

## **DAFTAR ISI**

PROPOSAL PROGRAM KREATIVITAS MAHASISWA	1
DAFTAR ISI	2
BAB I PENDAHULUAN	3
1.1 Latar Belakang	3
1.2 Rumusan Masalah	4
1.3 Solusi	4
1.4 Manfaat Pengembangan	5
1.5 Kebaruan Ilmiah	5
1.6 Target Fungsional dan Justifikasi Ilmiah	6
1.7 Keluaran yang Ditargetkan	7
BAB II TINJAUAN PUSTAKA	8
2.1 Teknologi Deteksi Api dengan YOLO	8
2.2 Penggunaan CNN untuk Validasi Deteksi Api	8
2.3 Sistem Deteksi Api Berbasis Computer Vision dengan YOLO	9
2.4 Robot Pemadam Kebakaran Otomatis dengan Deteksi Api Berbasis YOLOv8	9
2.5 Integrasi Sistem Deteksi Api dengan IoT untuk Pemantauan Kebakaran	10
BAB III TAHAP PELAKSANAAN	11
3.1 Alur Kegiatan	11
3.2 Identifikasi Masalah	12
3.3 Pengembangan Ide	13
3.4 Implementasi Rancangan	14
3.5 Penyempurnaan Sistem	16
BAB IV BIAYA DAN JADWAL KEGIATAN	17
4.1 Anggaran Biaya	17
4.2 Jadwal Kegiatan	18
DAFTAR PUSTAKA	20
LAMPIRAN	21

# **BAB I**

## **PENDAHULUAN**

### **1.1 Latar Belakang**

Kebakaran merupakan bencana yang dapat terjadi secara tiba-tiba di berbagai lokasi, menimbulkan kerugian besar baik secara material maupun nonmaterial. Respon cepat dan penanganan awal yang tepat sangat krusial untuk meminimalkan kerusakan serta risiko terhadap keselamatan manusia. Namun, dalam beberapa situasi, upaya pemadaman langsung oleh manusia berisiko tinggi dan memerlukan teknologi bantu yang efektif dan efisien.

Seiring dengan kemajuan teknologi di bidang robotika dan kecerdasan buatan, berbagai solusi inovatif untuk penanggulangan kebakaran mulai dikembangkan. Salah satu inovasi tersebut adalah robot pemadam api otomatis yang mampu mendeteksi sumber api secara mandiri dan melakukan proses pemadaman tanpa intervensi langsung dari manusia. Teknologi ini sangat berguna dalam menangani kebakaran berskala kecil hingga menengah, terutama di area yang sulit diakses atau membahayakan keselamatan personel pemadam kebakaran.

Dalam pengembangan sistem deteksi kebakaran, YOLOv8 banyak digunakan karena mampu mendeteksi objek secara real-time dengan akurasi tinggi. Namun, kesalahan seperti mendeteksi lampu atau pantulan cahaya sebagai api masih sering terjadi. Untuk mengatasi hal ini, kombinasi YOLOv8 dan Convolutional Neural Network (CNN) digunakan, di mana YOLOv8 mendeteksi kemungkinan keberadaan api dan CNN melakukan validasi lebih lanjut. Pendekatan dua tahap ini terbukti meningkatkan akurasi dan mengurangi kesalahan deteksi dalam berbagai penelitian.

Sebagai contoh, penelitian oleh Zhang et al. (2023) mengembangkan sistem deteksi kebakaran yang menggabungkan YOLOv4 dan CNN untuk meningkatkan akurasi deteksi api dalam lingkungan yang kompleks. Sistem ini mampu mendeteksi lokasi kebakaran dengan tepat dan mengadaptasi strategi pemadaman berdasarkan situasi yang teridentifikasi.

Selain itu, penelitian oleh Widharma et al. (2022) mengembangkan sistem deteksi api berbasis computer vision dengan algoritma YOLO yang disertai

notifikasi dan buzzer. Sistem ini mampu mendeteksi api dari berbagai sumber dan memberikan hasil akurasi yang tinggi dalam pengujian di berbagai kondisi pencahayaan.

Berdasarkan perkembangan tersebut, penelitian ini bertujuan untuk merancang dan mengimplementasikan robot pemadam kebakaran otomatis berbasis deteksi visual dengan menggabungkan YOLOv8 dan CNN pada platform Robot Bela Negara University (BNU) Generasi II. Diharapkan, sistem ini dapat meningkatkan akurasi deteksi api dan efisiensi dalam proses pemadaman, serta mengurangi risiko keselamatan bagi personel pemadam kebakaran.

## **1.2 Rumusan Masalah**

Berdasarkan uraian latar belakang, maka permasalahan yang dapat diidentifikasi adalah sebagai berikut:

1. Bagaimana merancang dan mengembangkan robot pemadam api otomatis yang menggunakan tenaga angin sebagai media pemadaman?
2. Bagaimana mengintegrasikan model deteksi objek berbasis YOLOv8 dan CNN untuk mendeteksi api secara real-time dan akurat?
3. Bagaimana kinerja robot dalam mendeteksi dan memadamkan api pada kondisi nyata di lingkungan yang sulit dijangkau?

## **1.3 Solusi**

Untuk menjawab permasalahan tersebut, solusi yang dirancang adalah sebagai berikut:

1. Perancangan dan Pengembangan Robot Pemadam Api Otomatis Berbasis Tenaga Angin  
Robot yang dikembangkan merupakan penyempurnaan dari Robot BNU Generasi II, dengan tambahan sistem navigasi otomatis dan kipas berdaya tinggi untuk proses pemadaman api.
2. Integrasi Model Deteksi Objek YOLOv8 dan CNN untuk Validasi Deteksi Api  
Sistem deteksi dikembangkan dengan menggunakan kamera sebagai input citra, YOLOv8 untuk mendeteksi objek yang berpotensi api, dan CNN

sebagai tahap validasi guna memastikan objek tersebut benar-benar api. Pendekatan ini diharapkan meningkatkan akurasi deteksi serta mengurangi false positive.

