

Prediksi dan Klasterisasi Titik Api dalam Bencana Kebakaran di Gedung menggunakan Metode K-Means

Revina Aprilillah Firdaus, Asep Id Hadiana, Sigit Anggoro

Jurusan Informatika, Fakultas Sains dan Informatika

Universitas Jenderal Achmad Yani

Jl. Terusan Sudirman, Cimahi

revinaaprilillah17@unjani.ac.id

Abstrak— Kebakaran dalam gedung merupakan suatu peristiwa yang terjadi secara tidak disengaja maupun disengaja pada benda yang rentan terbakar berakibat menjalarnya api di tiap sudut ruangan dalam gedung. Proses datangnya kebakaran belum dapat di deteksi secara monitoring data suhu langsung di tangan pengelola gedung. Berdasarkan permasalahan yang muncul perlu adanya sistem pendeteksi dini bencana kebakaran yang dapat memberitahu akan informasi seputar rangkaian proses munculnya api dengan peringatan dini berupa grafik, memunculkan data atribut digunakan yaitu kecepatan rambat api, kenaikan suhu api, dan arah rambatan api. Proses penentuan perancangan sistem dalam simulasi menggunakan alat pengukur suhu untuk mendapat nilai data suhu ruangan. Dari perolehan data tersebut peneliti memilih metode perhitungan menggunakan klasterisasi untuk mengelompokkan kategori dari tingkatan parameter data karakteristik api. Hasil K-Means Clustering yang diperoleh ada 3 kelompok pusat Cluster 1: 222,3333333; 58,3333333; 100. Hasil pengujian menunjukkan bahwa deteksi dini kebakaran mampu memunculkan informasi deteksi dini kebakaran sesuai dengan data yang sudah dikelompokkan dengan hasil perhitungan manual terjadi 2 kali iterasi, mampu menampilkan monitoring data kebakaran kepada pihak pengelola gedung dan mengirim langsung kepada pihak pemadam kebakaran sesuai dengan clustering kategori tingkatan suhu api.

Kata kunci—Deteksi Dini; MQTT; Klasterisasi; Android; Internet Of Things (IoT)

I. PENDAHULUAN

Bencana Kebakaran di suatu Gedung merupakan suatu peristiwa yang sangat mengkhawatirkan akan kerugian fisik bangunan terutama penghuni yang ada di dalam Gedung. Kebakaran termasuk dalam kategori Bencana Buatan yang dibuat oleh ulah manusia menimbulkan banyak korban jiwa, kerusakan fisik seperti peralatan mesin serta bangunan [1]. Salah satu pencegahan yang paling utama yaitu dibutuhkan suatu sistem yang dapat mendeteksi bencana kebakaran secara real-time untuk mengatasi penyebaran luas kebakaran di suatu Gedung [2].

Gedung merupakan bangunan cukup kompleks yang memiliki resiko besar serta rentan terhadap bencana. Dalam gedung terdiri

dari beberapa bidang organisasi atau perusahaan yang belum dapat khusus mengelola manajemen risiko bencana termasuk data deteksi kebakaran menggunakan teknologi pintar [1]. Maka dari itu, tiap bidang kelola gedung harus menerapkan antisipasi disrupsi teknologi khusus untuk bisa mengelola dan monitoring seputar

teknologi pada sistem deteksi guna mencegah gejala kebakaran [3].

Secara penjelasan dalam pencegahan api di dalam gedung, harus diketahui karakteristik dari ruang lingkup gedung memiliki bentuk ruangan secara denah keseluruhan. Ketika sudah mengetahui ruangan-ruangan pada gedung maka bisa diimplementasikan mengenai skenario api yang akan muncul pertama kali, mulai dari api kecil hingga api membesar pada ruangan di dalam gedung upaya pencegahan penyebaran api yang meluas [4]. Maka diperlukannya sistem pendeteksi gejala api tiap ruangnya harus diketahui kenaikan suhu untuk bisa dideteksi secara rinci hingga menjadi analisa yang kuat untuk penelitian ini.

Penelitian lainnya di Jurusan teknik informatika khususnya pada bagian laboratorium memiliki proses bisnis yang bisa mengontrol alat deteksi kebakaran yang terdiri dari sensor api dan pengukur suhu. Dalam proses perancangan alat tersebut mencakup pembacaan input data sensor kelembapan suhu meningkat dan panas api, proses data analog pada Wemos D1, proses pertukaran data sensor dengan MQTT pada Wemos, implementasi pengkodean, penyimpanan data di private cloud, alterasi data di MQTT Broker hingga publish ke Aplikasi mobile. Beberapa teknik penginderaan berupa sensor karbon monoksida dan optik dari ratus menara observasi dengan sistem berbasis Internet of Things (IoT) akan disiapkan untuk mengamati Gedung [5]. Internet of Things dapat diartikan sebagai interkomunikasi perangkat antar gedung yang tertanam sensor, aktuator dan konektivitas untuk mengumpulkan dan bertukar informasi [6].

