

Implementasi Algoritma *Analytical Hierarchy Process* Pada Aplikasi IoT Device Management (Studi Kasus Perusahaan IT Di Tangerang Selatan)

Agung Pradana Wasnardi ¹⁾, Ahmad Kodar ²⁾

Fakultas Ilmu Komputer, Program Studi Teknik Informatika, Universitas Mercu Buana
Email: agungprawas@gmail.com ¹⁾, achmad.kodar@mercubuana.ac.id ²⁾

ABSTRAK

Menerapkan *Internet of Things* pada perangkat elektronik bukanlah cara yang mudah jika tidak dikelola dengan baik, terutama di sebuah ruang lingkup perusahaan. Itu karena beberapa perusahaan menaruh perhatian pada tanggung jawab mereka jika perangkat diterapkan. Perusahaan itu sendiri perlu mengelola perangkat *Internet of Things* yang mempengaruhi pengeluaran perusahaan dan membuat sebuah penggunaan energi yang lebih baik, efisien, dan bijaksana. Sebuah sistem yang dapat menunjukkan kepada pengguna jumlah energi yang mereka keluarkan pada setiap waktu dan juga memungkinkan mereka menetapkan batas penggunaan daya mereka dengan mengaktifkan dan menonaktifkan perangkat mereka dari jarak jauh akan menjadi solusi yang baik untuk energi masalah manajemen. *Analytical Hierarchy Process* (AHP), muncul sebagai salah satu metode yang sering digunakan dalam banyak hal untuk memecahkan masalah dengan menghasilkan suatu prioritas berdasarkan kriteria dan alternatif. Untuk menangani masalah yang ada, penulis akan membuat sebuah penelitian mengenai metode AHP yang diimplementasikan pada sebuah aplikasi manajemen *Internet of Things* untuk menentukan perangkat mana yang memiliki prioritas untuk dinyalakan. Sistem akan memberikan peringkat pada perangkat berdasarkan bobot akhir yang dihasilkan, sehingga pengguna lebih mudah dalam mengelola perangkat *Internet of Things* yang terintegrasi.

Kata Kunci – analytical hierarchy process, ahp, sistem penunjang keputusan, iot device management

1. PENDAHULUAN

Keuntungan utama dari *Internet of Things* adalah data yang terus-menerus melakukan pencatatan, melacak status lingkungan atau parameter yang sedang dipertimbangkan, menghemat banyak waktu dan uang (P, P L N, & M, 2017). Untuk mewujudkan potensi *Internet of Things* yang belum pernah terjadi sebelumnya ini, kami perlu mengembangkan solusi *Internet of Things* untuk menemukan perangkat *Internet of Things* yang dibutuhkan setiap aplikasi, mengintegrasikan dan mengumpulkan data mereka, dan menyempurnakan informasi bernilai tinggi yang dibutuhkan setiap aplikasi (Georgakopoulos & Jayaraman, 2016). Umumnya, perangkat ini dibatasi oleh keterbatasan dalam sumber daya energi (daya baterai), kemampuan pemrosesan dan penyimpanan, jangkauan komunikasi radio dan keandalan, dan lain-lain. Namun penyebarannya harus bersifat real-time dari aplikasi di bawah arahan sedikit atau tidak langsung dari interaksi manusia (Sheng, Mahapatra, & Member, 2015). Sebuah sistem yang dapat menunjukkan kepada pengguna jumlah energi yang mereka habiskan pada setiap waktu, dan juga memungkinkan mereka menetapkan batas penggunaan daya mereka dengan mengaktifkan dan menonaktifkan perangkat mereka dari jarak jauh akan menjadi solusi yang baik untuk masalah penggunaan energi pada manajemen (Omole, Akpobasah, & Atayero, 2016). Penggunaan perangkat yang dikelola dengan baik dapat memengaruhi biaya perusahaan agar lebih efisien dan memiliki peluang untuk memperpanjang umur perangkat. Dengan metode ini, berharap hal-hal yang

tidak terduga yang biasanya terjadi pada perangkat dapat diminimalkan dan perusahaan dapat tumbuh sedikit lebih baik dari sebelumnya.

