# 

# PROPOSAL

**PEKAN KREATIVITAS MAHASISWA - KC**

**PEMBUATAN ROBOT CERDAS UNTUK DETEKSI OBJEK BERBASIS EFFICIENTDET D1**

****

Nama Kelompok :

1. Aprinia Salsabila Roiqoh (22081010166)
2. Chesa Saskia Rafika (22081010211)
3. Muhammad Mega Nugraha (22081010213)

**PROGRAM STUDI INFORMATIKA**

**FAKULTAS ILMU KOMPUTER**

**UNIVERSITAS PEMBANGUNAN NASIONAL “VETERAN” JAWA TIMUR**

**2025**

# DAFTAR ISI

[**DAFTAR ISI 1**](#_heading=h.9wxx5y6qbeqr)

[**BAB 1. PENDAHULUAN 1**](#_heading=h.qnxupsxeink3)

[1.1. Latar Belakang 1](#_heading=h.a0vbkdgr5bv4)

[1.2. Rumusan Masalah 2](#_heading=h.q9csn6bbnmmm)

[1.3. Solusi 2](#_heading=h.1vcxjmdtrvfy)

[1.4. Manfaat Pengembangan 3](#_heading=h.tg7dgjs4sf0p)

[1.5. Kebaruan Ilmiah 3](#_heading=h.qhiv455imt91)

[1.6. Target Fungsional dan Justifikasi Ilmiah 4](#_heading=h.i5anqojqigos)

[1.7. Keluaran yang Ditargetkan 4](#_heading=h.tyyewal9okt5)

[**BAB 2. TINJAUAN PUSTAKA 6**](#_heading=h.ipn7d5wi4j8g)

[2.1 Deteksi Objek dalam Computer Vision 6](#_heading=h.rvnhhew14yo)

[2.2 Real-time Object Detection 6](#_heading=h.czlyb3n4980e)

[2.3 EfficientDet 7](#_heading=h.gycclc4p93mu)

[2.3.1 EfficientNet sebagai Backbone 7](#_heading=h.kf37kb6t504w)

[2.3.2 BiFPN (Bidirectional Feature Pyramid Network) 7](#_heading=h.qj2t6qkrg3ml)

[2.3.3 Compound Scaling 7](#_heading=h.ywa6vjbfqs04)

[2.4 Dataset untuk Deteksi Objek 7](#_heading=h.fu1pl68muv28)

[2.5 Evaluasi Performa Model Deteksi Objek 8](#_heading=h.587p3le1n8dk)

[2.6 Optimalisasi Model untuk Perangkat dengan Keterbatasan Sumber Daya 8](#_heading=h.314r3hba3bjc)

[2.7 Penelitian Terkait Implementasi EfficientDet 9](#_heading=h.h3uupt3fu661)

[**BAB 3. TAHAP PELAKSANAAN 10**](#_heading=h.u3b9h7vz471e)

[3.1. Alur Kegiatan 10](#_heading=h.otc6727nlcdz)

[3.2. Fase Inspirasi 10](#_heading=h.lr36q85sp9jb)

[3.3. Fase Konstruksi 10](#_heading=h.dtuod6g3oeqp)

[3.4. Fase Implementasi 11](#_heading=h.hj2li2zvy0c)

[3.5. Fase Penyempurnaan Karya 11](#_heading=h.offbka9r1hxp)

# BAB 1. PENDAHULUAN

## Latar Belakang

Deteksi objek dalam gambar dan video telah menjadi salah satu area penting dalam perkembangan teknologi visi komputer, dengan berbagai aplikasi yang terus berkembang, mulai dari pengawasan, kendaraan otonom, hingga analisis citra medis. Tujuan utama dari deteksi objek adalah untuk mengenali dan mengklasifikasikan objek dalam citra secara akurat. Namun, dalam banyak aplikasi dunia nyata, terutama yang melibatkan interaksi waktu nyata (real-time), tantangan besar yang dihadapi adalah bagaimana melakukan deteksi objek dengan akurasi tinggi dan kecepatan yang cukup untuk memberikan respons yang cepat.

Penerapan model deteksi objek dalam konteks real-time sangat penting, terutama pada perangkat dengan keterbatasan sumber daya komputasi, seperti smartphone, drone, atau sistem tertanam. Proses deteksi objek yang efisien dan cepat diperlukan agar aplikasi-aplikasi ini dapat berfungsi dengan baik dalam skenario dunia nyata. Untuk itu, pengembangan model deteksi objek yang mampu mencapai keseimbangan antara akurasi dan efisiensi komputasi sangat dibutuhkan.

EfficientDet, sebagai salah satu model deteksi objek terbaru yang dirancang untuk efisiensi, menawarkan solusi yang sangat menjanjikan untuk kebutuhan ini. Dibandingkan dengan model deteksi objek tradisional yang membutuhkan daya komputasi yang besar, EfficientDet dirancang dengan tujuan untuk mengoptimalkan penggunaan sumber daya tanpa mengurangi akurasi deteksi. Menggunakan teknik-teknik inovatif seperti penggunaan backbone yang efisien (EfficientNet) dan pengolahan fitur melalui BiFPN (Bidirectional Feature Pyramid Networks), EfficientDet mampu memberikan hasil deteksi objek yang akurat dan cepat.

Namun, meskipun model ini sudah terbukti efektif dalam banyak skenario, tantangan utama yang sering dihadapi adalah penerapan dalam deteksi objek secara real-time. Banyak penelitian sebelumnya berfokus pada penggunaan dataset standar dan pengujian model pada data yang tidak sepenuhnya mencerminkan kondisi nyata. Oleh karena itu, diperlukan pendekatan yang lebih praktis, seperti pengujian model pada input langsung dari kamera atau live feed, agar dapat mengetahui kinerja model dalam situasi yang lebih dinamis dan mendekati penggunaan sehari-hari.

