

Pengembangan *Centralized Smarthome* Simulator Sebagai Solusi Penghematan Biaya Listrik Menggunakan Algoritma K-Means

Putri Laras Rinjani¹, Edita Rosana Widasari², Rizal Maulana³

Program Studi Teknik Informatika, Fakultas Ilmu Komputer, Universitas Brawijaya
Email: ¹putrilarasr@gmail.com, ²editarosanaaw@ub.ac.id, ³rizal_lana@ub.ac.id

Abstrak

Efisiensi penggunaan energi listrik saat ini masih kurang diperhatikan pada kehidupan sehari-hari. Hal ini dapat dilihat dari banyaknya pengguna yang menggunakan peralatan elektronik dengan penggunaan energi listrik yang tidak bermanfaat bahkan berlebihan. Salah satu contoh penggunaan listrik yang tidak bermanfaat yaitu, pengguna lupa untuk mematikan peralatan elektronik saat meninggalkan rumah dalam keadaan sedang menyala, sehingga energi listrik yang digunakan terbuang sia-sia. Untuk mengatasi permasalahan tersebut, maka peneliti mengaplikasikan sebuah sistem *centralized smarthome* yang berfungsi untuk penghematan biaya listrik menggunakan algoritma K-Means. Pada sistem yang peneliti buat, sistem dapat berjalan secara otomatis berdasarkan hasil pembelajaran yang dilakukan pada algoritma K-Means terhadap kebiasaan pengguna dalam menyalakan dan mematikan peralatan elektronik berdasarkan waktunya. Hasil dari pembelajaran algoritma K-Means tersebut berupa penjadwalan untuk menyalakan dan mematikan peralatan elektronik pada waktu yang optimal. Dari jadwal optimal yang didapatkan, maka sistem akan secara otomatis mengatur kapan peralatan elektronik akan nyala atau mati, yang telah peneliti uji menggunakan simulator dengan tingkat akurasi 100%. Selain itu sistem juga dapat mengetahui presentase penghematan biaya penggunaan energi listrik. Peneliti melakukan pengujian terhadap enam pengguna yang berbeda dengan presentase masing-masing penghematan biaya yang didapatkan oleh pengguna sebesar 7.345%, 6.554%, 4.398%, 9.62%, 12.471% dan 7.69%.

Kata Kunci: K-Means, *Centralized Smarthome*, penghematan biaya listrik

Abstract

The efficiency of electricity usage is less concerned in our daily life. It can be seen by lots of people who wasting electricity by using electronic devices excessively. For example, people forgot to turn off their electronic devices when they leave their house, it resulted in wasted electricity usage. To resolve the problem above, The researcher would like to implement a centralized smart home system that could save electricity bills using K-Means algorithm. Inside the system that has been developed by the researcher, it will work automatically by using the result of K-Means algorithm learning process based on user behavior in using electronic devices, so it will know when the devices should be turned on or turned off. The result of K-Means algorithm learning process is an optimal schedule to turn the electronic devices on and off. Based on the optimal schedule, the system will automatically control when the electronic devices will be turned on or off, which has been tested using simulator with 100% accuracy. Moreover, the system is able to calculate the percentage of cost efficiency in electricity usage, which has been tested to six different users with the result of cost saving percentage that each user get is 7.345%, 6.554%, 4.398%, 9.62%, 12.471%, and 7.69%.

Keywords: K-Means, *Centralized Smarthome*, electricity cost saving

1. PENDAHULUAN

Pada saat ini, pemanfaatan energi listrik kurang diterapkan pada kehidupan sehari-hari karena banyak pengguna yang menggunakan

peralatan elektronik dengan mengkonsumsi listrik secara berlebihan. Masalah yang terjadi yaitu pengguna lupa untuk mematikan peralatan elektronik saat meninggalkan rumah dalam keadaan sedang menggunakan daya listrik dan juga penggunaan listrik yang berlebihan.

Sehingga listrik yang digunakan kurang bermanfaat dan masalah tersebut merupakan salah satu pemborosan energi listrik. Ketidaknyamanan timbul ketika rumah sedang ditinggalkan namun ditengah perjalanan ternyata pengguna lupa belum mematikan peralatan elektronik sehingga timbul kekhawatiran seperti terjadi korsleting, biaya tagihan listrik semakin tinggi dan lainnya. Dengan memperhatikan kondisi manusia yang telah disebutkan diatas, maka dilakukan pengembangan terhadap kemudahan pengguna untuk lebih mengefisienkan pemakaian listrik di rumah yang biasa disebut rumah cerdas (*smarthome*). Pada sistem *smarthome* penggunaan listrik akan diatur sedemikian rupa sehingga meningkatkan efisiensi penggunaan listrik.

Indonesia mengalami kenaikan tarif tenaga listrik (TTL) pada tarif listrik Tegangan Rendah (TR) mengalami kenaikan Rp 10,92 per kilo Watt hour(kWh). Pada November, Tarif Listrik Tegangan Rendah berada di angka Rp 1461,80 per kWh, sedangkan pada Desember 2016 menjadi Rp 1472,72 per kWh. Untuk tarif golongan Tegangan Menengah (TM) juga mengalami kenaikan dengan besaran Rp 8,31 per kWh. Pada November 2016 Rp 1112,92 per kWh, sedangkan pada Desember menjadi 1121,23 per kWh. Golongan Tegangan Tinggi (TT) pun juga naik dengan besaran kenaikan Rp 7,45 per kWh. Tarif listrik untuk Golongan Tegangan Tinggi pada November tercatat Rp 996,21 per kWh dan pada Desember ini menjadi Rp 1.003,66 per kWh (Persero, PT PLN, 2011). Kenaikan tarif tenaga listrik akan terus naik, sehingga bisa dibayangkan besarnya pengeluaran tiap rumah tangga setiap bulannya bila masyarakat belum bisa mengendalikan pemakaian listrik.

