

Purwarupa Sistem Otomatis Sprinkler Pemadam Kebakaran Menggunakan Metode Naïve Bayes Pada Dapur

Varenza Arivian¹, Vera Suryani², Endro Ariyanto³

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

¹arivian@students.telkomuniversity.ac.id, ²verasuryani@telkomuniversity.ac.id,

³endroa@telkomuniversity.ac.id,

Abstrak

Maraknya kebakaran pada lokasi dapur sering terjadi di kalangan masyarakat. Namun terkadang saat kebakaran terjadi tidak ada orang di rumah. Dalam pembuatan sistem otomatis dibutuhkan Arduino dan modul WiFi agar dapat terhubung ke aplikasi yang dibuat. Google firebase berperan sebagai penghubung cloud database agar pengguna dapat menggunakan sistem otomatis tersebut dari jarak jauh. Sistem otomatis memberikan notifikasi dari metode Naïve Bayes untuk menentukan suhu ruangan dari sensor suhu yang mendapat kesimpulan terjadinya kebakaran atau tidak. Untuk dicoba ketepatan dan kecepatan pada Naïve Bayes dilakukan percobaan, untuk melihat kecepatan pada sistem menggunakan coding untuk melihat delay. Suhu sudah dapat diubah pada firebase menggunakan, notifikasi pada smartphone sudah berfungsi dengan baik, servo dapat membuka plug dari sprinkler pemadam dengan tambahan pemantik api, hasil F1 pada Naïve Bayes adalah 96,74%, hasil pada keseluruhan sistem delay proses adalah 1,97 detik.

Kata kunci : google firebase, naïve bayes, notifikasi

Abstract

Fires accident at a kitchen often occur in the community. Sometimes when a fire breaks out, no one is at home. In the making of this automatic system, an Arduino and a WiFi module are needed to connect to the application that are being made. Google firebase acts as an interface to the cloud database so users can remotely use the automated system. The automatic system will provide notification from the Naïve Bayes method to determine the room temperature from the temperature sensor which will conclude that a fire has occurred or not. To test the accuracy and speed of Naïve Bayes an experiment will be carried out, for speed on the system will be using a code to see the delay. The temperature can be changed on the firebase using arduino, the notification is functioning properly on the smartphone, the servo can open the plug of the extinguisher sprinkler with the help of lighter, the F1 result on naïve Bayes is 96.74%, the result on the overall delay process system is 1.97 seconds.

Keywords: google firebase, naïve bayes, notification

1. Pendahuluan

Latar Belakang

Maraknya kebakaran pada lokasi dapur sering terjadi di kalangan masyarakat. Namun terkadang saat kebakaran terjadi tidak ada orang di rumah. Jika itu terjadi, api akan menyebar luas, ini akan beresiko terjadinya kebakaran total pada rumah. Bencana kebakaran adalah salah satu bencana yang sering terjadi di Indonesia. Kebakaran sering terjadi khususnya di wilayah padat penduduk yang rata-rata dipengaruhi oleh adanya korsleting listrik dan kebocoran gas dari dapur rumah tangga [1]. Kebakaran biasanya terjadi di rumah-rumah karena kecerobohan dan perubahan kondisi lingkungan. Kebakaran menyebabkan ancaman bagi komunitas perumahan dan dapat mengakibatkan kematian manusia dan kerusakan properti [2]. Kebakaran yang besar dapat menjadikan kerusakan pada rumah yang merusak properti rumah, *sprinkler* aktif saat 68°C itu sudah merupakan kebakaran yang besar. Kebakaran yang telat ditangani akan berakibat pada kerugian yang besar.

Dalam bidang ini, Google Firebase berguna untuk mengatur secara jarak jauh motor servo dan memonitoring *sprinkler* pemadam kebakaran untuk kemudian ditindaklanjuti oleh pengguna dari hasil pengamatan saat memonitoring dari ESP32CAM. *Naïve Bayes* digunakan pada perhitungan suhu dan waktu yang dimana suhu ruangan menggunakan sensor DS18B20 dan memberikan notifikasi terhadap pengguna aplikasi, agar dapat mengurangi kerusakan fatal pada properti, karena notifikasi tersebut membuat pengguna mengetahui kemungkinan ada kebakaran kecil.

Pada penulisan penelitian ini, dengan judul “Purwarupa Sistem Otomatis Sprinkler Pemadam Kebakaran Menggunakan Metode Naïve Bayes Pada Dapur” dilakukan dengan perangkat keras Arduino untuk mendeteksi hidup/mati *sprinkler* pemadam kebakaran. Lalu dilakukan pemberian notifikasi jika *sprinkler* pemadam kebakaran

hidup dan jika *sprinkler* pemadam kebakaran mati tetapi terdapat kenaikan suhu yang abnormal dengan *Naïve Bayes*.

Topik dan Batasannya

Pada penelitian ini dibangun sistem otomatis yang memiliki fungsi sebagai notifikasi suhu dengan proses *Naïve Bayes*, melihat F1 dari *Naïve Bayes*, memonitoring dengan ESP32CAM, mengetahui bahwa *plug* terbuka dan memberi notifikasi.

Ada beberapa batasan dari penelitian ini. *Naïve Bayes* klasifikasi yang digunakan pada penelitian ini. Aplikasi ini untuk memonitor, menerima notifikasi, dan *remote control* dalam bentuk *Android mobile application*. Untuk *input* agar terproses data *Naïve Bayes* menggunakan waktu dan suhu yang diambil dalam waktu 5 menit. Internet digunakan untuk menghubungkan aplikasi dengan Google Firebase. Kegiatan yang dilakukan untuk mendapatkan data dan uji coba prototipe adalah kegiatan di dapur rumah tangga.

Tujuan

Dari penjelasan latar belakang dan perumusan masalah dapat dihasilkan tujuan sebagai berikut:

- Membuat sistem otomatis *sprinkler* pemadam kebakaran pada dapur yang dapat mengirimkan notifikasi berdasarkan *Naïve Bayes*, membuka *plug sprinkler*, dan memonitor ruangan.
- Menganalisis perfomansi sistem notifikasi logika *Naïve Bayes* yang dibuat berdasarkan *delay* proses *Naïve Bayes*, *delay* notifikasi pada sistem, dan *accuracy* notifikasi *Naïve Bayes*.

