

BAB II DASAR TEORI

2.1 Literature Review

Penelitian terdahulu dilakukan dengan mengumpulkan berbagai sumber literatur dalam bentuk jurnal referensi maupun karya ilmiah yang dipublikasikan. Berikut beberapa jurnal referensi atau karya ilmiah yang dijadikan sumber literatur.

1. Sistem Pendeteksi Dini Kebakaran Menggunakan Colour Image Processing dan Raspberry Pi

Pada penelitian ini akan dibangun sistem yang dapat mendeteksi kebakaran dengan kamera berbasis pengolahan citra dengan dukungan CIP (*Colour Image Processing*) menggunakan raspberry pi. Sistem memroses data video dengan menerapkan hasil segmentasi warna api untuk mendeteksi kebakaran. Sistem menggunakan pengolahan citra pada CIP untuk metode yang memerlukan komputasi tinggi agar bisa tercapai sistem deteksi kebakaran secara real time dan dapat dipantau secara jauh dengan menggunakan jaringan komputer melalui internet [6].

Pengujian dilakukan pada siang hari dan malam hari untuk mengetahui tingkat akurasi sistem. Berdasarkan percobaan, akurasi rata-rata yang didapatkan ketika siang hari adalah 97,96 % dengan kesalahan 0,25 %. Kesalahan terutama disebabkan karena pantulan nyala api pada dinding atau lantai atau obyek lain yang menyerupai nyala api. Sedangkan ketika malam hari, akurasi meningkat menjadi 98,65 % karena warna api yang dominan dibanding lingkungan sekitarnya, tetapi nilai presentase kesalahan juga meningkat menjadi 0,85 % [6].

Keunggulan dari sistem ini adalah dapat mengambil gambar api pada *frame* apabila terdapat api yang terdeteksi, sedangkan kekurangannya adalah tidak memiliki alat pemadam sebagai langkah pencegahan utama sebelum rambatan api meluas.

2. Rancang Bangun Sistem Kamera Pendeteksi Api Sederhana Menggunakan Raspberry Pi

Pada penelitian ini, kami mengusulkan sebuah alat berupa kamera yang mampu mendeteksi api. Tidak perlu sensor tambahan, hanya sebuah kamera dan mini komputer raspberry pi sebagai tempat pemrosesan citranya. Sistem kamera akan dihubungkan dengan *smartphone* melalui *IoT (Internet of Things)*. Tujuan dari penelitian ini adalah untuk membuat sebuah alat berupa

sistem untuk memantau kondisi sebuah ruangan, mendeteksi api dan menyiapkan langkah-langkah peringatan dini demi mencegah terjadinya kebakaran yang lebih hebat lagi dengan mengirimkan pesan notifikasi peringatan kebakaran dan alarm yang berbunyi keras [7].

Sistem tersebut diuji menggunakan parameter dua kondisi yaitu siang atau terang dan malam atau gelap dengan memberikan citra api secara *real time*. Pada kondisi terang, api dapat dikenali dengan tingkat akurasi sistem 64,75 % dengan rata-rata *frame rate* mencapai 2,8 fps dan mampu memicu alarm serta pesan notifikasi via telegram. Sedangkan pada kondisi gelap, api dideteksi dengan cukup baik terbukti dengan adanya peningkatan pada keakurasian pembacaan mencapai 82,06 % dengan rata-rata *frame rate* mencapai 3,2 fps [7].

Keunggulan dari sistem ini adalah adanya proses pesan masuk melalui telegram apabila api terdeteksi oleh sistem. Namun masih memiliki kekurangan di antaranya sistem belum dilengkapi dengan pemadam api dan nilai *frame rate* yang relatif masih kecil.

3. Deteksi Titik Api Terpusat menggunakan Kamera dengan Notifikasi berbasis SMS Gateway pada Raspberry Pi

Pada sistem ini menggunakan *image processing* sebagai proses manipulasi citra secara matematis untuk meng-*enhance*, menganalisa dan mengekstraksi fitur dari sebuah citra. Data input diambil melalui kamera lalu menangkap gambar ketika terjadi kebakaran kemudian akan diproses oleh raspberry pi menggunakan *library* OpenCV sebagai *filtering* dengan menggunakan metode *Morphological Image Filtering*. Pada sistem ini dilengkapi dengan keamanan berupa peringatan dengan pemberitahuan via layanan pesan singkat SMS dengan memanfaatkan modul SIM900A yang diintegrasikan dengan mikroprosesor raspberry pi. Selain itu pada sistem ini juga memanfaatkan buzzer yang digunakan untuk memberikan alarm sebagai peringatan tanda bahaya ketika terdeteksi kebakaran [8].