Disisi lain, masyarakat yang sering menggunakan listrik untuk produksi maupun konsumsi tanpa disadari telah terjadi pemborosan listrik yang semestinya dapat dicegah atau dihemat mengingat perekonomian yang tidak stabil, maka dapat dimulai suatu penghematan atau penggunaan alternatif lain yang lebih efisien dengan suatu tindakan konservasi bagi sumber daya alam yang dapat bersifat dapat pulih (*renewable resource*) (Suparmoko, 2002). Untuk menghemat pemakaian daya energi listrik ada dua cara yaitu dengan menggunakan sensor dan mempelajari kebiasaan pengguna. Untuk cara yang pertama, yaitu dengan menggunakan sensor memiliki cara kerja dengan mendeteksi peralatan listrik yang

menyala. Setelah terdeteksi peralatan listrik yang menyala, maka sistem akan secara otomatis mematikan peralatan listrik tersebut. Kemudian untuk cara yang kedua, yaitu mempelajari kebiasaan pengguna dalam menyalakan atau mematikan peralatan listrik sehingga jika pengguna lupa mematikan listrik maka sistem akan mati dan nyala secara otomatis.

Teknologi *smarthome* diharapkan selain cerdas dalam pengoperasiannya juga diharapkan hemat energi listrik, menurut penelitian yang berjudul “Implementasi Algoritma K-Means Pada Arduino Pro Mini Untuk Otomatisasi Terang Redup Cahaya Lampu” untuk pengendalian lampu secara otomatis yang bertujuan pada penghematan konsumsi energi listrik, sistem ini berjalan secara otomatis berdasarkan pembelajaran yang dilakukan atau histori penyalan lampu sebelumnya. Proses pembelajaran ini menggunakan algoritma K-Means sebagai metode otomatisasinya. Algoritma K-Means diimplementasikan pada sistem untuk mengelompokkan data berdasarkan kesamaan atau kemiripan sifat. Berdasarkan hasil pengujian didapat persentase error untuk terang redup cahaya berdasarkan kebiasaan adalah 0% dan persentase error untuk waktu otomatisasi terang redup cahaya lampu adalah 0,204% (Prasetyo, 2015). Dalam mengimplementasikan algoritma tersebut membutuhkan biaya dan waktu yang lama, sehingga perlu dirancang simulator untuk mensimulasikannya pada algoritma sistem.

Pada peneitian sebelumnya yang berjudul “Implementasi Arduino Code Builder Menggunakan Pengembangan Sistem Simulator Centralized Pada Smart Home” pada sistem diimplementasikan metode *rule* terdistribusi dalam menghidupkan dan mematikan objek. Objek yang digunakan pada penelitian ini adalah sensor PIR dan lampu, *rule* berisi aturan-aturan lampu yang akan dinyalakan apabila sensor PIR mendeteksi keberadaan manusia. Berdasarkan hasil pengujian didapatkan bahwa *object* simulator dapat menerima *rule* dari aplikasi kontrol dan monitoring dengan tingkat keberhasilan 100% dari 28 kali pengiriman *rule*. *Rule* juga dapat dieksekusi dengan tingkat keberhasilan 100% dari 28 kali percobaan (Situmorang H. J., 2017).

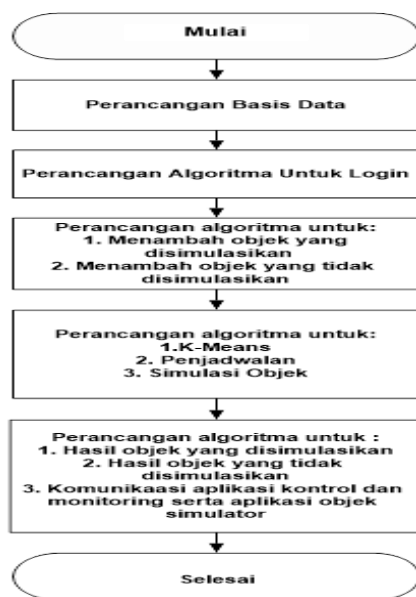
Penelitian mengembangkan sebuah program aplikasi yang dapat memudahkan pengguna berdasarkan kebiasaan penggunaan objek. Pengguna yang memiliki waktu dan status kebiasaan objek yang sama akan dikelompokkan

terlebih dahulu, lalu dari kelompok yang memiliki kesamaan tersebut akan dikelompokkan lagi berdasarkan kemiripan kriteria. Keluaran dari sistem ini adalah sebuah jadwal objek dengan kemiripan kriteria pengguna dan dapat mensimulasikan nyala dan mati objek secara otomatis untuk penghematan biaya listrik.

2. PERANCANGAN DAN IMPLEMENTASI

2.1 Perancangan Perangkat Lunak

Pada sistem ini akan menjelaskan perancangan perangkat lunak dari aplikasi *centralized smarthome* simulator yang terdapat dua aplikasi yaitu aplikasi kontrol dan monitoring serta aplikasi objek simulator. Gambar 1 menunjukkan diagram alir perancangan perangkat lunak.