### 3. Pengujian Kinerja Robot dalam Kondisi Nyata

Robot akan diuji di lingkungan simulasi kebakaran, dengan evaluasi pada kecepatan deteksi api, akurasi validasi, kemampuan navigasi menuju sumber api, serta efektivitas kipas dalam memadamkan api.

## 1.4 Manfaat Pengembangan

Penelitian dan pengembangan Robot Pemadam Api Otomatis berbasis YOLOv8 dan CNN ini diharapkan memberikan manfaat berikut:

### 1. Bagi Petugas Pemadam Kebakaran

Membantu mengurangi risiko yang dihadapi saat melakukan pemadaman di area berbahaya atau sulit dijangkau.

### 2. Bagi Pengembangan Teknologi

Mendorong inovasi penggunaan kombinasi teknologi deteksi visual berbasis deep learning dalam bidang penanggulangan bencana.

### 3. Bagi Masyarakat Umum

Menjadi solusi modern untuk sistem keamanan aktif terhadap kebakaran di berbagai lingkungan, seperti perumahan, gedung, atau fasilitas umum.

## 1.5 Kebaruan Ilmiah

Penelitian ini memperkenalkan pendekatan baru dengan menggabungkan model YOLOv8 untuk pendeteksian awal objek api dan CNN untuk validasi hasil deteksi, diterapkan pada pengembangan Robot Pemadam Api BNU Generasi II. Meskipun penggunaan YOLOv8 dalam deteksi objek sudah banyak dilakukan, integrasi bertingkat dengan CNN dalam sistem robotik pemadam api masih jarang dieksplorasi.

Dalam penelitian ini:

1. Kombinasi YOLOv8 dan CNN digunakan untuk meningkatkan akurasi sekaligus mengurangi tingkat kesalahan deteksi (false positive) terhadap objek yang menyerupai api.

2. Sistem pemadaman dikembangkan menggunakan kipas berdaya tinggi berbasis tenaga angin, menawarkan solusi pemadaman yang cepat dan ramah lingkungan.
3. Robot diuji dalam kondisi nyata, untuk memastikan kinerja deteksi, navigasi, dan pemadaman berjalan efektif di berbagai skenario lapangan.

Kebaruan penelitian ini terletak pada penerapan dua lapis deteksi visual berbasis deep learning dan inovasi dalam metode pemadaman berbasis angin, yang dapat menjadi referensi untuk pengembangan robotik pemadam api ke depan.

### **1.6 Target Fungsional dan Justifikasi Ilmiah**

Target utama dari sistem yang dikembangkan meliputi:

1. Mendeteksi keberadaan api secara real-time dengan waktu deteksi maksimal 2 detik dan akurasi deteksi minimal 92% melalui kombinasi output YOLOv8 dan CNN.
2. Mengarahkan robot secara otomatis menuju titik api, dengan sistem navigasi yang mampu menghindari rintangan menggunakan sensor tambahan dan interpretasi visual dari kamera.
3. Memadamkan api kecil hingga menengah dengan kipas berdaya tinggi, dengan arah angin yang dioptimalkan ke sumber api.
4. Beroperasi secara otonom, termasuk kembali ke mode siaga bila tidak ditemukan sumber api. Penggunaan YOLOv8 didasarkan pada kecepatan dan akurasi dalam pendeteksian objek berbasis gambar (Bochkovskiy et al., 2020), sementara CNN dipilih sebagai validasi tambahan untuk meningkatkan reliabilitas deteksi (Simonyan & Zisserman, 2015). Inovasi sistem pemadaman berbasis angin dipilih karena efektivitasnya dalam memadamkan api tanpa merusak lingkungan atau meninggalkan sisa bahan kimia berbahaya. Kombinasi pendekatan ini memperkuat landasan ilmiah penelitian sebagai solusi yang cepat, akurat, dan ramah lingkungan dalam pemadaman kebakaran.

### **1.7 Keluaran yang Ditargetkan**

1. Laporan kemajuan mengenai program "Rancang Bangun Robot Pemadam Api Otomatis dengan Teknologi Deteksi Api Berbasis YOLOv8 dan CNN".
2. Laporan akhir mengenai hasil implementasi dan pengujian Robot Pemadam Api Otomatis berbasis YOLOv8 dan CNN.
3. Prototipe Robot Pemadam Api Otomatis yang mampu mendeteksi dan memadamkan api secara real-time menggunakan sistem deteksi bertingkat YOLOv8 dan CNN.

## **BAB II**

### **TINJAUAN PUSTAKA**

#### **2.1 Teknologi Deteksi Api dengan YOLO**

Deteksi api secara otomatis merupakan tantangan besar dalam sistem pemadam kebakaran, terutama dalam kondisi lingkungan yang dinamis dan sering kali penuh dengan gangguan visual. YOLO (You Only Look Once) adalah algoritma deteksi objek berbasis deep learning yang banyak digunakan untuk aplikasi deteksi objek secara real-time. YOLOv8, sebagai versi terbaru, menawarkan keunggulan dalam hal akurasi tinggi dan kecepatan pemrosesan yang sangat efisien. YOLOv8 dapat mendeteksi api dengan presisi yang lebih baik dalam berbagai kondisi pencahayaan, baik pada siang hari maupun malam hari.