2. TINJAUAN PUSAKA

A. *Internet of Things*

Pada Penelitian (Priyono et al., 2015) menjelaskan bahwa *Internet of Things* merupakan sebuah konsep komputasi yang menggambarkan sebuah masa depan dimana setiap objek fisik dapat terhubung dengan internet dan dapat mengidentifikasi dengan sendirinya antar perangkat yang lain. *Internet of Things* didefinisikan sebagai interkoneksi dari perangkat komputasi tertanam (*embedded computing devices*) yang teridentifikasi secara unik dalam keberadaan infrastruktur internet. *Internet of Things* adalah paradigma baru yang dengan cepat mendapatkan dasar telekomunikasi kabel dan nirkabel modern. Baru-baru ini, karena jumlah perangkat *INTERNET OF THINGS* untuk intelijen pribadi atau rumah meningkat, kebutuhan untuk kontrol terpadu dan pemanfaatan kooperatif diperlukan. Hal-hal di *Internet of Things* umumnya heterogen dan sumber daya terkendala (Yu, Kim, Bang, Bae, & Kim, 2016).

B. Device Management

Manajemen perangkat (*Device Management*) adalah proses mengelola operasi, implementasi, dan pemeliharaan baik perangkat fisik maupun virtual. Manajemen perangkat memungkinkan produsen peralatan untuk memantau dan mengelola peralatan, sistem, dan produk jarak jauh melalui Internet, dan

dalam beberapa kasus mengontrol perangkat ini dari jarak jauh (Jeevani & Balajee, 2017).

C. Decision Support System

Decision Support System (DSS) adalah sistem berbasis komputer yang dapat digunakan untuk membuat keputusan tentang hasil identifikasi. DSS berhubungan dengan pembuatan keputusan dalam hal manajemen, operasi, dan perencanaan. Dalam membuat keputusan, sistem pendukung dirancang sepenuhnya secara terkomputerisasi, dengan manusia, atau kombinasi dari kedua sistem. DSS dapat berfungsi untuk membantu pengambil keputusan untuk mengumpulkan data dan informasi, dokumen, atau model bisnis sebagai cara mengidentifikasi, menyelesaikan masalah, serta membuat keputusan (Ranggadara & Sahara, 2017).

D. Analytical Hierarchy Process

Analytic Hierarchy Process (AHP) adalah metode MCDA yang umum digunakan yang mengkonsolidasikan manfaat dan risiko secara eksplisit dengan menggabungkan pentingnya perbedaan dalam probabilitas hasil yang terkait dengan alternatif dan bobot dari pentingnya hasil tersebut. Metode ini menghasilkan proses pengambilan keputusan yang transparan sehingga individu atau kelompok yang menggunakan metode ini dapat memahami dan mendemonstrasikan dasar-dasar keputusan mereka, berbeda dengan proses pengambilan keputusan standar lainnya di mana pentingnya berbagai komponen keputusan tidak eksplisit (Maruthur, Joy, Dolan, Shihab, & Singh, 2015). AHP menguraikan masalah multi faktor atau multi kriteria yang kompleks menjadi suatu hirarki. Hirarki didefinisikan sebagai suatu representasi dari sebuah permasalahan yang kompleks dalam suatu struktur multi level dimana level pertama adalah tujuan, yang diikuti level faktor, kriteria, sub kriteria, dan seterusnya ke bawah hingga level terakhir dari alternatif (Azza & Dores, 2018). Berikut dasar-dasar dalam memecahkan masalah dengan *Analytical Hierarchy Process* (AHP) (Apriliani & Ranggadara, 2018):

1. Menentukan hierarki
2. Menentukan prioritas elemen dengan membuat perbandingan berpasangan
3. Sintesis
4. Mengukur konsistensi Δ maks
5. Hitung konsistensi indeks dengan rumus $CI = (\Delta_{maks} - n) / (n - 1)$
6. Hitung rasio indeks dengan rumus $CR = CI / IR$

3. METODE PENELITIAN

Dalam melakukan penelitian ini, kami menggambarkan tahapan penelitian kami secara sistematis.



Gambar 1. Tahapan Penelitian

Penulis memulai penelitian dengan menentukan studi kasus dari perusahaan yang terkait. Dalam studi kasus tersebut, penulis melakukan observasi dan wawancara langsung dengan petinggi perusahaan. Setelah melakukan observasi, penulis mendapatkan dan mengumpulkan data dari hasil observasi dan wawancara yang dilakukan. Setelah data terkumpul, penulis menentukan dua parameter yang menjadi tolak ukur dari AHP, yaitu kriteria dan alternatif. Setelah itu, penulis menentukan bobot dari setiap kriteria dan alternatif yang dibandingkan satu sama lain sebagai data yang dibutuhkan untuk diolah dengan AHP. Setelah menentukan bobot, sistem akan mengolah data tersebut menggunakan metode AHP sehingga menghasilkan composite weight, yaitu bobot keseluruhan setelah diolah dengan AHP. Penulis pun mendapatkan hasil berupa data yang akan digunakan untuk menentukan perangkat prioritas dan menentukan kesimpulan dari penelitian yang sudah dilakukan.

