directions", *International Journal Of Precision Engineering And Manufacturing-Green Technology* Vol. 3, No. 1, pp. 111-128. 2016.
 - [28] M. Mohsen, N. Fariza, G. Abdullah, K. Ahmad, A.T.H. Ibrahim, and S.I.Y. Aisha. "Big IoT Data Analytics: Architecture, Opportunities, and Open Research Challenges", *IEEE Access*, Vol. 5, pp. 5247-5261. 2016.
 - [29] Q. Luo. "Research on Intelligent Transportation System Technologies and Applications, Workshop on Power Electronics and Intelligent Transportation System", IEEE, Guangzhou, China. 2018.
 - [30] H. Rabab, and R. Ghadir. "Survey on Smart Grid, International Conference on Emerging Trends in Engineering, Technology and Science (ICETETS)", IEEE, Pudukkottai, India. 2010.
 - [31] R. Aqeel, and A.S. Zubair. "Smart Agriculture, Applications of Modern High Performance Networks", *Bentham Science Publishers*, pp. 120-129. 2009.
 - [32] C. Feng, D. Pan, W. Jiafu, Z. Daqiang, V. Athanasios, and R. Xiaohui. "Data Mining for the Internet of Things: Literature Review and Challenges", *International Journal of Distributed Sensor Networks*. Vol. 2015, p. 14. 2015.
 - [33] K.S. Shree, and W. Xianbin. "Live Data Analytics With Collaborative Edge and Cloud Processing in Wireless IoT Networks", *IEEE Access*, Vol. 5, pp. 4621-4635. 2017.
 - [34] Y. Lei, Y. Jieping, and L. Huan, "Dimensionality Reduction for Data Mining - Techniques, Applications and Trends". Internet: www.cs.binghamton.edu/~lyu/SDM07/DR-SDM07.pdf, 2008 [Mei. 15, 2022]
 - [35] B.F. Sameh. "Analyzing IoT Data: Introduction to Time Series Forecasting with Python". Internet: <http://iot-ee.com/en/2017/08/07/analysing-iot-data-introduction-time-series-forecasting-python>, 07 Agustus 2017 [Mar. 15, 2022].
 - [36] A. Ratnadip, and R.K. Agrawal, "An Introductory Study on Time Series Modeling and forecasting". Internet: <https://arxiv.org/ftp/arxiv/papers/1302/1302.6613.pdf>, 26 Februari 2013 [Mei. 15, 2022].
 - [37] B. Siddhartha, B. Neil, J. Raja, and K. Branislav. "Time Series Data Analysis of Wireless Sensor Network Measurements of Temperature, Sensors", Vol. 17. 2017.
 - [38] C.B. Ahmet, O. Atay, and E. Cem. "How Can Edge Computing Benefit from Software Defined Networking: A Survey, Use Cases and Future Directions", *IEEE Communications Surveys and Tutorials*, Vol. 19, pp. 2359-2391. 2017.
 - [39] R. Fahrur. "Systematic Literature Review pada Analisis Prediktif dengan IoT: Tren Riset, Metode, dan Arsitekturs", *Jurnal Sistem Cerdas* 2020, Vol. 03-No.01, pp. 43-53. 2020.
-