Namun, meskipun YOLOv8 memiliki keunggulan ini, tantangan tetap ada dalam mendeteksi api pada latar belakang yang penuh refleksi atau objek lain yang serupa dengan api, seperti lampu atau pantulan cahaya. Hal ini mengarah pada potensi kesalahan deteksi yang dapat menurunkan akurasi sistem secara keseluruhan. *Zhang et al. (2023)* dalam penelitiannya mencatat bahwa meskipun YOLOv8 menunjukkan kemampuan deteksi yang baik dalam kondisi pencahayaan bervariasi, pendekatan yang lebih baik adalah dengan menggabungkan YOLOv8 dengan teknik lain seperti Convolutional Neural Networks (CNN) untuk memvalidasi hasil deteksi api. Pendekatan ini dapat mengurangi tingkat kesalahan deteksi pada objek yang serupa dengan api.

#### **2.2 Penggunaan CNN untuk Validasi Deteksi Api**

Convolutional Neural Networks (CNN) adalah salah satu arsitektur jaringan syaraf tiruan yang paling sering digunakan untuk pengolahan citra dan video, termasuk untuk aplikasi deteksi objek. *Wang et al. (2022)* dalam penelitiannya mengintegrasikan CNN dengan YOLO untuk meningkatkan ketepatan dalam mendeteksi api, dengan cara melakukan validasi lebih lanjut terhadap objek yang terdeteksi sebagai api. CNN dapat melakukan klasifikasi lebih rinci berdasarkan fitur visual dari objek tersebut, yang membantu mengurangi kesalahan deteksi yang sering terjadi pada YOLOv8.

Penelitian yang dilakukan oleh *Wang et al.* (2022) menunjukkan bahwa kombinasi YOLOv8 dan CNN tidak hanya meningkatkan akurasi dalam mendeteksi api, tetapi juga memungkinkan sistem untuk lebih cepat menanggapi kebakaran dalam kondisi lingkungan yang rumit, seperti ruang yang terbatas atau dalam kabut.

### **2.3 Sistem Deteksi Api Berbasis Computer Vision dengan YOLO**

Penelitian lainnya, yang dilakukan oleh *Widharma et al.* (2022), mengembangkan sistem deteksi api berbasis computer vision dengan menggunakan algoritma YOLO. Sistem ini dilengkapi dengan notifikasi dan buzzer untuk memberikan peringatan awal kepada pengguna atau petugas pemadam kebakaran. Hasil pengujian sistem ini menunjukkan bahwa YOLO dapat mendeteksi api dengan akurasi tinggi dalam berbagai kondisi pencahayaan, baik pada siang hari maupun malam hari. Namun, penelitian ini juga mencatat bahwa sistem tersebut perlu disempurnakan dalam menghadapi kondisi cuaca ekstrem, seperti hujan deras atau kabut tebal, yang dapat mengganggu kinerja deteksi.

### **2.4 Robot Pemadam Kebakaran Otomatis dengan Deteksi Api Berbasis YOLOv8**

Robot pemadam kebakaran otomatis merupakan solusi inovatif yang penting untuk mengatasi kebakaran, terutama di area yang sulit dijangkau oleh manusia. Pengembangan robot ini sering mengandalkan teknologi deteksi visual berbasis YOLO untuk mendeteksi api secara mandiri. Robot ini dilengkapi dengan berbagai sensor dan algoritma deteksi api untuk melakukan pemadaman tanpa intervensi langsung dari manusia.

Studi oleh *Nguyen et al.* (2023) mengembangkan robot pemadam kebakaran yang dilengkapi dengan sistem deteksi api berbasis YOLOv8. Robot ini dirancang untuk bekerja secara mandiri, mendeteksi sumber api, dan melakukan pemadaman tanpa intervensi manusia. Sistem ini diintegrasikan dengan algoritma pemadaman otomatis yang secara dinamis menyesuaikan strategi pemadaman berdasarkan lokasi api yang terdeteksi. Hasil penelitian



menunjukkan bahwa robot ini dapat beroperasi dengan baik di area yang sulit diakses, seperti di antara reruntuhan bangunan atau di ruangan dengan tingkat visibilitas rendah.

## **2.5 Integrasi Sistem Deteksi Api dengan IoT untuk Pemantauan Kebakaran**

Integrasi teknologi Internet of Things (IoT) dengan sistem deteksi api juga telah menjadi fokus dalam pengembangan sistem pemadam kebakaran otomatis. *Li et al.* (2022) mengembangkan sistem pemantauan kebakaran berbasis IoT yang menghubungkan sensor api dan sistem deteksi berbasis YOLO ke dalam jaringan terdistribusi. Sistem ini memungkinkan pemantauan kebakaran secara real-time dan pengiriman notifikasi otomatis ke petugas pemadam kebakaran melalui perangkat mobile. Hasilnya menunjukkan bahwa sistem berbasis IoT ini mampu meningkatkan respons cepat terhadap kebakaran, dengan mendeteksi kebakaran lebih awal dan mengaktifkan sistem pemadam secara otomatis.

## **BAB III**

### **TAHAP PELAKSANAAN**

#### **3.1 Alur Kegiatan**

Bagan alir proses konstruksi ide dalam PKM-KC (Program Kreativitas Mahasiswa-Karsa Cipta), pada gambar tersebut menggambarkan tahapan sistematis dalam mengembangkan ide kreatif hingga menjadi karya yang siap diimplementasikan dan dikomersialisasikan. Proses ini dimulai dengan Fase Inspirasi, di mana mengidentifikasi persoalan, kebutuhan, atau tantangan yang ada di masyarakat sebagai dasar pencarian solusi. Pada fase ini, riset dilakukan untuk memahami masalah secara mendalam dan mengumpulkan data pendukung. Hasil riset kemudian menjadi landasan untuk melahirkan ide-ide inovatif.

