

BAB I

PENDAHULUAN

1.1. Latar Belakang

Dunia militer khususnya angkatan laut membutuhkan teknologi seperti antena, senjata, kamera pengintai, dan lainnya untuk membantu sektor perkapalan. Pergerakan kapal yang bergerak secara dinamis, menuntut adanya sistem stabilisasi. Diperlukan simulator gelombang air laut untuk merancang sistem tersebut. Salah satu alat yang bisa digunakan sebagai simulator adalah *Stewart Platform*. *Stewart Platform* merupakan teknologi robotik yang digunakan untuk menggerakkan platform dengan menggunakan 6 motor. Semenjak tahun 1965, *Stewart Platform* menjadi salah satu topik *research* robot terpopuler[1].

Stewart Platform yang digunakan pada penelitian ini, membutuhkan *controller* untuk menggerakkan 6 motor berdasarkan pulsa, sehingga terdapat kemungkinan terjadi kesalahan. Kemungkinan kesalahan tersebut memerlukan validasi berupa kalibrasi posisi dan orientasi terhadap *Stewart Platform*, sedangkan kalibrasi posisi dan orientasi *Stewart Platform* sangat sulit dilakukan menggunakan alat ukur manual, sehingga membutuhkan sensor yang dapat menghitung posisi dan orientasi untuk keperluan kalibrasi. *Inertial measurement unit* (IMU) adalah salah satu sensor yang bisa digunakan posisi dan orientasi untuk mengkalibrasi *Stewart Platform*. Perhitungan posisi menggunakan sensor IMU, memerlukan adanya perhitungan integral [2]. Namun, derau yang ada pada sensor IMU ketika proses perhitungan integral terakumulasi dengan sangat cepat, sehingga perlu difilter menggunakan filter *discrimination window* supaya tidak mengganggu proses integral [3][4]. Salah satu metode integral yang dapat digunakan untuk menghitung posisi adalah metode *runge-kutta* [5]. Sensor IMU juga dapat menghitung sudut orientasi [6], di mana salah satu metode perhitungan sudut orientasi yang dapat digunakan adalah metode *quaternion* [7] untuk menghitung sudut orientasi *magnetometer* dan *accelerometer*, dan menggunakan metode boole [6], untuk menghitung sudut orientasi *gyroscope*, dimana hasil perhitungan sudut orientasi dari ketiga sensor kemudian dikombinasikan menggunakan *complementary*[8].

Kalibrasi *Stewart Platform* dapat dilakukan menggunakan *laser tracker* dengan tipe LTD500 [9], di mana parameter perhitungan posisi dan orientasi *Stewart Platform* dapat ditentukan berdasarkan batas yang ada pada *joint space*. Pada makalah yang lain, kalibrasi *Stewart Platform* dilakukan dengan menggunakan simulasi digital menggunakan software *Labview* [10].

Kalibrasi posisi dan orientasi *Stewart Platform* juga dapat dilakukan menggunakan *Neural Networks* seperti pada makalah [11]. Kalibrasi dilakukan dengan menggunakan perhitungan secara tradisional berdasarkan parameter *Neural Networks* yang tersedia. Kalibrasi *Stewart Platform* dengan menggunakan perhitungan secara tradisional juga dilakukan pada makalah [12], dimana kalibrasi dilakukan dengan menghitung kordinat berdasarkan parameter dari *docking probe*.

Penelitian ini, fokus pada perhitungan posisi dan orientasi menggunakan sensor *Inertial Measurement Unit* (IMU) untuk mengkalibrasi *Stewart Platform*. Perhitungan posisi dan orientasi harus memiliki tingkat akurasi yang baik, supaya layak digunakan pada *Stewart Platform*. Penggunaan metode *runge-kutta* orde 4 sebagai metode integrasi dan kombinasi antara metode *quaternion* dan metode integral *boole* untuk mengitung sudut orientasi pada *Stewart Platform*, menjadi *state of the art* pada penelitian ini

1.2. Perumusan Masalah

Berdasarkan latar belakang masalah, pengukuran posisi dan orientasi *Stewart Platform* untuk keperluan kalibrasi, sangat sulit dilakukan dengan menggunakan alat ukur manual, sehingga membutuhkan sensor *inertial measurement unit* (IMU) sebagai untuk mengkalibrasi posisi dan orientasi *Stewart Platform*. Proses itu, harus dicari dan dianalisis:

1. Berapakah hasil pengukuran nilai posisi *Stewart Platform* menggunakan sensor IMU sebelum dan sesudah dikalibrasi?.
2. Berapakah nilai *error* posisi dan sudut orientasi *Stewart Platform* menggunakan sensor IMU sebelum dan sesudah dikalibrasi.
3. Berapakah nilai konstanta kalibrasi posisi dan orientasi *Stewart Platform*?.
4. Berapa nilai selisih perbandingan posisi dan sudut orientasi *Stewart Platform* sebelum dan sesudah dikalibrasi?.

1.3. Tujuan

Berikut tujuan dari penelitian ini adalah:

1. Menghitung nilai posisi dan sudut orientasi *Stewart Platform* menggunakan sensor IMU sebelum dan sesudah dikalibrasi
2. Menentukan nilai konstanta kalibrasi posisi dan orientasi *Stewart Platform*.
3. Menghitung nilai *error* posisi dan sudut orientasi *Stewart Platform* menggunakan sensor IMU sebelum dan sesudah dikalibrasi.
4. Menganalisis perbandingan posisi dan orientasi *Stewart Platform* sebelum dan sesudah dikalibrasi

1.4. Manfaat Penelitian

1. Manfaat Akademis

Diharapkan penelitian ini dapat memperkaya keilmuan di bidang mekatronika, robotika, pemrograman, dan sistem kendali.

2. Manfaat Praktis

Hasil penelitian ini dapat menjadi solusi permasalahan perhitungan posisi dan orientasi pada *stewart platfom*.

1.5. Batasan Masalah

Adapun batasan masalah dari penelitian ini adalah:

1. Menggunakan sensor *Razor IMU 9DOF*
2. Menggunakan *microcontroller* 8 bit yang berbasis Arduino IDE.
3. Menggunakan *interpolasi linear* sebagai metode kalibrasi.
4. Menggunakan *runge-kutta* orde 4 sebagai metode integral ganda pada pengukuran posisi sensor IMU.
5. Menggunakan *Quaternion* sebagai metode representasi sudut sensor *magnetometer* dan *accelerometer*.
6. Menggunakan metode integral boole untuk menghitung sudut orientasi sensor *gyroscope*.
7. Menggunakan metode *complementary filter* untuk mengkombinasikan hasil perhitungan representasi sudut antara ketiga sensor.

1.6. State ofThe Art

State of the art adalah bentuk penegasan keaslian karya yang dibuat agar dapat di pertanggung jawabkan sehingga menghindari tindakan plagiat sebagai bentuk pembajakan pada karya orang lain. Tabel 1.6 merupakan beberapa paper yang menjadi landasan dari penelitian ini.

Tabel 1. Referensi Paper

Judul	Peneliti	Tahun	Konsep Model
<i>IMU Application in Measurement of Vechile Position and Orientation for Controlling a Pan-Tilt Mechanism</i>	Hendri Maja Saputra, Zainal Abidin, Estiko Rijanto	2013	Perhitungan posisi dan orientasi kendaraan menggunakan sensor IMU.
<i>A positioning and orientation method based on the usage of INS and single-beam</i>	Xiaoyue Zhang, Junjie Yin, Zhili Lin, Chunxi ZhangSchool L	2015	Perhitungan posisi dan orientasi pada kendaraan.
<i>Modeling for IMU-based Online Estimation of a Ship's Mass and Center of Mass</i>	Jonas Linder, Martin Enqvist, Thor I. Fossen, Tor Arne Johansen, Fredrik Gustafsson	2015	Perhitungan posisi dan orientasi pada kapal berdasarkan estimas massa kapal secara <i>online</i>
<i>Modelling and stabilization of a three-axis ship-mounted mobile antenna system</i>	Sina Kuseyri	2016	Perhitungan posisi dan orientasi pada stabilisasi antena satelite.

