KAJIAN PENERAPAN TEKNOLOGI INTERNET OF THINGS UNTUK PENGHEMATAN ENERGI

Studi Kasus di Pusdiklat BPS

Muhammad Hadid¹, Yunarso Anang²

Politeknik Statistika

Jakarta

E-mail: ¹16.9294@stis.ac.id, ²anang@stis.ac.id

ABSTRAK

Revolusi industri 4.0 mengarah ke era digitalisasi dan menjalani semuanya serba digital. Industri 4.0 sebagai produksi dari *Cyber-Physical System* (CPS) yang terintegrasi dan berkorelasi dengan algoritma, Big Data, hingga *Internet of Things* (IoT). CPS ialah suatu integrasi antara suatu perhitungan atau komputasi dengan proses fisik dari sistem. Salah satu penerapan CPS adalah IoT yang saling terhubung dengan proses fisik melalui jaringan Internet. IoT berkaitan dengan sistem pintar, seperti *smart home*, *smart office*, dan sebagainya sesuai di mana teknologi IoT tersebut diterapkan. *Smart home* atau *smart office* merupakan contoh di mana rumah atau gedung perkantoran yang sudah memanfaatkan teknologi IoT sehingga pengoperasian bangunan tersebut menjadi mudah dan saling terintegrasi antar proses fisiknya. BPS salah satu lembaga non-kementerian yang memiliki gedung perkantornya guna melaksanakan tugas pemerintahannya. Dalam penelitian ini dilakukan kajian penerapan IoT pada Pusdiklat BPS sehingga menjadi gedung perkantoran yang "*smart*". Penerapan IoT dilakukan pada sistem penerangan yang ada di Pusdiklat BPS. Sistem penerangan dapat secara otomatis menyalakan lampu jika ada orang di dalam ruangan, serta mematikan lampu jika tidak ada orang di dalam ruangan. Untuk melihat seberapa signifikan pengeluaran energi dengan dan tanpa menggunakan sistem automasi dilakukan uji sampel berpasangan. Hasilnya bahwa terdapat cukup bukti adanya perbedaan penggunaan energi dengan dan tanpa menggunakan sistem automasi.

Kata kunci: internet of things, smart system, pusdiklat bps

ABSTRACT

The industrial revolution 4.0 leads to the era of digitalization and is everything digital. Industry 4.0 as a production of Cyber-Physical System (CPS) which is integrated and correlated with algorithms, Big Data, to the Internet of Things (IoT). CPS is an integration between a computation or computation with the physical processes of the system. One of the applications of CPS is IoT which is connected to physical processes through the Internet network. IoT is related to smart systems, such as smart home, smart office, and so on according to where the IoT technology is applied. Smart home or smart office is an example of a house or office building that already utilizes IoT technology so that the operation of the building becomes easy and is mutually integrated between its physical processes. BPS is a non-ministerial institution that has office buildings to carry out its government duties. In this research, a study was conducted on the application of IoT at the BPS Education and Training Center so that it becomes a "smart" office building. The application of IoT is carried out in the lighting system at the BPS Education and Training Center. The lighting system can automatically turn on the lights if there are people in the room, as well as turn off the lights if no one is in the room. To see how significant the energy expenditure is with and without using the automation system, paired samples are tested. The result is that there is sufficient evidence of differences in energy use with and without using an automation system.

Keywords: internet of things, smart system, pusdiklat bps

PENDAHULUAN

Di era yang modern seperti sekarang ini, semua sudah serba digital. Berawal dari revolusi industri 4.0 yang mengarah ke era digitalisasi. Industri 4.0 sendiri bertujuan untuk bekerja dengan tingkat otomatis yang lebih tinggi sehingga mendapatkan tingkat produktivitas dan efisiensi yang lebih tinggi juga serta menghubungkan fisik melalui dunia virtual (Alcácer & Cruz-Machado, 2019). Hal tersebut karena sudah majunya perkembangan teknologi yang ada. Kemajuan teknologi ini menjadikan segala jenis aspek dalam kehidupan sudah diubah ke dalam bentuk digital. Misalnya dalam perekonomian, industri, pendidikan, pemerintahan, hingga di dalam kehidupan sehari-hari. Segala hal fisik sudah diubah dan dapat saling terhubung dengan perangkat lain untuk saling bertukar data atau informasi. Alcácer (2019) juga menyebutkan bahwa industri 4.0 dapat diasumsikan sebagai produksi dari *Cyber-Physical System* (CPS) berdasarkan data yang beragam dan integrasi antar ilmu pengetahuan yang dioperasikan, terintegrasi, disesuaikan, dioptimalkan, berbasis layanan yang berkorelasi dengan algoritma, *Big Data* dan teknologi tinggi seperti *Internet of Things* (IoT) dan *Internet of Service* (IoS), *Industrial Automation*, *Cybersecurity* (CS), *Cloud Computing* (CC) atau *Intelligent Robotics*.