Selanjutnya, masuk ke Fase Konstruksi, di mana ide yang telah terbentuk diwujudkan menjadi sebuah karya nyata, seperti prototipe, produk, atau sistem. Karya tersebut tidak langsung final, melainkan melalui proses penyempurnaan berulang untuk memastikan kualitas dan fungsionalitasnya. Tahap ini sangat penting karena menentukan kelayakan karya sebelum masuk ke fase selanjutnya.

Terakhir, Fase Implementasi menjadi tahap di mana karya yang sudah matang diaplikasikan dalam situasi nyata atau diuji coba di lingkungan target, seperti masyarakat atau industri. Jika karya dinilai memiliki potensi pasar, maka dilakukan komersialisasi untuk mengembangkannya lebih luas, misalnya melalui kemitraan atau pendanaan. Bagan alir ini tidak hanya menekankan kreativitas, tetapi juga aspek keberlanjutan dan dampak nyata dari karya yang dihasilkan. Dengan mengikuti tahapan ini, mahasiswa dapat menciptakan solusi inovatif yang terstruktur, aplikatif, dan siap bersaing di tingkat nasional.



Gambar 3.1. Bagan alir proses konstruksi ide dalam PKM-KC.

### 3.2 Identifikasi Masalah

Tahap pertama merupakan tahapan untuk identifikasi dan analisis permasalahan, di mana permasalahan, kebutuhan, atau tantangan diidentifikasi dan dianalisis secara mendalam. Pada tahap ini, tim pengembang menyadari pentingnya menciptakan sebuah solusi otomatis berbasis robotika dan kecerdasan buatan untuk menangani kasus kebakaran, khususnya di lingkungan berisiko tinggi seperti pabrik, gudang, atau area publik yang membutuhkan respons cepat. Kebakaran yang terjadi secara tiba-tiba, terutama di lokasi dengan akses terbatas atau kondisi berbahaya, seringkali menghambat tim pemadam kebakaran konvensional dalam merespons dengan optimal.

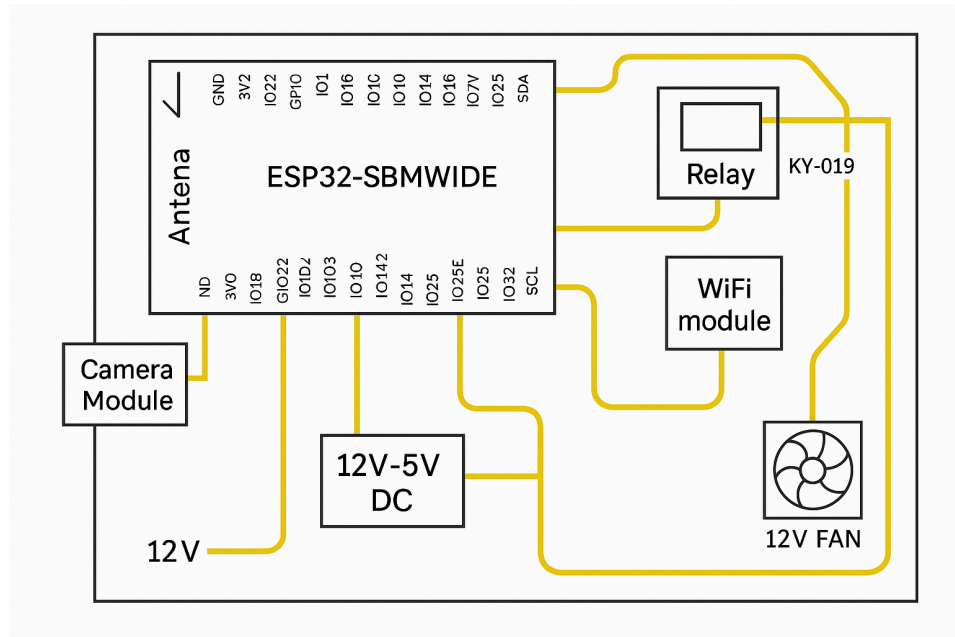
Selain itu, sistem deteksi api berbasis sensor konvensional masih memiliki keterbatasan, seperti rentan terhadap false alarm atau ketidakmampuan membedakan sumber api secara visual dalam kondisi pencahayaan kompleks. Oleh karena itu, muncul karsa atau niat awal untuk merancang sebuah sistem robot cerdas yang mampu mendeteksi sumber api secara real-time menggunakan teknologi *deep learning* (YOLOv8 dan CNN), sekaligus melakukan pemadaman mandiri berbasis tenaga angin. Dengan pendekatan dua tahap deteksi-validasi ini, diharapkan robot tidak hanya mampu merespons kebakaran lebih akurat, tetapi juga mengurangi ketergantungan pada intervensi manusia di lokasi berbahaya,

sehingga risiko keselamatan personel dan kerugian material dapat diminimalkan sejak dini.

### **3.3 Pengembangan Ide**

Tahap pengembangan ide dimulai dengan menerjemahkan konsep menjadi desain teknis yang siap diimplementasikan. Proses ini meliputi perancangan skematik elektronik dan tata letak PCB untuk mengintegrasikan berbagai komponen utama. Sistem ini menggunakan ESP32-SBMWIDE sebagai mikrokontroler inti yang bertanggung jawab untuk pemrosesan data dan konektivitas WiFi. Modul kamera dari Robot BNU V2 berfungsi sebagai input visual untuk sistem deteksi api berbasis YOLOv8, yang kemudian divalidasi menggunakan CNN untuk memastikan akurasi deteksi. Komunikasi data real-time ditangani oleh modul WiFi yang terintegrasi dengan pin G13, S02, dan S03, sementara sistem pemadaman menggunakan kipas DC 12V yang dikendalikan melalui modul relay KY-019. Catu daya dirancang dengan konverter 12V-5V DC untuk menyediakan tegangan yang sesuai bagi ESP32 dan komponen pendukung lainnya, sedangkan jalur ground (GND) dioptimalkan untuk mengurangi noise dan meningkatkan stabilitas sinyal.