Judul	Peneliti	Tahun	Konsep Model
<i>Calibration Method and Experiment of Stewart Platform Using a Laser Tracker</i>	Gao Meng, Li Tiemin, Yin Winsheng	2003	Kalibrasi Stewart Platform Menggunakan <i>Laser Tracker</i>
<i>Calibration of Stewart Platforms Using Neural Networks</i>	Dali Wang, Ying Bai	2013	Kalibrasi Stewart Platform Menggunakan <i>Neural Networks</i>
<i>Calibration of Stewart Platform Based on Coordinate Measurement</i>	Yan Hao, Li Changchun, Liu Xiaodong, Zhang Jinying	2011	Kalibrasi <i>Stewart Platform</i> dengan perhitungan Koordinat
<i>Calibration of 6 DOF Stewart Platform System Using LabVIEW Software</i>	M.Enoch Sam, C. Mahesh, P. Vijay Daniel	2017	Kalibrasi <i>Stewart Platform</i> menggunakan simulasi melalui <i>Labview</i>

Penelitian terkait aplikasi sensor IMU untuk menghitung posisi dan orientasi sudah dilakukan oleh beberapa peneliti. Salah satunya penelitian yang dilakukan oleh Hendri Maja Saputra, dkk[13] tentang posisi dan orientasi kendaraan menggunakan sensor IMU untuk mengontrol *Pan-tilt* secara mekanis. Penelitian tersebut, memposisikan IMU sebagai bagian dari *Attitude and Heading References System* (AHRS). Penelitian terkait perhitungan posisi dan orientasi sensor IMU juga dilakukan oleh Xiaoyue Zhang, dkk [14]. Zhang memposisikan sensor IMU sebagai bagian dari *Inertial Navigation System* (INS).

Tahun 2015, Jonas Lider dkk [15] melakukan penelitian terkait perhitungan posisi dan orientasi sensor IMU pada kapal untuk mengestimasi pusat massa kapal secara *online*. Posisi dan orientasi sensor IMU pada kapal sangat sensitif untuk berubah, karena kapal yang bergerak secara dinamis. Adaptasi pembacaan secara dinamis dilakukan pada penelitian ini supaya hasil perhitungan dapat maksimal.

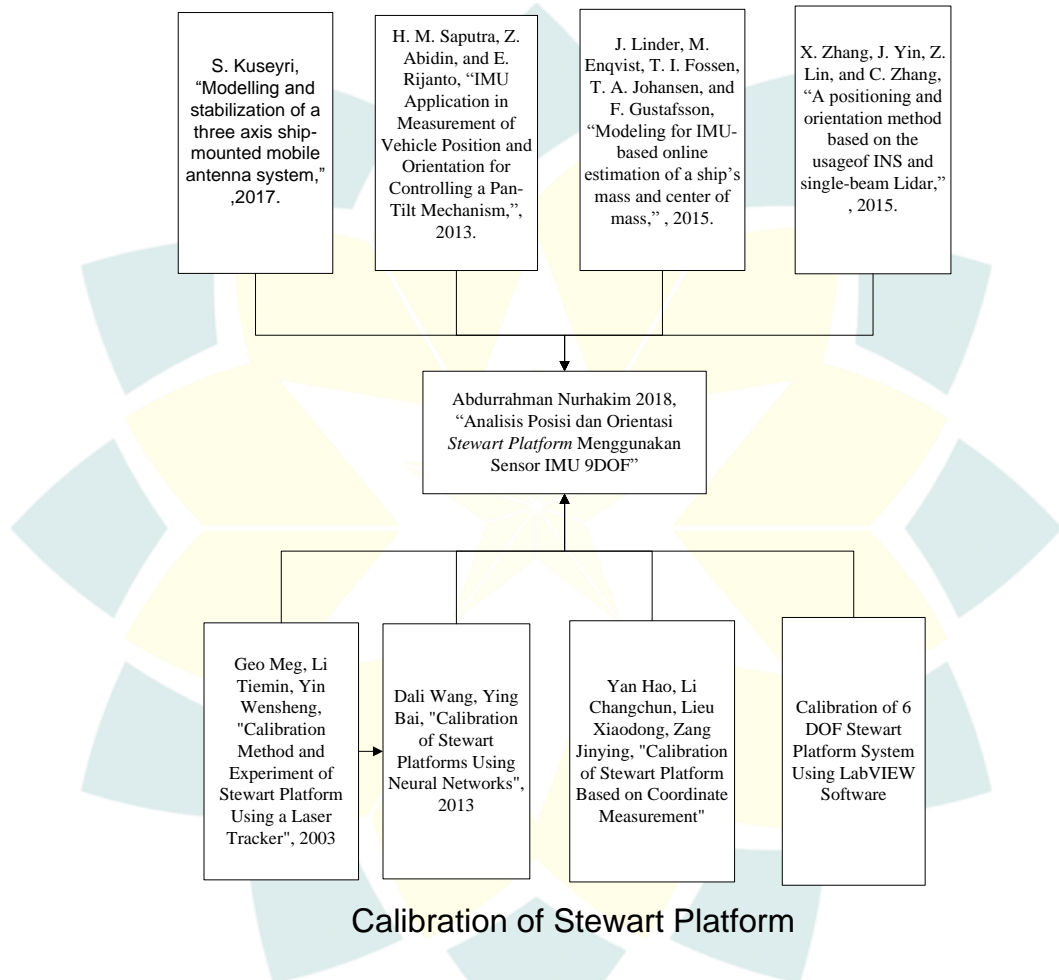
Penelitian terkait perhitungan posisi dan orientasi sensor IMU pada kapal juga dilakukan oleh Sina Kuseyri, dkk [16]. Penelitian tersebut memposisikan sensor IMU sebagai *feedback* dari proses stabilisasi antena *satelite*.