Organisasi Tulisan

Penulisan penelitian ini mempunyai organisasi tulisan sebagai berikut. Bagian 2 adalah penelitian yang digunakan sebagai acuan dan penjabaran dari metode yan digunakan. Bagian 3 adalah detil dari sistem yang dibangun. Pada bagian 4 diberikan hasil eksperimen dan analisis dari sistem. Dan pada bagian 5, dijelaskan kesimpulan dari penelitian ini.

2. Studi Terkait

Dari penelitian ini terdapat referensi yang berhubungan dengan penelitian ini:

Tabel 1 Kumpulan Paper Riset

Paper	Riset	Hasil
A data fusion framework with novel hybrid algorithm for multi-agent Decision Support System for Forest Fire [3].	Makalah ini melakukan penelitian <i>hybrid algorithm</i> untuk kebakaran hutan. Salah satunya menggunakan metode <i>Naïve Bayes</i> .	Sebagai hasil dari percobaan, diketahui bahwa FOFDESS membantu menentukan strategi yang paling akurat untuk pemadaman kebakaran dengan menghasilkan hasil yang efektif.
A real-time fire detection and notification system based on computer vision [4].	Makalah ini melakukan penelitian tentang <i>real time</i> deteksi api notifikasi dengan basis visi computer dengan <i>smoke sensor</i> .	Penelitian berhasil dan dapat membuat <i>fire detecting system</i> yang terpecaya dan efesien
Time series prediction: Forecasting the future and understanding the past [5].	Makalah ini meneliti tentang memprediksi cuaca di masa depan dengan pengukuran suhu dan kelembapan dan melihat dengan waktu dengan <i>Naïve Bayes</i> .	Penelitian berhasil memprediksi cuaca pada masa depan dengan melihat suhu dan kelembapan yang digunakan adalah klasifikasi <i>Naïve Bayes</i>
A comparative study on the position control method of dc servo motor with position feedback by using Arduino[6].	Makalah ini menyajikan studi perbandingan pada kontrol posisi motor servo (dengan umpan balik tegangan) dengan menggunakan metode di atas untuk mengetahui teknik	Berdasarkan hasil, dapat diketahui bahwa tiga metode memiliki kinerja yang hampir sama. Waktu rata-rata yang diambil untuk motor servo untuk mencapai sudut yang diinginkan sangat mirip, baik searah jarum jam atau berlawanan arah jarum jam

	terbaik untuk mengontrol sistem motor servo yang kompleks dengan umpan balik posisi <i>loop</i> tertutup	
Pengembangan Passive Infrared Sensor (PIR) HC-SR501 dengan Microcontrollers ESP32-CAM Berbasis Internet of Things (IoT) dan Smart Home sebagai Deteksi Gerak untuk Keamanan Perumahan[7].	Makalah ini mengintegrasikan HC-SR501 dengan ESP32-CAM untuk <i>smart home</i>	Hasil yang diperoleh dari penelitian ini adalah pada jarak efektif dari HC-SR501 passive infrared sensor saat mengenai human detektor adalah 0 meter sampai 5 meter, ESP32-CAM akan mengirimkan gambar atau video yang artinya ada indikasi pencuri atau orang yang tidak dikenal memasuki rumah. Sedangkan pada jarak 5 meter lebih, HC-SR501 <i>passive infrared</i> sensor tidak mengirimkan gambar yang artinya aman

Pada penelitian ini diterapkan sistem notifikasi dan otomatis saat terjadi kebakaran agar pengguna dapat melihat keadaan danantisipasi kebakaran. Dengan menggunakan metode *Naïve Bayes* ini pengguna mengetahui kenaikan suhu yang abnormal dan memonitoring oleh pengguna dengan *camera module*. Pada tabel 1 yang menjelaskan penelitian yang berhubungan dengan penelitian ini, jika mengambil suhu dan waktu untuk logika yang dibuat, maka logika *Naïve Bayes* adalah algoritma yang tepat untuk notifikasi *real time*, lalu dengan implementasi *video processing* dengan kamera, pengguna dapat melihat sekitar atau dapat memonitoring dan dapat menggunakan motor servo secara *remote* pada aplikasi.

3. Sistem yang Dibangun

3.1 Alat-alat yang digunakan

Adapun Alat-alat yang digunakan pada penelitian ini adalah:

3.1.1 Motor Servo

Pada penelitian ini digunakan motor servo untuk membuka *plug* pada *sprinkler*. Motor Servo MG966R merupakan aktuator yang memiliki kemampuan untuk dikendalikan secara tepat untuk menentukan dan memastikan posisi sudut dari poros *output* motor. Tipe motor ini dikendalikan oleh rotasi sudut tertentu dengan bantuan servo mekanisme tambahan yang terdiri dari motor DC, potensiometer, gear, dan rangkaian kontrol. Motor servo berputar searah jarum jam atau berlawanan arah jarum jam pada kecepatan yang berbeda berdasarkan sinyal perintah yang diinginkan. Potensiometer dalam motor servo berfungsi untuk menentukan batas sudut dari putaran servo. Jika posisi targetnya sudah benar, maka potensiometer akan menghentikan motor servo [6].

3.1.2 Sprinkler

Pada penelitian ini digunakan *sprinkler* untuk membangun sistem perlindungan kebakaran pada dapur. *Sprinkler* digunakan secara universal dalam membangun sistem perlindungan kebakaran. Kesederhanaan dan efektifitas perangkat ini telah menjadikannya pencegah kebakaran yang populer pilihan selama bertahun-tahun. Mekanisme penekanan dasar untuk penekanan berbasis air adalah ekstraksi panas dari gas api selama penguapan tetesan, perpindahan oksigen yang dihasilkan dari perpindahan udara selama jatuh penguapan dan ekspansi, pelemahan umpan balik panas dari api dengan penyerapan dan ke tingkat yang lebih rendah hamburan radiasi termal oleh semprotan, dan pendinginan permukaan oleh penguapan air pada benda basah [8].

Sprinkler cocok digunakan pada penelitian ini dikarenakan *sprinkler* dapat melindungi api dengan luas 200 *square feet*[9] atau 18.5 Meter. Pada dapur rumah tangga dengan 3x3 meter cocok menggunakan *sprinkler* ini.

