

ABSTRAK

Motion capture adalah studi tentang penangkapan gerak tubuh manusia dengan menggunakan bantuan sensor yang salah satunya adalah sensor inersia. Sensor inersia merupakan sensor yang diletakkan pada anggota tubuh manusia yang digunakan untuk menangkap gerak tubuh manusia. sebagai contoh adalah sensor *magnetometer HMC5883L* atau sensor kompas. Sensor tersebut berfungsi untuk memberikan stabilitas di bidang horizontal dengan merasakan arah bidang magnet bumi. Pengukuran dilakukan pada bidang 2 DOF (*Degree Of Freedom*) yang difokuskan pada lengan tangan pada orientasi bidang horizontal. Pengukuran pada bidang 2 dimensi dikarenakan sensor *magnetometer HMC5883L* bekerja untuk mengukur kecepatan sudut menggunakan data magnetik pada sumbu medan magnet bumi, untuk mengukur vektor percepatan di koordinat sensor, vektor yang diukur untuk memberikan stabilitas kemiringan disebabkan oleh penggunaanya bergerak. Tarikan medan magnet ke arah pusat magnet bumi memanifestasikan pengguna dalam *output magnetic* sebagai percepatan dalam arah yang berlawanan bersama bahwa sumbu yang sama, seperti yang dijelaskan dalam pembenaran kesalahan rotasi horizontal, sensor magnetik digunakan sebagai *heading* membantu sensor. Hasil *heading* pembacaan sensor di baca oleh matlab dengan perhitungan *invers kinematics* sudut dapat di bentuk. *Output matlab* berupa besar sudut kemudian dianalisis statistik untuk mencari besar *error*. Hasil perbandingan *systematics error* sudut A dan sudut B yaitu pada sudut A pada nilai 150^0 sebelum kalibrasi adalah $-7,747^0$ dan setelah kalibrasi $0,7^0$. Untuk *systematic error* sudut B pada nilai 160^0 sebelum kalibrasi adalah $-3,3^0$ dan setelah kalibrasi $1,3^0$. Dapat disimpulkan hasil sudut A dan B sebelum kalibrasi *systematics error*-nya cukup tinggi dan dilakukan langkah kalibrasi hasil sudut A dan B *systematics error*-nya mendekati *true value*. Hasil kalibrasi sudut A dan sudut B *systematics error* belum sama dengan *true value*, untuk mendekati *true value*, *systematics error* harus dikalibrasi lagi sehingga tingkat nilai *error* sama dengan *true value*.

Kata Kunci: *Motion Capture, Gerak 2 dimensi, Sensor Magnetometer HMC5883L, Systematic Error, Kalibrasi.*



ABSTRACT

Motion capture is the study of human body motion capture with the help of the help of sensors, one of which is the inertial sensors. Inertial sensors is a sensor that is placed on members of the human body is used to capture the motion of the human body. for example, a magnetometer sensor HMC5883L or compass sensor. The sensor serves to provide stability in the horizontal plane by sensing the earth's magnetic field direction. Measurement performed at the 2 DOF (Degree Of Freedom), which is focused on the arm on the orientation of the horizontal plane. Measurements on two-dimensional field due HMC5883L magnetometer sensor works to measure angular velocity using the data on the magnetic axis of the Earth's magnetic field, to measure the acceleration vector in the sensor coordinate, vector measured to provide slope stability caused by its move. Magnetic pull toward the center of the Earth's magnetic manifests in magnetic output as the acceleration in the opposite direction along that same axis, as described in the justification of horizontal rotation error, the magnetic sensor is used as an aid heading sensor. Results heading sensor readings read by matlab with inverse kinematics calculation angle can be in the form. Output matlab be a big corner and then analyzed statistically to find a great error. The comparison systematics error angle A and angle B that is at an angle A at 150^0 values before and after calibration is $-7,747^0$ calibration $0,7^0$. For systematic error angle B in 160^0 before the calibration value is $-3,3^0$ and $1,3^0$ after calibration. Can be summed up results of the corner of A and B before systematics calibration error was high enough and do the calibration steps A and B results systematics angle error of his approaching true value. The results of the calibration angle A and angle B systematics error is not equal to the true value, to approach the true value, systematics errors need to be calibrated again so that the level of error value equal to the true value.