Dengan demikian, penerapan EfficientDet untuk deteksi objek secara real-time, disertai dengan penyesuaian dataset yang lebih relevan dan beragam, menjadi topik penelitian yang sangat menarik. Pendekatan ini tidak hanya menguji -kemampuan model dalam mendeteksi objek dengan akurasi tinggi, tetapi juga dalam memberikan respons yang cepat dan efisien. Penelitian ini bertujuan untuk menggali potensi model EfficientDet dalam aplikasi deteksi objek dunia nyata yang membutuhkan waktu pemrosesan cepat dan kinerja optimal, serta memberikan kontribusi dalam bentuk dokumentasi teknis yang lebih mendalam dan praktis tentang penerapan model ini dalam skenario real-time.

## Rumusan Masalah

Perkembangan teknologi visi komputer menuntut hadirnya model deteksi objek yang tidak hanya akurat tetapi juga efisien dan mampu bekerja dalam waktu nyata. EfficientDet sebagai salah satu model terbaru menawarkan keseimbangan antara akurasi tinggi dan efisiensi komputasi. Berdasarkan hal tersebut, rumusan masalah dalam penelitian ini adalah:

1. Bagaimana performa model EfficientDet dalam melakukan deteksi objek secara realtime pada perangkat dengan keterbatasan sumber daya komputasi.
2. Bagaimana pengaruh penyesuaian dataset terhadap performa model EfficientDet dalam mendeteksi objek pada kondisi nyata.
3. Sejauh mana EfficientDet mampu menyeimbangkan antara kebutuhan akurasi tinggi dan efisiensi komputasi dalam lingkungan dengan sumber daya terbatas.
4. Bagaimana efektivitas strategi pelatihan model dalam meningkatkan kinerja deteksi pada berbagai variasi objek.
5. Seberapa optimal implementasi EfficientDet dalam skenario nyata yang memerlukan respons cepat dan akurasi tinggi

## Solusi

Solusi yang diusulkan dalam penelitian ini bertujuan untuk menjawab tantangan implementasi model deteksi objek dalam kondisi nyata, khususnya pada perangkat dengan keterbatasan sumber daya komputasi. Dalam konteks ini, diperlukan pendekatan yang tidak hanya mengutamakan akurasi deteksi, tetapi juga mempertimbangkan efisiensi pemrosesan agar model dapat digunakan secara optimal dalam waktu nyata. Untuk itu, beberapa langkah strategis dirancang untuk mengoptimalkan kinerja EfficientDet dalam berbagai skenario penggunaan.

1. Mengimplementasikan model EfficientDet dalam skenario real-time dengan memperhatikan efisiensi pemrosesan dan akurasi deteksi.
2. Melakukan penyesuaian dan pengayaan dataset agar lebih relevan dengan kondisi nyata, sehingga model dapat mengenali objek dengan lebih baik.
3. Melakukan evaluasi performa model berdasarkan kecepatan deteksi dan tingkat akurasi, guna memastikan bahwa EfficientDet dapat digunakan secara optimal pada perangkat dengan keterbatasan komputasi.
4. Menerapkan teknik optimalisasi model seperti quantization atau pruning untuk meningkatkan efisiensi tanpa mengorbankan akurasi secara signifikan
5. Membandingkan hasil performa EfficientDet dengan model lain yang memiliki tujuan serupa untuk memperoleh analisis yang lebih menyeluruh terhadap keunggulan dan kekurangannya.

## Manfaat Pengembangan

Pengembangan model deteksi objek real-time menggunakan EfficientDet memiliki sejumlah manfaat strategis, baik dari sisi akademis maupun praktis. Dari segi akademis, proyek ini memperluas pemahaman terkait penerapan model deep learning dalam lingkungan nyata yang memiliki keterbatasan sumber daya. Selain itu, penelitian ini memberikan kontribusi dalam bentuk dokumentasi teknis dan evaluasi performa yang dapat digunakan sebagai referensi dalam pengembangan sistem serupa di masa depan.

Dari sisi praktis, penerapan EfficientDet yang dioptimalkan untuk perangkat dengan keterbatasan komputasi dapat membuka peluang bagi pemanfaatan teknologi deteksi objek dalam berbagai aplikasi sehari-hari, seperti sistem keamanan cerdas, monitoring lalu lintas, dan pendampingan visual untuk penyandang disabilitas. Selain itu, pengayaan dataset dengan data dunia nyata akan meningkatkan kapabilitas model dalam mengenali objek secara lebih akurat dalam kondisi pencahayaan dan latar belakang yang bervariasi.

## Kebaruan Ilmiah

Penelitian ini menghadirkan kebaruan melalui penerapan model *EfficientDet* untuk deteksi objek secara **realtime**, disertai dengan penambahan dan pengayaan dataset guna meningkatkan relevansi dan variasi data dalam proses pelatihan. Meskipun EfficientDet merupakan model yang telah tersedia secara umum, penelitian ini memberikan kontribusi ilmiah dari sisi **implementasi praktis** dan **penyesuaian dataset** agar lebih representatif terhadap kondisi lapangan atau penggunaan umum.

Berbeda dari pendekatan sebelumnya yang umumnya menggunakan dataset standar tanpa modifikasi, penelitian ini:

1. Menambahkan data latih baru yang lebih beragam dan relevan terhadap skenario deteksi umum.
2. Menganalisis performa EfficientDet dalam konteks realtime menggunakan input langsung dari kamera (live feed).
3. Menyediakan dokumentasi lengkap tentang penerapan EfficientDet untuk skenario aplikasi nyata, yang masih jarang dibahas secara teknis dan sistematis.

Dengan demikian, kebaruan ilmiah tidak terletak pada perubahan struktur model, tetapi pada **pendekatan praktis, penambahan data, dan evaluasi realtime**, yang bersama-sama memberikan nilai tambah terhadap pemanfaatan EfficientDet di dunia nyata.