3.1.3 Wemos D1

Pada penelitian ini Wemos D1 akan digunakan untuk membuat purwarupa yang akan tersambung pada Google Firebase dan alat-alat purwarupa lainnya. Wemos D1 Esp8266 memiliki kapasitas memory flash prosesor sebesar 32 bit dan terdiri dari 11 pin Input / Output digital dan 1 pin analog (input). Board ini memanfaatkan komunikasi Wi-Fi untuk pengendalian hardware melalui mikrokontroler dan dapat di program menggunakan Arduino IDE[10].

3.1.4 Firebase

Firestore Realtime Database adalah database yang di-hosting-cloud. Data disimpan sebagai JSON dan disinkronkan secara realtime ke setiap klien yang terhubung. Ketika membangun aplikasi lintas platform dengan iOS, Android, dan JavaScript SDK, semua klien berbagi satu contoh Realtime Database dan secara otomatis menerima pembaruan dengan data terbaru [11].

3.1.5 DS18B20

Sensor DS18B20 merupakan sensor suhu, pada penelitian ini akan digunakan sebagai pengambilan data suhu dan untuk memberikan data yang akan diolah dengan *naive bayes*. Sensor suhu DS18B20 merupakan suatu komponen elektronika yang dapat menangkap perubahan temperatur lingkungan lalu kemudian mengkonversinya menjadi besaran listrik. Sensor ini merupakan sensor digital yang menggunakan 1 wire untuk berkomunikasi dengan mikrokontroler. Keunikan dari sensor ini adalah tiap sensor memiliki kode serial yang memungkinkan untuk penggunaan DS18B20 lebih dari satu dalam satu komunikasi 1 wire. DS18B20 merupakan sensor suhu digital yang dikeluarkan oleh Dallas Semiconductor. Untuk pembacaan suhu, sensor menggunakan protokol 1 wire communication [12].

3.1.6 ESP32-CAM

ESP32-CAM adalah mikrokontroler yang sudah dilengkapi oleh kamera OV2640 dapat diprogram dengan Arduino IDE sebagai editornya[7].

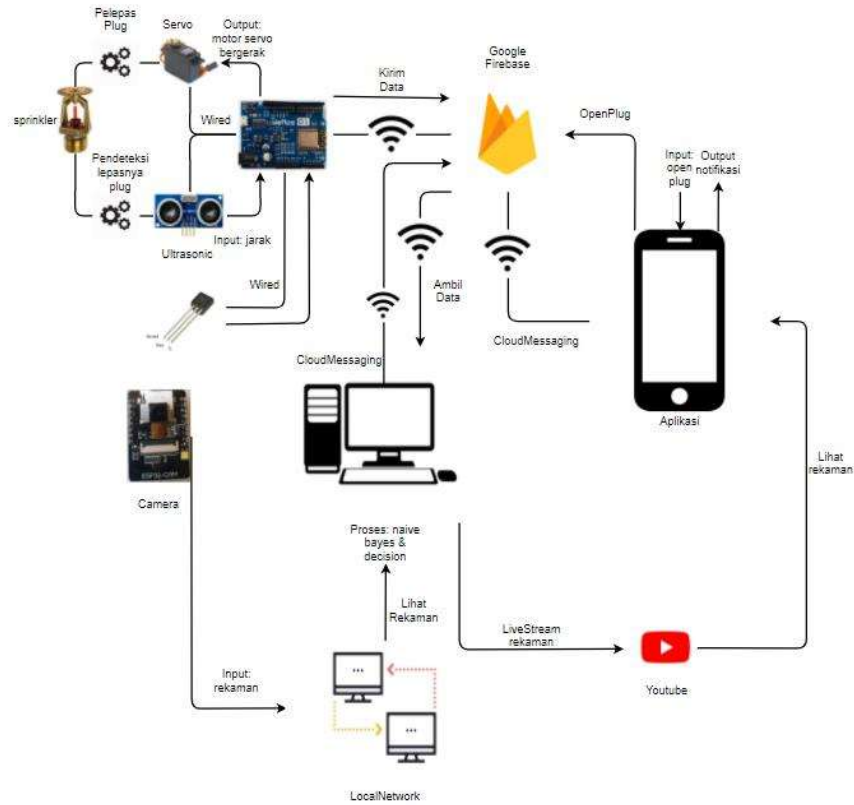
3.2 Gambaran Umum Alat Otomatis

Sistem yang dibuat merupakan sistem otomatis berbentuk interaktif manusia dengan aplikasi. Sistem otomatis ini ditempatkan pada *plug* agar dapat membuka *plug* dengan motor servo. Dengan Google Firebase manusia dapat menggunakan *smartphone* untuk mendapatkan notifikasi jika *plug* terbuka dan memungkinkan manusia memonitoring melalui kamera yang terpasang pada *plug*. Google Firebase dimanfaatkan untuk mengatur database dari sistem otomatis sehingga kegiatan difokuskan pada pembuatan aplikasi dan perangkat keras.

Pada sistem otomatis tersebut terdapat mikrokontroler yang memiliki modul WiFi berperan untuk memproses data, monitoring, dan mengendalikan robot. Sensor suhu memberitahukan ke aplikasi dengan metode *Naive Bayes* jika ada kenaikan suhu. Mikrokontroler dengan modul WiFi juga dapat memungkinkan digunakan dari jarak jauh sehingga dapat di manfaatkan oleh penghuni rumah yang dapat melihat keadaan rumah terbakar atau tidak terbakar.