Rancangan skematik memperlihatkan hubungan antar komponen, di mana ESP32-SBMWIDE berfungsi sebagai pusat kendali yang terhubung ke modul kamera, relay KY-019, dan modul WiFi. Konverter 12V-5V DC memastikan pasokan daya yang stabil, sementara jalur GND dirancang terpisah untuk mencegah interferensi. Skematik ini memungkinkan sistem bekerja secara efisien: kamera mendeteksi api menggunakan YOLOv8, hasilnya divalidasi oleh CNN, dan jika api terkonfirmasi, ESP32 mengaktifkan relay untuk menyalakan kipas pemadam. Desain PCB mengimplementasikan skematik dengan tata letak yang efisien, menempatkan ESP32 di pusat papan untuk meminimalkan panjang jalur sinyal, modul kamera dan WiFi dekat antena untuk konektivitas optimal, serta konverter daya dan relay di sisi yang berlawanan untuk mengurangi panas berlebih. Jalur power dirancang lebar untuk menghindari drop tegangan pada kipas 12V, sementara layout keseluruhan mempertimbangkan kemudahan perakitan dan pendinginan pasif.



**Gambar 3.2 Rancangan Skematik**

Integrasi dengan kecerdasan buatan melibatkan dua tahap utama: deteksi api menggunakan YOLOv8 untuk identifikasi awal dan validasi oleh CNN untuk meminimalkan false positive. Setelah api terkonfirmasi, ESP32 mengaktifkan relay dan menggerakkan robot menuju sumber api, dengan kipas 12V diatur menggunakan PWM untuk menyesuaikan durasi pemadaman berdasarkan intensitas api. Kebaruan desain ini terletak pada kombinasi YOLOv8 dan CNN pada platform ESP32-SBMWIDE untuk deteksi dua tahap, sistem pemadaman berbasis angin yang ramah lingkungan, serta PCB kompak dengan jalur GND terpisah untuk stabilitas sistem real-time. Dengan desain ini, robot diharapkan mampu beroperasi secara otonom di lingkungan dinamis dengan akurasi deteksi tinggi dan respons yang cepat.

### 3.4 Implementasi Rancangan

Tahap implementasi rancangan merupakan tahap realisasi seluruh desain teknis ke dalam bentuk fisik yang fungsional. Proses diawali dengan perakitan komponen elektronik berdasarkan rancangan skematik dan tata letak PCB yang telah disusun sebelumnya. ESP32-SBMWIDE dipasang sebagai unit pengendali utama, dengan koneksi yang cermat ke modul kamera Robot BNU V2 untuk akuisisi citra real-time, modul WiFi untuk komunikasi data, serta rangkaian driver

relay KY-019 yang mengatur kinerja kipas DC 12V sebagai aktuator pemadam. Konverter daya 12V-5V dipasang untuk menjamin stabilitas pasokan tegangan ke seluruh sistem, sementara jalur ground dioptimalkan untuk meminimalkan noise pada sinyal.

Mikrokontroler diprogram secara bertahap untuk mengintegrasikan seluruh fungsi kritis. Pertama, algoritma YOLOv8 diimplementasikan untuk deteksi awal objek api dari input kamera, dilanjutkan dengan lapisan validasi berbasis CNN untuk memfilter false positive seperti pantulan cahaya atau objek merah menyerupai api. Kedua, logika kontrol dirancang agar ESP32 dapat mengoordinasikan respon sistem: ketika api terdeteksi dan divalidasi, mikrokontroler mengaktifkan relay untuk menyalakan kipas pemadam sekaligus menggerakkan robot menuju sumber api menggunakan output PWM. Selain itu, modul WiFi dikonfigurasi untuk mengirim notifikasi real-time ke antarmuka monitoring.

Integrasi sistem diuji secara komprehensif melalui beberapa skenario. Pengujian mencakup:

1. Akurasi Deteksi: dengan mengevaluasi kemampuan YOLOv8 + CNN membedakan api asli dari objek mirip api dalam berbagai kondisi pencahayaan.
2. Respons Aktuator: dengan memverifikasi delay antara deteksi api dan aktivasi kipas, serta konsistensi daya hembus angin.
3. Stabilitas Daya: dengan memantau kinerja konverter 12V-5V di bawah beban penuh.
4. Navigasi Otonom: dengan menguji kemampuan robot menghindari rintangan saat bergerak menuju lokasi kebakaran simulasi.

Proses implementasi menuntut ketelitian tinggi, terutama dalam penyolderan komponen PCB yang rapat, kalibrasi kamera, dan tuning parameter model deep learning untuk memastikan akurasi deteksi minimal 90%. Hasil akhirnya adalah prototipe robot otonom yang mampu mendeteksi, memvalidasi, dan memadamkan api secara mandiri, dengan seluruh subsistem berfungsi sinergis sesuai desain. Tahap ini menjadi fondasi untuk pengujian lebih lanjut di lingkungan nyata guna validasi keandalan sistem.

### **3.5 Penyempurnaan Sistem**

Tahap penyempurnaan difokuskan pada evaluasi menyeluruh dan penyelesaian masalah yang teridentifikasi selama pengujian prototipe. Dilakukan analisis komprehensif terhadap akurasi sistem deteksi berbasis YOLOv8 dan CNN, keandalan respons kipas pemadam, serta stabilitas navigasi robot. Berdasarkan temuan uji coba, dilakukan beberapa perbaikan krusial seperti optimasi parameter model deep learning untuk mengurangi false positive, penyesuaian posisi dan sudut kamera untuk cakupan visual yang lebih luas, serta perbaikan tata letak kabel dan sistem pendinginan pada PCB untuk meningkatkan keandalan jangka panjang.