## Target Fungsional dan Justifikasi Ilmiah

Penelitian ini bertujuan untuk menghasilkan implementasi model EfficientDet yang dapat melakukan deteksi objek secara *real-time* dengan tingkat akurasi mencapai 80%. Selain itu, kecepatan pemrosesan juga dapat diperbesar hingga 25 FPS pada perangkat dengan keterbatasan komputasi. Selain itu, target lainnya adalah mengembangkan dataset khusus yang merepresentasikan kondisi nyata untuk meningkatkan generalisasi model, serta mendokumentasikan proses pengujian dan hasil evaluasi dalam bentuk laporan teknis yang dapat menjadi acuan pengembangan aplikasi serupa di masa mendatang.

EfficientDet merupakan salah satu model deteksi objek terbaru yang dirancang untuk memberikan keseimbangan antara akurasi tinggi dan efisiensi komputasi. Model ini menggabungkan backbone EfficientNet yang ringan dengan BiFPN (Bidirectional Feature Pyramid Network) untuk meningkatkan pemrosesan fitur secara efisien. Berdasarkan penelitian sebelumnya (Tan et al., 2020), EfficientDet menunjukkan performa unggul dalam benchmark COCO dengan parameter yang lebih sedikit dibandingkan model lain seperti YOLO atau RetinaNet. Namun, sebagian besar studi masih terbatas pada pengujian di lingkungan laboratorium atau dataset standar. Oleh karena itu, pengujian langsung pada input kamera dengan kondisi nyata sangat dibutuhkan untuk menguji ketahanan model terhadap variabilitas lingkungan, pencahayaan, dan posisi objek. Justifikasi ilmiah ini memperkuat pentingnya penelitian yang mengkaji kemampuan EfficientDet dalam situasi dunia nyata, serta efektivitasnya dalam menghemat sumber daya tanpa mengorbankan akurasi.

## Keluaran yang Ditargetkan

Penelitian ini menargetkan beberapa keluaran utama yang dapat memberikan kontribusi signifikan dalam bidang deteksi objek real-time. Pertama, dihasilkan implementasi teknis model EfficientDet yang mampu melakukan deteksi objek secara real-time dengan tingkat akurasi mencapai di atas …… dan waktu pemrosesan kurang dari ……..pada perangkat dengan keterbatasan sumber daya komputasi. Kedua, penelitian ini akan menghasilkan dataset yang telah disesuaikan dan diperkaya, yang lebih representatif terhadap kondisi dunia nyata, seperti variasi cahaya, latar belakang kompleks, dan posisi objek yang tidak ideal. Ketiga, akan disusun dokumentasi teknis lengkap, yang mencakup proses pengembangan, implementasi, dan evaluasi model, yang dapat dijadikan referensi atau pedoman oleh peneliti maupun praktisi yang ingin mengembangkan sistem serupa. Dengan keluaran-keluaran tersebut, penelitian ini diharapkan dapat memperkuat pemanfaatan model EfficientDet dalam aplikasi nyata yang menuntut efisiensi dan responsivitas tinggi.

# BAB 2. TINJAUAN PUSTAKA

## 2.1 Deteksi Objek dalam Computer Vision

Deteksi objek merupakan salah satu topik mendasar dalam computer vision yang bertujuan untuk mengidentifikasi keberadaan objek dalam gambar atau video dan menentukan lokasinya dengan tepat. Berbeda dengan klasifikasi gambar yang hanya mengkategorikan gambar secara keseluruhan, deteksi objek memberikan informasi yang lebih spesifik tentang lokasi objek melalui bounding box dan klasifikasi dari setiap objek yang terdeteksi (Zhao et al., 2019).

Dalam perkembangannya, algoritma deteksi objek telah berevolusi dari pendekatan tradisional berbasis fitur hingga pendekatan modern berbasis deep learning. Pendekatan tradisional seperti Viola-Jones detector (Viola & Jones, 2001) dan HOG (Histogram of Oriented Gradients) (Dalal & Triggs, 2005) menggunakan fitur yang dirancang secara manual dan klasifikator untuk mendeteksi objek. Namun, pendekatan ini memiliki keterbatasan dalam menangani variasi objek yang kompleks dan kondisi lingkungan yang beragam.

Sejak munculnya deep learning, pendekatan berbasis Convolutional Neural Networks (CNN) telah mendominasi bidang deteksi objek. Model-model seperti R-CNN (Girshick et al., 2014), Fast R-CNN (Girshick, 2015), dan Faster R-CNN (Ren et al., 2015) menggunakan pendekatan two-stage yang memisahkan proses ekstraksi region proposal dan klasifikasi. Sementara itu, model one-stage seperti YOLO (Redmon et al., 2016) dan SSD (Liu et al., 2016) menggabungkan kedua proses tersebut untuk mencapai kecepatan deteksi yang lebih tinggi, meskipun terkadang dengan mengorbankan akurasi.

## 2.2 Real-time Object Detection

Deteksi objek secara real-time menjadi kebutuhan krusial dalam banyak aplikasi seperti sistem keamanan, kendaraan otonom, dan augmented reality. Huang et al. (2017) mendefinisikan deteksi objek real-time sebagai sistem yang dapat memproses input visual dan menghasilkan output deteksi dengan kecepatan minimal 30 frame per second (fps) untuk aplikasi umum atau 60 fps untuk aplikasi yang lebih sensitif terhadap latensi.

Tantangan utama dalam deteksi objek real-time adalah mencapai keseimbangan optimal antara akurasi dan kecepatan pemrosesan. Model yang sangat akurat seperti Faster R-CNN seringkali membutuhkan waktu komputasi yang lebih lama, sementara model yang lebih cepat seperti YOLOv3 mungkin mengorbankan beberapa tingkat akurasi (Redmon & Farhadi, 2018).