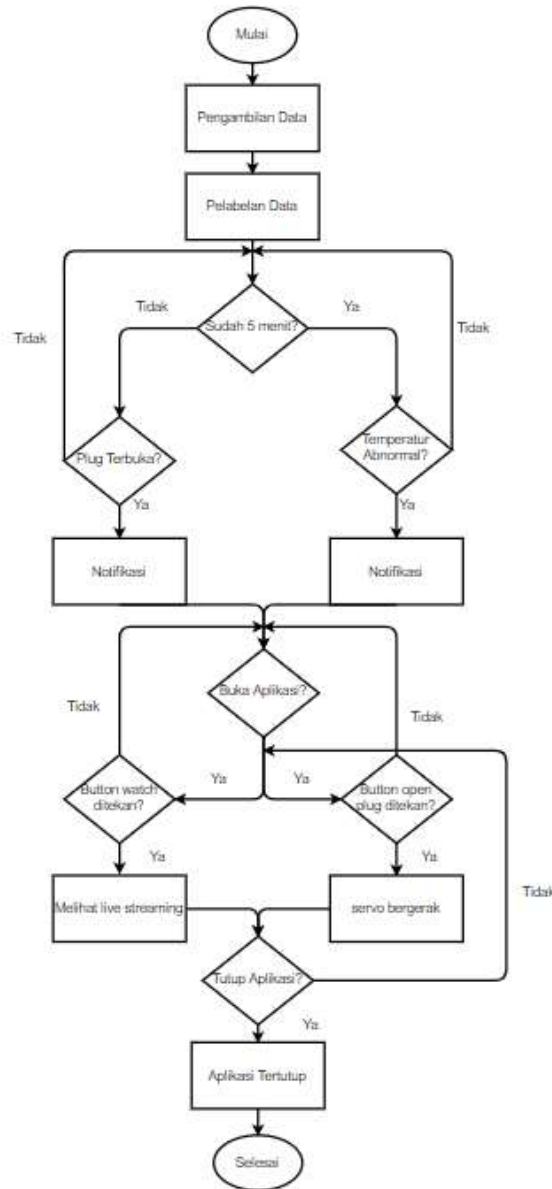
Pada sistem otomatis ini, terdapat fitur dan fungsi sebagai berikut:

- *Open plug* : Fitur ini mempunyai fungsi untuk membuka *plug* pada *sprinkler* melalui aplikasi secara *remote*.
- Notifikasi : Fitur ini mempunyai fungsi untuk memberikan notifikasi jika terdapat kenaikan suhu abnormal yang di proses dengan logika *Naive Bayes*. Dan jika *plug sprinkler* terbuka.
- Monitoring : Fitur ini mempunyai fungsi untuk melihat keadaan sekitar pada *sprinkler* menggunakan *camera module*.



Gambar 1 Diagram Blok

Pada Gambar 1 terdapat diagram blok sistem terdapat input dari sensor DS18B20 berupa suhu yang diinputkan ke Arduino berdasarkan waktu nanti di proses dengan logika *Naive Bayes*. *Input* rekaman mjpg yang berasal dari *camera module* dan *output* sebagai video mjpg pada local network, lalu laptop melakukan *live stream* dengan hasil *output* yang ada di *local network* dan di *stream* di Youtube agar pengguna dapat monitoring. Untuk membuka *plug* dengan motor servo maka harus mendapatkan *input* dari aplikasi dengan nama *button open plug*, *output* membuat motor servo bergerak membuka *plug* pada *sprinkler*.



Gambar 2 Alur kerja sistem

Pada Gambar 2 ditunjukkan flowchart alur kerja sistem yang dibuat pada penelitian ini.

3.3 Pelabelan Data

Untuk pelabelan “abnormal” dan “normal” menggunakan hasil dari pengamatan. Setelah memasak suhu naik pada 31°C selama 20 menit, lalu jika jendela tertutup suhu tetap pada 31°C. Jika tidak ada yang memasak suhu turun pada 30°C. Dari hasil pengamatan maka dapat disimpulkan bahwa:

1. Abnormal: Saat tidak memasak dan suhu pada 31°C
2. Normal: Saat memasak suhu pada 31°C atau kurang dari 31°C dan setelah memasak dengan waktu 20 menit adalah 31°C atau kurang dari 31°C

3.4 Naïve Bayes

Pada penelitian ini digunakan metode *Naïve Bayes*, dikarenakan banyak digunakan pada penelitian sebelumnya. Contohnya adalah paper “A Naïve Bayes Classification Approach for Short-Term Forecast of Photovoltaic System” [13] memiliki tingkat akurasi 66.39% setelah itu pada penelitian “Increasing Smoke Classifier Accuracy using Naïve Bayes Method on Internet of Things”[14] melakukan peningkatan akurasi dengan *naive bayes* klasifikasi dan berhasil dengan jarak akurasi 81% sampai 91%. Kedua dari penelitian tersebut

sangatlah mirip dengan penelitian ini. Maka dari itu pada penelitian ini cocok untuk menggunakan *Naïve Bayes* klasifikasi.

Naïve bayes telah menjadi sangat populer untuk klasifikasi dan pengelompokan karena kesederhanaan, efisiensi, dan ketepatan. Model naif Bayes sederhana karena asumsi "naif" bahwa setiap variabel input, X_1, X_2, \dots, X_n , adalah bersyarat independen diberikan variabel kelas atau cluster, C . Asumsi ini juga memungkinkan inferensi untuk dilakukan di waktu linier, berkenaan dengan jumlah kelas dan jumlah variabel input. [15]

Dalam pembuatan sistem otomatis ini akan membuat notifikasi dengan dasar *Naïve Bayes*. Untuk mengerjakan *Naïve Bayes* dibutuhkan persamaan probability, [16]

$$p(c | E) = \frac{p(E | c) \cdot p(c)}{p(E)} \tag{1}$$

Pada rumus ini (1), mempunyai keterangan sebagai berikut:

- c : Class Target
- E : Data
- $p(c)$: Independent probability of c
- $p(E)$: Independent probability of E
- $p(E | c)$: Kondisi probability of E given c
- $p(c | E)$: Kondisi probability of c given E

Pada tahap selanjutnya akan dibuat logika *Naïve Bayes* dari persamaan probability (1) dengan *Naïve Bayes classification*, dengan cara membedakan antara benar atau salah dihitung setiap *probability*, persamaan *Naïve Bayes* menggunakan rumus di bawah ini. [16]

$$p(E | c) = p(x_1, x_2 | c) \tag{2}$$

- x_1 : Data Waktu
- x_2 : Data Suhu

Pada tahap selanjutnya, dari rumus di atas maka dapat disimpulkan bahwa kondisi tersebut “abnormal” atau “normal”.

