

# **ANALISIS PERFORMA QUADCOPTER DENGAN PENERAPAN ALGORITMA KENDALI PID PADA KONTROLER PENERBANGAN**

## **TUGAS AKHIR**

Diajukan Sebagai Salah Satu Syarat Untuk Memperoleh Gelar Sarjana Terapan  
Pada Program Studi Teknik Elektronika Fakultas Vokasi Universitas Negeri  
Yogyakarta



Oleh:  
**BINTANG CHEN SUDIRO HUTAMA KARYA**  
**NIM 10293847564738**

**PRODI SARJANA TERAPAN TEKNIK ELEKTRONIKA  
FAKULTAS VOKASI  
UNIVERSITAS NEGERI YOGYAKARTA  
2024**

**ANALISIS PERFORMA QUADCOPTER DENGAN  
PENERAPAN ALGORITMA KENDALI PID PADA  
KONTROLER PENERBANGAN**

**TUGAS AKHIR**

Diajukan kepada Fakultas Vokasi Universitas Negeri Yogyakarta Untuk Memenuhi  
Sebagai Persyaratan Guna Memperoleh Gelar Sarjana Terapan

Oleh:

Bintang Chen Sudiro Utama Karya  
10293847564738

Pembimbing:

Ir. Ardy Seto Priambodo, S.T., M.Eng.

**PRODI SARJANA TERAPAN TEKNIK ELEKTRONIKA  
FAKULTAS VOKASI  
UNIVERSITAS NEGERI YOGYAKARTA  
2024**

# **Analisis Performa Quadcopter dengan Penerapan Algoritma Kendali PID pada Kontroler Penerbangan**

Oleh

Bintang Chen Sudiro Utama Karya

NIM: 10293847564738

## **ABSTRAK**

Abstrak adalah sebuah ringkasan singkat yang menjelaskan secara umum tentang isi dari laporan tugas akhir. Abstrak ditulis dalam tiga (3) paragraf yang berisi beberapa kalimat yang menyatakan tujuan, metode, hasil, dan kesimpulan dari laporan tugas akhir. Paragraf pertama berisi latar belakang dan tujuan tugas akhir. Paragraf kedua berisi metode dan pembahasannya. Paragraf ketiga berisi hasil dan simpulan dari tugas akhir yang dikerjakan.

Abstrak harus menjelaskan secara jelas dan singkat apa yang dibahas dalam laporan tugas akhir, mengapa penelitian ini penting dan apa yang ditemukan dari penelitian tersebut. Abstrak harus ditulis dengan bahasa yang mudah dipahami dan harus mencakup informasi penting yang dibahas dalam laporan tugas akhir.

Abstrak harus mengandung kata-kata yang relevan dengan laporan tugas akhir dan ditulis dengan bahasa yang formal dan akademik. Abstrak merupakan bagian penting dari sebuah laporan tugas akhir karena merupakan bagian yang pertama kali dibaca oleh pembaca dan harus dapat memberikan gambaran yang jelas tentang isi dari laporan tugas akhir. Oleh karena itu, abstrak harus ditulis dengan baik dan sebaik mungkin agar dapat memberikan gambaran yang jelas tentang laporan tugas akhir yang ditulis. Panjang abstrak sebaiknya dicukupkan dalam satu halaman, termasuk kata kunci. Tiga kata kunci dipandang cukup, yang masing-masingnya memuat paduan kata utama, yang dapat merepresentasikan isi Abstrak.

Kata kunci: Konsep Abstrak, Komponen Abstrak, Kata Kunci.

# **Quadcopter Performance Analysis with the Application of the PID Control Algorithm on the Flight Controller**

by:

Bintang Chen Sudiro Hutama Karya

NIM: 10293847564738

## **ABSTRACT**

The abstract is a short summary that explains in general the contents of the final assignment report. The abstract is written in three (3) paragraphs containing several sentences stating the objectives, methods, results and conclusions of the final assignment report. The first paragraph contains the background and objectives of the final assignment. The second paragraph contains the method and discussion. The third paragraph contains the results and conclusions of the final assignment carried out.

The abstract must explain clearly and concisely what is discussed in the final project report, why this research is important and what was found from the research. The abstract must be written in language that is easy to understand and must include important information discussed in the final project report.

The abstract must contain words that are relevant to the final project report and be written in formal and academic language. The abstract is an important part of a final assignment report because it is the part that is first read by the reader and must be able to provide a clear picture of the contents of the final assignment report. Therefore, the abstract must be written well and as well as possible in order to provide a clear picture of the final project report being written. The length of the abstract should be limited to one page, including keywords. Three keywords are considered sufficient, each of which contains a combination of main words, which can represent the contents of the Abstract.

Key words: Abstract Concepts, Abstract Components, Key Words.

## **SURAT PERNYATAAN**

Saya yang bertandatangan di bawah ini saya:

Nama : Bintang Chen Sudiro Utama Karya  
NIM : 10293847564738  
Program Studi : Sarjana Terapan Teknik Elektronika  
Judul Tugas Akhir : Analisis Performa Quadcopter dengan Penerapan  
Algoritma Kendali PID pada Kontroler Penerbangan

menyatakan bahwa tugas akhir ini benar-benar karya saya sendiri\*). Sepanjang pengetahuan saya tidak terdapat karya atau pendapat yang ditulis atau diterbitkan orang lain kecuali sebagai acuan kutipan dengan mengikuti tata penulisan karya ilmiah yang telah lazim.

Wates, 29 Desember 2024

Yang menyatakan,

Bintang Chen Sudiro Utama Karya

NIM. 10293847564738

# **LEMBAR PERSETUJUAN**

Tugas Akhir dengan Judul

## **ANALISIS PERFORMA QUADCOPTER DENGAN PENERAPAN ALGORITMA KENDALI PID PADA KONTROLER PENERBANGAN**

Disusun oleh:

**Bintang Chen Sudiro Utama Karya**  
**NIM 10293847564738**

telah memenuhi syarat dan disetujui oleh Dosen Pembimbing untuk dilaksanakan  
Ujian Tugas Akhir bagi yang bersangkutan.

Wates, 15 Juli 2023

Mengetahui,  
Koordinator Program Studi,

Disetujui,  
Dosen Pembimbing TA,

Dr. Aris Nasuha, S.Si., M.T.  
NIP. 196906151994031002

Ir. Ardy Seto Priambodo, S.T., M.Eng.  
NIP. 198906052019031014

## HALAMAN PENGESAHAN

Tugas Akhir

### **ANALISIS PERFORMA QUADCOPTER DENGAN PENERAPAN ALGORITMA KENDALI PID PADA KONTROLER PENERBANGAN**

Disusun oleh:

**Bintang Chen Sudiro Utama Karya**  
**NIM 10293847564738**

Telah dipertahankan di depan Tim Penguji Tugas Akhir Program Studi Sarjana Terapan Teknik Elektronika Fakultas Vokasi Universitas Negeri Yogyakarta Pada tanggal 29 Desember 2024.

#### **TIM PENGUJI**

Nama/Jabatan	Tanda Tangan	Tanggal
Ir. Ardy Seto Priambodo, S.T., M.Eng. Ketua Penguji/Pembimbing	.....	15 Juli 2023
Dr. Aris Nasuha, S.Si., M.T. Sekretaris	.....	29 Desember 2024
Oktaf Agni Dhewa, S.Si., M.Cs. Penguji	.....	15 Juli 2023

Wates, 29 Desember 2024  
Fakultas Vokasi, Universitas Negeri Yogyakarta  
Dekan,

Prof. Dr. Komarudin, S.Pd., M.A.  
NIP. 197409282003121002

## **HALAMAN PERSEMBAHAN**

“Tugas Akhir ini saya persembahkan sepenuhnya kepada dua orang hebat dalam hidup saya, Ayahanda dan Ibunda. Keduanya lah yang membuat segalanya menjadi mungkin sehingga saya bisa sampai pada tahap di mana skripsi ini akhirnya selesai. Terima kasih atas segala pengorbanan, nasihat dan doa baik yang tidak pernah berhenti kalian berikan kepadaku. Aku selamanya bersyukur dengan keberadaan kalian sebagai orangtua ku.”



## KATA PENGANTAR

Puji syukur kehadiran Allah SWT atas berkat rahmat dan karunia-Nya, Tugas Akhir dalam rangka untuk memenuhi sebagian persyaratan untuk mendapatkan gelar Sarjana Terapan.

Tugas Akhir ini dapat diselesaikan tidak lepas dari bantuan dan kerjasama dengan pihak lain. Berkenaan dengan hal tersebut, penulis menyampaikan ucapan terima kasih kepada yang terhormat:

1. Ir. Ardy Seto Priambodo, S.T., M.Eng. selaku Dosen Pembimbing TA yang telah banyak memberikan semangat, dorongan, dan bimbingan selama penyusunan Tugas Akhir ini.
2. Ir. Ardy Seto Priambodo, S.T., M.Eng., Dr. Aris Nasuha, S.Si., M.T., Oktaf Agni Dhewa, S.Si., M.Cs. selaku Ketua Penguji, Sekretaris, dan Penguji yang sudah memberikan koreksi perbaikan secara komprehensif terhadap TA ini.
3. Dr. Aris Nasuha, S.Si., M.T. selaku Ketua Program Studi Sarjana Terapan Teknik Elektronika beserta dosen dan staf yang telah memberikan bantuan dan fasilitas selama proses penyusunan pra proposal sampai dengan selesainya TA ini.
4. Semua pihak, secara langsung maupun tidak langsung, yang tidak dapat disebutkan di sini atas bantuan dan perhatiannya selama penyusunan Tugas Akhir ini.
5. tambahkan sesuai kebutuhan
6. tambahkan sesuai kebutuhan

Akhirnya, semoga segala bantuan yang telah berikan semua pihak di atas menjadi amalan yang bermanfaat dan mendapatkan balasan dari Allah SWT dan Tugas Akhir ini menjadi informasi bermanfaat bagi pembaca atau pihak lain yang membutuhkannya.

