

Penggunaan Algoritma K-Means sebagai Reminder pada Lampu berbasis IoT

Tugas Akhir

**diajukan untuk memenuhi salah satu syarat
memperoleh gelar sarjana**

dari Program Studi S1 Teknik Informatika

Fakultas Informatika

Universitas Telkom

1103132167

Januar Triandy Nur Elsan



Program Studi Sarjana S1 Teknik Informatika

Fakultas Informatika

Universitas Telkom

Bandung

2018

LEMBAR PENGESAHAN

Penggunaan Algoritma K-Means sebagai Reminder pada Lampu berbasis IoT
Use of the K-Mean Algorithm as an IoT-based Lamp Reminder

1103132167

Januar Triandy Nur Elsan

Tugas akhir ini telah diterima dan disahkan untuk memenuhi sebagian syarat memperoleh gelar pada Program Studi Sarjana S1 Teknik Informatika

Fakultas Informatika
Universitas Telkom

Bandung, 15 Januari 2019

Menyetujui

Pembimbing 1,

Pembimbing 2,

Aji Gautama Putrada,

S.T.,M.T.

NIP : 15850084

Novian Anggis Suwastika,

S.T.,M.T.

NIP : 13850083

Ketua Program Studi
Sarjana S1 Teknik Informatika

Niken Dwi Wahyu Cahyani., Ph.D

NIP: 00750052

LEMBAR PERNYATAAN

Dengan ini saya, Januar Triandy Nur Elsan, menyatakan sesungguhnya bahwa Tugas Akhir saya dengan judul Penggunaan Algoritma K-Mean sebagai Peningkat Lampu berbasis IoT beserta dengan seluruh isinya adalah merupakan hasil karya sendiri, dan saya tidak melakukan penjiplakan yang tidak sesuai dengan etika keilmuan yang berlaku dalam masyarakat keilmuan. Saya siap menanggung resiko/sanksi yang diberikan jika di kemudian hari ditemukan pelanggaran terhadap etika keilmuan dalam Laporan TA atau jika ada klaim dari pihak lain terhadap keaslian karya.

Bandung, Januari 2019

Yang Menyatakan

Januar Triandy Nur Elsan

Penggunaan Algoritma K-Mean sebagai Peningat Lampu berbasis IoT

Januar Triandy Nur Elsan¹, Aji Gautama Putrada, ST.,MT.², Novian Anggis Suwastika, ST.,MT³

^{1,2,3}Fakultas Informatika, Universitas Telkom, Bandung

¹januarelsan@students.telkomuniversity.ac.id, ² ajigps@telkomuniversity.ac.id,

³anggis@telkomuniversity.ac.id

Abstrak

Internet of Things (IoT) adalah paradigma komunikasi yang di masa depan, di mana objek kehidupan sehari-hari akan dilengkapi dengan mikrokontroler, transceiver untuk komunikasi digital, dan protokol yang sesuai yang akan membuat mereka dapat berkomunikasi satu sama lain juga dengan pengguna. Pada penelitian kali ini dibangun sistem *reminder* pada lampu berbasis *Iot device* yang dapat mengatur lampu secara *remote* dan dapat mengingatkan *user* untuk mematikan dan menyalakan lampu. *Iot device* terdiri dari *microcontroller* Wemos D1 R1, *Relay*, dan Lampu. *Reminder* dihasilkan dari pengolahan data yang disimpan pada *Firestore* berdasarkan perilaku konsumsi energy oleh konsumen/*user* menggunakan algoritma K-Means. Jumlah K pada algoritma K Means akan dianalisa menggunakan *Elbow Method* untuk menghasilkan jumlah *cluster* yang optimal. Algoritmat K Means dan *Elbow Method* akan dijalankan pada aplikasi android dan akan berkomunikasi dengan *Iot device* melalui *MQTT broker*. K = 5 adalah nilai optimal yang didapatkan dari analisis menggunakan *elbow method*. Sum of Square Error dari K = 5 adalah 5648.99. Dari kelima cluster tersebut cluster 1 berada pada jam 3:26:15 diingatkan untuk mematikan lampu dan memiliki 6 anggota, cluster 2 berada pada jam 17:34:59 diingatkan untuk menyalakan lampu dan memiliki 11 anggota, cluster 3 berada pada jam 3:20:56 diingatkan untuk mematikan lampu dan memiliki 4 anggota, cluster 4 berada pada jam 9:12:26 diingatkan untuk menyalakan lampu dan memiliki 9 anggota, dan cluster 5 berada pada jam 14:19:18 diingatkan untuk mematikan lampu dan memiliki 9 anggota.