Gambar 1 Diagram Alir Perancangan Perangkat Lunak

2.2 Perancangan Algoritma K-Means

a) Perhitungan K-Means

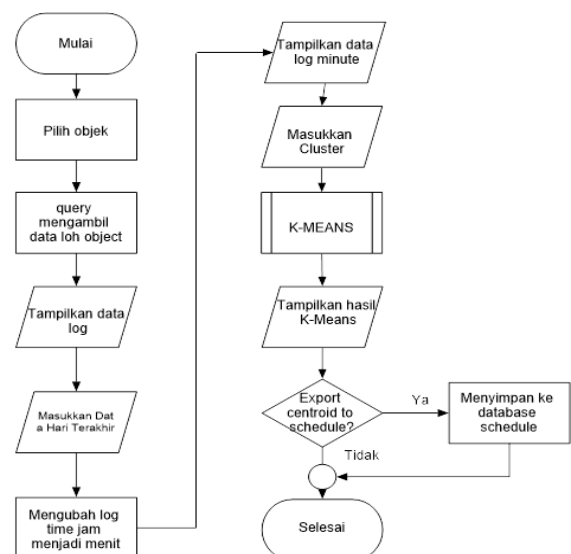
Perancangan algoritma klusterisasi K-Means digunakan untuk perhitungan klusterisasi waktu dan nyala mati objek sesuai dengan kedekatan *centroid*, pada algoritma ini membutuhkan data waktu dan nyala mati objek yang dimasukkan pengguna. Algoritma K-Means akan memisahkan data berdasarkan kedekatan antar data. Diagram alir proses perhitungan K-Means ditunjukkan dalam gambar 2.



Gambar 2 Algoritma perhitungan K-Means

b) Hasil K-Means

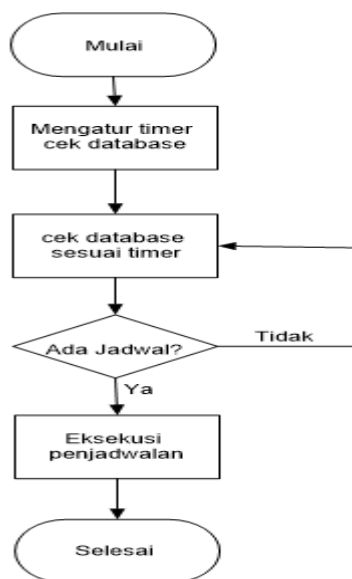
Perancangan algoritma hasil K-Means merupakan algoritma untuk menampilkan hasil K-Means dari setiap objek sesuai dengan data pengguna pada aplikasi *centralized smarthome* simulator. Data yang dimiliki oleh hasil K-Means adalah nama objek, objek id, *log* dan klaster. *User* akan memasukkan data adalah nama objek, *log* data terakhir, klaster lalu menekan tombol K-Means untuk melakukan perhitungan K-Means dan akan disimpan di *database schedule*. Gambar 3 menunjukkan algoritma hasil perhitungan K-Means.



Gambar 3 Algoritma hasil K-Means

2.3 Perancangan Algoritma untuk Melakukan Penjadwalan

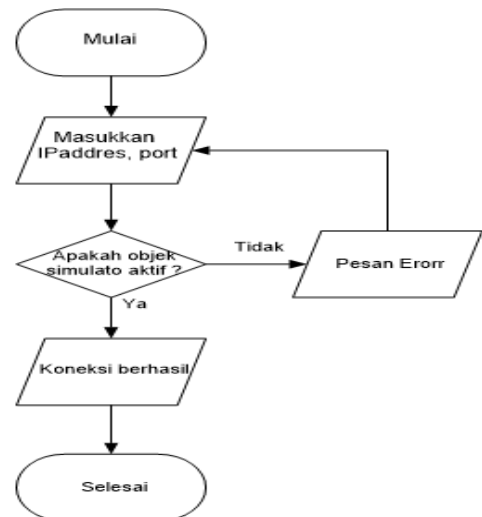
Perancangan algoritma eksekusi penjadwalan merupakan algoritma untuk memberikan tindakan eksekusi penjadwalan dengan diatur *timer* di aplikasi untuk memeriksa data pada *database*. Apabila saat *timer* bekerja terdapat penjadwalan yang sesuai dengan waktu pada *timer* maka aplikasi akan langsung mengeksekusi penjadwalan tersebut. Output dari eksekusi disesuaikan dengan tindakan yang telah diatur pada masing-masing objek. Gambar 4 menunjukkan algoritma penjadwalan.



Gambar 4 Algoritma Penjadwalan

2.4 Perancangan Komunikasi Antara Aplikasi Kontrol dan Monitoring dengan Aplikasi Objek Simulator

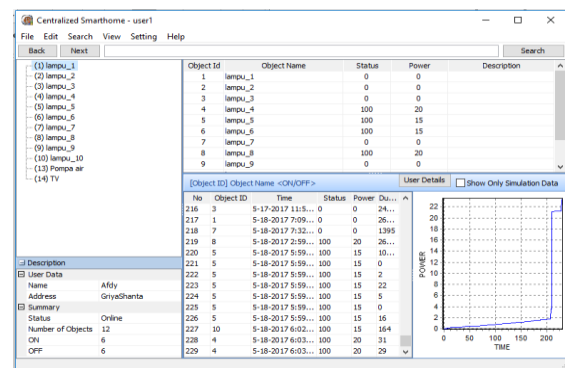
Perancangan algoritma komunikasi antara aplikasi kontrol dan monitoring dengan aplikasi objek simulator merupakan algoritma untuk menghubungkan antara kedua aplikasi tersebut. Data yang dimiliki oleh komunikasi antara aplikasi kontrol dan monitoring dengan aplikasi objek simulator adalah *ip address* dan *port*. Pengguna akan memasukkan data *ip address* dan *port* jika aplikasi objek simulator aktif koneksi berhasil. Gambar 5 menunjukkan algoritma komunikasi antara aplikasi kontrol dan monitoring serta aplikasi objek simulator.