Pada wilayah kalibrasi *Stewart Platform* dapat dilakukan menggunakan *laser tracker* dengan tipe LTD500 seperti pada makalah [9], di mana parameter perhitungan posisi dan orientasi *Stewart Platform* dapat ditentukan berdasarkan batas yang ada pada *joint space*. Pada makalah yang lain, kalibrasi *Stewart Platform* dilakukan dengan menggunakan simulasi digital menggunakan software *Labview* [10].

Kalibrasi posisi dan orientasi *Stewart Platform* juga dapat dilakukan menggunakan *Neural Networks* seperti pada makalah [11]. Kalibrasi dilakukan dengan menggunakan perhitungan secara tradisional berdasarkan parameter *Neural Networks* yang tersedia. Kalibrasi *Stewart Platform* dengan menggunakan perhitungan secara tradisional juga dilakukan pada makalah [12], dimana kalibrasi dilakukan dengan menghitung kordinat berdasarkan parameter dari *docking probe*. Gambar 1.6 merupakan diagram *state of the art* dari penelitian berjudul “Analisis Posisi dan Orientasi *Stewart Platform* Menggunakan Sensor IMU 9DOF”.



Application of Inertial Measurement Unit Sensor

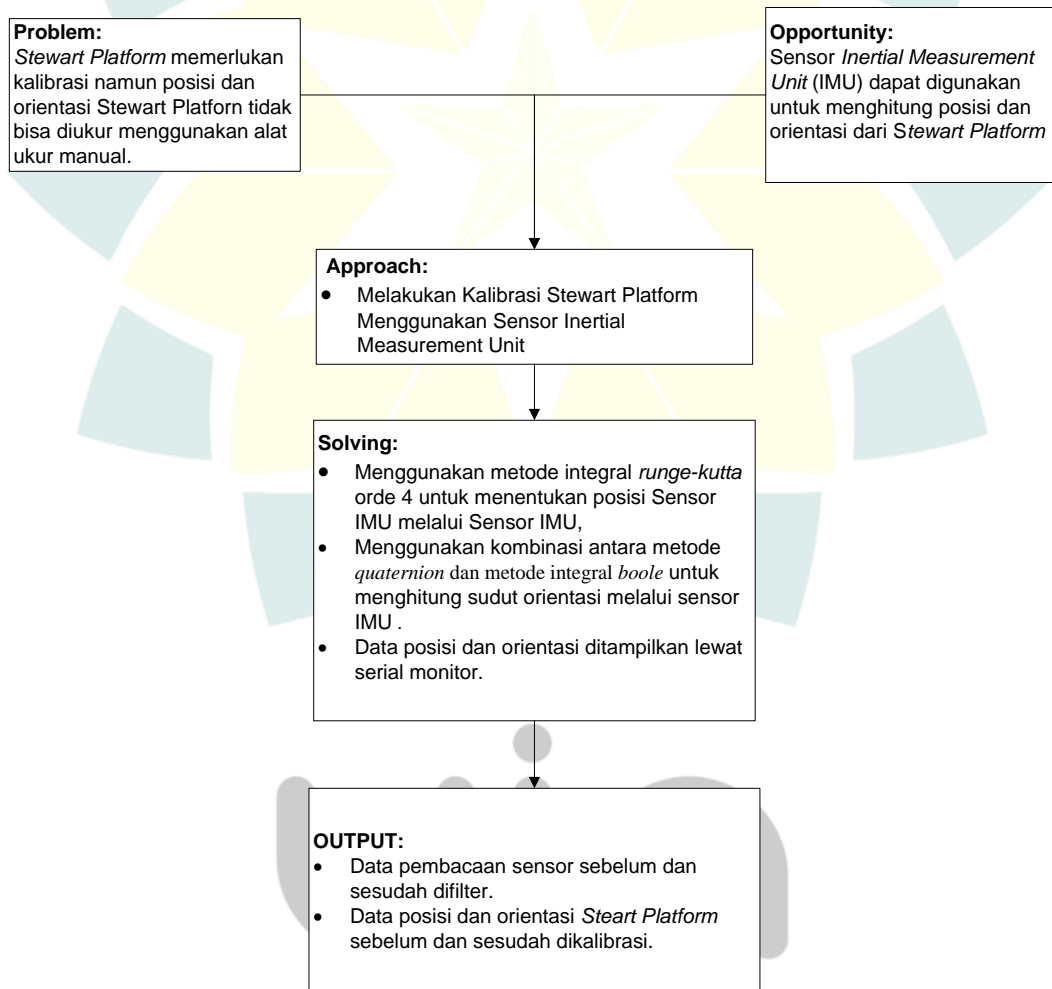


Gambar 1. *State of The Art.*

Berdasarkan makalah yang disajikan pada Tabel 1.6 dan Gambar 1.6, terdapat delapan jurnal terkait penelitian ini. Ada beberapa hal yang menjadi *state of the art* dalam penelitian ini.

1.7. Kerangka Berpikir

Kerangka pemikiran merupakan pemahaman dari penelitian yang menjadi dasar dari semua proses penelitian yang akan dilakukan berdasarkan teori, data, observasi, dan referensi. Gambar 1.7 menjelaskan kerangka berfikir dalam penelitian ini.