Berdasarkan permasalahan yang terjadi dalam detektor atau deteksi kebakaran maka untuk membantu menyelesaikan permasalahan tersebut dilakukan penelitian Sistem Deteksi Dini Bencana Kebakaran Dalam Gedung Berbasis Internet of Things (IoT). Sistem yang akan diteliti dapat melakukan pemantauan titik api dan pendeteksian data sensor menggunakan sensor api dan termometer yang sesuai standar akurasi. Sehingga penelitian ini akan menganalisa dari teknik perambatan api di dalam gedung, yaitu ada 3 fokus pada penelitian: (1) suhu api, (2) kecepatan rambat api, dan (3) arah

rambatan api. Dari hasil ketiga poin tersebut akan diimplementasikan dengan bentuk grafik kepada sistem perangkat lunak berbasis android [7]. Aplikasi dibuat untuk pengguna yang terlibat yaitu pihak pengelola gedung. Fungsi dari aplikasi disini berguna untuk menampilkan informasi deteksi grafik api dan suhu di gedung, menghasilkan keluar notifikasi darurat yang bisa memberi fungsi

panggilan darurat serta pesan teks kepada pihak pemadam kebakaran. Perangkat yang direncanakan dibuat dengan flame sensor

sebagai sensor api menggunakan mikrokontroler Board Wemos D1. Akan digabungkan dengan data termometer sebagai pendeteksi kenaikan suhu yang menghasilkan secara keseluruhan output berupa aplikasi mobile berbasis Android Studio sebagai notifikasi dan IoT sarana informasi untuk pengelola gedung kepada pemadam kebakaran setempat[8]. Sistem yang dirancang diharapkan dapat mencegah bahaya api dengan tepat dan cepat dalam sistem deteksi kebakaran yang digunakan di ruang lingkup gedung.

II. METODE

Metode penelitian adalah langkah-langkah membangun suatu penelitian agar dapat dilaksanakan. Pada penelitian ini akan terdiri dari 3 tahapan yaitu perancangan sistem, pengambilan data, serta pengolahan dan analisa data.

A. Tahapan Perancangan Sistem

Pada tahap perancangan sistem keseluruhan meliputi rancangan perangkat lunak yang akan di uji pada akhir tahapan metode penelitian. Namun untuk arsitektur IoT pada alat yang digunakan merancang jaringan protokol MQTT dalam pengiriman data dari alat perangkat keras langsung yang disimpan pada database, pada metode MQTT akan mengambil data topik yaitu publisher pada database [9]. Dikarenakan simulasi perancangan sistem dilakukan dengan manual oleh alat pengukur suhu. Peran sensor api disini sebagai pendeteksian secara real-time yang mendeteksi kondisi adanya api [10].

Perancangan sistem pada deteksi dini fokus dengan hasil olahan data dalam bentuk klasterisasi data kebakaran yang selanjutnya akan diimplementasikan pada sistem android perangkat lunak [11]. Perangkat lunak yang berperan untuk memanfaatkan keluaran informasi kepada pemakai sistem yaitu pengelola gedung. Informasi di sistem deteksi dini berbasis android memuat bentuk data monitoring kebakaran berupa grafik.

B. Tahapan Pengambilan Data

Pada tahap ini dilakukan proses pengambilan data, dimana data yang diambil adalah big data IoT yakni dari alat perangkat keras yang digunakan adalah sensor api dan termometer, kemudian data akan di masukkan ke dalam mikrokontroler arduino wemos D1 [12]. Dan data disimpan dalam database, database yang dipakai untuk menyimpan data menggunakan MySQL. Data yang diambil meliputi data kenaikan suhu api, data kecepatan rambat api, dan data arah rambatan api. Pada masing-masing pengambilan data berbeda jenis korelasi terkait tingkatan keterangan data sensor yang dihasilkan. Maka penelitian ini membahas dari ketiga tabel data yang di ambil

secara digital otomatis dalam sensor api, dan pengambilan data secara analog manual dalam termometer.

C. Pengolahan dan Analisa Data

Dalam proses pengolahan dan analisa data ini, mengolah data hasil pengambilan data sebelumnya yaitu akan melakukan pengkategorisasian terhadap topik-topik yang ada pada inputan pengambilan data yaitu dari hasil rata-rata menjadi bagian bagian tingkatan informasi mengenai bencana kebakaran. Setelah mendapat hasil kategorisasi dari data tingkatan kebakaran akan bisa diimplementasikan langsung kepada aplikasi android berupa pemberitahuan.

Untuk analisa data disini akan membahas soal hasil tingkatan-tingkatan keterangan pada hasil data kebakaran, lalu menganalisa hasil rata-rata dari data kebakaran berupa grafik [2]. Maka akan diketahui seluruh kesimpulan akhir untuk kembali di analisa dari perbandingan korelasi antar data kebakaran. Karena sistem deteksi pada penelitian ini melakukan monitoring kondisi api berupa gejala grafik, untuk itu peran analisa akan memenuhi penelitian pada tugas akhir ini.