Cyber-Physical Systems atau bisa disingkat dengan CPS merupakan suatu integrasi atau interaksi antara suatu perhitungan atau komputasi dengan proses fisik dari sistem (Seshia & Lee, 2017). *Internet of Things* atau dikenal dengan istilah IoT merupakan salah satu dari penerapan CPS yang dalam proses komunikasi antara komputer yang melakukan komputasi dengan proses fisik sistem melalui jaringan *Internet*. Tidak ada definisi tunggal mengenai IoT itu sendiri, tetapi menurut Rose, dkk (2015) IoT umumnya digunakan untuk merujuk pada suatu koneksi jaringan yang luas dan kemampuan komputasi pada suatu objek, sensor, maupun komputer yang memungkinkan mengirim dan menerima data dengan intervensi manusia yang minimal. Dengan teknologi IoT, data mudah didapatkan dari perangkat sehari-hari dan mudah untuk dimonitor di mana saja dan kapan pun. IoT merupakan salah satu teknologi yang saat ini sedang berkembang dan dikaitkan dengan sistem pintar, seperti *smart home*, *smart office*, hingga cakupan yang lebih luas lagi seperti *smart city*.

Saat era *Big Data* seperti sekarang ini semua informasi dapat dikumpulkan dan mudah untuk diakses. Menurut S. Joe Qin (2014) *big data* dapat dikatakan menjadi fokus utama dari tahap berikutnya dari transformasi teknologi informasi di industri. *Big data* sendiri mengacu pada ukuran dan variasi set data yang beragam. Data yang sangat besar dapat dikumpulkan dari peralatan dan proses dari sensor, jaringan sensor nirkabel, perangkat seluler dan nirkabel, log suatu perangkat lunak, kamera, hingga mikrofon.

Yaqoob, dkk (2016) mengatakan bahwa IoT merupakan salah satu penghasil data dengan jumlah yang sangat besar selain media sosial. Data yang sangat besar tersebut merujuk pada istilah *big data*. Dengan IoT yang dapat mengubah perangkat sehari-hari, seperti alarm, perangkat komputasi seluler, tirai jendela, sensor jendela, perlengkapan pencahayaan, lemari es, mesin cuci dan sebagainya (Hashem, et al., 2016) sehingga dapat saling terhubung melalui suatu jaringan serta data yang dihasilkan dapat dengan mudah dikumpulkan dengan perangkat komputasi. Sehingga di saat kondisi seperti pandemi di mana mengharuskan mengikuti protokol dan melakukan jarak dalam berkomunikasi, cukup sulit untuk melakukan *monitoring* atau *maintenance* terhadap ruangan atau perangkat sehari-hari. Dengan diterapkannya IoT, diharapkan dapat dengan mudah dilakukan dari mana saja dan kapan pun karena perangkat yang telah terhubung dengan jaringan *Internet*. Data yang dihasilkan dari penerapan IoT tersebut dapat dimanfaatkan untuk keperluan analisis dan penentuan kebijakan terhadap *maintenance* ke depannya.

Saat penelitian dilakukan, di ruangan tertentu di gedung BPS sudah terpasang semacam sensor di dalamnya. Tetapi pada Pusdiklat BPS belum terdapat penerapan IoT. Sehingga penelitian

ini diharapkan dapat sebagai kajian dalam penerapan IoT pada lingkungan BPS khususnya pada Pusdiklat BPS untuk kedepannya, sehingga menjadikan gedung BPS sebagai *smart office*.

Penyusunan sistematika penulisan pada paper adalah sebagai berikut. Pada bab pendahuluan menjelaskan latar belakang dari penelitian ini. Pada bab Metode menjelaskan metode yang digunakan dalam penelitian ini, seperti lokasi penelitian, alat dan bahan, serta teori yang mendukung metode yang digunakan. Pada bab hasil dan pembahasan menjelaskan hasil dari penelitian ini berupa perancangan IoT dan uji coba terhadap rancangan IoT terkait penggunaan listrik. Terakhir ialah berupa hasil kesimpulan yang didapat dari penelitian ini pada bab kesimpulan.