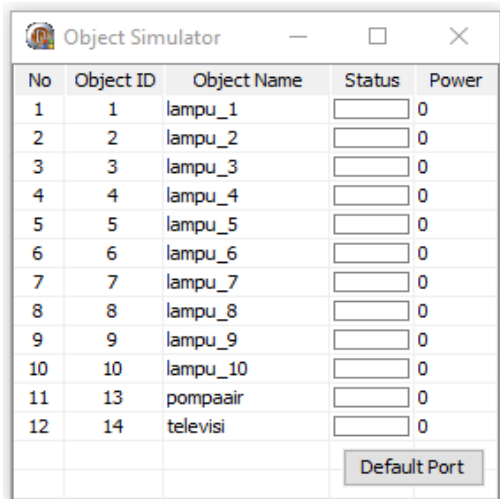
Gambar 5 Koneksi Objek Simulator

2.5 Implementasi Perangkat Lunak

Perancangan perangkat lunak dari aplikasi *centralized smarthome* simulator yang terdapat dua aplikasi yaitu aplikasi kontrol dan monitoring serta aplikasi objek simulator. Gambar 6 menunjukkan halaman aplikasi kontrol dan monitoring dan Gambar 7 menunjukkan halaman aplikasi objek simulator.



Gambar 6 Halaman Aplikasi Kontrol dan Monitoring



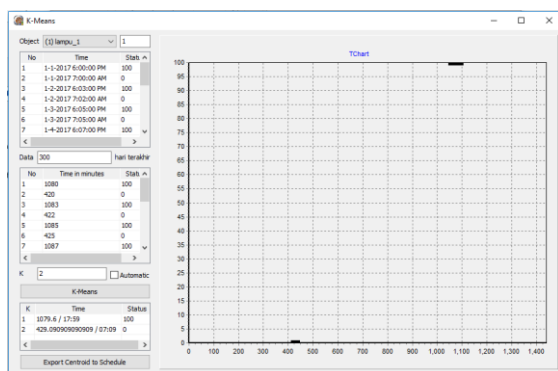
No	Object ID	Object Name	Status	Power
1	1	lampu_1	☐	0
2	2	lampu_2	☐	0
3	3	lampu_3	☐	0
4	4	lampu_4	☐	0
5	5	lampu_5	☐	0
6	6	lampu_6	☐	0
7	7	lampu_7	☐	0
8	8	lampu_8	☐	0
9	9	lampu_9	☐	0
10	10	lampu_10	☐	0
11	13	pompaair	☐	0
12	14	televisi	☐	0

Default Port

Gambar 7 Halaman Aplikasi Objek Simulator

2.6 Implementasi Algoritma K-Means

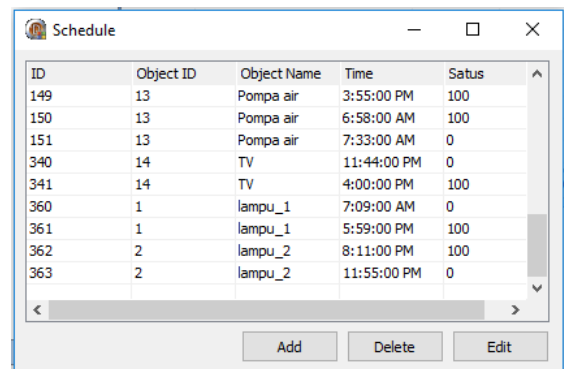
Implementasi algoritma K-Means untuk melakukan perhitungan K-Means dan menampilkan hasil K-Means. Gambar 8 menunjukkan halaman K-Means.



Gambar 8 Halaman K-Means

2.7 Implementasi Algoritma Penjadwalan

Implementasi algoritma penjadwalan menampilkan seluruh jadwal dari masing-masing objek. Gambar 9 menunjukkan halaman penjadwalan



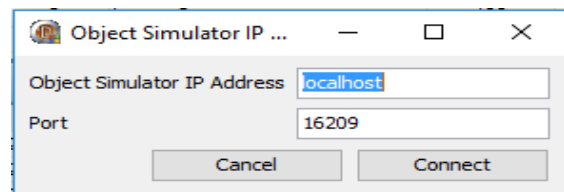
ID	Object ID	Object Name	Time	Status
149	13	Pompa air	3:55:00 PM	100
150	13	Pompa air	6:58:00 AM	100
151	13	Pompa air	7:33:00 AM	0
340	14	TV	11:44:00 PM	0
341	14	TV	4:00:00 PM	100
360	1	lampu_1	7:09:00 AM	0
361	1	lampu_1	5:59:00 PM	100
362	2	lampu_2	8:11:00 PM	100
363	2	lampu_2	11:55:00 PM	0

Add Delete Edit

Gambar 9 Halaman Penjadwalan

2.8 Implementasi Komunikasi Antara Aplikasi Kontrol dan Monitoring dengan Aplikasi Objek Simulator

Implementasi koneksi objek simulator untuk menghubungkan aplikasi kontrol dan monitoring serta aplikasi objek simulator. Gambar 10 menunjukkan halaman koneksi objek simulator.



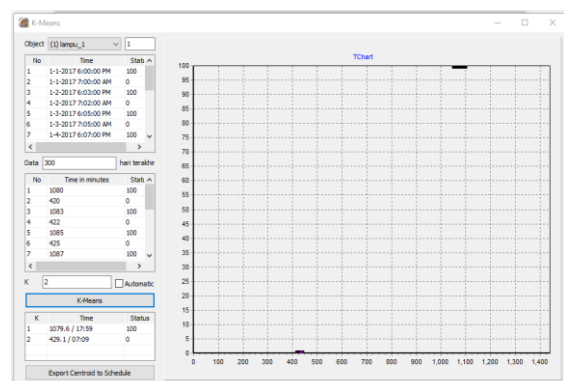
The 'Object Simulator IP ...' window contains fields for 'Object Simulator IP Address' (set to 'localhost') and 'Port' (set to '16209'). It includes 'Cancel' and 'Connect' buttons.

Gambar 10 Halaman Koneksi Objek Simulator

3. PENGUJIAN DAN ANALISIS

3.1 Pengujian Algoritma K-Means

Pengujian algoritma K-Means untuk mengetahui hasil algoritma pada fitur K-Means aplikasi *centralized smarthome* simulator sama atau tidak dengan perhitungan manual. Gambar 11 menunjukkan hasil pengujian K-Means pada sistem.