4. HASIL DAN PEMBAHASAN

A. Menentukan Kebutuhan

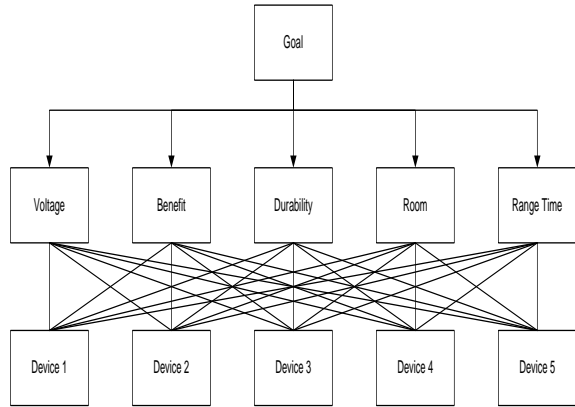
Setelah data dikumpulkan, dapat disimpulkan bahwa ada 5 kriteria yang akan digunakan dalam penelitian ini:

1. *Voltages* (K1), yaitu besarnya energi yang dikeluarkan oleh sebuah perangkat
2. *Benefit* (K2), yaitu manfaat yang didapat jika perangkat digunakan
3. *Durability* (K3), yaitu daya tahan dari sebuah perangkat
4. *Room* (K4), yaitu kondisi suatu ruangan yang terintegrasi dengan perangkat
5. *Range Time* (K5), yaitu perkiraan jarak waktu digunakannya perangkat

Terdapat beberapa alternatif yang kami tentukan dalam penelitian ini adalah:

1. Device 1 (D1)
2. Device 2 (D2)
3. Device 3 (D3)
4. Device 4 (D4)
5. Device 5 (D5)

Sehingga dapat disimpulkan dalam sebuah hierarki berikut :



Gambar 2. Hierarki Kriteria dan Alternatif

B. Menentukan prioritas elemen dengan membuat perbandingan pasangan

1. Menghitung Perbandingan Berpasangan Area Kriteria

Tabel 1. Perbandingan Berpasangan Area Kriteria

	K1	K2	K3	K4	K5
K1	1	0.20	3	0.20	4
K2	5	1	5	0.33	3
K3	5	0.33	1	5	5
K4	5	0.25	0.33	1	0.33
K5	0.20	0.20	0.25	4	1
Total	16.2	1.98	9.58	10.53	13.33

2. Menghitung Perbandingan Berpasangan Area K1

Tabel 2. Perbandingan Berpasangan Area K1

	D1	D2	D3	D4	D5
D1	1	0.33	4	0.5	3
D2	3	1	2	3	4
D3	0.25	0.2	1	2	0.20
D4	2	0.33	0.5	1	0.2
D5	0.33	0.25	5	5	1
Total	6.58	2.11	12.5	11.5	8.4

3. Menghitung Perbandingan Berpasangan Area K2

Tabel 3. Perbandingan Berpasangan Area K2

	D1	D2	D3	D4	D5
D1	1	4	5	4	2
D2	0.2	1	5	3	0.33
D3	0.20	0.2	1	2	0.20
D4	0.25	0.33	0.5	1	0.2
D5	0.5	3	5	5	1
Total	2.15	8.53	16.5	15	3.73

4. Menghitung Perbandingan Berpasangan Area K3

Tabel 4. Perbandingan Berpasangan Area K3

	D1	D2	D3	D4	D5
D1	1	0.33	0.33	0.25	0.2
D2	3	1	4	4	4
D3	3	0.25	1	0.33	2
D4	4	0.5	3	1	4
D5	5	0.2	0.5	0.25	1
Total	16	2.28	8.83	5.83	11.2

5. Menghitung Perbandingan Berpasangan Area K4

Tabel 5. Perbandingan Berpasangan Area K4

	D1	D2	D3	D4	D5
D1	1	3	5	5	3
D2	0.33	1	4	2	0.33
D3	0.2	0.25	1	0.33	0.33
D4	0.2	0.5	3	1	0.25
D5	0.33	3	3	4	1
Total	2.06	7.75	16	12.33	4.91