D. Tahapan Pengujian Sistem

Pengujian sistem disini hanya terdiri oleh perangkat lunak. Pada perangkat keras sudah dilakukan pengujian data sensor diluar batasan penelitian. Dengan begitu dalam metode penelitian yang digunakan dalam pengujian hanya mengelola dan menampilkan pengujian pada perangkat lunak saja untuk menjelaskan implementasi sistem deteksi dini kebakaran dengan data monitoring yang telah dihasilkan alat perangkat keras [13].

Pada pengujian sistem secara keseluruhan akan membahas pengujian perangkat lunak yang digunakan yaitu dengan menggunakan metode Black Box, pada pengujian ini menguji aplikasi fungsi-fungsi pada data kebakaran. Untuk melakukan pengkodean menggunakan android studio, karena platform dapat mendukung proses penelitian ini.

III. HASIL DAN DISKUSI

Sistem deteksi dini kebakaran merupakan sistem pendeteksi dan keselamatan jiwa yang bertujuan untuk mendeteksi munculnya api sejak tahap awal dan kemudian memberi peringatan berupa alarm ke sekitar bangunan gedung. Sistem dari penelitian IoT ini ditambah dengan protokol MQTT berupa jaringan atau operator yang bisa memudahkan pengguna akses dari jarak jauh melalui internet bisa mengetahui kejadian kebakaran dan deteksi monitoring perkembangan data sensor tiap waktunya. Maka penelitian ini akan menggunakan tahapan metode yang sedikit berbeda yaitu menggunakan metode komunikasi atau IoT dalam identifikasi fitur-fitur parameter api untuk merancang sistem pembuatan perangkat lunak dengan aplikasi android, serta akan fokus pada analisa data perbandingan grafik dan implementasi sistem perangkat lunak, karena metode ini dapat melakukan spektrum, artinya data yang di arsipkan di pusat data mikrokontroler dapat diambil untuk analisis komparatif terhadap data yang lebih baru hingga dapat dianalisa secara rinci.

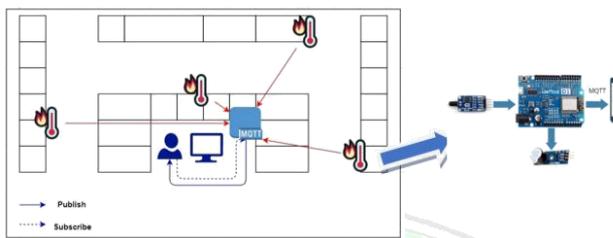
A. Perancangan Sistem

Perencanaan data perancangan tahap pertama terdiri dari arsitektur area bangunan gedung beserta pemasangan alat dan dashboard perangkat lunak secara keseluruhan. Adapun bagan

dalam tahap perancangan atau arsitektur area gedung dan perangkat lunak sebagai berikut:

1) Perancangan Blok Diagram Area Gedung

Gambar 1 merupakan simulasi yang menjelaskan bahwa pada blok diagram perancangan atau arsitektur area ruang dalam gedung memiliki 4 titik atau sudut dari alat pengukur suhu (termometer) dan 1 sensor api yang dipasang pada blok area yang berbeda. 4 termometer masing-masing diletakkan pada sisi lorong di area gedung. Dan sensor api ditempatkan pada tengah tempat dashboard dekat pengelola gedung, ditambah pemasangan buzzer sebagai tanda bunyi jika terjadi adanya api disekitar area dashboard tersebut. Dikarenakan populasi denah gedung cukup luas dan bertingkat, pada simulasi ini hanya mengambil satu lantai saja di area yang cukup kritis dalam artian area yang berisi benda-benda fisik mudah terbakar, ruangan yang penuh dengan arus listrik seperti banyak kabel tersambung dan ruangan memiliki banyak jenis bahan bakar aktif.



Gambar 1. Block Diagram IoT

Maka dari itu rancangan pertama dalam penempatan sensor api untuk mengetahui adanya api dalam ruangan diperlukan dashboard khusus untuk monitoring kerja alat didalam sistem deteksi dini kebakaran dalam gedung. Sistem dashboard akan dikendalikan sendiri oleh internet karena metode penelitian ini hanya bergantung pada kinerja teknologi yang pintar, yang mengakses keseluruhan sistem yaitu pengelola gedung sebagai pemantau data api yang telah masuk pada sistem. Pengelola gedung harus tepat berada pada ruangan terdekat penempatan para alat sensor yang sudah terpasang. Jika kasusnya pengelola gedung sedang meninggalkan pada ruangan atau area tersebut, data akan tetap terikirim kepada pengelola gedung yang menggenggam sistem deteksi dini kebakaran meski jarak jauh karena digunakannya protokol dalam IoT. Data kenaikan suhu api yang masuk melalui protokol MQTT dari berbagai topik (publisher) yang masuk kepada jaringan akan bekerja lagi untuk dilakukannya pengiriman data kepada pengelola gedung (subscriber). Topik disini akan sampai langsung pada sistem deteksi di android secara real-time melalui metode MQTT.