Gambar 11 Pengujian K-Means pada Sistem

Langkah-langkah perhitungan manual K-Means

1. Penentuan jumlah kluster, kluster pada perhitungan ini yaitu dua.
2. Penentuan pusat awal kluster.
Diambil data ke-1 sebagai pusat kluster ke-1 1080(menit) 100(status)
Dimbil data ke-10 sebagai pusat kluster ke-2 435 (menit) 0 (status)
Pada data pusat kluster diatas terdapat menit yang menunjukkan waktu menyalakan dan mematikan objek dan status nyala (100) atau mati (0) objek.

3. Perhitungan Jarak Pusat Kluster

Alokasikan semua data atau objek ke kluster terdekat. Kedekatan dua objek ditentukan berdasarkan jarak kedua objek tersebut. Demikian juga kedekatan suatu data ke kluster tertentu ditentukan jarak antara data dengan pusat kluster. Jarak paling dekat antara satu data dengan satu kluster tertentu akan menentukan suatu data masuk dalam kluster mana. Untuk menghitung jarak semua data ke setiap titik pusat kluster dapat menggunakan teori *euclidean distance* yang dirumuskan sebagai berikut:

$$d(x,y)=|x,y|=\sqrt{\sum_{i=1}^n (x_i - y_i)^2} \quad (1)$$

Tabel 1 menunjukkan Iterasi pertama perhitungan K-Means.

Centroid Awal 1	1080	100
Centroid Awal 2	435	0

Tabel 1 Iterasi Pertama

Menit	Status	Jarak 1	Jarak 2	Kluster
1080	100	0	652.70	C1
420	0	667.53	15	C2
1083	100	3	655.67	C1
422	0	665.55	13	C2
1085	100	5	657.64	C1
425	0	662.58	10	C2
1087	100	7	659.62	C1
426	0	661.60	9	C2
1055	100	25	628.01	C1
430	0	657.64	5	C2
1070	100	10	642.82	C1
431	0	656.65	4	C2
1093	100	13	665.55	C1
433	0	654.68	2	C2
1095	100	15	667.53	C1
434	0	653.69	1	C2
1067	100	13	639.86	C1
435	0	652.70	0	C2
1081	100	1	653.69	C1
435	0	652.70	0	C2

4. Hitung kembali pusat kluster dengan keanggotaan kluster yang sekarang. Pusat kluster adalah rata-rata dari semua data/objek dalam kluster tertentu.

$$\begin{aligned} \bar{X}_{C1} &= \frac{1080+1083+1055+1070+1093+1095+1067+1081}{10} \\ &= 1079.6 \\ &= 429.1 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \bar{X}_{C2} &= \frac{420+422+425+426+430+431+433+434+435+435}{10} \\ &= 429.1 \end{aligned}$$

Setiap objek memakai pusat kluster yang baru. Jika pusat kluster tidak berubah lagi maka proses klustering selesai. Tabel 2 menunjukkan pusat kluster baru.

Tabel 2 Pusat Kluster Baru

next centroid 1	1079.6	100
next centroid 2	429.1	0

Tabel 3 menunjukkan Iterasi kedua perhitungan K-Means.

Tabel 3 Iterasi Kedua

Menit	Status	Jarak 1	Jarak 2	Kluster
1080	100	0.4	658.53	C1
420	0	667.13	9.1	C2
1083	100	3.4	661.50	C1
422	0	665.15	7.1	C2
1085	100	5.4	663.47	C1
425	0	662.19	4.1	C2
1087	100	7.4	665.45	C1
426	0	661.20	3.1	C2
1055	100	24.6	633.83	C1
430	0	657.25	0.9	C2
1070	100	9.6	648.65	C1
431	0	656.26	1.9	C2
1093	100	13.4	671.38	C1
433	0	654.28	3.9	C2
1095	100	15.4	673.36	C1
434	0	653.29	4.9	C2
1067	100	12.6	645.69	C1
435	0	652.31	5.9	C2
1081	100	1.4	659.52	C1
435	0	652.31	5.9	C2

Hitung pusat kluster baru:

$$\begin{aligned} \bar{X}_{C1} &= \frac{1080+1083+1055+1070+1093+1095+1067+1081}{10} \\ &= 1079.6 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \bar{X}_{C2} &= \frac{420+422+425+426+430+431+433+434+435+435}{10} \\ &= 429.1 \end{aligned}$$

Pusat klaster tidak berubah lagi maka proses klustering selesai. Tabel 4 menunjukkan hasil centroid perhitungan manual.

Tabel 4 Hasil Centroid Perhitungan Manual

Klaster 1		Klaster 2	
Waktu	Status	Waktu	Status
1079.6	100	429.1	0

Dari hasil pengujian yang dilakukan, maka hasil dari perhitungan K-Means akurat pada sistem dan perhitungan manual. Tabel 5 menunjukkan hasil K-Means.

Tabel 5 Hasil K-Means

Hasil K-Means	Klaster 1		Klaster 2	
	Waktu (menit)	Status	Waktu (menit)	Status
Sistem	1079.6	100	429.1	0
Manual	1079.6	100	429.1	0

Dari tabel diatas, hasil *centroid* didapatkan tingkat error 0% dikarenakan hasil dari perhitungan pada sistem dan perhitungan manual didapatkan hasil yang sama. Klaster 1 dengan hasil 1079.6 menit (17:59) dan status 100 objek akan nyala dan klaster 2 dengan hasil 429.1 menit (07:09) dan status 0 objek mati.