Wates, 29 Desember 2024

Bintang Chen Sudiro Utama Karya  
10293847564738

## **DAFTAR ISI**

## DAFTAR SINGKATAN

FWHM	:	<i>Full width half maximum</i>
rms	:	<i>root mean square</i>
RFS	:	<i>Rotary forcespinning</i>
PVP	:	Polivinil pirolidon
SI	:	Satuan Internasional
SI	:	Satuan Internasional
SI	:	Satuan Internasional
SI	:	Satuan Internasional
SI	:	Satuan Internasional
SI	:	Satuan Internasional
SI	:	Satuan Internasional
SI	:	Satuan Internasional
SI	:	Satuan Internasional

## **DAFTAR GAMBAR**

## **DAFTAR TABEL**

# **BAB I**

## **PENDAHULUAN**

### **A. Latar Belakang**

Bagian ini menjelaskan alasan dan motivasi di balik pengembangan proyek ini. Proyek ini diinisiasi untuk mengatasi kebutuhan atau permasalahan tertentu yang timbul dalam bidang teknologi, industri, atau aplikasi sehari-hari. Melalui identifikasi kebutuhan ini, diperoleh wawasan tentang bagaimana proyek dapat memberikan solusi yang efektif dan efisien. Latar belakang ini juga menguraikan pentingnya topik proyek dalam perkembangan teknologi terkini, serta bagaimana penerapan teknologi atau metode yang diusulkan dapat membawa nilai tambah. Selain itu, bagian ini memberikan gambaran singkat mengenai situasi atau tren teknologi saat ini yang mempengaruhi pengembangan proyek.

### **B. Rumusan Masalah**

Rumusan masalah adalah langkah penting yang merangkum permasalahan spesifik atau kebutuhan yang menjadi dasar pengembangan proyek. Pada bagian ini, dijelaskan permasalahan utama yang dihadapi, seperti keterbatasan pada sistem atau perangkat yang sudah ada, atau kebutuhan baru yang belum terpenuhi oleh teknologi saat ini. Identifikasi masalah juga mencakup tantangan teknis, fungsional, atau ekonomi yang menjadi penghambat dan bagaimana proyek ini diharapkan dapat menjawab permasalahan tersebut. Fokusnya adalah memberikan pemahaman yang jelas mengenai alasan pentingnya mengembangkan proyek ini sebagai solusi yang dibutuhkan.

### **C. Tujuan Proyek**

Tujuan proyek menyatakan secara spesifik hasil atau capaian yang diinginkan dari pengembangan proyek ini. Bagian ini dirancang untuk memastikan bahwa proyek memiliki sasaran yang jelas dan terukur. Tujuan tersebut dirumuskan berdasarkan masalah yang telah diidentifikasi dan mencakup pencapaian tertentu, seperti peningkatan kinerja sistem, efisiensi, atau kemudahan penggunaan yang diharapkan. Selain itu, tujuan proyek dapat berupa

pengembangan prototipe, penerapan teknologi tertentu, atau pencapaian fungsionalitas baru yang belum ada. Penjabaran tujuan yang jelas membantu menjaga fokus proyek dan memberikan arah yang tepat dalam setiap tahapan pengembangan.

#### **D. Manfaat Proyek**

Manfaat proyek menguraikan dampak positif yang diharapkan dari hasil proyek ini bagi pengguna, industri, atau masyarakat secara umum. Manfaat ini mencakup berbagai aspek, seperti kontribusi terhadap peningkatan produktivitas, pengurangan biaya, peningkatan kualitas, atau kemudahan dalam penggunaan teknologi. Selain manfaat langsung, proyek ini juga diharapkan memiliki dampak jangka panjang yang bermanfaat, seperti mendorong inovasi di bidang terkait atau membuka peluang baru untuk pengembangan lebih lanjut. Dengan menjelaskan manfaat proyek, pembaca dapat memahami nilai tambah yang dihadirkan oleh proyek ini.

#### **E. Batasan Proyek**

Batasan proyek mengidentifikasi cakupan dan batasan ruang lingkup pengembangan sistem atau perangkat yang dirancang. Bagian ini mencakup aspek-aspek yang akan menjadi fokus utama dalam pengembangan serta aspek yang akan dikecualikan dari lingkup proyek. Penjelasan batasan ini penting agar proyek tetap terarah dan tidak meluas ke aspek-aspek yang berada di luar tujuan awal. Batasan proyek juga mencakup keterbatasan teknis, waktu, atau sumber daya yang mempengaruhi desain dan implementasi sistem. Dengan menetapkan batasan, proyek ini dapat lebih terfokus dan efisien dalam pencapaiannya.

#### **F. Keaslian Gagasan**

Keaslian gagasan bertujuan untuk menekankan inovasi atau kontribusi unik yang ditawarkan oleh proyek ini. Bagian ini menjelaskan bagaimana proyek ini menawarkan pendekatan yang berbeda atau peningkatan dibandingkan dengan metode atau perangkat yang sudah ada. Keaslian gagasan dapat diperlihatkan melalui perbandingan dengan proyek atau produk serupa, menunjukkan perbedaan signifikan atau keunggulan yang dihadirkan oleh solusi yang diusulkan. Misalnya,

peningkatan kinerja, efisiensi, atau kemudahan penggunaan yang dihasilkan dari metode atau pendekatan baru. Selain itu, bagian ini juga bisa mencakup penggunaan teknologi atau desain yang belum banyak diterapkan dalam konteks yang sama. Penekanan pada keaslian gagasan membantu menunjukkan bahwa proyek ini tidak hanya mengikuti pola yang sudah ada, tetapi juga menghadirkan sesuatu yang baru dan relevan.

#### **G. Sistematika Penulisan**

Sistematika penulisan memberikan panduan mengenai struktur dari keseluruhan laporan proyek ini, sehingga memudahkan pembaca dalam memahami alur isi laporan dari setiap bab. Bagian ini menjelaskan isi dari setiap bab secara singkat, mulai dari latar belakang hingga kesimpulan dan rekomendasi. Misalnya, BAB I membahas pendahuluan dan dasar pengembangan proyek, BAB II menguraikan tinjauan pustaka dan landasan teori, dan seterusnya. Dengan memberikan sistematika penulisan, pembaca dapat memahami bagaimana laporan ini disusun secara keseluruhan dan bagaimana setiap bab saling berkaitan dalam mencapai tujuan akhir proyek.



## **BAB II**

### **TINJAUAN PUSTAKA**

#### **A. Teori Dasar Komponen Elektronika**

Bagian ini membahas teori dasar mengenai komponen elektronika yang digunakan dalam perancangan sistem. Setiap komponen memiliki karakteristik khusus yang mempengaruhi kinerja keseluruhan sistem. Pemahaman tentang karakteristik komponen-komponen ini sangat penting dalam mengoptimalkan fungsi dan stabilitas rangkaian.

##### **1. Jenis dan Karakteristik Komponen Pasif**

Komponen pasif seperti resistor, kapasitor, dan induktor memiliki fungsi dasar dalam pengaturan arus dan tegangan dalam sirkuit. Bagian ini menguraikan jenis-jenis komponen pasif serta karakteristik utama yang mempengaruhi performa dan fungsi komponen tersebut dalam sirkuit elektronika.

##### **2. Jenis dan Karakteristik Komponen Aktif**

Komponen aktif, seperti transistor, dioda, dan IC, memainkan peran penting dalam penguatan dan pengaturan sinyal. Bagian ini menjelaskan berbagai jenis komponen aktif yang digunakan dalam proyek serta karakteristik utamanya, yang menentukan efektivitas dan efisiensi sistem elektronika.

##### **3. Peran dan Fungsi Modul dalam Sistem Elektronika**

Modul-modul elektronika memberikan fungsionalitas tambahan yang membantu dalam memperkuat performa sistem. Bagian ini mengulas modul-modul yang sering digunakan, seperti modul daya atau komunikasi, serta peran masing-masing dalam mendukung integrasi sistem yang lebih efisien.

##### **4. Analisis Daya dan Efisiensi Komponen**

Analisis daya dan efisiensi komponen adalah aspek penting dalam desain sistem yang hemat energi. Bagian ini membahas cara-cara mengevaluasi dan mengoptimalkan daya yang dikonsumsi oleh komponen, yang berperan dalam meningkatkan efisiensi energi dari sistem secara keseluruhan.

## **B. Sistem dan Teknik Rangkaian Elektronika**

Bagian ini membahas berbagai sistem dan teknik yang digunakan dalam perancangan rangkaian elektronika, baik analog maupun digital. Setiap teknik ini memungkinkan sistem berfungsi dengan lebih efektif sesuai dengan kebutuhan aplikasi.

### **1. Konsep Dasar Rangkaian Analog**

Rangkaian analog digunakan untuk memproses sinyal kontinu dan memainkan peran penting dalam berbagai aplikasi. Bagian ini menjelaskan prinsip-prinsip dasar yang digunakan dalam rangkaian analog, termasuk elemen-elemen utamanya dan penggunaannya.

### **2. Konsep Dasar Rangkaian Digital**

Rangkaian digital beroperasi dengan sinyal diskrit, cocok untuk pemrosesan informasi digital. Bagian ini menguraikan prinsip dasar rangkaian digital serta komponen-komponen utama yang mendukung fungsi-fungsi digital dalam proyek ini.

### **3. Teknik Pengolahan Sinyal pada Sistem Elektronika**

Pengolahan sinyal adalah proses penting untuk interpretasi informasi dari lingkungan. Bagian ini membahas metode umum dalam pengolahan sinyal yang diterapkan pada sistem elektronika, termasuk teknik yang digunakan dalam pemfilteran atau pemrosesan data.