Kata kunci : K Means, *Elbow Method*, *Sum of Square Error*, *Mikrokontroler*

Abstract

Internet of Things (IoT) is a communication paradigm in the future, where everyday objects of life will be equipped with microcontrollers, transceivers for digital communications, and appropriate protocols that will enable them to communicate with each other and with users. In this study, I built a light reminder system based on an Iot device that can adjust lights remotely and can remind users to turn off and turn on the lights. The Iot device consists of a Wemos D1 R1 microcontroller, relay and lamp. Reminders are generated from processing data stored in *Firestore* based on energy consumption behavior by consumers / users using the K-Means algorithm. The number of K in the K Means algorithm will be analyzed using the Elbow Method to produce the optimal number of clusters. The K Means algorithm and the Elbow Method will run on the Android application and will communicate with the Iot device through the *MQTT broker*. K = 5 is the optimal value obtained from the analysis using the elbow method. The number of Square Errors of K = 5 is 5648.99. Of the five clusters 1 cluster 1 is at 3:26:15 reminded to turn off the lights and have 6 members, cluster 2 is at 17:34:59 reminded to turn on the lights and there are 11 members, cluster 3 is at 3:20: 56 reminded to turn off the lights and have 4 members, cluster 4 is at 9:12:26 reminded to turn on the lights and have 9 members, and cluster 5 is at 14:19:18 reminded to turn off the lights and have 9 members.

Keywords : K Means, *Elbow Method*, *Sum of Square Error* , *Mikrokontroler*

1. Pendahuluan

1.1 Latar Belakang

Internet of Things (IoT) adalah paradigma komunikasi yang di masa depan, di mana objek kehidupan sehari-hari akan dilengkapi dengan mikrokontroler, transceiver untuk komunikasi digital, dan protokol yang sesuai yang akan membuat mereka dapat berkomunikasi satu sama lain juga dengan pengguna. *Iot* menjadi bagian integral dari Internet. Konsep IoT, karenanya, bertujuan membuat Internet menjadi lebih mendalam dan berguna. *Iot* juga memungkinkan akses yang mudah dan interaksi dengan berbagai perangkat seperti, misalnya, peralatan rumah tangga, kamera pengintai, dan lampu [1].

Salah satu produk IoT untuk Smart Home adalah Sonoff. Sonoff adalah Smart Switch yang menyediakan Smart Home Controller untuk pengguna. Sonoff mentransmisikan data ke cloud platform melalui router wifi, yang memungkinkan pengguna mengontrol semua peralatan yang terhubung secara remote, melalui aplikasi mobile eWelink dengan server AWS [2]. Namun, *iot device* Sonoff dan aplikasi eWelink merupakan produk *company* yang tidak bisa dikustomisasi, maka dari itu pada penelitian ini dibangun *iot device* dan aplikasi *custom* sehingga memenuhi kebutuhan pada penelitian ini.