3.2 Pengujian Penghematan Biaya Listrik Berdasarkan Perbandingan Hasil Simulasi dengan Rekening Litrik

Pengujian ini adalah untuk menguji hasil simulasi lebih hemat daripada biaya rekening listrik pada enam pengguna dan menampilkan presentase penghematan biaya. Pengujian ini dilakukan untuk mengetahui bahwa aplikasi dapat menghemat pemakaian objek simulasi berdasarkan kebiasaan pengguna menggunakan algoritma K-Means. Berikut adalah hasil pengujian dari salah satu pengguna yang diujikan:

Pengguna 1 yaitu rumah kontrakan yang dihuni oleh enam orang dengan tegangan 900VA.

- Standmeter: 20252-20366
- Besar pengeluaran daya selama satu bulan 20366-20252=114 kWh.
- Perhitungan Biaya Pemakaian

Tabel 6 Biaya Pemakaian

Biaya Pemakaian	Perhitungan
-----------------	-------------

Blok I	20kwh*Rp275,00 = Rp.5500,00
Blok II	40kwh*Rp445,00=Rp17.800,00
Blok III	(pemakaian tota - (pemakaianblokI +blokII))xRp495,00 (114kwh- (20kwh+40kwh)xRp495,00 = Rp26730,00
Total Biaya	Rp. 50030,00
Biaya perkwh	Rp50030/114kwh=Rp 438.86,00

iv. Objek yang tidak disimulasikan

Gambar 12 menunjukkan perhitungan hasil objek yang tidak disimulasikan pada aplikasi *centralized smarthome* simulator.

No	Object Name	Using Power (kwh)	Cost (Rp)
1	ricecooker	28.8	12639.2
2	6HP	1.8	789.95
3	4 Laptop	9.6	4213.06
4	2 Bolt	0.6	263.25
Total			Rp 17905.4602661133

Gambar 12 Hasil Objek Yang Tidak Disimulasikan

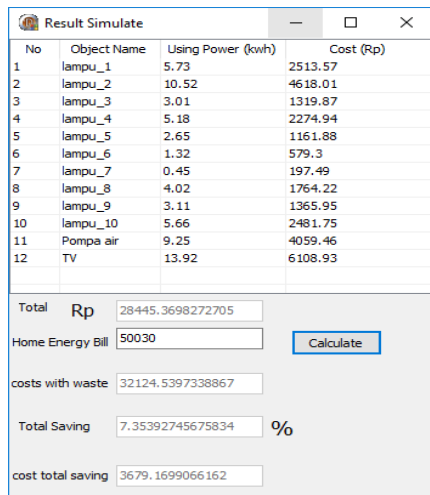
v. Objek yang disimulasikan

Biaya Pemakaian – total biaya objek yang tidak disimulasikan

$$= \text{Rp.}50030,00 - \text{Rp } 17905.460266,00$$

$$= \text{Rp.}32124.53973,00$$

Gambar 13 menunjukkan hasil objek yang disimulasikan menggunakan algoritma K-Means pada aplikasi *centralized smarthome* simulator.



No	Object Name	Using Power (kwh)	Cost (Rp)
1	lampu_1	5.73	2513.57
2	lampu_2	10.52	4618.01
3	lampu_3	3.01	1319.87
4	lampu_4	5.18	2274.94
5	lampu_5	2.65	1161.88
6	lampu_6	1.32	579.3
7	lampu_7	0.45	197.49
8	lampu_8	4.02	1764.22
9	lampu_9	3.11	1365.95
10	lampu_10	5.66	2481.75
11	Pompa air	9.25	4059.46
12	TV	13.92	6108.93

Total Rp 28445.3698272705

Home Energy Bill 50030

costs with waste 32124.5397338867

Total Saving 7.35392745675834 %

cost total saving 3679.1699066162

Gambar 13 Hasil Objek Yang Disimulasikan

Tabel 7 menunjukkan hasil penghematan pengguna 1.

Tabel 7 Penghematan pengguna 1

Sebelum Penghematan	Rp. 32124.5397,00
Sesudah Penghematan	Rp. 28445.3698,00
Total Objek yang tidak disimulasikan	Rp. 17905.4602,00
Efisiensi	$\frac{Rp.(28445.3698,00 + Rp.17905.4602,00)}{Rp.50030,00} \times 100\% = 7.3453\%$
Total Penghematan	Rp. 3679.169,00

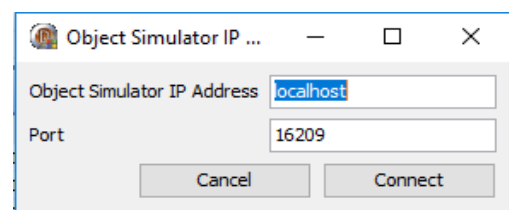
3.3 Pengujian Nyala atau Mati Objek Simulasi Pada Objek Simulator

Tujuan pengujian ini adalah untuk mengetahui ketepatan aplikasi dalam melakukan proses ekeksi sesuai waktu dan kondisi penjadwalan hasil dari algoritma K-Means untuk menyalakan atau mematikan setiap objek yang disimulasikan pada aplikasi objek simulator.

Aplikasi objek simulator akan menyalakan atau mematikan masing-masing objek yang disimulasikan secara otomatis sesuai dengan waktu penjadwalan. Pengujian akan dilakukan dengan cara pengguna menghubungkan antara aplikasi kontrol dan monitoring dengan aplikasi objek simulator, lalu memasukkan objek yang disimulasikan pada konfigurasi *settings.ini*. Pada menu penjadwalan, jadwal kerja dari masing-masing objek meliputi waktu dan kondisi. Pada aplikasi objek simulator masing-masing objek

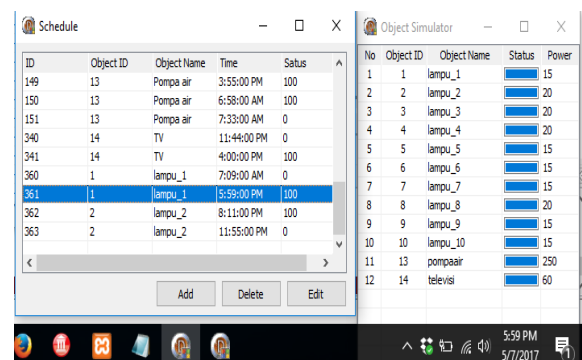
akan nyala atau mati sesuai waktu dan kondisi pada menu penjadwalan dengan waktu saat ini. Pada pengujian ini, status 100 menunjukkan objek menyala dan status 0 menunjukkan objek mati. Pengujian dilakukan pada salah satu objek yaitu lampu_1, pada waktu 05:59:00 PM objek akan menyala dan pada waktu 07:09 AM objek akan mati.