METODE

Penelitian ini pada awalnya direncanakan dilakukan pada Pusdiklat BPS, tetapi situasi pandemi covid-19 mengakibatkan tidak memungkinkan untuk dilakukan di sana. Sehingga lokasi dilakukan di kediaman peneliti dengan menerapkan dan membuat situasi dan kondisi yang mirip pada Pusdiklat BPS.

Alat dan bahan dalam melakukan penelitian ini adalah papan *Arduino*, *relay*, kamera yang menggunakan *handphone* dengan *ipcamera*, server untuk menjalankan pendeteksian objeknya. Berikut rancangan desain yang akan dibangun.

Gambar 31. Rancangan IoT.

Metode analisis dalam penelitian ini dilakukan uji untuk memvalidasi hasil penelitian yang dilakukan terhadap efisiensi penggunaan energi listrik. Uji yang digunakan menggunakan uji *t-student* atau yang biasa dikenal dengan uji *t* dengan sampel berpasangan.

Uji *t* adalah salah satu teknik statistik yang terkenal yang digunakan menguji rata-rata dua data apakah signifikan secara statistik (Mishra, Singh, Pandey, Mishra, & Pandey, 2019). Uji *t* memiliki tiga tipe, yaitu uji *t* satu sampel, uji *t* sampel independen, dan uji *t* sampel berpasangan. Uji *t* sampel berpasangan atau kadang-kadang disebut dengan uji *t* sampel dependen digunakan pada data yang saling berpasangan. Untuk menerapkan uji ini, variabel berpasangan yang digunakan harus kontinu dan berdistribusi normal.

Untuk memenuhi asumsi data berdistribusi normal, dilakukan uji normalitas menggunakan uji *Shapiro-Wilk*. Uji *Shapiro-Wilk* cukup baik dalam menguji normalitas untuk semua jenis distribusi dan ukuran sampel (Razali & Wah, 2011). Rumus untuk uji *Shapiro-Wilk* didefinisikan sebagai berikut.

$$W = \frac{(\sum_{i=1}^n a_i y_i)^2}{\sum_{i=1}^n (y_i - \bar{y})^2} \dots\dots\dots (1)$$

dimana:

y_i = statistik urutan ke- i

$\bar{y}$ = rata-rata sampel

$$a_i = (a_1, \dots, a_n) = \frac{m^T V^{-1}}{(m^T V^{-1} V^{-1} m)^{1/2}}$$

$m = (m_1, \dots, m_n)^T$ = *expected values* dari urutan statistik variabel acak independen dan terdistribusi identik yang diambil dari distribusi normal standar dan V adalah matriks kovarians dari statistik urutan tersebut.

Dalam melakukan uji normalitas, digunakan *tools Python* dengan menggunakan *library scipy.stats*. berikut hasil potongan kode dengan menggunakan *Jupyter Notebook*.

```
# import library
import pandas as pd
import numpy as np
from scipy.stats import shapiro

# Shapiro-Wilk Test
# parameter array of data and alpha value
def shapiro_test(data,alpha):
    # normality test
    # stat is The test statistic. p is The p-value for the hypothesis test.
    stat, p = shapiro(data)
    print('Statistics = %.3f, p-value = %.3f' % (stat, p))
    print('-----')

    # interpret
    if p > alpha:
        print('Fail to reject the null hypothesis')
        print('So, the data are normal')
    else:
        print('Reject the null hypothesis')
        print('So, the data are unnormal')
```

Gambar 32. Kode untuk uji normalitas.

Untuk uji *t-student* sampel berpasangan dilakukan juga menggunakan *tools Python* dengan *library ttest_rel* dari *scipy.stats*. berikut potongan kode untuk uji t.

```
# import library
import numpy as np
from scipy.stats import ttest_rel

# T-Student Test Paired
# parameter array of datas that want to compare and alpha value
def ts_test(data1,data2,alpha):
    # stat is t-statistic. p is Two-sided p-value.
    stat, p = ttest_rel(data1,data2)
    print('Statistics = %.3f, p-value = %.3f' % (stat, p))
    print('-----')

    # interpret
    if p > alpha:
        print('Fail to reject the null hypothesis')
        print('There is no significant difference between with and without automation.')
    else:
        print('Reject the null hypothesis')
        print('There are significant differences between with and without automation.')
```