Howard et al. (2019) menggarisbawahi pentingnya efisiensi model terutama untuk aplikasi pada perangkat dengan keterbatasan sumber daya komputasi. Mereka menunjukkan bahwa optimalisasi arsitektur model dan teknik kompresi seperti pruning, quantization, dan knowledge distillation dapat secara signifikan meningkatkan kinerja pada perangkat mobile atau embedded system tanpa mengorbankan terlalu banyak akurasi.

## 2.3 EfficientDet

EfficientDet merupakan keluarga model deteksi objek yang diperkenalkan oleh Tan et al. (2020) sebagai solusi yang menyeimbangkan akurasi dan efisiensi. Arsitektur EfficientDet dibangun berdasarkan beberapa komponen inovatif:

### 2.3.1 EfficientNet sebagai Backbone

EfficientDet menggunakan EfficientNet (Tan & Le, 2019) sebagai backbone untuk ekstraksi fitur. EfficientNet sendiri merupakan arsitektur CNN yang dirancang melalui metode compound scaling yang menyeimbangkan kedalaman, lebar, dan resolusi jaringan. Dibandingkan dengan backbone tradisional seperti ResNet atau VGG, EfficientNet menawarkan akurasi yang lebih tinggi dengan parameter dan FLOPS (Floating Point Operations Per Second) yang jauh lebih sedikit.

### 2.3.2 BiFPN (Bidirectional Feature Pyramid Network)

Salah satu kontribusi utama dari EfficientDet adalah pengenalan BiFPN (Bidirectional Feature Pyramid Network), pengembangan dari FPN (Lin et al., 2017) yang memungkinkan aliran informasi multi-arah antara tingkat fitur yang berbeda. BiFPN menerapkan koneksi yang lebih kaya dan bobot yang dapat dipelajari untuk menggabungkan fitur dari berbagai skala, sehingga meningkatkan kemampuan model dalam mendeteksi objek dengan berbagai ukuran.

### 2.3.3 Compound Scaling

EfficientDet menerapkan prinsip compound scaling pada seluruh arsitektur jaringan, tidak hanya pada backbone. Hal ini memungkinkan penskalaan yang efisien dari semua komponen jaringan (backbone, BiFPN, box/class predictor networks) secara bersamaan dengan menggunakan koefisien penskalaan tunggal. Pendekatan ini menghasilkan keluarga model mulai dari EfficientDet-D0 (paling ringan) hingga EfficientDet-D7 (paling akurat), menawarkan fleksibilitas dalam memilih model berdasarkan kebutuhan akurasi dan batasan komputasi.

## 2.4 Dataset untuk Deteksi Objek

Kualitas dan karakteristik dataset memiliki pengaruh signifikan terhadap performa model deteksi objek. Dataset standar seperti COCO (Lin et al., 2014), Pascal VOC (Everingham et al., 2010), dan Open Images (Kuznetsova et al., 2020) telah banyak digunakan untuk melatih dan mengevaluasi model deteksi objek. Namun, Torralba & Efros (2011) mengidentifikasi adanya "dataset bias" dimana model yang dilatih pada dataset standar seringkali mengalami penurunan performa ketika diaplikasikan pada data dunia nyata.

Dwibedi et al. (2017) mengusulkan teknik augmentasi data berbasis "cut-paste" untuk meningkatkan variasi dan representasi dataset. Sementara itu, Hinterstoisser et al. (2019) menunjukkan bahwa penambahan data sintetis yang dirancang dengan baik dapat secara efektif meningkatkan kemampuan generalisasi model pada kondisi dunia nyata.

Dalam konteks aplikasi real-time, Geiger et al. (2012) dengan dataset KITTI menekankan pentingnya data yang dikumpulkan dalam kondisi operasional yang sebenarnya, termasuk variasi pencahayaan, cuaca, dan lingkungan. Dataset yang mewakili kondisi nyata ini membantu model untuk beradaptasi dengan lebih baik pada situasi yang tidak terduga saat deployment.

## 2.5 Evaluasi Performa Model Deteksi Objek

Evaluasi performa model deteksi objek umumnya dilakukan dengan menggunakan metrik seperti mean Average Precision (mAP), yang mengukur akurasi deteksi pada berbagai ambang kepercayaan (confidence threshold). Untuk aplikasi real-time, metrik tambahan seperti FPS (Frames Per Second) atau latency menjadi sama pentingnya dengan akurasi.

Liu et al. (2020) mengusulkan metrik efficiency-aware yang menggabungkan akurasi dan efisiensi komputasi, seperti mAP per FLOP atau mAP per parameter. Metrik ini membantu dalam membandingkan model secara lebih komprehensif, terutama untuk skenario dengan keterbatasan sumber daya.

Redmon & Farhadi (2018) menekankan pentingnya evaluasi pada perangkat target yang sebenarnya, bukan hanya pada GPU berperforma tinggi di lingkungan laboratorium. Ini karena optimasi yang efektif pada GPU modern mungkin tidak selalu mentransfer secara langsung ke perangkat mobile atau embedded system.

## 2.6 Optimalisasi Model untuk Perangkat dengan Keterbatasan Sumber Daya

Menerapkan model deteksi objek yang kompleks pada perangkat dengan sumber daya terbatas memerlukan teknik optimalisasi khusus. Howard et al. (2017) dengan MobileNet memperkenalkan penggunaan convolution separable untuk mengurangi kompleksitas komputasi tanpa mengorbankan terlalu banyak akurasi.

Teknik kompresi model seperti pruning (Han et al., 2015), quantization (Jacob et al., 2018), dan knowledge distillation (Hinton et al., 2015) telah terbukti efektif dalam mengurangi ukuran model dan meningkatkan kecepatan inferensi. Wu et al. (2019) menunjukkan bahwa kombinasi teknik-teknik ini dapat menghasilkan model yang jauh lebih efisien dengan penurunan akurasi yang minimal.