UNIVERSITAS ISLAM NEGERI
SUNAN GUNUNG DJATI
BANDUNG

Gambar 2. Kerangka Berpikir.

1.8. Sistematika Penulisan

Sistematika penulisan proposal ini terdiri dari tiga bab yang menguraikan permasalahan yang dibahas.

BAB I PENDAHULUAN

Bab ini menguraikan mengenai: latar belakang dari penelitian, perumusan masalah, tujuan penelitian, batasan masalah, manfaat penelitian, *state of the art*, kerangka berpikir, dan sistematika penulisan.

BAB II LANDASAN TEORI

Bab ini menguraikan teori-teori yang menjadi dasar dari penelitian dan penulisan terkait pengenalan secara umum terkait kalibrasi *Stewart Platform* dan penggunaan sensor IMU 9DOF.

BAB III METODOLOGI PENELITIAN

Bab ini menguraikan tentang metode penelitian yang digunakan pada penyusunan tugas akhir ini diantaranya :

1. Studi literatur.
2. Perumusan Masalah.
3. Analisis Kebutuhan.
4. Merancang Program untuk Sensor IMU.
5. Kalibrasi Sudut Orientasi Sensor IMU Menggunakan *Rotary Actuator Table*.
6. Kalibrasi Posisi Sensor IMU Menggunakan *Linear Actuator Table*.
7. Menganalisis dan mengambil kesimpulan.

BAB IV PENGUJIAN DAN ANALISIS

Bab ini membahas pengujian pada penelitian kalibrasi posisi dan orientasi stewart platform menggunakan sensor IMU 9DOF, serta analisis terhadap hasil pengujian.

BAB V KESIMPULAN

Bab ini berisi kesimpulan dari kalibrasi posisi dan orientasi stewart platform menggunakan sensor IMU 9DOF yang diuji dan dianalisis pada BAB IV.