Pengujian dilakukan untuk mengetahui tingkat keakurasian sistem dengan menggunakan 10 objek yang berpotensi menimbulkan api dan objek yang mirip dengan warna api. Pengujian dilakukan dengan menggunakan empat variabel yaitu *true positive*, *true negative*, *false positive* dan *false negative*. Dengan menggunakan persamaan, didapat nilai akurasi mencapai 90 % [8].

Keunggulan dari sistem ini adalah adanya integrasi dengan layanan pesan singkat SMS dan memungkinkan pengguna menerima pesan gawat darurat dari sistem. Namun sistem belum dilengkapi dengan

alat pemadam sehingga apabila terjadi munculnya bunga api, hal tersebut tidak bisa langsung ditangani dengan cepat.

4. Aplikasi Pendeteksi Elemen Panas Api untuk Pencegahan Bencana Kebakaran berbasis Web dengan Raspberry Pi, Flame Sensor dan Notifikasi Telegram

Pada sistem ini dirancang untuk memberikan peringatan ketika terjadinya nyala api menggunakan nada peringatan, selain itu peringatan dilakukan dengan mengirimkan data ke telegram. Sistem dibangun menggunakan sensor flame sebagai sensor pendeteksi keberadaan api berdasarkan indikator suhu ruang dan intensitas cahaya inframerah, kemudian raspberry pi berfungsi sebagai server sekaligus mikroprosesor. Data yang diinputkan oleh sensor diolah melalui aplikasi berbasis web yang dibuat dengan menggunakan bahasa pemrograman PHP^[9].

Pengujian dilakukan dengan mengakses alamat IP dari kontroler pada web browser. Pada menu log menampilkan status perangkat dan kondisi yang dibaca oleh sensor flame. Pengujian juga dilakukan dengan melalui bot telegram yang telah dibuat dengan kode OTP sebelumnya. Pada menu bot telegram menampilkan status perangkat dan mengontrol perangkat tersebut.

Keunggulan dari sistem tersebut adalah adanya notifikasi telegram kepada pengguna dan menampilkan data pada web browser sehingga pengguna dapat memantau kondisi ruangan secara berkala. Namun kelemahannya adalah penggunaan sensor flame secara pembacaan masih kurang akurat dibandingkan menggunakan kamera, sensor flame hanya mampu mendeteksi api apabila jarak objek api dengan sensor cukup dekat. Kemudian kelemahan berikutnya adalah sistem belum dilengkapi dengan fitur pemadam ketika api terdeteksi.

5. Sistem Pengaman Rumah dan Peringatan Dini Kebakaran berbasis SMS dengan Menggunakan Raspberry Pi

Pada sistem ini menggunakan sensor gas sebagai pendeteksi adanya indikasi kebakaran berdasarkan kondisi lingkungan. Untuk pemrosesnya menggunakan raspberry pi yang terintegrasi dengan modul *SMS gateway* sebagai metode pengiriman pesan singkat kepada pengguna. Sistem juga dilengkapi dengan buzzer aktif yang akan berbunyi ketika ada asap yang dideteksi oleh sensor^[10]. Pengujian dilakukan dengan memberikan asap buatan hasil pembakaran melalui pipa yang sudah diberi jarak ketinggian. Dari hasil pengujian dapat disimpulkan bahwa jarak pengujian asap yang sudah ditentukan tidak mempengaruhi sensitivitas sensor terhadap kecepatan

asap yang di terima. Jarak pengujian hanya mempengaruhi waktu deteksi sensor terhadap asap, semakin jauh jarak pengujian maka semakin lama sensor mendeteksinya. ^[10].

Keunggulan dari sistem ini adalah terdapat fitur notifikasi yang memungkinkan pengguna mendapat informasi melalui layanan pesan singkat *SMS*. Namun terdapat beberapa kelemahan, diantaranya ketidakakuratan sensor terhadap pembacaan kondisi secara lebih spesifik karena sensor gas dapat mendeteksi gas selain asap hasil pembakaran. Kelemahan lain adalah tidak adanya fitur pemadam yang dapat melakukan langkah preventif apabila telah terjadi kebakaran pada tingkat keparahan lebih lanjut.