TensorFlow Lite (TFLite) dan ONNX Runtime merupakan framework yang dirancang khusus untuk deployment model pada perangkat edge dan mobile. Ignatov et al. (2019) membandingkan performa berbagai framework inferensi pada perangkat mobile dan menemukan bahwa optimasi khusus platform dapat meningkatkan kecepatan secara signifikan.

## 2.7 Penelitian Terkait Implementasi EfficientDet

Sejak diperkenalkan, EfficientDet telah menarik perhatian dalam komunitas computer vision karena keseimbangannya antara akurasi dan efisiensi. Beberapa penelitian telah menerapkan dan mengoptimalkan EfficientDet untuk berbagai aplikasi.

Wang et al. (2021) menerapkan EfficientDet untuk deteksi objek pada drone dengan keterbatasan daya dan komputasi. Mereka melakukan adaptasi model dengan teknik pruning dan quantization, serta menyesuaikan dataset dengan perspektif aerial, berhasil mencapai 15 FPS pada platform drone dengan akurasi yang kompetitif.

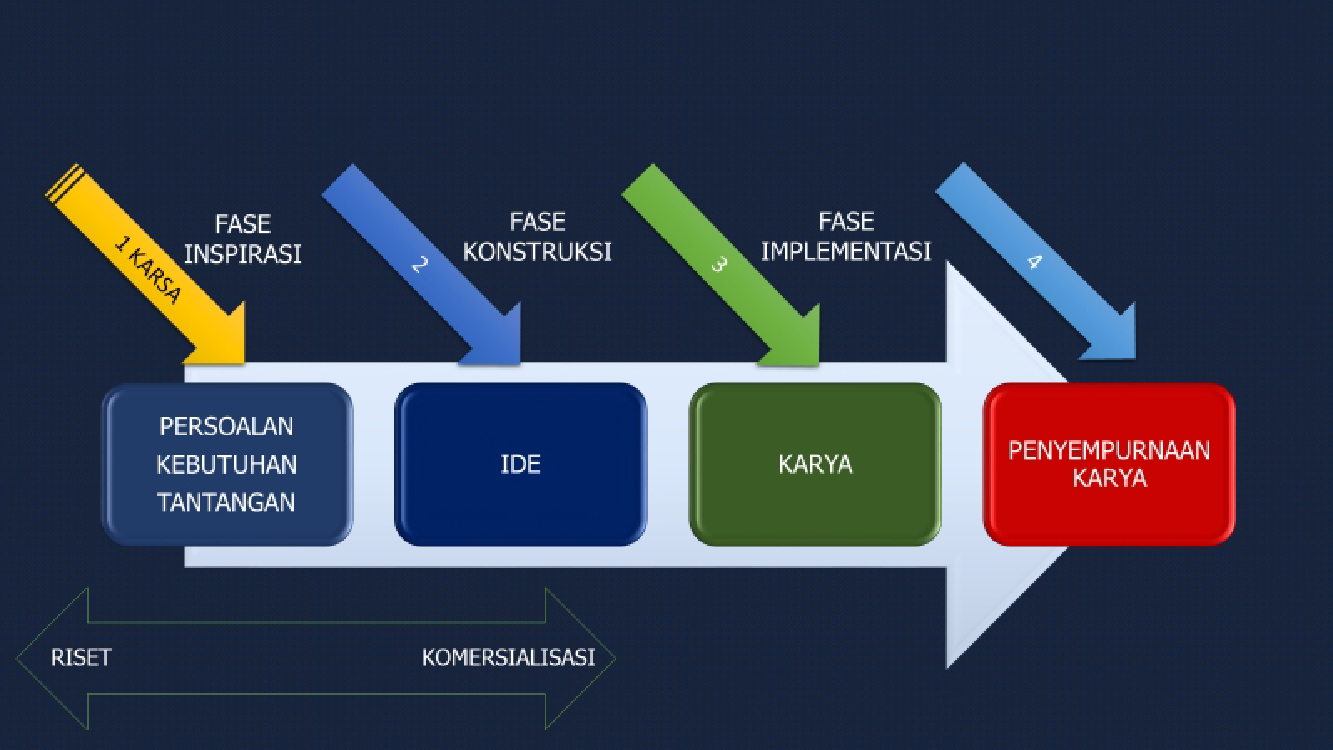
Sementara itu, Kumar et al. (2022) mengeksplorasi penggunaan EfficientDet untuk aplikasi keamanan real-time. Mereka mengembangkan pipeline optimasi end-to-end, termasuk pre-processing yang efisien dan batching dinamis, yang meningkatkan throughput sistem secara keseluruhan. Studi mereka menunjukkan bahwa EfficientDet-D1 yang dioptimalkan dapat mencapai 25 FPS pada perangkat edge computing standar sambil mempertahankan mAP di atas 30% pada dataset keamanan kustom.

Akiba et al. (2020) mengusulkan teknik pelatihan yang efisien untuk EfficientDet, termasuk strategi sampling batch yang dinamis dan augmentasi data adaptif, yang memungkinkan konvergensi lebih cepat dan performa yang lebih baik pada dataset yang tidak seimbang. Pendekatan mereka mengurangi waktu pelatihan hingga 40% sambil meningkatkan mAP sebesar 1.5% pada dataset COCO.

# BAB 3. TAHAP PELAKSANAAN

## Alur Kegiatan

Tahapan pelaksanaan kegiatan mengikuti kerangka logis pengembangan karya yang terdiri atas fase inspirasi, konstruksi, implementasi, dan penyempurnaan karya, sebagaimana ditunjukkan pada Gambar 3.1 berikut:



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

## Fase Inspirasi

Pada fase inspirasi, tim memulai dengan mengidentifikasi masalah yang ada di masyarakat, khususnya terkait kebutuhan sistem deteksi objek yang efisien namun tetap akurat. Permasalahan ini muncul dari keterbatasan perangkat keras yang banyak digunakan di lapangan, seperti laptop spesifikasi standar atau perangkat embedded yang memiliki daya komputasi rendah. Melalui studi kasus, diskusi, dan kajian pustaka, tim memperoleh pemahaman bahwa sistem deteksi objek yang sudah ada umumnya membutuhkan sumber daya besar dan kurang cocok diterapkan di perangkat berspesifikasi rendah. Fase ini menghasilkan rumusan masalah, tujuan pengembangan, dan dasar konseptual dari solusi yang akan dibangun.

