Riswanda Nuruddin Farij (4121600011), Alief Noer Ahmad (4121600022), Alifianto Fahmi Syahputra (4121600023)

RISWAN@me.student.pens.ac.id, alief197@me.student.pens.ac.id, alifianto0101@me.student.pens.ac.id

sistem pemrograman mekatronika

Robot cartesian

Abstract

Proses desain sistem untuk robot cartesian bertujuan menentukan koordinat XYZ dengan akurasi tinggi. Langkah awal melibatkan analisis tugas dan pemilihan komponen kunci seperti sensor laser, kontrol sistem, dan aktuator. Selanjutnya, dilakukan integrasi sensor dan pengolahan data untuk mengukur jarak dan memproses koordinat dengan akurasi tinggi. Setelah itu, dilakukan uji coba dan kalibrasi untuk memastikan akurasi dan stabilitas gerakan. Hasil akhir dari proses ini adalah sebuah robot cartesian yang mampu menentukan koordinat XYZ dengan tingkat akurasi yang tinggi.

Final System and Team Personnel (Insert Pictures)

Jurnal ini mendokumentasikan proses desain dan pengembangan sistem mekatronika untuk robot cartesian yang bertujuan untuk menentukan koordinat XYZ dengan tingkat akurasi tinggi. Tim kami memulai perjalanan ini dengan analisis tugas awal dan berakhir dengan solusi desain akhir yang dapat direplikasi oleh pihak lain. Tim kami memulai proyek ini dengan tujuan untuk mengembangkan robot cartesian yang dapat menentukan koordinat XYZ dengan akurasi tinggi. Langkah pertama adalah melakukan analisis tugas awal yang mencakup identifikasi komponen kunci dan pemilihan teknologi yang tepat.

Table of Contents

[1 Introduction and Initial Analysis 2](#_Toc149728741)

[1.1 Project Context 2](#_Toc149728742)

[1.2 Initial Thought Process 2](#_Toc149728743)

[2 Requirement Analysis and Specification 2](#_Toc149728744)

[2.1 User Requirements 2](#_Toc149728745)

[2.2 System Requirements 2](#_Toc149728746)

[2.3 Tools and Technologies 2](#_Toc149728747)

[3 Conceptual Design 2](#_Toc149728748)

[3.1 System Architecture 2](#_Toc149728749)

[3.2 Interface Design 2](#_Toc149728750)

[3.3 Control Algorithm Design 3](#_Toc149728751)

[4 Detailed Design and Development 3](#_Toc149728752)

[4.1 Component Design 3](#_Toc149728753)

[4.2 Coding and Implementation 3](#_Toc149728754)

[4.3 Integration 3](#_Toc149728755)

[4.4 Unique Features 3](#_Toc149728756)

[5 Testing, Evaluation, and Optimization 3](#_Toc149728757)

[5.1 Testing Strategy 3](#_Toc149728758)

[5.2 Performance Evaluation 3](#_Toc149728759)

[5.3 Optimization 3](#_Toc149728760)

[6 Collaboration and Project Management 3](#_Toc149728761)

[6.1 Teamwork Dynamics 3](#_Toc149728762)

[6.2 Project Management 3](#_Toc149728763)

[7 Conclusion and Reflection 3](#_Toc149728764)

[7.1 Project Summary 3](#_Toc149728765)

[7.2 Future Work 3](#_Toc149728766)

[7.3 Personal and Group Reflections 3](#_Toc149728767)

[8 Appendices 4](#_Toc149728768)

[8.1 Bill of Materials 4](#_Toc149728769)

[8.2 Electrical Wiring and System Layout 4](#_Toc149728770)

[8.3 Code Repository 4](#_Toc149728771)

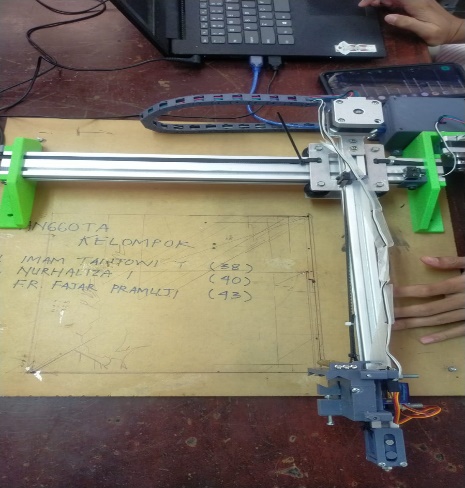
[8.4 Additional Documentation 4](#_Toc149728772)

[9 References 4](#_Toc149728773)

# 1 Introduction and Initial Analysis

## 1.1 Project Context

## Robot cartesian adalah jenis robot industri yang dirancang untuk bergerak dalam koordinat kartesian tiga dimensi (x, y, z). Artinya, robot ini dapat bergerak sepanjang tiga sumbu yang saling tegak lurus satu sama lain, mirip dengan sistem koordinat yang digunakan dalam matematika dan geometri. Robot cartesian sering digunakan dalam berbagai aplikasi industri, termasuk manufaktur, otomasi pabrik, dan berbagai proses produksi lainnya.