Berdasarkan pada beberapa rujukan jurnal di atas, keunggulan alat dengan sistem notifikasi mendominasi dengan variasinya seperti notifikasi menggunakan telegram maupun *SMS*. Keunggulan lain yang mendominasi adalah adanya respon waktu yang cepat dalam proses pendeteksian yang kemudian diadopsi pada pembuatan alat pada tugas akhir ini. Sedangkan beberapa kekurangan yang terdapat pada jurnal-jurnal di atas adalah tidak adanya sistem pemadaman api ketika terdapat api terdeteksi. Hal ini menjadi nilai celah kekurangan yang akan diperbaiki pada pembuatan tugas akhir ini di mana sistem meruapkan pendeteksi api dengan pemadam api menggunakan pompa *sprayer*.

2.2 Studi Kepustakaan

Pada bab ini akan dipaparkan teori terkait PROTOTIPE PEMADAM API DENGAN DETEKSI API MENGGUNAKAN KAMERA. Beberapa di antaranya adalah Definisi Api, *Triangle of Fire*, Citra Pixel, *Image Processing*, Pemodelan Warna, dan lain sebagainya akan dipaparkan pada subbab di bawah.

2.2.1 Definisi Api

Definisi api menurut NFPA secara umum api sebagai penyebab dari sebuah kebakaran didefinisikan peristiwa oksidasi melibatkan 3 elemen yang harus terpenuhi yaitu oksigen yang terdapat pada udara, bahan bakar yang cepat terbakar, serta energi panas. Maka akan terjadi peristiwa kebakaran, sehingga mempunyai dampak yang signifikan yaitu seperti dapat menimbulkan cedera bahkan lebih parahnya dapat menyebabkan jatuhnya korban jiwa, serta kerugian hilangnya harta dan benda ^[8].

2.2.2 Triangle of Fire

Triangle of Fire yaitu tiga elemen yang mendukung terjadinya

suatu api yang akan menimbulkan peristiwa kebakaran. Tiga elemen menjadi unsur api tersebut terdiri dari :

1. Oksigen (*Oxygen*), merupakan unsur yang terkandung pada udara. Jika, unsur udara atau oksigen tidak ada maka proses pembentukan api tidak terjadi.
2. Bahan Bakar (*Fuel*), merupakan unsur bahan bakar yang terdiri dari pada, cair, dan gas yang mudah terbakar.
3. Sumber Panas (*Heat*), merupakan pemicu terjadinya kebakaran dengan energi yang cukup ketika menyalakan campuran antara bahan bakar dengan oksigen dari udara. Proses terjadinya api yang menimbulkan peristiwa kebakaran ketika ketiga unsur tersebut saling berinteraksi atau bereaksi satu dengan lainnya. Namun, ketika salah satu unsur tidak terpenuhi maka proses terjadinya api tidak akan terjadi [8].

2.2.3 Citra Pixel

Citra secara umum merupakan suatu gambar, foto ataupun berbagai jenis tampilan dua dimensi yang menggambarkan visualisasi suatu objek tertentu. Citra dapat diwujudkan dalam bentuk tercetak ataupun digital. Pada citra digital, di dalamnya terdapat larik (*array*) angka secara dua dimensional yang merupakan hasil kuantifikasi dari tingkat kecerahan masing-masing piksel penyusun citra tersebut [11].

Suatu gambar yang ada di dalam komputer sebenarnya adalah kumpulan dari ribuan titik yang sangat kecil dan tiap-tiap titik tersebut memiliki warna tertentu. Kotak-kotak kecil itulah yang disebut *pixel* dan dijadikan sebagai ukuran suatu citra. Setiap pixel mempunyai satu warna dan bergabung dengan *pixel-pixel* lainnya sehingga membentuk suatu pola dan menghasilkan gambar [11].

2.2.4 Image Processing

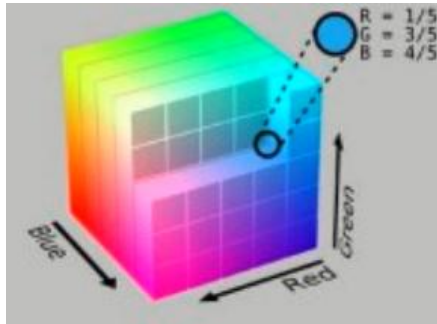
Image Processing atau pemrosesan gambar adalah setiap bentuk pengolahan sinyal dimana input adalah gambar, seperti foto atau video bingkai, sedangkan output dari pengolahan gambar dapat berupa gambar atau sejumlah karakteristik atau parameter yang berkaitan dengan gambar. Kebanyakan gambar-teknik pemrosesan melibatkan atau memperlakukan foto sebagai dimensi dua sinyal dan menerapkan standar-teknik pemrosesan sinyal untuk itu, biasanya hal tersebut mengacu pada pengolahan gambar digital, tetapi dapat juga digunakan untuk optik dan pengolahan gambar analog. Akuisisi gambar atau yang menghasilkan gambar input di tempat pertama disebut sebagai pencitraan [12].