Gambar 33. Kode untuk Uji t-student.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Hasil perancangan desain yang telah dirancang sebelumnya diimplementasikan dengan alat dan bahan yang sudah disiapkan sebelumnya. Untuk *server*, penelitian ini menggunakan laptop atau komputer milik pribadi. Hal yang perlu dipersiapkan pada sisi *server* adalah pemasangan algoritma YOLOv3 sebagai *object detection*. Kemudian membuat sisi inputasi berupa video ke dalam server, yaitu kamera. Kamera menggunakan telepon genggam menggunakan aplikasi *ipcamera*, sehingga outputnya dapat langsung dikirim ke *server* melalui jaringan. Selanjutnya pada sisi saklar dalam mematikan lampu, board Arduino yang digunakan ialah Wemos D1 R1 dengan modul *WiFi* yang sudah terpasang pada *board*. Dari *board* tersebut terhubung dengan modul relay yang berfungsi sebagai saklar. *Board* tersebut diatur sehingga pada saat menerima sinyal dari

server akan menjalankan *relay* yang sesuai. Saat server tidak mendeteksi adanya objek orang, maka *board* tersebut akan mengirim sinyal ke *relay* untuk mematikan atau memutus arus listrik.

Uji Coba Rancangan

Untuk menguji seberapa efisien penggunaan alat ini dalam mengurangi pemborosan energi dilakukan rancangan percobaan dengan mengumpulkan lama waktu penggunaan listrik. Hasil pengumpulan datanya dapat dilihat pada tabel di bawah ini.

Tabel 19. Hasil Pengumpulan Lama Waktu Menyala.
Waktu Menyala

Hari	Tanpa Automasi	Dengan Automasi
Pertama	09:39:50	01:26:23
Kedua	05:32:03	04:00:33
Ketiga	09:59:32	03:03:54
Keempat	00:00:00	03:17:04
Kelima	07:17:31	05:23:03
Keenam	14:56:04	06:17:28
Ketujuh	20:53:40	07:41:35

Gambar 34. Grafik Perbandingan Hasil Pengumpulan Data.

Pada hasil pengumpulan terdapat data yang berbeda secara signifikan dibanding dengan data lainnya, yaitu data pada hari keempat yang dilakukan tanpa automasi. Data tersebut bernilai nol. Hal tersebut terjadi karena pada hari tersebut tidak ada aktivitas yang terjadi pada ruangan sehingga tidak ada penggunaan listrik pada saat itu.

Dari data yang telah dikumpulkan dilakukan menggunakan uji *t-student* dengan sampel berpasangan. Sebelum dilakukan uji, ada beberapa asumsi yang harus terpenuhi, yaitu sampel data harus berpasangan, data diambil secara acak, dan data berdistribusi normal. Untuk penanganan data *outlier* yang terjadi pada hari keempat, dilakukan dengan cara menghilangkan data tersebut. Untuk menguji distribusi normal menggunakan uji *Shaphiro-Wilk*. Uji *Shaphiro-Wilk* dilakukan dengan menggunakan *tools python* dan berikut hasilnya.

```
# data observations
withoutAutomation = np.array([579.83, 332.05, 599.53, 437.52, 896.07, 1253.67])
withAutomation = np.array([86.38, 240.55, 183.90, 323.05, 377.47, 461.58])

# data test
print('Without Sensor Data Normality Test')
print('-----')
shapiro_test(withoutAutomation, 0.05)
print('-----')
print()
print('With Sensor Data Normality Test')
print('-----')
shapiro_test(withAutomation, 0.05)
print('-----')
```

Without Sensor Data Normality Test

Statistics = 0.914, p-value = 0.462

Fail to reject the null hypothesis
So, the data are normal

With Sensor Data Normality Test

Statistics = 0.991, p-value = 0.991

Fail to reject the null hypothesis
So, the data are normal

Gambar 35. Hasil Uji Normalitas.

Berdasarkan hasil yang didapat bahwa data yang dikumpulkan berdistribusi normal. Kemudian setelah asumsi terpenuhi, dilakukan uji *t-student*. Dengan menggunakan *tools* yang sama, *Python*, didapat bahwa kedua data tersebut memiliki rata-rata yang berbeda, yang berarti bahwa terdapat perbedaan yang cukup signifikan waktu dalam penggunaan listrik pada alat elektronik yang dipasangkan automasi dengan yang tidak. Berikut hasil uji *t-student* menggunakan *tools Python*.

```
# data observations
withoutAutomation = np.array([579.83, 332.05, 599.53, 437.52, 896.07, 1253.67])
withAutomation = np.array([86.38, 240.55, 183.90, 323.05, 377.47, 461.58])

# data test
print('T-Student Test')
print('-----')
ts_test(withoutAutomation, withAutomation, 0.05)
print('-----')
```

T-Student Test

Statistics = 3.725, p-value = 0.014

Reject the null hypothesis
There are significant differences between with and without automation.