Pada penelitian kali ini akan dibangun sistem *reminder* pada lampu berbasis *Iot device*. *Iot device* terdiri dari Wemos D1 R1 sebagai *microcontroller*, *relay* dan sebuah lampu. Aplikasi Android akan dibangun dan dijalankan pada sebuah *smartphone*. Aplikasi Android akan berkomunikasi dengan *Iot device* melalui MQTT untuk menyalakan dan mematikan lampu secara *remote*. Data mati dan nyala lampu akan disimpan pada *Firebase*. Data tersebut kemudian akan dianalisa menggunakan algoritma K Means untuk menghasilkan *cluster* perilaku penggunaan lampu oleh *user*. *Clusters* hasil analisa tersebut akan dijadikan acuan untuk menjadi *reminder* kepada *user* untuk mematikan atau menyalakan lampu. Algoritma k-means digunakan karena merupakan algoritma yang paling banyak digunakan pada proses clustering data mining dan merupakan salah satu teknik clustering yang paling mudah, cepat, tidak memakan banyak memori, serta bisa diaplikasikan kepada dataset berukuran kecil atau besar [3], sehingga dapat dijalankan pada aplikasi berbasis *smartphone*. Penentuan jumlah K pada algoritma K Means akan dianalisa menggunakan *elbow method*.

Tujuan yang hendak dicapai dalam tugas akhir ini adalah merancang dan mengimplementasikan lampu berbasis *iot device* menggunakan K-Means sebagai *reminder* pada penggunaan lampu berbasis *iot device*.

2. Studi Terkait

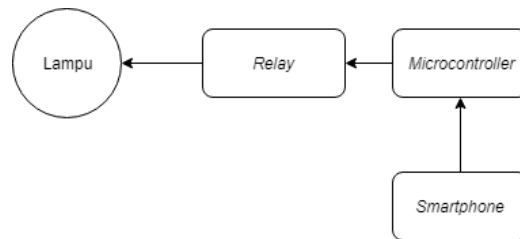
Internet of Things (IoT) dibahas pada paper ini [4], *Iot* merupakan revolusi baru dari Internet, *Iot* suatu benda yang dapat dibaca, dikenali, dapat ditemukan, dialamatkan melalui perangkat penginderaan informasi dan/atau dapat dikendalikan melalui internet. Pada paper ini [5] menjelaskan bahwa Clustering merupakan pengelompokan pada suatu objek data kedalam suatu cluster sehingga data pada cluster yang sama akan dikelompokkan dengan kelompok yang sama, sedangkan pada objek data yang berbeda akan dikelompokkan kedalam kelompok yang lain. Pada algoritma k-means clustering ini menggunakan suatu persamaan untuk mengukur jarak yang paling minimum pada objek yaitu Distance Space atau Euclidean Distance Space. Pada paper ini [6] menjelaskan tentang *Elbow Method*, yaitu Metode untuk menentukan jumlah cluster (K) dalam suatu kumpulan data. Ini adalah metode visual. Konsepnya adalah jumlah K dimulai dari 2, dan terus meningkatkannya disetiap iterasi. Setiap iterasi dihitung *Sum of Squared Errors* (SSE). Pada beberapa nilai untuk K dimana SSE turun secara dramatis, dan setelah itu bergerak perlahan. Pada iterasi tersebutlah nilai K yang optimal. Pada literatur ini [7] menjelaskan bahwa Android adalah tumpukan perangkat lunak untuk perangkat seluler yang mencakup sistem operasi, middleware, dan aplikasi utama. Wemos merupakan board wifi mini berbasis ESP266 yang dikenal ekonomis dan handal. ESP8266 ini yang bisa menghubungkan perangkat microcontroller seperti arduino dengan internet via wifi. Hal tersebut dijelaskan pada paper ini [8]. Pada literatur [9] menjelaskan bahwa *firebase* dapat digunakan sebagai real time database yang di host pada cloud. Data disimpan sebagai json dan disinkronkan secara realtime pada setiap klient yang terhubung, serta setiap data berubah, semua perangkat yang terhubung akan menerima update dalam waktu milidetik. Pada bagian [10] juga dijelaskan bahwa protokol mqtt dapat digunakan sebagai komunikasi mesin ke mesin. Sistem umum MQTT membutuhkan dua komponen yaitu klien dan broker. Klien MQTT harus diinstal pada perangkat. Protokol ini dapat berjalan melalui TCP/IP. MQTT memiliki tiga tingkatan kualitas layanan, yang disebut QoS. Level ini menjamin kemampuan pengiriman pesan. Pesan Level 0 dikirim hanya sekali. Pesan dikirim tergantung pada keberadaan jaringan, dan tidak ada upaya untuk mengirim kembali pesan. Pesan Level 1 dikirim setidaknya sekali sehingga jika pelanggan tidak mengenali (mengakui) pesan, maka broker akan mengirim pesan ke penerbit untuk menerima status pengakuan pesan dari klien. Level 2 adalah untuk memastikan bahwa pesan telah diterima. Dengan level ini, dapat dipastikan bahwa pesan tersebut pasti disampaikan dan terhindar dari duplikasi pesan yang dikirim menurut yang dijelaskan pada literatur [11]