2.2.5 Pemodelan Warna

Warna adalah spektrum tertentu pada suatu bentuk cahaya yang memancarkan partikel-partikel yang dapat dilihat oleh mata telanjang [13]. Model warna adalah spesifikasi sistem koordinat dan subruang dalam koordinat tersebut dengan tiap warna direpresentasikan sebagai sebuah titik.

1. Model Warna RGB (*Red, Green, Blue*)

Model warna RGB memodelkan semua warna sebagai kombinasi tiga warna primer yaitu merah (R), hijau (G) dan biru (B) dalam berbagai intensitas [14]. Ruang warna RGB dapat dilihat pada Gambar 2.1.



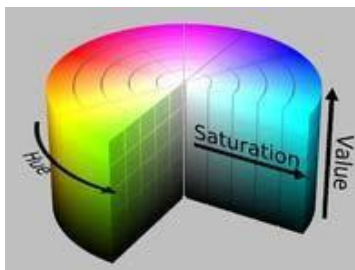
Gambar 2. 1 Ruang Warna RGB [14]

2. Model Warna HSV (*Hue, Saturation, Value*)

Model warna HSV didasarkan berdasarkan atribut warnanya yang dibagi menjadi tiga buah atribut, yaitu *Hue* (H), *Saturation* (S), dan *Value* (V). *Hue* menyatakan warna yang sebenarnya yaitu violet, merah dan kuning. *Hue* juga digunakan untuk membedakan beberapa warna dan menentukan kemerahan (*redness*), kehijauan (*greenness*) dari suatu cahaya.

Saturation menyatakan kemurnian suatu warna pada cahaya dengan jumlah warna putih sebagai indikator pada warna. Sebagai contoh, warna merah 100 % berada pada ambang saturasi atau jenuh (*saturated color*) sedangkan warna pink merupakan warna merah dengan tingkat saturasi atau

kejenuhan yang rendah karena di dalam warna pink mengandung warna putih. Dengan kata lain, *saturation* menyatakan kedalaman suatu warna. *Value* menyatakan banyaknya cahaya yang dapat diterima oleh mata manusia dengan tanpa memedulikan warna [8].



Gambar 2. 2 Ruang Warna HSV [8]

2.2.6 Confusion Matrix

Hasil dari pengujian akan disajikan pada tabel *confusion matrix*. *Confusion matrix* mempermudah dalam melakukan klasifikasi terhadap objek pengujian karena dapat memberikan informasi mengenai data perbandingan hasil klasifikasi yang dilakukan oleh sistem menggunakan hasil klasifikasi sebenarnya [24].

Tabel 2.1 Confusion Matrix [23]

Klasifikasi terhadap objek pengujian		Nilai Aktual	
		Positive	Negative
Hasil klasifikasi	True	Jumlah nilai true positive	Jumlah nilai true negative
	False	Jumlah nilai false positive	Jumlah nilai false negative

Tabel 2.1 merupakan tabel *confusion matrix* yang berisi hasil pengujian berdasarkan pada data yang diperoleh. *True positive* adalah data yang bernilai positif yang diklasifikasikan positif, *false positive* adalah data yang bernilai negatif yang diklasifikasikan positif, *false negative* adalah data yang bernilai negatif yang diklasifikasikan negatif dan *true negative* adalah data positif yang diklasifikasikan negatif [25].

Secara sederhana, *true positive* merupakan data objek api yang terdeteksi sebagai api, *false positive* merupakan data bukan objek api yang terdeteksi sebagai objek api, *false negative* merupakan data bukan objek api yang tidak terdeteksi sebagai objek api dan *true negative* merupakan data objek api yang tidak terdeteksi sebagai objek api. Kemudian data-data yang diperoleh akan dicari akurasi dan sensitivitas menggunakan persamaan di bawah ini.

$$Accuracy = \frac{TP+FN}{TP+TN+FP+FN} \quad (1)$$

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

Akurasi merupakan ketepatan hasil perhitungan data yang diklasifikasikan sebenarnya atau data perbandingan antara data terhitung benar dengan semua data yang diklasifikasikan, sensitivitas merupakan perbandingan jumlah antara data positif yang diklasifikasikan positif dengan jumlah *record* data positif secara keseluruhan [25].