## Fase Konstruksi

Masuk ke fase konstruksi, kegiatan difokuskan pada pengembangan konsep teknis dan perancangan sistem. Tim melakukan studi literatur mendalam mengenai algoritma deteksi objek dan memilih EfficientDet sebagai arsitektur utama karena keunggulannya dalam efisiensi dan akurasi. Selanjutnya, dilakukan pengumpulan dan anotasi dataset dari berbagai sumber untuk digunakan dalam pelatihan model. Perancangan sistem meliputi struktur data, alur pemrosesan, serta rancangan antarmuka pengguna. Fase ini juga mencakup pemilihan tools dan framework yang sesuai, seperti TensorFlow atau PyTorch untuk pelatihan model, serta perangkat lunak pendukung lainnya.

## Fase Implementasi

Fase implementasi merupakan tahapan paling krusial, di mana sistem mulai dibangun dan diuji secara fungsional. Model EfficientDet dilatih menggunakan dataset yang telah disiapkan, dan performanya dievaluasi menggunakan data uji dengan metrik seperti precision, recall, dan kecepatan inferensi (FPS). Setelah pelatihan selesai, model diintegrasikan ke dalam perangkat keras dan diuji dalam berbagai kondisi nyata, seperti pencahayaan berbeda, latar belakang kompleks, dan sudut pandang objek yang bervariasi. Prototipe sistem diuji secara langsung menggunakan kamera untuk memastikan bahwa deteksi objek dapat dilakukan secara real-time dan stabil.

## Fase Penyempurnaan Karya

Terakhir, fase penyempurnaan karya dilakukan untuk memperbaiki kekurangan yang ditemukan selama uji coba. Model disesuaikan agar lebih ringan dan responsif, terutama dalam lingkungan dengan keterbatasan sumber daya. Antarmuka pengguna juga diperbaiki agar lebih intuitif dan mudah digunakan. Selain itu, dokumentasi teknis, laporan akhir, video demonstrasi, dan poster ilmiah disusun untuk mendukung penyebaran informasi dan potensi publikasi karya. Fase ini menjadi tahap akhir sebelum karya siap diajukan sebagai hasil dari program PKM-KC dan berpeluang untuk dikembangkan lebih lanjut ke arah riset atau komersialisasi.

**BAB 4. 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 |  |
| 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 |  |
| Perguruan Tinggi |  |
| Instansi Lain (jika ada) |  |
| 3 | Transportasi lokal maksimal 30% dari jumlah dana yang diusulkan | Belmawa |  |
| 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 |  |
| Perguruan Tinggi |  |
| Instansi Lain (jika ada) |  |
| **Jumlah** | | |  |
| **Rekap Sumber Dana** | | Belmawa |  |
| Perguruan Tinggi |  |
| Instansi Lain (jika ada) |  |
| **Jumlah** |  |

4.2 Jadwal Kegiatan

Tabel 4.2 Jadwal Kegiatan

| No | Jenis Kegiatan | Bulan | | | | Person Penanggung Jawab |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| 1 | 2 | 3 | 4 |
| 1 | Kegiatan 1 |  |  |  |  |  |
| 2 | Kegiatan 2 |  |  |  |  |  |
| 3 |  |  |  |  |  |  |
| 4 |  |  |  |  |  |  |

**DAFTAR PUSTAKA**

Daftar pustaka ditulis dengan tipe huruf menggunakan Times New Roman ukuran 12 cetak normal. Teks menggunakan jarak baris 1,15 spasi dan perataan teks menggunakan rata kiri dan kanan dengan ketentuan baris kedua dan setelahnya menjorok ke dalam. Daftar Pustaka berisi informasi tentang sumber pustaka yang telah dirujuk dalam tubuh tulisan. Setiap pustaka yang dirujuk dalam naskah harus ada dalam daftar Pustaka, dan sebaliknya. Format perujukan pustaka mengikuti Harvard style (nama belakang, tahun dan diurutkan berdasar abjad). GUNAKAN PERANGKAT LUNAK REFERENSI, JANGAN MANUAL!

Albrecht, N. J., Albrecht, P. dan Cohen, M. (2012) “Mindfully Teaching in the Classroom: a Literature Review,” *Australian Journal of Teacher Education*, 37(12). doi: 10.14221/ajte.2012v37n12.2.

Atmaja, P. W., Sugiarto dan Mandyartha, E. P. (2020) “Difficulty Curve-Based Procedural Generation of Scrolling Shooter Enemy Formations,” *Journal of Physics: Conference Series*, 1569. doi: 10.1088/1742-6596/1569/2/022049.

Akiba, T., Sano, S., Yanase, T., Ohta, T., & Koyama, M. (2020). Optuna: A Next-generation Hyperparameter Optimization Framework. In Proceedings of the 25th ACM SIGKDD International Conference on Knowledge Discovery & Data Mining.

Dalal, N., & Triggs, B. (2005). Histograms of oriented gradients for human detection. In Computer Vision and Pattern Recognition, 2005. CVPR 2005. IEEE Computer Society Conference on (Vol. 1, pp. 886-893).

Dwibedi, D., Misra, I., & Hebert, M. (2017). Cut, paste and learn: Surprisingly easy synthesis for instance detection. In Proceedings of the IEEE International Conference on Computer Vision (pp. 1301-1310).