2) Perancangan Perangkat Lunak Sistem

Untuk mendukung kerja sistem pada perancangan alat deteksi dini kebakaran gedung diperlukannya perangkat lunak sebagai implementasi dan analisa dari keluaran sistem deteksi dini kebakaran. Perangkat lunak yang digunakan disini adalah program di dalam memori yang harus dilaksanakan oleh Wemos pada software IDE Arduino 1.8.13.

Perancangan software dibagi menjadi beberapa tahapan script yang akan dibuat dengan program yaitu: 1) Bahasa pemrograman yang digunakan adalah bahasa C yang terdapat pada IDE Arduino untuk kontrol sistem hardware yang digunakan yaitu sensor api dan buzzer. 2) Script program Android Studio digunakan untuk merancang komponen kinerja

sistem yaitu rancangan aplikasi yang digunakan sebagai kerangka data api berbentuk visual dan fitur panggilan darurat, serta menampilkan peringatan bahaya. Pada aplikasi android ini diprogram oleh android studio untuk diuji multi-fungsi untuk pengguna akan deteksi kebakaran karena fiturnya yang bisa menampilkan informasi dari keluaran data api dan bisa mengirim komunikasi dengan monitor serial melalui sms/email kepada pemadam kebakaran dapat di akses pada mobile lain yang masih satu jaringan dengan terhubungnya internet atau wifi. Tujuannya monitoring grafik yaitu untuk analisa hasil data deteksi agar mencapai respon dengan sesuai harapan yang diinginkan.



Gambar 2. Flowchart sistem perangkat lunak

Gambar 2 menunjukkan flowchart dari rancangan tampilan aplikasi pada android mobile yang menjelaskan alur kerja pada pemrosesan sistem deteksi dini kebakaran dari pendeteksi api, program pada arduino merupakan alur yang ada di dalam mikrokontroler bekerja dimulai melakukan pengecekan variable data, konstanta, library serta inialisasi input output pada sensor api. Serta dibantu pemrosesan keseluruhan data keluaran dari mikrokontroler menuju penyimpanan database MySQL. Pemrosesan pada program android studio yang akan dirancang pengkodean mengenai pembuatan chart grafik dalam pengambilan data dari database. Berikutnya, rancangan akan menghasilkan keluaran dari tingkatan grafik yang menunjukkan peringatan bahaya kebakaran yang telah diinput dalam program sehingga dijadikan implementasi pada aplikasi android. Terakhir pada diagram panggilan darurat merupakan fitur tambahan pada aplikasi untuk memudahkan komunikasi di jalur darurat antara pengguna.

Platform dan perangkat lunak digunakan untuk penyimpanan data sensor menggunakan bahasa pemrograman yaitu MySQL dan penyimpanan cadangan yaitu pada SQL Server. Terakhir software yang digunakan oleh pengguna untuk memberikan pesan informasi deteksi kebakaran menggunakan aplikasi mobile berbasis android studio yang dirancang melalui pengkodean yang sudah terintegrasi dengan bahasa Java.

3) Perancangan Algoritma

Algoritma ini digunakan untuk memulai dan melakukan proses pengkondisian data sensor dalam tahap pengambilan data secara real-time dari sensor api dan buzzer (lihat Gambar 3).

```

#include <ESP8266WiFi.h>
#include <BT.h>
#include <SD.h>

#define Buzzer D1 // Trigger
pin const int digitalRead - D0;
const long uSecOffsetInSeconds = 19800;
char daysOfTheWeek[7][12] = {"Sunday", "Monday",
"Tuesday", "Wednesday", "Thursday",
"Friday", "Saturday"};

void loop ()
{
  timeClient.update();
  String dataString = "";
  float val = analogRead(A0);
  if (val >= 100) {
    digitalWrite(Buzzer, HIGH);
    Serial.println("Active");
  }
  else {
    digitalWrite(Buzzer, LOW);
    digitalWrite(LED0, HIGH);
    digitalWrite(LED1, LOW);
    Serial.println("Not Active");
  }
  // -----
  // penggunaan sensor api
  // -----

  const int PIN_DIGITAL = 2;
  const int PIN_ANALOG = A0;
  void setup ()
  {
    Serial.begin(9600);
  }
  void loop ()
  {
    // Baca sensor
    int nilaiDigital = digitalRead(PIN_DIGITAL);
    int nilaiAnalog = analogRead(PIN_ANALOG);
    Serial.print("D0 = ");
    Serial.print(nilaiDigital); Serial.print(" ");
    Serial.print(nilaiAnalog); Serial.print("\n");
    delay(1000);
  }
}