6. Menghitung Perbandingan Berpasangan Area K5

Tabel 6. Perbandingan Berpasangan Area K5

	D1	D2	D3	D4	D5
D1	1	4	5	4	0.33
D2	0.25	1	3	4	0.33
D3	0.20	0.33	1	0.25	0.20
D4	0.25	0.2	4	1	0.2
D5	3	3	5	5	1
Total	4.7	8.53	18	14.25	2.06

C. Menentukan Eigen Vector Normalization

1. Eigen Vector Normalization Area Kriteria

Tabel 7. Eigen Vector Normalization Area Kriteria

	K1	K2	K3	K4	K5	EV
K1	0.06 118 4	0.1 01 10 1	0. 31 36 27	0.0 180 72	0.3 00 3	0.1 58 99 2
K2	0.30 892 7	0.5 05 50 6	0. 52 20 44	0.0 311 24	0.2 25 22 5	0.3 18 40 2
K3	0.30 892 7	0.1 66 16 6	0. 10 42 08	0.4 759 04	0.3 75 37 5	0.2 85 92 4
K4	0.30 892 7	0.1 26 12 6	0. 03 40 68	0.0 943 78	0.0 24 02 4	0.1 17 81 5
K5	0.01 203 6	0.1 01 10 1	0. 02 60 52	0.3 805 22	0.0 75 07 5	0.1 18 86 8

2. Eigen Vector Normalization Area K1

Tabel 8. Eigen Vector Normalization Area K1

	K1	K2	K3	K4	K5	EV
K1	0.1519 76	0.1563 98	0.32	0.0434 78	0.3571 43	0.2057 99
K2	0.4559 27	0.4739 34	0.16	0.2608 7	0.4761 9	0.3653 84
K3	0.0379 94	0.0947 87	0.08	0.1739 13	0.0238 1	0.0821 01
K4	0.3039 51	0.1563 98	0.04	0.0869 57	0.0238 1	0.1222 23
K5	0.0501 52	0.1184 83	0.4	0.4347 83	0.1190 48	0.2244 93

3. Eigen Vector Normalization Area K2

Tabel 9. Eigen Vector Normalization Area K2

	D1	D2	D3	D4	D5	EV
D1	0.465 116	0.4689 33	0.3030 3	0.26 6667	0.5361 93	0.4079 88
D2	0.093 023	0.1172 33	0.3030 3	0.2	0.0884 72	0.1603 52
D3	0.093 023	0.0234 47	0.0606 06	0.13 3333	0.0536 19	0.0728 06
D4	0.116 279	0.0386 87	0.0303 03	0.06 6667	0.0536 19	0.0611 11
D5	0.232 558	0.3517	0.3030 3	0.33 3333	0.2680 97	0.2977 44

4. Eigen Vector Normalization Area K3

Tabel 10. Eigen Vector Normalization Area K3

	D1	D2	D3	D4	D5	EV
D1	0.062 5	0.1447 37	0.0373 73	0.04 2882	0.0178 57	0.0610 7
D2	0.187 5	0.4385 96	0.4530 01	0.68 6106	0.3571 43	0.4244 69
D3	0.187 5	0.1096 49	0.1132 5	0.05 6604	0.1785 71	0.1291 15
D4	0.25	0.2192 98	0.3397 51	0.17 1527	0.3571 43	0.2675 44
D5	0.312 5	0.0877 19	0.0566 25	0.04 2882	0.0892 86	0.1178 02

5. Eigen Vector Normalization Area K4

Tabel 11. Eigen Vector Normalization Area K4

	D1	D2	D3	D4	D5	EV
D1	0.485 437	0.3870 97	0.3125	0.40 5515	0.6109 98	0.4403 09
D2	0.160 194	0.1290 32	0.25	0.16 2206	0.0672 1	0.1537 28
D3	0.097 087	0.0322 58	0.0625	0.02 6764	0.0672 1	0.0571 64
D4	0.097 087	0.0645 16	0.1875	0.08 1103	0.0509 16	0.0962 25
D5	0.160 194	0.3870 97	0.1875	0.32 4412	0.2036 66	0.2525 74