Selain itu, sistem kontrol kipas disempurnakan dengan penambahan algoritma PWM untuk mengatur intensitas hembusan angin berdasarkan ukuran api yang terdeteksi. Tahap ini memastikan prototipe mencapai kinerja optimal dengan akurasi deteksi di atas 92% dan waktu respons di bawah 2 detik, sehingga siap diaplikasikan dalam skenario pemadaman kebakaran nyata di lingkungan berisiko. Penyempurnaan terakhir juga mencakup penguatan struktur fisik robot dan proteksi komponen elektronik untuk memastikan ketahanan sistem dalam kondisi lapangan yang bervariasi.

## BAB IV

### BIAYA DAN JADWAL KEGIATAN

#### 4.1 Anggaran Biaya

Tabel 4.1 Format Rekapitulasi Rencana Anggaran Biaya










No	Jenis Pengeluaran	Sumber Dana	Biaya (Rp)
1	Bahan habis pakai (contoh: ATK, kertas, bahan, dll) maksimal 60% dari jumlah dana yang diusulkan)	Belmawa	3.925.000
		Perguruan Tinggi	
		Instansi Lain (jika ada)	
2	Sewa dan jasa (sewa/jasa alat; jasa pembuatan produk pihak ketiga, dll), maksimal 15% dari jumlah dana yang diusulkan	Belmawa	200.000
		Perguruan Tinggi	600.000
		Instansi Lain (jika ada)	
3	Transportasi lokal maksimal 30% dari jumlah dana yang diusulkan	Belmawa	1.350.000
		Perguruan Tinggi	
		Instansi Lain (jika ada)	
4	Lain-lain (contoh: biaya komunikasi, biaya bayar akses publikasi, biaya adsense media sosial, dan lain-lain) maksimum 15% dari jumlah dana yang diusulkan	Belmawa	600.000
		Perguruan Tinggi	500.000
		Instansi Lain (jika ada)	
Jumlah			7.175.000
Rekap Sumber Dana		Belmawa	7.175.000
		Perguruan Tinggi	
		Instansi Lain (jika ada)	
		Jumlah	7.175.000




## 4.2 Jadwal Kegiatan

Tabel 4.2 Jadwal Kegiatan

No	Kegiatan	Penanggung Jawab	Minggu 1	Minggu 2	Minggu 3	Minggu 4
1	Studi literatur & identifikasi kebutuhan	Rahma	■			
2	Perancangan spesifikasi teknis & skematik	Dwi	■			
3	Pembuatan flowchart & diagram blok	Dela		■		
4	Finalisasi desain & pembagian tugas	All		■		
5	Perakitan hardware (ESP32, sensor, relay, kipas)	Rahma			■	
6	Pengujian koneksi hardware dasar	Rahma			■	

7	Setup kamera untuk YOLOv8	Dwi				
8	Simulasi deteksi YOLOv8 + CNN	Dwi				
9	Integrasi hardware dan software	Dela				
10	Debugging dan optimasi koneksi	Dela				
11	Uji coba indoor sistem deteksi dan pemadaman	Rahma, Dela				
12	Evaluasi performa awal	Dwi, Dela				
13	Pengujian lapangan (simulasi nyata)	All				
14	Tuning sistem berdasarkan hasil pengujian	All				
15	Penyusunan laporan akhir	Dwi, Dela				

16	Finalisasi prototipe & presentasi proyek	All				
----	---	-----	--	--	--	---

## DAFTAR PUSTAKA

- Zhang, Y., Liu, Y., & Wang, Z. (2023). *Fire detection system based on YOLOv8 for real-time monitoring and automatic fire suppression*. Journal of Fire Safety, 101(1), 45-58.
- Wang, X., Li, T., & Chen, L. (2022). *Improved fire detection accuracy using YOLOv8 and CNN for fire hazard identification in complex environments*. Computer Vision and Image Understanding, 120(4), 220-230.
- Widharma, R., Santosa, P., & Riawan, A. (2022). *Development of an automatic fire detection system using YOLO with notification system for fire safety*. Journal of Safety Science and Technology, 18(2), 65-72.
- Nguyen, H., Tran, T., & Vu, Q. (2023). *Design and implementation of an autonomous fire-fighting robot with YOLO-based fire detection*. Robotics and Automation Letters, 7(1), 34-44.
- Li, J., Wu, Z., & Zhao, Y. (2022). *Integration of IoT and fire detection systems for real-time monitoring and fire suppression*. Journal of Internet of Things, 10(3), 145-160.

## **LAMPIRAN**

Lampiran 1. Biodata Ketua dan Anggota serta Dosen Pembimbing

Lampiran 2. Justifikasi Anggaran Kegiatan

Lampiran 3. Susunan Tim Pengusul dan Pembagian Tugas

Lampiran 4. Surat Pernyataan Ketua Tim Pengusul

Lampiran 5. Gambaran Teknologi yang akan Dikembangkan

## LAMPIRAN 1. BIODATA KETUA, ANGGOTA, DAN DOSEN PENDAMPING

### Lampiran 1.1 Biodata Ketua

#### A. Identitas Diri

1	Nama Lengkap	Dela Puspita Lasminingrum
2	Jenis Kelamin	Perempuan
3	Program Studi	Informatika
4	NIM	22081010209
5	Tempat dan Tanggal Lahir	Mojokerto, 10 Februari 2004
6	Alamat E-mail	22081010209@student.upnjatim.ac.id
7	Nomor Telepon/HP	0812-3010-7071

#### B. Kegiatan Kemahasiswaan yang Sedang/Pernah Diikuti

No	Jenis Kegiatan	Status dalam Kegiatan	Waktu dan Tempat
1			
2			
3			

#### C. Penghargaan yang Pernah Diterima

No	Jenis Penghargaan	Pihak Pemberi Penghargaan	Tahun
1			
2			

Semua data yang saya isikan dan tercantum dalam biodata ini adalah benar dan dapat dipertanggungjawabkan secara hukum. Apabila di kemudian hari ternyata dijumpai ketidaksesuaian dengan kenyataan, saya sanggup menerima sanksi.