Setelah merumuskan, maka mengambil data dari 5 hari dengan parameter waktu (menit), suhu (celcius). Setiap lima menit diambil data untuk dijadikan data training. Setelah itu dengan logika *Naïve Bayes* digunakan untuk memperkirakan kondisi aman atau kondisi bahaya.

Setelah itu membuat *confusion matrix* untuk menghitung F1 dari paper “The advantages of the Matthews correlation coefficient (MCC) over F1 score and accuracy in binary classification evaluation” mendapatkan tabel 2.

Tabel 2 *Standard Confusion Matrix* [17]

Aktual/Prediksi	Predicted Positive	Predicted Negative
Actual Positive	TP	FN
Actual Negative	FP	TN

Dari tabel 2 dapat membuat confusion matrix untuk penelitian ini dimana *abnormal* merupakan positif dan normal merupakan negative.

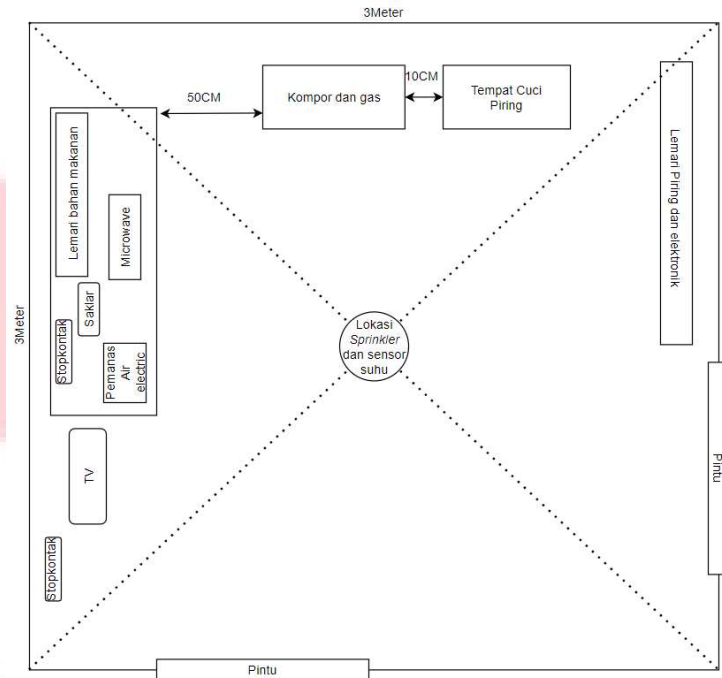
Tabel 3 *Confusion Matrix* Penelitian

Aktual/Prediksi	Abnormal	Normal
Abnormal	TP	FN
Normal	FP	TN

Tabel 3 merupakan confusion matrix pada penelitian ini, menggunakan abnormal dan normal sebagai acuan pada *confusion matrix*.

3.5 Layout Dapur saat Pengujian

Prototipe dan pengujian dilakukan di dapur dengan tinggi 3 meter.



Gambar 3 Layout Dapur

Pada dapur tersebut banyak alat elektronik dan gas yang dapat membuat kebakaran kecil yang dapat mengakibatkan kebakaran besar jika api mengenai gas dikarena kecilnya dapur dan dekatnya alat elektronik dan gas.

4. Evaluasi

4.1 Hasil Pengujian ESP 32 CAM

Dilakukan pengujian *frames per second* kamera untuk memonitoring, dengan hasil pada tabel 4.

Tabel 4 Hasil *Frames per Second* (FPS) dari ESP32-CAM

Waktu	FPS
38ms	26,3
49ms	20,4
33ms	30,3
40ms	25,0
38ms	26,3
42ms	23,3
38ms	26,3
38ms	26,3
41ms	24,4
42ms	23,8
39ms	25,6
38ms	26,3
33ms	30,3
42ms	23,8
46ms	21,7
33ms	30,3
37ms	27,0
38ms	26,3
42ms	23,8
41ms	24,4
38ms	26,3
43ms	23,3
36ms	27,8

42ms	23,8
35ms	28,6
50ms	20,0
31ms	32,3
39ms	25,6
38ms	26,3
41ms	24,4
36ms	27,8
52ms	19,2
42ms	23,8
25ms	40,0
46ms	21,7
39ms	25,6
39ms	25,6
34ms	29,4
48ms	20,8
34ms	29,4
37ms	27,0
52ms	19,2
28ms	35,7
44ms	22,7
37ms	27,0
39ms	25,6
38ms	26,3
49ms	20,4
29ms	34,5
46ms	21,7
63ms	15,9

Pengujian *frames per second* dilakukan selama 1524ms dan mendapatkan hasil rata rata *frames per second* 25,74737 FPS.

4.2 Analisis Hasil Pengujian ESP 32 CAM

Pada riset “Design and validation of an augmented book for spatial abilities development in engineering students”[18] dan “Real-time imaging of methane gas leaks using a single-pixel camera”[19] menggunakan kamera dengan 25 FPS dan hasil dari ESP 32 CAM yang telah dibuat memiliki rata-rata 25 FPS dan layak untuk digunakan sebagai purwarupa pada penelitian ini.

4.3 Hasil Pengujian Servo

Melakukan percobaan dengan memakai 2 servo yang berbeda dan hasilnya pada tabel 5

Tabel 5 Hasil Pengujian Servo

Jenis Servo	Berputar	Open plug
Tower Pro SG 90	Ya	Tidak
Tower Pro MG996R	Ya	Tidak

Dikarenakan pengujian hanya menggunakan servo dengan kawat tidak bisa, maka dilakukan pengujian dengan tambahan pemantik api untuk membuka *plug*. Hasil dari percobaan tersebut berhasil dengan panas api dari pemantik api dan servo yang berfungsi untuk menyalakan pemantik api untuk menaikkan suhu pada *blub burst*. *Blub burst* dapat pecah yang mengakibatkan *plug* terbuka.

4.4 Analisis Hasil Pengujian Servo

Setelah dilakukan pengujian, penulis tidak dapat membuka *plug* sedangkan kedua jenis servo dapat berputar yang disebabkan oleh kurangnya kekuatan servo tersebut. Untuk membuka *plug* dapat dilakukan dengan pemantik api, dengan cara servo menekan pemantik api lalu menaikkan suhu pada *bulb burst* setelah itu *bulb burst* dapat pecah dan membuka *plug*.

