

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Teknologi komputer telah berkembang pesat pada era industri saat ini dan secara signifikan mengubah industri manufaktur. Karena mampu meningkatkan akurasi dan efisiensi produksi, peralatan *Computer Numerical Control (CNC)* telah menjadi fondasi industri ini selama beberapa dekade terakhir (Lailiah *et al.*, 2023). Sejalan dengan hal tersebut, (Amaluddin, 2024) menyoroti manfaat penggunaan kode program *Computer-Aided Manufacturing (CAM)* saat membuat produk dengan pola rumit dan detail halus yang sulit dikerjakan secara manual. Otomatisasi ini mengurangi campur tangan manusia, yang sering menjadi sumber kesalahan, serta menjamin konsistensi hasil produksi.

Meskipun demikian, terlepas dari berbagai keunggulannya, mesin *CNC* tetap menghadapi kendala teknis. Menurut (Lailiah *et al.*, 2023), mesin perkakas cukup rentan terhadap kesalahan, terutama jika digunakan secara sering dan dalam jangka waktu yang lama. Perbedaan dalam prosedur pemesinan akan langsung menyebabkan penurunan kualitas benda kerja. Biaya dan kerumitan sistem kontrol menimbulkan kesulitan tambahan selain masalah keausan mekanis (Kwintarini *et al.*, 2016). Namun, (Guangsheng & Haolin, 2013) menyoroti bahwa sifat dinamis sistem servo, seperti gesekan dan inersia, memiliki dampak signifikan terhadap presisi pada mesin *CNC* berkecepatan tinggi dan sering kali sulit diprediksi tanpa pemodelan yang akurat.

Berbagai penelitian telah dilakukan untuk meningkatkan kinerja sistem penggerak *CNC*. Dalam penelitian mereka mengenai motor servo, (Ilmiah & Kepentingan, n.d.) menemukan bahwa penurunan tegangan terminal berdampak signifikan terhadap torsi dan kecepatan putaran (*RPM*) motor, dengan torsi yang lebih rentan terhadap fluktuasi tegangan dibandingkan kecepatan putaran. Dari segi akurasi, (Raditya *et al.*, 2011) berhasil menunjukkan bahwa sistem servo dapat mencapai presisi tinggi dengan tingkat kesalahan hanya 0,1% untuk pergerakan linier sejauh 10 cm melalui penelitian mereka mengenai motor servo *DC* dengan pengendali PI. Sementara itu, (Fathoni, 2022) melakukan studi perbandingan mengenai penggunaan penggerak motor pada mesin *router CNC* berbasis *Arduino*

dengan fokus pada pengembangan sistem berbiaya rendah, dan menemukan bahwa pemilihan komponen penggerak sangat memengaruhi kualitas ukiran yang dihasilkan. Menurut (Novitasari *et al.*, 2015), desain sistem penggerak sumbu mekanis harus mampu mengubah gerak putar motor menjadi gerak *linier* yang stabil agar penyesuaian mesin dapat berhasil.

Penelitian ini secara umum bertujuan untuk melakukan analisis mendalam terhadap karakteristik gerak motor servo Delta saat diterapkan pada mesin *CNC*, berdasarkan latar belakang dan identifikasi masalah yang telah disebutkan sebelumnya. Lebih spesifiknya, penelitian ini bertujuan untuk mengevaluasi sejauh mana faktor-faktor teknis seperti daya, torsi, dan stabilitas *RPM* pada motor servo Delta dapat menjaga akurasi posisi sumbu mesin di bawah beban operasional manufaktur yang dinamis. Agar hasil penelitian ini dapat digunakan sebagai acuan teknis untuk mengoptimalkan kinerja sistem penggerak mesin *CNC* guna mencapai kualitas benda kerja yang memenuhi standar toleransi industri, diharapkan pengujian ini dapat menghasilkan data empiris mengenai akurasi dan konsistensi gerakan poros yang dihasilkan.

1.2 Rumusan Masalah

Berdasarkan identifikasi masalah tersebut, rumusan masalah dalam penelitian ini adalah:

1. Bagaimana karakteristik daya, torsi, dan kecepatan putar (dalam satuan *RPM*) motor servo Delta saat menggerakkan poros mesin *CNC*?
2. Sejauh mana tingkat akurasi pergerakan poros motor servo Delta dalam merespons instruksi gerakan koordinat pada mesin *CNC*?
3. Bagaimana stabilitas performa motor servo Delta dalam menjaga kepresisian pergerakan sumbu saat menerima beban operasional?

1.3 Batasan Masalah

Agar penelitian ini lebih terfokus dan mendalam, maka diberikan batasan masalah sebagai berikut:

1. Objek penelitian difokuskan pada motor servo merek Delta sebagai sistem penggerak utama.
2. Analisis dibatasi pada parameter mekanis dan elektrik motor, yaitu daya, torsi, kecepatan putar, dan akurasi pemosisian (*positioning accuracy*) poros

ballscrew.

3. Mesin *CNC* yang digunakan adalah unit yang menggunakan sistem transmisi sumbu (X, Y, atau Z) dengan penggerak poros *ballscrew* dan aktuator servo Delta.
4. Penelitian ini tidak membahas perancangan perangkat lunak *G-code* secara mendalam, melainkan fokus pada respon fisik poros motor terhadap instruksi pergerakan.

1.4 Tujuan Penelitian

Penelitian ini bertujuan untuk:

1. Menganalisis daya, torsi, kecepatan putar, dan akurasi pemposisian dengan membandingkan beberapa variabel motor servo Delta, yakni kecepatan, pemposisian, dan galat (*error*) yang dihasilkan.
2. Untuk mengidentifikasi terjadinya kesalahan gerakan pemposisian koordinat melalui analisa perbedaan sinyal (pulsa) perintah dan umpan balik (*feedback*) yang diberikan servo Delta ke sistem pengendali *CNC*.
3. Mengetahui kebutuhan sistem servo pada mesin *CNC* dengan menganalisa karakteristik kebutuhan daya, torsi, dan kecepatan putar dengan alat bantu perangkat lunak untuk menghasilkan pengendalian motor yang presisi.

1.5 Manfaat Penelitian

Hasil penelitian ini diharapkan dapat memberikan manfaat sebagai berikut:

1. Bagi Peneliti: Menambah wawasan dan pemahaman mendalam mengenai karakteristik teknis serta perilaku dinamis motor servo standar industri (Delta) pada sistem *CNC*.
2. Bagi Akademisi: Menjadi referensi tambahan dalam studi teknik mesin dan mekatronika, khususnya mengenai analisis sistem penggerak servo dan akurasi mesin perkakas otomatis.
3. Bagi Industri/IKM: Memberikan rekomendasi teknis mengenai penggunaan motor servo Delta untuk meningkatkan kualitas produk manufaktur melalui optimalisasi akurasi dan stabilitas pergerakan mesin.