Keywords: Motion Capture, Motion 2 dimensional, Magnetometer sensor HMC5883L, Systematic Error, Calibration.



DAFTAR ISI

COVER	i
LEMBAR PERNYATAAN	ii
LEMBAR PENGESAHAN	iii
KATA PENGANTAR	iv
UCAPAN TERIMAKASIH	v
ABSTARK	vi
DAFTAR ISI	viii
DAFTAR TABEL	xi
DAFTAR GAMBAR	xii
BAB I PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang.....	1
1.2 Rumusan Masalah.....	3
1.3 Tujuan Penelitian.....	3
1.4 Manfaat Penelitian.....	3
1.5 Batasan Penelitian.....	4
1.6 Asumsi Penelitian.....	4
1.7 Sistematika Penulisan.....	4
BAB II TINJAUAN PUSTAKA DAN DASAR TEORI	6
2.1 Tinjauan Pustaka.....	6
2.1.1 Kriteria <i>Motion Capture</i>	12
2.1.2 Frekuensi Pengamatan Dan Pemilihan Fitur Sinyal.....	12
2.1.3 Sistem Pendukung Keputusan.....	12
2.1.4 Posisi Penelitian.....	13
2.2 Dasar Teori.....	13
2.2.1 <i>Matrix Transformation</i>	13
2.2.2 Akuisisi Data.....	16
2.2.3 <i>Invers Kinematics</i>	18
2.2.3.1 <i>Geometric Solution Approach</i>	18



2.2.4 Sensor GY-273 HMC5883L <i>Module Pin-Out</i>	21
2.2.5 Pengujian Statistik <i>T-Test</i>	25
2.2.6 Akurasi Dan Presisi.....	27
2.2.7 Kesalahan Sistematis (<i>Systematic error</i>)	29
2.2.8 Kesalahan Acak (<i>random error</i>).....	30
2.2.9 Analisis Statistik	30
2.2.9.1 Rata-rata (<i>Mean</i>).....	30
2.2.9.2 Variansi (<i>Variance</i>)	31
2.2.9.3 Standart Deviasi	31
2.2.10 Kalibrasi	32
2.2.11 ANOVA	33
2.2.11.1 Asumsi dan Hipotesis dalam ANOVA.....	34
2.2.11.2 Model dari ANOVA.....	34
 BAB III METODOLOGI PENELITIAN	35
3.1 Tujuan Penelitian	35
3.2 Jenis Penelitian	37
3.3 Waktu dan Tempat Penelitian.....	37
3.4 Jenis dan Tipe Data.....	37
3.5 Peralatan dan Bahan Penelitian.....	37
3.6 Langkah-Langkah Pelaksanaan Penelitian (Perancangan sensor <i>Instrument</i> Dan Analisis Penyelesaian)	41
3.7 Aplikasi <i>Motion Capture</i>	43
3.8 Rancang Bangun Model Simulasi Dan Model Matematis.....	43
3.9 Tahap Pengambilan Data	48
3.10 Tahap Pengolahan Data	50
3.11 Tahap Analisa Dan Kesimpulan	53
 BAB IV PENGUMPULAN DAN PENGLAHAN DATA	54
4.1 Perancangan Pengembangan Sistem <i>Motion Capture</i>	54
4.2 Aplikasi <i>Motion Capture</i>	55
4.3 Pengambilan Data Dan Hasil Percobaan	56