4.5 Hasil Pengujian Notifikasi

Pengujian pada notifikasi suhu handphone Samsung Note 10 dilakukan dengan mengubah suhu dari *realtime database Firebase* menjadi yang sudah pasti abnormal, lalu notifikasi dikirimkan melalui *cloud messaging Firebase*.

Pengujian pada notifikasi *plug* terbuka pada handphone Samsung Note 10 dilakukan dengan mengubah jarak dari *realtime database Firebase* menjadi yang sudah pasti abnormal, lalu notifikasi dikirimkan melalui *cloud messaging Firebase*.

4.6 Analisis Hasil Pengujian Notifikasi

Sudah sesuai dengan ekspektasi sebelumnya, dimana notifikasi dapat berfungsi dengan baik setiap 5 menit laptop mengecek *realtime database* untuk dibandingkan suhunya lalu dikirim melewati *cloud messaging*.

Sudah sesuai dengan ekspektasi sebelumnya, dimana notifikasi dapat berfungsi dengan baik dimana laptop dapat mengecek *realtime database* tiap detik untuk di bandingkan jaraknya lalu dikirim melewati *cloud messaging*.

4.7 Hasil Pengujian *Naïve Bayes*

Hasil pengujian pada penelitian ini menggunakan dataset yang berasal dari pengumpulan data dalam 5 hari dengan alat yang ditempatkan pada dapur. Data test akan diambil dari jam 00:00 sampai dengan 23:55 dengan suhu masing-masing 29, 30, 31, dan 32. Data hasil yang diinginkan akan dibuat sama dengan hari pertama pengujian. Setelah itu dihitung *accuracy*, *precision*, *recall*, dan F1. Dengan membandingkan data hasil yang diinginkan dan hasil tebakan *Naïve Bayes*.

Dalam 1140 dataset yang sudah dilabelkan, 288 datatest yang belum dilabelkan. Terdapat hasil yang diinginkan dari data test dengan memanfaatkan dataset pada hari pertama untuk mengetahui normal dan abnormal. Lalu dari data tersebut menghasilkan TP=104, FN=7, FP=0, TN=177

1. Accuracy

$$\frac{TP+TN}{Total\ data\ test} \quad (1)$$

Nilai accuracy pada rumus 1 merupakan 97,57%.

2. Precision

$$\frac{TP}{TP+FP} \quad (2)$$

Nilai Precision pada rumus 2 merupakan 100%.

3. Recall

$$\frac{TP}{TP+FN} \quad (3)$$

Nilai Recall pada rumus 3 merupakan 93,69%.

4. F1

$$2 * \frac{(Recall * Precision)}{(Recall + Precision)} \quad (4)$$

Nilai F1 pada rumus 3 merupakan 96,74%.

4.8 Analisis Hasil Pengujian *Naïve Bayes*

Berdasarkan hasil pengujian memperoleh nilai F1 yaitu 96,74%. Pada judul “A *Naïve Bayes* Classification Approach for ShortTerm Forecast of a Photovoltaic System”[13] mendapatkan hasil 68,12% dan pada judul “Comparative analysis of *Naïve Bayes*, K Nearest Neighbor and C.45 method in weather forecast”[20] Hasil pengujian tersebut mendapatkan hasil 77,47%, lalu ada pengujian *Naïve Bayes classification* dengan fire alarm dapat memperoleh nilai tingkat akurasi 88%[14]. Hasil machine learning *Naïve Bayes* pada dapur ini tidak dapat mencapai 100% dikarenakan adanya perubahan aktivitas pada dapur rumah tangga setiap harinya.

4.9 Hasil Delay Proses *Naïve Bayes*

Hasil pengujian pada penelitian ini menggunakan *library time* dari Python yang ditempatkan pada *code Naïve Bayes*.

Tabel 6 Hasil Pengujian *Delay Naïve Bayes*

Percobaan ke-	Hasil dalam satuan detik
1	0,32
2	0,28
3	0,30
4	0,28
5	0,27
6	0,31
7	0,28
8	0,29
9	0,30
10	0,35

Rata-rata hasil dari *delay* proses pada *Naïve Bayes* adalah 0,298 detik.

4.10 Analisis Hasil *Delay* Proses *Naïve Bayes*

Rata-rata hasil dari *delay* pada *Naïve Bayes* adalah 0,298 detik. Pada paper “K-Nearest Neighbor and Naive Bayes Classifier Algorithm in Determining The Classification of Healthy Card Indonesia Giving to The Poor”[21], mendapatkan hasil *execution time* 0,014 dengan banyak data set 200. Pada penelitian ini data set 1140 karena itu *execution time* akan lebih lama dibandingkan dengan paper tersebut.

4.11 Hasil *Delay* Proses Seluruh Sistem

Hasil pengujian pada penelitian ini menggunakan 2 parameter, saat Arduino mengubah firebase dan saat sistem mengambil data lalu diolah yang kemudian akan dikirim lewat *cloud messaging*.

Untuk pengujian pada perubahan data firebase mendapatkan hasil sesuai tabel 7 dan untuk pengujian pada sistem mendapatkan hasil sesuai tabel 8.

Tabel 7 Hasil Pengujian *Delay* Sistem Update Data Suhu pada Arduino ke Firebase

Percobaan ke-	Hasil dalam satuan detik
1	1,60
2	1,58
3	1,54
4	1,57
5	1,57

Rata-rata hasil dari *delay* proses pada *Arduino* adalah 1,572 detik.

Tabel 8 Hasil Pengujian *Delay* Sistem Algoritma pada Laptop

Percobaan ke-	Hasil dalam satuan detik
1	0,56
2	0,36
3	0,40
4	0,43
5	0,30
6	0,32
7	0,36

8	0,35
9	0,34
10	0,56

Rata-rata hasil dari *delay* proses pada sistem di laptop adalah 0,398 detik.

4.12 Analisis Hasil *Delay* Proses Seluruh Sistem

Pada paper “Internet of Things : Sistem Keamanan Rumah berbasis Raspberry Pi dan Telegram Messenger”[22] memiliki kemampuan mengirimkan pesan selama rata-rata 4.73 detik. Pada penelitian ini pengiriman pesan paling buruk ada pada rata-rata 1,97 detik.