### **4. Pengkabelan dan Pengaturan Sirkuit untuk Keandalan Sistem**

Pengkabelan dan tata letak yang baik meningkatkan keandalan sistem secara keseluruhan. Bagian ini menguraikan teknik pengkabelan dan pengaturan sirkuit yang efektif, serta bagaimana hal ini dapat mempengaruhi performa sistem.

### **5. Pengendalian dan Penggerak (Motor Driver, Relay, dsb.)**

Bagian ini menjelaskan penggunaan penggerak seperti motor driver dan relay untuk menggerakkan komponen mekanis. Diperlukan teknik pengendalian khusus untuk memastikan bahwa setiap penggerak bekerja sesuai dengan tujuan sistem.

### **C. Teknologi yang Digunakan**

Bagian ini mengulas teknologi yang umum digunakan dalam proyek berbasis elektronika, seperti mikrokontroler, sensor, aktor, dan teknologi komunikasi nirkabel. Teknologi ini memungkinkan sistem untuk merespons lingkungan dan berinteraksi dengan pengguna.

#### **1. Mikrokontroler dan Mikroprosesor**

Mikrokontroler dan mikroprosesor berfungsi sebagai unit pemrosesan utama dalam sistem elektronika. Bagian ini menguraikan arsitektur dasar, bahasa pemrograman yang relevan, serta protokol komunikasi yang sering digunakan dalam proyek ini.

#### **2. Sensor dan Aktuator**

Sensor dan aktuator memungkinkan interaksi sistem dengan lingkungannya. Bagian ini membahas jenis-jenis sensor yang digunakan, cara kerja, dan integrasinya ke dalam sistem agar sistem dapat mengumpulkan data dan merespons secara aktif.

#### **3. Teknologi Nirkabel**

Teknologi nirkabel seperti Bluetooth dan Wi-Fi memungkinkan komunikasi jarak jauh dalam sistem IoT. Bagian ini menguraikan jenis teknologi nirkabel yang relevan, termasuk protokol komunikasi dan aspek keamanan yang perlu dipertimbangkan.

### **D. Metode Kontrol dan Kecerdasan Buatan**

Bagian ini membahas metode kontrol dan kecerdasan buatan yang diterapkan dalam sistem elektronika untuk mencapai pengendalian yang lebih cerdas dan otomatis, seperti kontrol PID, logika fuzzy, dan deep learning.

#### **1. Pengendalian PID (Proportional-Integral-Derivative)**

PID adalah metode kontrol yang efektif dalam mengatur respons sistem. Bagian ini menjelaskan prinsip dasar PID, aplikasinya dalam pengaturan sistem elektronika, serta teknik tuning yang dapat meningkatkan stabilitas dan respons sistem.

## **2. Fuzzy Logic Control**

Logika fuzzy adalah metode kontrol fleksibel yang sering digunakan dalam sistem nonlinear. Bagian ini menjelaskan konsep dasar logika fuzzy, serta cara implementasi dan manfaatnya dalam pengendalian sistem yang kompleks.

## **3. Deep Learning**

Deep learning memungkinkan sistem untuk belajar dari data, yang sangat berguna dalam aplikasi otomatisasi. Bagian ini menguraikan algoritma dasar dalam deep learning, seperti CNN dan RNN, serta penerapannya dalam pengembangan sistem IoT.

## **4. Perbandingan dan Pemilihan Metode yang Sesuai**

Bagian ini membahas perbandingan antara berbagai metode kontrol yang tersedia, menjelaskan kelebihan dan kekurangannya masing-masing, serta bagaimana memilih metode yang paling sesuai untuk aplikasi proyek ini.

## **E. Konsep Engineering Design Process**

Engineering Design Process adalah metodologi sistematis yang digunakan untuk merancang sistem secara efektif. Bagian ini menguraikan prinsip utama dan langkah-langkah dari Engineering Design Process dalam konteks pengembangan sistem elektronika.

### **1. Pengertian dan Langkah-langkah Engineering Design Process**

Engineering Design Process adalah proses desain iteratif yang mencakup beberapa tahapan untuk mencapai desain yang optimal. Bagian ini menjelaskan langkah-langkah dasar yang terlibat dan bagaimana proses ini diadaptasi dalam proyek ini.

### **2. Aplikasi Engineering Design Process pada Proyek Elektronika**

Bagian ini membahas penerapan Engineering Design Process dalam proyek elektronika untuk mencapai hasil desain yang optimal. Diuraikan langkah-langkah praktis dalam menerapkan metodologi ini.

### **3. Studi Kasus Implementasi Engineering Design Process dalam Desain Elektronika**

Studi kasus ini menunjukkan contoh penerapan Engineering Design Process dalam desain sistem yang relevan dengan proyek. Dengan studi kasus ini, pembaca dapat memahami implementasi proses desain secara nyata.

### **4. Teknik Evaluasi dan Optimasi Desain**

Teknik evaluasi dan optimasi desain merupakan langkah penting dalam proses desain yang berkelanjutan. Bagian ini menjelaskan metode yang digunakan untuk mengevaluasi dan menyempurnakan desain agar mencapai hasil terbaik.

## **F. Penelitian Terdahulu yang Relevan**

Bagian ini berisi ulasan terhadap penelitian terdahulu yang relevan dengan proyek ini. Tujuannya adalah untuk melihat pendekatan yang telah digunakan, menemukan kelebihan dan kekurangannya, serta mengidentifikasi inovasi yang dapat dikembangkan.

### **1. Tinjauan Penelitian Terdahulu tentang Proyek Serupa**

Bagian ini membahas penelitian terdahulu yang serupa dengan proyek ini. Tinjauan ini bertujuan untuk memahami bagaimana proyek ini dapat memberikan kontribusi yang berbeda atau lebih baik.

### **2. Analisis Kekurangan dan Kelebihan Metode pada Penelitian Terdahulu**

Setiap metode yang digunakan dalam penelitian terdahulu memiliki kelebihan dan kekurangan. Bagian ini mengidentifikasi aspek yang perlu diperbaiki atau dikembangkan lebih lanjut berdasarkan analisis metode-metode tersebut.

### **3. Inovasi dan Kontribusi yang Dibawa dalam Penelitian Ini**

Penelitian ini membawa inovasi tertentu yang berkontribusi dalam memperkaya hasil penelitian sebelumnya. Bagian ini menjelaskan kontribusi utama proyek ini terhadap bidang elektronika, serta perbedaan yang ditawarkan.

## **BAB III**

### **KONSEP RANCANGAN ALAT DAN PENGUJIAN**

#### **A. Metode Pengerjaan Project Berbasis Engineering Design Process**

Bagian ini menjelaskan metode pengerjaan proyek yang mengadopsi pendekatan Engineering Design Process. Pendekatan ini digunakan untuk memastikan perancangan dan pengembangan proyek dilakukan secara sistematis, mulai dari identifikasi masalah hingga evaluasi akhir. Langkah-langkah dalam metode ini membantu dalam mencapai solusi yang optimal dan terukur.

##### **1. Identifikasi Masalah**

Tahap identifikasi masalah bertujuan untuk menguraikan permasalahan utama yang dihadapi dan memerlukan solusi. Pada tahap ini, dilakukan analisis untuk memahami aspek-aspek penting dari masalah dan menentukan faktor-faktor yang perlu diatasi melalui proyek ini.

##### **2. Definisi Kebutuhan**

Berdasarkan masalah yang telah diidentifikasi, tahap ini berfokus pada definisi kebutuhan proyek secara jelas dan terstruktur. Kebutuhan ini meliputi spesifikasi teknis, fungsi yang diinginkan, serta kriteria-kriteria lain yang harus dipenuhi agar solusi dapat berfungsi dengan baik.

##### **3. Generasi Ide dan Solusi**

Pada tahap ini, berbagai ide dan solusi alternatif dikembangkan dan dievaluasi. Bagian ini menjelaskan proses brainstorming untuk menghasilkan ide yang inovatif, termasuk analisis terhadap kelebihan dan kekurangan dari setiap alternatif solusi yang diusulkan.

##### **4. Perencanaan dan Desain Awal**

Desain awal sistem dikembangkan berdasarkan solusi yang dipilih, dengan mempertimbangkan aspek teknis dan kebutuhan yang telah didefinisikan. Bagian ini menyajikan perencanaan mengenai struktur sistem, alat, dan bahan yang akan digunakan, serta jadwal kerja proyek secara keseluruhan.

## **5. Pembuatan Prototipe**

Prototipe dibuat untuk menguji konsep dan desain awal dari sistem. Bagian ini menguraikan langkah-langkah dalam proses pembuatan prototipe, termasuk alat dan bahan yang diperlukan, serta tantangan yang mungkin dihadapi selama proses.

## **6. Pengujian dan Evaluasi**

Prototipe yang telah dibuat kemudian diuji untuk menilai kinerjanya terhadap kebutuhan dan spesifikasi yang telah ditetapkan. Bagian ini menjelaskan prosedur pengujian yang diterapkan, metode pengumpulan data, serta analisis terhadap hasil yang diperoleh.

## **7. Perbaikan dan Penyempurnaan**

Berdasarkan hasil pengujian dan evaluasi, dilakukan perbaikan untuk menyempurnakan sistem. Bagian ini menjelaskan penyesuaian yang dilakukan untuk meningkatkan kinerja sistem, serta proses iterasi yang dilakukan hingga mencapai hasil yang optimal.

## **B. Perancangan Sistem Elektronika**

Bagian ini menguraikan perancangan dari sisi elektronika yang menjadi inti dari sistem. Perancangan ini mencakup blok diagram, pemilihan komponen, dan perancangan rangkaian.

### **1. Blok Diagram Sistem**

Blok diagram sistem memberikan gambaran umum mengenai arsitektur sistem secara keseluruhan. Bagian ini menyajikan diagram beserta penjelasan fungsi setiap blok yang terdapat di dalam sistem, termasuk bagaimana setiap blok berinteraksi.