```

Gambar 3. Algoritma IoT device

B. Pengambilan Data

Pada tahap pengambilan data diperoleh dari alat yang digunakan pada penelitian yaitu termometer dan sensor api. Teknis pengambilan data yang pertama dalam menggunakan termometer yaitu mengambil data dengan manual, pada simulasi ini diutamakan dengan 4 termometer pada area gedung yang berarti akan membandingkan hasil waktu tiap data suhu yang akan di ambil. Pertama mengambil data kenaikan suhu dengan termometer sesuai standarisasi atau ketetapan akurasi dari pabrik. Karena itu pengujian dilakukan dengan manual dan tidak cukup hanya dengan satu alat termometer saja didalam simulasi area gedung menyesuaikan dengan pengambilan satu lantai area yaitu sebanyak 4 termometer. Data pertama yang diambil mengenai kenaikan suhu api dibantu oleh alat sensor api dan termometer. Lalu dihitung kecepatan secara manual disertai aturan waktu setiap satu menit. Dan yang terakhir mendeteksi arah rambatan api dibantu oleh termometer dan sensor api, sensor api yang digunakan untuk mendeteksi cahaya api dan tingkat panas api di tiap sudut nya. Bekerja sebagaimana mengikuti arahan api yang merambat ke tiap titik sesuai kata kecepatan rambat api. Dari kinerja-kinerja pengambilan data tersebut akan langsung disimpan melalui Microsoft Excel untuk menghasilkan data uji oleh termometer. Serta penyimpanan data keseluruhan pada database. Atribut-atribut pengambilan data dapat dilihat pada Gambar 4.

No	Suhu	Kecepatan [cm/]	Kenaikan [detik]	Titik [Arah]	Api	Buzzer	Level
1	50,8	196	17,01	3	ADA API	OFF	BAHAYA
2	40,2	124	17,11	2	TIDAK ADA API	OFF	SIAGA
3	52,4	210	17,23	3	ADA API	1	BAHAYA
4	32,5	44	17,04	2	TIDAK ADA API	OFF	SIAGA
5	29,4	23	17,13	1	TIDAK ADA API	OFF	AMAN
6	44,5	154	17,15	2	TIDAK ADA API	OFF	SIAGA
7	55,8	232	17,26	3	ADA API	ON	BAHAYA
8	35,5	72	17,07	1	TIDAK ADA API	OFF	AMAN
9	87,4	83	17,09	1	TIDAK ADA API	OFF	AMAN
10	47,5	179	17,18	2	TIDAK ADA API	OFF	SIAGA
11	41,4	137	17,12	2	TIDAK ADA API	OFF	SIAGA
12	49,2	189	17,20	3	ADA API	ON	BAHAYA
13	42,6	142	17,21	1	ADA API	ON	AMAN
14	51,5	202	17,22	3	ADA API	ON	BAHAYA
15	30,2	34	17,02	1	TIDAK ADA API	OFF	AMAN
16	58,6	251	17,03	3	ADA API	OFF	BAHAYA
17	39,4	112	17,10	2	TIDAK ADA API	OFF	SIAGA
18	48,3	184	17,19	2	TIDAK ADA API	OFF	SIAGA
19	53,7	219	17,24	3	ADA API	ON	BAHAYA
20	54,5	225	17,25	3	ADA API	ON	BAHAYA
21	45,3	161	17,14	2	TIDAK ADA API	OFF	SIAGA
22	33,8	57	17,05	1	TIDAK ADA API	OFF	AMAN
23	57,4	248	17,28	3	ADA API	ON	BAHAYA
24	38,3	91	17,10	1	TIDAK ADA API	OFF	AMAN
25	43,1	149	17,16	2	TIDAK ADA API	OFF	SIAGA
26	46,1	166	17,17	2	TIDAK ADA API	OFF	SIAGA
27	36,3	79	17,08	1	TIDAK ADA API	OFF	AMAN
28	56,3	239	17,27	3	ADA API	ON	BAHAYA
29	34,1	63	17,06	1	TIDAK ADA API	OFF	AMAN

Gambar 4. Tabel data uji IoT

C. Pengolahan dan Analisa Data

Metode yang digunakan untuk melakukan pengelompokan deteksi dini kebakaran adalah metode K-Means. Terdapat beberapa langkah yang dilakukan untuk perhitungan menggunakan K-Means diantaranya:

1. Tentukan nilai K sebagai jumlah cluster yang diinginkan. Dalam penelitian ini data-data yang ada akan dikelompokkan menjadi tiga cluster.
2. Tentukan titik pusat awal dari setiap cluster (lihat Tabel 1). Dalam penelitian ini titik pusat awal ditentukan secara random dan titik pusat dari setiap cluster.

TABEL 1. TITIK AWAL CLUSTER

Titik Pusat Awal	Kecepatan	Kenaikan	Arah
	(cm/detik)	(detik)	(Titik)
Cluster 1	251	58	100
Cluster 2	149	57	50

Inisial data titik pusat awal (K) diambil secara random dari data, diantaranya: data ke 5, 16 dan 25.

3. Menghitung jarak setiap data ke titik pusat cluster atau centroid awal antara objek ke centroid dengan perhitungan jarak Euclidean.

$$d_{Euclidean}(x, y) = \sqrt{\sum_{k=1}^n (x_i - y_i)^2} \quad (1)$$

Keterangan :

d_{xy} : Euclidean distance, Jarak objek x dan y

n : jumlah data

x_i : nilai data variabel ke i

y_i : nilai data variabel sentroid ke i

4. Tempatkan setiap data pada cluster. Dalam penelitian ini digunakan metode hard k-means untuk mengalokasikan setiap data ke dalam suatu cluster, sehingga data akan dimasukan dalam suatu cluster yang memiliki jarak paling dekat dengan titik pusat dari setiap cluster. Untuk mengetahui cluster mana yang paling dekat dengan data, maka perlu dihitung jarak setiap data dengan titik pusat setiap cluster. Perhitungan ditunjukkan oleh Gambar 5 dan Gambar 6.