5. Kesimpulan

Berdasarkan hasil penelitian yang telah dilakukan dapat disimpulkan bahwa:

1. Sistem otomatis *sprinkler* pemadam kebakaran telah berhasil dibuat dengan fitur dapat mengirimkan notifikasi berdasarkan *Naïve Bayes* ke Android, membuka *plug sprinkler* dengan inputan pengguna Android, dan memonitor ruangan dengan ESP32-Cam yang berjalan pada 25 FPS.
2. Pengujian perfarmansi sistem notifikasi logika *Naïve Bayes* yang dibuat mendapatkan hasil *delay* proses *Naïve Bayes* adalah 0,298 detik, *delay* notifikasi pada sistem adalah 1,57 detik, dan akurasi dengan F1 notifikasi *Naïve Bayes* adalah 96,74%.

Adapun saran yang ingin disampaikan dengan tujuan untuk penelitian kedepan adalah:

1. Digunakan raspberry untuk *live streaming* lebih baik daripada menggunakan Arduino.
2. Digunakan *dynamo* untuk membuka *plug* dari *sprinkler*.

Reference

- [1] S. S. Dewi, D. Satria, E. Yusibani, and D. Sugiyanto, “Prototipe Sistem Informasi Monitoring Kebakaran Bangunan Berbasis Google Maps dan Modul GSM,” *J. JTIK (Jurnal Teknol. Inf. dan Komunikasi)*, 2017.
- [2] F. Saeed, A. Paul, A. Rehman, W. H. Hong, and H. Seo, “IoT-Based intelligent modeling of smart home environment for fire prevention and safety,” *J. Sens. Actuator Networks*, vol. 7, no. 1, Mar. 2018.
- [3] Ç. Elmas and Y. Sönmez, “A data fusion framework with novel hybrid algorithm for multi-agent Decision Support System for Forest Fire,” *Expert Syst. Appl.*, 2011.
- [4] S. Bayoumi, E. AISobky, M. Almohsin, M. Altwaim, M. Alkaldi, and M. Alkahtani, “A real-time fire detection and notification system based on computer vision,” in *2013 International Conference on IT Convergence and Security, ICITCS 2013*, 2013.
- [5] S. Makridakis, “Time series prediction: Forecasting the future and understanding the past,” *Int. J. Forecast.*, 1994.
- [6] A. S. Sadun, J. Jalani, and J. A. Sukor, “A comparative study on the position control method of dc servo motor with position feedback by using arduino,” *ARPN J. Eng. Appl. Sci.*, 2016.
- [7] A. Setiawan and A. I. Purnamasari, “Pengembangan Passive Infrared Sensor (PIR) HC-SR501 dengan Microcontrollers ESP32-CAM Berbasis Internet of Things (IoT) dan Smart Home sebagai Deteksi Gerak untuk Keamanan Perumahan,” *Pros. Semin. Nas. Sist. Inf. dan Teknol.*, 2019.
- [8] A. W. Marshall and M. Di Marzo, “Modelling aspects of sprinkler spray dynamics in fires,” *Process Saf. Environ. Prot.*, 2004.
- [9] H. S. Wass, R. P. Fleming P.E., H. S. Wass, and R. P. Fleming, “NFPA 13,” in *Sprinkler Hydraulics*, 2020.
- [10] Cyan Infinite, “Getting started with the WeMos® D1 R2 WiFi ESP8266 Development Board Compatible Arduino UNO- Programming By Arduino IDE,” *Cyan Infinite*, 2017. .
- [11] Google, “Firebase Realtime Database,” *Google Firebase Documentation*, 2019. .
- [12] Y. A. Kurnia Utama, “Perbandingan Kualitas Antar Sensor Suhu dengan Menggunakan Arduino Pro Mini,” *e-NARODROID*, 2016.
- [13] Y. T. Quek, W. L. Woo, and T. Logenthiran, “A Naïve Bayes Classification Approach for Short-Term Forecast of a Photovoltaic System,” 2017.
- [14] A. M. Putrada, M. Abdurrohman, and A. G. Putrada, “Increasing Smoke Classifier Accuracy using Naïve Bayes Method on Internet of Things,” *Kinet. Game Technol. Inf. Syst. Comput. Network, Comput.*

- Electron. Control*, 2018.
- [15] D. Lowd and P. Domingos, "Naive Bayes models for probability estimation," in *ICML 2005 - Proceedings of the 22nd International Conference on Machine Learning*, 2005.
- [16] H. Zhang, "The optimality of Naive Bayes," in *Proceedings of the Seventeenth International Florida Artificial Intelligence Research Society Conference, FLAIRS 2004*, 2004.
- [17] D. Chicco and G. Jurman, "The advantages of the Matthews correlation coefficient (MCC) over F1 score and accuracy in binary classification evaluation," *BMC Genomics*, 2020.
- [18] J. Martín-Gutiérrez, J. Luís Saorín, M. Contero, M. Alcañiz, D. C. Pérez-López, and M. Ortega, "Design and validation of an augmented book for spatial abilities development in engineering students," *Comput. Graph.*, 2010.
- [19] G. M. Gibson *et al.*, "Real-time imaging of methane gas leaks using a single-pixel camera," *Pipeline and Gas Journal*. 2017.
- [20] Y. Findawati, I. R. I. Astutik, A. S. Fitroni, I. Indrawati, and N. Yuniasih, "Comparative analysis of Naïve Bayes, K Nearest Neighbor and C.45 method in weather forecast," in *Journal of Physics: Conference Series*, 2019.
- [21] Y. F. Safri, R. Arifudin, and M. A. Muslim, "K-Nearest Neighbor and Naive Bayes Classifier Algorithm in Determining The Classification of Healthy Card Indonesia Giving to The Poor," *Sci. J. Informatics*, 2018.
- [22] M. I. KURNIAWAN, U. SUNARYA, and R. TULLOH, "Internet of Things : Sistem Keamanan Rumah berbasis Raspberry Pi dan Telegram Messenger," *ELKOMIKA J. Tek. Energi Elektr. Tek. Telekomun. Tek. Elektron.*, 2018.