4.3.1 Pengambilan Data	56
4.3.2 Hasil Percobaan.....	56
4.3.3 Analisa <i>Output</i> Data Sudut A dan Sudut B.....	59
4.4 Pengolahan Data	59
4.4.1 Uji Normalitas.....	59
4.4.1.1 Uji Normalitas Hasil Data Sudut A 45 ⁰ Replikasi 1	59
4.4.1.2 Rekap Data Uji Noermalitas Hasil Percobaan Sudut A.....	60
4.4.1.3 Rekap Data Uji Noermalitas Hasil Percobaan Sudut B	62
4.4.2 Analisis Statistik	63
4.4.2.1 Analisis Statistik Hasil Data Sudut A.....	63
4.4.2.2 Analisis Statistik Hasil Data Sudut B.....	64
4.4.3 <i>One Sample T Test</i>	64
4.4.3.1 <i>One Sample T Test</i> Hasil Data Sudut A 45 ⁰ Replikasi 1	65
4.4.3.2 Rekap <i>One Sample T Test</i> Sudut A	65
4.4 3.3 Rekap <i>One Sample T Test</i> Sudut B	66
4.4.4 <i>Error Measurment</i>	68
4.4.4.1 <i>Error Measurment</i> Hasil Data Pengukuran Sudut A.....	68
4.4.4.2 <i>Error Measurment</i> Hasil Data Pengukuran Sudut B.....	69
4.4.4.3 Hasil <i>Systematis Error</i> Sudut A	70
4.4.4.3 Hasil <i>Systematis Error</i> Sudut B.....	71
4.4.5 <i>Analysis Of Variance</i>	73
4.4.5.1 <i>Analysis Of Variance Systematis Error</i> Sudut A.....	73
4.4.5.2 <i>Analysis Of Variance Systematis Error</i> Sudut B.....	75
4.4.6 Kalibrasi	77
4.4.6.1 <i>Error Measurment</i> Hasil Sudut A Setelah Kalibrasi.....	77
4.4.6.2 <i>Error Measurment</i> Hasil Sudut A Setelah Kalibrasi.....	79
4.4.6.3 <i>Systematic Error</i> Sudut A Setelah Kalibrasi	80
4.4.6.4 <i>Systematic Error</i> Sudut B Setelah Kalibrasi	81
4.4.6.5 Perbandingan <i>Systematic Error</i> Sudut A Dan B Setelah Kalibrasi.....	81



BAB V KESIMPULAN DAN SARAN	84
5.1 Kesimpulan	84
5.2 Saran	85
DAFTAR PUSTAKA	86
LAMPIRAN	89

DAFTAR TABEL

Tabel 2.1 <i>State Of The Art (SOTA)</i> Penelitian Terdahulu.....	9
Tabel 2.2 Perbandingan Sensor GY-273 HMC5883L dengan sensor lain	23
Tabel 3.1 Sudut Lengan Yang Terbentuk.....	49
Tabel 4.1 Hasil Uji Kenormalan Data Sudut A 45 ⁰ Replikasi 1	58
Tabel 4.2 Rekap Data Uji Normalitas Hasil Sudut A	60
Tabel 4.3 Rekap Data Uji Normalitas Hasil Sudut B	61
Tabel 4.4 Analisis Statistik Hasil Data Sudut A	62
Tabel 4.5 Analisis Statistik Hasil Data Sudut B	63
Tabel 4.6 Hasil <i>One Sample T Test</i> SudutA 45 ⁰ Replikasi 1	64
Tabel 4.7 Rekap Hasil <i>One Sample T Test</i> Sudut A	65
Tabel 4.8 Rekap Hasil <i>One Sample T Test</i> Sudut B	66
Tabel 4.9 Rata-rata <i>Systematics Error</i> Sudut A.....	70
Tabel 4.10 Rata-Rata <i>Systematis Error</i> Sudut b	71
Tabel 4.11 <i>Systematis Error</i> Sudut A	72
Tabel 4.12 <i>Analysis Of Variance Systematis Error</i> Sudut A.....	73
Tabel 4.13 <i>Systematis Error</i> Sudut B	74
Tabel 4.14 <i>Analysis Of Variance Systematis Error</i> Sudut B	74
Tabel 4.15 Rerata <i>Systematis Error</i> Sudut A setelah Kalibrasi	79
Tabel 4.16 Rerata <i>Systematis Error</i> Sudut B setelah Kalibrasi	80



DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1 Komponen- Komponen Sistem Akuisis Data	15
Gambar 2.2 Bagian Bagian Yang Terlibat Dalam Sistem DAQ	16
Gambar 2.3 Aliran Data Dari Sensor Ke MATLAB	17
Gambar 2.4 Planar Manipulator.....	18
Gambar 2.5 Pemecahan <i>Inverse kinematics</i> berdasarkan trigonometri	18
Gambar 2.6 Sensor GY-273 HMC5883L	20
Gambar 2.7 Rotasi Sensor GY-273 HMC5883L	21
Gambar 2.8 <i>Matrix</i> Transformasi dan Vektor Sensor GY-273 HMC5883L	21
Gambar 2.9 Profil Pengukuran	27
Gambar 2.10 (a) Tidak presisi dan tidak akurat, (b) Presisi dan akurat, (c) Presisi tapi tidak akurat	28
Gambar 3.1 <i>Flowchart</i> Alur Proses Penelitian	35
Gambar 3.2 Model Fisik	36
Gambar 3.3 <i>Flowchart</i> Alur Proses Pembuatan Model Fisik.....	37
Gambar 3.4 <i>HMC 5883L Magnetometer</i>	38
Gambar 3.5 <i>Arduino</i>	38
Gambar 3.6 <i>CPU (interface)</i>	39
Gambar 3.7 <i>Router Prolink</i>	39
Gambar 3.8 Rangkaian Sensor Instrumen	40
Gambar 3.9 Konsep Penelitian	41
Gambar 3.10 Pemosisian peletakan instrumen sensor engan model fisik.	42
Gambar 3.11 <i>Flowchart</i> Arduino.....	43
Gambar 3.12 <i>First Opening Arduino Software</i>	44
Gambar 3.13 <i>Opening File Source Coding Arduino</i>	44
Gambar 3.14 <i>Starting I2C Interface</i>	45
Gambar 3.15 <i>Flowchart</i> Matlab.....	46
Gambar 3.16 <i>Opening source coding matlab for HMC5883L</i>	47
Gambar 3.17 <i>Setting port connection sensor</i>	47



Gambar 3.18 <i>Flowchart</i> pengolahan data	52
Gambar 4.1 Diagram sSistem Operasi Komputer Dengan <i>Software Arduino dan Software Matlab</i>	54
Gambar 4.2 Posisi Penempatan Sensor Pada Lengan Tiruan	52
Gambar 4.3 Model Fisik Sudut A 45^0 dan Sudut B 160^0	56
Gambar 4.4 <i>Figure Output Matlab</i> Sudut A 45^0 dan Sudut B 160^0	56
Gambar 4.5 Grafik <i>Output</i> Sudut A 45^0	57
Gambar 4.6 Grafik <i>Output</i> Sudut B 160^0	57
Gambar 4.7 <i>Normal Q-Q Plot</i> sudut 45 Replikasi 1	59
Gambar 4.8 <i>Boxplot</i> Presisi <i>Error</i> Sudut A	67
Gambar 4.9 <i>Boxplot</i> Akurasi <i>Error</i> Sudut A	68
Gambar 4.10 <i>Boxplot</i> Presisi <i>Error</i> Sudut B	68
Gambar 4.11 <i>Boxplot</i> Akurasi <i>Error</i> Sudut B	69
Gambar 4.12 <i>Systematis Error</i> Sudut A	70
Gambar 4.13 <i>Systematis Error</i> Sudut B.....	71
Gambar 4.14 <i>Fitted Line Plot</i> Sudut A	73
Gambar 4.15 <i>Systematis Error</i> Sudut B.....	75
Gambar 4.16 <i>Boxplot</i> Presisi <i>Error</i> Sudut A Setelah Kalibrasi.....	76
Gambar 4.17 <i>Boxplot</i> Akurasi <i>Error</i> Sudut A Setelah Kalibrasi.....	77
Gambar 4.18 <i>Boxplot</i> Presisi <i>Error</i> Sudut B Setelah Kalibrasi	78
Gambar 4.19 <i>Boxplot</i> Akurasi <i>Error</i> Sudut B Setelah Kalibrasi	79
Gambar 4.20 Grafik Perbandingan <i>Systematis Error</i> Sudut A.....	81
Gambar 4.21 Grafik Perbandingan <i>Systematis Error</i> Sudut A.....	81