### **2. Pemilihan dan Spesifikasi Komponen Elektronika**

Pemilihan komponen elektronika dilakukan berdasarkan kebutuhan dari desain sistem. Bagian ini menjelaskan spesifikasi teknis dari setiap komponen yang digunakan, seperti mikrokontroler, sensor, aktuator, dan komponen pendukung lainnya.

### **3. Perancangan Rangkaian Elektronika**

Perancangan rangkaian elektronika bertujuan untuk mencapai fungsionalitas yang diinginkan dari sistem. Bagian ini menguraikan skema rangkaian, penjelasan aliran arus dan tegangan, serta hubungan antar komponen dalam sistem.

### **C. Perancangan Mekanik**

Bagian ini membahas perancangan mekanik dari sistem yang mendukung komponen elektronik secara fisik, termasuk struktur dan pemilihan bahan.

#### **1. Spesifikasi Desain Mekanik**

Desain mekanik disusun berdasarkan kebutuhan fisik sistem untuk memastikan bahwa komponen elektronika terlindungi dan dapat berfungsi dengan baik. Bagian ini menjelaskan spesifikasi teknis desain mekanik yang digunakan.

#### **2. Pemilihan Bahan dan Komponen Mekanik**

Pemilihan bahan didasarkan pada kriteria seperti kekuatan, ketahanan, dan biaya. Bagian ini menguraikan bahan dan komponen mekanik yang digunakan untuk konstruksi sistem, serta alasan pemilihan bahan tersebut.

#### **3. Desain Struktur dan Konstruksi**

Struktur dan konstruksi sistem dirancang untuk memberikan dukungan fisik yang stabil. Bagian ini menjelaskan proses desain dan konstruksi dari struktur mekanik sistem, serta tantangan yang mungkin dihadapi.

### **D. Perancangan Perangkat Lunak**

Bagian ini mencakup perancangan perangkat lunak yang mengendalikan sistem, meliputi diagram alir, pengembangan kode, dan pengujian perangkat lunak.

#### **1. Flowchart atau Diagram Alir Perangkat Lunak**

Diagram alir menggambarkan alur kerja dari perangkat lunak yang mengontrol sistem. Bagian ini menyajikan flowchart lengkap yang menunjukkan logika dan struktur kontrol dari perangkat lunak.



## **2. Pemrograman dan Pengembangan Kode**

Kode perangkat lunak dikembangkan untuk mendukung fungsionalitas sistem. Bagian ini menguraikan struktur dan logika dari program yang dibuat, bahasa pemrograman yang digunakan, serta strategi pengembangan kode.

## **3. Pengujian Kode Perangkat Lunak**

Setelah kode perangkat lunak dikembangkan, dilakukan pengujian untuk memastikan bahwa perangkat lunak berfungsi sesuai yang diharapkan. Bagian ini menjelaskan metode pengujian, jenis uji (misalnya, uji unit dan uji integrasi), serta hasil yang diperoleh.

## **E. Perancangan Integrasi Sistem**

Bagian ini menjelaskan proses integrasi antara komponen elektronik, mekanik, dan perangkat lunak agar sistem dapat bekerja sebagai satu kesatuan.

### **1. Integrasi Komponen Elektronika, Mekanik, dan Perangkat Lunak**

Proses integrasi bertujuan untuk menyatukan seluruh komponen sistem agar berfungsi sebagai satu kesatuan. Bagian ini menguraikan langkah-langkah dalam proses integrasi dan memastikan semua komponen bekerja secara sinkron.

### **2. Pengujian Awal dan Penyempurnaan Integrasi**

Pengujian awal dilakukan setelah integrasi untuk menilai performa sistem secara keseluruhan. Bagian ini menjelaskan hasil pengujian integrasi dan modifikasi yang diperlukan untuk meningkatkan kinerja sistem.

## **F. Rencana Pengujian**

Bagian ini merencanakan pengujian yang komprehensif terhadap sistem untuk memastikan bahwa semua komponen dan fungsi bekerja dengan baik.

### **1. Metode Pengujian Sistem**

Metode pengujian dipilih berdasarkan tujuan dan kebutuhan proyek. Bagian ini menjelaskan berbagai metodologi pengujian yang dirancang, seperti uji kinerja, uji stabilitas, dan uji kompatibilitas.

## **2. Prosedur Pengujian**

Prosedur pengujian disusun untuk menguji sistem secara menyeluruh, mulai dari pengaturan awal hingga pelaksanaan uji. Bagian ini menjelaskan langkah-langkah pengujian secara detail untuk menjamin konsistensi dan keandalan hasil.

## **3. Kriteria Keberhasilan Pengujian**

Kriteria keberhasilan ditentukan untuk mengevaluasi kinerja sistem berdasarkan parameter-parameter tertentu. Bagian ini menguraikan kriteria-kriteria keberhasilan yang digunakan, seperti ketepatan, keandalan, dan efisiensi sistem.

Pada bagian ini akan dijelaskan beberapa tahap utama dalam proses pengembangan proyek dan beberapa rekomendasi peningkatan yang dapat dilakukan. Daftar tahapan pengembangan proyek akan disajikan dalam bentuk bernomor untuk menunjukkan urutan logis dari proses, sementara rekomendasi peningkatan akan disajikan dalam bentuk daftar berpoin untuk mempermudah identifikasi setiap item secara mandiri.

## **BAB IV**

### **HASIL DAN PEMBAHASAN**

#### **A. Hasil Implementasi Sistem**

Bagian ini menyajikan hasil dari implementasi sistem, termasuk pengujian terhadap komponen individu dan keseluruhan sistem untuk memastikan bahwa sistem berfungsi sesuai dengan desain yang telah direncanakan. Setiap hasil pengujian yang diperoleh akan menjadi dasar dalam mengevaluasi performa akhir dari sistem.

##### **1. Pengujian Komponen Individu**

Pengujian komponen individu dilakukan untuk memastikan bahwa setiap bagian sistem berfungsi sesuai spesifikasi sebelum diintegrasikan ke dalam sistem utama. Bagian ini memuat hasil pengujian komponen seperti sensor, aktuator, dan modul komunikasi, serta evaluasi terhadap kinerjanya berdasarkan standar yang telah ditetapkan.

##### **2. Pengujian Keseluruhan Sistem**

Setelah semua komponen individu dinyatakan berfungsi dengan baik, pengujian dilakukan pada sistem yang telah terintegrasi. Bagian ini menguraikan hasil pengujian untuk memastikan bahwa semua komponen bekerja secara sinergis dan sistem dapat memenuhi spesifikasi fungsional yang telah direncanakan.

#### **B. Analisis Kinerja Sistem**

Analisis kinerja sistem dilakukan untuk mengevaluasi efektivitas dan efisiensi sistem dalam mencapai tujuan yang telah ditetapkan. Bagian ini berfokus pada pengukuran dan analisis terhadap parameter-parameter utama yang mencerminkan kualitas kinerja sistem.

##### **1. Evaluasi Terhadap Spesifikasi Desain**

Evaluasi dilakukan untuk menilai sejauh mana sistem yang dikembangkan memenuhi spesifikasi desain awal. Bagian ini menyajikan perbandingan antara hasil pengujian dengan spesifikasi teknis dan fungsional yang telah ditetapkan,

serta mengidentifikasi bagian-bagian yang sesuai atau tidak sesuai.

## **2. Analisis Parameter Kinerja Utama**

Parameter kinerja utama, seperti kecepatan, akurasi, dan efisiensi, dianalisis untuk menilai performa sistem secara komprehensif. Bagian ini menyajikan hasil pengukuran terhadap parameter-parameter tersebut, membandingkannya dengan target yang diinginkan, dan memberikan interpretasi mengenai kinerja sistem.

## **3. Perbandingan dengan Sistem yang Sudah Ada**

Untuk mengetahui keunggulan dan kekurangan sistem yang dikembangkan, dilakukan perbandingan kinerja dengan sistem serupa yang sudah ada atau hasil penelitian terdahulu. Bagian ini menganalisis perbedaan dalam hal performa, efisiensi, dan fungsi, serta memberikan penjelasan mengenai kelebihan dan kekurangan sistem yang diusulkan.

## **C. Kendala dan Solusi yang Ditemukan Selama Pengujian**

Selama proses pengujian, berbagai kendala teknis dapat muncul yang berpengaruh terhadap hasil akhir sistem. Bagian ini mengidentifikasi kendala yang ditemukan, solusi yang diterapkan untuk mengatasinya, dan penyempurnaan sistem berdasarkan hasil evaluasi.

### **1. Kendala Teknis dalam Pengujian**

Bagian ini menguraikan kendala teknis yang muncul selama proses pengujian, seperti masalah pada komponen atau gangguan komunikasi antar perangkat. Dampak dari kendala ini terhadap kinerja sistem juga dibahas untuk memberikan gambaran tentang tantangan yang dihadapi.

### **2. Solusi Terhadap Kendala**

Untuk mengatasi kendala yang ditemukan, solusi atau tindakan tertentu diterapkan. Bagian ini menjelaskan solusi yang diterapkan pada setiap kendala, seperti modifikasi komponen, pengaturan ulang perangkat, atau penyesuaian parameter.

### **3. Penyempurnaan Berdasarkan Hasil Pengujian**

Berdasarkan hasil pengujian dan evaluasi kendala, penye

## **BAB V**

### **KESIMPULAN DAN SARAN**

#### **A. Kesimpulan**

Bagian kesimpulan menyajikan ringkasan dari temuan dan hasil yang diperoleh selama pelaksanaan proyek. Kesimpulan ini menjawab tujuan proyek dan masalah yang telah diidentifikasi di awal laporan, serta mengonfirmasi pencapaian yang telah diraih berdasarkan hasil implementasi dan pengujian. Kesimpulan harus ditarik secara objektif, didasarkan pada data dan hasil yang telah diperoleh, serta tidak memasukkan opini atau asumsi yang tidak didukung oleh hasil pengujian.