Lampiran 1 Lampiran 1 frame rate ESP 32 CAM

```
COM4
MJPG: 6524B 38ms (26.3fps)
MJPG: 6568B 49ms (20.4fps)
MJPG: 6571B 33ms (30.3fps)
MJPG: 6564B 40ms (25.0fps)
MJPG: 6531B 38ms (26.3fps)
MJPG: 6514B 42ms (23.8fps)
MJPG: 6529B 38ms (26.3fps)
MJPG: 6469B 38ms (26.3fps)
MJPG: 6549B 41ms (24.4fps)
MJPG: 6593B 42ms (23.8fps)
MJPG: 6592B 39ms (25.6fps)
MJPG: 6614B 38ms (26.3fps)
MJPG: 6517B 33ms (30.3fps)
MJPG: 6626B 42ms (23.8fps)
MJPG: 6584B 46ms (21.7fps)
MJPG: 6584B 33ms (30.3fps)
MJPG: 6541B 37ms (27.0fps)
MJPG: 6487B 38ms (26.3fps)
MJPG: 6501B 42ms (23.8fps)
MJPG: 6747B 41ms (24.4fps)
MJPG: 6557B 38ms (26.3fps)
MJPG: 7200B 43ms (23.3fps)
MJPG: 6549B 36ms (27.8fps)
MJPG: 6530B 42ms (23.8fps)
MJPG: 6572B 35ms (28.0fps)
MJPG: 6565B 50ms (20.0fps)
MJPG: 6573B 31ms (32.3fps)
MJPG: 6414B 39ms (25.6fps)
MJPG: 6404B 38ms (26.3fps)
MJPG: 6400B 41ms (24.4fps)
MJPG: 6205B 36ms (27.8fps)
MJPG: 6477B 52ms (19.2fps)
MJPG: 6465B 42ms (23.8fps)
MJPG: 6467B 25ms (40.0fps)
MJPG: 6493B 46ms (21.7fps)
MJPG: 6418B 39ms (25.6fps)
MJPG: 6400B 39ms (25.6fps)
MJPG: 6488B 34ms (29.4fps)
MJPG: 6103B 45ms (20.9fps)
MJPG: 6334B 34ms (29.4fps)
MJPG: 6296B 37ms (27.0fps)
MJPG: 6248B 52ms (19.2fps)
MJPG: 6307B 28ms (35.7fps)
MJPG: 6386B 44ms (22.7fps)
MJPG: 6432B 37ms (27.0fps)
MJPG: 6407B 39ms (25.6fps)
MJPG: 6426B 38ms (26.3fps)
MJPG: 6491B 49ms (20.4fps)
MJPG: 6535B 29ms (34.5fps)
MJPG: 6208B 46ms (21.7fps)
MJPG: 6368B 63ms (15.9fps)
```

Lampiran 2 Delay Naïve bayes

```
Successfully sent message: <firebase_admin.messaging.BatchResponse object at 0x8E261C58>
abnormal
0.32116267349263164
11:48
18:35
masuk
Successfully sent message: <firebase_admin.messaging.BatchResponse object at 0x8E261708>
abnormal
0.28822898864746894
11:48
18:148
masuk
Successfully sent message: <firebase_admin.messaging.BatchResponse object at 0x8E261A98>
abnormal
0.38817627986799316
11:48
18:45
masuk
Successfully sent message: <firebase_admin.messaging.BatchResponse object at 0x8E261E78>
abnormal
0.289198437888667
11:48
18:58
masuk
Successfully sent message: <firebase_admin.messaging.BatchResponse object at 0x8E261C78>
abnormal
0.2772591114841895
11:48
18:55
masuk
Successfully sent message: <firebase_admin.messaging.BatchResponse object at 0x8E261E98>
abnormal
0.361492347717295
11:48
19:08
masuk
Successfully sent message: <firebase_admin.messaging.BatchResponse object at 0x8E261E98>
abnormal
0.24723329498291
11:48
19:05
masuk
Successfully sent message: <firebase_admin.messaging.BatchResponse object at 0x8E261C98>
abnormal
0.29298181165771484
11:48
19:18
masuk
Successfully sent message: <firebase_admin.messaging.BatchResponse object at 0x8E261988>
abnormal
0.3811939525684248
11:48
19:15
masuk
Successfully sent message: <firebase_admin.messaging.BatchResponse object at 0x8E261E98>
abnormal
0.3548527828587158
11:48
19:28
masuk
```

Lampiran 3 Delay proses Arduino ke Firebase

```
connected: 192.168.1.18
1603
connected: 192.168.1.18
1580
connected: 192.168.1.18
1544
connected: 192.168.1.18
1591
connected: 192.168.1.18
1578
```

Lampiran 4 Delay proses seluruh sistem pada Laptop

```
Successfully sent message: <firebase_admin.messaging.BatchResponse object at 0x8088480>
abnormal
0.5634891988464924
11:48
19:55
masuk
Successfully sent message: <firebase_admin.messaging.BatchResponse object at 0x808845B8>
abnormal
0.1878117858729215
11:48
20:08
masuk
Successfully sent message: <firebase_admin.messaging.BatchResponse object at 0x80884878>
abnormal
0.482197692871894
11:48
20:05
masuk
Successfully sent message: <firebase_admin.messaging.BatchResponse object at 0x80884498>
abnormal
0.6148288429948888
11:48
20:18
masuk
Successfully sent message: <firebase_admin.messaging.BatchResponse object at 0x80884F78>
abnormal
0.3841839599689375
11:48
20:15
masuk
Successfully sent message: <firebase_admin.messaging.BatchResponse object at 0x80884878>
abnormal
0.32412283955669
11:48
20:29
masuk
Successfully sent message: <firebase_admin.messaging.BatchResponse object at 0x80884C38>
abnormal
0.36988687217124
11:48
20:25
masuk
Successfully sent message: <firebase_admin.messaging.BatchResponse object at 0x80884C18>
abnormal
0.3568481871472168
11:48
20:38
masuk
Successfully sent message: <firebase_admin.messaging.BatchResponse object at 0x80884878>
abnormal
0.364873186347456
11:48
20:55
masuk
Successfully sent message: <firebase_admin.messaging.BatchResponse object at 0x80884F78>
abnormal
0.5684718578918457
11:48
20:48
masuk
```

Lampiran 6 Tampilan Aplikasi