No	Suhu	Kecepatan (cm/detik)	Kenaikan (detik)	Arah	C1	C2	C3	Jarak Terdekat	Cluster	Kategori
1	50,8	196	59	100	26,3417708	70,5124688	167,128872	26,34177077	C1	BAHAYA
2	40,2	124	58	50	110,315709	33,206933	79,4686102	33,2069325	C2	SIAGA
3	52,4	210	58	10	90,8417427	62,520682	151,582519	62,5206816	C2	SIAGA
4	32,5	44	59	50	185,211291	112,85995	47,2869961	47,2869961	C3	AMAN
5	29,4	23	59	0	223,011709	139,597829	35,8616787	35,86167871	C3	AMAN
6	44,5	154	57	50	84,6830693	8,50716762	105,576797	8,507167618	C2	SIAGA
7	55,8	232	57	100	9,75818748	95,5729568	197,80915	9,758187478	C1	BAHAYA
8	35,5	72	57	0	180,559932	90,000444	14,4381439	14,43814393	C3	AMAN
9	37,4	83	58	0	171,504778	84,2874362	25,0051995	25,00519946	C3	AMAN
10	47,5	179	58	50	66,1656171	24,2413825	128,628379	24,24138254	C2	SIAGA
11	41,4	137	58	50	98,9034321	20,8546723	90,4834792	20,85467228	C2	SIAGA
12	49,2	189	59	100	33,3399993	66,8098325	161,418896	33,3399993	C1	BAHAYA
13	42,6	142	57	0	128,27791	44,1650735	83,6567989	44,16507353	C2	SIAGA
14	51,5	202	57	100	20,3770023	74,0614554	172,100145	20,37700225	C1	BAHAYA
15	30,2	34	58	0	213,238915	129,140195	25,0051995	25,00519946	C3	AMAN
16	58,6	251	58	100	28,6686046	111,245875	214,665461	28,66860462	C1	BAHAYA
17	39,4	112	59	50	121,135828	44,9485473	69,9146623	44,94854728	C2	SIAGA
18	48,3	184	59	50	63,0070543	29,0225114	133,328892	29,02251139	C2	SIAGA
19	53,7	219	59	100	3,99934631	85,6308626	186,510214	3,99934631	C1	BAHAYA
20	54,5	225	59	100	2,74873712	90,1240707	191,697835	2,748737117	C1	BAHAYA
21	45,3	161	58	50	79,1320977	9,49684592	111,943111	9,496845921	C2	SIAGA
22	33,8	57	59	0	193,224107	107,643811	5,29716906	5,297169055	C3	AMAN
23	57,4	248	58	100	25,6688311	108,700209	211,979386	25,66883111	C1	BAHAYA
24	38,3	91	58	0	165,071365	77,4423877	32,8825182	32,88251815	C3	AMAN
25	43,1	149	57	50	88,7668607	10,9174211	101,076506	10,91742107	C2	SIAGA
26	46,1	166	57	50	75,3340708	12,805711	116,543812	12,8057113	C2	SIAGA
27	36,3	79	57	0	174,774776	78,764614	21,1296001	21,12960009	C3	AMAN
28	56,3	239	59	100	16,6799947	101,219425	203,97536	16,6799947	C1	BAHAYA
29	34,1	63	59	0	188,115804	102,142098	6,7867518	6,7867518	C3	AMAN
30	31,5	39	57	0	208,836991	124,4277	20,1608533	20,16085316	C3	AMAN

Gambar 5. Perhitungan manual ke-1

Hasil hitungan rata-rata setiap cluster untuk menentukan centroid baru berdasarkan data yang tergabung didalamnya. Cluster 1: ada 9 data yang tergabung, Cluster 2: ada 11 data yang tergabung dan Cluster 3: ada 10 data yang tergabung. Tabel 2 merupakan Cluster baru.

TABEL 2. CLUSTER BARU 1

Cluster 1	Cluster 1	Cluster 1
222,3333333	156,1818182	58,5
58,33333333	57,81818182	58,1
100	41,81818182	5