Gambar 1 Robot Cartesian

Dalam beberapa dekade terakhir, industri-manufaktur, logistik, dan sektor-sektor terkait telah mengalami transformasi besar-besaran menuju otomasi untuk meningkatkan efisiensi dan produktivitas. Robot cartesian menjadi salah satu solusi kunci dalam revolusi ini. Robot jenis ini dirancang untuk bergerak dalam sistem koordinat kartesian tiga dimensi, memungkinkannya untuk melakukan tugas-tugas dengan presisi tinggi di sepanjang sumbu x, y, dan z.

Pentingnya proyek ini mencakup beberapa aspek krusial. Pertama-tama, penggunaan robot cartesian secara signifikan dapat mempercepat proses produksi. Dengan kemampuannya untuk beroperasi tanpa henti, robot ini dapat mengurangi waktu siklus produksi secara substansial, menghasilkan peningkatan produksi yang signifikan. Selain itu, robot cartesian juga meminimalkan risiko kesalahan manusia. Dengan presisi yang tinggi, robot dapat melakukan tugas-tugas yang memerlukan akurasi yang luar biasa, mengurangi kemungkinan cacat atau produk yang tidak memenuhi standar. Hal ini berdampak positif pada kualitas produk akhir.

Tidak hanya meningkatkan efisiensi, robot cartesian juga berperan penting dalam mengamankan lingkungan kerja. Mereka dapat menangani tugas-tugas yang berbahaya atau berat tanpa mengorbankan keselamatan manusia. Dalam industri yang melibatkan bahan-bahan berbahaya atau proses-proses berisiko, kehadiran robot cartesian membawa manfaat besar dalam mengurangi risiko potensial terhadap kesehatan dan keselamatan pekerja. Di samping itu, implementasi robot cartesian juga memiliki dampak ekonomi yang signifikan. Dengan mengotomatiskan tugas-tugas produksi, perusahaan dapat mengurangi biaya tenaga kerja dan meningkatkan daya saing mereka di pasar global yang kompetitif.

Secara keseluruhan, proyek robot cartesian merupakan tonggak penting dalam mendorong otomasi dan peningkatan produktivitas dalam berbagai industri. Melalui integrasi teknologi robotik ini, perusahaan dapat memperoleh keuntungan kompetitif sambil menciptakan lingkungan kerja yang lebih aman dan efisien.

## Masalah : Bagaimana cara menentukan agar robot begerak sesuai dengan koordinat yang diinpukan pada GUI?

Tujuan : Untuk menentukan agar robot begerak sesuai dengan koordinat yang diinpukan pada GUI

## 1.2 Initial Thought Process

**Proses Brainstorming dan Ide Awal:**

1. **Tujuan Proyek:**
   * Brainstorming dimulai dengan menetapkan tujuan proyek: mengembangkan robot cartesian untuk menentukan koordinat (X, Y, Z) dengan tingkat akurasi tinggidam pergerakan menjadi smooth
2. **Komponen Utama:**
   * Identifikasi komponen kunci termasuk sensor presisi, sistem kontrol, aktuator, dan perangkat lunak untuk pengolahan data dan perhitungan koordinat.
3. **Pilihan Sensor:**
   * Diskusi terfokus pada pilihan sensor, seperti sensor laser, sistem visi, atau kombinasi keduanya untuk mencapai tingkat presisi yang diinginkan dalam penentuan koordinat.
4. **Sistem Kontrol:**
   * Pertimbangan terkait pemilihan mikrokontroler dan sistem kontrol yang mampu memproses data dari sensor dan menerjemahkannya menjadi gerakan yang presisi.
5. **Akhir Efedtor:**
   * Pertimbangan awal mengenai tipe end effector yang sesuai untuk aplikasi yang dimaksud.