3. Sistem yang dibangun

Sistem yang dibangun adalah system *reminder* untuk menyalakan dan mematikan lampu. Pada bagian ini dijelaskan diagram *Iot Devices* dan diagram Sistem.

3.1 Diagram *Iot Devices*

Iot devices terdiri dari lampu, *relay*, Wemos D1 R1 *microcontroller*, dan sebuah *smartphone*.

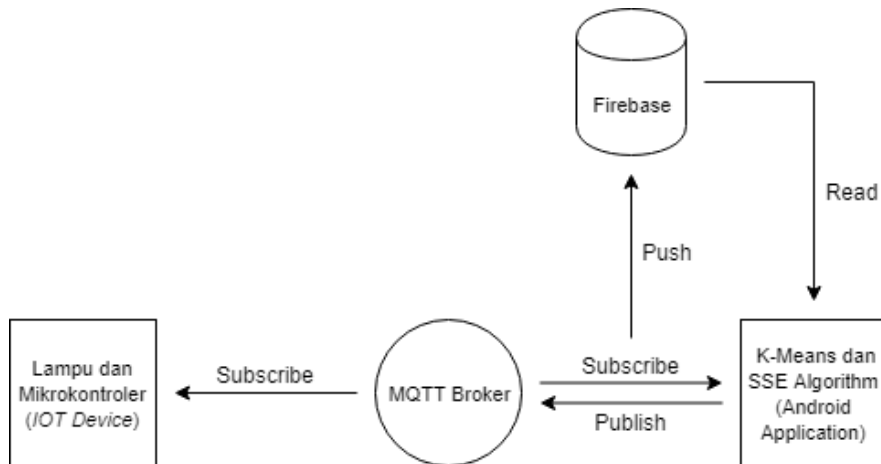


Gambar 1 Diagram *Iot Devices*

Smartphone berperan sebagai *client* untuk mengirim data kepada *database*. Wemos D1 R1 berperan sebagai *microcontroller* yang menerima/*subscribe* data dari mqtt broker. *Relay* berperan meneruskan dan menghambat aliran listrik menuju lampu.

3.2 Diagram sistem

Berikut alur perancangan sistem yang dibangun dapat dilihat pada gambar berikut



Gambar 2 Diagram Sistem

Aplikasi Android menjalankan algoritma K-Means dan algoritma SSE. Aplikasi juga mem-*publish message* ke mqtt broker dan *push* ke *Firebase* dan membaca data dari *Firebase*. *Iot Device* men-*subscribe messages* dari mqtt broker melalui *microcontroller*.

3.3 Pseudocode

3.3.1 K Means

Input: k (the number of clusters),
 D (a set of lift ratios)
Output: a set of k clusters
Method:
Arbitrarily choose k objects from D as the initial cluster centers;
Repeat:
1. (re)assign each object to the cluster to which the object is the most similar, based on the mean value of the objects in the cluster;
2. Update the cluster means, i.e., calculate the mean value of the objects for each cluster
Until no change;