2.2.7 Python

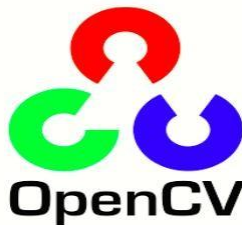
Python adalah sebuah bahasa pemrograman yang sangat mudah dibaca dan mudah dipahami, bisa disebut juga pemrograman interpretatif multiguna. Bahasa pemrograman Python ini dirancang pertama kali oleh Guido van Rossum pada tahun 1991, hingga sampai saat ini dikembangkan oleh Python Software Foundation. Python mendukung semua system operasi yaitu Windows, MacOS, bahkan Linux. Dengan kode yang simple dan mudah diimplementasikan Bahasa pemrograman Python bertujuan agar seorang *programmer* dapat mengutamakan pengembangan programnya, bukan sibuk mencari sintaks error [15].



Gambar 2. 3 Logo Python ^[16]

2.2.8 Open CV (Open Source Computer Vision) Library

OpenCV (Open Source Computer Vision Library) adalah salah satu software pustaka yang ditujukan untuk pengolahan citra dinamis secara real-time, yang dibuat oleh Intel, dan sekarang didukung oleh Willow Garage dan Itseez. OpenCV dirilis dibawah lisensi permisif BSD yang lebih bebas dari pada GPL, dan memberikan kebebasan sepenuhnya untuk dimanfaatkan secara komersil tanpa perlu mengungkapkan kode sumbernya. OpenCV juga memiliki antar muka yang mendukung bahasa pemrograman C++, C, Python dan Java, termasuk untuk sistem operasi Windows, Linux, Mac OS, iOS dan Android ^[17].



Gambar 2. 4 Logo OpenCV ^[17]

2.2.9 Raspberry Pi

Raspberry pi merupakan salah satu jenis *Single Board Computer* (SBC) di mana pengertian SBC sendiri adalah perangkat komputer yang dikemas dalam sebuah PCB yang di dalamnya terdapat mikroprosesor, memori serta antarmuka I/O. Pada idealnya sebuah SBC

mempunyai kemampuan sama dengan sebuah komputer pada umumnya hanya saja ukuran dari SBC jauh lebih kecil dari komputer pada umumnya. Pada awalnya SBC hanya difungsikan untuk pembelajaran, pemodelan sistem, serta kontrol khusus. Namun belakangan ini SBC difungsikan untuk aplikasi yang lebih rumit. Raspberry pi merupakan salah satu contoh SBC yang cukup terkenal di kalangan mahasiswa atau pelajar dikarenakan raspberry pi yang mempunyai harga yang lebih terjangkau serta spesifikasi yang cukup memadai [18].



Gambar 2. 5 Raspberry Pi [19]

2.2.10 Webcam

Webcam merupakan salah satu jenis kamera digital yang beredar di pasaran dengan kemampuannya untuk mengambil gambar dan video. Webcam berkomunikasi melalui port USB dan dengan mudah diintegrasikan dengan berbagai perangkat. Salah satu kelemahan webcam adalah kemampuannya yang kurang memadai dalam mengambil gambar pada ruang dengan pencahayaan kurang [20].



Gambar 2. 6 Webcam [21]

2.2.11 Buzzer

Buzzer merupakan komponen yang dapat mengubah sinyal listrik menjadi keluaran berupa sinyal suara. Buzzer terdiri dari dua lempengan dengan masing-masing berbahan tipis dan satunya lagi berbahan logam tebal. Ketika kedua lempengan diberikan beda potensial, maka akan terjadi loncatan muatan listrik pada kedua lempengan yang dapat menyebabkan getaran diakibatkan adanya rongga udara antara kedua lempengan. Ketika kedua lempengan bergetar maka akan menghasilkan bunyi dengan frekuensi yang cukup tinggi berkisar 1-5 kHz [22].



Gambar 2. 7 Buzzer [22]

2.2.12 Modul Relay

Modul relay merupakan komponen elektronika berupa relay sederhana yang mengubah elektromekanisme menjadi pergerakan mekanis saat diberikan tegangan. Modul relay menggunakan gaya elektromagnet untuk membuka dan menutup kontak saklar. Modul relay berperan dalam melakukan pengendalian suatu perangkat yang memerlukan arus besar dengan bantuan perangkat pengendali yang memiliki arus kecil [22].



Gambar 2. 8 Modul Relay [22].

2.2.13 Pompa Air DC

Pompa adalah alat yang mampu memindahkan fluida dari tempat yang rendah menuju tempat yang tinggi, serta mampu menaikkan tekanan fluida dari tekanan rendah menjadi tekanan tinggi. Pompa air DC memiliki prinsip kerja mengubah energi listrik menjadi energi mekanis memanfaatkan medan magnet yang ada di dalam kumparan^[23].



Gambar 2. 9 DC Water Pump ^[23]