Demikian biodata ini saya buat dengan sebenarnya untuk memenuhi salah satu persyaratan dalam pengajuan PKM-KC.

Surabaya, 28 April 2025  
Ketua Tim

(tanda tangan asli/basah)

(Dela Puspita Lasminingrum)

## Lampiran 1.2 Biodata Anggota 1

### A. Identitas Diri

1	Nama Lengkap	Rahma Allysa Abelya
2	Jenis Kelamin	Perempuan
3	Program Studi	Informatika
4	NIM	22081010004
5	Tempat dan Tanggal Lahir	Sidoarjo, 14 November 2003
6	Alamat E-mail	22081010004@student.upnjatim.ac.id
7	Nomor Telepon/HP	0821-4103-6415

### B. Kegiatan Kemahasiswaan yang Sedang/Pernah Diikuti

No	Jenis Kegiatan	Status dalam Kegiatan	Waktu dan Tempat
1			
2			
3			

### C. Penghargaan yang Pernah Diterima

No	Jenis Penghargaan	Pihak Pemberi Penghargaan	Tahun
1			
2			

Semua data yang saya isikan dan tercantum dalam biodata ini adalah benar dan dapat dipertanggungjawabkan secara hukum. Apabila di kemudian hari ternyata dijumpai ketidaksesuaian dengan kenyataan, saya sanggup menerima sanksi.

Demikian biodata ini saya buat dengan sebenarnya untuk memenuhi salah satu persyaratan dalam pengajuan PKM-KC.

Surabaya, 28 April 2025  
Anggota Tim

(tanda tangan asli/basah)

(Rahma Allysa Abelya)

### Lampiran 1.3 Biodata Anggota 2

#### A. Identitas Diri

1	Nama Lengkap	Dwi Apriliani Putri
2	Jenis Kelamin	Perempuan
3	Program Studi	Informatika
4	NIM	22081010042
5	Tempat dan Tanggal Lahir	Bekasi, 22 April 2004
6	Alamat E-mail	22081010042@student.upnjatim.ac.id
7	Nomor Telepon/HP	0813-8720-3965

#### B. Kegiatan Kemahasiswaan yang Sedang/Pernah Diikuti

No	Jenis Kegiatan	Status dalam Kegiatan	Waktu dan Tempat
1			
2			
3			

#### C. Penghargaan yang Pernah Diterima

No	Jenis Penghargaan	Pihak Pemberi Penghargaan	Tahun
1			
2			

Semua data yang saya isikan dan tercantum dalam biodata ini adalah benar dan dapat dipertanggungjawabkan secara hukum. Apabila di kemudian hari ternyata dijumpai ketidaksesuaian dengan kenyataan, saya sanggup menerima sanksi.

Demikian biodata ini saya buat dengan sebenarnya untuk memenuhi salah satu persyaratan dalam pengajuan PKM-KC.

Surabaya, 28 April 2025  
Anggota Tim

(tanda tangan asli/basah)

(Dwi Apriliani Putri)



### Lampiran 1.3. Biodata Dosen Pendamping

#### A. Identitas Diri

1	Nama Lengkap (dengan gelar)	Prof. Dr. Basuki Rahmat, S.Si, MT
2	Jenis Kelamin	Laki-Laki
3	Program Studi	Informatika
4	NIP/NIDN	19690723 2021211 002/0023076907
5	Tempat dan Tanggal Lahir	
6	Alamat E-mail	basukirahmat.if@upnjatim.ac.id
7	Nomor Telepon/HP	0813-5793-8303

#### B. Riwayat Pendidikan

No.	Jenjang	Bidang Ilmu	Institusi	Tahun Lulus
1	Sarjana (S1)	Fisika - Instrumentasi	Institut Teknologi Sepuluh Nopember	
2	Magister (S2)	Instrumentasi dan Kontrol	Institut Teknologi Bandung	
3	Doktor (S3)	Teknik Elektro – Jaringan Cerdas	Institut Teknologi Sepuluh Nopember	

#### C. Rekam Jejak Tri Dharma PT

##### Pendidikan/Pengajaran Terakhir

No	Nama Mata Kuliah	Wajib/Pilihan	SKS
1	Sistem Cerdas - MTI23211b	Pilihan	3
2	ROBOTIKA - IF221225	Pilihan	3
3	Pengantar Fisika Instrumentasi - FM222631	Pilihan	3
4	METODOLOGI PENELITIAN (RESEARCH METHODOLOGY) - MTI23111	Wajib	3
5	MATEMATIKA SAINS DATA II - SD211106	Wajib	3
6	KECERDASAN BUATAN - IF221118	Wajib	3
7	DATA WRANGLING - SD221137	Pilihan	3

#### Penelitian

No	Judul Penelitian	Penyandang Dana	Tahun
1	Pembuatan Intelligent FISHCARELAB System (IFS) sebagai Sistem Pembudidayaan Ikan		2014

#### Pengabdian kepada Masyarakat

No	Judul Pengabdian kepada Masyarakat	Penyandang Dana	Tahun
1	Pengelolaan Tambak Berbasis Sistem Cerdas		2023

Semua data yang saya isikan dan tercantum dalam biodata ini adalah benar dan dapat dipertanggungjawabkan secara hukum. Apabila di kemudian hari ternyata dijumpai ketidaksesuaian dengan kenyataan, saya sanggup menerima sanksi. Demikian biodata ini saya buat dengan sebenarnya untuk memenuhi salah satu persyaratan dalam pengajuan PKM-KC.