No	Suhu	Kecepatan (cm/detik)	Kenaikan (detik)	Arah	C1	C2	C3	Jarak Terdekat	Cluster
1	50,8	196	59	100	55,0099016	68,05129278	199,8242212	55,0099016	C1
2	40,2	124	58	50	136,4880947	25,01999201	112,7031499	25,01999201	C2
3	52,4	210	58	10	98,89893832	72,95203904	187,2698588	72,95203904	C2
4	32,5	44	59	50	212,9533944	105,0194959	54,2398745	54,2398745	C3
5	29,4	23	59	0	248,9678694	135,5728586	0	0	C3
6	44,5	154	57	50	109,1329404	5	140,2319507	5	C2
7	55,8	232	57	100	139,0267959	96,8065237	231,702374	139,0267959	C1
8	35,5	72	57	0	205,9414592	91,80958556	49,04079934	49,04079934	C3
9	37,4	83	58	0	195,9590996	82,8070453	60,09833275	60,09833275	C3
10	47,5	179	58	50	87,650428	30,01666204	163,8200232	30,01666204	C2
11	41,4	137	58	50	124,4829306	12,04159458	124,4869471	12,04159458	C2
12	49,2	189	59	100	62,00806399	64,06246951	193,7937047	62,00806399	C1
13	42,6	142	57	0	147,925657	50,48762225	119,0168055	50,48762225	C2
14	51,5	202	57	100	49,01020302	72,86288493	205,0487747	49,01020302	C1
15	30,2	34	58	0	238,933045	125,4033492	11,04536102	11,04536102	C3
16	58,6	251	58	100	0	113,6901761	248,9678694	0	C1
17	39,4	112	59	50	147,7227132	97,9401463	102,3823993	37,05401463	C2
18	48,3	184	59	50	83,69621986	35,05709629	168,58529	35,05709629	C2
19	53,7	219	59	100	32,41592119	86,04649906	220,0363606	32,41592119	C1
20	54,5	225	59	100	26,01923366	90,99459533	225,3974268	26,01923366	C1
21	45,3	161	58	50	102,9563014	12,04159458	146,7821515	12,04159458	C2
22	33,8	57	59	0	218,2590204	104,7282197	34	34	C3
23	57,4	248	58	100	3	110,9143814	246,2247957	3	C1
24	38,3	91	58	0	188,6796226	76,58328799	68,00735254	68,00735254	C3
25	43,1	149	57	50	113,6901761	0	135,5728586	0	C2
26	46,1	166	57	50	98,6204849	17	151,5024752	17	C2
27	36,3	79	57	0	198,8997949	86,62325387	56,6257929	56,6257929	C3
28	56,3	239	59	100	12,04159458	102,975253	238,0252087	12,04159458	C2
29	34,1	63	59	0	212,9436545	99,49874371	40	40	C3
30	31,5	39	57	0	234,4034983	120,8304597	16,1245155	16,1245155	C3

Gambar 6. perhitungan manual ke-2

Dari hasil 2 kali perhitungan terhadap jumlah titik pusat, cluster yang berjumlah 3 yang memiliki nilai silhouette coefficient yaitu Cluster 1: 222,3333333; 58,33333333; 100. Nilai silhouette dapat dikatakan baik apabila bernilai positif karena titik pusat sudah berada di dalam cluster yang tepat.

Pada perhitungan rata-rata Iterasi ke 2, apabila masih ada yang berpindah cluster atau apabila ada perubahan nilai centroid. Hasil perhitungan manual ke-2 didapat hasil jarak terdekat sebagai berikut: Setelah melakukan proses perhitungan manual iterasi clustering data yang terjadi sebanyak 2 kali iterasi. Pada iterasi ke-2 ini, titik pusat dari setiap cluster sudah tidak berubah dan tidak ada lagi data yang berpindah dari satu

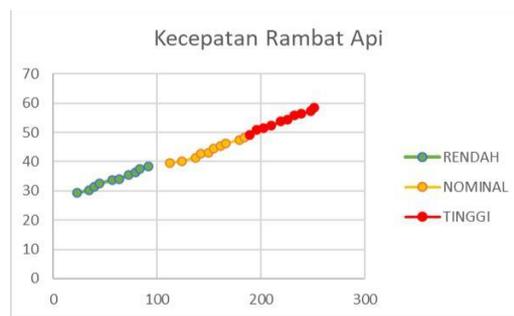
cluster ke cluster yang lain. Sama hasilnya dengan perhitungan kelompok data manual ke-1 sebelumnya dengan kelompok data manual ke-2. Maka iterasi dicukupkan atau berhenti karena kelompok data terakhir sama dengan nilai kelompok data sebelumnya.

D. Pengujian Sistem

Pada tahap ini dilakukannya pengujian aplikasi android dari tiap modul yang dibuat sesuai dengan desain yang telah dirancang sebelumnya, ada 1 tahap pengujian Blackbox dan bertujuan sistem android yang diuji. Implementasi dari hasil pengujian sistem yang telah diuji dalam bentuk grafik berdasarkan karakteristik kebakaran:

1) Kecepatan Rambut Api

Pada Gambar 7 dibawah merupakan hasil data yang telah dikategorisasikan dalam bentuk grafik. Data suhu terletak pada sumbu Y, dan data hasil uji kecepatan rambut api terletak pada sumbu X.



