

# 1 PENDAHULUAN

## 1.1 Latar Belakang

Proses pemesinan dilakukan dengan menggunakan mesin perkakas, dimana mesin perkakas yang digunakan masih bersifat konvensional. Untuk meningkatkan ketelitian dan kepresisian gerak batang output diperlukan kekakuan batang yang tinggi. Dalam mengatasi hal tersebut dikembangkan mesin perkakas modern dengan penambahan modus gerak rotasi sehingga orientasi pahat atau benda kerja dapat divariasikan sesuai kebutuhan [1].

Mekanisme paralel *spherical* merupakan mekanisme paralel yang mempunyai batang *output (platform)* yang dapat bergerak rotasi murni (*spherical*) [2]. Mekanisme ini mempunyai *workspace* yang relatif besar dibandingkan dengan mekanisme paralel gerak terkopel seperti mekanisme paralel empat derajat kebebasan atau lebih. Secara umum mekanisme paralel rotasi murni ini disusun oleh tiga rantai kinematik, *base* dan *platform*.

Kajian terhadap mekanisme paralel *spherical* telah banyak dilakukan untuk berbagai fokus penelitian. Pada penelitian terkait dengan sintesis struktur rantai kinematik, lima join dasar yang terdiri dari join revolute dan perismatik dimodifikasi menjadi tujuh buah alternatif rantai kinematik. Alternatif yang dapat dibentuk dari join dasar tersebut yaitu 3-URU (*Universal Revolute Universal*), 3-CRU (*Cylindrical Revolute Universal*), 3-URC (*Universal Revolute Cylindrical*), 3-UPU (*Universal Perismatik Universal*), 3-CPU (*Cylindrical Perismatik Universal*), 3-UPC (*Universal Perismatik Cylindrical*), dan 3-CRC (*Cylindrical Revolute Cylindrical*). Masing-masing dari rantai kinematik tersebut mempunyai lima derajat kebebasan [3]. Salah satu penelitian yang dilakukan terkait konfigurasi di atas adalah mekanisme paralel tiga derajat kebebasan (DoF) rotasi murni URU. Evaluasi kesalahan pemasangan rantai kinematik terhadap konstrain gerak telah dilakukan dan didapatkan kesimpulan bahwa kesalahan pemasangan rantai kinematik pada posisi *base* memberikan pengaruh yang lebih besar terhadap titik pusat putar (*uncompensatable error*) dibandingkan dengan kesalahan pemasangan rantai kinematik pada *platform*.

Kajian lainnya yaitu kaji sensitivitas kesalahan dimensi dan geometri mekanisme paralel tiga derajat kebebasan tipe *spherical* dan pengaruhnya terhadap *compensatable errors* dan *uncompensatable errors*. Hasil dari penelitian ini memperlihatkan bahwa kesalahan dimensi dan geometri menyebabkan terjadinya kesalahan yang dapat dikompensasi (*compensatable errors*) pada mekanisme paralel. Kesalahan dimensi juga menyebabkan terjadinya kesalahan yang tidak dapat dikompensasi (*uncompensatable errors*) pada mekanisme paralel yaitu pergeseran titik pusat putar ketika *platform* berotasi [4], [5]. Penelitian selanjutnya tentang evaluasi kesalahan dimensi konstanta kinematik terhadap respon perpindahan *platform* menggunakan simulasi inventor dan secara analitik untuk analisis posisi dengan menggunakan *invers kinematic*. Penelitian ini mendapatkan kesimpulan bahwa kesalahan konstanta kinematik berupa sudut pemasangan rantai kinematik terhadap *platform* sangat sensitif terhadap konstrain gerak pusat putar *platform* dan kesalahan orientasi *platform* [6].

Pada penelitian ini akan dipelajari kinematik *forward* terhadap mekanisme 3-URU rotasi murni yang belum dikaji pada penelitian sebelumnya. Penelitian ini juga akan dibahas mengenai pengaruh kesalahan kesejajaran join terhadap konstrain geometri pada rantai kinematik. Kesejajaran sumbu join digunakan untuk membatasi gerak translasi pusat putar *platform*.

## 1.2 Perumusan Masalah

Berdasarkan latar belakang, maka perumusan masalah dari penelitian ini adalah :

1. Analisis posisi yang sudah diteliti terkait dengan mekanisme 3-URU rotasi murni menggunakan metode kinematik *invers* sedangkan metode *forward* belum diformulasikan.
2. Perlu dikaji pengaruh kesalahan kesejajaran penyusun rantai kinematik terhadap ketelitian gerak *platform*.

### 1.3 Tujuan

Tujuan dari penelitian ini adalah untuk:

1. Mendapatkan persamaan kinematik *forward* mekanisme paralel 3-URU rotasi murni.
2. Mendapatkan pengaruh dari kesalahan geometri berupa kesejajaran sumbu join terhadap orientasi *platform* dan konstrain gerak *platform*.

### 1.4 Manfaat

Setelah dilakukan penelitian akan didapatkan manfaat yaitu

1. Memperoleh desain CAD mekanisme paralel 3-DoF rotasi murni dengan *workingspace* yang besar.
2. Memudahkan dalam pemberian toleransi kesalahan pada proses manufaktur dan *assembly*.

### 1.5 Batasan Masalah

Mekanisme yang digunakan adalah mekanisme paralel 3-DoF dengan pergerakan rotasi murni, jenis rantai kinematik yaitu URU (*Universal-Revolute-Universal*), batang penghubung bersifat kaku sempurna, mempunyai massa terpusat pada titik tengah batang. Simulasi dilakukan pada perangkat lunak Autodesk Inventor dan dalam keadaan statik dimana setiap join aktif pada mekanisme dikunci agar tidak bergerak dan gesekan antara batang diabaikan. Dimensi yang tidak terkait dengan pencapaian *workingspace* tidak dioptimasi. Kesalahan pada join sejajar hanya dilakukan pada bidang dua dimensi dan satu arah saja.

### 1.6 Sistematika Penulisan

Tulisan ini ditulis dalam tiga bab, diawali dengan Bab I yang menjelaskan tentang Latar Belakang, Tujuan, Manfaat dan Sistematika Penulisan. Pada Bab II berisikan teori yang dapat mendukung pelaksanaan penelitian. Pada Bab III dijelaskan mengenai langkah-langkah dari proses analisis dan rancangan menggunakan perangkat lunak Autodesk Inventor serta membuat pemodelan

mekanisme paralel 3-URU. Bab IV berisi tentang hasil dan pembahasan, sedangkan bab V berisi tentang kesimpulan.