**Pengambilan Keputusan di Berbagai Tahap:**

1. **Pemilihan Sensor:**
   * Diputuskan untuk menggunakan kombinasi sensor laser dan sistem visi dengan resolusi tinggi untuk mencapai akurasi tinggi dalam penentuan koordinat.
2. **Pilihan Sistem Kontrol:**
   * Dipilih mikrokontroler berkemampuan tinggi dengan daya komputasi memadai untuk memproses data dari sensor dan menggerakkan robot secara efektif.
3. **Pemilihan Bahasa Pemrograman:**
   * Diputuskan untuk menggunakan C/C++ untuk pengembangan sistem kontrol karena kinerja tinggi dan kemampuan akses langsung ke perangkat keras. Python dipilih untuk pengembangan GUI karena siklus pengembangan cepat dan pustaka grafis yang kuat.
4. **Pemilihan Frame dan Aktuator:**
   * Dipilih bahan kuat untuk frame untuk memastikan stabilitas dan akurasi gerakan. Aktuator linier dan rel panduan yang presisi tinggi dipilih untuk pergerakan akurat di sumbu x, y, dan z.

**Tantangan dan Peluang Potensial:**

1. **Tantangan:**
   * **Kalibrasi Sensor:** Memastikan kalibrasi yang akurat dari sensor laser dan sistem visi untuk mendapatkan pengukuran yang tepat.
   * **Kompensasi Gangguan Lingkungan:** Mengatasi potensi gangguan dari faktor lingkungan seperti cahaya atau bayangan yang dapat memengaruhi akurasi pengukuran.
   * **Integrasi dengan Sistem yang Ada:** Memastikan integrasi yang mulus dengan sistem produksi yang ada mungkin menimbulkan tantangan teknis.
2. **Peluang:**
   * **Aplikasi Industri yang Luas:** Kemampuan untuk menentukan koordinat dengan akurasi tinggi memiliki aplikasi yang beragam dalam industri termasuk manufaktur, konstruksi, dan penelitian ilmiah.
   * **Pengembangan Solusi Terintegrasi:** Proyek ini dapat menjadi dasar untuk mengembangkan solusi terintegrasi yang dapat digunakan dalam sistem otomatisasi yang lebih luas.

Top of Form

# 2 Requirement Analysis and Specification

## 2.1 User Requirements

## **Antarmuka Pengguna Grafis (GUI):**

## **Tampilan Koordinat:** GUI harus menyediakan tampilan grafis yang jelas dan intuitif dari koordinat yang ditentukan oleh robot cartesian.

## **Status Operasi:** GUI harus memberikan informasi tentang status operasi robot, termasuk apakah dalam keadaan siap atau dalam proses operasi.

## **Sistem Kontrol:**

## **Interaksi Intuitif:** Sistem kontrol harus memungkinkan pengoperasian robot dengan antarmuka yang mudah dipahami dan digunakan oleh pengguna tanpa pelatihan khusus.

## **Kemampuan Kalibrasi:** Pengguna harus dapat melakukan kalibrasi perangkat untuk memastikan akurasi tinggi dalam menentukan koordinat.

## **Pengaturan Presisi:** Sistem harus memungkinkan pengaturan presisi gerakan robot sesuai dengan kebutuhan aplikasi spesifik.

## 2.2 System Requirements

## 1. Mikrokontroler:

## Mikrokontroler harus memiliki kemampuan komputasi yang cukup untuk memproses data dari sensor dengan cepat dan akurat.

## Memori dan kecepatan prosesor yang memadai untuk menjalankan algoritma kontrol dengan efisien.

## 2.Frame dan Mekanisme Robot:

## Frame harus terbuat dari bahan yang kuat dan tahan lama untuk memastikan stabilitas dan akurasi gerakan. Aktuator linier dan rel panduan harus dipilih untuk memastikan pergerakan akurat sepanjang sumbu x, y, dan z.

## 2.3 Tools and Technologies

Software yang digunakan dalam projek ini antara lain:

1. **Sistem Operasi (OS):**
   * **Windows:** Dipilih karena stabilitas dan keandalannya dalam pengolahan data dan pengembangan sistem kontrol. Dukungan komunitas yang besar juga menjadi pertimbangan penting.
2. **Bahasa Pemrograman:**
   * **C/C++:** Dipilih untuk pengembangan sistem kontrol robot cartesian karena kecepatan eksekusi dan kemampuan akses langsung ke perangkat keras. Bahasa ini memungkinkan pengoptimalkan kinerja tinggi.
   * **Python:** Digunakan untuk pengembangan antarmuka pengguna grafis (GUI) karena kemampuannya dalam pengolahan data dan pustaka grafis yang kuat.
3. **Perangkat Pengembangan Terpadu (IDE):**
   * **Visual Studio Code:** Memiliki kemampuan debugging yang kuat dan dukungan untuk bahasa C/C++ dan Python, memudahkan pengembangan dan debug sistem kontrol dan GUI.