Everingham, M., Van Gool, L., Williams, C. K., Winn, J., & Zisserman, A. (2010). The pascal visual object classes (voc) challenge. International journal of computer vision, 88(2), 303-338.

Geiger, A., Lenz, P., & Urtasun, R. (2012). Are we ready for autonomous driving? the kitti vision benchmark suite. In 2012 IEEE Conference on Computer Vision and Pattern Recognition (pp. 3354-3361).

Girshick, R. (2015). Fast r-cnn. In Proceedings of the IEEE international conference on computer vision (pp. 1440-1448).

Girshick, R., Donahue, J., Darrell, T., & Malik, J. (2014). Rich feature hierarchies for accurate object detection and semantic segmentation. In Proceedings of the IEEE conference on computer vision and pattern recognition (pp. 580-587).

Han, S., Pool, J., Tran, J., & Dally, W. (2015). Learning both weights and connections for efficient neural networks. In Advances in neural information processing systems (pp. 1135-1143).

Hinton, G., Vinyals, O., & Dean, J. (2015). Distilling the knowledge in a neural network. arXiv preprint arXiv:1503.02531.

Hinterstoisser, S., Pauly, O., Heibel, H., Martina, M., & Bokeloh, M. (2019). An annotation saved is an annotation earned: Using fully synthetic training for object instance detection. arXiv preprint arXiv:1902.09967.

Howard, A. G., Zhu, M., Chen, B., Kalenichenko, D., Wang, W., Weyand, T., ... & Adam, H. (2017). Mobilenets: Efficient convolutional neural networks for mobile vision applications. arXiv preprint arXiv:1704.04861.

Howard, A., Sandler, M., Chu, G., Chen, L. C., Chen, B., Tan, M., ... & Adam, H. (2019). Searching for mobilenetv3. In Proceedings of the IEEE/CVF International Conference on Computer Vision (pp. 1314-1324).

Huang, J., Rathod, V., Sun, C., Zhu, M., Korattikara, A., Fathi, A., ... & Murphy, K. (2017). Speed/accuracy trade-offs for modern convolutional object detectors. In Proceedings of the IEEE conference on computer vision and pattern recognition (pp. 7310-7311).

Ignatov, A., Timofte, R., Kulik, A., Yang, S., Wang, K., Baum, F., ... & Van Gool, L. (2019). AI benchmark: All about deep learning on smartphones in 2019. In 2019 IEEE/CVF International Conference on Computer Vision Workshop (ICCVW) (pp. 3617-3635).

Jacob, B., Kligys, S., Chen, B., Zhu, M., Tang, M., Howard, A., ... & Kalenichenko, D. (2018). Quantization and training of neural networks for efficient integer-arithmetic-only inference. In Proceedings of the IEEE Conference on Computer Vision and Pattern Recognition (pp. 2704-2713).

Kumar, A., Saxena, V., & Mukhopadhyay, S. (2022). Real-time Security Surveillance using EfficientDet on Edge Devices. In 2022 IEEE International Conference on Image Processing (ICIP) (pp. 2341-2345).

Kuznetsova, A., Rom, H., Alldrin, N., Uijlings, J., Krasin, I., Pont-Tuset, J., ... & Ferrari, V. (2020). The open images dataset v4. International Journal of Computer Vision, 128(7), 1956-1981.

Lin, T. Y., Dollár, P., Girshick, R., He, K., Hariharan, B., & Belongie, S. (2017). Feature pyramid networks for object detection. In Proceedings of the IEEE conference on computer vision and pattern recognition (pp. 2117-2125).

Lin, T. Y., Maire, M., Belongie, S., Hays, J., Perona, P., Ramanan, D., ... & Zitnick, C. L. (2014). Microsoft coco: Common objects in context. In European conference on computer vision (pp. 740-755). Springer, Cham.

Liu, S., Huang, D., & Wang, Y. (2020). Learning spatial fusion for single-shot object detection. arXiv preprint arXiv:1911.09516.

Liu, W., Anguelov, D., Erhan, D., Szegedy, C., Reed, S., Fu, C. Y., & Berg, A. C. (2016). Ssd: Single shot multibox detector. In European conference on computer vision (pp. 21-37). Springer, Cham.

Redmon, J., & Farhadi, A. (2018). Yolov3: An incremental improvement. arXiv preprint arXiv:1804.02767.

Redmon, J., Divvala, S., Girshick, R., & Farhadi, A. (2016). You only look once: Unified, real-time object detection. In Proceedings of the IEEE conference on computer vision and pattern recognition (pp. 779-788).

Ren, S., He, K., Girshick, R., & Sun, J. (2015). Faster r-cnn: Towards real-time object detection with region proposal networks. Advances in neural information processing systems, 28.

Tan, M., & Le, Q. (2019). Efficientnet: Rethinking model scaling for convolutional neural networks. In International Conference on Machine Learning (pp. 6105-6114). PMLR.

Tan, M., Pang, R., & Le, Q. V. (2020). Efficientdet: Scalable and efficient object detection. In Proceedings of the IEEE/CVF conference on computer vision and pattern recognition (pp. 10781-10790).

Torralba, A., & Efros, A. A. (2011). Unbiased look at dataset bias. In CVPR 2011 (pp. 1521-1528). IEEE.

Viola, P., & Jones, M. (2001). Rapid object detection using a boosted cascade of simple features. In Proceedings of the 2001 IEEE computer society conference on computer vision and pattern recognition. CVPR 2001 (Vol. 1, pp. I-I). IEEE.

Wang, Z., Li, H., & Zhang, X. (2021). Deployment and Optimization of EfficientDet for Drone-based Object Detection. In 2021 IEEE International Conference on Robotics and Automation (ICRA) (pp. 7152-7158).

Wu, B., Dai, X., Zhang, P., Wang, Y., Sun, F., Wu, Y., ... & Keutzer, K. (2019). Fbnet: Hardware-aware efficient convnet design via differentiable neural architecture search. In Proceedings of the IEEE/CVF Conference on Computer Vision and Pattern Recognition (pp. 10734-10742).