Kesimpulan harus dibuat dengan singkat dan jelas, mencakup poin-poin utama yang berhasil dicapai dalam proyek, seperti:

- Capaian utama yang menunjukkan bahwa proyek berhasil memenuhi spesifikasi yang ditetapkan
- Efektivitas sistem dalam menjalankan fungsinya berdasarkan hasil pengujian
- Kesesuaian hasil proyek dengan teori dan standar yang telah diuraikan sebelumnya

Selain itu, kesimpulan juga membahas keterkaitan dengan hasil-hasil penelitian atau proyek serupa yang telah dilakukan sebelumnya, untuk menunjukkan kontribusi dan relevansi dari proyek ini dalam konteks yang lebih luas. Bagian ini juga bisa mencakup hal-hal baru yang ditemukan selama proyek yang dapat memberikan kontribusi positif dalam pengembangan teknologi atau aplikasi di masa mendatang.

Secara keseluruhan, kesimpulan harus memberikan gambaran yang menyeluruh mengenai efektivitas, pencapaian, dan kontribusi proyek terhadap bidang yang diteliti, sekaligus merangkum seluruh hasil dengan ringkas namun komprehensif.

## **B. Saran**

Bagian saran menyajikan rekomendasi untuk pengembangan lebih lanjut yang dapat dilakukan berdasarkan temuan dan hasil yang diperoleh dalam proyek ini. Saran diberikan untuk membantu pembaca memahami langkah-langkah tambahan atau perbaikan yang dapat dilakukan untuk menyempurnakan proyek ini atau untuk membuka peluang penelitian atau pengembangan lebih lanjut.

Saran yang diberikan sebaiknya mencakup hal-hal berikut:

- Pengembangan lanjutan pada sistem atau perangkat, seperti peningkatan teknologi atau penambahan fitur yang belum sempat diimplementasikan dalam proyek ini.
- Pengujian lebih lanjut di berbagai kondisi atau lingkungan yang berbeda, untuk memastikan sistem mampu beradaptasi dalam berbagai situasi dan meningkatkan keandalannya.
- Penelitian tambahan untuk menggali aspek-aspek yang belum sepenuhnya terjawab dalam proyek ini atau untuk memvalidasi hasil yang telah diperoleh.
- Pengembangan aplikasi sistem yang lebih luas di bidang lain yang relevan, agar hasil proyek ini dapat memberikan manfaat yang lebih besar di luar bidang awal yang menjadi fokus.

Selain itu, saran juga dapat mencakup rekomendasi untuk mengatasi keterbatasan yang ditemui selama proyek, seperti:

- Penyempurnaan metode atau pendekatan yang digunakan, jika ditemukan kelemahan dalam tahap implementasi atau pengujian
- Peningkatan perangkat keras atau perangkat lunak untuk meningkatkan performa sistem secara keseluruhan
- Pemanfaatan teknologi atau metode baru yang relevan untuk memperbaiki atau menambah kapabilitas sistem

Saran harus dibahas dalam konteks tujuan proyek dan masalah yang diidentifikasi, serta didasarkan pada hasil yang diperoleh. Rekomendasi juga perlu realistis dan dapat diimplementasikan dalam kondisi praktis, agar memberikan panduan yang bermanfaat bagi pengembangan lebih lanjut atau implementasi yang

lebih luas.

Secara keseluruhan, saran ini bertujuan untuk memberikan arah bagi pengembangan proyek atau penelitian selanjutnya, sekaligus menunjukkan bagaimana hasil dari proyek ini dapat dioptimalkan dan memberikan kontribusi yang lebih besar dalam bidang yang terkait.



## BAB VI

### PENULISAN DENGAN L<sup>A</sup>T<sub>E</sub>X- INI HANYA TUTORIAL

#### A. Membuat List atau Daftar

Terdapat 2 cara yaitu dengan list yang terdapat penomoran 1,2,3 dst atau dengan bullet poin. Secara detail dapat dibaca pada subsection di bawah.

##### 1. List atau Daftar dengan `packed_enum`

Lingkungan `packed_enum` digunakan untuk membuat daftar bernomor dengan jarak yang lebih rapat antar item. Ini sangat berguna untuk menampilkan langkah atau tahapan yang memiliki urutan. Berikut adalah contoh penggunaannya:

```
1 \begin{packed_enum}
2   \item Langkah pertama adalah mengidentifikasi masalah yang ingin
   diselesaikan.
3   \item Langkah kedua melibatkan analisis kebutuhan.
4   \item Langkah ketiga adalah mengembangkan ide dan solusi alternatif.
5   \item Langkah keempat adalah melakukan pengujian awal untuk
   mengevaluasi performa.
6 \end{packed_enum}
```

Hasilnya akan tampak seperti berikut:

1. Langkah pertama adalah mengidentifikasi masalah yang ingin diselesaikan.
2. Langkah kedua melibatkan analisis kebutuhan.
3. Langkah ketiga adalah mengembangkan ide dan solusi alternatif.
4. Langkah keempat adalah melakukan pengujian awal untuk mengevaluasi performa.

##### 2. List atau Daftar dengan `packed_item`

Lingkungan `packed_item` digunakan untuk membuat daftar berpoin dengan jarak antar item yang lebih rapat, cocok untuk poin-poin yang tidak memerlukan urutan tertentu. Berikut adalah contoh penggunaannya:

```
1 \begin{packed_item}
2   \item Meningkatkan kualitas sensor untuk akurasi yang lebih baik.
3   \item Menambahkan modul komunikasi untuk kontrol jarak jauh.
4   \item Mengoptimalkan kode untuk efisiensi.
5   \item Menambah fitur penghematan energi.
6 \end{packed_item}
```

Hasilnya akan tampak seperti berikut:

- Meningkatkan kualitas sensor untuk akurasi yang lebih baik.
- Menambahkan modul komunikasi untuk kontrol jarak jauh.
- Mengoptimalkan kode untuk efisiensi.
- Menambah fitur penghematan energi.

## B. Menuliskan Kode Program dengan Listing

Lingkungan `lstlisting` memungkinkan kita untuk menuliskan atau menyisipkan kode Python, C++, Arduino, Java atau lainnya dalam dokumen LaTeX dengan format yang rapi dan terstruktur. Pada bagian ini, kita akan melihat dua cara untuk menuliskan kode Python: secara langsung di dalam dokumen dan dengan mengambil dari file eksternal.

?? menunjukkan fungsi Python yang menghitung faktorial dari sebuah angka. Kode ini ditulis langsung di dalam dokumen LaTeX menggunakan lingkungan `lstlisting` dengan format diawali dengan `\begin{lstlisting}[language=Python, caption=Contoh Kode Python Langsung, label=lst:python_direct]` dan diakhiri dengan `\end{lstlisting}`, dimana:

- `language=Python`: Mengatur pewarnaan sintaksis untuk Python.
- `caption`: Menambahkan keterangan di atas kode untuk menjelaskan isi kode.
- `label`: Menambahkan label untuk memudahkan referensi kode dalam dokumen.

```
1 def factorial(n):  
2     if n == 0:  
3         return 1  
4     else:  
5         return n * factorial(n-1)
```

**Kode 6.1** Contoh Kode Python Langsung

Jika Anda memiliki file kode Python di folder tertentu (misalnya, di `kode/code_sample.py`), Anda bisa menyisipkan kode tersebut langsung ke dalam dokumen LaTeX menggunakan perintah `\lstinputlisting`. Berikut ?? dengan format penulisan `\lstinputlisting[language=Python, caption=Contoh Kode Python dari File,`

label=lst:python\_file][kode/code\_sample.py}, dimana:

- language=Python: Mengatur pewarnaan sintaksis untuk Python.
- caption: Menambahkan keterangan untuk kode yang diambil dari file.
- label: Menambahkan label untuk referensi.
- {kode/code\_sample.py}: Menentukan path atau lokasi file Python yang akan disisipkan. Pastikan file berada di dalam folder kode atau path yang sesuai.

```
1 #import cv2, numpy and matplotlib libraries
2 import cv2
3 import numpy as np
4 import matplotlib.pyplot as plt
5 img=cv2.imread("geeks.png")
6
7 # Converting BGR color to RGB color format
8 RGB_img = cv2.cvtColor(img, cv2.COLOR_BGR2RGB)
9
10 #Displaying image using plt.imshow() method
11 plt.imshow(RGB_img)
12
13 # hold the window
14 plt.waitforbuttonpress()
15 plt.close('all')
```

**Kode 6.2** Contoh Kode Python dari File

### C. Menambahkan Gambar

Untuk menambahkan gambar hal yang harus dilakukan adalah:

1. Menyalin file gambar (dalam format jpg png) ke dalam folder *gambar*
2. Mengganti nama file dari gambar agar mudah dikenali, jangan diberi nama gambar-1,-2, dst
3. Memasukkan seperti ??

```
1 \begin{figure}[H]
2     \centering
3     \includegraphics[scale=0.2]{gambar-kucing.jpg}
4     \caption{Gambar Kucing Lucu dan Imut}
5     \label{fig:kucing}
6 \end{figure}
```

**Kode 6.3** Kode untuk Menyisipkan Gambar dalam Dokumen

Berikut adalah penjelasan dari setiap baris pada kode di atas:

1. \begin{figure}[H] ... \end{figure}: Membuat lingkungan figure untuk menyisipkan gambar. Parameter [H] digunakan agar gambar diletakkan tepat di posisi yang ditentukan dalam kode. Opsi *H*

dapat diganti dengan  $h$ ,  $t$ ,  $b$ ,  $p$  sesuai kebutuhan.