Gambar 7. Grafik data kecepatan

2) Kenaikan Suhu Api

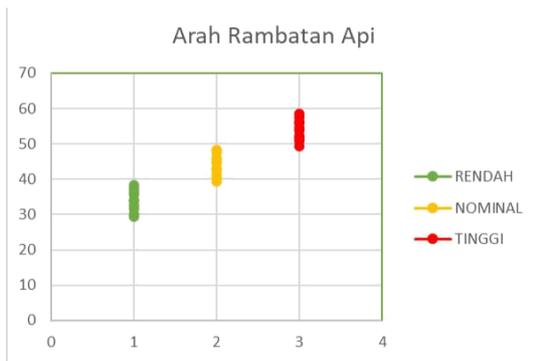
Pada Gambar 8 merupakan hasil data yang telah dikategorisasikan dalam bentuk grafik. Data suhu terletak pada sumbu Y, dan data hasil uji kenaikan suhu api terletak pada sumbu X.



Gambar 8. Grafik data kenaikan

3) Arah Rambatan Api

Pada Gambar 9 merupakan hasil data yang telah dikategorisasikan dalam bentuk grafik. Data suhu terletak pada sumbu Y, dan data hasil uji arah rambatan api terletak pada sumbu X.



Gambar 9. Grafik data arah

IV. KESIMPULAN

Kesimpulan akhir dari pengolahan data sebelumnya dapat di elaborasi bahwa cluster hasil perhitungan diatas pada Cluster 1: terdapat 9 data yang tergabung, menandakan dalam kategori Bahaya. Cluster 2: terdapat 11 data yang tergabung, menandakan dalam kategori Siaga, dan Cluster 3 terdapat 10 data yang tergabung, menandakan dalam kategori Aman. Dalam hasil K terbesar ada pada data di Cluster 1: 222,3333333; 58,33333333; 100. Sehingga hasil klasterisasi menjadi sebuah informasi nilai tambah dari data iot untuk sampai kepada user didalam perangkat lunak sistem deteksi kebakaran.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] Y. Manurung, W. Rudy, J. Engelin, and K. Prawiroedjo, "Proteksi Kebakaran Gedung Bertingkat Berbasis Wireless Sensor Network," *Pros. Semin. Nas. Pakar ke 3*, pp. 2615–2584, 2020.
- [2] D. F. Pramesti, Lahan, M. Tanzil Furqon, and C. Dewi, "Implementasi Metode K-Medoids Clustering Untuk Pengelompokan Data Potensi Kebakaran Hutan/Lahan Berdasarkan Persebaran Titik Panas (Hotspot)," *J. Pengemb. Teknol. Inf. dan Ilmu Komput.*, vol. 1, no. 9, pp. 723–732, 2017.
- [3] R. D. Sakam, M. T. Mulia, and M. Sudarsono, "Sistem Deteksi Penyusupan Gedung Berbasis IoT," *Konf. Nas. Sist. Inf. 2018*, no. 1, pp. 798–803, 2018.
- [4] M. Tanubrata and H. Wiryopranoto, "Penjalaran Kebakaran pada Suatu Konstruksi Bangunan Gedung Akibat Sumber Panas," *J. Tek. Sipil*, vol. 12, no. 1, pp. 14–43, 2019, doi: 10.28932/jts.v12i1.1412.
- [5] Y. Hesna, B. Hidayat, and S. Suwanda, "Evaluasi Penerapan Sistem Keselamatan Kebakaran Pada Bangunan Gedung Rumah Sakit Dr. M. Djamil Padang," *J. Rekayasa Sipil*, vol. 5, no. 2, p. 65, 2009, doi: 10.25077/jrs.5.2.65-76.2009.
- [6] B. M. Susanto, E. S. J. Atmadji, and W. L. Brenkman, "Implementasi Mqtt Protocol Pada Smart Home Security Berbasis Web," *J. Inform. Polinema*, vol. 4, no. 3, p. 201, 2018, doi: 10.33795/jip.v4i3.207.
- [7] J. M. S. Waworundeng, "Desain Sistem Deteksi Asap dan Api Berbasis Sensor, Mikrokontroler dan IoT," *CogITO Smart J.*, vol. 6, no. 1, p. 117, 2020, doi: 10.31154/cogito.v6i1.239.117-127.
- [8] S. Mulyono and S. F. C. Haviana, "Implementasi MQTT untuk Pemantauan Suhu dan Kelembaban pada Laboratorium," *J. Transistor Elektro dan Inform. (TRANSISTOR EI)*, vol. 3, no. 3, pp. 140–144, 2018.
- [9] U. T. Suryadi and S. Saraswati, "SISTEM CERDAS PEMANTAU KENYAMANAN RUANG KELAS BERBASIS INTERNET OF THINGS (IoT)"
- [10] MENGGUNAKAN METODE K-MEANS PADA PLATFORM THINGSPEAK," *J. Teknol. dan Komun. STMIK Subang*, vol. 13, no. 1, pp. 70–81, 2020, doi: 10.47561/a.v13i1.170.
- [11] S. Sukamto, I. D. Id, and T. R. Angraini, "Penentuan Daerah Rawan Titik Api di Provinsi Riau Menggunakan Clustering Algoritma K-Means," *JUITA J. Inform.*, vol. 6, no. 2, p. 137, 2018, doi: 10.30595/juita.v6i2.317.