Gambar 3 K Means Pseudocode

3.3.2 Sum of Square Error

```
var sse = {};  
for (var k = 1; k <= maxK; ++k) {  
  sse[k] = 0;  
  clusters = kmeans(dataset, k);  
  clusters.forEach(function(cluster) {  
    mean = clusterMean(cluster);  
    cluster.forEach(function(datapoint) {  
      sse[k] += Math.pow(datapoint - mean, 2);  
    });  
  });  
}
```

Gambar 4 Sum Square of Error Pseudocode

3.4 Formula

3.4.1 Euclidean Distance

$$dist = \sqrt{\sum_{k=1}^n (p_k - q_k)^2}$$

Equation 1 Euclidean Distance

Keterangan :

- Dist : Euclidean distance
- pk : titik koordinat objek
- qk : koordinat centroid

3.4.2 Euclidean Distance

$$SSE = \sum_{i=1}^n (x_i - \bar{x})^2$$

Equation 2 Sum of Square

Keterangan :

- SSE : Sum of Square Error
- x : titik koordinat objek

3.5 Spesifikasi Sistem

Pada tugas akhir ini, terdapat beberapa perangkat keras dan perangkat lunak yang digunakan. Pada Tabel , terdapat daftar dan fungsionalitas dari perangkat yang digunakan.

Table 1 Spesifikasi Siste

Jenis Perangkat	Fungsionalitas
Mikrokontroler Wemos D1 R1	Digunakan sebagai device untuk menyalakan dan mematikan Relay berdasarkan data yang diterima melalui mqtt broker
Relay	Digunakan sebagai device untuk mematikan dan menyalakan lampu
Aplikasi	Digunakan sebagai aplikasi untuk menjalankan algoritma K-means dan untuk mengirim data ke database dan mqtt. Juga digunakan untuk menampilkan data dan hasil algoritma elbow method

4. Evaluasi

Pada tahap ini merupakan evaluasi perancangan yang telah dibuat menggunakan algoritma K-Means. Pengujian akan dilakukan dengan menjalankan algoritma K-Means berulang kali dengan jumlah K yang berbeda. Jumlah K dimulai dari $K = 2$ hingga $K = N$ dimana N adalah jumlah *datapoint* yang ada. Setiap iterasi dilakukan pengujian Sum of Square Error (SSE) untuk melihat besaran SSE yang dihasilkan pada setiap hasil K-means dengan K yang berbeda. Setelah didapatkan hasil SSE pada setiap jumlah K yang berbeda, lalu ditentukan *elbow* untuk menentukan jumlah K yang optimal. Setelah didapatkan jumlah K yang optimal, lalu dijalankan Algoritma K Means dengan K yang optimal untuk menghasilkan *cluster* yang menjadi acuan *reminder*.

4.1 Hasil Pengujian Sum of Square Errors (SSE)

Pada pengujian SSE dengan jumlah $K = 2$ hingga $K = N$ didapatkan hasil sebagai berikut:

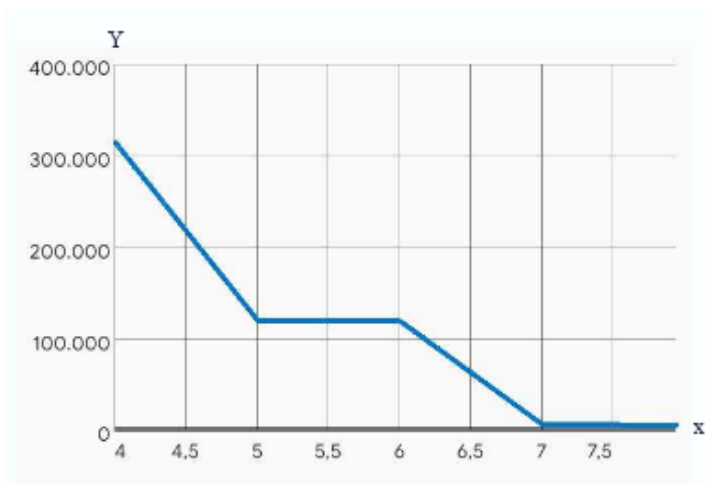
Table 2 Hasil Pengujian SSE

K	SSE	K	SSE	K	SSE	K	SSE
2	314219.9165	11	2972.439	21	898.348	31	184
3	119607.956	12	2756.572	22	725.999	32	182
4	118878.155	13	2417.439	23	675.666	33	169
5	5648.99	14	2284.867	24	524.666	34	123
6	5283.183	15	2221.867	25	505.666	35	96
7	5154.183	16	1938.534	26	444.666	36	14
8	4355.828	17	1467.367	27	373.666	37	3
9	3769.795	18	1424.681	28	351.666	38	1
10	3275.105	19	1306.681	29	292	39	0
		20	1010.681	30	215		

Pada table diatas dihasilkan SSE semakin menurun setiap jumlah K meningkat. SSE akan menjadi 0 ketika jumlah K sama dengan jumlah *datapoint*, dikarenakan setiap *cluster* memiliki 1 anggota *datapoint*.

4.2 Hasil Pengujian Elbow Method

Hasil Pengujian SSE pada bagian 4.1 table 2 kemudian ditampilkan dalam bentuk grafik.



Gambar 5 Sum of Square Error

Pada grafik tersebut, dapat dilihat pada $K = 5$ terbentuk *elbow* yang menjadi nilai K yang optimal dan pada nilai K selanjutnya nilai SSE turun hingga 0.

4.3 Hasil Clustering K Means

Setelah didapatkan nilai K dari hasil *elbow method* pada bagian 4.2 maka dijalankan Algoritma K means menggunakan jumlah K yang optimal yaitu K = 5. Didapatkan *clusters* sebagai berikut:

Table 3 Cluster K = 5

	Cluster	Reminder	Members	
1	3:26:15	Off	3:24:14	off
			3:26:51	off
			3:24:41	off
			3:27:31	off
			3:28:42	off
			3:25:35	off
2	17:34:59	On	17:35:12	on
			17:34:21	on
			17:36:44	on
			17:29:34	on
			17:35:10	on
			17:37:45	on
			17:40:18	on
			17:30:51	on
			17:33:35	on
			17:35:43	on
			17:35:43	off
3	3:20:56	Off	3:22:24	off
			3:20:44	off
			3:18:46	off
			3:21:53	off
4	9:12:26	On	9:14:12	on
			9:11:14	on
			9:09:11	on
			9:05:11	on
			9:16:51	on
			9:19:22	on
			9:08:49	on
			9:14:21	on
			9:12:36	on
5	14:19:18	Off	14:21:01	off
			14:23:51	off
			14:18:01	off
			14:18:20	off
			14:16:32	off
			14:10:56	off
			14:20:13	off
			14:21:14	off
			14:23:40	off

Pada table diatas Jumlah *clusters* yang dihasilkan berjumlah 5. *Sum of Square Error* dari $K = 5$ adalah 5648.99. Dari kelima *cluster* tersebut *cluster* 1 berada pada jam 3:26:15 diingatkan untuk mematikan lampu dan memiliki 6 anggota, *cluster* 2 berada pada jam 17:34:59 diingatkan untuk menyalakan lampu dan memiliki 11 anggota, *cluster* 3 berada pada jam 3:20:56 diingatkan untuk mematikan lampu dan memiliki 4 anggota, *cluster* 4 berada pada jam 9:12:26 diingatkan untuk menyalakan lampu dan memiliki 9 anggota, dan *cluster* 5 berada pada jam 14:19:18 diingatkan untuk mematikan lampu dan memiliki 9 anggota.

5. Kesimpulan

Dalam penelitian ini telah dibangun *reminder system* untuk penghematan energy listrik berbasis *Iot Device*, dimana *reminder* dihasilkan dari data perilaku user yang diolah menggunakan algoritma K Means dengan $K = 5$. 5 *Clusters* yang dihasilkan mewakili perilaku *user* dalam menggunakan lampu berbasis *Iot Device*. Dimana pada *cluster* 1 dan 3 *user* mematikan lampu untuk tidur, pada *cluster* 2 *user* menyalakan lampu di sore hari menjelang malam, pada *cluster* 4 *user* menyalakan lampu di pagi hari saat bangun tidur, pada *cluster* 5 *user* mematikan lampu untuk pergi ke kampus. *Reminder System* yang dibangun memberikan *reminder* kepada *user* dalam penggunaan lampu sesuai dengan perilaku *user*.