6. Eigen Vector Normalization Area K5

Tabel 12. Eigen Vector Normalization Area K5

	D1	D2	D3	D4	D5	EV
D1	0.212 766	0.4689 33	0.2777 78	0.28 0702	0.1601 94	0.2800 746
D2	0.053 191	0.1172 33	0.1666 67	0.28 0702	0.1601 94	0.1555 974
D3	0.042 553	0.0386 87	0.0555 56	0.01 7544	0.0970 87	0.0502 854
D4	0.053 191	0.0234 46	0.2222 22	0.07 0175	0.0970 87	0.0932 242
D5	0.638 297	0.3516 69	0.2777 77	0.35 0877	0.4854 36	0.4208 112

D. Menghitung Maximum Eigen Vector

1. Maximum Eigen Vector Area Kriteria

$$\begin{aligned} \Lambda_{\text{maks}} &= (16.2 \times 0.158991854) + (1.98 \times 0.318401689) + (9.58 \times 0.285924071) + \\ &+ (10.53 \times 0.117814863) + (13.33 \times 0.118867523) \\ &= 8.77035056818 \end{aligned}$$

2. Maximum Eigen Vector Area K1

$$\begin{aligned} \Lambda_{\text{maks}} &= (6.58 \times 0.205799) + (2.11 \times 0.365384) + (12.5 \times 0.082101) + (11.5 \times 0.122223) + (8.4 \times 0.224493) \\ &= 6.44268586 \end{aligned}$$

3. Maximum Eigen Vector Area K2

$$\begin{aligned} \Lambda_{\text{maks}} &= (2.15 \times 0.407987891) + (8.53 \times 0.160351741) + (16.5 \times 0.072805722) + (15 \times 0.061111011) + (3.73 \times 0.297743635) \\ &= 5.47351765293 \end{aligned}$$

4. Maximum Eigen Vector Area K3

$$\begin{aligned} \Lambda_{\text{maks}} &= (16 \times 0.061069645) + (2.28 \times 0.424469365) + (8.83 \times 0.129114922) + (5.83 \times 0.267543708) + (11.2 \times 0.11780236) \\ &= 5.9641554831 \end{aligned}$$

5. Maximum Eigen Vector Area K4

$$\begin{aligned} \Lambda_{\text{maks}} &= (2.06 \times 0.440309) + (7.75 \times 0.153728) + (16 \times 0.057164) + (12.33 \times 0.096225) + (4.91 \times 0.252574) \\ &= 5.43964513 \end{aligned}$$

6. Maximum Eigen Vector Area K5

$$\begin{aligned} \Lambda_{\text{maks}} &= (4.7 \times 0.280074) + (8.53 \times 0.155597) + (18 \times 0.050285) + (14.25 \times 0.0932242) + (2.06 \times 0.4208112) \\ &= 5.744036132 \end{aligned}$$

E. Menghitung Consistency Index

1. Consistency Index Criteria

$$CI = (8.77035056818-5) / (5-1)$$

$$= 0.94258764204$$

2. Consistency Index K1

$$CI = (6.40254-5) / (5-1) = 0.350635$$

3. Consistency Index K2

$$CI = (5.43566-5) / (5-1) = 0.15384$$

4. Consistency Index K3

$$CI = (5.92397-5) / (5-1) = 0.2309925$$

5. Consistency Index K4

$$CI = (5.2447-5) / (5-1) = 0.061175$$

6. Consistency Index K4

$$CI = (5.7188-5) / (5-1) = 0.1797$$

F. Menghitung Index Ratio

1. Index Ratio Criteria

$$CR = CI / CR = 1.10956 / 1.12$$

$$= 0.99067857142$$

2. Index Ratio K1

$$CR = CI / CR = 0.350635 / 1.12$$

$$= 0.34622767857$$

3. Index Ratio K2

$$CR = CI / CR = 0.108915 / 1.12$$

$$= 0.09724553571$$

4. Index Ratio K3

$$CR = CI / CR = 0.2309925 / 1.12$$

$$= 0.20624330357$$

5. Index Ratio K3

$$CR = CI / CR = 0.061175 / 1.12$$

$$= 0.05462053571$$

6. Index Ratio K3

$$CR = CI / CR = 0.1797 / 1.12$$

$$= 0.16044642857$$

G. Menghitung Gabungan Keseluruhan

Tabel 13. Gabungan Keseluruhan

	Weight	D1	D2	D3	D4	D5
K1	0.158	0.2058	0.3654	0.0821	0.1222	0.2245
K2	0.318	0.408	0.1604	0.0728	0.0611	0.2977
K3	0.285	0.0611	0.4245	0.1291	0.2675	0.1178
K4	0.117	0.4403	0.1537	0.0572	0.0962	0.2526
K5	0.118	0.2801	0.1556	0.0503	0.0932	0.4208
Composite Weight		0.264	0.266	0.085	0.137	0.242

Tabel 13 menunjukkan *Composite Weight* yang dapat dihitung dengan mengalikan nilai dari kolom *Weight* dengan *Eigen Vector Normalization* dari perangkat pada setiap kriteria. Dari tabel di atas menjelaskan bahwa D2 memiliki nilai lebih besar dengan bobot 0.266, diikuti oleh Perangkat 1 dengan bobot 0,266 dan seterusnya.