2. `\centering`: Mengatur gambar agar berada di tengah halaman.
3. `\includegraphics[scale=0.2]{gambar-kucing.jpg}`: Memasukkan gambar dengan nama file gambar-kucing.jpg. Parameter `scale=0.2` mengatur ukuran gambar pada 20% dari ukuran aslinya. Ubah nilainya untuk memperbesar atau memperkecil gambar.
4. `\caption{Gambar Kucing Lucu dan Imut}`: Menambahkan keterangan (caption) di bawah gambar yang akan muncul di Daftar Gambar dan disertai nomor gambar secara otomatis.
5. `\label{fig:kucing}`: Memberikan label pada gambar untuk merujuk gambar ini dalam teks menggunakan `\cref{fig:kucing}` atau `\ref{fig:kucing}` yang menghasilkan "Gambar 1" atau penomoran gambar sesuai urutan.

Hasilnya adalah terlihat seperti pada ??.



**Gambar 6.1** Gambar Kucing Lucu dan Imut dengan skala 0.1

Setiap gambar harus dimension atau disebutkan didalam bacaan seperti berikut ini ?? dan ??.



**Gambar 6.2** Logo UNY dengan skala 0.4

Untuk menyisipkan beberapa gambar dalam satu kelompok dan satu caption utama, kita dapat menggunakan lingkungan `subfigure` di dalam lingkungan `figure`. Metode ini sangat bermanfaat jika kita ingin menyusun beberapa gambar berukuran kecil dalam satu baris atau kolom, dengan setiap gambar diberi caption masing-masing dan satu caption utama untuk keseluruhan gambar.

Kode berikut menunjukkan cara menyusun tiga gambar secara berdampingan dengan satu caption utama.

```

1 \begin{figure}
2   \centering
3   \begin{subfigure}[b]{0.3\textwidth}
4     \centering
5     \includegraphics[width=\linewidth]{gambar-kucing.jpg}
6     \caption{Kucing Lucu 1}
7     \label{fig:kucing-a}
8   \end{subfigure}
9   \hfill
10  \begin{subfigure}[b]{0.3\textwidth}
11    \centering
12    \includegraphics[width=\linewidth]{logo-uny.png}
13    \caption{Logo UNY}
14    \label{fig:logo-uny-b}
15  \end{subfigure}
16  \hfill
17  \begin{subfigure}[b]{0.3\textwidth}
18    \centering
19    \includegraphics[width=\linewidth]{gambar-kucing.jpg}
20    \caption{Kucing Lucu 2}
21    \label{fig:kucing-c}
22  \end{subfigure}

```

```

23 \caption{Beberapa gambar yang disusun menjadi 1 bagian dengan
penomoran (a), (b), dan (c)}
24 \label{fig:kucingdanUNY}
25 \end{figure}

```

**Kode 6.4** Kode untuk Menyisipkan Gambar dalam Dokumen dengan Subfigure

Berikut adalah penjelasan dari setiap bagian kode di atas:

1. `\begin{figure} ... \end{figure}`: Lingkungan figure utama yang berfungsi sebagai wadah untuk menyisipkan beberapa gambar dalam satu bagian.
2. `\begin{subfigure}[b]{0.3\textwidth} ... \end{subfigure}`: Lingkungan subfigure digunakan untuk setiap gambar yang ingin disusun dalam satu bagian. Parameter `0.3\textwidth` mengatur lebar setiap gambar menjadi sepertiga dari lebar teks, sehingga tiga gambar dapat ditampilkan berdampingan dalam satu baris.
3. `\includegraphics[width=\linewidth]{gambar-nama}`: Memasukkan setiap gambar dengan lebar yang sesuai dengan lebar yang telah ditentukan untuk subfigure.
  - (a) Gambar pertama menggunakan file gambar-kucing, dengan caption "Kucing Lucu 1".
  - (b) Gambar kedua menggunakan file logo-uny, dengan caption "Logo UNY".
  - (c) Gambar ketiga juga menggunakan file gambar-kucing, dengan caption "Kucing Lucu 2".
4. `\hfill`: Menyisipkan ruang kosong antar gambar, agar setiap subfigure memiliki jarak yang merata.
5. `\caption{...}`: Caption utama yang menjelaskan ketiga gambar sekaligus. Caption ini akan ditampilkan di bawah semua gambar dalam lingkungan figure.
6. `\label{fig:kucingdanUNY}`: Memberikan label untuk keseluruhan kelompok gambar, sehingga kita bisa merujuk ke seluruh bagian gambar ini dalam teks dengan `\cref{fig:kucingdanUNY}`.

Dengan menggunakan metode ini, Anda dapat menyisipkan beberapa



(a) Kucing Lucu 1



(b) Logo UNY



(c) Kucing Lucu 2

**Gambar 6.3** Beberapa gambar yang disusun menjadi 1 bagian dengan penomoran (a), (b), dan (c)

gambar dalam satu bagian dengan satu caption utama seperti pada ???. Setiap gambar dapat memiliki caption terpisah dan nomor (misalnya, (a), (b), (c)), sehingga rujukan spesifik untuk masing-masing gambar dapat dibuat, seperti `\cref{fig:kucing-a}` untuk merujuk ke ??.

#### D. Membuat Grafik dengan Tikz

TikZ adalah sebuah paket LaTeX yang digunakan untuk membuat grafik vektor. Berikut adalah beberapa contoh dasar penggunaan TikZ.

##### 1. Menggambar Garis dan Bentuk Dasar

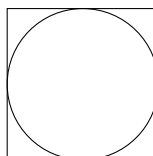
Untuk menggambar garis dan bentuk dasar, kita bisa menggunakan perintah-perintah berikut:

```

1 \begin{figure}[H]
2   \centering
3   \begin{tikzpicture}
4     \draw (0,0) -- (2,0);
5     \draw (0,0) rectangle (2,2);
6     \draw (1,1) circle (1);
7   \end{tikzpicture}
8   \caption{Menggambar Garis dan Bentuk Dasar}
9   \label{fig:tikzExample}
10 \end{figure}

```

**Kode 6.5** Kode untuk Menggambar Garis dan Bentuk Dasar



**Gambar 6.4** Menggambar Garis dan Bentuk Dasar

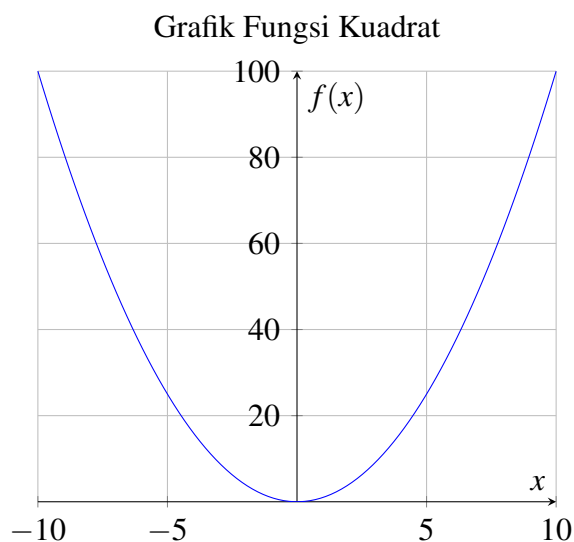
Pada Gambar ?? dapat dilihat contoh gambar sederhana.

## 2. Menggambar Grafik Fungsi

TikZ juga bisa digunakan untuk menggambar grafik fungsi matematika:

```
1 \begin{figure}[H]
2   \centering
3   \begin{tikzpicture}
4     \begin{axis}[
5       axis lines = middle,
6       xlabel =  $x$ ,
7       ylabel =  $f(x)$ ,
8       title = {Grafik Fungsi Kuadrat},
9       grid = major,
10      xmin = -10,
11      xmax = 10,
12      ymin = 0,
13      ymax = 100
14    ]
15      \addplot [
16        domain=-10:10,
17        samples=100,
18        color=blue,
19      ]
20      {x^2};
21    \end{axis}
22  \end{tikzpicture}
23  \caption{Grafik fungsi  $f(x) = x^2$  dengan domain  $[-10, 10]$ }
24  \label{fig:grafik_kuadrat}
25 \end{figure}
```

**Kode 6.6** Kode untuk Menggambar Grafik Fungsi



**Gambar 6.5** Grafik fungsi  $f(x) = x^2$  dengan domain  $[-10, 10]$

Pada Gambar ?? ditunjukkan grafik fungsi kuadrat.

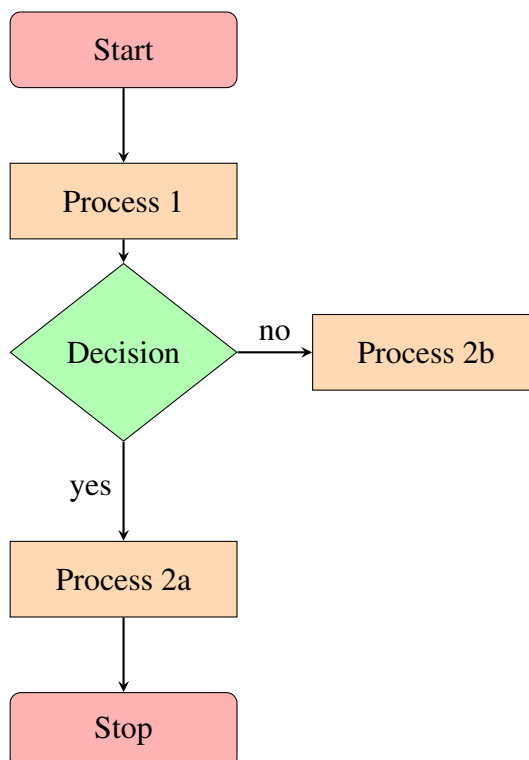


### 3. Menggambar Diagram Alir

TikZ juga mendukung pembuatan diagram alir (flowchart):

```
1 \begin{figure}[H]
2   \centering
3   \begin{tikzpicture}[node distance=2cm]
4     \node (start) [startstop] {Start};
5     \node (process1) [process, below of=start] {Process 1};
6     \node (decision) [decision, below of=process1] {Decision};
7     \node (process2a) [process, below of=decision, yshift=-1cm] {
Process 2a};
8     \node (process2b) [process, right of=decision, xshift=2cm] {
Process 2b};
9     \node (stop) [startstop, below of=process2a] {Stop};
10
11     \draw [arrow] (start) -- (process1);
12     \draw [arrow] (process1) -- (decision);
13     \draw [arrow] (decision) -- node[anchor=east] {yes} (process2a);
14     \draw [arrow] (decision) -- node[anchor=south] {no} (process2b);
15     \draw [arrow] (process2a) -- (stop);
16   \end{tikzpicture}
17   \caption{Diagram alir sederhana dengan kondisi percabangan}
18   \label{fig:flowchart_sederhana}
19 \end{figure}
```