Hardware yang digunakan dalam projek ini antara lain:

1. **Arduino Nano:** dipilih karena ukurannya yang kecil dan ringan, sehingga cocok untuk proyek dengan batasan ruang fisik. Selain itu, Arduino Nano memiliki dukungan komunitas yang besar dan banyak sumber daya online yang tersedia, membuatnya mudah untuk pemrograman dan integrasi dengan perangkat lainnya.
2. **Mini Servo:** digunakan untuk mengendalikan end effector pada robot cartesian.
3. **CNC Shield :** untuk mengontrol motor stepper dengan mudah dan efisien, serta menyediakan antarmuka yang dapat diandalkan antara mikrokontroler dan motor stepper.
4. **2 Driver motor stepper A4988 :** dipilih karena kemampuannya untuk mengendalikan motor stepper dengan presisi tinggi. Mereka juga dapat diintegrasikan dengan CNC Shield dengan mudah dan mendukung mikrostepping untuk pergerakan yang lebih halus.
5. **Buck Converter Dc-Dc step down XL6009 :** digunakan untuk menurunkan tegangan dari sumber daya utama ke tingkat yang sesuai untuk digunakan oleh komponen lain dalam sistem. XL6009 dipilih karena kemampuannya untuk menangani beban arus tinggi dan kemudahan pengaturan tegangan keluaran.
6. **2 motor stepper (x,y) :** digunakan untuk menggerakkan robot cartesian sepanjang sumbu x dan y.

Sumber Daya Lain:

1. **Sumber Daya Listrik yang Stabil:**

Dibutuhkan sumber daya listrik yang konsisten dan stabil untuk menghindari potensi gangguan atau masalah selama operasi robot cartesian.

## 2.4 Target specification

Tabel 1. Tabel caption.

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| Feature | Description | Measurement Metric | Target Value |
| Example | Detail of the feature | Units/Scale/Methodology | Specified Value |
| Responsifitas Sistem Kontrol | Kecepatan sistem kontrol dalam memproses data dan menjalankan perintah gerakan. | Waktu respons dalam milidetik | < 10 ms |
| Presisi Aktuator | Tingkat presisi dalam gerakan aktuator pada sumbu x, y, dan z. | Mikrometer deviasi dari posisi target | < 50 µm |
| Kepenggunaan Antarmuka Pengguna (GUI) | Kemudahan penggunaan dan intuitivitas antarmuka pengguna grafis untuk memasukkan koordinat XYZ. | Nilai kepuasan pengguna (skala 1-10) | 8 |
| Integrasi dengan Sistem yang Sudah Ada | Integrasi yang lancar antara robot cartesian dengan sistem yang sudah ada dalam alur kerja produksi. | Tingkat keberhasilan integrasi (persentase integrasi yang berhasil) | 95% |

# 3 Conceptual Design

## 3.1 System Architecture

Illustrate the high-level architecture of the system, including the GUI and control logic.

## 3.2 Interface Design

Sketch the preliminary design of the GUI, focusing on user interaction and experience.

## 3.3 Control Algorithm Design

Outline the design of control algorithms and data processing workflows.

# 4 Detailed Design and Development

## 4.1 Component Design

Delve into the design of individual components, modules, and functionalities.

## 4.2 Coding and Implementation

Document the coding process, adopted standards, and implementation challenges.

## 4.3 Integration

Discuss the integration of GUI with the control system, and among different system components.

## 4.4 Unique Features

Highlight any novel features, optimizations or technologies employed.

# 5 Testing, Evaluation, and Optimization

## 5.1 Testing Strategy

Describe the testing methodologies, cases, and tools used. Emphasize on how the testing validates the targets specified in Section 2.4.

## 5.2 Performance Evaluation

Evaluate the system performance against the defined requirements and objectives. Include a comparative analysis with the targets specified in Section 2.4, illustrating how well the system meets or exceeds these targets.

## 5.3 Optimization

Discuss any optimizations made to enhance system performance and user experience.

# 6 Collaboration and Project Management

## 6.1 Teamwork Dynamics

Reflect on the collaborative endeavor, roles, and contributions of team members.

## 6.2 Project Management

Document the project timeline, milestones, and management practices adopted.

# 7 Conclusion and Reflection

## 7.1 Project Summary

Summarize the key achievements, learnings, and outcomes.

## 7.2 Future Work

Propose further enhancements, applications, and research directions.

## 7.3 Personal and Group Reflections

Reflect on the experience, challenges, and acquired knowledge.

# 8 Appendices

## 8.1 Bill of Materials

Detail the parts, costs, and sources.

## 8.2 Electrical Wiring and System Layout

Provide diagrams, schematics, and layout information.

## 8.3 Code Repository

Include links to the code repository, version control, and change logs.

## 8.4 Additional Documentation

Include any other relevant documentation, photos, or supporting materials.

# 9 References

Cite all references, tools, libraries, and external resources used in the project.