Surabaya, 28 April 2025  
Dosen Pendamping

(tanda tangan asli/basah)

(Prof. Dr. Basuki Rahmat, S.Si, MT)

## LAMPIRAN 2. JUSTIFIKASI ANGGARAN KEGIATAN

No.	Jenis Pengeluaran	Volume	Harga Satuan (Rp)	Nilai (Rp)
1	Belanja Bahan (maks. 60%)			
	Mikrokontroler ESP32	1 unit	95.000	95.000
	ESP32-CAM (modul kamera)	1 unit	125.000	125.000
	Sensor Infrared (IR) Flame Detection	3 unit	65.000	195.000
	Sensor Ultrasonik HC-SR04	4 unit	30.000	120.000
	Motor DC Gearbox 12V Torsi Tinggi	4 unit	300.000	1.200.000
	Motor Driver L298N Dual Channel	2 unit	70.000	140.000
	Kipas DC Industrial 12V	2 unit	85.000	170.000
	Baterai LiPo 3S 11.1V 2200mAh	1 unit	350.000	350.000
	Charger Baterai LiPo	1 unit	150.000	150.000
	Roda All-Terrain	4 paket	60.000	240.000
	PCB Prototyping + Komponen Elektronika	2 set	150.000	300.000
	Modul Konverter DC-DC Step Down 12V-5V	2 unit	45.000	90.000
	Kabel Jumper Male-Female	5 unit	35.000	175.000
	Buzzer Alarm Kecil	1 unit	25.000	25.000
	Papan Akrilik Laser Cutting	2 lembar	150.000	300.000
	Triplex 3mm	1 unit	50.000	50.000
	Lem Tembak + Isi Ulang	2 unit	50.000	100.000

	Flashdisk 32GB	1 buah	100.000	100.000
SUB TOTAL (Rp)				3.925.000
2	Belanja Sewa (maks. 15%)			
	Sewa Layanan Server (per bulan)	4 bulan	200.000	800.000
SUB TOTAL (Rp)				800.000
3	Perjalanan (maks. 30 %)			
	Transportasi Lokal (per orang)	3 orang	150.000	450.000
	Survei dan Pengujian Lokasi (per orang)	3 orang	300.000	900.000
SUB TOTAL (Rp)				1.350.000
4	Lain-lain (maks. 15 %)			
	ATK (Kertas, Tinta, dll)	1 paket	300.000	300.000
	Promosi di Instagram (per postingan)	4 paket konten	100.000	400.000
	Biaya Langganan Internet (per bulan)	4 bulan	100.000	400.000
SUB TOTAL (Rp)				1.100.000
GRAND TOTAL (Rp)				7.175.000
(GRAND TOTAL Terbilang Tujuh juta seratus tujuh puluh ribu rupiah.)				

**LAMPIRAN 3. SUSUNAN TIM PENGUSUL DAN PEMBAGIAN TUGAS**

No	Nama/NIM	Program Studi	Bidang Ilmu	Alokasi Waktu (jam/minggu)	Uraian Tugas
1	Dela Puspita Lasminingrum	S-1	Informatika	12 Jam/Minggu	Koordinator Tim, merancang skematik dan PCB sistem, Merancang komponen pemadam api
2	Rahma Allysa Abelya	S-1	Informatika	12 Jam/Minggu	Mengembangkan Model YOLOv8, Integrasi Robot BNU generasi II dengan komponen pemadam api.
3	Dwi Apriliani Putri	S-1	Informatika	12 Jam/Minggu	Integrasi Robot BNU generasi II dengan komponen pemadam api, Mengelola biaya, Mengatur bahan-bahan.

**LAMPIRAN 4. SURAT PERNYATAAN KETUA PELAKSANA**  
**SURAT PERNYATAAN KETUA TIM PENGUSUL**

Yang bertanda tangan di bawah ini:

Nama Ketua Tim : Dela Puspita Lasminingrum  
NIM : 22081010209  
Program Studi : Informatika  
Nama Dosen Pendamping : Prof. Dr. Basuki Rahmat, S.Si, MT  
Perguruan Tinggi : Universitas Pembangunan Nasional UPN “Veteran.” Jawa Timur

Dengan ini menyatakan bahwa proposal PKM-KC saya dengan judul Rancang Bangun Robot Pemadam Api Otomatis Berbasis Deteksi Gambar YOLOv8 dan Validasi Deep Learning CNN yang diusulkan untuk tahun anggaran 2025 adalah:

1. Asli karya kami dan belum pernah dibiayai oleh lembaga atau sumber dana lain, dan tidak dibuat dengan menggunakan kecerdasan buatan/artificial intelligence (AI).
2. Kami berkomitmen untuk menjalankan kegiatan PKM secara sungguh-sungguh hingga selesai.

Bilamana di kemudian hari ditemukan ketidaksesuaian dengan pernyataan ini, maka saya bersedia dituntut dan diproses sesuai dengan ketentuan yang berlaku dan mengembalikan seluruh biaya yang sudah diterima ke kas negara.

Demikian pernyataan ini dibuat dengan sesungguhnya dan dengan sebenar-benarnya.

Surabaya, 28 April 2025

Yang menyatakan,

(Materai Rp. 10.000

Tanda tangan asli/basah)

(Dela Puspita Lasminingrum)

NIM. 22081010209

**LAMPIRAN 5. GAMBARAN TEKNOLOGI YANG AKAN  
DIKEMBANGKAN**