**Kode 6.7** Kode untuk Menggambar Diagram Alir



**Gambar 6.6** Diagram alir sederhana dengan kondisi percabangan

Pada Gambar ?? ditunjukkan contoh diagram alir sederhana dengan satu kondisi

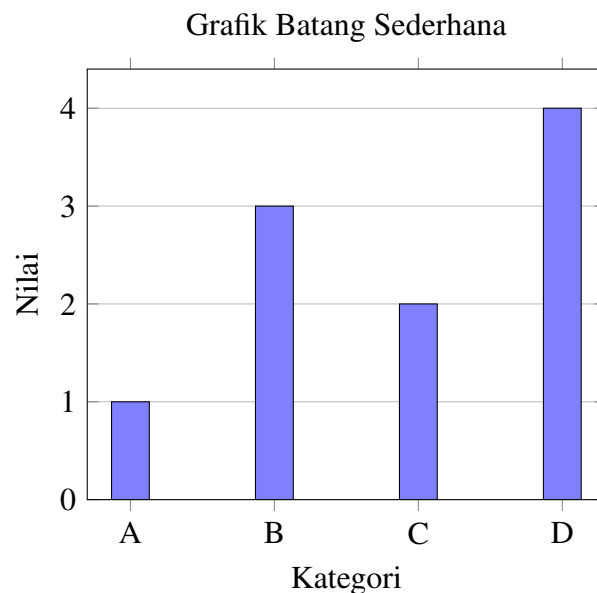
percabangan.

#### 4. Menggambar Grafik Batang

Untuk menggambar grafik batang, kita bisa menggunakan perintah berikut:

```
1 \begin{figure}[H]
2   \centering
3   \begin{tikzpicture}
4     \begin{axis}[
5       ybar,
6       symbolic x coords={A, B, C, D},
7       xtick=data,
8       ylabel={Nilai},
9       xlabel={Kategori},
10      title={Grafik Batang Sederhana},
11      bar width=0.5cm,
12      ymin=0,
13      ymajorgrids=true
14    ]
15      \addplot[fill=blue!50] coordinates {(A,1) (B,3) (C,2) (D,4)};
16    \end{axis}
17  \end{tikzpicture}
18  \caption{Grafik batang yang menunjukkan nilai untuk kategori A, B, C,
19  dan D}
20  \label{fig:grafik_batang}
21 \end{figure}
```

**Kode 6.8** Kode untuk Menggambar Grafik Batang



**Gambar 6.7** Grafik batang yang menunjukkan nilai untuk kategori A, B, C, dan D

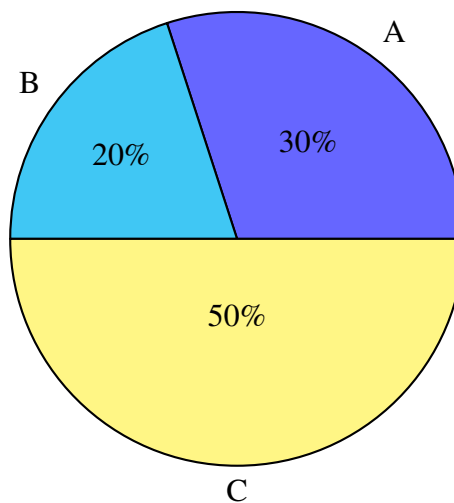
Pada Gambar ?? dapat dilihat distribusi nilai pada berbagai kategori.

## 5. Menggambar Grafik Pie

TikZ juga mendukung pembuatan grafik pie:

```
1 \begin{figure}[H]
2   \centering
3   \begin{tikzpicture}
4     \pie{30/A, 20/B, 50/C}
5   \end{tikzpicture}
6   \caption{Diagram lingkaran yang menunjukkan distribusi persentase A, B
7   , dan C}
7   \label{fig:pie_chart}
8 \end{figure}
```

**Kode 6.9** Kode untuk Menggambar Grafik Pie



**Gambar 6.8** Diagram lingkaran yang menunjukkan distribusi persentase A, B, dan C

Pada Gambar ?? ditunjukkan pembagian persentase untuk kategori A, B, dan C.

Dengan contoh-contoh di atas, Anda dapat mulai membuat berbagai jenis grafik menggunakan TikZ di  $\text{\LaTeX}$ . Untuk informasi lebih lanjut, Anda dapat merujuk ke dokumentasi resmi TikZ.

### E. Membuat Tabel

Pada bagian ini akan dijelaskan bagaimana membuat tabel dalam sebuah dokumen  $\text{\LaTeX}$ . untuk membuat tabel memang agak sedikit sulit, sehingga saya menyarankan menggunakan tool berikut <https://www.tablesgenerator.com/> atau <https://www.latex-tables.com/> kemudian isikan tabel pada tool generator tersebut dan salin kodenya ke dalam dokumen  $\text{\LaTeX}$ . Berikut adalah contoh dari sebuah tabel yang telah dibuat. Jangan lupa setiap tabel harus

dimension dan dijelaskan dibacaan seperti berikut ini ???. Contoh pembuatan tabel terlihat kodenya pada ???.

```

1 \begin{table}[h]
2 \caption{Performance Using Hard Decision Detection}
3 \label{tab:hresult}
4 \centering
5 \begin{tabular}{c rrrrrrr}
6 \hline\hline
7 Audio Name&\multicolumn{7}{c}{Sum of Extracted Bits} \\\ [0.5ex]
8 \hline
9 Police & 5 & -1 & 5& 5& -7& -5& 3\\
10 Midnight & 7 & -3 & 5& 3& -1& -3& 5\\
11 News & 9 & -3 & 7& 9& -5& -1& 9\\[0.8ex]
12 \hline
13 \end{tabular}
14 \end{table}

```

**Kode 6.10** Kode untuk Membuat Tabel dalam Dokumen

Berikut adalah penjelasan dari setiap bagian kode di atas:

1. `\begin{table}[h] ... \end{table}`: Lingkungan table digunakan untuk membuat tabel dan menempatkannya di posisi tertentu dalam dokumen. Parameter [h] menginstruksikan LaTeX untuk menempatkan tabel di posisi yang paling mendekati lokasi kode tersebut dalam teks. Jika posisi ini tidak berfungsi dengan baik, Anda bisa menggunakan parameter lain, seperti [H] (dari paket float) untuk menempatkan tabel di lokasi yang lebih spesifik.
2. `\caption{Performance Using Hard Decision Detection}`: Menambahkan keterangan (caption) di atas tabel. Caption ini akan otomatis ditampilkan dalam Daftar Tabel dan diberi nomor secara otomatis oleh LaTeX.
3. `\label{tab:hresult}`: Memberi label pada tabel, memungkinkan tabel dirujuk dalam teks menggunakan perintah `\cref{tab:hresult}` atau `\ref{tab:hresult}`, yang akan menghasilkan "Tabel 1" atau sesuai penomoran tabel.
4. `\centering`: Mengatur tabel agar berada di tengah halaman.
5. `\begin{tabular}{c rrrrrrr} ... \end{tabular}`: Lingkungan tabular digunakan untuk membuat struktur tabel. Pengaturan kolom menggunakan karakter:
  - (a) c: Mengatur kolom pertama rata tengah.

- (b) r: Mengatur tujuh kolom berikutnya rata kanan.
6. `\hline`: Menambahkan garis horizontal di tabel. Dua `\hline` berturut-turut digunakan untuk garis ganda pada bagian header tabel.
  7. `\multicolumn{7}{c}{Sum of Extracted Bits}`: Menggabungkan tujuh kolom berikutnya menjadi satu sel besar yang berisi teks "Sum of Extracted Bits", yang disejajarkan ke tengah dengan pengaturan c.
  8. Isi tabel, seperti:
    - (a) Police: Data pada baris ini terkait audio "Police", dengan tujuh angka di kolom berikutnya yang merepresentasikan "Sum of Extracted Bits".
    - (b) Baris lain mengikuti format yang sama.
  9. Jarak tambahan antara baris terakhir dan `\hline` berikutnya diberikan dengan parameter opsional `[0.8ex]`, yang menambahkan spasi vertikal untuk keterbacaan.

Dengan penjelasan ini, kode menghasilkan tabel terstruktur yang diberi nomor secara otomatis dan dapat dirujuk di teks dokumen. Hasil tabel dari ?? adalah terlihat pada ??.