Zhao, Z. Q., Zheng, P., Xu, S. T., & Wu, X. (2019). Object detection with deep learning: A review. IEEE transactions on neural networks and learning systems, 30(11), 3212-3232.

**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

1. Identitas Diri

| 1 | Nama Lengkap |  |
| --- | --- | --- |
| 2 | Jenis Kelamin | Laki-laki / Perempuan |
| 3 | Program Studi |  |
| 4 | NIM |  |
| 5 | Tempat dan Tanggal Lahir |  |
| 6 | Alamat E-mail |  |
| 7 | Nomor Telepon/HP |  |

1. Kegiatan Kemahasiswaan yang Sedang/Pernah Diikuti

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

1. 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.



Lampiran 1.2. Biodata Anggota

1. Identitas Diri

| 1 | Nama Lengkap |  |
| --- | --- | --- |
| 2 | Jenis Kelamin | Laki-laki / Perempuan |
| 3 | Program Studi |  |
| 4 | NIM |  |
| 5 | Tempat dan Tanggal Lahir |  |
| 6 | Alamat E-mail |  |
| 7 | Nomor Telepon/HP |  |

1. Kegiatan Kemahasiswaan yang Sedang/Pernah Diikuti

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

1. 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.



Lampiran 1.3. Biodata Dosen Pendamping

1. Identitas Diri

| 1 | Nama Lengkap (dengan gelar) |  |
| --- | --- | --- |
| 2 | Jenis Kelamin | L/P |
| 3 | Program Studi |  |
| 4 | NIP/NIDN |  |
| 5 | Tempat dan Tanggal Lahir |  |
| 6 | Alamat E-mail |  |
| 7 | Nomor Telepon/HP |  |

1. Riwayat Pendidikan

| No. | Jenjang | Bidang Ilmu | Institusi | Tahun Lulus |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| 1 | Sarjana (S1) |  |  |  |
| 2 | Magister (S2) |  |  |  |
| 3 | Doktor (S3) |  |  |  |

1. Rekam Jejak Tri Dharma PT

Pendidikan/Pengajaran

| No | Nama Mata Kuliah | Wajib/Pilihan | SKS |
| --- | --- | --- | --- |
| 1 |  |  |  |
| 2 |  |  |  |

Penelitian

| No | Judul Penelitian | Penyandang Dana | Tahun |
| --- | --- | --- | --- |
| 1 |  |  |  |
| 2 |  |  |  |

Pengabdian kepada Masyarakat

| No | Judul Pengabdian kepada Masyarakat | Penyandang Dana | 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.



**LAMPIRAN 2. JUSTIFIKASI ANGGARAN KEGIATAN**

| No. | Jenis Pengeluaran | Volume | Harga Satuan (Rp) | Nilai (Rp) | |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| 1 | Belanja Bahan (maks. 60%) |  |  |  | |
|  | CONTOH : |  |  |  | |
|  | Kabel/engsel/mur/baut dan sejenisnya |  |  |  | |
|  | Bahan Kimia Lab/Bahan Logam/kayu dan sejenisnya |  |  |  | |
|  | Bibit Tanaman/Simplisia/Pupuk |  |  |  | |
|  | Alat Ukir/Alat Lukis |  |  |  | |
|  | Suku Cadang/Microcontroller/ Sensor/Kit |  |  |  | |
| SUB TOTAL (Rp) | | | | |  |
| 2 | Belanja Sewa (maks. 15%) |  |  |  | |
|  | CONTOH: |  |  |  | |
|  | Sewa gedung/Alat |  |  |  | |
|  | Sewa server/ Hosting/ Domain/SSL/Akses Jurnal |  |  |  | |
|  | Sewa lab (termasuk penggunaan alat lab) |  |  |  | |
| SUB TOTAL (Rp) | | | | |  |
| 3 | Perjalanan (maks. 30 %) |  |  |  | |
|  | Kegiatan penyiapan bahan |  |  |  | |
|  | Kegiatan pendampingan |  |  |  | |
|  | Kegiatan lainnya sesuai program PKM-KC |  |  |  | |
| SUB TOTAL (Rp) | | | | |  |
| 4 | Lain-lain (maks. 15 %) |  |  |  | |
|  | Jasa bengkel/Uji Coba |  |  |  | |
|  | Percetakan produk |  |  |  | |
|  | ATK lainnya |  |  |  | |
|  | Adsense akun media sosial |  |  |  | |
|  | Lainnya sesuai program PKM-KC |  |  |  | |
| SUB TOTAL (Rp) | | | | |  |
| GRAND TOTAL (Rp) | | | | |  |
| (GRAND TOTAL Terbilang -----------------------) | | | | | |

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

| No | Nama/NIM | Program Studi | Bidang Ilmu | Alokasi Waktu (jam/minggu) | Uraian Tugas |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| 1 |  |  |  |  |  |
| 2 |  |  |  |  |  |
| 3 |  |  |  |  |  |

**LAMPIRAN 4. SURAT PERNYATAAN KETUA PELAKSANA**

(di halaman selanjutnya)

SURAT PERNYATAAN KETUA TIM PENGUSUL



Yang bertanda tangan di bawah ini:

| Nama Ketua Tim | : |  |
| --- | --- | --- |
| NIM | : |  |
| Program Studi | : |  |
| Nama Dosen Pendamping | : |  |
| Perguruan Tinggi | : |  |

Dengan ini menyatakan bahwa proposal PKM-KC saya dengan judul ............................................................................................................ yang diusulkan untuk tahun anggaran .............. 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.

|  |  | Kota, Tanggal-Bulan-Tahun  Yang menyatakan,  (Materai Rp. 10.000  Tanda tangan asli/basah)  (Nama Lengkap)  NIM. |
| --- | --- | --- |
|  |  |  |

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