5. KESIMPULAN

Setelah menghitung seluruh nilai, dapat disimpulkan bahwa Perangkat 2 memiliki nilai terbesar yang berarti Perangkat 2 adalah perangkat yang paling diprioritaskan yang harus dinyalakan, berdasarkan kriteria yang ditampilkan sebelumnya. Menyusul dari D2, D1 dan D5 yang memiliki peringkat kedua dan ketiga tidak terlalu penting untuk dinyalakan, dan memiliki kemungkinan untuk dinyalakan. Sedangkan D4 dan D3 yang memiliki peringkat terakhir tidak penting untuk dinyalakan kecuali dalam keadaan darurat. Ini berarti setiap perangkat memiliki kapabilitas yang berbeda jika dinyalakan, sehingga dapat mengurangi efisiensi biaya yang dikeluarkan oleh perusahaan.

6. DAFTAR PUSTAKA

Apriliani, E. P., & Ranggadara, I. (2018). Analysis And Design Of Korea Merchandise Sales System (Case Study In Sueweetiesid). *International Journal of Computer Science and Mobile Computing*, 7(6), 197–209.

Azza, G. M., & Dores, A. (2018). Sistem Informasi Manajemen Marketing Tools Serta Penerapan Metode Ahp (*Analytical Hierarchy Process*) Pada Proses Uji Kualitas Barang (Studi Kasus : Pt Edi Indonesia). *Jurnal Cendikia*, XVI.

Georgakopoulos, D., & Jayaraman, P. P. (2016). *Internet of Things: from internet scale sensing to smart services*. *Computing*, 98(10), 1041–1058. <https://doi.org/10.1007/s00607-016-0510-0>

Jeevani, D., & Balajee, M. (2017). Effective Device Management for *Internet of Things*. *International Journal of Engineering and Information Systems*, 1(8), 172–181.

Maruthur, N. M., Joy, S. M., Dolan, J. G., Shihab, H. M., & Singh, S. (2015). Use of the Analytic Hierarchy Process for Medication Decision-Making in Type 2 Diabetes. *PLOS ONE*, 1–11. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0126625>

Omole, O. S., Akpobasah, D., & Atayero, A. A. (2016). Development of a Smart , Low-cost and *Internet of Things-enabled* System for Energy Management. *3rd International*

- Conference on African Development Issues (CU-ICADI 2016)*, (June).
<https://doi.org/10.13140/RG.2.1.3234.2643>
- P, R. K. V., P L N, R., & M, P. (2017). An *Internet of Things* application for environmental monitoring and control using Raspberry-Pi. *International Journal of Engineering and Technology*, 9(3S), 546–552.
<https://doi.org/10.21817/ijet/2017/v9i3/170903S082>
- Priyono, M., Sulistyanto, T., Nugraha, D. A., Sari, N., Karima, N., & Asrori, W. (2015). Implementasi *Internet of Things* (*Internet of Things*) dalam pembelajaran di Universitas Kanjuruhan Malang. *SMARTICS Journal*, 1(1), 20–23.
- Ranggadara, I., & Sahara, R. (2017). *Analytical Hierarchy Process* Algorithm Approach for Determining Best Employee (Case Study IT Company in Jakarta). *International Journal of Computer Science and Mobile Computing*, 6(12), 59–64.
- Sheng, Z., Mahapatra, C., & Member, S. (2015). Recent Advances in Industrial Wireless Sensor Networks Towards Efficient Management in *Internet of Things*. *IEEE*.
<https://doi.org/10.1109/ACCESS.2015.2435000>
- Yu, J., Kim, M., Bang, H. C., Bae, S. H., & Kim, S. J. (2016). *Internet of Things* as a applications: cloud-based building management systems for the *Internet of Things*. *Multimedia Tools and Applications*, 75(22), 14583–14596.
<https://doi.org/10.1007/s11042-015-2785-0>