**Tabel 6.1** Performance Using Hard Decision Detection

Audio Name	Sum of Extracted Bits						
Police	5	-1	5	5	-7	-5	3
Midnight	7	-3	5	3	-1	-3	5
News	9	-3	7	9	-5	-1	9

Kita juga bisa menambahkan tabel yang besar dengan format halaman landscape seperti contoh berikut dan mention tabel seperti berikut ini ?? dan berikut ini ??.

```

1 \begin{sidewaystable}[htbp]
2   \caption{Performance After Post Filtering}
3   \label{tab:LPer}
4   \centering
5   \begin{tabular}{l c c rrrrrr}
6     \hline\hline
7     Audio & Audibility & Decision & \multicolumn{4}{c}{Sum of Extracted
Bits}
8     \\ [0.5ex]
9     \hline
10    & \soft & 1 & $-1$ & 1 & 1 & $-1$ & $-1$ & 1 \\[-1ex]

```

```

11 \raisebox{1.5ex}{Police} & \raisebox{1.5ex}{5}&hard
12 & 2 & $-4$ & 4 & 4 & $-2$ & $-4$ & 4 \\[1ex]
13 & &soft & 1 & $-1$ & 1 & 1 & $-1$ & $-1$ & 1 \\[-1ex]
14 \raisebox{1.5ex}{Beethoven} & \raisebox{1.5ex}{5}& hard
15 & 8 & $-8$ & 2 & 8 & $-8$ & $-8$ & 6 \\[1ex]
16 & &soft & 1 & $-1$ & 1 & 1 & $-1$ & $-1$ & 1 \\[-1ex]
17 \raisebox{1.5ex}{Metallica} & \raisebox{1.5ex}{5}& hard
18 & 4 & $-8$ & 8 & 4 & $-8$ & $-8$ & 8 \\[1ex]
19 \hline
20 \end{tabular}
21 \end{sidewaystable}

```

**Kode 6.11** Kode untuk Membuat Tabel dalam Dokumen dengan Sideway

Berikut adalah penjelasan dari setiap bagian kode di atas:

1. `\begin{sidewaystable}[htbp] ... \end{sidewaystable}`:  
Lingkungan `sidewaystable` dari paket `rotating` digunakan untuk menampilkan tabel dalam orientasi landscape. Parameter `[htbp]` menunjukkan preferensi posisi tabel pada dokumen. Pastikan Anda telah memuat paket `rotating` di preamble dengan perintah `\usepackage{rotating}`.
2. `\caption{Performance After Post Filtering}`: Menambahkan caption (keterangan) di atas tabel. Caption ini akan otomatis dimasukkan dalam Daftar Tabel dan diberi nomor secara otomatis.
3. `\label{tab:LPer}`: Memberi label pada tabel, memungkinkan Anda merujuk tabel ini dalam teks menggunakan perintah `\cref{tab:LPer}` atau `\ref{tab:LPer}`, yang akan menghasilkan "Tabel 1" atau sesuai penomoran tabel.
4. `\centering`: Mengatur tabel agar berada di tengah halaman.
5. `\begin{tabular}{l c c rrrrrrr} ... \end{tabular}`:  
Lingkungan `tabular` digunakan untuk membuat struktur tabel dengan pengaturan kolom sebagai berikut:
  - (a) `l`: Mengatur kolom pertama rata kiri untuk kolom "Audio".
  - (b) `c`: Mengatur kolom kedua dan ketiga rata tengah untuk kolom "Audibility" dan "Decision".
  - (c) `r`: Tujuh kolom berikutnya rata kanan untuk data "Sum of Extracted Bits".
6. `\hline`: Menambahkan garis horizontal di tabel. Dua `\hline` berturut-

turut digunakan untuk garis ganda pada bagian header tabel.

7. `\multicolumn{7}{c}{Sum of Extracted Bits}`: Menggabungkan tujuh kolom berikutnya menjadi satu sel besar yang berisi teks "Sum of Extracted Bits", yang disejajarkan ke tengah dengan pengaturan c.

8. Isi tabel, misalnya:

- (a) Data pada baris pertama terkait audio "Police", dengan kolom audibility berisi nilai 5, dan data decision dengan dua opsi: "soft" dan "hard".
- (b) Data "soft" pada baris pertama dan "hard" pada baris kedua diisi dengan angka sesuai kolom masing-masing.
- (c) Untuk beberapa entri seperti "Police", "Beethoven", dan "Metallica", kolom audibility dan audio di tengah (seperti nilai 5) diangkat dengan perintah `\raisebox` untuk memberikan efek centering pada teks.

9. `[1ex]` atau `[-1ex]`: Mengatur jarak antar baris untuk menjaga keterbacaan dan posisi elemen tabel yang lebih seimbang.

Kode ini akan menghasilkan tabel landscape dengan satu caption, beberapa kolom gabungan, dan penomoran otomatis dan hasilnya terlihat pada ??.

Contoh lain ?? untuk pembuatan tabel seperti di bawah ini dan hasilnya tertampil pada ??.

```

1 \begin{table}[ht]
2   \caption{Performance After Post Filtering}
3   \label{tab:PPer}
4   \centering
5   \begin{tabular}{l c c rrrrrr}
6     \hline\hline
7     Audio & Audibility & Decision & \multicolumn{7}{c}{Sum of Extracted
8     Bits}
9     \\ [0.5ex]
10    \hline
11    & & soft & 1 & & -1$ & 1 & 1 & & -1$ & & -1$ & 1 & \\ [-1ex]
12    \raisebox{1.5ex}{Police} & & \raisebox{1.5ex}{5} & & hard
13    & 2 & & -4$ & 4 & 4 & & -2$ & & -4$ & 4 & \\ [1ex]
14    & & soft & 1 & & -1$ & 1 & 1 & & -1$ & & -1$ & 1 & \\ [-1ex]
15    \raisebox{1.5ex}{Beethoven} & & \raisebox{1.5ex}{5} & & hard
16    & 8 & & -8$ & 2 & 8 & & -8$ & & -8$ & 6 & \\ [1ex]
17    & & soft & 1 & & -1$ & 1 & 1 & & -1$ & & -1$ & 1 & \\ [-1ex]
18    \raisebox{1.5ex}{Metallica} & & \raisebox{1.5ex}{5} & & hard
19    & 4 & & -8$ & 8 & 4 & & -8$ & & -8$ & 8 & \\ [1ex]
20    \hline
    \end{tabular}

```

**Tabel 6.2** Performance After Post Filtering

Audio	Audibility	Decision	Sum of Extracted Bits							
Police	5	soft	1	-1	1	1	-1	-1	-1	1
		hard	2	-4	4	4	-2	-4	-4	4
Beethoven	5	soft	1	-1	1	1	-1	-1	-1	1
		hard	8	-8	2	8	-8	-8	-8	6
Metallica	5	soft	1	-1	1	1	-1	-1	-1	1
		hard	4	-8	8	4	-8	-8	-8	8



21 `\end{table}`

### Kode 6.12 Kode untuk Membuat Tabel dalam Dokumen

**Tabel 6.3** Performance After Post Filtering

Audio	Audibility	Decision	Sum of Extracted Bits						
Police	5	soft	1	-1	1	1	-1	-1	1
		hard	2	-4	4	4	-2	-4	4
Beethoven	5	soft	1	-1	1	1	-1	-1	1
		hard	8	-8	2	8	-8	-8	6
Metallica	5	soft	1	-1	1	1	-1	-1	1
		hard	4	-8	8	4	-8	-8	8

## F. Menambahkan Persamaan

Persamaan tidak lepas dari bidang ilmu teknik dan kadang perlu dituliskan dalam sebuah laporan. Sangat mudah menuliskan persamaan pada sebuah dokumen  $\text{\LaTeX}$ . Terdapat 2 jenis penulisan persamaan, yaitu inline dengan text seperti contoh ini  $x^2 + y^2 = z^2$  atau seperti ini  $E = mc^2$ . Jenis lain adalah dituliskan seperti di bawah ini, yang otomatis akan mendapatkan penomoran. Apabila belum familiar dengan kode untuk penulisan persamaan pada  $\text{\LaTeX}$ , Anda bisa menggunakan <https://latex.codecogs.com/eqneditor/editor.php> atau <https://latexeditor.lagrida.com/>. Setiap persamaan harus disebutkan dalam teks seperti ?? dan ?? dan dijelaskan terkait persamaan tersebut untuk apa.

```
1 \begin{equation}
2 \quad \label{eq:satu}
3 \quad E=mc^2
4 \end{equation}
```

### Kode 6.13 Kode untuk Menulis Persamaan

```
1 \begin{equation}
2 \quad \label{eq:equationDua}
3 \quad m_n = k_p e_n + \frac{k_e T}{T_{\text{\reset}}}\sum_{i=0}^n e_i + k_d \frac{e_n - e_{n-1}}{\text{\delta t}} + m_{\text{\R}}
4 \end{equation}
```

### Kode 6.14 Kode untuk Menulis Persamaan

Berikut adalah penjelasan dari setiap bagian kode di atas:

Dengan menggunakan lingkungan `equation`, Anda bisa menulis dan memberi nomor persamaan secara otomatis serta merujuknya dengan mudah dalam teks menggunakan `\cref`.

$$E = mc^2 \tag{6.1}$$

$$m_n = k_p * e_n + \frac{k_e * T}{T_{reset}} \sum_{i=0}^n e_i + k_d \frac{e_n - e_{n-1}}{\delta t} + m_R \tag{6.2}$$

## G. Referensi dan Sitasi

Referensi dan sitasi pada dokumen `LATEX` juga cukup mudah. Silahkan buka file *pustaka.bib* dan amati beberapa contoh penulisan referensi yang ada. Untuk menggenerate bentuk referensi seperti ini dapat menggunakan Mendeley atau Zotero. Mensitasi referensi seperti ini `(?)`, `(?)`, `(?)`, `(?)` dapat dilakukan dengan perintah `\citep{nama_label}`. Pemberian sitasi dengan benar membuat sitasi tersebut dapat di klik dan akan mengarahkan ke daftar pustaka.

## **LAMPIRAN A**

### **KODE PROGRAM**

**Lampiran A.1. Program Pembacaan Sensor Ultrasonic**

**Lampiran A.2. Program Keseluruhan Proyek Akhir**

**LAMPIRAN B**  
**GAMBAR-GAMBAR**

**Lampiran B.1. Foto Aktivitas Kegiatan Proyek Akhir**



**Lampiran B.2. Foto Produk Proyek Akhir**