Gambar 36. Hasil Uji T-Student.

Berdasarkan percobaan yang telah dilakukan untuk membangun sistem IoT tersebut terdapat beberapa alat yang dibutuhkan. Selain itu perangkat tersebut juga menggunakan energi listrik yang digunakan untuk menyalakan perangkat *Arduino* tersebut. Sehingga meski sistem tersebut sendiri cukup efektif dalam mengurangi daya penggunaan listrik dari alat listrik yang berdaya rendah tersebut tetapi penggunaan perangkat IoT yang terpasang hingga 24 jam dapat menambah beban daya terhadap biaya yang akan dikeluarkan. Sehingga dari hasil percobaan terdapat beberapa penemuan, yaitu meski IoT itu sendiri mampu untuk mengurangi penggunaan daya listrik yang tidak berarti, tetapi perlu diperhatikan juga terhadap alat IoT itu sendiri yang juga memakan beberapa daya listrik guna mengatur alat listrik yang lainnya.

KESIMPULAN

Kesimpulan yang didapat dari penelitian ini adalah berdasarkan hasil uji statistik terhadap data hasil percobaan yang dilakukan menunjukkan bahwa penerapan teknologi IoT mampu untuk

mengurangi waktu penggunaan yang sejalan dengan mengurangi daya dan biaya dari alat listrik tersebut di luar penggunaan dari perangkat IoT tersebut. Kemudian penerapan teknologi IoT yang tidak sesuai dapat mengakibatkan tidak terjadinya *return of investment* dan akan menambah beban biaya yang dihasilkan dari penerapan IoT tersebut. Selain itu terkait pada masa pandemi, penerapan IoT dapat dimanfaatkan sehingga proses *monitoring* dan *maintenance* dapat dilakukan secara jarak jauh dari mana pun dan kapan pun karena telah terhubung melalui jaringan Internet. Selain itu data IoT tersebut yang berpotensi menjadi *big data* dapat digunakan untuk menganalisis dan hasilnya dapat menjadi penentu kebijakan untuk ke depannya. Selain itu manfaat IoT lainnya pada masa pandemi ini ialah tidak terjadinya penggunaan bersama dalam satu alat, misalnya pada saklar lampu atau daun pintu, yang memungkinkan terjadinya penularan virus atau bakteri melalui perangkat yang telah disentuh oleh orang lain. Hal tersebut dikarenakan pengoperasiannya telah menjadi otomatis tanpa intervensi manusia atau pengoperasiannya pada perangkat *mobile* pribadi, seperti *smartphone*.

DAFTAR PUSTAKA

- Alcácer, V., & Cruz-Machado, V. (2019). Scanning the Industry 4.0: A Literature Review on Technologies for Manufacturing Systems. *Engineering Science and Technology, an International Journal*, 899-919.
- Hashem, I. A., Chang, V., Anuar, N. B., Adewole, K., Yaqoob, I., Gani, A., . . . Chiroma, H. (2016). The role of big data in smart city. *International Journal of Information Management*, 36(5), 748-758.
- Mishra, P., Singh, U., Pandey, C. M., Mishra, P., & Pandey, G. (2019). Application of Student's t-test, Analysis of Variance, and Covariance. *Annals of Cardiac Anaesthesia*, 22(4), 407.
- Qin, S. J. (2014). Process Data Analytics In The Era Of Big Data. *AIChE Journal*, 60(9), 3092-3100.
- Razali, N. M., & Wah, Y. B. (2011). Power comparisons of Shapiro-Wilk, Kolmogorov-Smirnov, Lilliefors and Anderson-Darling tests. *Journal of statistical modeling and analytics*, 2(1), 21-33.
- Rose, K., Eldridge, S., & Chapin, L. (2015). *The Internet of Things: An Overview*. Geneva: Internet Society. Retrieved from <https://www.internetsociety.org/wp-content/uploads/2017/08/ISOC-IoT-Overview-20151221-en.pdf>
- Seshia, S. A., & Lee, E. A. (2017). *Introduction to Embedded Systems, A Cyber-Physical Systems Approach* (Second Edition ed.). MIT Press.
- Yaqoob, I., Hashem, I. A., Gani, A., Mokhtar, S., Ahmed, E., Anuar, N. B., & Vasilakos, A. V. (2016). Big data: From beginning to future. *International Journal of Information Management*, 36(6), 1231-1247.