6. Saran

Bedasarkan apa yang telah dilakukan pada Tugas Akhir ini, maka saran yang dapat disampaikan adalah:

1. Untuk penelitian serupa agar mengumpulkan data lebih banyak dan bervariasi.
2. Penelitian selanjutnya disarankan untuk meneleti variabel yang memiliki kondisi lebih dari 2, tidak seperti lampu yang hanya memiliki 2 kondisi mati dan nyala.
3. Untuk penelitian selanjutnya, tambahkan algoritma *Outline Removal Cluster* untuk menghapus *cluster* yang tidak memiliki anggota.

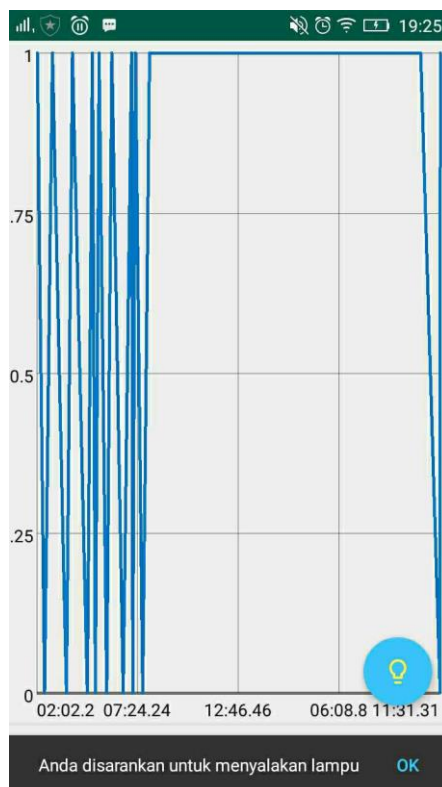
References

- [1] N. B. M. Z. A. P. Andre Zanella, "Internet of Things for Smart Cities," *Internet of Things Journal*, 2014.
- [2] ITEAD, "SONOFF ITEAD," ITEAD, [Online]. Available: <https://sonoff.itead.cc/en/>. [Accessed 23 01 2019].
- [3] J. MacQuee, "Some Methods for classification and Analysis of Multivariate Observations," 2008.
- [4] S. M. P. Keyur K Patel, "Internet of Things-IOT: Definition, Characteristics, Architecture, Enabling Technologies, Application & Future Challenges".
- [5] D. P. R. M. Trupti M. Kodinariya, "Review on determining number of Cluster ini K-Means Clustering," *International Journal of Advance Research in Computer Science and Management Studies*, 2013.
- [6] F. N. S. D. T. S. Hikayatul Isri, "KLASIFIKASI DATA EKSPRESI GEN PENYAKIT KANKER MENGGUNAKAN ALGORITMA K-MEANS CLUSTERING DENGAN ALGORITMA WEIGHTED PCA SEBAGAI SELEKSI FITUR".
- [7] 1Mobility, *Android Datasheet*, 2017.
- [8] P. D. Mustika, "MENGENAL WEMOS D1 MINI DALAM DUNIA IOT".
- [9] Google, "Firebase.google.com," Google, 2018. [Online]. Available: <https://firebase.google.com/docs/database/?hl=id>. [Accessed 2019].
- [10] M. Organitation, "mqtt," mqtt, [Online]. Available: <http://mqtt.org/faq>. [Accessed 2019].
- [11] mqtt, "mqtt," [Online]. Available: <https://mosquitto.org/man/mqtt-7.html>.

Lampiran



Lampiran 1 Lampu



Lampiran 2 Screenshoot Aplikasi