Langkah pertama yang dilakukan pengguna yaitu menghubungkan aplikasi kontrol dan monitoring dengan aplikasi objek simulator. Gambar 14 menunjukkan menghubungkan antara aplikasi kontrol dan monitoring dengan aplikasi objek simulator.



Gambar 14 Koneksi Objek Simulator

Gambar 15 menunjukkan objek yang disimulasikan nyala dan gambar 16 menunjukkan objek yang disimulasikan mati.



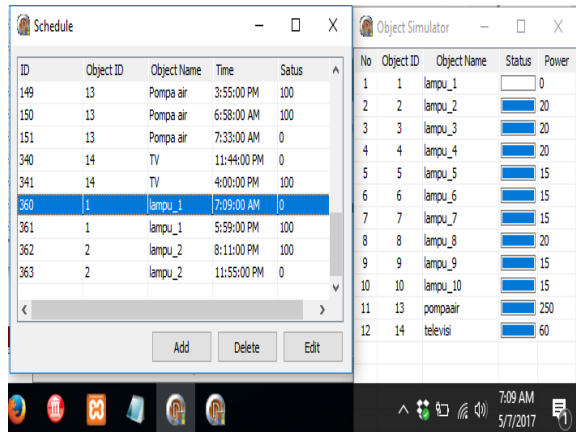
ID	Object ID	Object Name	Time	Status
149	13	Pompa air	3:55:00 PM	100
150	13	Pompa air	6:58:00 AM	100
151	13	Pompa air	7:33:00 AM	0
340	14	TV	11:44:00 PM	0
341	14	TV	4:00:00 PM	100
360	1	lampu_1	7:09:00 AM	0
361	1	lampu_1	5:59:00 PM	100
362	2	lampu_2	8:11:00 PM	100
363	2	lampu_2	11:55:00 PM	0

No	Object ID	Object Name	Status	Power
1	1	lampu_1	100	15
2	2	lampu_2	100	20
3	3	lampu_3	100	20
4	4	lampu_4	100	20
5	5	lampu_5	100	15
6	6	lampu_6	100	15
7	7	lampu_7	100	15
8	8	lampu_8	100	20
9	9	lampu_9	100	15
10	10	lampu_10	100	15
11	13	pompaair	100	250
12	14	televisi	100	60

Gambar 15 Objek Yang Disimulasikan Nyala

Keterangan Gambar 15:

Lampu_1 pada fitur penjadwalan menunjukkan waktu 05:59:00 PM dengan kondisi 100 (nyala) dengan waktu saat ini menunjukkan 05:59 PM maka pada aplikasi objek simulator lampu_1 akan menyala.



Gambar 16 Objek Yang Disimulasikan Mati

Keterangan Gambar 16:

Lampu_1 pada fitur penjadwalan menunjukkan waktu 07:09:00 PM dengan kondisi 0 (mati) dengan waktu saat ini menunjukkan 07:09 PM maka pada aplikasi objek simulator lampu_1 akan mati.

Pada fitur penjadwalan aplikasi diatur memeriksa kondisi penjadwalan pada *database* setiap satu menit sekali. Analisis dari pengujian dapat dilihat pada tabel 8.

Tabel 8 Hasil Pengujian Otomatisasi Objek

Penjadwalan			Waktu Nyata	Hasil
Nama Objek	Jadwal	Status		
Lampu_1	7:09 AM	0	7:09 AM	Mati
	5:59 PM	100	5:59 PM	Menyala
Lampu_2	11:55 PM	0	11:55 PM	Mati
	8:57 PM	100	8:57 PM	Menyala
Lampu_3	11:54 PM	0	11:54 PM	Mati
	5:13 PM	100	5:13 PM	Menyala
Lampu_4	5:58 AM	0	5:58 AM	Mati
	6:03 PM	100	6:03 PM	Menyala
Lampu_5	11:52 PM	0	11:52 PM	Mati
	5:59 PM	100	5:59 PM	Menyala
Lampu_6	6:02 AM	100	6:02 AM	Menyala
	8:01 AM	0	8:01 AM	Mati
	6:07 PM	100	6:07 PM	Menyala
	7:04 PM	0	7:04 PM	Mati
Lampu_7	7:32 AM	0	7:32 AM	Mati
	4:05 PM	100	4:05 PM	Menyala
	7:01 AM	100	7:01 AM	Menyala
	4:34 PM	0	4:34 PM	Mati

Penjadwalan			Waktu Nyata	Hasil
Nama Objek	Jadwal	Status		
Lampu_8	11:55 PM	0	11:55 PM	Mati
	2:59 PM	100	2:59 PM	Menyala
Lampu_9	11:55 PM	0	11:55 PM	Mati
	5:00 PM	100	5:00 PM	Menyala
Lampu_10	6:02 PM	100	6:02 PM	Menyala
	7:02 PM	0	7:02 PM	Mati
Pompa Air	4:34 PM	0	4:34 PM	Mati
	3:55 PM	100	3:55 PM	Menyala
	6:58 AM	100	6:58 AM	Menyala
	7:33 AM	0	7:33 AM	Mati
TV	11:44 PM	0	11:44 PM	Mati
	4:00 PM	100	4:00 PM	Menyala

Dari tabel 8 dapat diketahui bahwa pengiriman eksekusi penjadwalan dapat menyalakan atau mematikan objek melalui aplikasi objek simulator sesuai waktu pada penjadwalan dari hasil algoritma K-Means dengan waktu sat ini. Hal ini menunjukkan bahwa aplikasi dapat melakukan pengontrolan data pada *database* untuk mengetahui jadwal kerja objek dengan memeriksa data penjadwalan selama satu menit sekali. Apabila dalam satu menit aplikasi memeriksa *database* dan mendapatkan penjadwalan yang sesuai dengan waktu saat ini maka sistem akan menjalankan fungsi eksekusi penjadwalan tersebut.

Berdasarkan pengujian yang telah dilakukan hasil pengujian nyala atau mati objek didapatkan tingkat keberhasilan 100%. Pada operasi penjadwalan diketahui bahwa aplikasi dapat mengontrol kerja sistem secara otomatis dengan melakukan eksekusi penjadwalan dengan tepat sehingga objek pada sistem bekerja sesuai dengan waktu yang dijadwalkan.

4. KESIMPULAN

1. Untuk pengembangan *smarthome* simulator sebagai solusi penghematan biaya listrik menggunakan algoritma K-Means dengan menganalisis kebutuhan sistem sesuai dari kebutuhan yang ada dan merancang sistem dari kebutuhan tersebut sehingga diperoleh hasil implementasinya.
2. Algoritma K-Means dapat menentukan waktu kebiasaan pengguna mematikan dan menyalakan peralatan listrik berdasarkan aktifitas sehari-hari dengan sistem menerima

- masukkan dari penggun. Sistem tersebut langsung mengeksekusi perintah dari pengguna. Dalam algoritma ini, data dikalkulasi dan dipisahkan menjadi beberapa klaster yang memiliki kriteria yang hampir sama. Klaster-klaster tersebut yang di jadikan acuan sebagai bentuk menyalakan dan mematikan peralatan listrik. Fitur untuk nyala dan mati objek simulasi dapat berjalan sesuai dengan penjadwalan yang dihasilkan oleh algoritma K-Means, hasil nyala dan mati objek didapatkan tingkat keberhasilan sebesar 100% dikarenakan objek menyalakan dan mati sesuai jadwal pada fitur penjadwalan dengan waktu nyata.
3. Pada pengujian dan analisis yang dilakukan kepada enam pengguna bahwa masing-masing pengguna berdasarkan hasil algoritma K-Means dapat melakukan penghematan listrik dengan presentase penghematan setiap pengguna sebagai berikut: Pengguna1 7.345%, Pengguna2 6.554%, Pengguna3 4.398%, Pengguna4 9.62%, Pengguna5 12.471% dan Pengguna6 7.69%.
 4. Dalam mengimplementasikan aplikasi *centralized smarthome* simulator dengan menggunakan algoritma K-Means mampu menampilkan tahapan-tahapan proses perhitungan K-Means, mensimulasikan objek, hasil objek yang disimulasikan dan objek tidak simulasi serta hasil presentase penghematan biaya listrik. Sehingga sistem dapat mensimulasikan aplikasi *centralized smarthome* simulator dan melakukan penghematan biaya listrik.
- DAFTAR PUSTAKA**
- Agusta, Y. (2007). K-means - Penerapan, Permasalahan dan Metode Terkait. *Jurnal Sistem dan Informatika*, 3, 47-60.
- Aldrich, F. K. (2013). *Smart Homes: Past Present Future*. In Harper R. (ed) *Inside the Smart Home* (1st ed.). London: Springer – Verlag. Dipetik November 11, 2016, dari http://www.researchgate.net/publication/225318202SmartHomes_Past_Present_and_Future
- Aly, M. (2011). *Pembuatan Produk Aplikasi database dengan Delphi 2010*. Yogyakarta: Altaifa Press.
- Bahri, K. S., & Sjachriyanto, W. (2013). *Teknik Pemrograman Delphi*. Bandung: Informatika.
- Chen, Y., Kim, J., & Mahmassani, H. S. (2014). Pattern Recognition Using Clustering Algorithm for Scenario Definition in Traffic Simulation-based Decision Support Systems. *IEEE*.
- Dubois, M.-C., & Blomsterberg, Å. (2011). Energy saving potential and strategies for electric lighting in future North. *Elsevier*.
- Ekarini, D. (2015). *Panduan Praktis Gaya Hidup Hemat Energi*. Dipetik Agustus 22, 2016, dari <http://www.esdm.go.id>
- Hernita. (2010). *Delphi 2010 Programming*. Yogyakarta: Andi.
- Mineral, P. M. (2016). *Republik Indonesia Patent No. 28*.
- Persero, PT PLN. (2011). *PT PLN (Persero) Electricity For A Better Life*. Dipetik November 10, 2016, dari <http://www.pln.co.id>
- Prasetyo, A. B. (2015). *Implementasi Algoritma K-Means Pada Arduino Pro Mini Untuk Otomatisasi Terang Redup Cahaya Lampu* (Vol. 5). Malang: Universitas Brawijaya.
- Santosa, B. (2007). *Data Mining: Teknik Pemanfaatan Data Untuk Keperluan Bisnis*. Yogyakarta: Graha Ilmu.
- Situmorang, H. J. (2017). *Implementasi Arduino Code Builder Menggunakan Pengembangan Sistem Simulator Centralized Pada Smart Home*. J-PTIHK.
- Suparmoko, M. (2002). *Ekonomi Sumber Daya Alam dan Lingkungan* (Ketiga ed.). Yogyakarta: BPFE UGM.
- Venkatesh, A. (2011). *Smarthome Concepts; Current Trends*. University of California.